

Texas Instruments

TI-89
TI-92 Plus



Touches de raccourcis TI-89

Généralités

- ◊ [APPS] Liste des applications Flash
- ◊ [2nd] [⇄] Basculer entre les deux dernières applications choisies ou les deux derniers écrans divisés choisis
- ◊ [-], ◊ [+] Contraste plus clair ou plus foncé
- ◊ [ENTER] Calculer la réponse approximative
- ◊ [↶], ◊ [↷] Déplacer le curseur vers le haut ou vers le bas (dans les programmes d'édition)
- ↑ [↶], ↑ [↷] Faire défiler les grands objets dans l'historique
- ↑ [↶], ↑ [↷] Mettre en surbrillance à gauche ou à droite du curseur
- [2nd] [↶], [2nd] [↷] Défilement vers le haut ou vers le bas (dans les programmes d'édition)
- [2nd] [↶], [2nd] [↷] Déplacer le curseur vers la gauche ou vers la droite

Plan du clavier à l'écran (◊ [EE])

Appuyez sur [ESC] pour sortir du plan.



Le plan du clavier affiche des raccourcis qui ne sont pas indiqués sur le clavier. Comme illustré ci-dessous, appuyez sur ◊ et ensuite sur la touche spécifiée.

- ◊ [=] ≠
- ◊ [] Accéder aux lettres grecques (voir colonne suivante)
- ◊ [] ● (commentaire)
- ◊ [] Copier les données du graphique dans sysdata
- ◊ [÷] ! (factorielle)
- ◊ [I] Afficher la boîte de dialogue FORMATS
- ◊ [1] Exécuter les programmes
- ◊ [9] kbdprgm1() à kbdprgm9()
- ◊ [x] & (ajouter)
- ◊ [EE] Plan du clavier à l'écran
- ◊ [STO] @
- ◊ [ON] Mettre l'unité hors tension de manière à revenir à l'application en cours lors de la prochaine mise sous tension

- ◊ [0] (zéro) ≤
- ◊ [.] ≥
- ◊ [(-)] Copier les coordonnées du graphique dans l'historique de l'écran Origine

Règles minuscules/majuscules

- [alpha] Taper une lettre minuscule
- [↑] Taper une lettre majuscule
- [2nd] [a-lock] Verrouillage lettres minuscules
- [↑] [alpha] Verrouillage lettres majuscules
- [alpha] Quitter verrouillage minuscules/majuscules

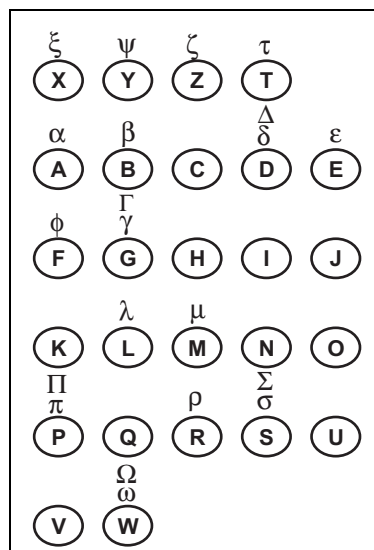
Graphisme 3D

- [↶], [↷], [↶], [↷] Graphique animé
- [+], [-] Changer la vitesse d'animation
- X, Y, Z Visualiser l'axe
- [0] Revenir à la vue originale
- [I] Changer le style de format du graphique
- [x] Vue agrandie/normale

Lettres grecques

- ◊ [] Accéder au jeu de caractères grecs
- ◊ [] [alpha] Accéder aux lettres minuscules grecques. Exemple: ◊ [] [alpha] [W] pour afficher ω
- ◊ [] [↑] Accéder aux lettres majuscules grecques. Exemple: ◊ [] [↑] [W] pour afficher Ω

Si vous appuyez sur une combinaison de touches qui ne permet pas d'accéder à une lettre grecque, vous obtiendrez la lettre normale correspondant à cette touche.





TI-89

TI-92 Plus

Manuel d'utilisation

U.S. Patent No. 4,405,829 Sous licence exclusive de RSA Data Security, Inc.

© 1999 par Texas Instruments Incorporated.

Note importante

Texas Instruments n'émet aucune garantie expresse ou implicite, y compris et ce non exclusivement, les garanties implicites de commerciabilité et d'adaptation à un objectif particulier concernant les programmes ou la documentation, ceux-ci étant fournis "tels quels" sans autre recours.

En aucun cas Texas Instruments ne peut être tenue responsable des dommages spéciaux, collatéraux, accidentels ou consécutifs occasionnés à un tiers, liés à ou résultant de l'achat et de l'utilisation desdits matériels, la seule et unique responsabilité de Texas Instruments, pour quelque forme d'action que ce soit, étant limitée au prix d'achat du matériel. Par ailleurs, la responsabilité de Texas Instruments ne saurait être engagée pour toute contestation quelle qu'elle soit relative à l'utilisation desdits matériels par toute autre tierce partie.

Attention : toute modification apportée à ce matériel sans l'accord exprès de Texas Instruments est susceptible d'annuler vos droits d'utilisation.

Réglementation (France seulement)

La TI-89 / TI-92 Plus est conforme à la circulaire N°99-018 DU 1-2-1999 qui définit les conditions d'usage des calculatrices dans les examens et concours organisés par le ministère de l'éducation nationale et dans les concours de recrutement des personnels enseignants, à compter de la session 2000.

Table des matières

Vous trouverez ici la liste des chapitres de ce manuel.
Le sommaire détaillé se trouve dans les pages suivantes.

Prise en main	<ol style="list-style-type: none">1. Comment utiliser ce manuel ?2. Préparation de la calculatrice3. Premiers calculs4. Utilisation de la TI-89 / TI-92 Plus
Applications graphiques et numériques	<ol style="list-style-type: none">5. Étude graphique d'une fonction6. Table de valeurs d'une fonction7. Solveur numérique8. Étude d'une suite9. Courbes paramétrées10. Courbes en coordonnées polaires11. Équations différentielles (graphisme)12. Graphismes 3D13. Lignes de niveau et tracés implicites14. Constantes et Unités15. Bases de nombres
Traitement des données	<ol style="list-style-type: none">16. L'éditeur de données. Statistiques17. Utilisation des listes
Éditeur de textes	<ol style="list-style-type: none">18. L'éditeur de textes
Utilisation avancée	<ol style="list-style-type: none">19. Partage d'écran20. Organisation de la mémoire21. Communications. Mise à niveau
Calcul symbolique et applications	<ol style="list-style-type: none">22. Calcul numérique23. Nombres complexes24. Manipulations d'expressions25. Équations et inéquations26. Fonctions27. Calcul différentiel et intégral28. Calcul vectoriel29. Calcul matriciel30. Suites et séries
Programmation	<ol style="list-style-type: none">31. Introduction à la programmation32. Utilisation de l'éditeur33. Instructions d'entrée / sortie34. Structures de contrôle35. Personnalisation des menus36. Chaînes de caractères37. Graphismes38. Programmation avancée
Annexes	<ol style="list-style-type: none">A. Instructions et fonctionsB. Tables de référenceC. Informations générales

Table des matières (suite)

Chapitre 1. Comment utiliser ce manuel ?	Les différentes parties de ce manuel.....	1-2
	Que faut-il lire absolument pour bien commencer ?.....	1-2
	Applications graphiques et numériques.....	1-2
	Sciences, outils de conversion.....	1-3
	Statistiques	1-3
	Éditeur de textes.....	1-3
	Utilisation avancée	1-3
	Calcul symbolique et applications.....	1-3
	Programmation	1-4
	Annexes.....	1-4
	Où trouver l'information ?	1-5
	Apprentissage de base.....	1-5
	Aperçu de l'ensemble des possibilités offertes par les applications.....	1-5
	Recherche de toutes les fonctions et instructions utilisables dans un cadre précis.....	1-5
	Recherche d'une fonctionnalité particulière.....	1-5
Dans quel menu trouver une instruction ?	1-6	
Syntaxe d'une instruction particulière.....	1-6	
Applications Flash préchargées.....	1-6	
Chapitre 2. Préparation de la calculatrice	Préparation de la TI-89	2-2
	Mise en place des piles.....	2-2
	Préparation de la TI-92 Plus.....	2-3
	Mise en place des piles.....	2-3
	Utilisation du couvercle comme un support.....	2-3
	Première mise en marche	2-4
	Réglage éventuel du contraste	2-4
	Choix du langage	2-4
	Choix d'une langue et utilisation de ce manuel	2-6
	Note importante.....	2-6
Utilisation de l'anglais.....	2-6	
Chapitre 3. Premiers calculs	Mise en marche et première saisie	3-2
	Mise en marche.....	3-2
	Réglage du contraste	3-2
	Saisie d'une expression.....	3-2
	Valeur d'une expression.....	3-3
	Valeur de cette expression	3-3
	Valeur approchée.....	3-4
	Modifications.....	3-5
	Insertion d'un caractère.....	3-5
	Effacement d'un caractère	3-5
Effacement de la ligne d'édition	3-6	
Un nouveau calcul.....	3-6	

Chapitre 4.
Utilisation
de la
TI-89 / TI-92 Plus

Insertion et remplacement de caractères	3-7
Mode insertion, mode remplacement	3-7
Remplacement d'un caractère en mode insertion.....	3-7
Sélection, opérations de couper-coller	3-8
Sélection	3-8
Exemple d'utilisation	3-8
Utilisation des calculs précédents	3-10
Historique des calculs	3-10
Utilisation du dernier résultat.....	3-10
Rappel d'une expression.....	3-11
Utilisation de Entry.....	3-11
Différence entre l'utilisation de [2nd] [ENTRY] et la	
sélection	3-12
Effacement de l'historique des calculs	3-12
Mémorisation.....	3-13
Mémorisation d'une expression.....	3-13
Mémorisation du dernier résultat.....	3-13
Mémorisation d'un autre résultat	3-13
Affichage de la valeur d'une variable	3-13
Utilisation du menu MODE.....	3-14
Choix du mode degré	3-14
Retour au mode radian.....	3-14
Quelques exemples d'utilisation	3-15
Calcul sur les grands nombres.....	3-15
Résolution d'une équation.....	3-15
Limite d'une fonction	3-16
Dérivation	3-16
Intégration	3-16
Mise en marche et arrêt de la TI-89 / TI-92 Plus.....	4-2
Mise en marche	4-2
Réglage du contraste	4-2
Arrêt.....	4-2
APD™.....	4-2
Le clavier de la TI-89	4-3
Le clavier de la TI-92 Plus	4-6
L'écran de calcul	4-11
Affichage de l'écran de calcul	4-11
Les différentes parties de l'écran de calcul.....	4-11
Résultats des derniers calculs.....	4-11
Déplacement du curseur dans l'historique des calculs.....	4-12
Sauvegarde de l'historique des calculs	4-13
Utilisation de F6 Clean Up en vue d'un nouveau problème	4-14
Expressions, fonctions et instructions.....	4-15
Saisie d'une expression, les principales erreurs à éviter	4-16
Utilisation des parenthèses.....	4-18

Table des matières (suite)

Format d'affichage des résultats.....	4-19
Calculs exacts ou approchés.....	4-19
Écriture des résultats numériques.....	4-20
Affichage des formules	4-20
Les menus de la TI-89 / TI-92 Plus.....	4-21
Affichage d'un menu.....	4-21
Choix d'une option	4-21
Rubriques se terminant par ► (sous-menus)	4-22
Rubriques se terminant par “...” (boîtes de dialogue)	4-22
Raccourcis clavier	4-23
Changement de menu.....	4-23
Annulation d'un menu.....	4-23
Exemple de sélection d'une option	4-23
Menus personnalisés	4-24
Activation du menu personnalisé	4-24
Retour au menu normal.....	4-24
Retour au menu Custom par défaut	4-24
Catalogue des fonctions et instructions.....	4-25
Présentation des fonctions et instructions.....	4-26
Choix d'une application	4-27
À partir du menu des applications.....	4-27
À l'aide du clavier	4-28
Quitter une application	4-28
Choisir une Application Flash.....	4-28
Choix des modes	4-29
Les différents modes	4-30
Utilisation de nombres complexes	4-32
Représentation rectangulaire.....	4-32
Représentation polaire.....	4-32
Retour au fonctionnement en mode réel.....	4-32
Saisie sous forme rectangulaire.....	4-33
Saisie sous forme polaire.....	4-33
Mode angulaire.....	4-34
Mémorisation et rappel de valeurs	4-35
Choix du nom des variables	4-35
Mémorisation d'une valeur dans une variable	4-35
Valeur d'une variable.....	4-35
Utilisation d'une variable dans une expression	4-36
Effacement	4-36
Rappel du contenu d'une variable dans la ligne d'édition.....	4-36
Différence entre l'utilisation de RCL et l'utilisation du nom de la variable.....	4-37
Différence entre la <i>valeur</i> d'une variable et le <i>contenu</i> de cette variable.....	4-37
La ligne d'état	4-38
Caractères spéciaux ou accentués	4-40
Version du logiciel et identification électronique.....	4-42
Liste de numéros d'identification électronique (ID List).....	4-42

Chapitre 5.
Étude graphique
d'une fonction

L'écran Y=. Définition et sélection des fonctions	5-9
Définition d'une nouvelle fonction	5-9
Modification d'une fonction	5-9
Effacement d'une fonction	5-9
Effacement de toutes les fonctions	5-9
Sélection des fonctions à représenter	5-9
Format	5-10
Style de tracé	5-10
Exemple d'utilisation des styles de tracés	5-11
Zoom	5-11
L'écran WINDOW, choix de la fenêtre de tracé	5-12
Définition de la fenêtre de tracé	5-12
Zooms	5-12
Sauvegarde ou rappel des paramètres	5-13
L'écran GRAPH, représentation graphique	5-14
Pause	5-14
Abandon	5-14
Format	5-14
Zoom	5-14
Déplacement sur une courbe	5-14
Suivi automatique	5-14
Nouvelle construction	5-14
Les outils mathématiques de l'écran GRAPH	5-15
Les outils de dessin de l'écran GRAPH	5-17
Outils du menu Draw	5-17
Autres outils	5-18
Sauvegarde d'une construction graphique	5-19
Étude d'une fonction à partir de l'écran de calcul	5-21
L'instruction Graph	5-21
Retour aux fonctions de l'écran Y=	5-21

Chapitre 6.
Table de valeurs
d'une fonction

Un premier exemple	6-2
Paramètres de construction	6-3
Ouverture de la boîte de dialogue TABLE SETUP	6-3
Choix des paramètres	6-3
Utilisation de la table de valeurs, mode automatique	6-4
Affichage de la table	6-4
Fonctions utilisées	6-4
Déplacement dans la table	6-4
Format d'affichage des nombres	6-5
Modification des valeurs affichées	6-5
Utilisation de la table de valeurs, mode manuel	6-6
Affichage de la table	6-6
Effacement des valeurs déjà présentes	6-6
Saisie de nouvelles valeurs	6-6
Saisie globale d'une liste de valeurs	6-6
Modification des valeurs de la variable	6-7
Ajout ou suppression de valeurs	6-7
Utilisation avancée	6-7
Modification des fonctions	6-8

Table des matières (suite)

Chapitre 7.	Un premier exemple	7-2
Solveur numérique	Ouverture du Solveur et entrée d'une équation	7-3
	Ouverture du Solveur numérique	7-3
	Entrée d'une équation	7-3
	Rappel d'équations entrées au préalable	7-4
	Mémorisation des équations pour d'autres utilisations	7-4
	Ouverture d'une équation mémorisée	7-4
	Initialisation des variables	7-5
	Détermination de la liste des variables	7-5
	Remarques et erreurs fréquentes	7-5
	Modification de l'équation	7-6
	Spécification d'une condition initiale et/ou des bornes (optionnel)	7-6
	Résolution de l'équation	7-7
	Détermination de la solution	7-7
	Représentation de la solution	7-8
	Affichage de la représentation	7-8
	Effet de la représentation sur les différents paramètres	7-9
	Sélection d'une nouvelle condition initiale à partir de l'écran GRAPH	7-9
	Retour au mode plein écran	7-10
	Effacement de variables avant de quitter le Solveur numérique	7-10
Chapitre 8.	Exemple de suite récurrente simple	8-2
Étude d'une suite	Exemple de suite récurrente double	8-5
	Exemple de système de deux suites récurrentes	8-6
	Définition d'une suite	8-7
	Choix du mode SEQUENCE	8-7
	Définition de la suite	8-7
	Conversion de la définition	8-7
	Définition du ou des termes initiaux	8-8
	Choix de l'indice des termes initiaux	8-8
	Choix du type de représentation	8-9
	Choix des axes	8-9
	Style de tracé	8-10
	Exemple	8-10
	Utilisation de l'écran WINDOW	8-11
	Indices utilisés	8-11
	Fenêtre de tracé	8-11
	Valeurs par défaut	8-11
	Différences avec l'étude graphique des fonctions	8-12
	Sélection des suites à tracer	8-12
	Utilisation des outils de l'écran graphique	8-12

Chapitre 9. Courbes paramétrées	Un premier exemple	9-2
	Différences avec l'étude graphique des fonctions	9-4
	Choix du mode graphique.....	9-4
	Définition et sélection des fonctions	9-4
	Fenêtre de tracé.....	9-4
	Étude de la courbe.....	9-5
	Style de tracé.....	9-5
Chapitre 10. Courbes en coordonnées polaires	Un premier exemple	10-2
	Une courbe un peu plus complexe	10-4
	Différences avec l'étude graphique des fonctions	10-5
	Choix du mode graphique.....	10-5
	Définition et sélection des fonctions	10-5
	Fenêtre de tracé.....	10-5
	Étude de la courbe.....	10-6
	Style de tracé.....	10-6
Chapitre 11. Équations différentielles (graphisme)	Un exemple de représentation graphique.....	11-2
	Étapes pour représenter une solution.....	11-4
	Différences avec l'étude graphique des fonctions	11-5
	Définition du Mode Graph.....	11-5
	Définition des équations différentielles dans l'éditeur	
	Y=	11-5
	Sélection des équations différentielles	11-5
	Sélection du style de tracé.....	11-5
	Sélection des formats dans la boîte de dialogue	
	GRAPH FORMATS	11-6
	Choix des axes	11-7
	Paramètres de tracé.....	11-7
	La variable système fldpic.....	11-9
	Outils de l'écran GRAPH	11-9
	Définition des conditions initiales	11-10
	Saisie des conditions initiales dans l'éditeur Y=	11-10
	Absence de conditions initiales dans l'éditeur Y=	11-10
Sélection d'une condition initiale de façon interactive		
à partir de l'écran GRAPH	11-11	
À propos du mode Trace.....	11-11	
Systèmes d'équations différentielles	11-12	
Exemple d'équation du 2 nd ordre.....	11-13	
Exemple d'équation du 3 ^e ordre	11-15	

Table des matières (suite)

	Choix des axes	11-16
	Exemple d'utilisation des modes Time et Custom	11-17
	Modèle Prédateur-Proie	11-17
	Comparaison des méthodes RK et Euler.....	11-19
	En cas de difficulté avec le format Fields.....	11-22
	Définition du format Fields	11-22
	Quel est l'ordre de l'équation que vous étudiez ?	11-22
	Fields=SLPFLD	11-22
	Fields=DIRFLD.....	11-23
	Fields=FLDOFF	11-24
	Utilisation de la table de valeurs	11-24
Chapitre 12.		
Graphismes 3D	Un premier exemple	12-2
	Différences avec l'étude graphique des fonctions	12-4
	Définition des fonctions.....	12-4
	Sélection de la fonction à représenter	12-4
	Choix d'un cadrage adapté.....	12-4
	Interprétation de la construction.....	12-5
	Ajustement du cadrage	12-6
	Valeur en un point particulier	12-6
	Déplacement sur la surface	12-7
	Choix du format des axes et du style de la construction.....	12-8
	Ouverture de la boîte de dialogue GRAPH FORMATS	12-8
	Représentation des axes.....	12-8
	Affichage du nom des axes.....	12-8
	Style de dessin.....	12-8
	Modification de l'angle de vue.....	12-9
	Définition des angles	12-9
	Effet de la modification de $\text{eye}\psi$	12-9
	Effet de la modification de $\text{eye}\theta$ et $\text{eye}\Phi$	12-10
	Animation d'un graphique 3D de façon interactive	12-11
	L'orbite de visualisation.....	12-11
	Animation du graphique.....	12-11
	Animation d'une série d'images graphiques	12-11
Chapitre 13.		
Lignes de niveau et tracés implicites	Représentations de lignes de niveau	13-2
	Sélection du style de format graphique	13-2
	Détermination des lignes de niveau par défaut	13-3
	Tracé d'une ligne de niveau particulière.....	13-3
	Tracé de lignes de niveau pour des valeurs z spécifiées	13-4
	À propos du tracé de lignes de niveau.....	13-4
	Exemple d'application des lignes de niveau.....	13-5
	Tracés implicites	13-6
	Formes explicites et implicites.....	13-6
	Sélection du style de format graphique	13-6
	Un exemple plus complexe de tracé implicite.....	13-7
	Méthode de tracé de lignes de niveau et de tracé implicite	13-8

**Chapitre 14.
Constantes et
unités de mesure**

Introduction aux constantes et unités de mesure	14-2
Entrée de constantes ou d'unités.....	14-3
À partir d'un menu.....	14-3
À partir du clavier.....	14-3
Combinaison de plusieurs unités.....	14-4
Utilisation de parenthèses avec des unités dans un calcul	14-4
Conversion d'unités	14-5
Pour toutes les grandeurs sauf la température	14-5
Pour la température.....	14-6
Pour des écarts de température.....	14-6
Définition des unités par défaut.....	14-7
Si vous utilisez le système SI ou ENG/US.....	14-7
Personnalisation des unités par défaut.....	14-7
Choix de la valeur par défaut NONE.....	14-8
Mémorisation d'un système d'unités.....	14-8
Création de nouvelles unités	14-9
Utilité de la création de nouvelles unités	14-9
Règles à suivre pour nommer les unités.....	14-9
Définition d'une nouvelle unité.....	14-9
Liste de constantes et d'unités prédéfinies.....	14-10
Unités par défaut pour SI et ENG/US.....	14-10
Constantes	14-10
Longueur.....	14-10
Surface	14-11
Volume	14-11
Temps.....	14-11
Vitesse	14-11
Accélération	14-11
Température.....	14-11
Intensité lumineuse	14-11
Quantité de matière.....	14-11
Masse.....	14-11
Force	14-11
Énergie	14-11
Puissance	14-11
Pression.....	14-12
Viscosité cinématique	14-12
Viscosité dynamique.....	14-12
Fréquence	14-12
Intensité de courant électrique	14-12
Charge électrique.....	14-12
Résistance électrique	14-12
Potentiel électrique	14-12
Conductance.....	14-12
Capacité électrique	14-12
Champ magnétique.....	14-12
Induction magnétique	14-12
Flux magnétique	14-12
Inductance	14-12

Table des matières (suite)

Chapitre 15. Systèmes de numération	Un premier exemple	15-2
	Écritures et changements de bases	15-3
	Entrée d'un nombre en binaire ou en hexadécimal	15-3
	Changements de bases.....	15-3
	Autre méthode de conversion.....	15-3
	Opérations sur les entiers	15-4
	Sélection du mode Base pour l'affichage	15-4
	Division en mode Base HEX ou BIN.....	15-4
	Limitation en taille des entiers.....	15-4
	Comparaison ou manipulation de bits	15-5
Opérations booléennes	15-5	
Permutation et décalage de bits	15-6	
Chapitre 16. L'éditeur de données. Statistiques	Un premier exemple	16-2
	Utilisation de l'éditeur de données	16-5
	Ouverture de l'éditeur	16-5
	L'écran de l'éditeur de données	16-6
	Saisie initiale	16-6
	Déplacement du curseur.....	16-6
	Format.....	16-7
	Titres des colonnes.....	16-7
	Sauvegarde totale ou partielle des éléments du tableau.....	16-9
	Définition globale d'une colonne	16-10
	Saisie de la définition	16-10
	Utilisation en statistiques	16-10
	Effacement de la définition globale	16-10
	Utilisation en calcul formel	16-11
	Table des valeurs exactes.....	16-11
	Table des dérivées des fonctions usuelles	16-13
	Tri des données	16-14
	Tri d'une colonne isolée.....	16-14
	Tri de l'ensemble du tableau	16-14
Calculs statistiques	16-15	
Séries statistiques simples.....	16-15	
Séries statistiques doubles	16-17	
Valeurs calculées	16-18	
Utilisation des catégories.....	16-19	

Chapitre 17.
Utilisation des listes

Représentations graphiques	16–20
Nuage de points (Scatter)	16–20
Ligne polygonale (xyline).....	16–20
Boîte à moustaches (Box Plot ou Mod Box Plot)	16–20
Histogramme	16–21
Définition des éléments d'un graphique	16–21
Structure de la définition abrégée	16–23
Sélection et désélection d'un graphique	16–23
Copie de la définition d'un graphique	16–23
Effacement de la définition d'un graphique	16–23
Préparation de la construction	16–23
Zoom automatique.....	16–24
Lancement de la construction.....	16–24
Déplacement sur le graphique.....	16–24
Utilisation des graphiques à partir de l'écran Y=	16–25
Ajustement linéaire.....	16–26
Choix de la méthode d'ajustement.....	16–26
Mémorisation de l'équation de la droite	16–26
Autres méthodes d'ajustement.....	16–28
Calculs statistiques à partir de l'écran de calcul.....	16–30
Étude d'une série statistique à une variable.....	16–30
Étude d'une série statistique à deux variables.....	16–31
Ajustements.....	16–31
Accès aux données d'un tableau.....	16–32
Autres possibilités	16–32
Définition des valeurs d'une liste.....	17–2
Définition directe.....	17–2
Accès aux éléments d'une liste	17–2
Création d'une nouvelle liste.....	17–3
Remplissage par un terme constant	17–3
Construction en utilisant une expression.....	17–3
Exemples d'utilisation.....	17–4
Calcul d'une liste de valeurs.....	17–4
Construction d'une famille de courbes.....	17–4
Fonctions utilisables avec les listes.....	17–5
Fonctions de manipulation des listes.....	17–5
Listes et polynômes.....	17–6

Table des matières (suite)

Chapitre 18.		
L'éditeur de textes		
	Un premier exemple	18-2
	Utilisation de l'éditeur de textes	18-4
	Ouverture de l'éditeur	18-4
	L'écran de l'éditeur de textes	18-5
	Saisie du texte	18-5
	Déplacement dans le texte	18-5
	Insertion d'un paragraphe	18-5
	Sélection	18-5
	Manipulations sur le texte sélectionné	18-6
	Recherche de texte	18-6
	Exemple d'utilisation	18-7
	Effacement du contenu de l'éditeur de textes	18-7
	Sauvegarde automatique.....	18-7
	Copie sous un autre nom	18-7
	Lignes de commandes	18-8
	Désignation des lignes de commandes	18-8
	Suppression du marquage.....	18-8
	Exécution d'une commande.....	18-9
	Exécution de l'ensemble des commandes.....	18-9
	Utilisation d'un partage d'écran.....	18-9
	Création d'un fichier à partir de l'écran de calcul	18-9
	Création d'un rapport	18-10
	Impression du contenu d'une variable.....	18-10
	Insertion d'un saut de page	18-10
	Un exemple complet	18-11
Chapitre 19.		
Partage d'écran		
	Un premier exemple	19-2
	Choix et suppression du partage d'écran.....	19-3
	Choix du mode partage d'écran.....	19-3
	Choix des applications initiales	19-3
	Autres rubriques liées au partage d'écran	19-4
	Suppression du partage d'écran.....	19-4
	Quand vous éteignez la TI-89 / TI-92 Plus.....	19-4
	Choix de l'application active	19-5
	L'application active	19-5
	Passage d'une application à l'autre	19-5
	Ouverture d'une application différente.....	19-5
	Utilisation de [2nd] [QUIT] pour afficher l'écran de calcul	19-6
	Utilisation d'un partage haut/bas.....	19-6
	Représentation de graphiques de types distincts	19-7
	Choix de deux catégories de courbes	19-7
	Un exemple.....	19-7

Chapitre 20. Organisation de la mémoire

Utilisation de dossiers.....	20-2
Qu'est-ce qu'un dossier ?	20-2
Le dossier MAIN.....	20-2
Création d'un nouveau dossier	20-2
Choix du dossier actif	20-3
Chemin d'accès	20-3
Utilisation d'un même nom dans deux dossiers	20-4
Création automatique d'un nouveau dossier.....	20-4
Quelques points clé	20-5
Mémoire RAM et mémoire Archive	20-6
Les différents types de mémoire disponibles.....	20-6
Échange entre mémoire RAM et mémoire Archive.	20-7
Variable verrouillée, variable archivée	20-7
Erreur de mémoire lors de l'accès à une variable archivée.....	20-8
Correction de cette erreur	20-8
Dossiers et archivage	20-8
Utilisation de l'écran VAR-LINK	20-9
Création de différentes variables.....	20-9
Ouverture de l'écran VAR-LINK	20-10
Type des variables	20-11
Sélection des variables affichées.....	20-11
Réduction ou développement de l'affichage des dossiers	20-12
Utilisation d'un nom de variable, fermeture de l'écran VAR-LINK	20-12
Manipulations sur les variables et les dossiers	20-13
Visualisation du contenu d'une variable.....	20-13
Sélection	20-14
Suppression de variables ou de dossiers	20-14
Copie ou déplacement de variables d'un dossier vers un autre	20-15
Changement de nom.....	20-15
Création d'un nouveau dossier	20-16
Verrouillage d'une variable ou d'un dossier	20-16
Archivage d'une variable.....	20-17
Vérification de la mémoire disponible	20-17
Instructions et fonctions de gestion de la mémoire	20-18
Opérations sur les variables	20-18
Opérations sur les dossiers	20-18
Copie du contenu d'une variable	20-19
Utilisation de CopyVar	20-19
Utilisation de [STO]	20-19
Différence entre l'utilisation de ces deux instructions.....	20-19
État de la mémoire, réinitialisation	20-20
État de la mémoire	20-20
Réinitialisation	20-20
Particularité d'utilisation de la mémoire Archive	20-21
Organisation de la mémoire Archive.....	20-21
Que se passe-t-il quant on désarchive une variable ?.....	20-21
Le ramasse-miettes	20-22
Pourquoi afficher un message avant de récupérer de l'espace en mémoire Archive?.....	20-22
Une précision importante.....	20-22

Table des matières (suite)

Chapitre 21. Communications. Mise à niveau	Possibilités de connexion	21-2
	Connexion avec une autre calculatrice	21-2
	Connexion avec un ordinateur.....	21-2
	Connexion avec CBL™ ou CBR™.....	21-2
	Connexion avec une tablette de rétroprojection.....	21-2
	Échange de données.....	21-3
	Connexion de deux calculatrices	21-3
	Transmission de variables	21-3
	Règles de transmission des variables ou des dossiers	21-4
	Annulation de la transmission	21-4
	Échange d'Applications Flash.....	21-4
	Avertissements et messages d'erreurs.....	21-5
	Transmission de variables dans un programme	21-6
	Communications dans un programme.....	21-6
	Un exemple de programme	21-6
	Lancement du programme.....	21-7
	Arrêt du programme.....	21-7
	Compatibilité entre la TI-89 / TI-92 Plus et la TI-92.....	21-8
	Principales causes d'incompatibilité.....	21-8
	Transmission de TI-92 à TI-89 / TI-92 Plus.....	21-8
	Transmission de TI-89 / TI-92 Plus à TI-92	21-9
Forme texte et forme pré-interprétée	21-9	
Contrôle lors d'une transmission vers une TI-92	21-9	
Mise à niveau du logiciel de base.....	21-10	
Logiciel de base et Applications Flash.....	21-10	
Possibilités d'évolution.....	21-10	
Une précision importante.....	21-10	
Mises à jour du logiciel de base	21-11	
Informations importantes sur la mise à jour du logiciel de base.....	21-11	
Sauvegarde des données de votre calculatrice avant une installation.....	21-12	
Où se procurer les mises à jour du logiciel de base et/ou des Applications Flash	21-12	
Pour mettre à niveau plusieurs calculatrices.....	21-13	
Transmission du logiciel de base d'une TI-89 ou d'une TI-92 Plus à une autre	21-13	
Ne tentez pas d'annuler la transmission	21-14	
Messages d'erreur	21-15	
À propos de TI-GRAPH LINK.....	21-15	
Liste de numéros d'identification (ID List).....	21-16	
Chapitre 22. Calcul numérique	Calculs sur les entiers.....	22-2
	Décomposition en facteurs premiers.....	22-2
	Tester si un nombre est premier.....	22-2
	PGCD et PPCM.....	22-2
	Division euclidienne	22-3
	Calculs sur des grands nombres	22-3
	Calculs sur les rationnels	22-4
	Simplification	22-4
	Numérateur et dénominateur.....	22-4
	Opérations	22-4
	Valeur approchée.....	22-4
	Conversion en rationnel.....	22-4

	Autres fonctions.....	22-5
	Racine carrée.....	22-5
	Valeur absolue.....	22-5
	Calculs sur les nombres réels.....	22-6
	Partie entière.....	22-6
	Partie fractionnaire.....	22-6
	Arrondi.....	22-6
	Fonctions intégrées.....	22-7
	Fonctions trigonométriques.....	22-7
	Fonctions logarithmes et exponentielles.....	22-8
	Puissances quelconques, racines.....	22-8
	Fonctions hyperboliques.....	22-8
Chapitre 23.	Saisie et affichage de nombres complexes.....	23-2
Nombres complexes	Opérations sur les complexes.....	23-3
	Ouverture du menu MATH/Complex	23-3
	Conjugaison.....	23-3
	Partie réelle et imaginaire.....	23-3
	Module et argument.....	23-3
	Opérations algébriques.....	23-3
	Racine carrée.....	23-4
	Fonction puissance.....	23-4
	Autres fonctions.....	23-5
	Utilisation de complexes non numériques.....	23-6
Chapitre 24.	Développement.....	24-2
Manipulations	Développement complet.....	24-2
d'expressions	Développement partiel.....	24-2
	Autres utilisations.....	24-2
	Factorisation.....	24-3
	Factorisation simple.....	24-3
	Factorisation par rapport à une variable.....	24-3
	Factorisation complète par rapport à une variable.....	24-3
	Factorisation dans l'ensemble des nombres complexes.....	24-4
	Simplification.....	24-5
	Simplification automatique.....	24-5
	Effets de la simplification automatique.....	24-5
	Simplification avec conditions.....	24-6
	Saisie des conditions.....	24-6
	Exemples d'utilisation.....	24-6
	Substitution.....	24-7
	Valeur prise par une expression d'une ou plusieurs variables.....	24-7
	Remplacement d'une ou plusieurs variables par une expression.....	24-7
	Compléments sur les substitutions utilisant \square	24-8
	Aspect local.....	24-8
	Évaluation.....	24-8

Table des matières (suite)

	Expressions trigonométriques	24-9
	Simplification	24-9
	Développement	24-9
	Transformation de produits en sommes.....	24-9
	Transformation de $a \cos(x)+b \sin(x)$	24-10
	Fonctions rationnelles.....	24-11
	Numérateur et dénominateur.....	24-11
	Réduction au même dénominateur	24-11
	Simplification	24-12
	Factorisation	24-12
	Décomposition en éléments simples.....	24-12
Chapitre 25.		
Équations	Un premier exemple	25-2
	Résolution d'équations dans R	25-5
	La fonction solve	25-5
	La fonction zeros	25-5
	Résolution dans un intervalle spécifique.....	25-5
	Équations trigonométriques	25-6
	Résolution numérique	25-6
	Résolution d'équations dans C	25-7
	La fonction cSolve	25-7
	La fonction cZeros	25-7
	Équations utilisant le conjugué.....	25-8
	Systèmes d'équations	25-9
	Résolution dans R	25-9
	Résolution dans C	25-10
	Systèmes dégénérés	25-10
	Systèmes dépendant d'un paramètre	25-11
	Systèmes linéaires	25-11
	Résolution approchée	25-13
	Réduction de Gauss des systèmes linéaires	25-14
	Réduction de Gauss.....	25-14
	Réduction de Gauss Jordan.....	25-14
	Manipulations sur les équations.....	25-15
	Résolution par étapes.....	25-15
	Extraction du membre de gauche ou de droite	25-15
	Inéquations	25-16
	Inéquations du premier degré	25-16
	Étude pas à pas	25-16
	Inéquations polynomiales.....	25-16
Chapitre 26.		
Fonctions	Un premier exemple	26-2
	Définition d'une fonction	26-4
	Fonctions simples.....	26-4
	Fonctions définies à partir d'autres fonctions	26-4
	Fonctions définies par morceaux	26-5
	Utilisation de la fonction when	26-5
	Conditions multiples	26-5
	Conditions indéterminées.....	26-6
	Utilisation de If ... Then ... Else ... Endif	26-6

Chapitre 27.
Calcul différentiel et
intégral

Valeurs d'une fonction d'une variable	26-7
Calcul exact d'une valeur isolée	26-7
Calcul exact d'une liste de valeurs	26-7
Construction automatique du tableau de valeurs	26-7
Définition d'une fonction de plusieurs variables	26-8
Définition d'une fonction dans l'écran de calcul	26-8
Utilisation de $\boxed{\blacklozenge}$ [Y=]	26-8
Utilisation de l'éditeur de fonctions	26-9
Limites	27-2
Limite en un point fini	27-2
Limite à droite ou à gauche	27-2
Limite à l'infini	27-2
Utilisation de conditions	27-2
Dérivation	27-3
Fonction dérivée	27-3
Dérivée en un point	27-3
Dérivées d'ordre supérieur	27-3
Règles d'évaluation	27-4
Extrema	27-5
Syntaxe	27-5
Exemple	27-5
Recherche dans un intervalle spécifique	27-6
Intégration	27-7
Calcul de primitives	27-7
Calcul exact d'intégrales	27-8
Calculs approchés	27-8
Intégrales impropres	27-9
Calcul exact	27-9
Calcul approché	27-9
Quelques exemples utilisant l'intégration	27-10
Fonctions définies par une intégrale	27-10
Représentation graphique	27-10
Séries de Fourier	27-11
Séries de Taylor	27-12
Équations différentielles – fonction deSolve()	27-13
Équation du 1 ^{er} ordre	27-13
Multiplications implicites	27-14
Équation du 2 nd ordre	27-14
Solution implicite	27-15
Fonctions de plusieurs variables	27-17
Dérivées partielles d'une fonction de plusieurs	
variables	27-17
Laplacien	27-17
Plan tangent	27-17
Intégrales multiples	27-18
Calcul d'intégrale double	27-18
Calcul d'intégrale triple	27-18

Table des matières (suite)

Chapitre 28.	Définition d'un vecteur.....	28-2
	Calcul vectoriel	
	Vecteurs lignes.....	28-2
	Vecteurs colonnes.....	28-2
	Modification du contenu d'un vecteur.....	28-2
	Opérations sur les vecteurs.....	28-3
	Somme.....	28-3
	Produit par un nombre.....	28-3
	Produit scalaire.....	28-3
	Produit vectoriel.....	28-3
	Norme.....	28-3
	Exemples d'utilisation en géométrie analytique.....	28-4
	Utilisation directe.....	28-4
	Création du répertoire GEOM.....	28-5
	Distance entre deux points.....	28-5
	Barycentre.....	28-5
	Droite définie par deux points.....	28-6
	Plan défini par trois points.....	28-6
	Médiatrice, plan médiateur.....	28-6
	Translation.....	28-7
	Homothétie.....	28-7
	Composition de deux homothéties.....	28-7
	Projection.....	28-8
	Symétrie axiale.....	28-8
	Utilisation de coordonnées cylindriques ou sphériques.....	28-9
	Choix du type de coordonnées.....	28-9
	Format d'affichage ou de saisie en coordonnées cylindriques.....	28-9
	Format d'affichage ou de saisie en coordonnées sphériques.....	28-9
	Coordonnées polaires.....	28-10
	Utilisation d'un autre mode pour la saisie.....	28-10
	Utilisation d'un autre mode pour l'affichage.....	28-10
	Fonctions de conversion.....	28-10
Chapitre 29.	Un premier exemple.....	29-2
Calcul matriciel		
	Saisie d'une matrice ou d'un vecteur.....	29-4
	Saisie directe.....	29-4
	Saisie d'un vecteur ligne.....	29-4
	Saisie d'un vecteur colonne.....	29-4
	Utilisation de l'éditeur.....	29-5
	Changement du nombre de lignes et de colonnes.....	29-6
	Autres possibilités.....	29-6
	Opérations sur les matrices.....	29-7
	Opérations algébriques.....	29-7
	Transposition.....	29-7
	Déterminant.....	29-7
	Construction de matrices particulières.....	29-8
	Opérations sur les lignes et les colonnes.....	29-8
	Réduction de Gauss.....	29-9
	Modification d'un élément particulier.....	29-9
	Extraction d'une partie de la matrice.....	29-10
	Construction à partir d'autres matrices.....	29-10
	Utilisation d'une fonction de construction.....	29-10

	Fonctions avancées	29–11
	Polynôme caractéristique	29–11
	Valeurs propres	29–12
	Vecteurs propres d'une matrice	29–12
	Tolérance	29–13
	LU et QR.....	29–14
	Autres fonctions.....	29–14
Chapitre 30.		
Suites et séries	Étude de la convergence d'une suite.....	30–2
	Suites du type $f(n)$	30–2
	Suites récurrentes.....	30–2
	Calcul exact des termes d'une suite récurrente.....	30–3
	Exemple 1	30–3
	Exemple 2	30–3
	Calcul de la somme des termes d'une série.....	30–4
	Sommes partielles.....	30–4
	Somme de la série.....	30–4
	Séries géométriques	30–5
	Étude graphique d'une suite définie sur les complexes.....	30–6
	Choix du mode SEQUENCE.....	30–6
	Définition de la suite	30–6
	Choix du style CUSTOM.....	30–6
	Étude d'un exemple.....	30–7
Chapitre 31.		
Introduction à la programmation	Premiers pas	31–2
	Programme	31–2
	Un premier programme.....	31–2
	Transmission des arguments lors de l'appel.....	31–2
	Liste des arguments.....	31–3
	Absence d'argument.....	31–3
	Évaluation des arguments	31–3
	Conflits.....	31–4
	Variables locales	31–4
	Fonctions	31–5
	Valeur retournée par une fonction	31–5
	Fonctions avec plusieurs instructions	31–6
	Utilisation de l'instruction Return	31–6
	Restrictions.....	31–6
	Variables locales, variables globales	31–7
	Variables globales	31–7
	Variables locales	31–7
	Programmation récursive	31–9
	Sous-programmes	31–10
	Conditions d'utilisation.....	31–10
	Exemple	31–10
	L'instruction Define	31–10

Table des matières (suite)

Chapitre 32. Utilisation de l'éditeur	Un premier exemple	32-2
	Ouverture de l'éditeur	32-5
	Création d'un nouveau programme.....	32-5
	Création d'une nouvelle fonction	32-5
	Modification d'un programme.....	32-5
	Modification d'une fonction	32-6
	Retour au dernier programme ou à la dernière fonction.....	32-6
	Sortie de l'éditeur.....	32-6
	Sauvegarde sous un autre nom	32-6
	Utilisation de la barre d'outils de l'éditeur	32-7
	Outils généraux.....	32-7
	Structures de contrôle.....	32-7
	Instructions d'entrées / sorties.....	32-8
	Définition et variables.....	32-8
	Recherche d'une chaîne de caractères	32-9
	Programmation des modes.....	32-9
	Commentaires dans un programme	32-9
	Définition d'un sous-programme	32-10
	Définition globale ou locale	32-10
	Utilisation de Define	32-10
	Exemple	32-10
Chapitre 33. Instructions d'entrées / sorties	Entrées / Sorties dans l'écran PrgmIO.....	33-2
	Saisie d'une expression.....	33-2
	Saisie d'une chaîne de caractères.....	33-2
	Exemple de programme.....	33-2
	Saisie avec affichage du nom de la variable.....	33-3
	Affichage d'un résultat	33-3
	Effacement de l'écran	33-3
	Affichage de l'écran Home	33-3
	Exemple de programme.....	33-3
	Affichage d'un résultat avec suspension du programme.....	33-4
	Affichage d'un résultat à un emplacement spécifique	33-4
	Boîtes de dialogue.....	33-5
	Éléments d'une boîte de dialogue.....	33-5
	Titre	33-6
	Affichage d'un texte	33-6
	Saisie d'une chaîne de caractères.....	33-6
	Saisie d'une expression mathématique.....	33-7
	Choix dans une liste de propositions.....	33-7
	L'instruction PopUp	33-8
	Sortie d'une boîte de dialogue.....	33-8
	Test de la frappe d'une touche	33-9
La fonction getKey	33-9	
Exemple	33-9	
Code des différentes touches.....	33-9	
Entrées / Sorties dans l'écran graphique.....	33-10	
Saisie des coordonnées du curseur dans l'écran graphique.....	33-10	
Affichage de résultats dans l'écran graphique	33-10	

Chapitre 34.
Structures de
contrôle

Structures conditionnelles.....	34-2
If ... Then ... EndIf	34-2
Forme simplifiée.....	34-2
If ... Then ... Else ... EndIf	34-3
If ... Then ... Elseif ... Else ... EndIf	34-3
Exemple d'utilisation.....	34-4
Formulation des conditions.....	34-5
Utilisation des opérateurs logiques.....	34-5
Règles de priorité.....	34-5
Exemples.....	34-5
Structure de boucle.....	34-6
Syntaxe.....	34-6
Sortie de la boucle.....	34-6
Boucle For.....	34-7
Syntaxe.....	34-7
Exemples d'utilisation.....	34-7
Conditions d'utilisation.....	34-8
Boucle While	34-9
Syntaxe.....	34-9
Retour au début de la boucle.....	34-10
Syntaxe.....	34-10
Exemple d'utilisation.....	34-10
Branchements.....	34-11
Labels.....	34-11
Saut vers un label.....	34-11
Conseils d'utilisation.....	34-11
Interruption du déroulement d'un programme.....	34-12
Suspension.....	34-12
Sortie anticipée d'un programme.....	34-12
Sortie anticipée d'une fonction.....	34-12
Arrêt dans un programme.....	34-13
Sortie anticipée d'une boucle.....	34-13
Menus programmés.....	34-14
L'instruction ToolBar	34-14
Exemple d'utilisation.....	34-14
Traitement des erreurs.....	34-15
Syntaxe.....	34-15
Numéro de la dernière erreur.....	34-15
Effacement de l'état d'erreur.....	34-15
Transmission de l'erreur.....	34-16
Exemples.....	34-16

Table des matières (suite)

Chapitre 35. Personnalisation des menus	Utilisation des menus définis par l'utilisateur.....	35-2
	L'instruction Custom.....	35-2
	Le menu CUSTOM par défaut.....	35-2
	Étude d'un exemple.....	35-3
	Les instructions définissant le menu CUSTOM par défaut.....	35-3
	Description des instructions utilisées.....	35-3
	Programmation des menus.....	35-4
	Création par un programme.....	35-4
	Activation des menus à partir de l'écran HOME.....	35-4
	Activation d'un menu par le programme.....	35-4
	Une astuce à connaître.....	35-4
Pour aller plus loin... ..	35-4	
Chapitre 36. Chaînes de caractères	Manipulations de chaînes de caractères.....	36-2
	Définition directe.....	36-2
	Génération de caractères.....	36-2
	Concaténation.....	36-2
	Nombre de caractères.....	36-3
	Extraction d'une partie de la chaîne.....	36-3
	Recherche dans une chaîne de caractères.....	36-3
	Rotation et décalage.....	36-3
	Fonctions de conversion.....	36-4
	Conversion d'une expression en chaîne de caractères.....	36-4
	Conversion de données numériques.....	36-4
Conversion d'une chaîne de caractères en expression.....	36-5	
Indirection.....	36-6	
Chapitre 37. Programmes graphiques	Principales instructions graphiques.....	37-2
	Construction et test.....	37-2
	Sauvegarde de l'écran graphique.....	37-3
	Création d'une variable contenant une image.....	37-4
	Rappel d'une image sauvegardée.....	37-4
	Cadrage et options d'affichage.....	37-4
	Affichage.....	37-5
	Animations.....	37-6
	L'instruction CyclePic	37-6
	Aller-retour.....	37-6
	Création d'une série d'images.....	37-6

**Chapitre 38.
Programmation
avancée**

Problème des Tours de Hanoi	38-2
Algorithme utilisé	38-2
Texte du programme	38-2
Exécution de programmes en assembleur	38-3
Où trouver des programmes en assembleur	38-3
Exécution d'un programme en assembleur	38-3
Vous ne pouvez pas modifier un programme en assembleur	38-4
Affichage de la liste des programmes en assembleur	38-4
La commande Exec	38-4
Comment obtenir plus d'informations	38-4
La fonction part	38-5
Structure des expressions	38-5
Nombre d'arguments d'une expression	38-5
Fonction ou opérateur de premier niveau	38-5
Accès aux sous-expressions	38-6
Quelques précisions	38-6
Un exemple de programme	38-7
Principe de fonctionnement	38-8
Exemples d'utilisation	38-8
Inéquations	38-9
Utilisation du programme	38-9
Texte du programme	38-9

**Annexe A.
Instructions et
fonctions**

Recherche par thèmes, version anglaise	A-2
Recherche par thèmes, version française	A-6
Liste alphabétique des fonctions et des instructions	A-10

**Annexe B.
Tables de référence**

Raccourcis clavier	B-2
Lancement d'une application	B-2
Déplacement rapide du curseur	B-2
Visualisation d'un résultat trop grand pour être affiché	B-2
Sélection, couper/coller	B-2
Effacement, Insertion, remplacement	B-3
Opérations sur les fichiers	B-3
Copie des coordonnées du curseur	B-3
Mode 3D	B-3
Opérations diverses	B-3
Lancement rapide d'un programme	B-3
Réinitialisation	B-3
Caractères spéciaux	B-4
Localisation	B-5
Accès aux principaux caractères spéciaux	B-5
Codes des différentes touches pour la TI-89	B-6
Codes des différentes touches pour la TI-92 Plus	B-9

Table des matières (suite)

Noms réservés	B-13
Noms de fonctions et d'instructions	B-13
Variables système	B-13
Fonctions de l'éditeur Y=.....	B-13
Autres variables réservées.....	B-13
Graphismes.....	B-14
Zooms.....	B-14
Statistiques	B-14
Table.....	B-14
Éditeur de données.....	B-14
Divers	B-14
Solveurs.....	B-14
Unités	B-14
Protection automatique des variables de certains types.....	B-15
Messages d'avertissement.....	B-16
Liste des messages.....	B-16
Messages d'erreurs.....	B-17
Annexe c.	
Informations	
générales	
Mise en place et remplacement des piles	C-2
Quand remplacer les piles	C-2
Changement de la pile de sauvegarde sur TI-89	C-2
Changement de la pile de sauvegarde sur TI-92 Plus	C-2
Précision des calculs	C-3
Calculs.....	C-3
Constructions graphiques.....	C-3
En cas de difficulté	C-4
Informations sur les services et la garantie TI	C-5
Informations sur les produits et les services TI.....	C-5
Informations sur les services et le contrat de garantie.....	C-5

Comment utiliser ce manuel ?



Les différentes parties de ce manuel.....	1-2
Que faut-il lire absolument pour bien commencer ?.....	1-2
Applications graphiques et numériques.....	1-2
Sciences, outils de conversion.....	1-3
Statistiques	1-3
Éditeur de textes.....	1-3
Utilisation avancée	1-3
Calcul symbolique et applications.....	1-3
Programmation	1-4
Annexes	1-4
Où trouver l'information ?	1-5
Apprentissage de base	1-5
Aperçu de l'ensemble des possibilités offertes par les applications	1-5
Recherche de toutes les fonctions et instructions utilisables dans un cadre précis.....	1-5
Recherche d'une fonctionnalité particulière.....	1-5
Dans quel menu trouver une instruction ?	1-6
Syntaxe d'une instruction particulière.....	1-6
Applications Flash préchargées.....	1-6

Un peu plus de 600 pages...

C'était effectivement nécessaire pour décrire suffisamment en détail l'ensemble des possibilités de cette calculatrice, et surtout donner de nombreux exemples d'utilisation.

Rassurez-vous, il n'est absolument pas nécessaire de tout lire, du moins pas pour l'instant...

Ce tout premier chapitre vous présente les différentes parties du manuel, son organisation, et vous donne la liste des chapitres à lire absolument pour bien débuter avec la TI-89 / TI-92 Plus.

La lecture de la section intitulée "Où trouver l'information ?" vous sera particulièrement utile, vous y découvrirez comment utiliser au mieux ce manuel et l'aide en ligne disponible sur la calculatrice.

Les différentes parties de ce manuel

Cette section présente les différents chapitres du manuel. Ils sont regroupés en différentes parties, traitant chacune d'un thème particulier.

Que faut-il lire absolument pour bien commencer ?

La TI-89 / TI-92 Plus est à la fois un outil très évolué, et simple d'emploi. Ce chapitre contient de nombreuses informations utiles, et vous indique en particulier comment retrouver des informations dans ce manuel. Ensuite, la lecture des deux chapitres suivants devrait vous permettre de vous familiariser rapidement avec son utilisation.

Le chapitre 2, “Prise en main” décrit la procédure à suivre pour la mise en place des piles et le réglage du contraste et le choix de la langue à utiliser.

Le chapitre 3, “Premiers calculs”, vous permettra de découvrir les principales notions à connaître pour utiliser efficacement la TI-89 / TI-92 Plus.

Cette prise en main est complétée par le chapitre 4, “Utilisation de la TI-89 / TI-92 Plus”, qui décrit en détail l'utilisation des menus, le choix des modes de fonctionnement, etc.

Le chapitre 3 donnant déjà les connaissances indispensables, la lecture complète du chapitre 4 n'est pas indispensable pour commencer à travailler avec la TI-89 / TI-92 Plus.

Vous pourrez y revenir par la suite, quand vous le jugerez utile.

Nous vous conseillons plutôt de passer directement au chapitre 5 pour découvrir les applications graphiques, ou aux chapitres 24 et suivants si vous voulez approfondir votre maîtrise du calcul symbolique avec la TI-89 / TI-92 Plus.

Applications graphiques et numériques

Avec son écran haute définition, la TI-89 / TI-92 Plus est particulièrement adaptée aux applications graphiques. Il sera également possible de compléter les représentations obtenues par des tableaux de valeurs construits automatiquement.

Tout cela est décrit en détail dans les chapitres 6 à 13 :

- Étude graphique d'une fonction
- Table de valeurs d'une fonction
- Solveur numérique
- Étude d'une suite
- Courbes paramétrées
- Courbes en coordonnées polaires
- Étude graphique des équations différentielles
- Surfaces
- Lignes de niveau et tracés implicites

Sciences, outils de conversion

La TI-89 / TI-92 Plus permet également de manipuler les unités physiques et les bases de numération usuelles. Il est également possible de manipuler facilement les différentes constantes que l'on rencontre en sciences physiques. Tout cela est décrit en détail dans les chapitres 14 et 15.

Statistiques

Vous trouverez ensuite deux chapitres liés à l'étude de données statistiques et à la manipulation des listes. Les statistiques constituent une application privilégiée de l'utilisation de l'éditeur de données, mais vous en découvrirez vite de nouvelles, à commencer par la construction automatique de formulaires divers.

Éditeur de textes

Le chapitre 18 présente l'éditeur de textes disponible sur la TI-89 / TI-92 Plus. Cet éditeur vous permettra également de réutiliser une série de calculs effectués dans l'écran de calcul, ou encore de préparer un rapport contenant des textes, des expressions mathématiques et des graphiques. Ce rapport pourra être édité sur une imprimante connectée à un ordinateur en utilisant un accessoire optionnel.

Utilisation avancée

Les chapitres suivants :

- Partage d'écran
- Gestion de la mémoire
- Communications. Mise à niveau.

décrivent d'autres possibilités de la TI-89 / TI-92 Plus.

Le câble fourni avec la TI-89 / TI-92 Plus permet d'échanger des données avec une autre TI-89 / TI-92 Plus, ou avec une TI-92 . Cela vous permettra de gagner un temps précieux, puisque vous pourrez directement utiliser des données déjà présentes sur les machines d'autres utilisateurs.

Reportez-vous au dernier de ces chapitres pour approfondir ce sujet.

Calcul symbolique et applications

Une partie importante du manuel est consacrée à l'utilisation de la TI-89 / TI-92 Plus dans des situations courantes.

Cette partie est divisée en neuf chapitres :

- Calcul numérique
- Nombres complexes
- Manipulations d'expressions
- Équations et inéquations
- Fonctions
- Calcul différentiel et intégral
- Calcul vectoriel
- Calcul matriciel
- Suites et séries

Les différentes parties de ce manuel (suite)

Programmation

La TI-89 / TI-92 Plus devrait vous permettre de résoudre directement, sans programmation, la quasi-totalité de vos problèmes.

Elle est cependant dotée d'un ensemble d'instructions de programmation particulièrement étendu (structures de contrôle, programmation récursive, variables locales, programmation de menus et de boîtes de dialogues, etc.).

Sept chapitres sont consacrés à la présentation de cette partie.

- Introduction à la programmation
- Utilisation de l'éditeur
- Instructions d'entrées / sorties
- Structures de contrôle
- Personnalisation de la TI-89 / TI-92 Plus
- Chaînes de caractères
- Graphismes

Le dernier chapitre est une introduction vers des techniques de programmation avancée : programmation récursive, programmation en assembleur et création de nouvelles fonctions de calcul formel.

Annexes

Le manuel se termine par différentes annexes facilitant également l'accès à des informations utiles.

- Annexe A. Fonctions et instructions.
- Annexe B. Tables de référence.
 - Table des codes de caractères
 - Table des raccourcis clavier
 - Table des caractères spéciaux
 - Code des différentes touches
 - Table des noms de variables réservés
 - Table des messages d'erreurs
- Annexe C. Informations générales.
 - Remplacement des piles
 - Précision des calculs
 - Conditions de garantie

Où trouver l'information ?

Lisez attentivement cette section, elle vous livre toutes les clés d'accès aux informations contenues dans ce manuel.

Apprentissage de base

Le mieux est de se reporter aux sections intitulées “Un premier exemple” présentes au début des chapitres présentant les principales applications de la TI-89 / TI-92 Plus.

Aperçu de l'ensemble des possibilités offertes par les applications

Ce manuel commence par une table des matières très détaillée.

Parcourir cette table devrait vous permettre de prendre connaissance des différentes possibilités ouvertes sans avoir à étudier le détail de chaque chapitre.

La partie correspondante de cette table est également présente au début de chaque chapitre.

Recherche de toutes les fonctions et instructions utilisables dans un cadre précis

Que peut-on faire sur les listes ? Quelles sont toutes les instructions de programmation ?

Outre l'étude des chapitres correspondants, le dernier chapitre du manuel commence par des tables permettant de retrouver la liste des fonctions et instructions associées aux domaines suivants :

- Algèbre
- Analyse
- Graphiques
- Listes
- Mathématiques
- Matrices
- Programmation
- Statistiques
- Chaînes de caractères

Recherche d'une fonctionnalité particulière

Comment réaliser un ajustement linéaire, comment calculer une dérivée ou calculer le déterminant d'une matrice ?

Pour trouver ce type de renseignements, utilisez l'index situé à la fin de ce manuel.

Où trouver l'information ? (suite)

Dans quel menu trouver une instruction ?

Prenons l'exemple de la fonction **expand**. Cette fonction permet de développer une expression algébrique. Comment faire pour l'écrire dans un calcul ?

Vous pouvez par exemple :

1. Taper cette instruction lettre par lettre à partir du clavier.
2. Utiliser le catalogue qui permet d'accéder à toutes les fonctions.
3. Utiliser le menu **Algebra** présent dans la barre d'outils de l'écran de calcul, ou dans le menu **MATH**, accessible en appuyant sur les touches $\boxed{2nd}$ $\boxed{[MATH]}$.

Les deux premières possibilités sont valables pour toutes les fonctions, le menu à utiliser est toujours précisé dans la description des fonctions faite dans les différents chapitres, ou dans le chapitre de référence.

Syntaxe d'une instruction particulière

Vous savez que la fonction **left** permet d'extraire la partie gauche d'une chaîne de caractères mais vous ne savez pas s'il faut écrire `left("abcdefg", 3)` ou `left(3, "abcdefg")`.

Vous avez deux possibilités :

1. Reportez-vous à l'annexe des fonctions et instructions. Elles sont classées par ordre alphabétique.
2. Utilisez le catalogue intégré à la calculatrice.
TI-89 : $\boxed{[CATALOG]}$ **TI-92 Plus** : $\boxed{2nd}$ $\boxed{[CATALOG]}$.
Tapez ensuite la première lettre de la fonction, puis parcourez la liste des fonctions et instructions commençant par cette lettre en appuyant sur la touche de commande de curseur.
Pour chaque fonction, un rappel des arguments à utiliser est affiché, en petits caractères, en bas de l'écran.

Applications Flash préchargées

Votre calculatrice vous a été livrée avec certaines Applications Flash pré-installées.

Ces applications se trouvent également sur le CD-Rom qui est livré avec cette calculatrice.

***Note.** Vous trouverez sur la pochette de ce CD-Rom les instructions d'utilisation.*

Vous trouverez des informations concernant le lancement des Applications Flash dans le chapitre 4 de ce manuel.

En revanche, seule l'utilisation des applications concernant la personnalisation linguistique est complètement décrite dans ce manuel.

Vous trouverez des informations sur l'utilisation des autres applications sur le CD-Rom.

L'annexe C vous indiquera l'adresse du site Internet de Texas Instruments. Vous trouverez sur ce site des informations à jour sur les dernières Applications Flash disponibles.

Préparation de la calculatrice

2

Préparation de la TI-89	2-2
Mise en place des piles.....	2-2
Préparation de la TI-92 Plus	2-3
Mise en place des piles.....	2-3
Utilisation du couvercle comme un support.....	2-3
Première mise en marche	2-4
Réglage éventuel du contraste.....	2-4
Choix du langage	2-4
Choix d'une langue et utilisation de ce manuel	2-6
Note importante.....	2-6
Utilisation de l'anglais.....	2-6

Vous trouverez dans ce chapitre la description des toutes premières opérations à effectuer pour mettre en marche votre TI-89 / TI-92 Plus.

Vous y découvrirez en particulier qu'il est possible de faire un choix entre plusieurs langues disponibles.



Préparation de la TI-89

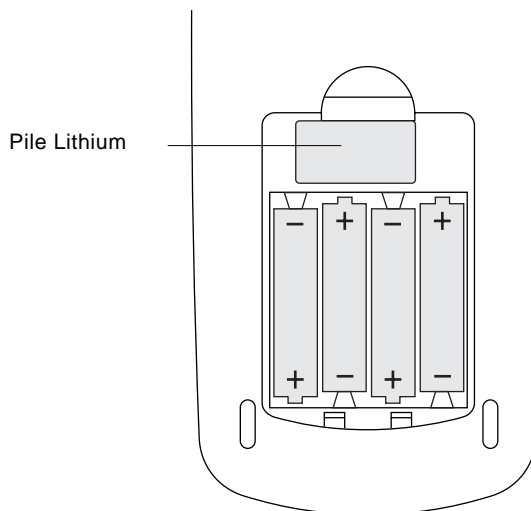
La TI-89 est livrée avec quatre piles AAA (LR03).
Vous trouverez ici les instructions permettant de mettre en place ces piles.

Mise en place des piles

Important. Lors de vos changements ultérieurs de piles, afin d'éviter toute perte de données, n'oubliez pas d'éteindre la calculatrice en appuyant sur $\boxed{2nd}$ $\boxed{[OFF]}$ avant d'ouvrir le boîtier.

1. Placez le couvercle coulissant de la TI-89 de façon à recouvrir les touches et l'écran.
Cela permet de protéger l'écran, et aussi d'éviter d'appuyer par inadvertance sur la touche \boxed{ON} de la calculatrice alors qu'elle n'est pas encore alimentée correctement.
(Lors des opérations ultérieures de remplacement de piles, cela pourrait provoquer une perte totale des données que vous auriez placées dans la calculatrice).
2. Retournez la calculatrice, dos vers vous.
3. Tenez la calculatrice verticalement et appuyez sur la languette située au dessus de l'emplacement des piles ; dégagez la trappe de fermeture du compartiment des piles.
4. Mettez en place les quatre piles AAA conformément au diagramme se trouvant dans l'unité.
5. Remettez en place la trappe de fermeture du compartiment des piles. Pour cela, il faut insérer les deux taquets dans les deux compartiments situés au bas du boîtier, puis rabattre la trappe en appuyant sur la languette de fixation pour faciliter la mise en place.

Note importante. Lors de la première mise en marche, ou après un remplacement des piles, il est possible qu'aucune information n'apparaisse à l'écran lorsque l'on appuie sur la touche \boxed{ON} .
Un réglage du contraste peut être indispensable pour obtenir un fonctionnement correct.
Voir le chapitre "Utilisation de la calculatrice".

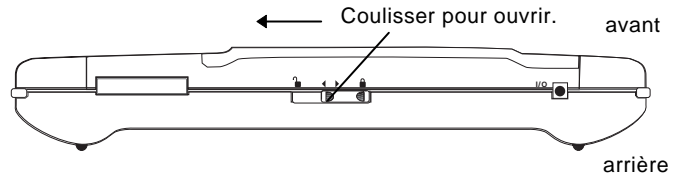


Préparation de la TI-92 Plus

La TI-92 Plus est livrée avec quatre piles AA (LR6).
Vous trouverez ici les instructions permettant de mettre en place ces piles.

Mise en place des piles

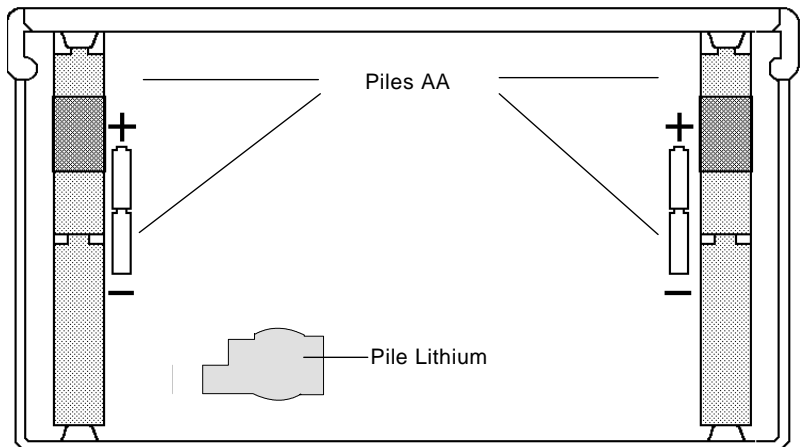
1. Prendre votre unité verticalement entre vos mains, en plaçant le côté représenté sur l'illustration vers le haut.



Important. Lors de vos changements ultérieurs de piles, afin d'éviter toute perte de données, n'oubliez pas d'éteindre la calculatrice en appuyant sur [2nd] [OFF] avant d'ouvrir le boîtier.

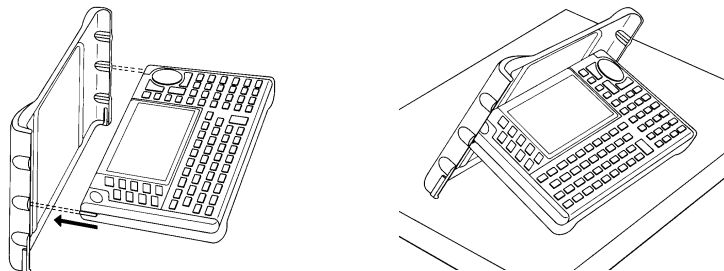
Note importante. Lors de la première mise en marche, ou après un remplacement des piles, il est possible qu'aucune information n'apparaisse à l'écran lorsque l'on appuie sur la touche [ON]. Un réglage du contraste peut être indispensable pour obtenir un fonctionnement correct. Voir le chapitre "Utilisation de la calculatrice".

2. Faire coulisser le verrou de fermeture.
3. Tout en maintenant la partie avant, faire glisser la partie arrière vers le bas (quelques millimètres) en appuyant dessus avec le pouce. Ceci permet de dégager les taquets de fixation.
4. Retirer cette partie arrière et placez votre TI-92 Plus, écran vers le bas, de préférence sur une pièce de tissu pour éviter de le rayer.
5. Placer les piles suivant le diagramme se trouvant dans l'unité.



6. Remettre ensuite la partie arrière du boîtier et verrouiller.

Utilisation du couvercle comme un support



Première mise en marche

Lors de la première utilisation de la calculatrice, il vous sera possible de choisir les langues avec lesquelles vous avez l'intention d'utiliser votre calculatrice.

Réglage éventuel du contraste

Appuyer sur **[ON]**.

Un écran comportant une liste de langues apparaît.

Si l'écran n'est pas lisible, appuyez sur **[↓]**, maintenez cette touche enfoncée, et appuyez sur la touche **[+]** ou sur la touche **[-]** pour ajuster le contraste.

Choix du langage

La TI-89 / TI-92 Plus vous offre la possibilité de travailler dans la langue de votre choix. Le choix de la langue à utiliser se fera très simplement à partir du menu MODE de votre calculatrice.

Pour permettre ce choix, la TI-89 / TI-92 Plus est fournie avec des Applications Flash permettant d'installer différentes langues. Ces Applications Flash sont pré-chargées dans la mémoire Flash de votre calculatrice. Il est probable que vous ne les utiliserez pas toutes.

Afin d'éviter d'encombrer inutilement la mémoire, vous allez, lors du premier démarrage, préciser celles que vous pensez utiliser. Il vous sera possible de revenir sur ce choix ultérieurement, et de charger à nouveau les applications permettant d'installer d'autres langues dans votre calculatrice.

Note. L'anglais sera automatiquement conservé en mémoire. Le choix ne concerne que les autres langues.

Lors de la première utilisation de la TI-89 / TI-92 Plus, vous devrez

- **Phase I.** Choisir la langue utilisée pendant la suite de l'installation.
- **Phase II.** Lire les instructions affichées dans cette langue.
- **Phase III.** Faire le choix des langues qui seront conservées dans la mémoire de votre calculatrice.

Phase I

1. Utiliser les touches du curseur (**[↶]** ou **[↷]**) pour placer le curseur en face de la langue de votre choix.
2. Appuyer sur **[ENTER]** (OK) pour choisir cette langue. Une seconde boîte de dialogue apparaît, écrite dans la langue choisie. Si vous appuyez sur **[ESC]** (No), la boîte de dialogue est fermée, et la calculatrice affiche l'écran de calcul avec ses menus en anglais.

Note importante. Tant que vous n'aurez pas validé le choix d'une langue en appuyant sur **[ENTER]** (OK), la TI-89 / TI-92 Plus restera en anglais, et le menu de sélection sera à nouveau affiché à chaque redémarrage.

Phase II

- Appuyer sur **[ENTER]** après avoir lu les instructions affichées dans la phase I.
La liste des langues disponibles, en plus de celle déjà choisie dans la phase I, est alors affichée à l'écran.

Phase III

- Utiliser les touches du curseur (**⬇** ou **⬆**) pour placer le curseur en face de la langue de votre choix.
- Appuyer sur **[F1]** pour sélectionner cette langue. Vous pouvez en choisir plusieurs.
— ou —
Appuyer sur **[F2]** pour sélectionner toutes les langues.

Un symbole ✓ indique les langues sélectionnées

Note. Dans l'écran ci-contre, seul le français et l'anglais sont sélectionnés. Les applications concernant les autres langues seront effacées de la mémoire flash.



- Appuyer sur **[ENTER]**.

La TI-89 / TI-92 Plus efface alors automatiquement les Applications Flash permettant d'installer les langues non sélectionnées. (La langue anglaise, qui est la langue utilisée par défaut sur la TI-89 / TI-92 Plus, et n'est donc pas obtenue par une Application Flash, reste toujours disponible.)

Si des Applications Flash permettant l'utilisation de langues sont disponibles dans la mémoire Flash de votre calculatrice, vous pourrez utiliser le menu MODE, pour faire la sélection de la langue à utiliser pour l'affichage des menus et des messages. L'utilisation de ce menu est détaillée dans le chapitre 4.

Modifications ultérieures

Il vous sera possible par la suite de charger ou de supprimer les Applications Flash permettant d'utiliser différentes langues à partir de l'écran VAR-LINK. Vous trouverez plus d'informations à ce sujet dans le chapitre IV ainsi que dans les chapitres 20 et 21 du manuel sur CD-Rom.

Ces applications sont disponibles sur le CD-Rom accompagnant votre TI-89 / TI-92 Plus ainsi que sur le site Internet de Texas Instruments. Voir Annexe C.

Choix d'une langue et utilisation de ce manuel

Note importante

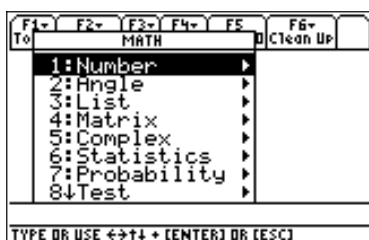
Lors de la rédaction de ce manuel, les Applications Flash permettant de faire le choix d'une langue autre que l'anglais n'étaient pas encore disponibles.

Toutes les informations que vous pourrez trouver dans ce manuel correspondent donc à l'utilisation de la langue anglaise.

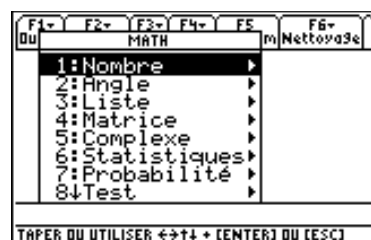
Vous trouverez cependant dans l'annexe du manuel livré avec la calculatrice, page 134 et suivantes, une table de correspondance entre les noms français et les noms anglais. De même dans cette annexe, vous trouverez systématiquement le nom anglais et le nom français lors de la description de chaque commande ou fonction.

Il faut cependant savoir que tous les menus, et toutes les boîtes de dialogue, conservent la même structure.

Note. L'écran ci-contre a été obtenu par simulation. Votre calculatrice peut afficher un écran légèrement différent.



Anglais



Français

Les frappes de touches indiquées dans ce manuel resteront donc toujours valables.

Seuls les écrans pourront avoir un aspect différent du fait du changement de certains noms.

Utilisation de l'anglais

Si vous n'êtes pas du tout familiarisé avec une calculatrice du type de la TI-89 / TI-92 Plus, vous souhaitez peut-être, dans un premier temps, obtenir sur votre calculatrice les mêmes écrans que ceux présentés dans ce manuel.

Dans ce cas, appuyez sur les touches : **[MODE] [F3]**.

Vous obtiendrez alors l'affichage de la page 3 de la boîte de dialogue MODE.

Sur cette page, descendez avec **⏴** sur la troisième rubrique qui permet de choisir la langue utilisée par la TI-89 / TI-92 Plus. (Il est normal que la seconde rubrique soit éventuellement grisée.)

Lorsque le curseur se trouvera sur cette rubrique, appuyez sur **⏴**, puis sur **[1] [ENTER]**.

Cela aura pour effet de vous faire revenir à l'utilisation de l'anglais.

Vous pourrez ensuite revenir à l'utilisation du français dès que vous serez un peu plus familiarisé avec l'utilisation de la TI-89 / TI-92 Plus. Vous ne tarderez pas à apprécier l'utilisation d'une calculatrice affichant ses messages dans votre langue.

Premiers calculs



Mise en marche et première saisie	3-2
Mise en marche	3-2
Réglage du contraste	3-2
Saisie d'une expression	3-2
Valeur d'une expression	3-3
Valeur de cette expression	3-3
Valeur approchée	3-4
Modifications	3-5
Insertion d'un caractère	3-5
Effacement d'un caractère	3-5
Effacement de la ligne d'édition	3-6
Un nouveau calcul	3-6
Insertion et remplacement de caractères	3-7
Mode insertion, mode remplacement	3-7
Remplacement d'un caractère en mode insertion	3-7
Sélection, opérations de couper-coller	3-8
Sélection	3-8
Exemple d'utilisation	3-8
Utilisation des calculs précédents	3-10
Historique des calculs	3-10
Utilisation du dernier résultat	3-10
Rappel d'une expression	3-11
Utilisation de Entry	3-11
Différence entre l'utilisation de [2nd] [ENTRY] et la sélection	3-12
Effacement de l'historique des calculs	3-12
Mémorisation	3-13
Mémorisation d'une expression	3-13
Mémorisation du dernier résultat	3-13
Mémorisation d'un autre résultat	3-13
Affichage de la valeur d'une variable	3-13
Utilisation du menu Mode	3-14
Choix du mode degré	3-14
Retour au mode radian	3-14
Quelques exemples d'utilisation	3-15
Calcul sur les grands nombres	3-15
Résolution d'une équation	3-15
Limite d'une fonction	3-16
Dérivation	3-16
Intégration	3-16

Après avoir placé les piles dans leur logement, suivez pas à pas les exemples donnés dans ce chapitre pour partir à la découverte de la TI-89 / TI-92 Plus.

Dès la fin de ce chapitre, vous connaîtrez les manipulations de base de votre machine.

Mise en marche et première saisie

Pour commencer cette prise en main, nous allons travailler sur une expression contenant des racines carrées. La TI-89 / TI-92 Plus sera en mesure d'en déterminer une valeur exacte ou approchée.

Mise en marche

Si nécessaire, appuyez sur la touche \overline{ON} . Si vous obtenez un écran avec une liste de langues, reportez vous au chapitre précédent.

Réglage du contraste

Si nécessaire, appuyez sur \blacktriangledown , maintenez cette touche enfoncée, puis appuyez sur la touche \oplus ou sur la touche \ominus pour ajuster le contraste.

Vous obtiendrez ainsi l'écran suivant :

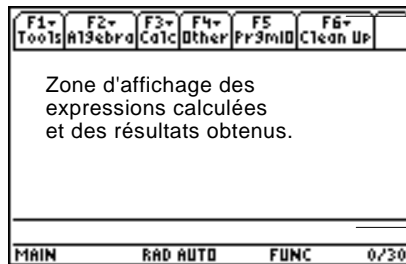
Note. Si l'écran obtenu est différent, appuyez successivement sur les touches

TI-89 :

\overline{HOME} $\overline{F1}$ $\overline{8}$ \overline{CLEAR}

TI-92 Plus :

\blacktriangledown \overline{HOME} $\overline{F1}$ $\overline{8}$ \overline{CLEAR} .



Barre d'outils. On accède aux différents menus en appuyant sur les touches

TI-89 : $\overline{F1}$ $\overline{F2}$ $\overline{F3}$ $\overline{F4}$ $\overline{F5}$ $\overline{2nd}$ $\overline{F6}$.

TI-92 Plus : $\overline{F1}$ $\overline{F2}$ $\overline{F3}$ $\overline{F4}$ $\overline{F5}$ $\overline{F6}$

Ligne d'édition destinée à la saisie des expressions à calculer.

Saisie d'une expression

Nous allons calculer la valeur de

$$a = (\sqrt{3} - \sqrt{6})^2$$

Pour cela nous devons entrer l'expression

$$(\sqrt{(3)} - \sqrt{(6)})^2$$

1. Appuyez sur la touche $\overline{[]}$: le symbole (apparaît sur la ligne d'édition située en bas de l'écran.

$\overline{[]}$

2. Appuyez ensuite sur la touche $\overline{2nd}$ puis sur la touche $\overline{[\sqrt{}]}$ qui comporte également l'inscription $\sqrt{}$. Dans la suite de ce manuel, cette frappe de touches sera notée $\overline{2nd}[\sqrt{}]$

$\overline{2nd}[\sqrt{}]$

3. Complétez la ligne en appuyant sur les touches

$\overline{3}$ $\overline{[]}$ $\overline{2nd}[\sqrt{}]$ $\overline{6}$ $\overline{[]}$ $\overline{[]}$ $\overline{^}$ $\overline{2}$

$\overline{(\sqrt{(3)}-\sqrt{(6)})^2}$

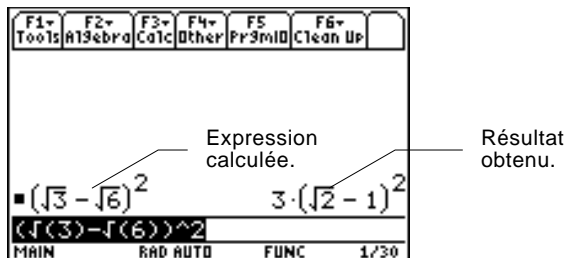
Note. L'insertion d'une parenthèse à la suite du symbole $\sqrt{}$ est automatique. Il en sera de même avec toutes les autres fonctions (sinus, cosinus, tangente...).

En cas d'erreur de saisie, appuyez sur $\overline{\leftarrow}$, et appuyez sur la touche correcte.

Valeur d'une expression

Valeur de cette expression

Pour obtenir la valeur de cette expression, terminez la saisie en appuyant sur la touche **[ENTER]**.



La TI-89 / TI-92 Plus a effectué une factorisation de notre expression en utilisant

$$(\sqrt{3} - \sqrt{6})^2 = (\sqrt{3} - \sqrt{3}\sqrt{2})^2 = (\sqrt{3}(1 - \sqrt{2}))^2$$

Nous allons à présent demander un développement de cette expression.

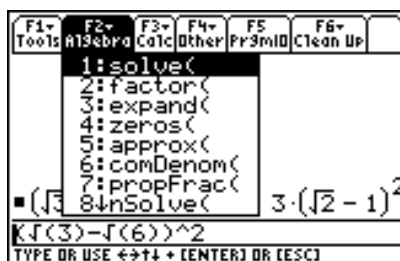
Nous devons composer la commande

`expand((sqrt(3) - sqrt(6))^2)`

Pour cela, appuyez sur **[⓪]**, le curseur est alors placé en début de ligne.

`(sqrt(3)-sqrt(6))^2`

On pourrait alors taper directement le mot **expand**, mais il est plus rapide d'appuyer sur la touche **[F2]** qui fait apparaître la liste des principales fonctions destinées au calcul algébrique :



Note. Pour toutes les fonctions et instructions, vous avez le choix entre :

1. taper le nom lettre par lettre,
2. sélectionner ce nom dans un menu,
3. sélectionner ce nom dans le catalogue général des fonctions et instructions.

Pour choisir la fonction **expand** on peut, au choix,

- descendre dans la liste avec la touche de déplacement du curseur puis appuyer sur la touche **[ENTER]**
- ou plus simplement appuyer sur la touche **[3]**.

On obtient alors la ligne suivante :

`expand((sqrt(3)-sqrt(6))^2)`

Valeur d'une expression (suite)

$\boxed{2nd}$ \leftarrow : début de ligne.

$\boxed{2nd}$ \rightarrow : fin de ligne.

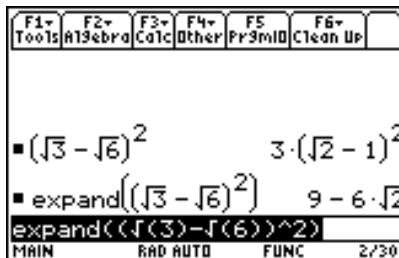
Lorsque l'expression est affichée sur fond sombre, il suffit d'appuyer sur \leftarrow ou \rightarrow .

Il reste à présent à compléter la ligne par une parenthèse fermante.

Pour cela, on peut se déplacer directement jusqu'à la fin de la ligne en appuyant sur $\boxed{2nd}$ puis sur \rightarrow .

```
expand((sqrt(3)-sqrt(6))^2
```

On appuie sur \rightarrow pour compléter l'expression, puis sur \boxed{ENTER} pour obtenir le résultat souhaité.



Valeur approchée

\boxed{ENTER} :
valeur exacte.

$\blacktriangleright \boxed{ENTER}$:
valeur approchée.

Pour obtenir la valeur numérique approchée d'une expression, il suffit d'entrer cette expression et d'appuyer sur \blacktriangleright puis sur \boxed{ENTER} .

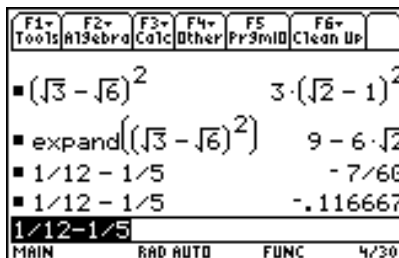
Par exemple, en tapant

$\boxed{1} \boxed{\div} \boxed{1} \boxed{2} \boxed{-} \boxed{1} \boxed{\div} \boxed{5} \boxed{ENTER}$

on obtient la valeur exacte de $1/12 - 1/5$, alors qu'en tapant

$\boxed{1} \boxed{\div} \boxed{1} \boxed{2} \boxed{-} \boxed{1} \boxed{\div} \boxed{5} \boxed{\blacktriangleright} \boxed{ENTER}$

on obtient une valeur approchée.



Remarque. Pour obtenir la valeur approchée d'une expression dont on vient de calculer une valeur exacte, il est inutile de taper à nouveau cette expression. Il suffit d'appuyer sur $\blacktriangleright \boxed{ENTER}$.

Modifications

Lorsque l'on entre une expression, il peut arriver que l'on ait ensuite besoin d'effectuer certaines modifications. La TI-89 / TI-92 Plus permet d'effectuer très simplement toutes les opérations de base : insertion ou suppression d'un caractère, écriture en mode insertion ou en mode remplacement, opérations de couper-coller analogues à celles utilisées avec les principaux traitements de texte.

Insertion d'un caractère

Après les manipulations précédentes, l'expression

$1/12-1/5$

est toujours présente sur la ligne d'édition, nous allons la corriger de façon à obtenir

$1/12-1/15$

En appuyant sur \rightarrow , on place le curseur à la fin de la ligne d'édition. On peut ensuite revenir avant le 5 en utilisant \leftarrow :

$1/12-1/5$

Appuyez alors sur la touche $\boxed{1}$ pour obtenir

$1/12-1/15$

Terminez la saisie en appuyant sur $\boxed{\text{ENTER}}$.

Effacement d'un caractère

Nous allons maintenant supprimer le 1 du nombre 12 dans la ligne d'édition.

Pour effacer un caractère, on a le choix entre deux méthodes :

- Quand le curseur est placé **après** ce caractère, on appuie sur la touche $\boxed{\leftarrow}$. Cela est particulièrement pratique pour corriger les erreurs de frappe.
- Quand le curseur est placé **avant** ce caractère, on appuie sur les touches $\boxed{\rightarrow} \boxed{\leftarrow}$.

On peut donc, par exemple, placer le curseur en début de ligne en appuyant sur \rightarrow , puis le placer devant le caractère à effacer en appuyant deux fois sur \rightarrow .

$112-1/15$

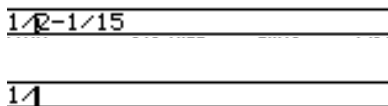
Il reste à appuyer sur $\boxed{\rightarrow} \boxed{\leftarrow}$:

$12-1/15$

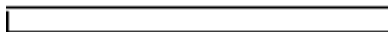
Modifications (suite)

Effacement de la ligne d'édition

En appuyant sur **CLEAR**, on efface le contenu de la ligne d'édition situé entre le curseur et la fin de la ligne.



Si on appuie à nouveau sur **CLEAR**, on efface la ligne entière.



Il est utile de savoir que la ligne d'édition sera également totalement effacée dans les cas suivants :

- La ligne est écrite sur un fond sombre, comme c'est le cas lorsque l'on vient d'effectuer un calcul, et on appuie sur une touche autre que **+ - × ÷** ou **STO▶** pour entrer une nouvelle expression à calculer.
- On appuie sur **CLEAR** alors que le curseur est placé en début ou en fin de ligne.

Remarque. Lorsque l'on appuie sur **+ - × ÷** ou **STO▶**, le contenu de la ligne est remplacé par ans (1) ce qui permet de continuer les calculs en utilisant le résultat précédent, ou encore de mémoriser ce résultat.

Un nouveau calcul

Nous allons maintenant calculer

$$(a+b)^2 - (a-b)^2$$

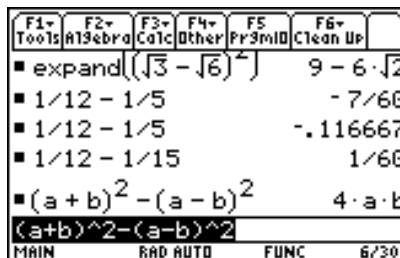
Pour cela, sur **TI-89**, on appuie sur les touches

([alpha] A + [alpha] B) ^ 2 - ([alpha] A - [alpha] B) ^ 2 [ENTER]

Sur la **TI-92 Plus** qui dispose d'un clavier alphabétique, on appuie sur

([A+] B) ^ 2 - ([A- B] ^ 2 [ENTER]

Note. Dans les calculs symboliques, on rencontre souvent les variables x , y , z ou t . La TI-89 dispose de touches spécifiques pour entrer ces différents noms de variables sans avoir à appuyer sur la touche **[alpha]**.



F1- Tools	F2- Algebra	F3- Calc	F4- Other	F5- Pr3mID	F6- Clean Up
■	expand(($\sqrt{3} - \sqrt{6}$) ²)				9 - 6· $\sqrt{2}$
■	1/12 - 1/5				- 7/60
■	1/12 - 1/5				-.116667
■	1/12 - 1/15				1/60
■	(a + b) ² - (a - b) ²				4 · a · b
(a+b)^2 - (a-b)^2					
MAIN RAD AUTO FUNC 6/30					

Remarque. Ici, la TI-89 / TI-92 Plus a directement déterminé la meilleure forme possible du résultat.

Dans d'autres cas, il faudra préciser la transformation souhaitée : développement, factorisation, réduction au même dénominateur... Cela se fera par l'intermédiaire des fonctions **factor**, **expand**, **comDenom**... accessibles dans le menu **Algebra**.

Insertion et remplacement de caractères

Mode insertion, mode remplacement

Par défaut, les nouveaux caractères tapés dans la ligne d'édition sont insérés à partir de la position du curseur devant les caractères déjà existants. C'est le mode insertion.

Il est également possible de choisir un autre mode de fonctionnement où les nouveaux caractères prennent la place des anciens.

Calculons par exemple

$$(a+b)^2 + (a-b)^2$$

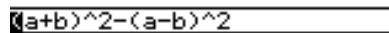
À la suite du calcul précédent, la ligne d'édition contient encore l'expression

$$(a+b)^2 - (a-b)^2$$

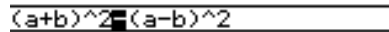
Pour remplacer le signe $-$ par un signe $+$, on peut par exemple revenir au début de l'expression en appuyant sur ⏪ puis passer en mode remplacement en appuyant sur les touches 2nd [INS] .

Le curseur change alors d'aspect. Le caractère placé en surbrillance sera remplacé par tout nouveau caractère entré au clavier.

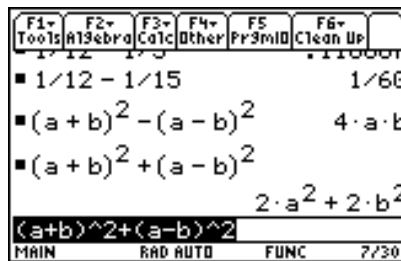
2nd [INS] permet de basculer entre le mode insertion et le mode remplacement.



Il suffit de déplacer ce curseur jusqu'au caractère à remplacer.



On appuie ensuite sur la touche + , puis sur [ENTER] .



Remarque. Dans ce dernier calcul, obtenu en utilisant une TI-89, le résultat a été affiché sur la ligne suivante pour des raisons d'encombrement. Par contre, comme dans tous les calculs précédents, il est aligné sur le bord droit de l'écran.

Appuyez à nouveau sur 2nd [INS] pour revenir au mode insertion.

Le retour au mode insertion est vérifiable au nouvel aspect du curseur (barre verticale clignotante).

Remplacement d'un caractère en mode insertion

Tout en restant en mode insertion, il est possible de remplacer un caractère.

Il suffit pour cela d'amener le curseur avant ce caractère, puis d'appuyer sur ⏩ tout en enfonçant la touche ↑ .

Le caractère est alors inscrit sur fond sombre, comme dans le mode remplacement. Il suffit de taper le nouveau caractère.

Cette méthode est plus rapide lorsqu'il n'y a qu'un symbole isolé à remplacer.

Sélection, opérations de couper-coller

Il est possible de sélectionner une partie d'expression pour l'utiliser dans une autre formule de calcul. Cela permet d'éviter d'avoir à taper une nouvelle fois une expression, ou encore d'utiliser un résultat obtenu précédemment.

Sélection

Maintenir la touche **[f]** tout en déplaçant le curseur pour sélectionner une partie d'une expression.

TI-89 :
♦ [COPY] : copier
♦ [CUT] : couper
♦ [PASTE] : coller

TI-92 Plus :
♦ C : copier
♦ X : couper
♦ V : coller

La sélection d'une partie d'une expression (ou plus généralement d'une partie d'un programme, d'une fonction, d'un texte...) offre différentes possibilités :

- Mémoriser le bloc sélectionné à l'aide de **TI-89** : ♦ [COPY] **TI-92 Plus** : ♦ C .
Il sera ensuite possible de coller (c'est à dire d'insérer) ce bloc par **TI-89** : ♦ [PASTE] **TI-92 Plus** : ♦ V .
- On peut également couper le bloc sélectionné, c'est-à-dire le supprimer tout en mémorisant son contenu à l'aide de **TI-89** : ♦ [CUT] **TI-92 Plus** : ♦ X .
Il sera ensuite possible de coller (c'est à dire d'insérer) ce bloc de texte par **TI-89** : ♦ [PASTE] **TI-92 Plus** : ♦ V .
- On peut aussi remplacer le bloc sélectionné par une autre expression en tapant simplement cette nouvelle expression.
- On peut supprimer le bloc sélectionné en appuyant sur **[←]**.
- Lorsque qu'un bloc est sélectionné, on se place au début ou à la fin de ce bloc en appuyant sur **[⏪]** ou **[⏩]**.

Exemple d'utilisation

À la suite des calculs précédents, l'expression

$$(a+b)^2+(a-b)^2$$

est encore présente dans la ligne d'édition.

Nous allons à présent développer l'expression

$$a(1+(a-b)^2)+b(1-(a-b)^2).$$

Nous devons entrer l'expression

$$\text{Expand}(a*(1+(a-b)^2)+ b*(1+(a-b)^2))$$

Pour cela, on sélectionne $(a-b)^2$ dans la ligne d'édition

1. On place le curseur au début de cette expression :

$$\underline{\underline{(a+b)^2+(a-b)^2}}$$

Note. On peut aussi se placer à la fin de l'expression et revenir en arrière en maintenant la touche **[f]**.

2. Tout en maintenant la touche **[f]** enfoncée, on déplace le curseur vers la fin de l'expression.

$$\underline{\underline{(a+b)^2+(a-b)^2}}$$

L'expression est à présent sélectionnée.

Utilisation des calculs précédents

Historique des calculs

Tous les calculs effectués depuis le début de ce chapitre ont été conservés dans la mémoire de la TI-89 / TI-92 Plus. Les derniers sont affichés à l'écran, et il est possible de remonter vers les précédents en utilisant la touche \uparrow .

Pour chaque calcul, la TI-89 / TI-92 Plus conserve l'expression initiale et la valeur obtenue.

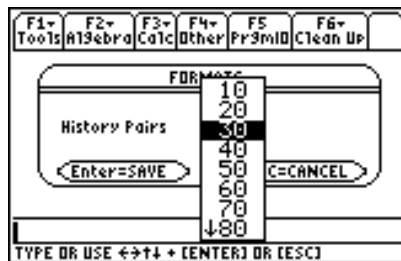
Le nombre de paires *expression - valeur* ainsi conservées est par défaut égal à 30.

On peut modifier ce nombre en appuyant sur

TI-89 : \blacklozenge \square TI-92 Plus : \blacklozenge F,

puis sur \uparrow .

On choisit alors le nombre de paires souhaitées en utilisant \uparrow et \downarrow et on valide ce nombre en appuyant sur \square .



Utilisation du dernier résultat

Nous allons à présent calculer l'expression précédente lorsque $a=0$.

1. On fait référence au dernier résultat en appuyant sur \square [ANS].

$\text{ans}(1)$

ans est l'abréviation de *answer* (réponse)

ans(1) fait référence au dernier résultat, *ans(2)* à l'avant dernier, etc...

2. Pour obtenir la valeur de cette expression lorsque $a=0$, on appuie sur les touches

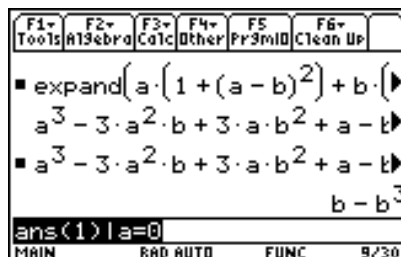
TI-89 : \square α A \square 0

TI-92 Plus : \square \square A \square 0.

Nous utilisons ici le symbole \square (sachant que).

$\text{ans}(1) | a=0$

3. Il suffit ensuite d'appuyer sur \square .



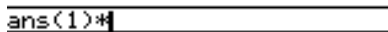
Rappel d'une expression

Il est également possible de copier le contenu des expressions saisies ou calculées avec la TI-89 / TI-92 Plus dans la ligne d'édition.

Nous allons par exemple calculer $(-b^3 + b)4ab$.

1. Puisque l'on veut multiplier le dernier résultat obtenu, et que nous n'avons fait aucune autre manipulation depuis l'obtention de ce résultat, il suffit d'appuyer sur la touche $\boxed{\times}$:

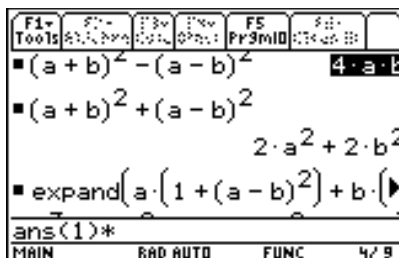
Note. ans(1) s'inscrit automatiquement.



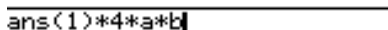
2. On remonte ensuite dans l'écran de calcul avec \ominus jusqu'à ce que l'expression $4 \cdot a \cdot b$ soit en surbrillance :

Note. On se déplace dans l'écran de calculs à l'aide de \ominus et de $\omin�$.

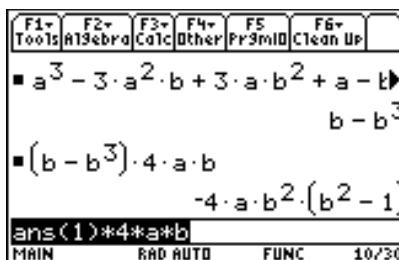
Les touches $\omin�$ et $\omin�$ sont ici sans effet.



3. On appuie sur $\boxed{\text{ENTER}}$ pour placer cette expression dans la ligne d'édition



4. On lance le calcul en appuyant à nouveau sur $\boxed{\text{ENTER}}$.



Utilisation de Entry

Pour rappeler une expression saisie au préalable, on peut remonter dans l'écran et placer cette expression en surbrillance, puis appuyer sur $\boxed{\text{ENTER}}$, mais il est également possible d'appuyer sur les touches $\boxed{2\text{nd}} \boxed{\text{ENTRY}}$. On obtient tout d'abord la dernière expression saisie, puis on remonte dans la liste de ces expressions à chaque fois que l'on appuie de nouveau sur $\boxed{2\text{nd}} \boxed{\text{ENTRY}}$.

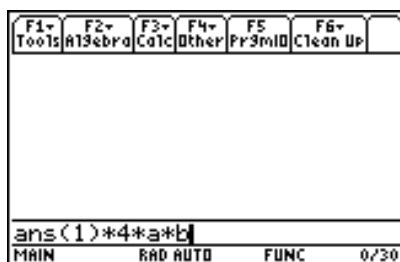
Utilisation des calculs précédents (suite)

Différence entre l'utilisation de $\boxed{2^{nd}}$ $\boxed{[ENTRY]}$ et la sélection

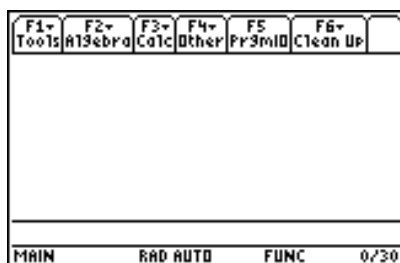
- Lorsque l'on utilise $\boxed{2^{nd}}$ $\boxed{[ENTRY]}$, l'expression rappelée prend toujours la place du contenu de la ligne de saisie.
- Lorsque l'on appuie sur $\boxed{[ENTER]}$ après avoir placé une expression en surbrillance dans l'historique des calculs :
 - Cette expression remplace le contenu de la ligne de saisie si celui-ci était préalablement en surbrillance. C'est en particulier le cas lorsque l'on vient juste d'effectuer un calcul.
 - Cette expression s'insère à la position qu'occupait le curseur dans le cas contraire. C'est en particulier le cas lorsque l'on a commencé la saisie d'une nouvelle expression.

Effacement de l'historique des calculs

Pour effacer toutes les paires mémorisées, il suffit d'appuyer sur $\boxed{[F1]}$ $\boxed{[8]}$, ce qui permet de commencer une nouvelle série de calculs à partir d'un écran vierge.



Le contenu de la ligne d'édition n'est pas effacé. Il suffit d'appuyer sur $\boxed{[CLEAR]}$ si nécessaire :



Nous verrons dans la suite de ce manuel que l'on peut également utiliser l'instruction **NewProb** présente dans le menu **F6 Clean Up**. Cette commande efface l'écran, et prépare la TI-89 / TI-92 Plus à l'étude d'un nouveau problème (avec par exemple une ré-initialisation de certaines variables)

Mémorisation

Il est très facile avec la TI-89 / TI-92 Plus de mémoriser une expression de calcul ou un résultat en vue d'une utilisation ultérieure.

Voici un exemple d'utilisation de cette possibilité.

Mémorisation d'une expression

Soient $a = (x + y)^2$ et $b = (x - y)^2$. On veut calculer $a - b$ et $a + b$.

Pour mémoriser l'expression $(x + y)^2$ dans la variable a , on tape

$(X + Y)^2$ \rightarrow A \rightarrow ENTER

On tape de même

$(X - Y)^2$ \rightarrow B \rightarrow ENTER

Enfin, pour effectuer les calculs demandés, on tape

A + B \rightarrow ENTER A - B \rightarrow ENTER

Note. Sur TI-89, vous devrez utiliser la touche α pour entrer a et b .

F1 Tools	F2 Algebra	F3 Calc	F4 Other	F5 PrgrM	F6 Clean Up	
■	$(x + y)^2 \rightarrow a$					$(x + y)^2$
■	$(x - y)^2 \rightarrow b$					$(x - y)^2$
■	$a + b$					$2 \cdot x^2 + 2 \cdot y^2$
■	$a - b$					$4 \cdot x \cdot y$
a-b						
MAIN RAD AUTO FUNC 4/30						

Mémorisation du dernier résultat

Pour mémoriser le dernier résultat obtenu dans la variable C, il suffit d'appuyer sur TI-89 : \rightarrow α C \rightarrow ENTER TI-92 Plus : \rightarrow C \rightarrow ENTER.

Mémorisation d'un autre résultat

Pour mémoriser le résultat du calcul de $a + b$ dans la variable S, on remonte sur ce résultat avec la touche \uparrow

F1 Tools	F2 Algebra	F3 Calc	F4 Other	F5 PrgrM	F6 Clean Up	
■	$(x + y)^2 \rightarrow a$					$(x + y)^2$
■	$(x - y)^2 \rightarrow b$					$(x - y)^2$
■	$a + b$					$2 \cdot x^2 + 2 \cdot y^2$
■	$a - b$					$4 \cdot x \cdot y$
■	$4 \cdot x \cdot y \rightarrow c$					$4 \cdot x \cdot y$
ans(1) \rightarrow c						
MAIN RAD AUTO FUNC 3/5						

Il suffit ensuite d'appuyer sur \rightarrow pour copier ce résultat dans la ligne d'édition. Vous pouvez ensuite le mémoriser en appuyant sur TI-89 : \rightarrow α S \rightarrow ENTER TI-92 Plus : \rightarrow S \rightarrow ENTER.

Affichage de la valeur d'une variable

Pour visualiser la valeur d'une variable, taper son nom suivi de \rightarrow .

Utilisation du menu Mode

Comme toutes les calculatrices, la TI-89 / TI-92 Plus propose différents modes de fonctionnement : mesure d'angle en degrés ou en radians, type de représentations graphiques, format d'affichage des nombres, etc...La touche **[MODE]** permet de choisir les modes en cours d'utilisation.

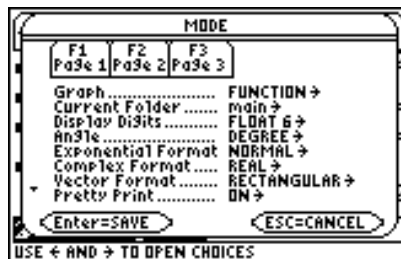
Choix du mode degré

Voyons par exemple comment passer en mode degrés.

1. Appuyez sur la touche **[MODE]**.
2. Appuyez trois fois sur **⏴** pour descendre sur la ligne Angle.
3. La présence du symbole **→** à la fin de la ligne indique la présence de plusieurs choix possibles.
Appuyez sur **⏴** pour faire apparaître les mesures d'angles disponibles.



4. Utilisez la touche **⏴** pour descendre sur DEGREE, et validez ce choix en appuyant sur **[ENTER]**, ou appuyez simplement sur la touche **[2]**. On obtient alors l'écran suivant :



5. Validez ce nouveau mode en appuyant de nouveau sur **[ENTER]**.

Remarque. Il serait possible d'annuler cette modification en appuyant sur la touche **[ESC]** à la place de **[ENTER]**.

Retour au mode radian

On procède comme précédemment pour replacer la machine en mode radian.

On doit donc appuyer successivement sur **[MODE]** **⏴** **⏴** **⏴** **1** **[ENTER]**.

Remarque. Le mode angulaire en cours d'utilisation est affiché en bas de l'écran.

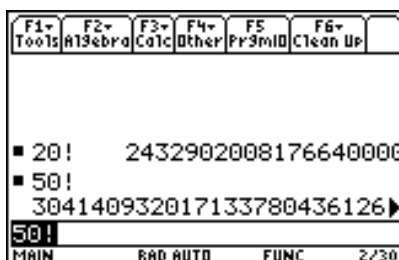
Quelques exemples d'utilisation

Nous découvrirons dans ce manuel les très nombreuses possibilités de cette machine. En voici quelques exemples.

Calcul sur les grands nombres

Calculons par exemple $20!$ et $50!$.

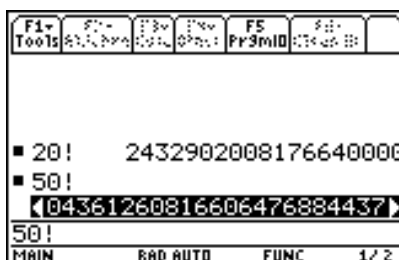
Pour obtenir le symbole ! appuyez sur TI-89 : $\left[\downarrow \right] \left[\div \right]$ TI-92 Plus : $\left[2^{nd} \right] \left[W \right]$.



Le résultat du dernier calcul est trop grand pour être entièrement visible à l'écran.

C'est ce qu'indique la flèche située à droite de l'expression.

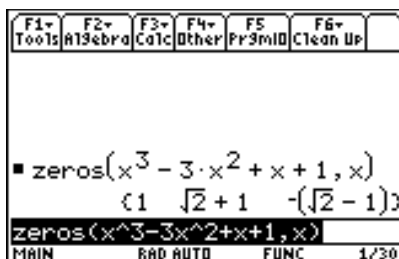
Appuyez sur $\left[\uparrow \right]$ pour remonter sur ce résultat, puis sur $\left[\leftarrow \right]$ et $\left[\rightarrow \right]$ pour faire défiler les autres chiffres.



Résolution d'une équation

Note. On utilise ici la fonction **zeros** accessible dans le menu **Algebra** en appuyant sur $\left[F2 \right] \left[4 \right]$.

Résolution de l'équation $x^3 - 3x^2 + x + 1 = 0$



Quelques exemples d'utilisation (suite)

Limite d'une fonction

Note. On utilise la fonction **limit** accessible dans le menu **Calc** en appuyant sur **F3** **3**.

Important. Il ne faut pas confondre cette manipulation avec l'effacement de l'historique des calculs par **F1** **8** dont l'effet est simplement de dégager l'écran.

Note. Voir le chapitre 4 pour plus de détails à ce sujet.

Limite de la fonction définie par $f(x) = \left(1 + \frac{a}{x}\right)^x$

quand x tend vers l'infini.

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{a}{x}\right)^x = e^a$$

Note importante. Si vous avez effectué toutes les opérations décrites dans les pages précédentes de ce chapitre, vous obtiendrez un résultat différent de celui de l'écran ci-dessus.

En effet, à la page 3-13, nous avons placé une valeur dans la variable a . Cette valeur n'a pas été effacée par la suite, et elle est donc toujours présente.

Pour éviter ce type de problème, il est préférable d'utiliser le choix, **Clear a-z** dans le menu **F6 CleanUp** avant d'effectuer un nouveau calcul, indépendamment des calculs précédents.

On peut aussi utiliser l'instruction **NewProb**, également présente dans ce menu.

Dérivation

Dérivation de la fonction

$$f(x) = \frac{(x-2)^3}{(x-1)^2}$$

Note. On utilise le symbole **d** accessible sur le clavier en appuyant sur les touches **2nd** **[d]**. (Seconde fonction de la touche **8**).

$$\frac{d}{dx} \left(\frac{(x-2)^3}{(x-1)^2} \right) = \frac{(x-2)^2 \cdot (x+1)}{(x-1)^3}$$

Intégration

Primitive de la fonction

$$f(x) = \frac{x+2x^3}{1+x^2}$$

Note. Le symbole d'intégration est la seconde fonction de la touche **7**.

$$\int \left(\frac{x+2x^3}{1+x^2} \right) dx = \frac{(x^2+1)\ln(x^2+1) - 2x^2}{2}$$

$$\int_0^1 \left(\frac{x+2x^3}{1+x^2} \right) dx = \frac{1}{2}(\ln(2) - 2)$$

Il suffit de rajouter les bornes pour calculer l'intégrale.

Utilisation de la TI-89 / TI-92 Plus

4

Mise en marche et arrêt de la TI-89 / TI-92 Plus	4-2
Le clavier de la TI-89	4-3
Le clavier de la TI-92 Plus	4-6
L'écran de calcul	4-11
Utilisation de F6 Clean Up en vue d'un nouveau problème	4-14
Expressions, fonctions et instructions.....	4-15
Saisie d'une expression, les principales erreurs à éviter	4-16
Utilisation des parenthèses.....	4-18
Format d'affichage des résultats.....	4-19
Les menus de la TI-89 / TI-92 Plus.....	4-21
Menus personnalisés	4-24
Catalogue des fonctions et instructions.....	4-25
Choix d'une application	4-27
Choix des modes	4-29
Les différents modes	4-30
Utilisation de nombres complexes	4-32
Mémorisation et rappel de valeurs	4-32
La ligne d'état	4-38
Caractères spéciaux ou accentués	4-40
Version du logiciel et identification électronique	4-42

Nous vous recommandons tout particulièrement une lecture attentive des pages 4-16 à 4-18. Cela devrait vous permettre d'éviter les erreurs d'utilisation les plus fréquentes.

Mise en marche et arrêt de la TI-89 / TI-92 Plus

Reportez vous au chapitre “prise en main” pour la description de la toute première utilisation de votre calculatrice.

Mise en marche

Appuyez sur la touche $\overline{\text{ON}}$.

- Si vous aviez éteint la machine en appuyant sur $\overline{\text{2nd}}[\text{OFF}]$, la TI-89 / TI-92 Plus affiche l'écran de calcul tel qu'il était. Par contre, tous les calculs qui étaient en cours lors de l'extinction de la machine sont annulés.
- Si la machine a été éteinte automatiquement par la fonction de sauvegarde des piles (APD™), ou a été éteinte par l'utilisateur en appuyant sur $\overline{\text{♦}}[\text{OFF}]$, la TI-89 / TI-92 Plus est replacée exactement dans l'état où vous l'aviez laissée (affichage, position du curseur, message d'erreur...).

Réglage du contraste

- Pour augmenter (foncer) le contraste, appuyez sur la touche $\overline{\text{♦}}$, maintenez cette touche enfoncée, et appuyez sur $\overline{\text{+}}$.
- Pour diminuer (éclaircir) le contraste, appuyez sur la touche $\overline{\text{♦}}$, maintenez cette touche enfoncée, et appuyez sur $\overline{\text{-}}$.

Note. Si vous maintenez les touches $\overline{\text{♦}}\overline{\text{+}}$ ou $\overline{\text{♦}}\overline{\text{-}}$ enfoncées trop longtemps, l'affichage peut devenir complètement illisible.

Pour effectuer un réglage plus fin, maintenez la touche $\overline{\text{♦}}$ enfoncée puis appuyez brièvement sur $\overline{\text{+}}$ ou $\overline{\text{-}}$.

Arrêt

Appuyez sur $\overline{\text{2nd}}$, puis sur la touche $\overline{\text{ON}}$.

Cette touche comporte également l'inscription OFF.

Dans ce manuel, nous écrirons $\overline{\text{2nd}}[\text{OFF}]$ pour désigner cette manipulation.

- Tous les états d'erreurs sont annulés.
- Tous les réglages, et les données contenues dans la mémoire, sont conservés par la fonction *Constant Memory*™.

Note. Vous pouvez également éteindre la calculatrice en appuyant sur $\overline{\text{♦}}[\text{OFF}]$. Dans ce cas, lorsque la TI-89 / TI-92 Plus sera à nouveau mise en marche en appuyant sur la touche $\overline{\text{ON}}$, vous la retrouverez exactement dans l'état où vous l'aviez laissée (affichage, position du curseur, message d'erreur...).

APD™

Après plusieurs minutes d'inutilisation, la fonction APD™ (*Automatic Power Down*) éteint la TI-89 / TI-92 Plus automatiquement.

Si un calcul est en cours, APD™ attend plusieurs minutes après la fin de ce calcul.

Le clavier de la TI-89

Le clavier spécifique de la TI-89 a été spécialement conçu pour faciliter son utilisation dans des domaines aussi variés que le calcul numérique, le calcul symbolique ou encore les applications graphiques.

Le clavier de la TI-89

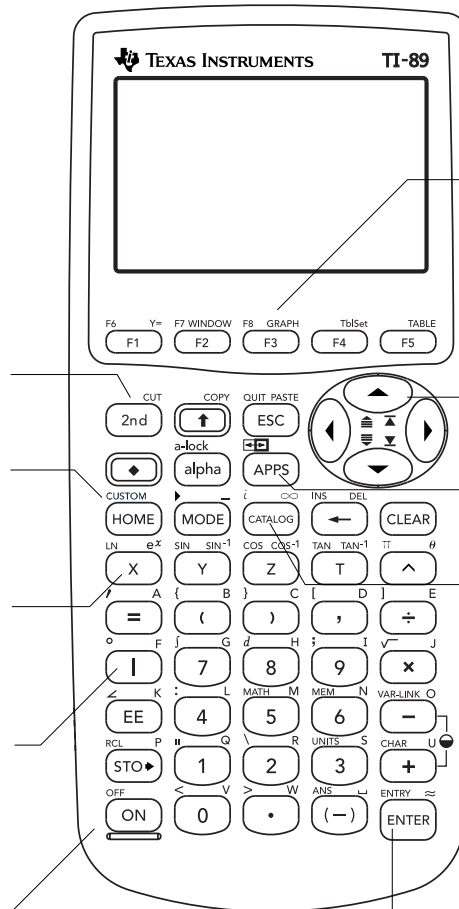
$\boxed{2nd}$, $\boxed{\blacktriangleleft}$ et $\boxed{\alpha}$ s'utilisent en association avec les autres touches. (marquage de couleur)

Accès à l'écran de calcul

Touches alphabétiques facilitant la saisie des expressions symboliques

Opérateur "Sachant que". Voir page 4-9, la présentation des touches "spéciales" de votre calculatrice.

Arrêt et mise en marche de la calculatrice.



Les touches situées sous l'écran permettent d'avoir facilement accès aux principales applications et à leurs menus.

Touches de déplacement du curseur. Voir page suivante.

Accès à toutes les applications

Accès au catalogue général des instructions et fonctions

Réglage du contraste. Ces touches s'utilisent tout en appuyant sur $\boxed{\blacktriangleleft}$

La touche \boxed{ENTER} est utilisée pour valider l'expression saisie et lancer le calcul.

On utilise $\boxed{\blacktriangleleft} \boxed{ENTER}$ pour obtenir un résultat numérique approché.

Utilisations multiples d'une touche

La plupart des touches permettent d'obtenir différentes fonctions.

Par exemple, utilisée seule, la touche $\boxed{\times}$ permet d'obtenir le symbole de la multiplication.

(Ne pas confondre avec $\boxed{\times}$, située à côté de \boxed{V} , \boxed{Z} et \boxed{T} .)

Par contre, utilisée après l'une des touches $\boxed{\alpha}$, $\boxed{\uparrow}$, $\boxed{2nd}$ ou $\boxed{\blacktriangleleft}$, elle permet d'obtenir la lettre j, la lettre J, le symbole de la racine carrée, ou encore le symbole & utilisé dans les opérations sur les chaînes de caractères.

Le clavier de la TI-89 (suite)

La touche **[2nd]**

La touche **[2nd]** permet d'avoir accès aux fonctions inscrites en jaune sur le clavier ou d'obtenir un déplacement plus rapide du curseur.

La touche **[↑]**

La touche **[↑]** permet d'obtenir les caractères en majuscules. On l'utilise également, associée à la touche de déplacement du curseur, pour sélectionner une portion de texte ou d'expression pour des opérations de couper/coller. Voir chapitre précédent. Cette touche permet aussi d'activer certains outils graphiques.

La touche **[♦]**

La touche **[♦]** donne accès aux fonctions inscrites en vert sur le clavier. Elle est aussi utilisée dans des combinaisons de touches permettant d'éviter l'ouverture de menus, de lancer rapidement certains programmes, ou d'obtenir des caractères spéciaux. Voir tableau récapitulatif de ces "raccourcis claviers" dans l'annexe B.

La touche **[alpha]**

Cette touche permet de saisir les caractères alphabétiques.

- Pour saisir une lettre minuscule isolée, on appuie sur **[alpha]** puis sur la touche correspondante. (c'est inutile pour x, y, z et t)
- Pour saisir une majuscule isolée, on appuie sur **[↑]** puis sur la touche correspondante.

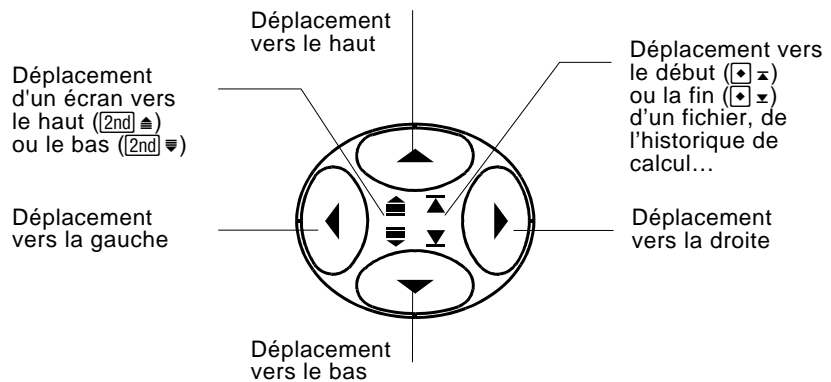
***Note.** Ce verrouillage est annulé lorsque l'on change d'application, y compris en utilisant **[2nd]** **[↵]** en mode de partage d'écran. Il est également annulé par un reset ou lors de l'utilisation de **[2nd]** **[OFF]**.*

- Pour saisir plusieurs lettres, appuyez sur **[2nd]** **[a-lock]**. Cela verrouille la calculatrice en mode alphabétique. Appuyez à nouveau sur **[alpha]** pour revenir à un mode de fonctionnement normal. Ce verrouillage est temporairement suspendu quand on ouvre un menu déroulant, comme par exemple le menu F1:tools. Il est automatiquement, mais temporairement, activé lorsque l'on affiche le catalogue, l'écran VAR-LINK, ou encore une boîte de dialogue destinée à la saisie d'un nom de dossier ou de variable.
- Pour saisir plusieurs lettres en majuscules, appuyez sur **[↑]** **[alpha]**. Appuyez à nouveau sur **[alpha]** pour revenir à un mode de fonctionnement normal.

Description de la frappe des touches

1. Dans ce manuel, la frappe directe d'une touche est notée en utilisant le symbole correspondant, comme par exemple **[CATALOG]**.
2. L'utilisation de la seconde fonction d'une touche (inscrite en jaune sur le clavier) est notée par **[2nd]** suivi du nom de la seconde fonction de cette touche écrit entre crochets. Par exemple **[2nd]** **[√]** correspond à la frappe de **[2nd]**, **puis** de la touche comportant l'inscription correspondante (la touche **[X]**)
3. On utilise le même type de notation pour l'utilisation de la touche **[♦]** (inscriptions en vert). Par exemple, **[♦]** **[SIN⁻¹]** correspond à la frappe de la touche **[♦]**, **puis** de **[Z]**.
4. Lors de la description des saisies des formules, les chiffres et les lettres sont généralement inscrits sous forme naturelle. Ainsi, dans ce manuel on trouvera **[1]** **1** **2** **X** **[+]** **2** **Y** **]** **[^]** **2** plutôt que **[1]** **[1]** **[2]** **[X]** **[+]** **[2]** **[Y]** **]** **[^]** **[2]**.

Déplacement du curseur



Quelques touches à connaître

La zone située près des touches de contrôle du curseur regroupe plusieurs touches particulièrement importantes pour une bonne utilisation de la TI-89.

Touche	Utilisation
[APPS]	Affiche un menu permettant de choisir entre les applications disponibles : calcul, tableau de données, éditeur de textes...
[CATALOG]	Cette touche permet d'accéder à la liste complète de toutes les instructions et fonctions de la TI-89. Elle permet également de vérifier la syntaxe à utiliser.
[ESC]	Annulation. Cette touche permet en particulier de sortir d'une boîte de dialogue ou d'un menu ouvert par erreur.
[ENTER]	Évaluation d'une expression, choix d'une option, etc... Note. On appuie sur \blacklozenge puis [ENTER] pour obtenir la valeur approchée d'un résultat.
[MODE]	Affiche la liste des modes en cours d'utilisation (format d'affichage des nombres, type de représentations graphiques, mesures d'angles...). Voir page 4–29.
[CLEAR]	Effacement, voir chapitre précédent.
\leftarrow	Effacement d'un caractère, voir chapitre précédent.
[INS]	Bascule entre mode insertion et mode remplacement. Voir chapitre précédent.
[DEL]	Effacement du caractère à droite du curseur. Voir chapitre précédent.
[HOME]	Accès à l'écran de calcul (Écran HOME)

Le clavier de la TI-92 Plus

La TI-92 Plus a été spécialement dessinée pour faciliter son utilisation dans des domaines aussi variés que le calcul symbolique et la géométrie.

La lecture de cette section vous permettra de mieux comprendre l'organisation de son clavier.

Disposition des touches

Le clavier est divisé en plusieurs zones regroupant des touches d'utilisation analogue.

Touches de fonction

Accès aux menus présents dans la barre d'outils située en haut de l'écran dans chaque application

Contrôle du curseur

8 directions possibles dans les applications graphiques, 4 dans les autres applications.

Accès rapide aux applications

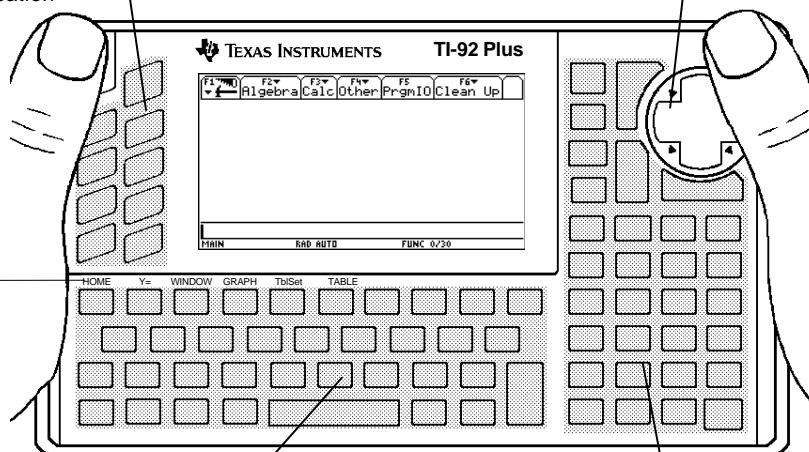
Utilisées avec la touche \blacktriangledown , ces touches permettent de sélectionner l'écran de calcul et les applications liées à l'étude des fonctions.

Clavier QWERTY

Saisie de texte. Il est possible d'utiliser les caractères accentués.

Calcul scientifique


Cette zone du clavier regroupe les fonctions de calcul.





Utilisations multiples d'une touche

La plupart des touches permettent d'obtenir différentes fonctions. Par exemple, utilisée seule, la touche \boxed{f} permet d'obtenir la lettre f. Par contre utilisée après l'une des touches $\boxed{\uparrow}$, $\boxed{2nd}$ ou $\boxed{\blacktriangledown}$, elle permet d'obtenir la lettre F, le symbole \angle , ou encore l'affichage de la boîte de dialogue permettant la définition des formats en cours d'utilisation.


La touche

La touche  permet d'avoir accès aux fonctions inscrites en jaune sur le clavier. Elle permet aussi d'obtenir les symboles spéciaux, les caractères accentués... Pour des raisons de lisibilité, il n'a pas été possible d'inscrire tous ces symboles sur le clavier.


Vous pouvez les faire afficher à l'écran en appuyant sur la touche  puis sur la touche portant la lettre K.

La touche  permet également d'accélérer le déplacement du curseur.

La touche

La touche  permet d'obtenir les caractères en majuscules. On l'utilise également, associée à la touche de déplacement du curseur, pour sélectionner une portion de texte ou d'expression pour des opérations de couper/coller. Voir chapitre précédent.

La touche

















La touche  est utilisée dans des combinaisons de touches permettant d'éviter l'ouverture de menus. Ce sont les "raccourcis clavier" dont vous trouverez la description dans ce manuel. Un tableau récapitulatif se trouve dans l'annexe B.

La touche

Cette touche sera généralement utilisée en association avec la touche de contrôle du curseur. Par exemple, en géométrie, elle permettra de déplacer l'objet situé à l'emplacement du curseur. Dans l'écran graphique :

- pour *déplacer* un outil (gomme, crayon) d'un point à un autre, on utilisera la touche de contrôle du curseur;
- pour *utiliser* un outil (gommer, tracer un trait) on maintiendra cette touche enfoncée tout en déplaçant l'outil.

Description de la frappe des touches

1. Dans ce manuel, la frappe directe d'une touche est notée en utilisant le symbole correspondant, comme par exemple .
2. L'utilisation de la seconde fonction d'une touche (inscrite en jaune sur le clavier) est notée par  suivi du nom de la seconde fonction de cette touche écrit entre crochets. Par exemple  [✓] correspond à la frappe de , **puis** de la touche comportant l'inscription correspondante (la touche .
3. On utilise le même type de notation pour l'ouverture d'une application utilisant la touche . Par exemple,  [HOME] correspond à la frappe de la touche , **puis** de la touche Q.
4. Les symboles         représentent les différentes façons d'utiliser la touche de déplacement du curseur. (voir page 4–8).

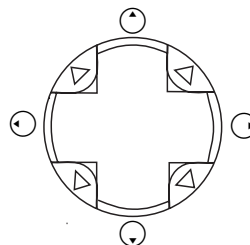
Le clavier de la TI-92 Plus (suite)

Déplacement du curseur

Le manuel utilise des symboles comme ◀ ou ▶ pour indiquer les différents points d'appui de la touche de déplacement du curseur.

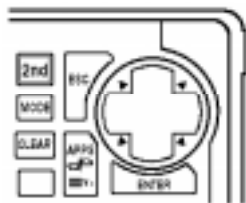
Par exemple, appuyez sur ▶ pour déplacer le curseur vers la droite.

Note. Les déplacements en diagonale (↖, etc.) ne sont utilisés que pour les applications graphiques.



Quelques touches à connaître

La zone située autour de la touche de contrôle du curseur regroupe plusieurs touches particulièrement importantes pour une bonne utilisation de la TI-92 Plus.






Touche	Utilisation
APPS	Affiche un menu permettant de choisir entre les applications disponibles : calcul, géométrie, éditeur de texte... Voir page 4–27.
ESC	Annulation. Cette touche permet en particulier de sortir d'une boîte de dialogue ou d'un menu ouvert par erreur.
ENTER	Evaluation d'une expression, choix d'une option, etc... En raison de leur utilisation très fréquente, la TI-92 Plus dispose de trois touches ENTER placées dans des endroits facilement utilisables.
MODE	Affiche la liste des modes en cours d'utilisation (format d'affichage des nombres, type de représentations graphiques, mesures d'angles...) Voir page 4–29.
CLEAR	Effacement

Les principales touches

Où trouver la description des touches ?

Note. Il n'est absolument pas nécessaire de lire ce tableau en détail.

Sa seule utilité est de vous permettre de retrouver rapidement la description d'une touche inconnue.

Note. Ces trois inscriptions ne figurent pas sur le clavier de la TI-92 Plus. On utilise  X,  C,  V.

Note. [CATALOG] sur la TI-92 Plus.

Note. [I] sur la TI-92 Plus.

Le clavier de la TI-89 / TI-92 Plus comporte de nombreuses autres inscriptions... Vous en découvrirez l'utilisation dans la suite.

Touche	Description
[Y=]	Éditeur de fonctions graphiques. Voir chapitre 5.
[WINDOW]	Paramètres de cadrage. Voir chapitre 5.
[GRAPH]	Écran graphique. Voir chapitre 5.
[TblSet]	Paramètres de construction de la table de valeurs. Voir chapitre 6.
[TABLE]	Table de valeurs d'une fonction. Voir chapitre 6.
[CUT]	Opérations de couper, copier, coller.
[COPY]	Voir chapitre précédent.
[PASTE]	
[⇄]	Partage d'écran. Voir chapitre 19.
[CUSTOM]	Menus personnalisés. Voir chapitre 35.
[▶]	Opérateur de conversion. Voir chapitres 14 et 15.
[CATALOG]	Accès à l'ensemble de toutes les fonctions.
[_]	Unités. Voir chapitre 14. Nombres complexes symboliques. Voir chapitre 23.
[i]	Nombre complexe i . Voir page 4–32 et chapitre 23.
[∞]	Symbole utilisé dans les calculs de limites, de sommes, d'intégrales.
[{][1]	Listes. Voir chapitre 17.
[C][1]	Vecteurs et matrices. Voir chapitres 28 et 29.
[I]	Opérateur "Sachant que". Voir chapitre 24.
[f][a]	Intégrales, dérivées. Voir chapitre 27.
[∠]	Nombres complexes en polaire. Voir page 4–32. Polaires, cylindriques, sphériques. Voir chapitre 28.
[MATH]	Accès aux différentes fonctions mathématiques.
[MEM]	Menu mémoire. Voir chapitre 20.
[VAR-LINK]	Connexion avec une autre calculatrice. Mise à jour du code. Voir chapitre 21.
[RCL]	Rappel de la définition d'une variable. Voir chapitre 4.
[√]	Chemin d'accès à un dossier. Voir chapitre 20.
[UNITS]	Unités et constantes physiques. Voir chapitre 14.
[CHAR]	Accès aux caractères spéciaux. Voir chapitre 18.
[ANS]	Rappel d'un résultat. Voir chapitre 3.
[ENTRY]	Rappel d'une expression saisie. Voir chapitre 3.

Le clavier (suite)

En cas d'erreur lors de l'utilisation d'une touche

Il peut arriver, surtout au début, de commettre quelques erreurs lors de l'utilisation du clavier.

Voici comment remédier aux erreurs les plus courantes.

Nature de l'erreur	Effet	Solution
Frappe d'un caractère erroné, par exemple [1] à la place de [2] lors de la saisie d'un nom ou d'une expression.	Insertion d'un caractère erroné dans la ligne de saisie	Appuyez sur [←] pour revenir en arrière, puis entrez le caractère correct.
Utilisation d'une touche de fonction à la place d'une autre. Exemple : [F1] à la place de [F2].	Ouverture d'un menu autre que celui souhaité	Appuyez simplement sur la bonne touche. Par exemple, appuyer sur [F1] [F2] est équivalent à appuyer sur [F2]. Vous pouvez également appuyer sur [ESC] pour refermer un menu ouvert par erreur.
Utilisation de [♦] à la place de [2nd] ou [↑]	Ouverture d'une boîte de dialogue (par exemple [♦] [APPS]) Lancement d'une autre application (par exemple [♦] [=])	Appuyez sur [ESC] Revenez à l'application précédente.

Si vous vous rendez compte avant la frappe de la seconde touche d'une confusion entre [↑], [♦] et [2nd], appuyez simplement sur la touche correcte. Par exemple, [↑] [2nd] [=] est équivalent à [2nd] [=].

Attention cependant, sur la TI-89, [♦] [2nd] (**cut**) ou [♦] [↑] (**copy**) ne sont pas équivalents à [2nd] ou [↑].

L'écran de calcul

L'écran de calcul est l'écran que l'on obtient initialement, lors de la mise en route de la TI-89 / TI-92 Plus. Il sera possible de changer par la suite d'application.

Affichage de l'écran de calcul

Lors de la première utilisation, ou quand vous rallumez la TI-89 / TI-92 Plus après l'avoir éteinte en utilisant [2nd] [OFF], l'écran de calcul est affiché.

(Si la calculatrice a été éteinte par la fonction de sauvegarde des piles, ou en utilisant [▶] [OFF], on retrouve l'affichage précédent.)

Par la suite, vous pourrez toujours revenir à cet écran. Pour cela :

- Appuyez sur **TI-89** : [HOME] **TI-92 Plus** : [▶] [HOME].
(Home screen ; écran initial.)
— ou —
- Appuyez sur [2nd] [QUIT].

Note. On peut aussi sélectionner A:Home dans l'écran APPS.

Les différentes parties de l'écran de calcul

Sur l'exemple qui suit, il est possible de voir les principales parties de l'écran de calcul.

Historique

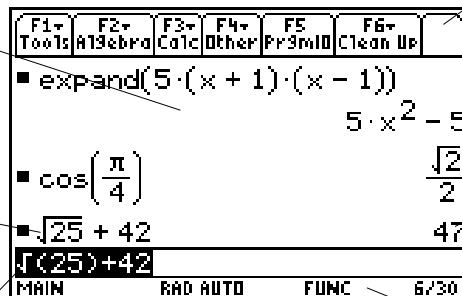
Affiche la liste des calculs effectués. Les expressions se décalent vers le haut à chaque nouveau calcul.

Dernière entrée

La dernière expression saisie

Ligne de saisie

C'est la ligne utilisée pour entrer les expressions ou les instructions.



Barre d'outils

Vous permet de choisir une fonction ou une instruction utilisable dans l'écran de calcul. Pour afficher l'un des menus appuyez sur [F1], [F2], etc.

Dernière réponse

Valeur de la dernière expression saisie.

Ligne d'état

Affiche l'état actuel de la calculatrice.

Résultats des derniers calculs

Sur une TI-89, on peut obtenir l'affichage d'un maximum de 6 couples expressions/résultats (ce nombre varie en fonction de la complexité et de la place nécessitée par l'affichage des expressions obtenues, il est plus élevé sur une TI-92 Plus). Les résultats défilent vers le haut lorsque l'on fait de nouveaux calculs. Il est possible d'effectuer les opérations suivantes :

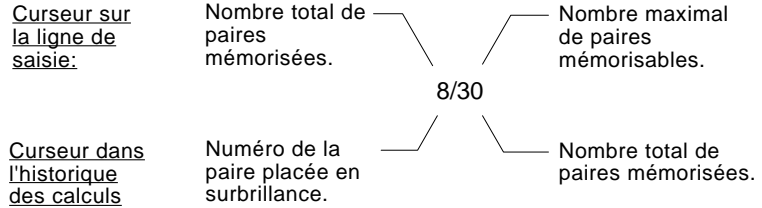
- Revoir les saisies et réponses précédentes. On utilise la touche ⏪ pour revenir vers les expressions les plus anciennes.
- Réutiliser (ou coller) un résultat précédent. Voir chapitre 3, page 3-8.

L'écran de calcul (suite)

Informations sur les calculs mémorisés

Un indicateur situé sur la ligne d'état permet de connaître le nombre de paires entrées /résultats déjà mémorisées, ainsi que le nombre maximal de paires mémorisables :

Note. Le nombre maximal de paires mémorisables est paramétrable de 10 à 99 en appuyant sur
TI-89 : \blacktriangleleft \square \square
TI-92 Plus : \blacktriangleleft \square F.



Déplacement du curseur dans l'historique des calculs

Normalement le curseur se trouve sur la ligne de saisie, il est cependant possible de le déplacer dans l'historique des calculs.

Pour passer de la ligne d'édition à l'historique.	Appuyez sur \ominus . La dernière réponse est en surbrillance.
Pour placer en surbrillance une entrée ou un résultat particulier.	Utilisez \ominus et $\omin�$. Par exemple, $\omin�$ permet de remonter dans la liste des résultats et des entrées.
Pour voir d'anciennes expressions qui n'apparaissent plus à l'écran.	Continuez à utiliser $\omin�$ jusqu'à ce que ces expressions défilent sur l'écran. Appuyez sur \blacktriangleleft $\omin�$ pour remonter directement à la première expression, et \blacktriangleleft $\omin�$ pour revenir à la plus récente.
Pour voir une expression trop longue pour tenir à l'écran (\blacktriangleright visible en fin de ligne).	Placez cette expression en surbrillance puis utilisez \blacktriangleright et \blacktriangleleft .
Pour voir une expression trop haute pour tenir à l'écran (par exemple une grande matrice).	Placez cette expression en surbrillance puis utilisez TI-89 : \uparrow $\omin�$ et \uparrow $\omin�$. TI-92 Plus : \uparrow $\omin�$ et \uparrow $\omin�$.
Pour replacer le curseur dans la ligne de saisie.	Appuyez sur \square ou appuyez sur $\omin�$ suffisamment longtemps.

TI-89 : \uparrow $\omin�$ TI-92 Plus : \uparrow $\omin�$
pour faire défiler vers le haut

Appuyez sur $\omin�$ pour faire défiler vers la gauche

Appuyez sur $\omin�$ pour faire défiler vers la droite



TI-89 : \uparrow $\omin�$ TI-92 Plus : \uparrow $\omin�$
pour faire défiler vers le bas



Modification de l'historique des calculs

Par défaut, les dernières paires entrées /résultats sont mémorisées. Ensuite la plus ancienne est effacée à chaque nouveau calcul.






Note. Voir aussi l'utilisation de **NewProb**, page 4–14

Pour changer le nombre de paires mémorisables. Appuyez sur **TI-89** :   **TI-92 Plus** :  F.

Pour effacer toutes les paires mémorisées. Appuyez sur  .

Pour effacer une paire spécifique. Placez un des deux éléments de cette paire en surbrillance, puis appuyez sur  ou sur .

Sauvegarde de l'historique des calculs

1. Appuyez sur  .
2. Appuyez sur  pour descendre dans la rubrique Variable. (L'utilisation facultative de la rubrique Folder est expliquée dans le chapitre 20.)
3. Entrez un nom de 8 lettres au maximum.
4. Appuyez sur  pour valider la saisie du nom.
5. Appuyez de nouveau sur  pour refermer la boîte de dialogue.

Le contenu de l'écran de calcul est ainsi sauvegardé dans un fichier portant le nom que vous aurez choisi.

Vous pourrez ensuite :

1. Utiliser ce fichier à partir de l'éditeur de textes. Cela permettra par exemple de modifier certaines formules, ou encore d'en insérer d'autres, avant une nouvelle utilisation dans l'écran de calcul. Voir chapitre 18.
2. Transférer ce fichier vers une autre TI-89 / TI-92 Plus, une TI-92, ou vers un ordinateur. Voir chapitre 21.

Utilisation de F6 Clean Up en vue d'un nouveau problème

Le menu F6 Clean Up, accessible à partir de l'écran HOME, permet de sélectionner deux options d'effacement.

F6 Clean Up Menu d'effacement

Note. L'utilisation de la troisième option de ce menu est expliquée page 4–24.

À partir de l'écran de calcul, appuyez sur **TI-89** : $\boxed{2nd} \boxed{F6}$
TI-92 Plus : $\boxed{F6}$ pour afficher le menu.



Note. Cette commande n'efface pas la variable θ utilisée pour les courbes en coordonnées polaires.

Conseil. Quand vous définissez une variable que vous voulez conserver, utilisez un nom de plusieurs caractères dans le but d'éviter de l'effacer involontairement par 1:Clear a-z.

Note. Pour plus d'informations sur la vérification et la réinitialisation de la mémoire ou des autres systèmes par défaut, reportez-vous au chapitre 20.

Option de menu	Description
Clear a-z	<p>Efface le contenu de toutes les variables possédant un nom à un seul caractère dans le dossier courant, à moins que les variables ne soient verrouillées ou archivées. Vous serez invité à appuyer sur \boxed{ENTER} pour confirmer l'action.</p> <p>Des noms de variables à un seul caractère sont souvent utilisés dans les calculs symboliques.</p> <p>Si certaines variables ont déjà été affectées, votre calcul peut donner lieu à des résultats faux. Pour éviter cet inconvénient, vous pouvez sélectionner 1:Clear a-z avant de commencer le calcul.</p>
NewProb	<p>Place NewProb dans la ligne de saisie. Vous devez appuyer sur \boxed{ENTER} pour exécuter la commande.</p> <p>NewProb exécute une série d'opérations vous permettant de commencer un nouveau problème à partir d'un état d'effacement sans avoir à réinitialiser la mémoire :</p> <ul style="list-style-type: none">• Efface le contenu de toutes les variables dont le nom a un seul caractère dans le dossier courant (même effet que 1:Clear a-z), à moins que les variables ne soient verrouillées ou archivées.• Désactive toutes les fonctions et les graphiques statistiques (FnOff et PlotsOff) dans le mode graphique courant.• Exécute ClrDraw, ClrErr, ClrGraph, ClrHome, ClrIO, et ClrTable.

Expressions, fonctions et instructions

Vous pouvez faire un calcul en évaluant une expression.
L'écriture d'une expression peut utiliser différentes fonctions.
Vous lancez une action en exécutant l'instruction appropriée.

Définitions

Note.

Sur la TI-89 / TI-92 Plus, les noms des fonctions commencent par une lettre minuscule.

Sauf dans le cas des opérateurs, les arguments doivent être placés entre parenthèses.

La saisie du nom des fonctions peut se faire en utilisant les menus, ou lettre par lettre.

Note.

Sur la TI-89 / TI-92 Plus, les noms des instructions commencent par une lettre majuscule.

Les arguments ne doivent pas être placés entre parenthèses.

La saisie du nom des instructions peut se faire en utilisant les menus, ou lettre par lettre.

Il est inutile de distinguer les lettres majuscules ou minuscules.

Expression	<p>Écriture mathématique pouvant utiliser des valeurs numériques ou symboliques.</p> <ul style="list-style-type: none">• Entrez les expressions dans l'ordre où elles sont écrites.• Pratiquement à chaque fois que l'on vous demande d'entrer une valeur, il est possible d'entrer une expression.
Fonction	<p>Une fonction <i>retourne</i> une valeur. Elle peut donc être utilisée dans une expression.</p> <p>Le mot <i>retourne</i> est utilisé ici avec la signification qu'il a en informatique. Par exemple, on dira que la fonction sinus retourne la valeur 1 quand on l'utilise avec le nombre $\pi / 2$.</p> <ul style="list-style-type: none">• Certaines fonctions (ou opérateurs) nécessitent un argument avant et après le nom de la fonction, comme l'opérateur + dans l'expression : 4+5.• Les autres utilisent un ou plusieurs arguments placés entre parenthèses, après le nom de la fonction, comme $\sqrt{(5)}$ et $\min(5,8)$.
Instruction	<p>Lance une action.</p> <p>Par exemple l'instruction ClrHome provoque l'effacement des paires contenues dans l'historique des calculs.</p> <ul style="list-style-type: none">• On ne peut pas utiliser une instruction dans une expression.• Certaines instructions ne nécessitent pas d'argument, comme par exemple l'instruction ClrHome.• D'autres instructions en nécessitent un ou plusieurs, comme par exemple l'instruction Circle 0,0,5.

Saisie d'une expression, les principales erreurs à éviter

La saisie des nombres se fait sur la TI-89 / TI-92 Plus comme sur toute autre calculatrice scientifique, la saisie des expressions se fait en respectant les règles de priorités usuelles.

Cependant, l'écriture mathématique d'une expression sur une calculatrice est parfois ambiguë, vous trouverez dans cette section les erreurs les plus fréquentes.

Lisez cette partie attentivement, vous gagnerez beaucoup de temps par la suite.

Saisie d'un nombre sous forme scientifique

Pour entrer un nombre comme 1.23×10^4 ,

1. entrez la mantisse (1.23)
2. appuyez sur **TI-89** : \boxed{EE} **TI-92 Plus** : $\boxed{2nd}\boxed{EE}$
3. entrez l'exposant (4).
Cet exposant doit être un entier positif ou négatif comportant un maximum de 3 chiffres.

Attention à la saisie de nombres du type 10^3 ou 10^{-4} .

Par exemple, sur une TI-89, entrez 1 \boxed{EE} suivi de l'exposant, ou encore \boxed{EE} suivi de l'exposant.

Si vous tapez 1 0 \boxed{EE} 3 vous obtiendrez en fait $10 \times 10^3 = 10^4$.
(Utilisez $\boxed{2nd}\boxed{EE}$ sur une TI-92 Plus.)

Mauvaise utilisation de $\boxed{-}$ et $\boxed{(-)}$.

Il y a deux touches distinctes sur votre calculatrice : $\boxed{(-)}$ et $\boxed{-}$.

La première est utilisée pour entrer un nombre négatif, ou pour prendre l'opposé d'une expression. La seconde est réservée au calcul de la différence de deux expressions.

Si vous utilisez la mauvaise touche, vous risquez d'obtenir un message d'erreur, ou un résultat faux.

Par exemple,

- $9 \boxed{\times} \boxed{(-)} 7 = -63$
— mais —
 $9 \boxed{\times} \boxed{-} 7$ affiche un message d'erreur.
- $6 \boxed{-} 2 = 4$
— mais —
 $6 \boxed{(-)} 2 = -12$: interprétation de l'expression sous la forme $6(-2)$.
- $\boxed{(-)} 2 \boxed{+} 4 = 2$
— mais —
 $\boxed{-} 2 \boxed{+} 4$: on enlève 2 à la réponse précédente, puis on ajoute 4.

Saisie d'une expression, les principales erreurs à éviter

Multiplication implicite

La TI-89 / TI-92 Plus permet d'éviter d'utiliser la touche \square dans la saisie d'expressions comme $2x$, $(x+1)(x+2)$, ou encore x^2y .

Il faut cependant savoir que l'utilisation de cette touche est indispensable dans certains cas.

En voici quelques exemples :

1. La saisie de xy sera interprétée comme l'écriture d'une variable dont le nom est formé des deux lettres x et y , et non pas comme le produit des deux variables x et y .
2. La saisie de $x(y+z)$ pourrait être interprétée comme l'utilisation d'une fonction nommée x , appliquée à l'argument obtenu en calculant la somme $y+z$.
Cela est lié à une ambiguïté de l'écriture des expressions mathématiques : $f(x+y)$ est généralement compris comme le résultat obtenu en appliquant une fonction f à la somme de x et de y . Pourquoi en serait-il autrement avec $x(x+y)$?
3. On doit également être prudent lors de l'utilisation d'objets plus complexes comme les matrices.
Par exemple, $2[1, 2]$ est bien le double du vecteur $[1, 2]$.
Par contre, $m[1, 2]$ est l'élément situé sur la seconde colonne de la première ligne de la matrice m .

Saisie de nombres complexes

Il y a deux i sur votre calculatrice. Le premier, correspondant à la lettre alphabétique i ne joue aucun rôle particulier.

Le second, qui apparaît en gras lorsqu'il est affiché à l'écran, est le nombre utilisé lors de l'étude des nombres complexes.

Pour saisir le nombre $x + iy$, on doit utiliser ce symbole, accessible en appuyant sur $\text{2nd}[i]$.

L'utilisation de la touche alphabétique I produit un résultat différent : saisie de l'expression obtenue en calculant la somme de la variable x et du produit des deux variables i et y .

Utilisation de la fonction exponentielle

On retrouve le même type de problème avec la fonction exponentielle. Pour entrer e^x , utilisez impérativement
TI-89 : $\square[e^x]$ TI-92 Plus : $\text{2nd}[e^x]$.

Cet écran n'est pas totalement affiché ainsi sur votre TI-89, vous aurez besoin d'utiliser les touches \ominus et \oplus afin de visualiser l'ensemble des résultats.

$\frac{d}{dx}(e^x)$	$\ln(e) \cdot e^x$	Utilisation de la lettre e
$\frac{d}{dx}(e^x)$	e^x	
i^2	i^2	Utilisation de la lettre i
\mathbf{i}^2	-1	

Utilisation des parenthèses

Parenthèses implicites

Les expressions saisies sont évaluées conformément aux règles de priorités utilisées en mathématiques.

Par exemple la saisie de $x + y \times z$ est automatiquement interprétée sous la forme $x + (y \times z)$.

Ajouts de parenthèses

Vous devrez indiquer des parenthèses pour changer l'ordre des calculs.

Par exemple, si vous voulez calculer en fait $(x + y) \times z$ dans l'expression précédente.

Ce que l'on tape sur la calculatrice correspond ici à ce que l'on écrirait avec un stylo sur une feuille de papier.

Utilisation des parenthèses dans les quotients

Lorsque l'on écrit $2 + \frac{x+y}{2z}$, on n'utilise aucune parenthèse.

C'est l'utilisation d'un trait de fraction horizontal qui évite leur usage.

Il sera par contre nécessaire d'en utiliser lors d'une saisie sur calculatrice.

Voici ce que l'on obtient en tapant successivement:

Note. Comme sur la page précédente, cet écran n'est pas totalement affiché ainsi sur votre TI-89, vous aurez besoin d'utiliser les touches \odot et \ominus afin de visualiser l'ensemble des résultats.

1. $2+x+y/2z$
2. $2+(x+y)/2z$
3. $2+x+y/(2z)$
4. $2+(x+y)/(2z)$

■ $2 + x + \frac{y}{2} \cdot z$	$x + \frac{y \cdot z}{2} + 2$
■ $2 + \frac{x+y}{2} \cdot z$	$\frac{x \cdot z}{2} + \frac{y \cdot z}{2} + 2$
■ $2 + x + \frac{y}{2 \cdot z}$	$x + \frac{y}{2 \cdot z} + 2$
■ $2 + \frac{x+y}{2 \cdot z}$	$\frac{x+y+4 \cdot z}{2 \cdot z}$

La colonne de gauche permet de vérifier comment la TI-89 / TI-92 Plus a interprété l'expression saisie. La colonne de droite montre le résultat calculé. Nous verrons par la suite comment modifier la nature de ce résultat (réduction au même dénominateur, factorisation, etc.).

Autres fonctions

On retrouve la même nécessité d'ajouter des parenthèses avec des expressions comme $\sqrt{b^2 - 4ac}$.

Ici, c'est la prolongation du trait supérieur de la racine carrée qui indique quelle est l'expression dont on veut calculer la racine carrée.

Sur une calculatrice on notera $\sqrt{(b^2-4a*c)}$.

Il faudra également prendre en compte certains abus d'écriture. On écrit par exemple $\cos 2x$ pour $\cos(2x)$. Sur la TI-89 / TI-92 Plus les parenthèses seront nécessaires.

Note. La parenthèse ouvrante est automatiquement insérée lorsque l'on utilise ces fonctions. Il ne sera donc pas utile de l'écrire.

Format d'affichage des résultats

Les résultats peuvent être affichés dans différents formats, qu'il est possible de choisir par l'intermédiaire du menu MODE. Cette section décrit en détail les différents formats utilisables.

Calculs exacts ou approchés

Conseil. Indépendamment du mode choisi, on peut obtenir un résultat approché en appuyant sur \square puis sur \square [ENTER].

La rubrique **Exact/Approx** permet de choisir entre trois modes de fonctionnement.

- **Exact** — Les résultats obtenus sont affichés sous une forme symbolique (π , $\sqrt{2}$, etc.) sans faire intervenir de nombres décimaux.
- **Approximate** — Les résultats obtenus sont affichés sous forme décimale. (Sauf s'ils font référence à des variables n'ayant pas reçu de valeur particulière.)
 - Les fractions et autres expressions numériques (π , $\sqrt{2}$, etc.) sont arrondies à la précision interne de la calculatrice.
 - Les expressions contenant également des termes non numériques sont affichées en remplaçant les coefficients numériques par leur valeur approchée.
Par exemple, si r n'a pas reçu une valeur numérique, πr^2 sera affiché 3.14159... r^2 .
- **Auto** — Utilisation du mode exact lorsque c'est possible, mais passage au mode approché si l'expression saisie contient un nombre décimal. On passe également en mode approché pour afficher la valeur numérique d'une intégrale, ou de la solution d'une équation, lorsque la TI-89 / TI-92 Plus ne peut pas déterminer une valeur exacte.

Note. Vous trouverez les informations concernant les différents modes d'affichage des nombres complexes au début du chapitre 23.

Le mode exact permet de supprimer l'accumulation des erreurs d'arrondi lors de calculs en chaîne.

Expression Saisie	Résultat en mode exact	Résultat approché	Résultat en mode auto
8/4	2	2.	2
8/6	4/3	1.333...	4/3
8.5*3	51/2	25.5	25.5
$\sqrt{(2)/2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	0.707...	$\frac{\sqrt{2}}{2}$
π^*2	$2 \cdot \pi$	6.283...	$2 \cdot \pi$
sinh(2.)	sinh(2)	3.626...	3.626...

Format d'affichage des résultats (suite)

Écriture des résultats numériques

La rubrique **Exponential Format** permet de choisir entre l'écriture normale, scientifique ou en format ingénieur.

Normal (Normal)	12345.67	Si l'écriture d'un nombre décimal nécessite plus de 12 chiffres, ou s'il est inférieur à 0.001, la calculatrice passe en notation scientifique.
Scientifique (Scientific)	1.234567E4	1.234567 × 10 ⁴ Un chiffre non nul avant la virgule, exposant quelconque.
Ingénieur (Engineering)	12.34567E3	12.34567 × 10 ³ L'exposant est un multiple de 3. Il peut y avoir 1, 2, ou 3 chiffres avant la virgule.

Nombre de chiffres après la virgule

La rubrique **Display Digits** permet de choisir le nombre de chiffres affichés après la virgule.

Note. De façon interne, en mode approché, la TI-89 / TI-92 Plus calcule avec une précision de 14 chiffres significatifs.

1:FIX 0 ... D:FIX 12	Les résultats sont toujours affichés avec le nombre indiqué de décimales
	1. (fix 0) 0.7 (fix 1) 0.71 (fix 2) 0.707 (fix 3)
E:FLOAT	Le nombre de décimales varie de 0 à 12 en fonction du nombre à afficher.
F:FLOAT 1 ... Q:FLOAT 12	Si le nombre de chiffres de la partie entière dépasse le nombre indiqué, le nombre est converti en format scientifique. Par exemple, en mode FLOAT 4: 12345.3 est affiché sous la forme 1.235E4

Affichage des formules

La rubrique **Pretty Print** permet de choisir la forme d'affichage des formules.

Pretty Print	
Off	On
π^2	π^2
$\pi/2$	$\frac{\pi}{2}$
$\sqrt{((x-3)/2)}$	$\sqrt{\frac{x-3}{2}}$

En mode Pretty print ON, les expressions saisies sont toujours affichées sous la forme mathématique usuelle dans la partie gauche de l'écran. Cela permet d'en vérifier la validité. (Voir exemple page 4-18.)

Les menus de la TI-89 / TI-92 Plus

Pour éviter un encombrement excessif du clavier, on utilise des menus pour accéder aux différentes fonctions. Cette section montre les principes généraux de l'utilisation de ces menus, la description des menus spécifiques sera faite dans les différents chapitres de la suite de ce manuel.

Affichage d'un menu

Appuyer	Pour afficher
<code>[APPS]</code>	Le menu des applications — Choix entre les différentes applications offertes par la TI-89 / TI-92 Plus.
<code>[F1]</code> , <code>[F2]</code> , etc.	Les menus de la barre d'outils — Leur contenu dépend de l'application en cours d'utilisation.
<code>[2nd]</code> <code>[MATH]</code>	Le menu des fonctions mathématiques.
<code>[2nd]</code> <code>[CHAR]</code>	Le menu des caractères spéciaux (lettres grecques, symboles mathématiques, etc.).

Choix d'une option

Pour choisir une option dans un menu, vous pouvez :

- Appuyer sur la touche portant le chiffre ou la lettre indiquée à gauche du nom de cette option.
— ou —
- Utiliser les touches de déplacement du curseur \leftarrow \rightarrow pour placer en surbrillance l'option choisie, puis appuyer sur `[ENTER]`.

Note. Le déplacement dans la liste se fait de façon circulaire.

Si vous appuyez sur \rightarrow quand vous êtes sur le premier choix, vous passerez directement au dernier choix du menu.

De même, si vous appuyez sur \leftarrow quand vous êtes sur la dernière option, vous reviendrez directement au début de la liste.



Pour sélectionner cette option, appuyez sur `[2]` ou sur \rightarrow `[ENTER]`. Cela referme le menu et colle le nom de la fonction à partir de la position du curseur.

`factor()`

La flèche \downarrow indique la présence de choix supplémentaires, accessibles en utilisant \rightarrow .



Le choix d'une option comportant le symbole \rightarrow ou "..." ouvre un sous-menu, ou une boîte de dialogue. Voir page suivante.

Les menus de la TI-89 / TI-92 Plus (suite)

Rubriques se terminant par ► (sous-menus)

Le choix d'une rubrique de ce type provoque l'affichage d'un sous-menu, vous devrez ensuite sélectionner une option en utilisant l'une des deux méthodes décrites précédemment.



Par exemple, le choix de la rubrique Complex affiche un sous-menu dans lequel vous pourrez choisir une fonction spécifique.

Note. Utilisez la touche de contrôle de curseur pour vous déplacer rapidement entre les différents sous-menus.

Avec les sous-menus, il est possible d'effectuer les opérations suivantes :

- Pour afficher le menu correspondant à la rubrique en surbrillance, appuyez sur \odot . (Cela est équivalent à la sélection de la rubrique.)
- Pour revenir au menu précédent, sans faire de sélection dans le sous-menu, appuyez sur \odot . (Même effet qu'en appuyant sur [ESC].)

Rubriques se terminant par "...” (boîtes de dialogue)

Le choix d'une rubrique de ce type provoque l'affichage d'une boîte de dialogue dans laquelle vous entrez des informations complémentaires.



Par exemple, Save Copy As... affiche une boîte de dialogue permettant de choisir le nom du répertoire et de la variable à utiliser.



Raccourcis clavier

Il est possible de sélectionner certaines rubriques sans avoir à ouvrir le menu correspondant. La combinaison de touches à utiliser (“raccourci clavier”) est indiquée à droite du nom de la rubrique :



Cet écran, obtenu avec une TI-89, montre qu'il suffit en fait d'utiliser la combinaison de touches $\left[\blacktriangleright \right] \left[\blacksquare \right]$ pour faire apparaître la boîte de dialogue FORMAT.
N.B. Sur la TI-92 Plus, il faut utiliser $\left[\blacktriangleright \right] \left[F \right]$.

Changement de menu

Pour passer d'un menu de la barre d'outils à un autre sans effectuer de sélection, vous pouvez appuyer sur la touche associée à l'autre menu ($\left[F1 \right]$, $\left[F2 \right]$, etc.), ou utiliser la touche de contrôle du curseur pour passer au menu suivant ($\left[\blacktriangleright \right]$) ou au menu précédent ($\left[\blacktriangleleft \right]$). Ce déplacement s'effectue de façon circulaire dans la liste des menus.

Note. Si vous utilisez $\left[\blacktriangleright \right]$ pour passer d'un menu à l'autre, vérifier que le nom d'un sous-menu n'est pas sélectionné. Dans ce cas, appuyer sur $\left[\blacktriangleright \right]$ provoquerait l'ouverture de ce sous-menu, et non le passage au menu suivant.

Annulation d'un menu

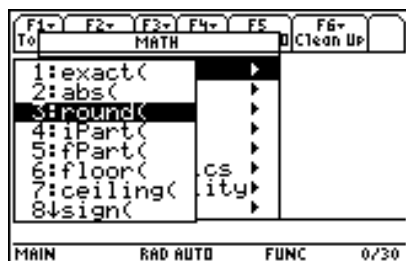
Pour sortir d'un menu sans effectuer de sélection, appuyez sur la touche $\left[\text{ESC} \right]$. Si vous étiez à l'intérieur d'un sous-menu, il faudra appuyer de nouveau sur $\left[\text{ESC} \right]$ pour sortir du menu précédent.

Exemple de sélection d'une option

Calculer une valeur approchée de π en conservant trois décimales. On utilise la fonction **round**, présente dans le menu **MATH/Number**.

1. Appuyez sur $\left[2\text{nd} \right] \left[\text{MATH} \right]$ pour afficher le menu MATH.
2. Appuyez sur 1 pour afficher le sous-menu **Number**. (Ou appuyez sur $\left[\text{ENTER} \right]$ puisque cette première option est déjà en surbrillance.)
3. Appuyez sur 3 pour sélectionner **round**. (Ou appuyez sur $\left[\blacktriangleleft \right] \left[\blacktriangleleft \right]$ et $\left[\text{ENTER} \right]$.)

Note. Il est également possible de taper le mot round, lettre par lettre, en utilisant le clavier alphanumérique de la TI-89 / TI-92 Plus.



4. Appuyez sur $\left[2\text{nd} \right] \left[\pi \right] \left[\left[\right] \right] 3 \left[\left[\right] \right]$ puis appuyez sur $\left[\text{ENTER} \right]$ pour évaluer l'expression.



Menus personnalisés

La TI-89 / TI-92 Plus permet de définir (par programme) ses propres menus. Vous trouverez une information plus complète à ce sujet dans le chapitre 35.

Activation du menu personnalisé

La TI-89 / TI-92 Plus dispose d'instructions permettant de créer un menu personnalisé ("Custom menu"). Une fois que ce menu a été défini (en exécutant un programme), il est possible de basculer entre le menu normal et ce menu personnalisé.

Pour vous permettre de découvrir cette fonctionnalité, la TI-89 / TI-92 Plus est livrée avec un exemple de menu personnalisé, qui sera ici désigné sous le nom de "Menu personnalisé par défaut".

Pour activer un menu personnalisé, il suffit d'appuyer sur $\boxed{2nd}$ [CUSTOM].

Par exemple, pour résoudre un système de deux équations, vous pourrez utiliser le "Menu Custom par défaut".

Note. Nous verrons également page 4–40 comment utiliser ce menu pour saisir des caractères accentués sur une TI-89.

Sélectionner l'option 4:Solve(and ,{x,y}), présente dans **F3 Solve**. Il vous suffira de compléter l'instruction qui sera alors copiée dans la liste d'édition. Celle-ci comporte déjà l'appel à la fonction **Solve**, la liste des variables, l'opérateur **and**...



Retour au menu normal

Appuyez à nouveau sur $\boxed{2nd}$ [CUSTOM] pour retrouver le menu normal de la calculatrice.

Retour au menu Custom par défaut

Si vous avez créé (voir chapitre 35) un autre menu utilisateur, sélectionnez l'option 3:Restore custom default dans le menu **F6 Clean Up**, puis appuyez sur \boxed{ENTER} pour redéfinir le "menu Custom par défaut" comme nouveau menu personnalisé.

Note. L'utilisation de cette commande a pour effet de coller dans la ligne d'édition les commandes nécessaires à la définition de ce menu. N'hésitez pas à faire défiler cette longue instruction pour avoir une idée du type d'instructions à utiliser pour définir un menu utilisateur.



Catalogue des fonctions et instructions

Il est possible d'avoir accès à l'ensemble de tous les noms des fonctions et instructions disponibles sur votre TI-89 / TI-92 Plus. Ce catalogue permet également d'obtenir une aide sur la syntaxe de ces fonctions et instructions.

Ouverture du catalogue

TI-89 : [CATALOG] TI-92 Plus : [2nd][CATALOG].

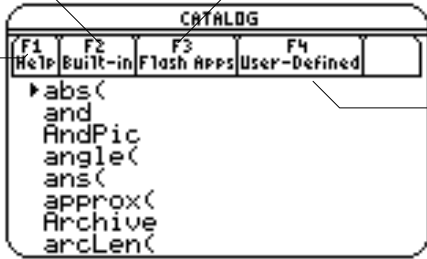
Par défaut, c'est la liste des fonctions et instructions internes qui est affichée (cela correspond au choix **F2 Built-in**).

Fonctions et programmes intégrés

Fonctions et programmes disponibles dans les Applications Flash éventuellement installées

Rappel de la syntaxe des instructions et fonctions intégrées, ou descriptif des fonctions et programmes définis par l'utilisateur. Cette aide pourra être enrichie par la suite grâce au chargement d'une Application Flash.

Fonctions et programmes créés par l'utilisateur



Note. Sur votre calculatrice, certaines options ne seront probablement pas accessibles.

- Le choix **F3 Flash Apps** ne sera accessible que lorsque vous aurez effectivement installé des Applications Flash.
- Le choix **F4 User-Defined** ne sera accessible que si vous avez déjà défini au moins une fonction ou un programme.

Par exemple, si cette dernière option n'est pas utilisable, revenez dans l'écran HOME en appuyant sur [2nd][QUIT], et tapez par exemple :

TI-89 : x^3 [STO] [2nd][a-lock] c u b e [alpha] (x) [ENTER]

TI-92 Plus : x^3 [STO] c u b e (x) [ENTER]

Appuyez ensuite sur TI-89 : [CATALOG] [F4] TI-92 Plus : [2nd][CATALOG] [F4].



Catalogue des fonctions et instructions (suite)

Sélection d'un nom

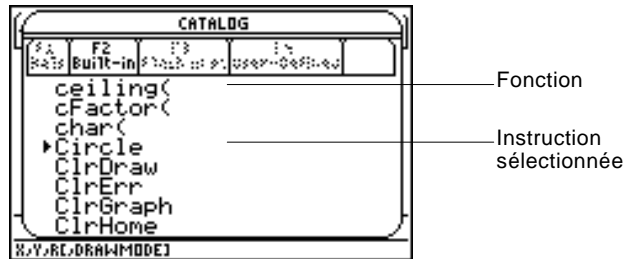
Note pour les utilisateurs d'une TI-89. Il est inutile d'appuyer sur la touche α pour accéder aux caractères alphabétiques lorsque cette boîte de dialogue est ouverte.

Note. Les noms de fonctions commencent par une minuscule, et sont suivis d'une parenthèse. Les noms d'instructions commencent par une majuscule.

Après avoir éventuellement choisi le type de données à afficher (touches $F2$, $F3$ ou $F4$), vous pouvez vous déplacer dans le catalogue en utilisant \leftarrow et \rightarrow ou 2^{nd} \leftarrow et 2^{nd} \rightarrow pour des déplacements par page entière.

On peut également taper une lettre. Dans ce cas le curseur se place sur le premier nom commençant par cette lettre (ou, à défaut, par la lettre suivante).

Par exemple, en appuyant sur C , puis trois fois sur \leftarrow , on obtient :



Ligne utilisée pour l'affichage de l'aide associée à la fonction ou à l'instruction sélectionnée.

Présentation des fonctions et instructions

La présentation varie légèrement suivant le type de données affichées.

- Choix **F2 Built-in** : le classement est alphabétique. Les noms spéciaux tels que $\Sigma($ ou $!$ sont regroupées en fin de catalogue.
- Choix **F3 Flash Apps** : l'affichage se fait sur deux colonnes. Celle de droite donne le nom de l'application contenant la fonction ou le programme.

Choix **F4 User Defined** : la colonne de droite donne le nom du dossier.

Aide sur les fonctions et instructions

Dans le cas des fonctions intégrées, un message rappelle la liste des arguments à utiliser. Les arguments optionnels sont indiqués entre crochets. Dans l'écran ci-dessus, on peut voir que pour construire un cercle, on doit indiquer les deux coordonnées du centre, puis le rayon, puis éventuellement une option permettant de choisir le type de construction. (Voir description complète dans l'annexe A).

Dans le cas d'une fonction définie par un utilisateur, il suffit d'insérer le texte que l'on souhaite voir affiché avec l'éditeur de programme, sur la troisième ligne (juste en dessous de : Func ou : Prog) sous la forme d'un commentaire (précédé du symbole \bullet).

Récupération d'un nom

Lorsque le symbole \blacktriangleright est positionné en face d'un nom, il suffit d'appuyer sur ENTER pour que ce nom soit recopié à partir de la position précédente du curseur dans l'écran (HOME, éditeur de programme...) où vous vous trouviez avant d'ouvrir le catalogue. Appuyez sur ESC pour revenir dans cet écran sans modification.

Choix d'une application

Vous devez vous placer dans l'écran associé à une application avant de pouvoir l'utiliser. Cela peut se faire à partir du menu des applications, ou en utilisant un raccourci clavier.

À partir du menu des applications

1. Appuyez sur **[APPS]** pour afficher un menu permettant de choisir entre toutes les applications disponibles.

Application	Utilisation :
1:FlashApps	Permet d'obtenir la liste des Applications Flash.
2:Y= Editor	Définition et modification des fonctions, des suites ou des graphiques statistiques. (Voir chapitre 5 à 13.)
3:Window Editor	Choix des paramètres de la fenêtre de construction d'un graphique. (Voir chapitre 5 à 13.)
4:Graph	Représentations graphiques. (Voir en particulier le chapitre 5.)
5:Table	Construction de la table de valeurs. (Voir chapitre 6.)
6:Data/Matrix Editor	Cet éditeur sera utilisé pour la saisie, et la modification d'un tableau de données (voir chapitre 16). Il permet aussi de manipuler les listes (chapitre 17) et les matrices (chapitre 29).
7:Program Editor	Cet éditeur permet l'écriture de programmes ou de fonctions. (Voir chapitre 32.)
8:Text Editor	Éditeur de textes. (Voir chapitre 18.)
9:Numeric Solver	Solveur numérique. (Voir chapitre 7.)
A:Home	Ecran HOME.

2. Pour choisir une application, vous pouvez ensuite :
 - Appuyer sur la touche portant le chiffre ou la lettre indiquée à gauche du nom de cette application.
 - ou —
 - Utiliser les touches de déplacement du curseur **⏪ ⏩** pour placer en surbrillance l'application, puis appuyer sur **[ENTER]**.

Choix d'une application (suite)

À l'aide du clavier

Vous pouvez accéder aux six applications les plus souvent utilisées à l'aide d'un raccourci clavier.

1. Pour l'écran HOME, il suffit d'appuyer sur
TI-89 : [HOME] TI-92 Plus : \blacklozenge [HOME].
2. Pour les autres applications,
 - TI-89 : appuyez sur la touche \blacklozenge puis appuyez sur l'une des touches [F1] ... [F5] pour choisir l'application désirée.
 - TI-92 Plus : appuyez sur la touche \blacklozenge puis appuyez sur l'une des touches W E R T Y pour choisir l'application désirée.

Par exemple,

- sur une TI-89, appuyez sur \blacklozenge puis sur [F1]
- sur une TI-92 Plus, appuyez sur \blacklozenge puis sur W

pour afficher l'écran Y=.

Dans ce manuel, cette frappe de touches est notée \blacklozenge [Y=], par analogie avec la notation utilisée pour les secondes fonctions des différentes touches.

Quitter une application

Pour passer à une autre application, il suffit de la sélectionner en utilisant la méthode précédente.

Le travail en cours est automatiquement sauvegardé.

Note. Il est également possible de revenir à l'écran de calcul en appuyant sur TI-89 : [HOME] TI-92 Plus : \blacklozenge [HOME].

Choisir une Application Flash

Note. L'écran que vous obtiendrez dépend des Applications Flash que vous aurez installées dans votre calculatrice.

Appuyez sur [APPS] 1 ou sur \blacklozenge [APPS] pour faire apparaître la liste des Applications Flash installées dans votre calculatrice.



Sélectionnez ensuite l'application désirée. Si aucune application n'est installée, vous obtiendrez un message vous donnant l'adresse du site Internet de Texas Instruments.



Choix des modes

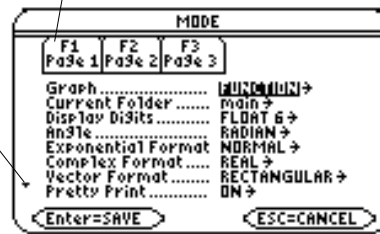
Les modes permettent de contrôler comment les nombres, les expressions et les graphiques sont affichés et interprétés. Les choix des modes sont conservés par la fonction Constant Memory™ quand on éteint la TI-89 / TI-92 Plus. Tous les nombres, y compris les éléments des listes et des matrices, sont affichés suivant les modes en cours.

Vérification des modes en cours

Appuyez sur **[MODE]** pour afficher la boîte de dialogue MODE, qui affiche la liste des modes, et leur réglage actuel. Ces différents modes sont tous décrits dans la section suivante.

Les rubriques de cette boîte de dialogue sont réparties sur trois "pages". Utilisez **[F1]**, **[F2]** et **[F3]** pour passer rapidement de l'une à l'autre.

Ce symbole indique la présence d'autres rubriques.



Note. Voir le chapitre 19 pour la description de l'utilisation du partage d'écran.

Note. Les rubriques concernant le partage d'écran sont grisées et inaccessibles lorsque l'on est en mode plein écran :

Split Screen = FULL.

Elles redeviendront accessibles quand on aura choisi le mode Split Screen = TOP-BOTTOM ou Split Screen = LEFT-RIGHT.

Changement des modes en cours

À partir de la boîte de dialogue MODE :

1. Placez en surbrillance la rubrique à modifier. Utilisez **[↑]** ou **[↓]** (ainsi que **[F1]**, **[F2]** et **[F3]**) pour vous déplacer dans la liste.
2. Appuyez sur **[→]** ou **[←]** pour afficher le menu des différentes options utilisables pour ce mode. Le réglage en cours est placé en surbrillance.
3. Choisissez la nouvelle option.
 - Utilisez **[↑]** ou **[↓]** pour placer en surbrillance cette option puis appuyez sur **[ENTER]**.
 - ou —
 - Appuyez sur la touche portant le chiffre ou la lettre correspondant à cette option.
4. Changez les autres options de mode si nécessaire.
5. Quand toutes les modifications sont faites, appuyez sur **[ENTER]** pour valider vos choix et sortir de la boîte de dialogue.

Note. Pour annuler un menu et revenir dans la boîte de dialogue MODE sans faire de sélection, appuyez sur **[ESC]**.

Note. Pour sortir de la boîte de dialogue MODE en annulant toutes les modifications, appuyez sur **[ESC]** à la place de **[ENTER]**.

Les différents modes

Cette section présente l'ensemble des rubriques du menu **MODE** accessible en appuyant sur la touche **MODE**. Elle comporte des renvois vers les chapitres du manuel détaillant l'utilisation de chacune de ces rubriques.

Graph

Cette rubrique permet de choisir le type de représentation graphique à construire

1:FUNCTION	Courbes définies par une relation du type $y = f(x)$, voir chapitre 5.
2:PARAMETRIC	Courbes paramétrées : $x = f(t)$, $y = g(t)$, voir chapitre 9.
3:POLAR	Courbes en coordonnées polaires, définies par $r = f(\theta)$, voir chapitre 10.
4:SEQUENCE	Étude graphique des suites, voir chapitre 8.
5:3D	Surfaces définies par une relation $z = f(x, y)$, voir chapitre 12.
6:DIFF EQUATIONS	Étude graphique des équations différentielles, voir chapitre 11.

Current Folder

Dossier en cours d'utilisation. Il est possible de diviser la mémoire de la TI-89 / TI-92 Plus en plusieurs zones afin d'accéder plus facilement aux informations. Voir chapitre 19.

Display Digits

Choix du nombre de décimales à utiliser pour l'affichage des résultats numériques. Voir page 4-20.

Angle

Il est possible de choisir entre deux modes de mesure d'angles : degrés ou radians.

Exponential Format

Affichage des nombres en notation normale, scientifique ou ingénieur. Voir page 4-20.

Complex Format

Choix du mode d'affichage des nombres complexes

1:REAL	Un message d'erreur est généré si un calcul sur des nombres réels conduit à un résultat complexe.
2:RECTANGULAR	Affichage des complexes sous la forme $a + ib$.
3:POLAR	Affichage des complexes sous la forme $re^{i\theta}$.

Note. L'utilisation des complexes est détaillée dans le chapitre 23.

Vector Format

Choix du mode d'affichage des vecteurs. Voir chapitre 28.

1:RECTANGULAR	Coordonnées cartésiennes x , y et z . Par exemple, $[3,5,2]$ correspond à $x = 3$, $y = 5$, et $z = 2$.
2:CYLINDRICAL	Coordonnées cylindriques r , θ , and z . Par exemple, $[3, \angle 45, 2]$ correspond à $r = 3$, $\theta = 45$, et $z = 2$.
3:SPHERICAL	Coordonnées sphériques r , θ , et ϕ . Par exemple, $[3, \angle 45, \angle 90]$ correspond à $r = 3$, $\theta = 45$, et $\phi = 90$. Note. ϕ est mesuré à partir du pôle, et non à partir de l'équateur.

Pretty Print

Affichage des formules sur une seule ligne, ou suivant la notation mathématique usuelle. Voir page 4–20.

Split Screen

Cette rubrique permet d'effectuer un partage de l'écran en deux parties. Voir chapitre 19.

**Split 1 App
Split 2 App**

Choix des applications lorsque l'on utilise un partage d'écran. Voir chapitre 19.

**Number of Graphs
Graph 2**

Ces deux rubriques permettent l'utilisation simultanée de deux types de représentations graphiques. On peut par exemple obtenir une courbe en coordonnées polaires dans une fenêtre, et une courbe cartésienne dans l'autre. Voir chapitre 19.

Split Screen Ratio

Pour la TI-92 Plus, il est possible de choisir entre une partage d'écran en deux parties égales, ou un partage du type un tiers, deux tiers. Voir chapitre 19.

Exact/Approx

Choix du mode de calcul : exact, approché, ou ajustement automatique. Voir page 4–19.

Base

Choix de la base de numération utilisée. Voir chapitre 15.

Unit system

Choix du système d'unités utilisées. Voir chapitre 14.

Custom units

Système personnalisé d'unités.
Accessible quand Unit system = Custom. Voir chapitre 14.

Language

Cette option vous permet de choisir la langue utilisée.
Voir chapitre 2.

Utilisation de nombres complexes

La TI-89 / TI-92 Plus offre le choix entre trois modes de fonctionnement : calcul en mode réel, calcul en mode complexe avec représentation des nombres sous forme rectangulaire ou avec représentation des nombres sous forme polaire. Il est également possible de choisir le format qui sera utilisée pour la saisie de ces nombres.

Représentation rectangulaire

Les nombres complexes peuvent être représentés sous forme rectangulaire $x + iy$.

Il suffit de choisir le mode Complex Format.... RECTANGULAR.



Pour cela, appuyez sur **MODE** ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ **2** **ENTER**.

Représentation polaire

Les nombres complexes peuvent également être représentés sous forme polaire :

- $re^{i\theta}$ en mode RADIAN.
- $(r\angle\theta)$ en mode DEGREE.

Il suffit de choisir le mode Complex Format.... POLAR.



Mode RADIAN
ou DEGREE.

Pour cela, appuyez sur **MODE** ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ **3** **ENTER**.

Retour au fonctionnement en mode réel

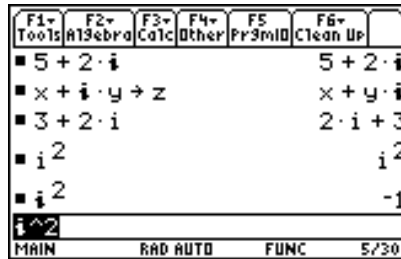
Pour revenir au fonctionnement dans l'ensemble des nombres réels, choisir le mode Complex Format.... REAL en appuyant sur **MODE** ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ **1** **ENTER**.

Les résultats affichés peuvent être complexes si l'on saisit un nombre complexe, ou si l'on utilise une fonction complexe telle que **cFactor()**, **cSolve()**, ou **cZeros()**.

L'affichage se fait alors sous la forme $x + iy$ ou $re^{i\theta}$.

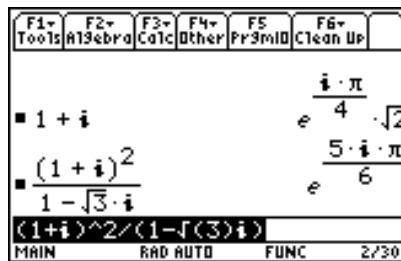
Saisie sous forme rectangulaire

On entre un nombre de la forme $x + iy$ en utilisant la touche $\boxed{2nd} [i]$. Attention, il ne faut pas utiliser directement la touche alphabétique i qui désigne la variable dont le nom est i .



Erreurs de saisie : utilisation de la lettre i à la place du symbole i accessible par les touches $\boxed{2nd} [i]$

Si la machine est en mode Complex Format.... POLAR, les nombres sont automatiquement convertis en forme polaire.



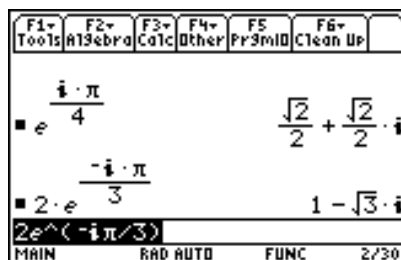
Saisie sous forme polaire

Il est également possible d'entrer un nombre sous forme polaire :

- $re^{i\theta}$ en utilisant les touches
TI-89 : $\boxed{\rightarrow} [e^x]$ **TI-92 Plus** : $\boxed{2nd} [e^x]$
 et $\boxed{2nd} [i]$, uniquement si la machine est en mode RADIAN.
- $(r\angle\theta)$ en mode DEGREE ou RADIAN.
 (Pour obtenir le symbole \angle , appuyez sur $\boxed{2nd} [\angle]$.)

Note. Les parenthèses sont nécessaires pour la forme $(r\angle\theta)$.

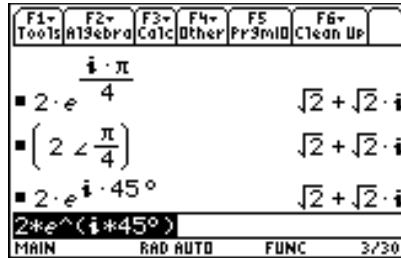
Si la machine est en mode Complex Format.... RECTANGULAR, les nombres sont automatiquement convertis en forme rectangulaire.



Utilisation de nombres complexes (suite)

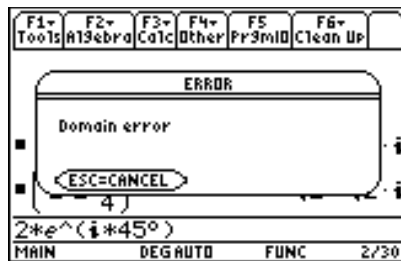
La machine est en mode Complex Format..... RECTANGULAR et en mode RADIAN.

Note. Même en mode RADIAN il est possible d'entrer θ en degrés pour cela taper le symbole $^\circ$ à la suite de la valeur (par exemple 45°). Pour obtenir ce symbole, appuyez sur 2^{nd} $[\circ]$.



Mode RADIAN.

Par contre le même calcul en mode DEGREE provoque une erreur.



Mode DEGREE.

Mode angulaire

Attention, il est impératif de se placer en mode RADIAN pour éviter tout conflit lors de certains calculs sur les nombres complexes.

En particulier, l'égalité entre e^{ix} et $\cos x + i \sin x$ n'est pas respectée en mode DEGREE.

Comme vous pouvez le remarquer, la forme admise pour saisir un nombre complexe dépend du mode angulaire en cours d'utilisation.

Vous pouvez utiliser la forme :	Si le mode angulaire est :
$x + iy$	RADIAN ou DEGREE
$r e^{i\theta}$	RADIAN seulement .
$(r \angle \theta)$	RADIAN ou DEGREE

Mémorisation et rappel de valeurs

Vous pouvez mémoriser une valeur ou une expression dans une variable dont vous pouvez choisir le nom. Vous pourrez ensuite utiliser le nom de cette variable à la place de cette valeur lors de l'écriture d'une nouvelle expression.

Choix du nom des variables

Note. Vous pouvez également utiliser les caractères accentués, ou encore les lettres grecques.

Pour nommer une variable, suivez les règles suivantes :

- Vous pouvez utiliser 8 caractères au maximum. N'utilisez pas le caractère "espace".
- Le premier caractère ne doit pas être un chiffre.
- Vous pouvez utiliser des caractères majuscules ou minuscules. Les noms AB22, Ab22, aB22, et ab22 désignent tous la même variable.

Exemples :

myvar	valide.
a	valide.
Log	invalide, c'est le nom d'une fonction.
Log1	valide.
3rdTotal	invalide, commence par un chiffre.
circumfer	invalide, comporte plus de 8 caractères.

Noms réservés

Reportez-vous à l'annexe B pour voir quels sont les noms réservés.

- Noms de fonctions prédéfinies et d'instructions.
- Certains noms de variables système.

Mémorisation d'une valeur dans une variable

1. Entrez la valeur (ou l'expression) à mémoriser.
2. Appuyez sur **[STO]**. Le symbole de mémorisation (\rightarrow) s'affiche.
3. Tapez le nom de la variable, en respectant les règles ci-dessus.
4. Appuyez sur **[ENTER]** pour mémoriser la valeur dans la variable.

5+8^3	\rightarrow num1	517
-------	--------------------	-----

Valeur d'une variable

1. Tapez le nom de la variable.
2. Appuyez sur **[ENTER]**.

num1	517
------	-----

Note. Si aucune valeur n'a été mémorisée dans cette variable, c'est simplement le nom de cette variable qui sera affiché.

num1+a	a+517
--------	-------

Mémorisation et rappel de valeurs (suite)

Utilisation d'une variable dans une expression

1. Tapez le nom de la variable dans l'expression.
2. Appuyez sur **[ENTER]** pour calculer la valeur de l'expression.

3* num1	1551
num1	517

Si vous voulez que cette valeur remplace la valeur précédente de la variable, utilisez la procédure de mémorisation.

3* num1 → num1	1551
num1	1551

Effacement

Le chapitre 20 décrit en détail toutes les opérations relatives à la gestion de la mémoire de la calculatrice. Vous y trouverez la méthode à utiliser pour effacer simplement une ou plusieurs variables à partir de l'écran VAR-LINK, obtenu en appuyant sur **[2nd][VAR-LINK]**.

Vous pouvez également effacer une variable directement à partir de l'écran de calcul en tapant la commande

DelVar *Nom.DeVariable*

Note. Vous pouvez taper le mot **delvar** en toutes lettres, ou utiliser le catalogue.

Effacement rapide

Vous pouvez également utiliser les instructions **Clear a-z** ou **NewProb** présentes dans le même menu **Clean Up** de l'écran HOME. Ces instructions sont décrites à la page 4–14 de ce chapitre.

Nous vous recommandons d'utiliser systématiquement la commande NewProb avant d'effectuer une nouvelle série de calculs utilisant des expressions symboliques.

Rappel du contenu d'une variable dans la ligne d'édition

Appuyez sur **[2nd][RCL]** pour afficher la boîte de dialogue RECALL VARIABLE.



Entrez le nom de la variable, appuyez sur **[ENTER]** pour valider ce nom, puis sur **[ENTER]** pour fermer la boîte de dialogue.

La définition de la variable est alors copiée dans la ligne d'édition.

Note. Si vous entrez le nom d'une variable n'ayant pas reçu de valeur, vous obtiendrez un message d'erreur.

Différence entre l'utilisation de RCL et l'utilisation du nom de la variable

Lorsque vous utilisez le nom d'une variable dans la ligne d'édition, ce nom sera remplacé, *lors du calcul de l'expression*, par la valeur de la variable après validation par la touche **[ENTER]**.

Lorsque vous utilisez l'instruction RCL, le contenu de la variable est immédiatement recopié dans la ligne d'édition.

Différence entre la valeur d'une variable et le contenu de cette variable

Note. Lorsque l'on place une valeur numérique dans une variable, il n'y a pas de différence entre contenu de la variable, et valeur de la variable.

Le problème ne se pose que lorsque l'on définit le contenu d'une variable à partir d'autres noms de variables.

Supposons que l'on effectue les opérations suivantes :

```
Del var x
2*x → y
10 → x
```

1. La première instruction efface le contenu éventuel de x .
2. À la suite de la deuxième instruction, le contenu de y est $2x$.
3. À la suite de la troisième instruction, le contenu de x est 10.

Par la suite si on calcule une expression contenant y , la TI-89 / TI-92 Plus va remplacer cette variable par son contenu, c'est à dire $2x$. Puis la TI-89 / TI-92 Plus va remplacer x par son contenu, c'est à dire 10.

Finalement, la valeur de la variable y aura été remplacé par 20. Le contenu de y est $2x$, sa valeur est 20.

Si on change par la suite le contenu de x , la valeur de y sera modifiée. Attention, l'ordre dans lequel on effectue les opérations a de l'importance :

Del var x	Del var x
$2x \rightarrow y$	$10 \rightarrow x$
$10 \rightarrow x$	$2x \rightarrow y$
$50 \rightarrow x$	$50 \rightarrow x$

Le contenu de y est $2x$
La valeur de y est 100

Le contenu de y est 20
La valeur de y est 20

En effet dans le second cas, lors de l'instruction $2x \rightarrow y$, $2x$ a été remplacé par sa valeur c'est à dire par 20. Dans le premier cas, x n'avait pas de contenu, et c'est donc bien l'expression $2x$ qui a été utilisée pour définir le contenu de y .


















La ligne d'état



La ligne d'état est affichée dans le bas de l'écran. Elle fait apparaître une liste d'indicateurs permettant de connaître l'état de la calculatrice.

Les indicateurs de la ligne d'état

Les indicateurs situés sur la ligne d'état (bas de l'écran) vous informent sur les modes de fonctionnement de votre calculatrice.

Note. Sur TI-89, le nom du dossier actif peut éventuellement être tronqué.

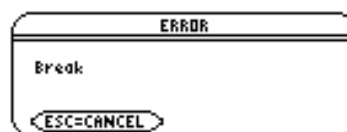
Indicateur	Signification
Dossier actif	MAIN est le dossier utilisé par défaut. Voir chapitre 20.
Touche de fonction	Indique que vous venez d'appuyer sur  (TI-89),  ,  ,  ou sur  (TI-92 Plus).
  (TI-89)	La frappe de la prochaine touche permettra d'obtenir le caractère alphabétique associé. L'affichage en surbrillance indique que le clavier est verrouillé en mode alphabétique par  [a-lock].
  (TI-89)	Le clavier est verrouillé en mode alphabétique majuscule par   .
	La prochaine lettre sera une lettre majuscule. Sur TI-89, on obtiendra l'activation de la gomme ou du crayon dans l'écran graphique.
	La frappe de la prochaine touche activera le raccourci clavier associé à cette touche.
	La frappe de la prochaine touche permettra d'obtenir la seconde fonction de cette touche.
 (TI-92 Plus)	Touche  enfoncée. Dans l'écran graphique on obtiendra l'activation de la gomme ou du crayon.
Mesure d'angle	Indique l'unité utilisée pour les mesures d'angles. (modifiable à partir du menu MODE .)
RAD	Radians
DEG	Degrés
Mode de calcul	Voir page 4–19.
AUTO	Ajustement automatique, en fonction de la complexité du calcul sous forme symbolique.
EXACT	Mode exact.
APPROX	Mode approché.

Indicateur	Signification
Numéro de mode graphique	Cet indicateur apparaît en mode de partage d'écran, pour indiquer le mode graphique en cours d'utilisation dans la fenêtre graphique. (TI-89 : G1 ou G2, TI-92 Plus : GR#1 ou GR#2).
Mode graphique	Type de graphique pouvant être représenté. (Modifiable à partir du menu MODE .)
FUNC	Courbes définies par une relation du type $y = f(x)$.
PAR	Courbes paramétrées : $x = f(t)$, $y = g(t)$.
POL	Courbes en coordonnées polaires, $r = f(\theta)$.
SEQ	Étude graphique des suites.
3D	Surfaces définies par $z = f(x, y)$.
DE	Équations différentielles.
Historique	Voir page 4–12.
Variable protégée	Cet indicateur apparaît lorsque l'on ouvre une variable protégée (texte, programme, fonction...) avec l'éditeur associé à ce type de variable.
	
Niveau des piles	Cet indicateur apparaît quand le niveau des piles baisse.
BATT 	S'il apparaît sur un fond sombre remplacez immédiatement les piles.
Indicateur d'activité	Permet de connaître l'état de la calculatrice.
BUSY	La TI-89 / TI-92 Plus est en cours de calcul ou de construction d'un graphique.
PAUSE	Vous avez suspendu l'exécution d'un calcul, d'un programme ou d'une construction graphique.

Note. Les indicateurs d'historique, **BUSY** et **PAUSE** occupent le même emplacement dans la ligne d'état.

Si l'indicateur **BUSY** reste allumé de façon prolongée, vous pouvez interrompre le calcul en cours en appuyant sur la touche **ON**.

Vous obtiendrez l'affichage d'une boîte de dialogue indiquant l'interruption du calcul.



Appuyez sur **ESC** pour revenir à la ligne d'édition.

Caractères spéciaux ou accentués

Le clavier de la TI-89 / TI-92 Plus, pourtant riche de nombreuses inscriptions, ne permet pas d'indiquer tous les caractères spéciaux qu'il est en fait possible d'obtenir. Vous trouverez dans cette section les informations utiles à ce sujet.

Caractères accentués sur la TI-89

Vous trouverez les caractères accentués dans le menu CHAR, option International. (Une rubrique pour chaque voyelle.)



Note. Vous pouvez utiliser préalablement l'option 3:restore custom default, à partir du menu **F6 Clean Up** de l'écran HOME pour rétablir ce menu si vous avez programmé et utilisé d'autres menus personnalisés. Voir le chapitre 35 pour d'autres informations sur l'utilisation de ce type de menus.

Une façon plus pratique de procéder est d'utiliser le menu Custom par défaut, que l'on peut activer en appuyant sur **[2nd]** [CUSTOM].



Important. Lorsque l'on utilise un menu, le verrouillage du mode alphabétique est temporairement suspendu. Il suffit donc d'appuyer directement sur **[1]**, **[2]**, **[3]**... pour obtenir è, é, ê...

Caractères accentués sur la TI-92 Plus

Note. Il suffit de mémoriser la lettre modèle utilisée pour chaque type d'accent.

- é : accent aigu
- à : accent grave
- ô : accent circonflexe
- ü : tréma.

- Accent aigu : pressez **[2nd]** E, puis la lettre souhaitée.
- Accent grave : pressez **[2nd]** A, puis la lettre souhaitée.
- Accent circonflexe : pressez **[2nd]** O, puis la lettre souhaitée.
- Tréma : pressez **[2nd]** U, puis la lettre souhaitée.
- Tilde : pressez **[2nd]** N, puis la lettre souhaitée.

Exemple. Pour entrer le mot même, vous appuierez sur les touches **M** **[2nd]** O E M E.

Cédille

- **TI-89.** Vous trouverez le caractère “ç” dans le menu CHAR, option International, sous-option Other. Ici aussi, il est possible d'utiliser le menu Custom par défaut.
- **TI-92 Plus.** Pour taper une lettre comportant une cédille (ç ou Ç) appuyez sur **[2nd]** C, puis tapez la lettre souhaitée : C ou **[↑]** C.
Exemple. Pour entrer le mot garçon, vous appuierez sur les touches G A R **[2nd]** C C O N.

Caractères spéciaux

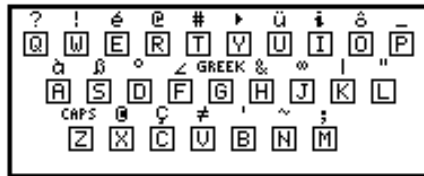
Certains caractères sont accessibles directement à partir du clavier.

- **TI-89.** Appuyez sur \blacklozenge [EE] pour les faire afficher à l'écran.



On obtient ces symboles en utilisant la touche \blacklozenge suivie de la touche correspondante.

- **TI-92 Plus.** Appuyez sur \blacklozenge [KEY] pour les faire afficher à l'écran.



On obtient ces symboles en utilisant la touche 2nd suivie de la touche correspondante.

Caractères grecs

Pour obtenir ces caractères,

1. **TI-89 :** \blacklozenge [] **TI-92 Plus :** 2nd G
2. Utilisez ensuite la séquence de touches permettant d'obtenir la lettre latine correspondante, indiquée dans le tableau ci-dessous.

Lettre latine	a	b	d, D	e	f	g, G	l	m
Lettre grecque	α	β	δ, Δ	ϵ	ϕ	γ, Γ	λ	μ
Lettre latine	p, P	r	s, S	t	w, W	x	y	z
Lettre grecque	π, Π	ρ	σ, Σ	τ	ω, Ω	ξ	ψ	ζ

Note. Les lettres π et θ sont directement accessibles au clavier.

Exemples.

α **TI-89 :** \blacklozenge [] [alpha] A **TI-92 Plus :** 2nd G A.

Δ **TI-89 :** \blacklozenge [] [↑] D **TI-92 Plus :** 2nd G [↑] D

Autres caractères spéciaux

Note. Vous trouverez dans l'annexe B la liste de tous les caractères spéciaux disponibles sur la TI-89 / TI-92 Plus, ainsi que les frappes de touches à utiliser pour les obtenir.

1. Appuyez sur 2nd [CHAR].
2. Choisissez la catégorie souhaitée.
La liste des caractères disponibles est ensuite affichée.



3. Choisissez un caractère. Si nécessaire, vous pouvez faire défiler la liste des caractères disponibles en utilisant \blacktriangleleft ou \blacktriangleright .

Version du logiciel et identification électronique

Dans certaines circonstances, il est possible que vous ayez besoin de trouver des informations sur votre TI-89 / TI-92 Plus, notamment la version du logiciel et le numéro d'identification électronique de la calculatrice.

Affichage de l'écran "About"

À partir de l'écran de calcul, appuyez sur **F1** puis sélectionnez A:About.



Sur votre calculatrice, vous obtiendrez un affichage différent de celui présenté ci-contre.

Appuyez sur **ENTER** ou **ESC** pour fermer l'écran.



Quand avez-vous besoin de ces informations ?

Les informations qui apparaissent sur l'écran About peuvent être utiles dans les cas suivants :

- Si vous vous procurez un nouveau logiciel ou une mise à niveau, pour votre TI-89 / TI-92 Plus, il est possible que vous deviez fournir la version de votre logiciel courant et/ou le numéro d'identification électronique (numéro ID) de votre calculatrice.
- Si votre TI-89 / TI-92 Plus vous pose des problèmes et que vous devez faire appel au support technique, la connaissance de la version du logiciel peut faciliter le diagnostic du problème.

Liste de numéros d'identification électronique (ID List)

Dans l'écran VAR-LINK, l'option 6:Send ID du menu **F3 Link** est destinée à permettre la collecte de numéros d'identifications électroniques (numéros ID) en provenance de calculatrices TI-89 / TI-92 Plus individuelles.

Cette fonctionnalité permet de récupérer facilement ces numéros ID dans l'optique d'achat groupés d'applications commerciales.

Le choix A:Clear ID List du menu **F1 Manage** efface les numéros ID ayant été collectés depuis une TI-89 / TI-92 Plus.

Vous trouverez sur le site <http://www.ti.com/calc> des informations complémentaires sur la façon d'envoyer une liste de numéros ID à un ordinateur.

Étude graphique d'une fonction



Un premier exemple	5-2
L'écran Y=, définition et sélection des fonctions.....	5-9
Définition d'une nouvelle fonction.....	5-9
Modification d'une fonction.....	5-9
Effacement d'une fonction.....	5-9
Effacement de toutes les fonctions.....	5-9
Sélection des fonctions à représenter.....	5-9
Format.....	5-10
Style de tracé.....	5-10
Exemple d'utilisation des styles de tracés	5-11
Zoom.....	5-11
L'écran WINDOW, choix de la fenêtre de tracé	5-12
Définition de la fenêtre de tracé	5-12
Zooms.....	5-12
Sauvegarde ou rappel des paramètres.....	5-13
L'écran GRAPH, représentation graphique.....	5-14
Pause	5-14
Abandon.....	5-14
Format.....	5-14
Zoom.....	5-14
Déplacement sur une courbe	5-14
Suivi automatique	5-14
Nouvelle construction.....	5-14
Les outils mathématiques de l'écran GRAPH.....	5-15
Les outils de dessin de l'écran GRAPH.....	5-17
Outils du menu F6 Draw	5-17
Outils du menu F7 Pen	5-18
Sauvegarde d'une construction graphique.....	5-19
Sauvegarde des éléments définissant la construction.	5-19
Sauvegarde de l'image.....	5-19
Sauvegarde des valeurs utilisées pour la construction.....	5-19
Sauvegarde d'une partie de l'image.....	5-20
Rappel du contenu d'une base de données graphiques	5-20
Rappel d'une copie de l'écran graphique.....	5-20
Rappel d'une copie partielle.....	5-20
Étude d'une fonction à partir de l'écran de calcul.....	5-21
L'instruction Graph	5-21
Retour aux fonctions de l'écran Y=.....	5-21

Ce chapitre présente l'utilisation de la TI-89 / TI-92 Plus en mode graphique 2D. Nous allons représenter graphiquement une fonction et répondre à différentes questions : recherche d'un maximum, intersections avec les axes, intersection avec une deuxième courbe, changement du cadrage, résolution graphique d'une inéquation.

Il s'agit ici d'une étude graphique, et nous obtiendrons des valeurs numériques approchées des solutions. Nous verrons par la suite qu'il est souvent possible d'obtenir les valeurs exactes.

Vous trouverez à la fin de ce chapitre un récapitulatif de toutes les possibilités offertes à partir de l'écran graphique 2D.

Un premier exemple

Les pages suivantes vont nous permettre de découvrir différentes possibilités de la TI-89 / TI-92 Plus pour l'étude graphique des fonctions.

Nous allons commencer par la construction de la représentation graphique de $f(x) = x \cos(x)$.

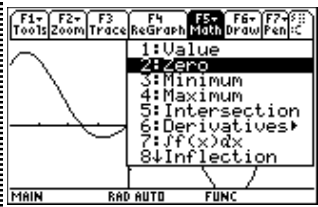
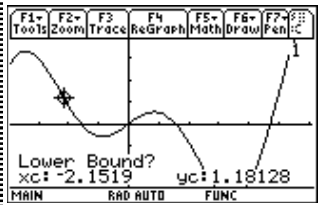
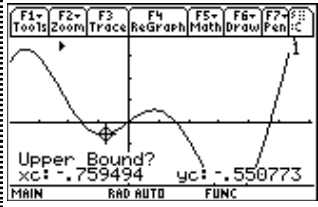
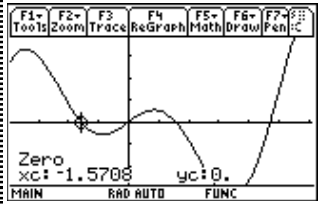
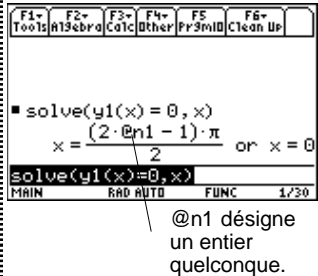
Étapes	Touches TI-89	Touches TI-92 Plus	Affichage
1. Affichez la boîte de dialogue MODE. – Choisissez Graph : FONCTION. – Vérifiez également que la calculatrice est bien en mode RADIAN.	[MODE] ⤴ 1 [ENTER]	[MODE] ⤴ 1 [ENTER]	
2. Ouvrez l'éditeur de fonctions Y=, effacez les fonctions éventuellement présentes, et définissez $y_1(x)=x \cdot \cos(x)$. <i>Cet effacement n'est utile que pour obtenir les mêmes écrans que ceux présentés dans cet exemple.</i>	⬇ [Y=] [F1] 8 [ENTER] X [X] [2nd] [COS] X [1] [ENTER]	⬇ [Y=] [F1] 8 [ENTER] X [X] [COS] X [1] [ENTER]	
3. Construction de la représentation dans une fenêtre de tracé standard. Il suffit d'appuyer sur deux touches pour obtenir la représentation dans une fenêtre du type $[-10,10] \times [-10,10]$. La construction de la courbe est automatiquement lancée lorsque l'on choisit l'option ZoomStd.	[F2] 6	[F2] 6	
4. Représentation dans une fenêtre particulière.	⬇ [WINDOW] [5] ⤵ 5 ⤵ 1 ⤵ [3] ⤵ 3 ⤵ 1 ⤵ 2	⬇ [WINDOW] [5] ⤵ 5 ⤵ 1 ⤵ [3] ⤵ 3 ⤵ 1 ⤵ 2	
5. Lancement de la construction dans cette nouvelle fenêtre.	⬇ [GRAPH]	⬇ [GRAPH]	

Nous allons à présent ajuster le cadrage de différentes façons.

Étapes	Touches TI-89	Touches TI-92 Plus	Affichage
6. Ajustement automatique du cadrage. La courbe que nous venons d'obtenir est coupée. L'option ZoomFit permet d'ajuster automatiquement les valeurs de ymax et ymin.	[F2] alpha A	[F2] A	
7. Sélection d'une zone particulière. L'option ZoomBox permet de délimiter une zone rectangulaire sur l'écran, puis d'obtenir la représentation de la courbe dans ce rectangle.	[F2] 1	[F2] 1	
– Placez le curseur à l'un des sommets de la zone rectangulaire, et appuyez sur [ENTER].	⬅ ... ➡ ... ➡ [ENTER]	⬅ ... ⬅ ... ⬅ [ENTER]	
– Placez ensuite le curseur au sommet opposé, et appuyez de nouveau sur [ENTER].	⬇ ... ⬆ ... ⬆ [ENTER]	⬇ ... ⬇ ... ⬇ [ENTER]	
8. On peut facilement revenir au cadrage précédent à l'aide de l'option ZoomPrev (zoom previous, zoom précédent). Ce choix se trouve dans le menu Zoom/Memory .	[F2] alpha B [ENTER]	[F2] B [ENTER]	
9. Appuyez sur [F3] pour passer en mode Trace, ce qui permet de se déplacer facilement sur la courbe. <i>Note.</i> Lorsque plusieurs courbes sont affichées, ⬅ et ⬇ permettent de passer d'une courbe à l'autre.	[F3] ⬅ ... ⬆	[F3] ⬅ ... ⬆	
10. Appuyez sur [ENTER] pour recentrer la construction sur le point désigné par le curseur. En mode Trace, il est également possible d'entrer une valeur numérique comprise entre xmin et xmax. Le curseur se place alors sur le point dont l'abscisse correspond à cette valeur. Par exemple [5] [ENTER] place le curseur en xc=5.	[ENTER]	[ENTER]	

Un premier exemple (suite)

À présent, nous allons résoudre l'équation $x \cos(x) = 0$. Nous allons commencer par une résolution graphique, puis utiliser une résolution symbolique.

Étapes	Touches TI-89	Touches TI-92 Plus	Affichage
11. Choisissez l'option Zero dans le menu [F5] Math pour déterminer un point d'intersection entre la courbe et l'axe des abscisses.	[F5] 2	[F5] 2	
12. On doit ensuite choisir la borne inférieure de l'intervalle de recherche en déplaçant le curseur sur la courbe. <i>Conseil.</i> Appuyez sur [2nd] ⏏ ou [2nd] ⏏ pour accélérer le déplacement du point sur la courbe.	⏏ ... ⏏ [ENTER]	⏏ ... ⏏ [ENTER]	
13. Choisissez de même la borne supérieure. <i>Note.</i> Nous verrons un peu plus loin qu'il est aussi possible de définir numériquement ces valeurs.	⏏ ... ⏏ [ENTER]	⏏ ... ⏏ [ENTER]	
14. Après un court temps de calcul, la valeur de la solution est affichée.			
15. Utilisez la fonction solve, présente dans le menu [F2] Algebra de l'écran de calcul, pour déterminer l'expression exacte des solutions. On obtient $x = \frac{(2k-1)\pi}{2} \text{ ou } x = 0 \quad (k \in \mathbf{Z})$	[HOME] [F2] 1 Y 1 [X] [ENTER]	⏏ [HOME] [F2] 1 Y 1 [X] [ENTER]	 <p>@n1 désigne un entier quelconque.</p>

Sur cette page, nous allons étudier successivement différents points remarquables. Nous chercherons les coordonnées d'un maximum local et d'un point d'inflexion.

Étapes	Touches TI-89	Touches TI-92 Plus	Affichage
16. Nous allons à présent rechercher les coordonnées du maximum local positif.	<p>▶ [GRAPH]</p> <p>[F5] 4</p>	<p>▶ [GRAPH]</p> <p>[F5] 4</p>	
17. Indiquez la borne inférieure de l'intervalle de recherche.	<p>◀ ... ▶</p> <p>[ENTER]</p> <p><i>Conseil. Appuyez sur [2nd] ◀ ou [2nd] ▶ pour accélérer le déplacement du point sur la courbe.</i></p>	<p>◀ ... ▶</p> <p>[ENTER]</p>	
18. Définissez ensuite la borne supérieure.	<p>▶ ... ▶</p> <p>[ENTER]</p>	<p>▶ ... ▶</p> <p>[ENTER]</p>	
19. Après un court temps de calcul, les coordonnées du maximum sont affichées.			
20. Cherchons à présent un point d'inflexion.	<p>[F5] 8</p>	<p>[F5] 8</p>	
21. Ici aussi, on indique les bornes de l'intervalle de recherche. Il est possible de déplacer le curseur, ou d'entrer directement des valeurs numériques.	<p>[(-) 3] [ENTER]</p> <p>[(-) 1] [ENTER]</p>	<p>[(-) 3] [ENTER]</p> <p>[(-) 1] [ENTER]</p>	

Un premier exemple (suite)

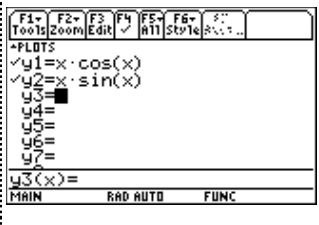
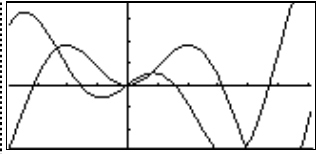
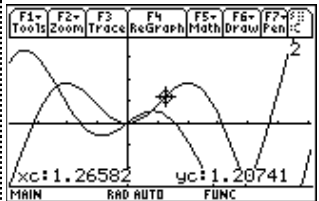
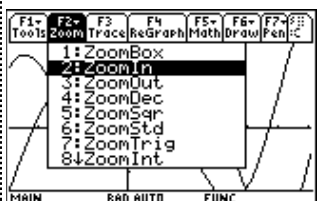
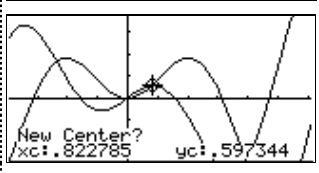
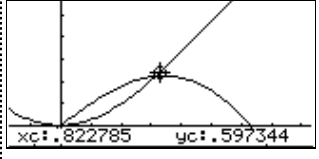
Poursuivons par la construction d'une tangente, l'ajout d'une légende, et la sauvegarde de l'écran dans une variable.

Étapes	Touches TI-89	Touches TI-92 Plus	Affichage
<p>22. Il est possible de construire la tangente à la courbe en un point donné.</p> <p>Construisons par exemple la tangente au point d'inflexion que nous venons de déterminer.</p>	<p>[F5] [alpha] A</p> <p>[(-)] 2 [.] 2 8 8</p> <p>[ENTER]</p>	<p>[F5] A</p> <p>[(-)] 2 [.] 2 8 8</p> <p>[ENTER]</p>	<p>3:Minimum 4:Maximum 5:Intersection 6:Derivatives 7:f(x)dx 8:Inflection 9:Distance A:Tangent</p>
<p>23. Ajout de commentaires.</p> <p>Il suffit d'utiliser les options proposées dans le menu accessible en appuyant sur</p> <p>TI-89 : [2nd] [F7] TI-92 Plus : [F7].</p> <ul style="list-style-type: none"> Pour écrire un texte, choisissez l'option Text. Pour tracer un trait, utilisez l'option Line, ou l'option Pencil. <p>Dans cette dernière option, appuyez sur</p> <p>TI-89 : [↑] TI-92 Plus : [↻]</p> <p>pour tracer, relâchez cette touche pour déplacer le curseur.</p>	<p>[2nd] [F7] 7</p> <p><i>Déplacer le curseur jusqu'au point souhaité</i></p> <p>[2nd] [a-lock] [↑]</p> <p>INFLEXION</p> <p>[alpha]</p> <p>[2nd] [F7] 3</p> <p><i>Déplacer le curseur jusqu'au point souhaité</i></p> <p>[ENTER]</p> <p>[←] [→] [↶] [↷]</p> <p>[ENTER]</p>	<p>[F7] 7</p> <p><i>Déplacer le curseur jusqu'au point souhaité</i></p> <p>[↑]</p> <p>INFLEXION</p> <p>[ENTER]</p>	<p>1:Pencil 2:Eraser 3:Line 4:Circle 5:Horizontal 6:Vertical 7:Text 8:Save Picture</p>
<p>24. Il est possible de sauver la figure obtenue en vue d'une utilisation ultérieure.</p>	<p>[F1] 2</p> <p>[0] 2</p> <p>[↶] [↷]</p> <p>GRAPH [alpha] 1</p> <p>[ENTER] [ENTER]</p>	<p>[↶] S</p> <p>[0] 2</p> <p>[↶] [↷]</p> <p>GRAPH 1</p> <p>[ENTER] [ENTER]</p>	<p>SAVE COPY AS</p> <p>Type: Picture Folder: main Variable: Graph1</p> <p>[Enter]=SAVE [ESC]=CANCEL</p>

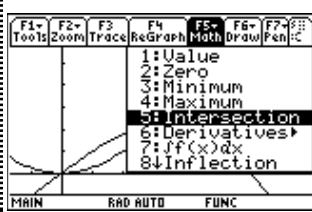
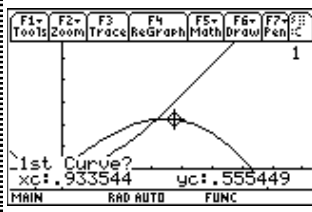
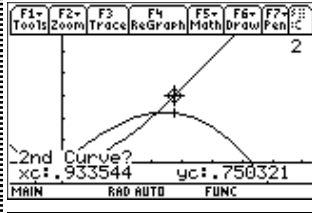
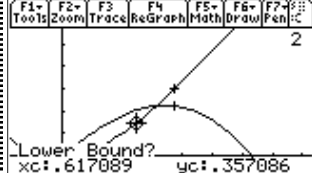
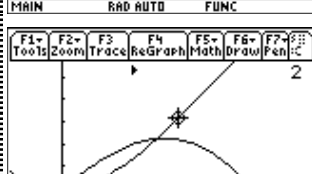
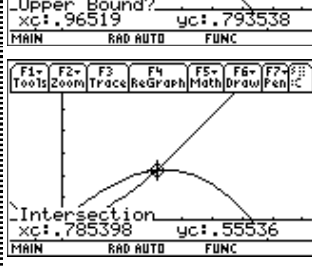
Pour terminer, nous allons dans les deux pages suivantes chercher les points d'intersection de deux courbes.

Nous allons pour cela définir une seconde fonction : $g(x) = x \sin(x)$.

Note. Il est possible de définir jusqu'à 99 fonctions dans l'écran Y=. Lorsque l'on définit une fonction, une marque ✓ apparaît à côté de la définition. Cela signifie que la fonction est sélectionnée pour être représentée. Pour sélectionner/désélectionner une fonction, utilisez la touche [F4]. Vous pouvez ainsi choisir les fonctions qui seront représentées, tout en conservant certaines définitions si vous pensez qu'elles seront utiles dans la suite. Voir page 5-9.

Étapes	Touches TI-89	Touches TI-92 Plus	Affichage
<p>25. Définition d'une seconde fonction. On entre la définition dans y2.</p> <p><i>Note.</i> Si y2 contient déjà une définition de fonction, appuyez sur [F3] [CLEAR] pour l'effacer.</p>	<p>▶ [Y=] [F3]</p> <p>X [X] [2nd] [SIN] X []</p> <p>[ENTER]</p>	<p>▶ [Y=] [F3]</p> <p>X [X] [SIN] X []</p> <p>[ENTER]</p>	
<p>26. Retour à l'écran graphique. Effacement des constructions annexes.</p>	<p>▶ [GRAPH]</p> <p>[2nd] [F6] 1</p>	<p>▶ [GRAPH]</p> <p>[F6] 1</p>	
<p>27. En mode Trace, on passe d'une courbe à l'autre en appuyant sur les touches ◀ et ▶.</p> <p>Le numéro de la courbe est affiché dans le coin supérieur droit.</p>	<p>[F3] ◀ ▶</p>	<p>[F3] ◀ ▶</p>	
<p>28. Nous allons à présent faire un ZoomIn centré à proximité d'un des points d'intersection des deux courbes.</p>	<p>[F2] 2</p>	<p>[F2] 2</p>	
<p>29. Placez le curseur à l'emplacement choisi.</p>	<p>◀ ... ▶</p> <p>▶ ... ▶</p>	<p>◀ ... ▶</p> <p>▶ ... ▶</p>	
<p>30. Validez pour effectuer le zoom.</p> <p><i>Note.</i> On peut revenir en arrière en utilisant ZoomOut ou ZoomPrev.</p>	<p>[ENTER]</p>	<p>[ENTER]</p>	

Un premier exemple (suite)

Étapes	Touches TI-89	Touches TI-92 Plus	Affichage
31. Nous allons maintenant rechercher un point d'intersection de ces deux courbes.	[F5] 5	[F5] 5	
32. On doit indiquer les courbes à utiliser pour cette intersection à l'aide de $\odot \ominus$. Ici, il n'y a que deux courbes à l'écran et il suffit d'appuyer deux fois sur [ENTER].	[ENTER]	[ENTER]	
33. Lorsque la première courbe est sélectionnée, le curseur se place automatiquement sur la deuxième.	[ENTER]	[ENTER]	
34. Indiquez la borne inférieure de l'intervalle de recherche. <i>Conseil.</i> Appuyez sur [2nd] \odot ou [2nd] \ominus pour accélérer le déplacement du point sur la courbe.	$\odot \dots \odot$ [ENTER]	$\ominus \dots \ominus$ [ENTER]	
35. On définit ensuite la borne supérieure. <i>Note.</i> On pourrait également saisir directement des valeurs numériques.	$\odot \dots \odot$	$\ominus \dots \ominus$	
36. On obtient les coordonnées du point d'intersection en appuyant sur la touche [ENTER].	[ENTER]	[ENTER]	

L'écran Y= , définition et sélection des fonctions

Il est possible à partir de cet écran de définir une nouvelle fonction, de modifier la définition d'une fonction existante, de choisir la présentation des représentations graphiques, le cadrage à utiliser ou encore le style de la courbe représentant une fonction donnée (type de courbe, épaisseur...).

On peut accéder à cet écran en appuyant sur \blacktriangleleft [Y=] ou sur [APPS] [2].

Définition d'une nouvelle fonction

Placez le curseur sur la fonction à définir puis appuyez sur [F3] ou sur la touche [ENTER]. Appuyez sur [CLEAR] si une définition est déjà présente. Terminez la saisie en appuyant sur [ENTER].

Modification d'une fonction

Placez le curseur sur la fonction à modifier puis appuyez sur [F3] ou sur la touche [ENTER].

Effacement d'une fonction

Placez le curseur sur la fonction à effacer puis appuyez sur [F1] [7] ou sur la touche [CLEAR].

Effacement de toutes les fonctions

Appuyez sur [F1] [8], puis sur [ENTER].

Sélection des fonctions à représenter

La touche [F4] permet de choisir les fonctions à représenter.

Les fonctions sélectionnées sont précédées du symbole ✓.

Pour supprimer ou faire apparaître ce symbole, placez-vous sur la fonction désirée, et appuyez sur [F4].

Note. \blacktriangleleft \ominus et \blacktriangleright \ominus permettent de passer respectivement à la première et à la dernière fonction saisie.

Lorsque l'on entre ou l'on modifie la définition d'une fonction, celle-ci est automatiquement sélectionnée.

Il est également possible de sélectionner ou de désélectionner globalement les fonctions présentes dans l'écran Y= :

Note. [F5] [4] reset style, voir page 5–10.

[F5] [1] Désélection de toutes les fonctions et de tous les graphiques statistiques (voir chapitre 16).

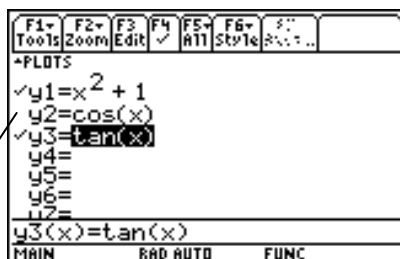
[F5] [2] Sélection de toutes les fonctions.

[F5] [3] Désélection de toutes les fonctions.

[F5] [5] Désélection des graphiques statistiques.

Note. Cette sélection détermine également les fonctions qui seront utilisées pour la construction du tableau de valeurs.

y2 n'est pas sélectionnée



L'écran Y= , définition et sélection des fonctions (suite)

Format

Il est possible de choisir la présentation des courbes en appuyant sur
TI-89 : \blacklozenge \square TI-92 Plus : \blacklozenge F.

Note. La première option indiquée est l'option par défaut.

Format	Options	Description
Coordinates	RECT POLAR OFF	Format d'affichage des coordonnées : rectangulaire, polaire, pas d'affichage.
Graph order	SEQ SIMUL	Construction des courbes les unes après les autres (SEQ) ou en même temps (SIMUL).
Grid	OFF ON	Affichage d'un quadrillage correspondant aux graduations des axes.
Axes	OFF ON	Affichage des axes.
Leading cursor	OFF ON	Affichage d'un curseur lors de la construction d'une courbe.
Labels	OFF ON	Affichage du nom des axes.

Style de tracé

Il est possible de choisir un style différent pour chaque fonction.

1. Déplacez le curseur sur la fonction à utiliser.
2. Appuyez sur TI-89 : \square \square [F6] TI-92 Plus : \square [F6].
3. Choisissez l'un des styles suivants :

Style	Description
Line	Ligne continue. Style par défaut.
Dot	Ligne pointillée.
Square	Construction point par point, avec marquage des points par un symbole \square .
Thick	Ligne continue plus épaisse (deux pixels).
Animate	Un curseur se déplace à l'endroit normalement occupé par la courbe, mais sans laisser de trace.
Path	Un curseur se déplace, comme dans Animate, mais en laissant une trace.
Above	Ombrage de la partie située au-dessus de la courbe.
Below	Ombrage de la partie située en dessous de la courbe.

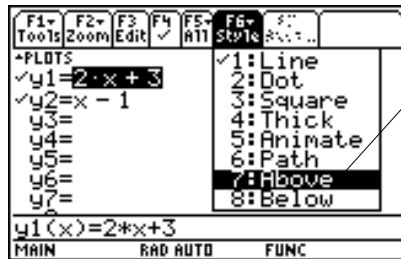
Utilisez \square \square pour rétablir le style par défaut pour toutes les fonctions.

Exemple d'utilisation des styles de tracés

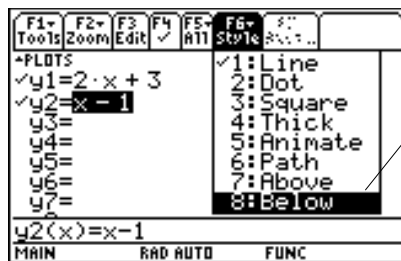
Note. Comme c'est l'usage, nous allons hachurer les parties du plan qui ne conviennent pas.

Recherche de l'ensemble des points tels que

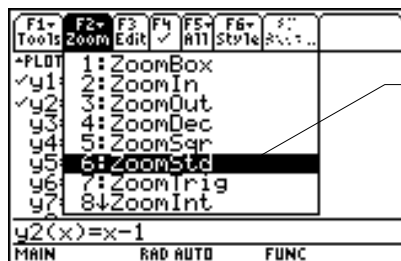
$$\begin{cases} y < 2x + 3 \\ y > x - 1 \end{cases}$$



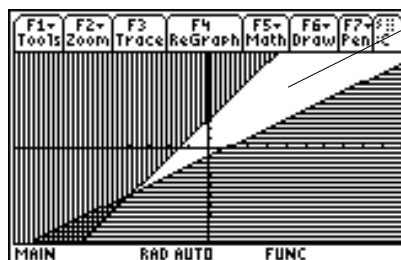
On hachure l'ensemble des points situés au-dessus de la droite $y = 2x + 3$.



On hachure l'ensemble des points situés en dessous de la droite $y = x - 1$.



Construction des deux courbes dans une fenêtre standard $[-10,10] \times [-10,10]$.



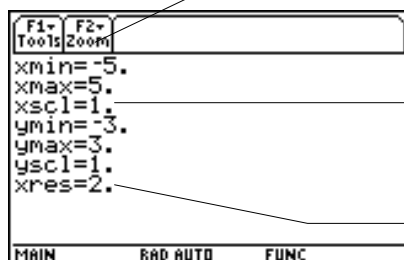
Ensemble solution.

Zoom

Appuyez sur [F2]. Les différents zooms disponibles sont présentés dans la description de l'écran WINDOW. Voir page 5-12.

L'écran WINDOW, choix de la fenêtre de tracé

On accède à cet écran en appuyant sur \square [WINDOW] ou sur [APPS] \square 3



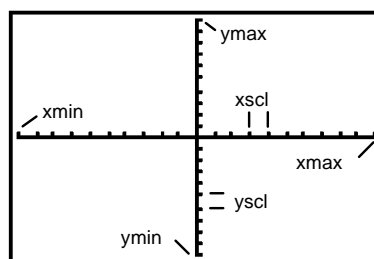
Accès au menu Zoom permettant un ajustement automatique des paramètres.

Paramètres définissant la fenêtre de tracé.

Choix de la précision de la construction.

Définition de la fenêtre de tracé

La fenêtre de tracé est définie par les paramètres suivants



Paramètre	Description
xmin, xmax, ymin, ymax	Bornes de la fenêtre de tracé. On doit choisir $xmin < xmax$ et $ymin < ymax$.
xscl, yscl	Écart entre les graduations sur les axes.
xres	Précision du tracé (de 1 à 10). La valeur par défaut est 2. <ul style="list-style-type: none">• Pour la valeur 1, on calcule la valeur de la fonction pour les valeurs de x correspondant à chaque pixel de l'axe des abscisses.• Pour la valeur 10, on n'utilise qu'un pixel sur 10. Le tracé est plus rapide, mais moins précis.

Suggestion. On peut supprimer les graduations sur les axes en choisissant $xscl=0$ et $yscl=0$

Zooms

En appuyant sur la touche \square [F2] on obtient un choix important d'outils permettant d'obtenir simplement un cadrage bien adapté.

Note. Δx et Δy sont les distances entre les points associés à deux pixels consécutifs sur les axes.

Outil	Description
ZoomBox	Choix d'une zone rectangulaire. Voir exemple page 5–3.
ZoomIn ZoomOut	Zoom avant ou arrière centré sur la position du curseur. Voir exemple page 5–7.
ZoomDec	Fixe Δx et Δy à 0.1 et place l'origine au centre.
ZoomSqr	Ajuste les valeurs de x_{\min} et de x_{\max} afin d'avoir $\Delta x = \Delta y$. Ceci permet par exemple de construire correctement des cercles.
ZoomStd	Définit une fenêtre de tracé standard. $x_{\min} = -10$ $y_{\min} = -10$ $x_{\text{res}} = 2$ $x_{\max} = 10$ $y_{\max} = 10$ $x_{\text{scl}} = 1$ $y_{\text{scl}} = 1$
ZoomTrig	Fenêtre de tracé adaptée à l'étude des fonctions trigonométriques. Origine centrée avec : $\Delta x = \pi/24$ $y_{\min} = -4$ $x_{\text{res}} = 2$ $x_{\text{scl}} = \pi/2 = 1.570796$ $y_{\max} = 4$ $y_{\text{scl}} = 0.5$
ZoomInt	Centre la fenêtre de tracé sur le point indiqué et modifie les paramètres de cette fenêtre de façon à ce que chaque pixel représente un point de coordonnées entières.
ZoomData	Ajustement automatique de la fenêtre de tracé pour la représentation de données statistiques. (Voir chapitre 16.)
ZoomFit	Ajustement automatique de y_{\min} et de y_{\max} pour la représentation des fonctions sélectionnées.
Memory	Permet de mémoriser ou de rappeler les valeurs des différents paramètres.
SetFactors	Réglage des coefficients d'agrandissement (ou de réduction) utilisés lors d'un ZoomIn (ou d'un ZoomOut). Valeur par défaut : 4.

Sauvegarde ou rappel des paramètres

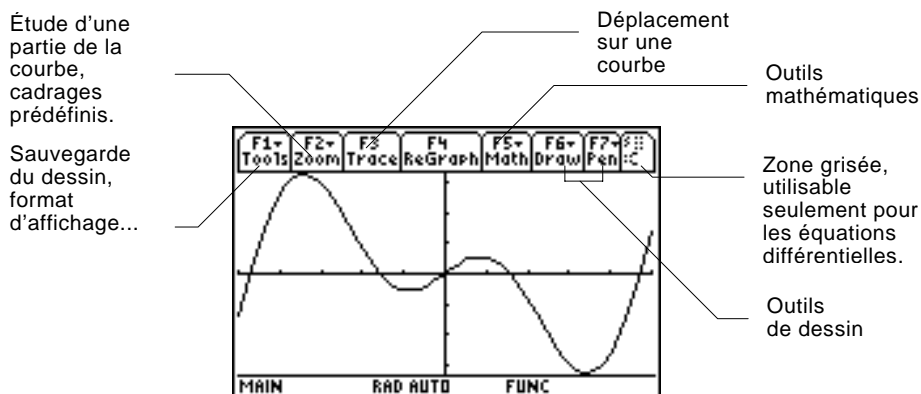
Note. Vous ne pouvez sauver qu'un seul ensemble de paramètres. Une nouvelle sauvegarde par ZoomSto annule la précédente.

L'option Memory permet la mémorisation ou la réutilisation d'une fenêtre de tracé.

Pour :	Choisir :
Revenir à la fenêtre de tracé précédente.	1:ZoomPrev
Sauver les valeurs des paramètres de la fenêtre de tracé actuelle en vue d'une utilisation future.	2:ZoomSto
Rétablir la fenêtre de tracé utilisée lors de la dernière sauvegarde par ZoomSto.	3:ZoomRcl

L'écran GRAPH, représentation graphique

Le passage à l'écran graphique provoque la construction de toutes les courbes sélectionnées. Il est possible à partir de cet écran de définir un nouveau cadrage ou de répondre aux questions classiques concernant l'analyse d'une courbe.



Pause

Pour suspendre la construction des courbes, appuyez sur **[ENTER]**. Appuyez à nouveau sur cette touche pour poursuivre la construction.

Abandon

Pour annuler la construction appuyez sur **[ON]**. Relancez si nécessaire la construction en appuyant sur **[F4]**.

Format

Comme dans l'écran WINDOW, il est également possible de définir la présentation du graphique (axes, quadrillage...), voir page 5–10.

Zoom

La touche **[F2]** permet de définir un zoom adapté. Voir page 5–12.

Déplacement sur une courbe

Le mode Trace accessible en appuyant sur la touche **[F3]** permet de se déplacer le long d'une courbe à l'aide des touches **[↑]** et **[↓]**. L'utilisation de **[2nd] [↑]** et **[2nd] [↓]** permet d'obtenir un déplacement plus rapide. Il est également possible d'entrer directement l'abscisse du point désiré.

Note. Appuyer sur **[ESC]** pour quitter ce mode.

Utilisez **[←]** et **[→]** pour changer de courbe.

Suivi automatique

Lorsque l'on arrive en mode Trace à proximité des bords gauche et droit de la fenêtre de tracé, celle-ci se déplace pour suivre le mouvement du curseur sur la courbe.

Nouvelle construction

En appuyant sur la touche **[F4]**, on provoque l'effacement de toutes les constructions annexes, et les courbes sélectionnées sont réaffichées.

Les outils mathématiques de l'écran GRAPH

Les outils disponibles dans le menu **Math** sont accessibles en appuyant sur la touche $\boxed{F5}$ et s'utilisent tous de manière analogue :

1. On commence par choisir l'outil à utiliser.
2. Il faut ensuite sélectionner la ou les courbes à utiliser à l'aide des touches \odot et \ominus .
Quand le curseur est positionné sur la courbe désirée, il suffit d'appuyer sur \boxed{ENTER} .
3. Il faut définir le ou les points à utiliser (intervalle de recherche, valeur approchée de la solution...)

On peut le faire graphiquement en déplaçant le curseur, puis en appuyant sur \boxed{ENTER} quand celui-ci est correctement placé.

Il est également possible d'entrer directement la valeur de ce point sous forme numérique ou encore sous la forme d'une expression mathématique utilisant un ou plusieurs noms de variables. Comme toujours, la saisie doit se terminer par \boxed{ENTER} .

Action	Outil	Utilisation
Valeurs d'une fonction	1:Value	<ol style="list-style-type: none">1. Définir le point souhaité.2. Passer d'une courbe à l'autre en appuyant sur \odot et \ominus.
Racine	2:Zero	<ol style="list-style-type: none">1. Sélectionner la courbe à utiliser.2. Définir la borne inférieure de l'intervalle de recherche.3. Définir la borne supérieure.
Minimum	3:Minimum	<ol style="list-style-type: none">1. Sélectionner la courbe à utiliser.2. Définir la borne inférieure de l'intervalle de recherche.3. Définir la borne supérieure.
Maximum	4:Maximum	Voir Minimum.
Intersection	5:Intersection	<ol style="list-style-type: none">1. Choisir la première puis la deuxième courbe.2. Définir la borne inférieure de l'intervalle de recherche.3. Définir la borne supérieure.

Note. Les coordonnées du curseur sont mémorisées dans les variables **xc** et **yc**. Ceci permet leur utilisation dans l'écran de calcul à la suite de la recherche d'un point remarquable.

Note. Il est aussi possible de les transférer dans l'écran de calcul en utilisant

TI-89 : $\boxed{\blacktriangleright}$ $\boxed{\ominus}$

TI-92 Plus : $\boxed{\blacktriangleright}$ H

ou dans l'éditeur de données –variable sysdata – en utilisant

TI-89 : $\boxed{\blacktriangleright}$ $\boxed{\downarrow}$

TI-92 Plus : $\boxed{\blacktriangleright}$ D.

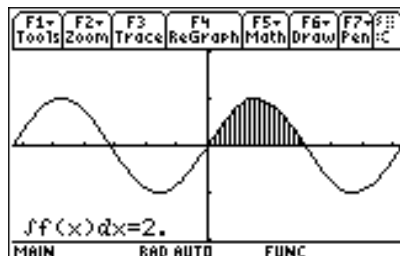
Suite au verso

Les outils mathématiques de l'écran GRAPH (suite)

Action	Outil	Utilisation
Nombre dérivé	6:Derivatives	S'utilise comme valeur.

Note. Vous pouvez définir les bornes de l'intégrale en saisissant les abscisses des deux points, ou en utilisant les touches \odot et \ominus .

Intégrale	7:∫f(x)dx	<ol style="list-style-type: none"> Appuyer sur $\boxed{F5}$ $\boxed{7}$ Choisir la courbe à utiliser. Définir les bornes de l'intégrale.
-----------	-----------	---



On obtient le résultat numérique, et la surface correspondant à cette intégrale est hachurée.

Point d'inflexion	8:Inflection	<ol style="list-style-type: none"> Choisir la courbe à utiliser. Définir la borne inférieure de l'intervalle de recherche. Définir la borne supérieure.
-------------------	--------------	--

Note. Les deux points peuvent être sur la même courbe, ou sur des courbes distinctes.

Distance entre deux points	9:Distance	Définir le premier puis le deuxième point.
----------------------------	------------	--

Tangente	A:Tangent	<ol style="list-style-type: none"> Choisir la courbe à utiliser. Définir le point.
----------	-----------	--

Longueur d'un arc de courbe	B:Arc	<ol style="list-style-type: none"> Choisir la courbe à utiliser Définir les deux extrémités de l'arc.
-----------------------------	-------	---

Note. Voir aussi l'utilisation des styles Above et Below page 5–10.

Ombrage	C:Shade	<p>Hachure la partie de plan définie par :</p> $\{M(x, y) \in P / a \leq x \leq b, f(x) \leq y \leq g(x)\}$ <ol style="list-style-type: none"> Sélectionnez l'outil Shade Choisir la courbe représentant f, puis celle représentant g. Définir les valeurs de a et b.
---------	---------	--

Les outils de dessin de l'écran GRAPH

Il est possible d'ajouter des commentaires, ou des constructions auxiliaires sur la représentation graphique des fonctions. Ces outils sont accessibles dans les menus F6 et F7 de l'écran graphique.

Outils du menu F6 Draw

Action	Outil	Utilisation
Effacement	1:ClearDraw	Cette commande efface tous les objets construits à l'aide des menus F5 Math ou F6 Draw et lance une nouvelle construction des représentations graphiques des courbes sélectionnées.
Tracé d'une courbe	2:DrawFunc	Entrer l'expression de la fonction en utilisant la variable x .
Symétrique d'une courbe	3:DrawInv	Entrer l'expression de la fonction. On obtient le symétrique de la courbe représentative d'une fonction par rapport à la droite d'équation $y=x$. Il est préférable d'utiliser un zoom ZoomSqr avant d'utiliser cette fonction.
Tracé d'une courbe définie en polaire	4:DrawPol	Voir l'annexe A pour une description complète de cette commande.
Tracé d'une courbe paramétrée	5:DrawParm	Voir l'annexe A pour une description complète de cette commande.
Droite définie par un point et sa pente	6:DrawSlp	Entrer les coordonnées du point et le coefficient directeur de la droite (séparés par des virgules).









Note. Ceci correspond à la représentation de la fonction réciproque dans le cas d'une fonction bijective.

Note. Les courbes construites en utilisant **DrawFunc**, **DrawInv**, **DrawPol** et **DrawParm** sont des dessins.

On ne peut pas les parcourir en mode **Trace**, ou les analyser avec les outils du menu **Math**.

Les outils de dessin de l'écran Graph (suite)

Outils du menu F7 Pen

Action	Outil	Utilisation
Dessin libre	1:Pencil	Déplacer le crayon avec le curseur. Appuyer sur TI-89 :  TI-92 Plus :  pour tracer. Relâcher cette touche pour passer d'un point à un autre sans écrire.
Gomme	2:Eraser	Déplacer la gomme avec le curseur. Appuyer sur TI-89 :  TI-92 Plus :  pour effacer. Relâcher cette touche pour passer d'un point à un autre sans effacer.
Segment de droite	3:Line	Placer le curseur sur la position de la première extrémité, appuyer sur ENTER , puis définir de même la seconde extrémité.
Cercle	4:Circle	Placer le curseur sur la position du centre du cercle, appuyer sur ENTER , puis définir le rayon à l'aide des touches de déplacement du curseur.
Droite horizontale	5:Horizontal	Déplacer la droite avec  et  , puis appuyer sur ENTER . Il est ensuite possible de construire une nouvelle droite en déplaçant le curseur vers une autre position. Appuyer sur ESC pour arrêter.
Droite verticale	6:Vertical	Déplacer la droite avec  et  , puis appuyer sur ENTER . Il est ensuite possible de construire une nouvelle droite en déplaçant le curseur vers une autre position. Appuyer sur ESC pour arrêter.
Texte	7:Text	Déplacer le curseur jusqu'à la position souhaitée, et entrer le texte. Terminer par ENTER .
Sauvegarde d'une partie de l'écran	8:Save Picture	On délimite une zone rectangulaire, comme pour un ZoomBox. Il est ensuite possible de sauver l'image contenue dans cette zone.

Sauvegarde d'une construction graphique

Il est possible de sauver une construction graphique en vue d'un usage ultérieur.

Il est possible de sauver la base de données graphiques : définitions de fonctions, paramètres de la fenêtre de visualisation...

On peut aussi sauvegarder le résultat de cette construction, c'est à dire le graphique obtenu, en totalité ou en partie seulement.

Sauvegarde des éléments définissant la construction.

Note. Sur TI-92 Plus, vous pouvez aussi utiliser le raccourci \square S.

Il est possible de sauver la liste des fonctions, les valeurs des paramètres définissant la fenêtre de tracé ainsi que les différentes options de style de tracé attachées à chaque fonction en sauvegardant la base de données graphiques (*Graphic Data Base* ou GDB).

Ceci est possible à partir des écrans GRAPH, WINDOW ou TABLE. Choisissez l'option Save Copy As dans le premier menu : \square \square .

Il suffit ensuite d'indiquer le dossier et le nom à utiliser pour la sauvegarde de ces données.



Sauvegarde de l'image

Vous pouvez également sauver l'image obtenue. Ceci est possible à partir de l'écran GRAPH.

Choisissez l'option Save Copy As dans le premier menu : \square \square .

Choisissez ensuite l'option Type: Picture en appuyant sur \odot \ominus \square , puis entrez le nom du dossier de sauvegarde et le nom de la variable à utiliser.



Sauvegarde des valeurs utilisées pour la construction

La fonction **BldData** permet également de stocker dans une variable de type Data (par défaut la variable système sysdata) toutes les informations nécessaires à la représentation du graphique courant, voir son utilisation page 11-19.

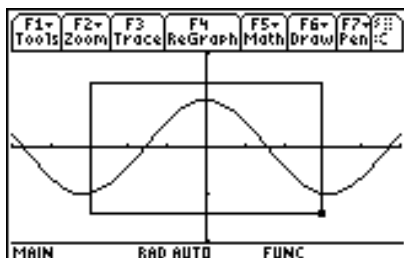
Sauvegarde d'une construction graphique

Sauvegarde d'une partie de l'image

On peut sauvegarder une partie de l'image. Pour cela, définir le rectangle limitant la zone à sauvegarder à l'aide de l'option Save Picture : TI-89 : $\boxed{2nd} \boxed{F7} \boxed{8}$ TI-92 Plus : $\boxed{F7} \boxed{8}$.

Ceci est possible à partir des écrans GRAPH ou WINDOW.

Procédez comme pour un zoom box pour définir deux sommets opposés de ce rectangle.



Note pour la TI-89.

Il est inutile d'appuyer sur la touche $\boxed{\alpha}$ lors du début de la saisie du nom de la variable.



Il suffit ensuite d'indiquer le dossier et le nom à utiliser pour la sauvegarde de cette image.

Rappel du contenu d'une base de données graphiques

Ceci est possible à partir des écrans GRAPH, WINDOW, ou TABLE en appuyant sur $\boxed{F1} \boxed{1}$.

Indiquez ensuite le dossier et le nom utilisés pour la sauvegarde de la base de données graphiques.

Rappel d'une copie de l'écran graphique

Ceci est possible à partir de l'écran GRAPH en appuyant sur $\boxed{F1} \boxed{1}$.

Indiquez ensuite le dossier et le nom utilisés pour la sauvegarde de l'image.

Rappel d'une copie partielle

On procède comme pour rappeler une copie de l'écran graphique.

L'image est placée dans le coin supérieur gauche de l'écran.

Étude d'une fonction à partir de l'écran de calcul

Dans les pages précédentes, nous avons vu comment définir une fonction dans l'écran Y= et comment en obtenir la représentation graphique.
Nous allons voir dans cette section une autre méthode pour parvenir à ce résultat.

L'instruction Graph

L'instruction **Graph**, accessible dans l'écran de calcul en appuyant sur **[F4] Other [2]**, permet de construire une courbe, et de l'étudier sans passer par l'éditeur Y=.

Pour représenter une expression, s'exprimant en fonction de la variable x lorsque l'on est en mode FUNCTION, il suffit d'entrer **Graph** $f(x)$.

Si on veut utiliser une fonction s'exprimant en fonction d'une autre variable var , on doit écrire **Graph** $f(var)$, var .

On peut par exemple écrire

Graph $x^2 - x$ **[ENTER]**

ou

Graph $u^2 - u$, u **[ENTER]**

Lorsque l'on utilise cette instruction, les fonctions présentes dans l'écran Y= sont temporairement ignorées, et seule la fonction f sera représentée.

Il est ensuite possible, à partir de l'écran graphique, d'effectuer toutes les opérations décrites dans les pages précédentes.

Si on utilise de nouveau l'instruction **Graph**, pour représenter une nouvelle fonction g , les deux fonctions f et g seront représentées, et il sera par exemple possible de passer d'une courbe à l'autre en mode TRACE, ou encore de faire une recherche de point d'intersection, comme s'il s'agissait de fonctions définies dans l'écran Y=.

Retour aux fonctions de l'écran Y=

Il existe deux façons de revenir à l'utilisation des fonctions de l'écran Y= :

- Revenez dans cet écran en utilisant les touches **[◀] [Y=]**.
- Utilisez l'instruction **ClrGraph** accessible dans le menu **[F4] Other**.

Vous trouverez d'autres exemples d'utilisation de cette instruction dans l'annexe A.

Table de valeurs d'une fonction



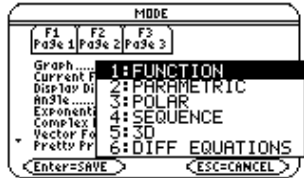
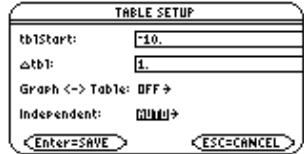

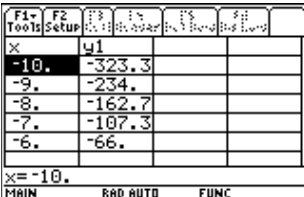
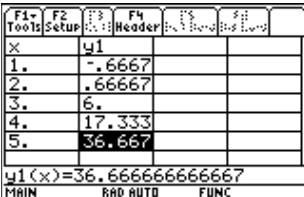
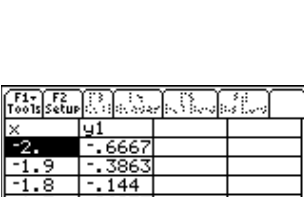
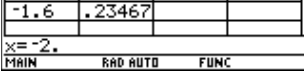
Un premier exemple	6-2
Paramètres de construction	6-3
Ouverture de la boîte de dialogue TABLE SETUP	6-3
Choix des paramètres	6-3
Utilisation de la table de valeurs, mode automatique	6-4
Affichage de la table	6-4
Fonctions utilisées.....	6-4
Déplacement dans la table	6-4
Format d'affichage des nombres	6-5
Modification des valeurs affichées	6-5
Utilisation de la table de valeurs, mode manuel	6-6
Affichage de la table	6-6
Effacement des valeurs déjà présentes	6-6
Saisie de nouvelles valeurs.....	6-6
Saisie globale d'une liste de valeurs.....	6-6
Modification des valeurs de la variable	6-7
Ajout ou suppression de valeurs.....	6-7
Utilisation avancée	6-7
Modification des fonctions	6-8
Visualisation de la définition d'une fonction.....	6-8
Modification de la définition d'une fonction.....	6-8

Lorsque la table de valeurs est affichée, vous pouvez :

- Vous déplacer dans la table pour faire afficher les valeurs suivantes ou précédentes.
- Placer le curseur sur une valeur pour obtenir son affichage avec un plus grand nombre de décimales.
- Changer les paramètres de construction de la table. En changeant le point de départ et la valeur du pas de construction, vous pouvez affiner l'étude des valeurs numériques sur un intervalle.
- Changer la largeur des colonnes de la table.
- Modifier la définition des fonctions sélectionnées.
- Construire manuellement la table afin d'obtenir seulement certaines valeurs particulières.

Un premier exemple

Calcul des valeurs de $y=x^3/3-x$ pour les entiers compris entre -10 et 10.

Étapes	Touches TI-89	Touches TI-92 Plus	Affichage
1. Affichez la boîte de dialogue MODE. Choisir l'option Graph FUNCTION.	MODE ↓ 1 ENTER	MODE ↓ 1 ENTER	
2. Choisissez les valeurs suivantes pour les paramètres: TblStart = -10. ΔTbl = 1. Graph <-> Table = OFF. Independent = AUTO.	↓ [TblSet] (←) 1 0 ↓ 1 ↓ 1 ↓ 1 ENTER	↓ [TblSet] (←) 1 0 ↓ 1 ↓ 1 ↓ 1 ENTER	
3. Affichez l'écran Y=. Effacez les fonctions présentes, puis définissez $y_1(x) = x^3/3-x$	↓ [Y=] [F1] 8 ENTER X [^] 3 [÷] 3 [=] X ENTER	↓ [Y=] [F1] 8 ENTER X [^] 3 [÷] 3 [=] X ENTER	
4. Affichez la table de valeurs.	↓ [TABLE]	↓ [TABLE]	
5. Déplacez-vous dans la table pour faire apparaître les valeurs suivantes ou précédentes.	← → ↑ ↓ <i>aussi souvent que nécessaire.</i>	← → ↑ ↓ <i>aussi souvent que nécessaire.</i>	
6. Passez dans la colonne des valeurs de y1. Une valeur plus précise du nombre sélectionné est affichée sur la ligne située en bas de l'écran.	↓ 2nd → ou ↓ 2nd ↓	↓ 2nd → ou ↓ 2nd ↓	
7. Pour étudier plus en détail les valeurs entre -2 et -1, modifiez les valeurs des paramètres de la boîte de dialogue TABLE SETUP à TblStart = -2 et ΔTbl = .1.	[F2] (←) 2 ↓ . 1 ENTER ENTER	[F2] (←) 2 ↓ . 1 ENTER ENTER	

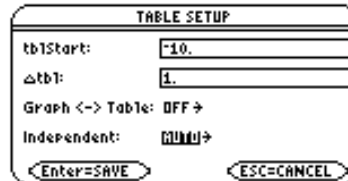
Paramètres de construction

La boîte de dialogue TABLE SETUP permet de régler les paramètres de la table.

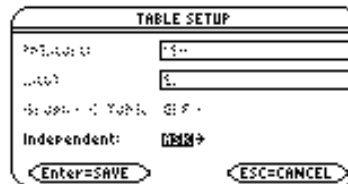
Ouverture de la boîte de dialogue TABLE SETUP

Appuyez sur \blacktriangledown [TblSet]. Lorsque la table de valeurs est affichée, il est également possible d'appuyer sur $\boxed{F2}$. L'aspect de cette boîte de dialogue dépend de l'utilisation précédente.

1. Utilisation précédente en mode automatique :



2. Utilisation précédente en mode manuel :



Dans ce dernier cas, il faudra commencer par changer le mode Independent ASK en Independent AUTO pour avoir accès aux autres parties de la boîte de dialogue. Appuyer sur \odot $\boxed{1}$.

Choix des paramètres

Paramètre	Description
tblStart	Valeur initiale de la variable.
Δ tbl	Réglage de l'écart entre deux valeurs consécutives de la variable. Δ tbl < 0 ou Δ tbl > 0.
Graph < - > Table	Si Independent = AUTO : OFF — Aucun lien entre les valeurs affichées et celles utilisées pour construire la courbe. ON — On obtient les coordonnées des points utilisés pour la construction de la courbe par la TI-89 / TI-92 Plus. Les valeurs de x vont dépendre du choix de x_{min} , x_{max} et de x_{res} .
Independent	AUTO — Construction automatique d'une table de valeurs. Les valeurs utilisées sont déterminées par le contenu de TblStart et Δ Tbl, ou, en mode Graph < - > Table, par les valeurs utilisées pour la construction de la courbe. ASK — Saisie manuelle des valeurs de la variable.

Utilisation de la table de valeurs, mode automatique

Nous allons étudier ici ce qu'il est possible de faire lors de l'affichage d'une table de valeurs construite de façon automatique.

Affichage de la table

Appuyez sur \blacktriangledown [TABLE].

Note : Sur TI-92 Plus, on dispose de 6 colonnes.

Avec les réglages par défaut, il est possible d'afficher 4 colonnes.

- La première contient les valeurs de x .
- Les suivantes les valeurs des fonctions utilisées. Voir ci-dessous.

F1- Tools	F2 Setup	F3 Y1	F4 Y2	F5 Y3	F6 Y4
x		y1	y2		
0.		0.	1.		
.1		.09983	.995		
.2		.19867	.98007		
.3		.29552	.95534		
.4		.38942	.92106		
x=0.					
MAIN		RAD AUTO		FUNC	

Dans cet exemple,
 $y1(x)=\sin(x)$
 $y2(x)=\cos(x)$

Fonctions utilisées

La table de valeurs travaille avec les mêmes fonctions que celles utilisées dans l'écran graphique.

- Par défaut, ce sont les fonctions sélectionnées dans l'écran $Y=$ — voir chapitre 5, page 5–9 — qui sont utilisées pour la construction de la table. Les colonnes portent alors les noms des fonctions sélectionnées : $y1, y2, \dots$
- Si l'instruction **Graph** a été utilisée pour représenter graphiquement une ou plusieurs fonctions — voir chapitre 5, page 5–22 — ce sont ces fonctions qui seront utilisées pour la construction de la table. Dans ce cas les colonnes portent le numéro d'ordre des fonctions présentées : 1, 2, ...
- Il est également possible de construire une table en utilisant l'instruction **Table** décrite dans l'annexe A. Cette instruction fonctionne d'une manière similaire à l'instruction **Graph**, en désactivant temporairement les fonctions de l'écran $Y=$.

Déplacement dans la table

Vous pouvez déplacer le curseur pour mettre en surbrillance une case de la table de valeurs. Cela permet d'obtenir une valeur plus précise d'un résultat. Il est également possible de faire défiler la table vers le haut ou vers le bas.

Note. La colonne contenant les valeurs de x et la ligne contenant les noms des fonctions restent toujours visibles.

Pour déplacer le curseur

Appuyez sur :

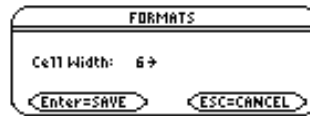
D'une cellule à la fois $\blacktriangledown, \blacktriangleleft, \blacktriangleright, \blacktriangleup$

D'une page entière **TI-89 :** 2^{nd} \blacktriangledown ou 2^{nd} \blacktriangleup

TI-92 Plus : 2^{nd} \blacktriangleleft ou 2^{nd} \blacktriangleright

Format d'affichage des nombres

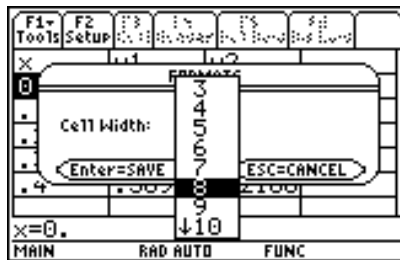
La largeur de chaque colonne peut être réglée en utilisant la commande format. **TI-89** : \blacktriangle \square **TI-92 Plus** : \blacktriangle F. Par défaut, cette largeur est fixée à 6 caractères. Ce nombre peut varier entre 3 et 12.



Le format utilisé pour l'affichage d'un résultat dépend du nombre de caractères utilisables dans chaque colonne, et du nombre de caractères utilisés pour l'écriture du nombre.

Suggestion. Il est toujours possible d'afficher une valeur plus précise en mettant en surbrillance la cellule contenant le nombre souhaité.

- Quand c'est possible, le nombre est affiché en notation standard. Il peut être arrondi si nécessaire.
- À défaut le nombre est affiché en notation scientifique.
- Si la largeur des colonnes est insuffisante pour un affichage de la valeur des résultats obtenus, la TI-89 / TI-92 Plus affiche des "...".



Note. L'écran ci-contre a été obtenu en mode Display Digits...FLOAT.

F1 Tools	F2 Setup	F3	F4	F5	F6	F7	F8
x	y1	y2					
0.	0.	1.					
.1	.0998334	.9950042					
.2	.1986693	.9800666					
.3	.2955202	.9553365					
.4	.3894183	.921061					
x=0.							
MAIN	RAD AUTO	FUNC					

Modification des valeurs affichées

1. Utilisez les touches \blacktriangle et \blacktriangledown pour afficher les valeurs précédentes ou suivantes.
2. Utilisez la touche **[F2] Setup** pour changer la valeur initiale et/ou l'écart entre les valeurs. Cela permet d'afficher la boîte de dialogue TABLE SETUP.
3. Il est également possible de modifier la définition des fonctions utilisées. Voir page 6–8.

Utilisation de la table de valeurs, mode manuel

Si vous choisissez le mode Independent = ASK dans la boîte de dialogue TABLE SETUP, il vous sera possible de calculer les valeurs des fonctions sélectionnées pour certaines valeurs de la variable.

Affichage de la table

Appuyez sur \blacktriangledown [TABLE].

Si vous utilisiez au préalable la table en mode automatique, vous retrouverez les valeurs précédemment affichées, mais il ne sera plus possible de faire défiler les valeurs vers le haut ou vers le bas.

Effacement des valeurs déjà présentes

Appuyez sur [F1] [8] [ENTER].

Saisie de nouvelles valeurs

Placez le curseur sur la première cellule de la première colonne.

Tapez les valeurs en appuyant sur [ENTER] puis sur \blacktriangledown pour passer à la valeur suivante.

F1- Tools	F2 Setup	F3 Cell	F4 Header	F5 Del Row	F6 Ins Row	
x		y1	y2			
5.		-.9589	.28366			
10.		-.544	-.8391			
12.		-.5366	.84385			
15.		.65029	-.7597			
x=15.						
MAIN		RAD AUTO		FUNC		

Saisie globale d'une liste de valeurs

1. Mettez en surbrillance une cellule de la première colonne.

F1- Tools	F2 Setup	F3 Cell	F4 Header	F5 Del Row	F6 Ins Row	
x		y1	y2			
5.		-.9589	.28366			
10.		-.544	-.8391			
12.		-.5366	.84385			
15.		.65029	-.7597			
x=10.						
MAIN		RAD AUTO		FUNC		

2. Appuyez sur [F4] **Header** pour placer le curseur dans la ligne de saisie.
3. Entrez la liste des valeurs : les valeurs sont placées entre accolades et séparées par des virgules.

x={0, 1, 2, 3, 4}						
MAIN		RAD AUTO		FUNC		

Saisie globale d'une liste de valeurs (suite)

- Appuyez sur **[ENTER]**.

F1- Tools	F2 Setup	F3 Cell	F4 Header	F5 Del Row	F6 Ins Row
x		y1		y2	
0.		0.		1.	
1.		.84147		.5403	
2.		.9093		-.4161	
3.		.14112		-.99	
4.		-.7568		-.6536	
x=0.					
MAIN		RAD AUTO		FUNC	

Modification des valeurs de la variable

Il est possible de remplacer une valeur de x déjà présente dans la table, ou de modifier cette valeur, par exemple pour corriger une erreur de saisie.

Placez le curseur sur la cellule de la première colonne contenant cette valeur.

- Pour *modifier* cette valeur, appuyez sur **[ENTER]** pour placer le curseur dans la ligne de saisie, puis effectuez les corrections souhaitées.
- Pour *remplacer* cette valeur, tapez directement une nouvelle valeur.

Appuyez ensuite sur **[ENTER]** pour valider, ou sur **[ESC]** pour revenir à la valeur initiale.

Ajout ou suppression de valeurs

Pour	procédez ainsi :
Ajouter une ligne à la suite de la dernière ligne du tableau	Placez le curseur dans la dernière cellule accessible de la première colonne (cellule vierge), puis entrez une valeur de x .
Insérer une ligne vide au-dessus d'une ligne	Placez en surbrillance une cellule de la ligne et appuyez sur TI-89 : [2nd][F6] TI-92 Plus : [F6] . Il suffit ensuite de saisir une nouvelle valeur de la variable.
Supprimer une ligne	Placez en surbrillance une cellule de la ligne et appuyez sur [F5] .
Effacer toutes les valeurs contenues dans la table	Appuyez sur [F1][8] . Il faut ensuite confirmer en appuyant sur [ENTER] .

Utilisation avancée

En mode manuel, la variable `tblInput` contient la liste des valeurs de la variable utilisées pour la construction de la table, y compris celles qui ne sont pas affichées.

En mode automatique, `tblInput` contient la liste des valeurs de la première colonne de l'écran.

Modification des fonctions

En mode automatique ou en mode manuel, il est possible de visualiser et de modifier la définition d'une fonction utilisée dans la table.

Visualisation de la définition d'une fonction

Pour faire afficher la définition d'une fonction, mettez en surbrillance n'importe quelle cellule de la colonne correspondant à cette fonction, puis appuyez sur **[F4] Header**.

F1- Tools	F2 Setup	F3 : : :	F4 Header	F5 Del Row	F6 Ins Row
x	y1	y2	y3		
0.	0.	0.	0.		
1.	1.	1.	1.		
2.	4.	8.	16.		
3.	9.	27.	81.		
4.	16.	64.	256.		
y2(x)=8.					
MAIN		RAD AUTO		FUNC	

Dans cet exemple, on a initialement
 $y1(x)=x^2$
 $y2(x)=x^3$
 $y3(x)=x^4$

Ceci provoque l'affichage de la définition de la fonction dans la ligne de saisie, en bas de l'écran.

4.	16.	64.	256.
y2(x)=x^3			
MAIN		RAD AUTO FUNC	

Appuyez sur **[ESC]** ou sur **[ENTER]** pour revenir à la table de valeurs sans modifier la fonction.

Modification de la définition d'une fonction

Procédez comme précédemment pour faire afficher la définition de la fonction. Il vous est alors possible de modifier le contenu de la ligne de saisie située en bas de l'écran.

4.	16.	64.	256.
y2(x)=x^3+1			
MAIN		RAD AUTO FUNC	

Note. Appuyez sur **[ESC]** pour annuler les modifications.

Appuyez sur **[ENTER]** pour valider les modifications. Les valeurs de la table sont automatiquement recalculées.

Vous pourrez vérifier que la modification a bien été prise en compte en appuyant à nouveau sur **[F4]** ou sur **[Y=]**.

F1- Tools	F2 Setup	F3 : : :	F4 Header	F5 Del Row	F6 Ins Row
x	y1	y2	y3		
0.	0.	1.	0.		
1.	1.	2.	1.		
2.	4.	9.	16.		
3.	9.	28.	81.		
4.	16.	65.	256.		
y2(x)=x^3+1					
MAIN		RAD AUTO		FUNC	

Solveur numérique



Un premier exemple	7-2
Ouverture du Solveur et entrée d'une équation	7-3
Initialisation des variables	7-5
Résolution de l'équation.....	7-7
Représentation de la solution.....	7-8

Note. La résolution s'effectue dans l'ensemble des nombres réels, il est exclu de trouver d'éventuelles solutions complexes.

Note. Pour résoudre numériquement une équation à partir de l'écran de calcul ou d'un programme, utilisez la fonction `nSolve()` (voir chapitre 25 et annexe A).

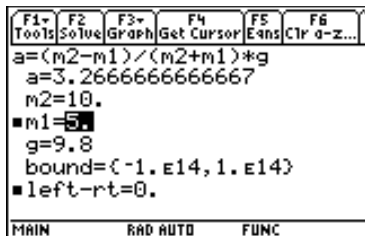
La TI-89 / TI-92 Plus dispose d'une application "Numeric Solver" permettant la résolution numérique interactive d'une équation.

Si $f(a,b,c,...)$ est une expression dépendant d'une ou plusieurs variables a, b, c, \dots , on cherche à résoudre l'équation $f(a,b,c,...) = 0$.

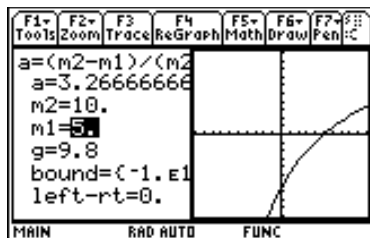
L'une de ces variables est définie comme "l'inconnue". Les autres (s'il y a plus d'une variable), seront des paramètres dont vous devrez préciser la valeur avant de lancer la résolution par rapport à l'inconnue.

Le Solveur numérique vous permet au préalable de préciser un intervalle de recherche, ou une valeur initiale, soit pour isoler une solution parmi plusieurs, soit pour accélérer l'obtention du résultat.

Après avoir entré une équation et les valeurs des variables connues, positionnez le curseur sur la variable servant d'inconnue et appuyez sur $\boxed{F2}$.



Vous pouvez également avoir accès à une représentation graphique, qui permet de visualiser la présence de solutions.



L'axe des abscisses représente la variable inconnue, l'axe des ordonnées la valeur left-rt , qui détermine la précision de la solution. Cette dernière correspond à l'abscisse du point où la courbe coupe l'axe des x.


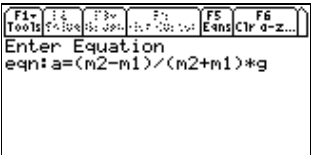

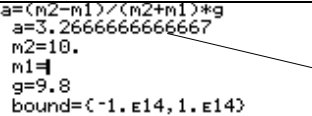
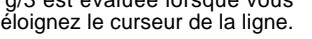
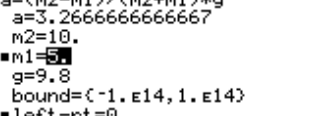
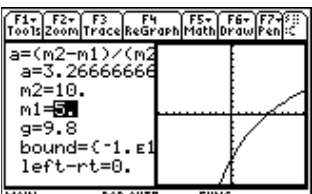
Dans l'exemple développé dans la page suivante, la variable $m1$ peut s'exprimer en fonction des autres variables :

$$m1 = (g - a) / (g + a) * m2.$$

Par contre dans une équation du type $y = x + e^x$, où x est l'inconnue, ou comme dans l'exemple de la page 7-9, seule une résolution numérique est possible, et c'est là que le Solveur numérique prend tout son intérêt.

Un premier exemple

À partir de l'équation $a = (m_2 - m_1) / (m_2 + m_1) * g$, sachant que $m_2 = 10$, $g = 9,8$ et que $a = 1/3 * g$, déterminez la valeur de m_1 .

Étapes	Touches TI-89	Touches TI-92 Plus	Affichage
1. Effacez les variables m_1 , m_2 , a et g en utilisant <code>del var m1,m2,a,g</code>	<code>[2nd] [a-lock]</code> <code>DEL VAR</code> <code>[] M [alpha] 1</code>	<code>DEL VAR</code> <code>(espace) M 1</code>	
2. Ouvrez le "Numeric Solver".	<code>[] [alpha] M 2 []</code> <code>[alpha] A [] [alpha] G</code> <code>[ENTER] [APPS] 9</code>	<code>[] M 2 []</code> <code>A [] G</code> <code>[ENTER] [APPS] 9</code>	
3. Entrez l'équation. <i>Dès l'appui sur [ENTER] ou sur \ominus, la TI-89 / TI-92 Plus analyse l'équation et affiche les variables qui y figurent.</i>	<code>[alpha] A [] [] [alpha]</code> <code>M 2 [] [alpha] M 1</code> <code>[] [] [] [alpha] M 2</code> <code>[+] [alpha] M 1 [] [] [x]</code> <code>[alpha] G [ENTER]</code>	<code>A [] []</code> <code>M 2 [] M 1</code> <code>[] [] [] M 2</code> <code>[+] M 1 [] [] [x]</code> <code>G [ENTER]</code>	
4. Entrez les valeurs des variables, à l'exception de l'inconnue m_1 . <i>Entrez la valeur de m_2, puis celle de g avant celle de a (a étant fonction de g). Acceptez la valeur par défaut de bound. Si une variable contient déjà une valeur, celle-ci est indiquée par défaut.</i>	<code>\odot 1 0 \odot \odot</code> <code>9 . 8</code> <code>\odot \odot \odot</code> <code>[alpha] G [] 3</code>	<code>\odot 1 0 \odot \odot</code> <code>9 . 8</code> <code>\odot \odot \odot</code> <code>G [] 3</code>	
5. Placez le curseur sur m_1 . <i>La résolution numérique s'effectue par rapport à la variable indiquée par le curseur, même si celle-ci contient pour l'instant une valeur.</i>	<code>\odot \odot</code>	<code>\odot \odot</code>	 <i>g/3 est évaluée lorsque vous éloignez le curseur de la ligne.</i>
6. Déterminez la valeur de m_1 . <i>Pour vérifier la précision de la solution, la variable left-rt donne une estimation de la différence entre le membre gauche et le membre droit de l'équation. La solution est d'autant plus précise que left-rt est proche de 0.</i>	<code>[F2]</code>	<code>[F2]</code>	 <i>marque les valeurs calculées.</i>
7. Représentation utilisant une fenêtre de visualisation ZoomStd. <i>La représentation graphique est affichée en mode de partage d'écran. Vous pouvez explorer le graphique à l'aide du mode Trace, exécuter un zoom, etc.</i>	<code>[F3] 3</code>	<code>[F3] 3</code>	
8. Retournez à l'écran du Solveur avec fin du partage d'écran. <i>Appuyer sur [ENTER] ou sur \ominus pour réafficher la liste des variables.</i>	<code>[2nd] []</code> <code>[F3] 2</code>	<code>[2nd] []</code> <code>[F3] 2</code>	<p>La courbe représente la variable left-rt en fonction de la variable indiquée par le curseur (variable inconnue m_1).</p>

Ouverture du Solveur et entrée d'une équation

Une fois que vous avez affiché le Solveur numérique, entrez en premier lieu l'équation à résoudre.

Ouverture du Solveur numérique

Appuyez sur **[APPS]** puis sélectionnez 9:Numeric Solver.



L'écran du Solveur numérique affiche éventuellement la dernière équation entrée.

Entrée d'une équation

Sur la ligne **eqn**: tapez votre équation.



Conseil. Dans l'équation :

- Lorsque vous utilisez des noms de fonctions du système tels que $y_1(x)$ ou $r_1(\theta)$, entrez le nom complet avec la variable et non y_1 ou r_1 .
- Faites attention aux multiplications implicites : par exemple $a(m_2+m_1)$ est interprété comme l'appel de la fonction a avec l'argument m_2+m_1 , et non comme $a \cdot (m_2+m_1)$.

Vous pouvez :

Taper une équation directement.

Vous référer à une fonction/équation définie par ailleurs.

Par exemple :

$a = (m_2 - m_1) / (m_2 + m_1) * g$
 $a + b = c + \sin(d)$

Supposons que vous ayez défini $y_1(x)$ dans :

- l'écran $Y = :$ $y_1(x) = 1.25x * \cos(x)$
 – ou dans –
- l'écran de calcul : Définir $y_1(x) = 1.25x * \cos(x)$

Vous pouvez, par exemple, entrer comme équation dans le Solveur numérique :

$y_1(x) = 0$ ou $y_1(t) = 0$

La variable peut être différente de celle utilisée pour définir la fonction.

Note. Lorsque vous entrez une expression, la résolution peut se faire par rapport à la variable exp .

Tapez une expression sans un signe =.

$e + f - \ln(g)$

Après avoir appuyé sur **[ENTER]**, l'équation apparaît sous la forme :

$exp = e + f - \ln(g)$

exp est une variable système, dont on pourra imposer la valeur.

Note. Après avoir appuyé sur **[ENTER]**, l'équation courante est mémorisée automatiquement dans la variable système eqn .

Rappeler une équation entrée auparavant, ou accéder à une équation mémorisée.

Voir page suivante.

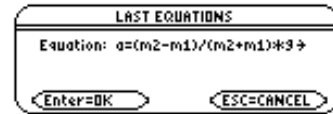
Ouverture du Solveur et entrée d'une équation (suite)

Rappel d'équations entrées au préalable

Les équations les plus récentes (11 au maximum avec le paramètre par défaut) sont mémorisées. Pour rappeler l'une de ces équations :

1. À partir de l'écran de résolution numérique, appuyez sur **[F5]**.

L'équation la plus récente apparaîtra dans une boîte de dialogue.



2. Sélectionnez une équation.

- Pour sélectionner l'équation affichée, appuyez sur **[ENTER]**.
- Pour sélectionner une autre équation, appuyez sur **[DOWN]** pour afficher une liste, et en choisir une autre.



Si vous entrez la même équation plusieurs fois, elle ne s'affiche qu'une seule fois.

3. Appuyez sur **[ENTER]**.

Conseil. Vous pouvez spécifier le nombre maximum d'équations mémorisées. A partir du Solveur Numérique, appuyez sur **TI-89** : **[2]** **[1]**
TI-92 Plus : **[2]** **[F]**
 Entrez ensuite un nombre entre 1 et 11.

Mémorisation des équations pour d'autres utilisations

Le nombre d'équations que vous pouvez rappeler avec **F5 Eqns** étant limité, une équation particulière ne peut pas être mémorisée indéfiniment.

Pour mémoriser l'équation courante pour d'autres utilisations, enregistrez-la dans une variable.

1. À partir de l'écran du Solveur numérique, appuyez sur **[F1]** et sélectionnez 2:Save Copy As.
2. Spécifiez un dossier et entrez un nom de variable pour l'équation.
3. Appuyez deux fois sur **[ENTER]**.



Note. Une variable contenant une équation présente un type de données EXPR comme indiqué dans les écrans MEMORY et VAR-LINK.

Ouverture d'une équation mémorisée

Pour ouvrir une variable contenant une équation mémorisée au préalable :

1. À partir de l'écran du Solveur numérique, appuyez sur **[F1]** et sélectionnez 1:Open.
2. Sélectionnez le dossier puis la variable de l'équation désirée.
3. Appuyez sur **[ENTER]**.



La variable eqn contient l'équation courante, elle apparaît toujours dans la liste par ordre alphabétique.

Initialisation des variables

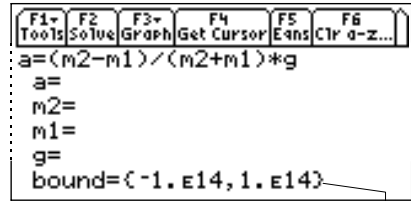
Lorsque vous avez tapé une équation dans le Solveur numérique, entrez les valeurs applicables pour toutes les variables à une exception près : la variable inconnue.

Détermination de la liste des variables

Lorsque vous avez tapé votre équation dans la ligne **eqn**: appuyez sur **[ENTER]** ou **↵**.

L'écran répertorie les variables telles qu'elles apparaissent dans l'équation. Si une variable a déjà reçu une valeur, celle-ci est indiquée. Vous pouvez modifier les valeurs de ces variables.

Note. Si une variable existante est verrouillée ou archivée, vous ne pouvez pas en modifier la valeur.



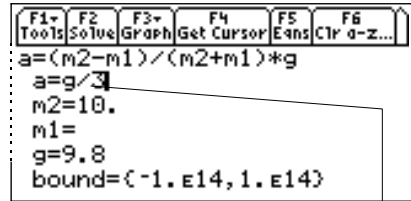
La solution est cherchée entre les bornes spécifiées dans la variable bound.

Entrez un nombre ou une expression pour toutes les variables à l'exception de celle que vous choisissez comme inconnue.

Remarques et erreurs fréquentes

- Si vous définissez une variable :

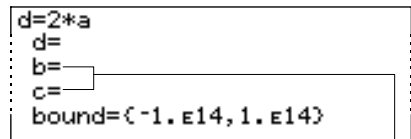
- en fonction d'une autre variable de l'équation, cette variable doit être définie en premier lieu.
- en fonction d'une autre variable en dehors de l'équation, cette variable doit avoir déjà une valeur; elle ne peut pas être sans valeur affectée.
- En tant qu'expression, elle est évaluée lorsque vous éloignez le curseur de la ligne. L'expression doit s'évaluer à un nombre réel.



a étant définie en fonction de g, vous devez entrer la valeur de g avant de définir a.

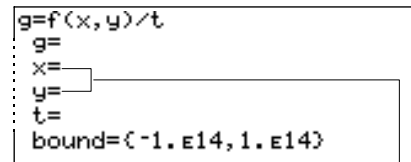
Note. Lorsque vous affectez une valeur à une variable dans le Solveur numérique, cette variable est définie globalement. Elle existera encore lorsque vous quitterez le Solveur.

- Si l'équation contient une variable déjà définie en fonction d'autres variables, ces variables sont prises en compte.



Si la variable a contient b+c, seules les variables b et c sont répertoriées.

- Si vous vous référez à une fonction définie au préalable, toutes les variables utilisées comme arguments dans l'appel de la fonction sont répertoriées, mais non celles utilisées pour définir la fonction.

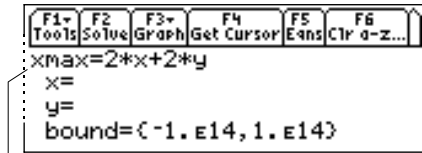


L'équation contient f(x,y), les variables x et y sont répertoriées, et non, par exemple a et b, même si f a été définie au préalable par $\sqrt{a^2+b^2} \rightarrow f(a,b)$.

Initialisation des variables (suite)

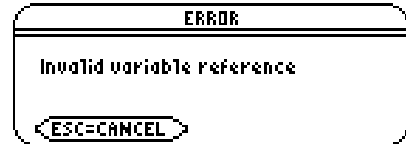
Note. Seule la variable système `exp` peut être utilisée comme inconnue. En outre, si l'équation contient une autre variable système, vous ne pouvez pas utiliser **[F3]** pour la représentation.

- Si l'équation contient une variable système autre que `exp`, (`xmin`, `xmax`, etc.), cette variable n'est pas répertoriée. La résolution est faite en utilisant la valeur existante des variables système.

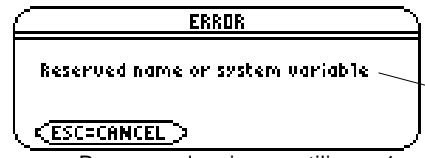


Dans la fenêtre de visualisation standard, `xmax=10`.

- Bien que vous puissiez utiliser une variable système dans l'équation, une erreur se produit si vous utilisez **[F3]** pour représenter la solution.



- Si l'erreur indiquée à droite apparaît, supprimez la valeur de la variable entrée. Modifiez ensuite l'équation afin d'utiliser une autre variable.



Par exemple, si vous utilisez `y1`, alors que `y1(x)` n'est pas définie.

Note. Cette erreur se produit si vous utilisez un nom réservé de façon incorrecte, ou une fonction système comme variable simple sans parenthèses.

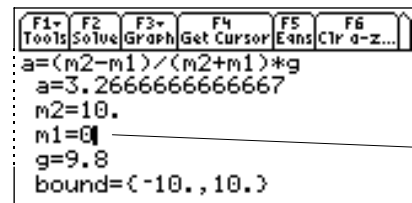
Modification de l'équation

Dans l'écran du Solveur numérique, appuyez sur **[↵]** jusqu'à ce que le curseur soit sur l'équation. L'écran change automatiquement pour n'afficher que la ligne **eqn:**. Entrez vos modifications et appuyez sur **[ENTER]** ou sur **[↵]** pour revenir à la liste de variables.

Spécification d'une condition initiale et/ou des bornes (optionnel)

Pour trouver une solution plus rapidement, ou pour une solution particulière (si plusieurs solutions existent), vous pouvez également :

- Entrer une condition initiale pour la variable inconnue. Elle doit être comprise entre les bornes définies par `bound`.
- Entrer la borne inférieure et supérieure les plus proches de la solution.



La condition initiale doit être comprise entre les bornes.

Conseil. Pour sélectionner une condition initiale graphiquement, reportez-vous aux pages 7-8 et 7-9.

La variable `bound` peut recevoir une liste à deux éléments (`bound={inférieure, supérieure}`), ou une variable qui s'évalue à une liste à deux éléments (`bound=liste`).

Résolution de l'équation

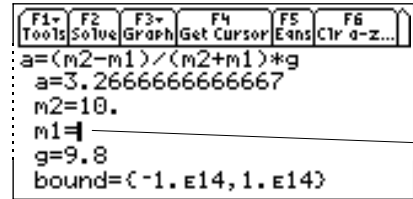
Lorsque vous avez saisi l'équation dans le Solveur numérique et entré les valeurs pour les variables connues, vous êtes prêt à effectuer la résolution.

Détermination de la solution

Note. Pour interrompre un calcul, appuyez sur **[ON]**. La variable inconnue indique la valeur en cours de test au moment de l'interruption.

Toutes les variables ayant été affectées (sauf peut-être l'inconnue) :

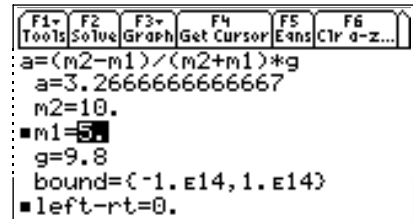
1. Déplacez le curseur sur la variable inconnue.



Placez le curseur sur la variable choisie comme inconnue.

2. Appuyez sur **[F2] Solve**.

Le symbole **■** marque la solution et left-rt. **■** disparaît si vous modifiez une valeur, déplacez le curseur sur une équation ou quittez le Solveur.

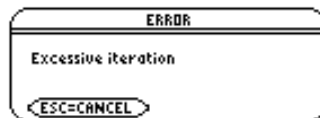


Les membres gauche et droit de l'équation sont évalués séparément en utilisant la solution et les valeurs que vous venez d'entrer. La différence entre les valeurs trouvées est donnée par left-rt, ce qui permet de mieux évaluer la précision de la solution.

Si vous :	Procédez comme suit :
Voulez résoudre d'autres équations	Modifiez l'équation ou les valeurs de variables.
Voulez déterminer une autre solution pour une équation à plusieurs solutions	Entrez une condition initiale et/ou un nouveau jeu de bornes proche de l'autre solution.

Note. Un processus itératif est utilisé pour résoudre une équation. Si le processus itératif ne peut pas aboutir à une solution, cette erreur se produit.

Voyez le message :



Appuyez sur **[ESC]**. La valeur affichée pour la variable inconnue est la valeur en cours de test au moment de l'erreur.

- La valeur left-rt doit être assez petite pour que le résultat soit fiable.
- Dans le cas contraire, entrez d'autres valeurs pour les bornes, ou une autre valeur initiale (on peut pour cela utiliser la représentation graphique, voir page suivante).

Représentation de la solution

Vous pouvez représenter les solutions d'une équation à tout moment après avoir défini les variables connues, avant ou après la résolution. En représentant les solutions, vous pouvez voir le nombre de solutions possibles et utiliser le curseur pour déterminer une condition initiale et des bornes précises.

Affichage de la représentation

Dans le Solveur numérique, laissez le curseur sur la variable inconnue. Appuyez sur $\boxed{F3}$ et sélectionnez :

- 1:Graph View
- ou –
- 3:ZoomStd
- ou –
- 4:ZoomFit

Conseil. En cas de partage d'écran :

- Utilisez $\boxed{2nd} \boxed{[⇐]}$ pour passer d'une fenêtre à l'autre.
- La fenêtre active présente un bord plus épais.
- La barre d'outils appartient à la fenêtre active.

Pour plus de détails, reportez-vous au chapitre 19.

La représentation apparaît en mode de partage d'écran, où :

- La variable inconnue est représentée par l'axe des x.
- left-rt par l'axe des y.

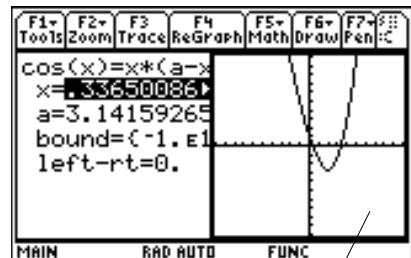
Les solutions de l'équation se trouvent aux valeurs où left-rt=0, c'est-à-dire où la courbe coupe l'axe des x.

Vous pouvez explorer la représentation graphique à l'aide du curseur, du mode Trace ou du zoom (voir chapitre 5). Cela permet de constater l'existence d'une seconde solution et de la localiser, afin d'entrer une condition initiale, ou de nouvelles valeurs de la variable bound.

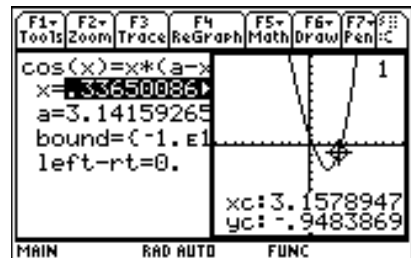
On peut aussi procéder comme indiqué page suivante.



L'écran Graph utilise les valeurs de variable Window courantes. Pour plus de détails sur ZoomStd et ZoomFit, reportez-vous au chapitre 5.



Les paramètres courants du format graphique sont utilisés pour la construction.



Effet de la représentation sur les différents paramètres

Note. Si vous avez utilisé auparavant d'autres paramètres, vous devrez les sélectionner de nouveau manuellement.

Lorsque vous utilisez le Solveur numérique pour afficher une représentation :

- Les modes suivants passent automatiquement aux définitions suivantes :

Mode	Définition
Graph	FUNCTION
Split Screen	LEFT-RIGHT
Number of Graphs	1

— Les fonctions sélectionnées dans l'éditeur Y= ne sont pas représentées.

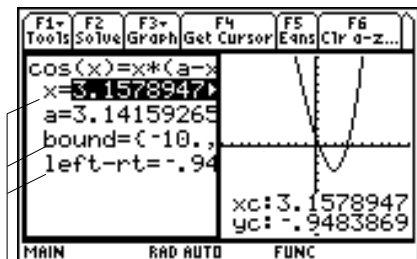
- Toutes les représentations statistiques sont désélectionnées.
- Lorsque vous avez quitté le Solveur numérique, l'écran GRAPH peut continuer à afficher la solution de l'équation, en ignorant toute fonction Y= sélectionnée. Dans ce cas, affichez l'éditeur Y= et retournez à l'écran GRAPH. En outre, la représentation est réinitialisée si vous modifiez le mode Graph ou utilisez **ClrGraph** à partir de l'écran de calcul (**F4** 5) ou d'un programme.

Sélection d'une nouvelle condition initiale à partir de l'écran GRAPH

Note. L'abscisse x_c du curseur est prise pour valeur initiale de l'inconnue et l'ordonnée y_c comme valeur de left-rt.

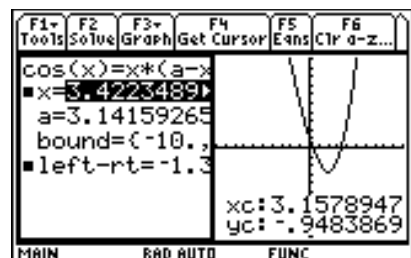
Pour utiliser le curseur de la représentation graphique et sélectionner une condition initiale :

1. Déplacez le curseur (en mode Trace ou directement) sur le point que vous voulez utiliser comme nouvelle condition initiale.
2. Utilisez **2nd** **[=]** pour revenir à l'écran du Solveur numérique.
3. Assurez-vous que le curseur se trouve sur la variable inconnue et appuyez sur **F4**.
4. Appuyez sur **F2** pour résoudre l'équation.



F4 initialise les variables du Solver de la façon suivante :
 $x = x_c$ (x_c abscisse du curseur)
 $\text{left-rt} = y_c$ (y_c ordonnée du curseur)
 $\text{bound} = \{x_{\min}, x_{\max}\}$ variables de la représentation graphique.

On obtient alors la seconde solution.



Représentation de la solution (suite)

Retour au mode plein écran

À partir du mode partage d'écran :

- Pour revenir à un affichage du Solveur numérique en mode plein écran, utilisez $\boxed{2\text{nd}} \boxed{[\text{=}]}$ pour activer l'écran de résolution, appuyez sur $\boxed{F3}$ puis sélectionner 2:Clear Graph View.
– ou –
- Pour afficher l'écran de calcul, appuyez sur $\boxed{2\text{nd}} \boxed{[\text{QUIT}]}$ deux fois.

Effacement de variables avant de quitter le Solveur numérique

Lorsque vous résolvez une équation, les variables utilisées sont globales, elles existent donc et gardent leur valeur, même lorsque l'on quitte l'application.

En particulier, si l'équation contient des variables à un seul caractère, comme par exemple x , y ou z , leurs valeurs risquent de perturber les calculs symboliques exécutés par la suite.

Avant de quitter le Solveur numérique, vous pouvez éventuellement :

Conseil. Utilisez cette méthode à chaque fois que vous voulez effacer des variables à un seul caractère répertoriées dans le Solveur.

1. Appuyer sur
TI-89 : $\boxed{2\text{nd}} \boxed{[F6]}$ Clr a–z...
TI-92 Plus : $\boxed{F6}$ Clr a–z...
pour effacer toutes les variables à un seul caractère dans le dossier courant.
(Sans effet sur les variables désignées par une lettre grecque.)
2. Appuyer sur \boxed{ENTER} pour confirmer l'action.

L'écran du Solveur revient ainsi à la première ligne **eqn:**.

Étude d'une suite



Exemple de suite récurrente simple.....	8-2
Exemple de suite récurrente double	8-5
Exemple de système de deux suites récurrentes.....	8-6
Définition d'une suite	8-7
Choix du mode SEQUENCE.....	8-7
Définition de la suite	8-7
Conversion de la définition	8-7
Définition du ou des termes initiaux.....	8-8
Choix de l'indice des termes initiaux.....	8-8
Choix du type de représentation.....	8-9
Choix des axes	8-9
Style de tracé.....	8-10
Exemple.....	8-10
Utilisation de l'écran WINDOW.....	8-11
Indices utilisés	8-11
Fenêtre de tracé.....	8-11
Valeurs par défaut.....	8-11
Différences avec l'étude graphique des fonctions.....	8-12
Sélection des suites à tracer.....	8-12
Utilisation des outils de l'écran graphique	8-12

Ce chapitre décrit l'étude numérique et graphique des suites sur la TI-89 / TI-92 Plus.

Il est possible d'étudier un grand nombre de types de suites :

- suites définies directement en fonction de n ,
- suites définies par une relation de récurrence sur un ou plusieurs termes,
- systèmes de suites récurrentes.

Les trois exemples introduisant ce chapitre illustrent quelques situations particulièrement classiques.

En raison de la richesse des options disponibles, nous vous recommandons une lecture attentive de ce chapitre. Vous y découvrirez des possibilités jusqu'ici inaccessibles sur une calculatrice graphique.

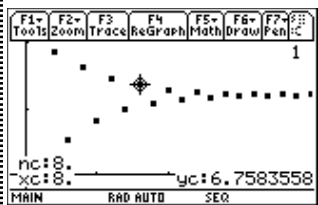
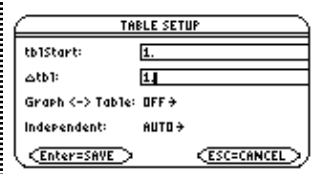
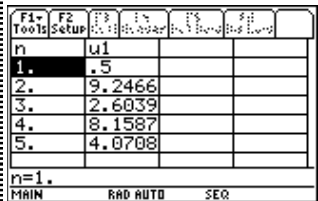
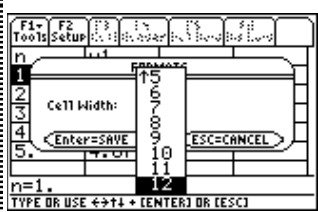
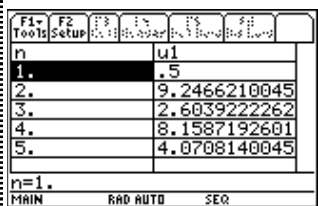
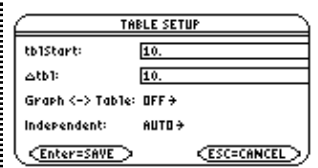
Le chapitre 30 est plus particulièrement destiné à l'étude des outils de calcul formel utilisables avec les suites, ainsi qu'à l'étude des suites définies sur les nombres complexes.

Exemple de suite récurrente simple

La TI-89 / TI-92 Plus permet d'étudier une suite récurrente graphiquement ou numériquement. On peut choisir entre différents types de représentations graphiques.

Exemple 1. Étude de la suite définie par
$$\begin{cases} u_n = 3\sqrt{10 - u_{n-1}} \\ u_1 = 1/2 \end{cases}$$

Étapes	Touches TI-89	Touches TI-92 Plus	Affichage
1. Afficher la boîte de dialogue MODE.	[MODE]	[MODE]	
2. Choisir Graph : 4:SEQUENCE et Display Digits : FLOAT. <i>Ce second choix permet d'obtenir une meilleure précision pour l'étude numérique de la convergence.</i>	→ 4 → → [alpha] E [ENTER]	→ 4 → → → E [ENTER]	
3. Définition de la suite : choisir l'éditeur Y=, effacer les suites éventuellement présentes, et définir la suite (u_n). Nous utilisons la suite u1 pour définir cette suite. u1(n) représente u_n, et u1 le terme initial de la suite qui est ici égal à 1/2.	→ [Y=] [F1] 8 [ENTER] 3 [2nd] [√] 1 0 [] [alpha] U 1 [] [alpha] N [] 1 [] [] [ENTER] 1 ÷ 2 [ENTER]	→ [Y=] [F1] 8 [ENTER] 3 [2nd] [√] 1 0 [] U 1 [] N [] 1 [] [] [ENTER] 1 ÷ 2 [ENTER]	
4. Dans un premier temps, représentons l'évolution de (u_n) en fonction de n. On doit choisir l'option TIME dans la rubrique Axes du menu F7 Axes dans l'éditeur Y=.	[2nd] [F7] → 1 [ENTER]	[F7] → 1 [ENTER]	
5. Choix des paramètres de la construction <ul style="list-style-type: none"> Le paramètre nmin détermine l'indice du premier terme de la suite. Les paramètres nmax (indice du dernier terme construit), plotstr (rang du premier terme construit), plotstep (écart entre les indices des termes construits) permettent de choisir les valeurs de n à utiliser pour la construction. Les derniers paramètres agissent sur la définition de la fenêtre d'affichage. (Voir page 8-11) 	→ [WINDOW] 1 → 2 0 → 1 → 1 → [] 1 → 2 0 → 5 → [] 1 → 1 0 → 5	→ [WINDOW] 1 → 2 0 → 1 → 1 → [] 1 → 2 0 → 5 → [] 1 → 1 0 → 5	

Étapes (suite)	Touches TI-89	Touches TI-92 Plus	Affichage
6. On peut ensuite obtenir la représentation graphique, puis passer en mode TRACE.	[GRAPH] [F3] [] ... []	[GRAPH] [F3] [] ... []	
7. Préparation de l'affichage de la table des valeurs des premiers termes de la suite. <i>Note. Si les rubriques tblStart et Δtbl sont grisées, commencez par sélectionner Independent:Auto.</i>	[TblSet] 1 [] 1 [ENTER] [ENTER]	[TblSet] 1 [] 1 [ENTER] [ENTER]	
8. Affichage de la table des valeurs.	[TABLE]	[TABLE]	
9. Élargissement de la taille des colonnes. (On choisit 12 caractères.)	[] [] [] ... [] [ENTER]	[F] [] [] ... [] [ENTER]	
10. Affichage de la table avec ce nouveau format.	[ENTER]	[ENTER]	
11. Préparation de l'affichage de la table des valeurs des termes $u_{10}, u_{20}, u_{30}, \dots$	[F2] 1 0 [] 1 0 [ENTER] [ENTER]	[F2] 1 0 [] 1 0 [ENTER] [ENTER]	

Exemple de suite récurrente simple (suite)

Étapes (suite)	TI-89 Touches	TI-92 Plus Touches	Affichage
12. Affichage de cette nouvelle table de valeurs.			
13. Préparation de la construction de "l'escargot de convergence". On utilise ici le mode WEB (toile d'araignée).	[Y=] [2nd][F7] [2] [2] [1] [ENTER]	[Y=] [F7] [2] [2] [1] [ENTER]	
14. Choix des paramètres de construction.	[WINDOW] 1 [2] 0 [2] 1 [1] [2] [1] 1 [1] 0 [2] 1 [2] [1] 1 [1] 0 [2] 1	[WINDOW] 1 [2] 0 [2] 1 [1] [2] [1] 1 [1] 0 [2] 1 [2] [1] 1 [1] 0 [2] 1	
15. On complète par un zoom ZoomSqr pour obtenir une construction dans un repère orthonormé.	[F2] 5	[F2] 5	
16. Construction de la droite d'équation $y = x$, et de la courbe d'équation $y = 3\sqrt{10-x}$			
17. On passe ensuite en mode TRACE, on obtient la construction des termes pas à pas en appuyant sur [2].	[F3] [2] ... [2]	[F3] [2] ... [2]	

Exemple de suite récurrente double

Exemple 2. Étude de la suite définie par
$$\begin{cases} u_n = u_{n-1} + u_{n-2} \\ u_0 = 1 \\ u_1 = 1 \end{cases}$$

Étapes	Touches TI-89	Touches TI-92 Plus	Affichage
1. Saisie de la définition de la suite.	\blacktriangleright [Y=] [F1] 8 [ENTER]	\blacktriangleright [Y=] [F1] 8 [ENTER]	
2. Les valeurs initiales sont entrées sous la forme d'une liste. Attention à l'ordre des termes, on doit entrer la liste sous la forme $\{u_1, u_0\}$. C'est sans importance ici puisque $u_0 = u_1$, mais ce ne sera pas toujours le cas !	alpha U 1 [] alpha N [] 1 [] + alpha U 1 [] alpha N [] 2 [] [ENTER] 2nd [{] 1 [] 1 2nd [}] [ENTER]	U 1 [] N [] 1 [] + U 1 [] N [] 2 [] [ENTER] 2nd [{] 1 [] 1 2nd [}] [ENTER]	
3. Sélection du mode TIME. Cela permettra de représenter l'évolution de (u_n) en fonction de n .	2nd [F7] [] 1 [ENTER]	[F7] [] 1 [ENTER]	
4. Choix des paramètres de la construction.	\blacktriangleright [WINDOW] 1 [] 20 [] 1 [] 1 [] 0 [] 20 [] 1 [] 0 [] 200 [] 10 []	\blacktriangleright [WINDOW] 1 [] 20 [] 1 [] 1 [] 0 [] 20 [] 1 [] 0 [] 200 [] 10 []	
5. Construction de (u_n) en fonction de n .	\blacktriangleright [GRAPH] [F3] [] ... []	\blacktriangleright [GRAPH] [F3] [] ... []	
6. Préparation de la construction de la table de valeurs. On veut calculer $u_5, u_{10}, u_{15}, u_{20} \dots$	\blacktriangleright [TblSet] 5 [] 5 [ENTER] [ENTER]	\blacktriangleright [TblSet] 5 [] 5 [ENTER] [ENTER]	
7. Affichage de la table des valeurs. On peut observer la croissance très rapide de cette suite.	\blacktriangleright [TABLE] [] [] ... []	\blacktriangleright [TABLE] [] [] ... []	

Exemple de système de deux suites récurrentes

Exemple 3. Étude de la suite définie par
$$\begin{cases} u_n = \sqrt{u_{n-1}v_{n-1}} \\ v_n = \frac{u_{n-1} + v_{n-1}}{2} \end{cases} \quad \begin{cases} u_1 = 1 \\ v_1 = 10 \end{cases}$$

Étapes	Touches TI-89	Touches TI-92 Plus	Affichage																		
1. Définition de (u_n) dans u1. <i>Note.</i> Pour alléger l'écriture nous ne donnons pas ici la totalité des frappes de touches à utiliser.	\blacktriangleright [Y=] [F1] 8 [ENTER] [2nd] [✓] U1 (N - 1) U2 (N - 1)) [ENTER]	\blacktriangleright [Y=] [F1] 8 [ENTER] [2nd] [✓] U1 (N - 1) U2 (N - 1)) [ENTER]																			
2. Valeur de u_1 dans ui1.	1 [ENTER]	1 [ENTER]																			
3. Définition de (v_n) dans u2.	(U1 (N - 1) + U2 (N - 1)) / 2 [ENTER]	(U1 (N - 1) + U2 (N - 1)) / 2 [ENTER]																			
4. Valeur de v_1 dans ui2.	1 0 [ENTER]	1 0 [ENTER]																			
5. Sélection du mode TIME. Cela permettra de représenter l'évolution de (u_n) et de (v_n) en fonction de n .	[2nd] [F7] \odot 1 [ENTER]	[F7] \odot 1 [ENTER]																			
6. Choix des paramètres de la construction.	[\blacktriangleright] [WINDOW] 1 \odot 10 \odot 1 \odot 1 \odot 0 \odot 10 \odot 1 \odot 0 \odot 10 \odot 1	[\blacktriangleright] [WINDOW] 1 \odot 10 \odot 1 \odot 1 \odot 0 \odot 10 \odot 1 \odot 0 \odot 10 \odot 1																			
7. Visualisation des deux suites. Ce sont deux suites adjacentes.	[\blacktriangleright] [GRAPH] [F3] \odot ... \odot \odot \odot pour passer d'une suite à l'autre.	[\blacktriangleright] [GRAPH] [F3] \odot ... \odot \odot \odot pour passer d'une suite à l'autre.																			
8. Préparation de la construction de la table de valeurs.	[\blacktriangleright] [TblSet] 1 \odot 1 [ENTER] [ENTER]	[\blacktriangleright] [TblSet] 1 \odot 1 [ENTER] [ENTER]																			
9. Ouverture de la table de valeurs, avec un choix de 8 chiffres par colonne. On peut observer la rapidité de la convergence.	[\blacktriangleright] [TABLE] [\odot] 1 \odot 8 [ENTER] [ENTER]	[\blacktriangleright] [TABLE] [\odot] F \odot 8 [ENTER] [ENTER]	<table border="1"> <thead> <tr> <th>n</th> <th>u1</th> <th>u2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td>1.</td> <td>10.</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>3.162278</td> <td>5.5</td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td>4.170435</td> <td>4.331139</td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td>4.250027</td> <td>4.250787</td> </tr> <tr> <td>5.</td> <td>4.250407</td> <td>4.250407</td> </tr> </tbody> </table>	n	u1	u2	1.	1.	10.	2.	3.162278	5.5	3.	4.170435	4.331139	4.	4.250027	4.250787	5.	4.250407	4.250407
n	u1	u2																			
1.	1.	10.																			
2.	3.162278	5.5																			
3.	4.170435	4.331139																			
4.	4.250027	4.250787																			
5.	4.250407	4.250407																			

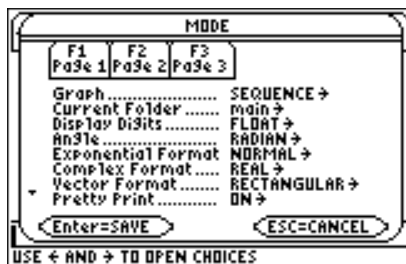
Définition d'une suite

Nous allons détailler ici les opérations à effectuer pour définir une suite.

Choix du mode SEQUENCE

La première opération est la sélection du mode SEQUENCE dans la rubrique Graph de la boîte de dialogue MODE.

On l'obtient en appuyant sur **MODE** \rightarrow **4** **ENTER**.



Définition de la suite

La définition de la suite se fait dans l'éditeur Y=.

On peut définir jusqu'à 99 suites distinctes dans les registres u1, u2, u3 ... u99.

Cette définition peut se faire

- Directement en fonction de n .
- Par une formule de récurrence.
Cette formule de récurrence pourra faire intervenir
 - L'indice n .
 - Les valeurs des termes précédents de la suite.
 - Les valeurs des termes précédents (indices inférieurs à n) des autres suites définies dans l'éditeur Y.

On peut par exemple définir u1 à partir de n, u1(n-1) et u2(n-2).

Il n'est par contre pas possible de définir u1 en fonction de u2(n) et u1(n-1).

Conversion de la définition

Pour une suite définie par une relation exprimant u_{n+1} en fonction des termes précédents, il faudra au préalable effectuer un changement d'indice pour obtenir une expression de u_n en fonction des autres termes.

Exemple. Utilisation d'une suite vérifiant $u_{n+1} = n - 2u_n$.

On doit remplacer n par $n - 1$ dans l'expression précédente.

On obtient $u_n = n - 1 - 2u_{n-1}$.

Définition d'une suite (suite)

Définition du ou des termes initiaux

Dans le cas d'une suite définie par récurrence, on doit indiquer la valeur du ou des premiers termes.

Par exemple pour une suite définie à partir de la relation $u_n = n + u_{n-1}$, il faut connaître la valeur du premier terme de cette suite.

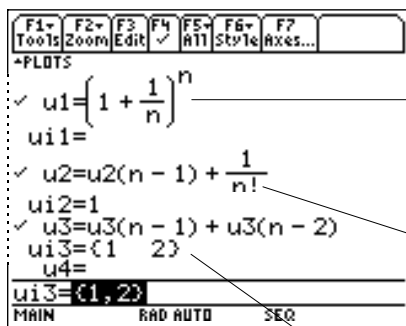
De même, pour définir une suite à partir de la relation

$$u_n = u_{n-1} + 2u_{n-2} - u_{n-3}.$$

il faut connaître les valeurs des trois premiers termes de la suite.

Les termes initiaux de la suite sont définis dans les registres ui1, ui2, ui3 ... ui99.

- Quand un seul terme est nécessaire, on entre sa valeur.
- Quand plusieurs termes sont nécessaires, on entre la *liste* de ces valeurs. Attention à l'ordre des termes : par exemple, pour une suite définie en fonction de u_0 et de u_1 , on doit entrer la liste sous la forme $\{u_1, u_0\}$.



Formule explicite, pas de terme initial.

Récurrence sur un seul terme, on doit indiquer la valeur initiale.

Suite récurrente double, on introduit la liste des deux valeurs initiales

Choix de l'indice des termes initiaux

Nous avons pour l'instant indiqué la formule de calcul des termes de la suite, et la valeur éventuelle du ou des termes initiaux. Il reste à préciser l'indice du premier terme de la suite.

Par exemple, les deux suites définies par

$$\begin{cases} u_n = 2u_{n-1} + 3 \\ u_0 = -1 \end{cases} \quad \text{et} \quad \begin{cases} v_n = 2v_{n-1} + 3 \\ v_1 = -1 \end{cases}$$

utilisent la même formule de récurrence, et la même valeur initiale. Elles seront donc définies de la même manière dans l'éditeur Y=.

La différence réside dans le fait que

- Pour la suite (u_n) , l'indice du premier terme est 0.
- Pour la suite (v_n) , l'indice du premier terme est 1.

La valeur de cet indice est fixée par la valeur du paramètre **nmin** modifiable dans l'écran WINDOW, accessible en appuyant sur \square [WINDOW].

Choix du type de représentation

Il est possible de choisir plusieurs types de graphiques :

- évolution des termes d'une ou plusieurs suites en fonction des valeurs de l'indice,
- méthode graphique de construction des termes d'une suite récurrente,
- étude conjointe de deux suites en plaçant les valeurs de la première en abscisse et celles de la seconde en ordonnée.

Tous ces choix s'effectuent à partir de la boîte de dialogue **Axes** présente dans l'éditeur Y=.

Choix des axes

On accède à ce menu en appuyant sur \square [Y=] pour passer dans l'éditeur Y=, puis sur **TI-89** : \square [2nd] [F7] **TI-92 Plus** : \square [F7].

Ce menu comporte 4 rubriques, dont certaines seront grisées suivant le choix effectué dans la première.

Rubrique	Utilisation
Axes	On peut choisir entre : 1:TIME On place les valeurs de la suite en ordonnée, et les valeurs de n en abscisse. 2:WEB Utile dans le cas d'une suite définie par une relation du type $u_n = f(u_{n-1})$ On construit la droite d'équation $y = x$ et la courbe d'équation $y = f(x)$. Il est ensuite possible de construire graphiquement les termes de la suite. 3:CUSTOM Laisse le choix des données utilisées sur les axes. Voir rubriques X Axis et Y Axis.
Build Web	Cette rubrique est active lorsque l'on a choisi WEB. On peut choisir entre : 1:TRACE Les termes sont construits un à un, en mode TRACE, lorsque l'on appuie sur \odot . 2:AUTO Construction automatique. Le nombre de termes construits est fixé par la valeur du paramètre nmax , dans l'écran WINDOW.
X Axis Y Axis	Cette rubrique est active lorsque l'on a choisi CUSTOM. On peut choisir entre : n Valeurs de n . u Valeurs des suites sélectionnées. u1 à u99 Valeurs d'une suite spécifique.

Choix du type de représentation (suite)

Style de tracé

On accède au menu **Style** à partir de l'éditeur Y= en appuyant sur **TI-89** : [2nd] [F6] **TI-92 Plus** : [F6].

Ce menu comporte 4 rubriques, dont certaines seront grisées suivant le choix effectué dans la première.

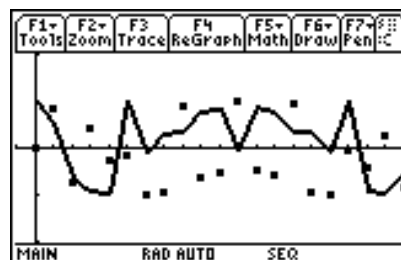
Option	Utilisation
Line	Les points représentant les termes de la suite sont reliés par un trait fin.
Dot	Chaque terme de la suite est représenté par un point.
Square	C'est l'option par défaut. Chaque terme de la suite est représenté par un ■.
Thick	Les points représentant les termes de la suite sont reliés par un trait épais.

Exemple

Représentation des suites $u_n = \cos(n^2)$ et $v_n = \sin(n^2)$ en utilisant différentes options.

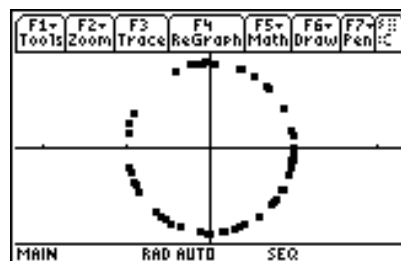
- Utilisation du mode TIME, avec choix du style Thick pour u1, et Square pour u2.

```
nmin=0      nmax=20
plotstrt=1  plotstep=1
xmin=-1     xmax=20
xscl=1      ymin=-2
ymax=2      yscl=1
```

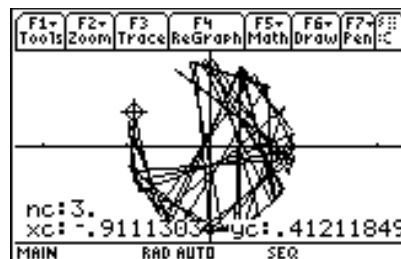


- Utilisation du mode CUSTOM, on a choisi X Axis = u1 Y Axis = u2

```
nmin=0      nmax=50
plotstrt=1  plotstep=1
xmin=-2.33  xmax=2.33
xscl=1      ymin=-1.1
ymax=1.1    yscl=1
```



- Même construction mais en style Line, suivi de [F3] (D) ...



Utilisation de l'écran WINDOW

L'écran WINDOW permet d'agir sur deux types de paramètres :

- Les indices à utiliser pour la construction.
- La définition de la fenêtre de tracé.

Indices utilisés

Paramètre	Utilisation
nmin	Ce paramètre permet d'indiquer l' <i>indice</i> du premier terme de la suite. Si par exemple une suite commence à u_0 , on choisira $nmin=0$.
nmax	Ce paramètre permet d'indiquer l' <i>indice</i> du dernier terme à représenter graphiquement. Pour représenter les termes jusqu'à u_{20} , on choisira $nmax=20$.
plotstrt	Ce paramètre permet d'indiquer <i>le numéro d'ordre</i> du premier terme à représenter graphiquement. Par exemple, pour une suite commençant à u_0 , si on désire représenter les termes à partir de u_2 qui est le troisième terme de la suite, on entrera $plotstrt=3$.
plotstep	Ce paramètre permet de fixer l'écart entre les différents indices utilisés pour la construction. Par défaut il est égal à 1. Avec une valeur égale à 2, on ne représente que les termes d'indices pairs ou impairs. On peut utiliser toute autre valeur entière strictement positive.

Fenêtre de tracé

Les paramètres suivants permettent d'agir sur la fenêtre de tracés.

Ils s'utilisent comme pour la représentation graphique des fonctions. Voir chapitre 5.

Valeurs par défaut

$nmin = 1.$ $xmin = -10.$ $ymin = -10.$
 $nmax = 10.$ $xmax = 10.$ $ymax = 10.$
 $plotstrt = 1.$ $xscl = 1.$ $yscl = 1.$
 $plotstep = 1.$

On retrouve ces valeurs par défaut en choisissant un zoom standard dans le menu **Zoom** accessible en appuyant sur $\boxed{F2}$ dans les écrans associés aux applications graphiques (WINDOW, GRAPH, Y=).

Différences avec l'étude graphique des fonctions

Les pages précédentes détaillent l'utilisation des suites. On a également accès, avec quelques nuances, aux autres possibilités communes à tous les modes graphiques.

Sélection des suites à tracer

Une suite est définie par sa formule de calcul et, éventuellement, la valeur des premiers termes.

Il suffit de sélectionner la formule de calcul, en plaçant celle-ci en surbrillance, puis en appuyant sur **[F4]**.

Utilisation des outils de l'écran graphique

Outil	Pour l'étude des suites :
[F3] Trace à partir de l'écran graphique.	<p>Le fonctionnement obtenu est différent suivant que l'on est en mode TIME ou WEB.</p> <ul style="list-style-type: none">• En mode TIME, c'est-à-dire lorsque l'on représente (u_n) en fonction de n, il est possible de se déplacer d'un point à l'autre en utilisant ⬅ et ➡. Pour se déplacer plus rapidement, appuyer sur [2nd] ⬅ ou [2nd] ➡.<ul style="list-style-type: none">– Au début, le curseur est placé sur le point associé à n_{\min}, même si ce point n'est pas visible à l'écran.– Le centrage automatique par QuickCenter est disponible. Si le point atteint est situé hors de l'écran, appuyez sur [ENTER] pour centrer la fenêtre de visualisation sur ce point.• En mode WEB, le curseur décrit les sommets des segments construits.
[F2] Zoom	<ul style="list-style-type: none">• Seuls les paramètres de cadrage : x_{\min}, x_{\max}, x_{scl}, y_{\min}, y_{\max}, y_{scl} sont modifiés.• Les autres paramètres accessibles dans l'écran WINDOW : n_{\min}, n_{\max}, plotStrt, plotstep ne sont pas modifiés, sauf par l'option 6:ZoomStd (qui remet tous les paramètres à leurs valeurs par défaut, voir page 8–11).
[F5] Math	<p>Seule la première option 1:Value est accessible lors de l'étude des suites.</p> <ul style="list-style-type: none">• En mode TIME et WEB, on obtient la valeur de $u(n)$ (représentée par yc) pour une valeur de n.• En mode CUSTOM, les valeurs affichées dépendent des choix effectués dans les rubriques X Axis et Y Axis de la boîte de dialogue AXES.

Courbes paramétrées

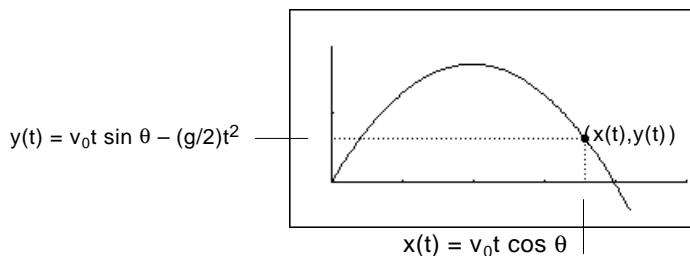


Un premier exemple	9-2
Différences avec l'étude graphique des fonctions	9-4
Choix du mode graphique.....	9-4
Définition et sélection des fonctions	9-4
Fenêtre de tracé.....	9-4
Étude de la courbe.....	9-5
Style de tracé.....	9-5

Ce chapitre décrit la construction de courbes paramétrées sur la TI-89 / TI-92 Plus. Il nécessite la connaissance du contenu du chapitre 5 : étude graphique d'une fonction.

Dans une courbe paramétrée, les coordonnées x et y sont toutes les deux exprimées en fonction d'une variable t .

Par exemple, il est possible de modéliser le mouvement d'un projectile, lancé avec une vitesse initiale v_0 suivant un angle θ par rapport à l'horizontale, en supposant qu'il n'est soumis qu'à la force de gravitation :



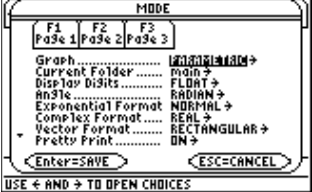
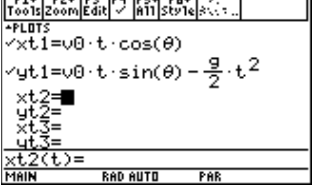
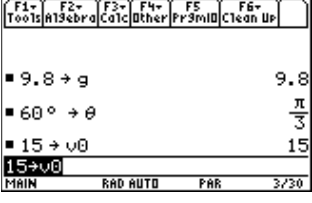
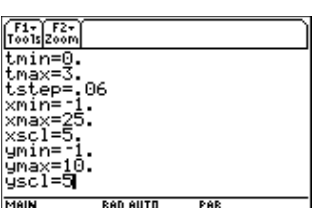
Un premier exemple

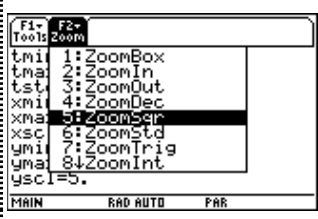
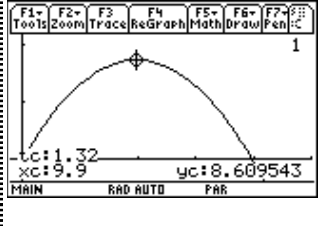
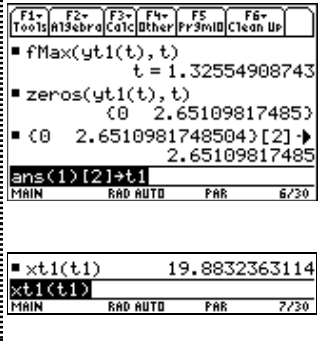
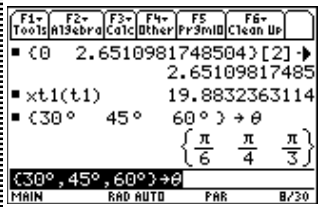
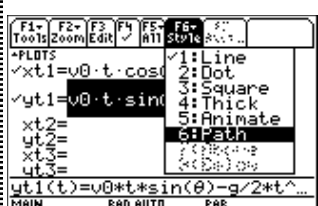
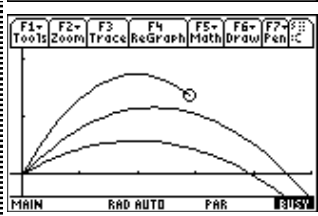
Représenter graphiquement la position d'une balle frappée suivant un angle de 60° avec une vitesse initiale de 15 m/s. On prendra $g = 9.8 \text{ m/s}^2$.

On négligera la résistance de l'air.

Quelle est la hauteur maximale atteinte par la balle ?

À quelle distance touche-t-elle le sol ?

Étapes	Touches TI-89	Touches TI-92 Plus	Affichage
<p>1. Affichez la boîte de dialogue MODE et choisissez Graph :</p> <p>2:PARAMETRIC.</p> <p><i>Note. Les exemples de ce chapitre ont été obtenus en mode Display Digit....FLOAT. Les valeurs numériques affichées seront arrondies différemment si on utilise un autre mode.</i></p>	<p>MODE</p> <p>2</p> <p>ENTER</p>	<p>MODE</p> <p>2</p> <p>ENTER</p>	
<p>2. Définition de la fonction.</p> <p>Choisissez l'éditeur de fonctions numériques Y=, effacez les fonctions éventuellement présentes, et définissez</p> $x_1(t) = v_0 \cdot t \cdot \cos(\theta)$ $y_1(t) = v_0 \cdot t \cdot \sin(\theta) - \frac{g}{2} \cdot t^2$ <p><i>L'effacement préalable des fonctions présentes permet d'obtenir les mêmes écrans que ceux présentés dans cet exemple. Il n'est pas véritablement indispensable.</i></p>	<p>[Y=]</p> <p>F1 8 ENTER</p> <p>alpha V 0 X</p> <p>T X</p> <p>2nd [COS] [theta]]</p> <p>ENTER</p> <p>alpha V 0 X</p> <p>T X 2nd [SIN]</p> <p>[theta]] - []</p> <p>alpha G [2]] T</p> <p>^ 2 ENTER</p>	<p>[Y=]</p> <p>F1 8 ENTER</p> <p>V 0 X</p> <p>T X</p> <p>COS [theta]]</p> <p>ENTER</p> <p>V 0 X</p> <p>T X SIN</p> <p>[theta]] - []</p> <p>G [2]] T</p> <p>^ 2 ENTER</p>	
<p>3. Choix des valeurs numériques pour la construction.</p> <p><i>On entre le symbole ° en tapant 2nd [°]</i></p> <p><i>Cela assure que l'angle sera interprété comme un angle mesuré en degrés, indépendamment du mode angulaire en cours.</i></p>	<p>HOME</p> <p>9 . 8 STO></p> <p>alpha G ENTER</p> <p>6 0 2nd [°] STO></p> <p>[theta] ENTER</p> <p>1 5 STO></p> <p>alpha V 0 ENTER</p>	<p>[HOME]</p> <p>9 . 8 STO></p> <p>G ENTER</p> <p>6 0 2nd [°] STO></p> <p>[theta] ENTER</p> <p>1 5 STO></p> <p>V 0 ENTER</p>	
<p>4. Choix des paramètres définissant la fenêtre et les valeurs de t à utiliser.</p> <p><i>L'augmentation de la valeur de tstep, permet d'obtenir une construction plus rapide, mais moins précise.</i></p>	<p>[WINDOW]</p> <p>0 3</p> <p>. 0 6 [] 1</p> <p>2 5 5</p> <p>[] 1 1 0</p> <p>5</p>	<p>[WINDOW]</p> <p>0 3</p> <p>. 0 6 [] 1</p> <p>2 5 5</p> <p>[] 1 1 0</p> <p>5</p>	

Étapes	Touches TI-89	Touches TI-92 Plus	Affichage
5. Ajustement de la fenêtre de construction pour avoir un repère orthonormé (respect de l'angle initial).	[F2] 5	[F2] 5	
6. On obtient la construction dans cette fenêtre. Utilisez le mode TRACE pour déterminer la hauteur maximale, et la distance parcourue. <i>Utilisez [2nd] [↵] et [2nd] [↵] pour accélérer le déplacement sur la courbe.</i>	[F3] [↵] ou [↵]	[F3] [↵] ou [↵]	
7. Il est possible de retrouver les valeurs observées à partir de l'écran de calcul. <i>La fonction zeros permet d'obtenir la liste des points d'intersection avec Ox. On utilise ensuite ans(1)[2] pour sélectionner la deuxième valeur obtenue.</i>	[HOME] [F3] 7 Y T 1 [] T [], T [] [ENTER] [F2] 4 Y T 1 [] T [], T [] [ENTER] [2nd] [ANS] [2nd] [] 2 [2nd] [] [STO>] T 1 [ENTER] X T 1 [] T 1 [] [ENTER]	[HOME] [F3] 7 Y T 1 [] T [], T [] [ENTER] [F2] 4 Y T 1 [] T [], T [] [ENTER] [2nd] [ANS] [2nd] [] 2 [2nd] [] [STO>] T 1 [ENTER] X T 1 [] T 1 [] [ENTER]	
8. Nous allons à présent construire une famille de trajectoires. Pour cela, entrons une liste de trois valeurs de θ .	[2nd] [] 3 0 [2nd] [] [] 4 5 [2nd] [] [] 6 0 [2nd] [] [2nd] [] [] [STO>] [] [] [ENTER]	[2nd] [] 3 0 [2nd] [] [] 4 5 [2nd] [] [] 6 0 [2nd] [] [2nd] [] [] [STO>] [] [] [ENTER]	
9. Pour étudier la trajectoire d'un mobile, il peut être intéressant d'utiliser le style Animate (mobile seul) ou le style Path (mobile + trajectoire).	[] [Y=] <i>Placez le curseur sur xt1 ou yt1.</i> [2nd] [F6] 6	[] [Y=] <i>Placez le curseur sur xt1 ou yt1.</i> [F6] 6	
10. Construction de la famille de trajectoires.	[] [GRAPH]	[] [GRAPH]	

Différences avec l'étude graphique des fonctions

Cette section présente les différences avec la représentation graphique des fonctions. Elle nécessite la connaissance préalable du contenu du chapitre 5.

Choix du mode graphique

Vous devez choisir le mode PARAMETRIC avant d'ouvrir l'écran Y=.

Définition et sélection des fonctions

Pour chaque courbe, il est nécessaire de définir les deux composantes.

Pour construire une courbe, on devrait en principe sélectionner ces deux composantes. En fait, la sélection d'une seule des deux composantes est suffisante pour obtenir la construction de la courbe correspondante.

La sélection d'une seule composante peut être utilisée pour la construction d'un tableau de valeurs.

Remarques.

- Vous pouvez définir jusqu'à 99 courbes paramétrées.
- Le contenu de l'écran Y= en mode courbes paramétrées est indépendant de celui obtenu dans les autres modes.

Fenêtre de tracé

Dans ce mode, on peut agir sur deux types de paramètres :

- Les paramètres de cadrage de la courbe.
- Les paramètres définissant les valeurs à utiliser pour le paramètre t ainsi que le nombre de points calculés pour la construction.

Variable	Description
tmin, tmax	Intervalle d'étude.
tstep	Écart entre les valeurs de t utilisées pour la construction. Diminuez la valeur de cette variable pour augmenter le nombre de points construits et la précision du tracé.
xmin, xmax, ymin, ymax	Définition de la fenêtre de construction. On doit choisir $xmin < xmax$ et $ymin < ymax$.
xscl, yscl	Graduation des axes.

Étude de la courbe

Pour étudier une courbe, il est possible d'utiliser les outils suivants.

Outil	Fonctionnement pour les courbes paramétrées
[F2] Zoom	<ul style="list-style-type: none">En règle générale, les options de ce menu agissent sur les paramètres de cadrage, (x_{\min}, x_{\max}, y_{\min}, y_{\max}, x_{scl}, y_{scl}), mais pas sur le choix des valeurs du paramètre t.Seule l'option 6:ZoomStd (qui fixe $t_{\min} = 0$, $t_{\max} = 2\pi$, et $t_{\text{step}} = \pi/24$) agit sur ce dernier.
[F3] Trace	<ul style="list-style-type: none">Les valeurs de t, x et y sont affichées.Initialement, le curseur se trouve sur la première courbe, sur le point correspondant à t_{\min}.Il n'y a pas de recadrage automatique lors du déplacement sur la courbe.
[F5] Math	<p>Les options accessibles sont :</p> <ul style="list-style-type: none">1:Value : affichage des valeurs de x et de y pour une valeur particulière de t, $t \in [t_{\min}, t_{\max}]$.6:Derivatives : calcul de dy/dx, dy/dt, ou dx/dt pour une valeur particulière de t.9:Distance : Distance entre deux points.A:Tangent : Construction de la tangente à la courbe.B:Arc : Longueur d'un arc de courbe. <p>Les autres options sont grisées, et non utilisables.</p>

Les valeurs standards, obtenues en sélectionnant 6:ZoomStd dans le menu **[F2] Zoom**, sont :

$t_{\min} = 0.$	$x_{\min} = -10.$	$y_{\min} = -10.$
$t_{\max} = 2\pi$ (6.2831853... radians ou 360 degrés)	$x_{\max} = 10.$	$y_{\max} = 10.$
$t_{\text{step}} = \pi/24$ (.1308996... radians ou 15 degrés)	$x_{\text{scl}} = 1.$	$y_{\text{scl}} = 1.$

Style de tracé

Les styles disponibles sont : Line, Dot, Square, Thick, Animate, Path. (Voir chapitre 5, page 5-10.). Pour sélectionner l'un d'eux à partir de l'écran $Y=$, placez en surbrillance l'une des deux fonctions définissant la courbe puis appuyez sur **TI-89** : **[2nd]** **[F6]** **TI-92 Plus** : **[F6]** et sur le numéro du style choisi.

Exemple. Reprendre l'exemple du début de ce chapitre après sélection du style Animate ou Path pour mieux simuler le déplacement d'un projectile.

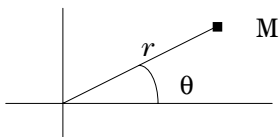
Courbes en coordonnées polaires

10

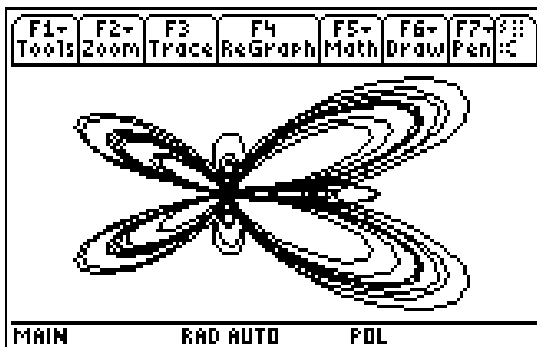
Un premier exemple	10-2
Une courbe un peu plus complexe	10-4
Différences avec l'étude graphique des fonctions	10-5
Choix du mode graphique.....	10-5
Définition et sélection des fonctions	10-5
Fenêtre de tracé.....	10-5
Étude de la courbe.....	10-6
Style de tracé.....	10-6

Ce chapitre décrit la construction de courbes en coordonnées polaires sur la TI-89 / TI-92 Plus. Il nécessite la connaissance du contenu du chapitre 5 : étude graphique d'une fonction.

Dans une courbe de ce type, un point est repéré par ses coordonnées polaires r et θ ,



et ces deux coordonnées sont reliées par une relation du type $r = f(\theta)$.



$$r1 = e^{\cos(\theta)} - 2 \cdot \cos(4 \cdot \theta) + \left(\sin\left(\frac{\theta}{12}\right) \right)^5$$

$$r2 =$$

```

θmin=0.
θmax=60.
θstep=.1
xmin=-3.5
xmax=5.
xsc1=10.
ymin=-4.
ymax=4.
ysc1=10.
    
```

Ce tracé a été effectué en supprimant la construction des axes
 (TI-89 : \square \square TI-92 Plus : \square F, Axes = OFF).

Un premier exemple

Étude de la courbe définie par la relation $r(\theta)=8 \sin(5\theta/2)$.

Étapes	TI-89 Touches	TI-92 Plus Touches	Affichage
<p>1. Affichez la boîte de dialogue MODE et choisissez Graph 3:POLAR et Angle 1:RADIAN.</p> <p><i>Note. Les exemples de ce chapitre ont été obtenus en mode Display Digit....FLOAT. Les valeurs numériques affichées seront arrondies différemment si on utilise un autre mode.</i></p>	<p>MODE \downarrow 3 $\leftarrow \rightarrow \leftarrow \rightarrow$ 1 ENTER</p>	<p>MODE \downarrow 3 $\leftarrow \rightarrow \leftarrow \rightarrow$ 1 ENTER</p>	
<p>2. Définition de la fonction. Choisissez l'éditeur de fonctions numériques Y=, effacez les fonctions éventuellement présentes, et définissez $r_1=8 \sin(5\theta/2)$</p> <p><i>L'effacement préalable des fonctions présentes permet d'obtenir les mêmes écrans que ceux présentés dans cet exemple. Il n'est pas véritablement indispensable.</i></p>	<p>\blacktriangleright [Y=] F1 8 ENTER 8 $\left[2^{nd}\right]$ [SIN] 5 \blacktriangleright [θ] $\left[=$ 2] ENTER</p>	<p>\blacktriangleright [Y=] F1 8 ENTER 8 [SIN] 5 $\left[\theta \right]$ $\left[= \right]$ 2] ENTER</p>	
<p>3. On obtient la représentation d'une partie de la courbe en choisissant un zoom standard.</p>	<p>F2 6</p>	<p>F2 6</p>	
<p>4. Pour effectuer cette construction dans un repère orthonormé, choisissez un zoom ZoomSqr.</p>	<p>F2 5</p>	<p>F2 5</p>	
<p>5. La courbe obtenue précédemment correspond à celle obtenue en faisant varier θ de 0 à 2π. Pour obtenir une courbe complète on doit utiliser un intervalle de longueur 4π.</p>	<p>\blacktriangleright [WINDOW] \leftarrow 4 $\left[2^{nd}\right]$ [π]</p>	<p>\blacktriangleright [WINDOW] \leftarrow 4 $\left[2^{nd}\right]$ [π]</p>	

Étapes	TI-89 Touches	TI-92 Plus Touches	Affichage
6. Après avoir choisi $\theta_{\min}=0$ et $\theta_{\max}=4\pi$, on relance la construction.	◀ [GRAPH]	◀ [GRAPH]	
7. Construction de la tangente en un point. Après avoir appuyé sur [F5] A, on peut déplacer le curseur vers le point souhaité, ou entrer directement la valeur de θ .	[F5] alpha A [2nd] [π] [÷] 5	[F5] A [2nd] [π] [÷] 5	
8. Appuyez ensuite sur [ENTER] pour lancer la construction. <i>Note.</i> Si vous n'obtenez pas la tangente comme dans l'écran ci-contre, passez dans l'écran de calcul et tapez del var θ [ENTER] pour effacer le contenu de la variable θ , puis relancez la construction.	[ENTER]	[ENTER]	
9. Cette courbe passe plusieurs fois par l'origine. On peut déterminer les valeurs de θ correspondantes dans l'écran de calcul. Il suffit de résoudre l'équation $r_1(\theta)=0$.	[HOME] [F2] 1 alpha R 1 [◀] [θ] [)] [=] 0 [.] [▶] [θ] [)] [ENTER]	◀ [HOME] [F2] 1 R 1 [◀] [θ] [)] [=] 0 [.] [θ] [)] [ENTER]	
10. Il est également possible de déterminer les points doubles en résolvant l'équation $r_1(x)=-r_1(x+\pi)$. $S = \left\{ \frac{2k}{5} \pi, k \in \mathbb{Z} \right\}$	[F2] 1 alpha R 1 [◀] X [)] [=] (-) alpha R 1 [◀] X + [2nd] [π] [)] [◀] X [)] [ENTER]	[F2] 1 R 1 [◀] X [)] [=] (-) R 1 [◀] X + [2nd] [π] [)] [◀] X [)] [ENTER]	

Une courbe un peu plus complexe

Étapes	TI-89 Touches	TI-92 Plus Touches	Affichage
1. Étude de la courbe définie par $r = \frac{\cos(\theta)}{1 - 2 \sin(\theta)}$	[Y=] [F1] 8 [ENTER] [2nd] [COS] [◀] [θ] [)] [÷] [1] [2nd] [2nd] [SIN] [◀] [θ] [)] [)] [ENTER]	[Y=] [F1] 8 [ENTER] [COS] [θ] [)] [÷] [1] [2nd] [SIN] [θ] [)] [)] [ENTER]	
2. Utilisons un zoom standard pour une première approche de la construction.	[F2] 6	[F2] 6	
3. Pour obtenir une courbe plus précise, nous allons diviser la valeur actuelle de θstep par 4.	[◀] [WINDOW] [◀] [◀] [÷] 4	[◀] [WINDOW] [◀] [÷] 4	
4. Les deux asymptotes se dessinent plus complètement.	[◀] [GRAPH]	[◀] [GRAPH]	
5. Utilisez le mode TRACE pour mieux suivre la position du point M en fonction des valeurs de θ.	[F3] [◀]	[F3] [◀]	
6. La courbe est très proche de ses asymptotes. Pour explorer la courbe au voisinage du point A(1,0), on peut par exemple utiliser un ZoomIn.	[F2] 2 [◀] ... [◀]	[F2] 2 [◀] ... [◀]	
7. Après avoir placé le curseur à proximité du point précédent, il suffit d'appuyer sur [ENTER] pour obtenir la construction.	[ENTER]	[ENTER]	
<i>L'utilisation du mode TRACE permet de suivre le déplacement du point M sur la boucle. Un zoom permettrait de préciser la position de la courbe par rapport à ses asymptotes à gauche de A(1,0).</i>	[F3] [◀]	[F3] [◀]	
8. Ici aussi, il est possible de revenir dans l'écran de calcul et de résoudre certaines questions classiques : asymptotes, points doubles, etc.	[HOME] [F3] 3 [alpha] R 1 [◀] [◀] [θ] [)] [×] [2nd] [SIN] [◀] [θ] [2nd] [π] [÷] 6 [)] [)] [◀] [θ] [2nd] [π] [÷] 6 [)] [ENTER]	[◀] [HOME] [F3] 3 R 1 [◀] [θ] [)] [×] [SIN] [θ] [2nd] [π] [÷] 6 [)] [)] [θ] [2nd] [π] [÷] 6 [)] [ENTER]	

Différences avec l'étude graphique des fonctions

Cette section présente les différences avec la représentation graphique des fonctions. Elle nécessite la connaissance préalable du contenu du chapitre 5.

Choix du mode graphique

Vous devez choisir le mode POLAR avant d'ouvrir l'écran Y=.

Pour des applications mathématiques, il est également nécessaire de choisir le mode RADIAN.

Définition et sélection des fonctions

Pour la définition de chaque courbe, on utilise une expression en fonction de la variable θ .

Remarques :

- Vous pouvez définir jusqu'à 99 courbes.
- Le contenu de l'écran Y= en mode POLAR est indépendant de celui obtenu dans les autres modes.

Fenêtre de tracé

Dans ce mode, on peut agir sur deux types de paramètres :

- Les paramètres de cadrage de la courbe.
- Les paramètres définissant les valeurs à utiliser pour la variable θ ainsi que le nombre de points calculés pour la construction.

Variable	Description
$\theta_{\min}, \theta_{\max}$	Intervalle d'étude.
θ_{step}	Écart entre les valeurs de θ utilisées pour la construction. Diminuez la valeur de cette variable pour augmenter le nombre de points construits et la précision du tracé.
$x_{\min}, x_{\max},$ y_{\min}, y_{\max}	Définition de la fenêtre de construction. On doit choisir $x_{\min} < x_{\max}$ et $y_{\min} < y_{\max}$.
$x_{\text{scl}}, y_{\text{scl}}$	Graduation des axes.

Différences avec l'étude graphique des fonctions (suite)

Étude de la courbe Pour étudier une courbe, il est possible d'utiliser les outils suivants.

Outil	Fonctionnement pour les courbes en polaire
[F2] Zoom	<ul style="list-style-type: none">En règle générale, les options de ce menu agissent sur les paramètres de cadrage (x_{\min}, x_{\max}, y_{\min}, y_{\max}, x_{scl}, y_{scl}) mais pas sur le choix des valeurs du paramètre θ.Seule l'option 6:ZoomStd (qui fixe $\theta_{\min} = 0$, $\theta_{\max} = 2\pi$, et $\theta_{\text{step}} = \pi/24$) agit sur ce dernier.
[F3] Trace	<ul style="list-style-type: none">Les valeurs de θ, x et y sont affichées.Initialement, le curseur se trouve sur la première courbe, sur le point correspondant à θ_{\min}.Il n'y a pas de recadrage automatique lors du déplacement sur la courbe.
[F5] Math	<p>Les options accessibles sont :</p> <ul style="list-style-type: none">1:Value : affichage des valeurs de x et de y pour une valeur particulière de θ.6:Derivatives : calcul de dy/dx ou $dr/d\theta$ pour une valeur particulière de θ.9:Distance : Distance entre deux points.A:Tangent : Construction de la tangente à la courbe.B:Arc : Longueur d'un arc de courbe. <p>Les autres options sont grisées, et non utilisables.</p>

Les valeurs standards, obtenues en sélectionnant 6:ZoomStd dans le menu **[F2] Zoom**, sont :

$\theta_{\min} = 0.$	$x_{\min} = -10.$	$y_{\min} = -10.$
$\theta_{\max} = 2\pi$ (6.2831853... radians ou 360 degrés)	$x_{\max} = 10.$	$y_{\max} = 10.$
$\theta_{\text{step}} = \pi/24$ (.1308996... radians ou 15 degrés)	$x_{\text{scl}} = 1.$	$y_{\text{scl}} = 1.$

Style de tracé

Les styles disponibles sont : Line, Dot, Square, Thick, Animate, Path.
(Voir chapitre 5, page 5-10.)

Pour sélectionner l'un d'eux à partir de l'écran Y=, placez en surbrillance la fonction définissant la courbe puis appuyez sur **TI-89** : **[2nd]** **[F6]** **TI-92 Plus** : **[F6]** et sur le numéro du style choisi.

Équations différentielles (graphisme)



Un exemple de représentation graphique.....	11-2
Étapes pour représenter une solution.....	11-4
Différences avec l'étude graphique des fonctions	11-5
Définition des conditions initiales	11-10
Systèmes d'équations différentielles	11-12
Exemple d'équation du 2 nd ordre.....	11-13
Exemple d'équation du 3 ^e ordre.....	11-15
Choix des axes	11-16
Exemple d'utilisation des modes Time et Custom	11-17
Comparaison des méthodes RK et Euler	11-19
En cas de difficulté avec le format Fields.....	11-22

Note. Une équation différentielle est dite du 1^{er} ordre si seules les dérivées de 1^{er} ordre apparaissent ; Ordinaire si toutes les dérivées sont en fonction de la même variable.

Ce chapitre décrit la façon de représenter graphiquement les solutions d'une équation différentielle avec la TI-89 / TI-92 Plus. Avant de consulter ce chapitre, il est indispensable de vous familiariser avec le contenu du chapitre 5.

La TI-89 / TI-92 Plus permet d'étudier les équations différentielles ordinaires du 1^{er} ordre comme par exemple :

$$y' = 0.001 y *(100 - y)$$

ou les systèmes d'équations différentielles du 1^{er} ordre tels que :

$$y1' = -y1 + 0.1 *y1 *y2$$

$$y2' = 3 *y2 -y1 *y2$$

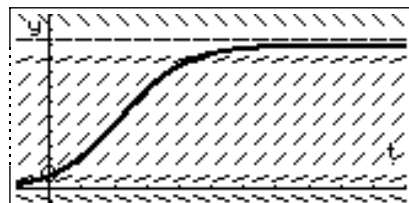
Vous pouvez étudier également des équations d'un ordre supérieur en les définissant sous la forme d'un système d'équations du 1^{er} ordre. Par exemple :

$$y'' + y = \sin(t) \text{ peut être définie par } y1' = y2$$

$$y2' = -y1 + \sin(t)$$

En définissant les conditions initiales appropriées, vous pouvez construire la courbe représentative d'une solution particulière.

Vous pouvez également représenter graphiquement le champ des tangentes pour mieux visualiser le comportement des solutions.

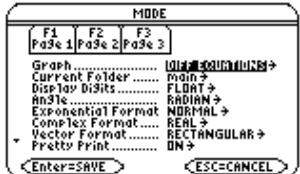
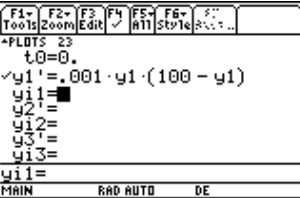
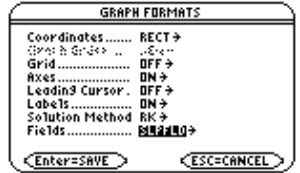
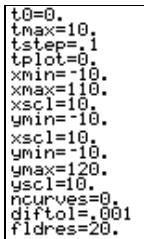
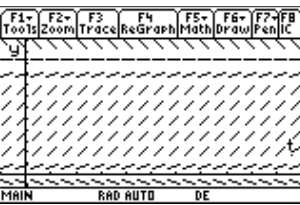


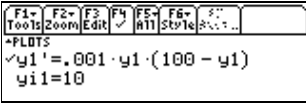
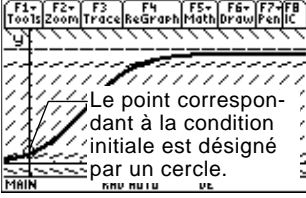
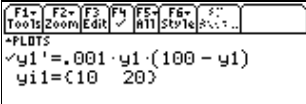
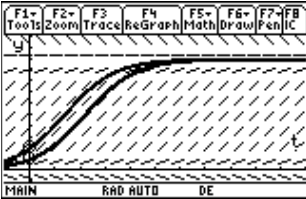
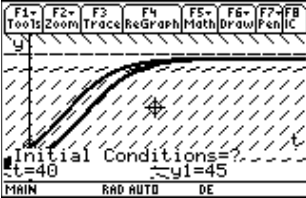
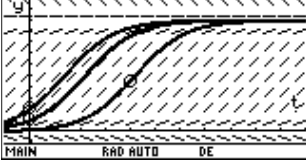
Pour les constructions graphiques, la TI-89 / TI-92 Plus utilise des méthodes numériques pour calculer une valeur approchée des solutions.

Il est par ailleurs possible de résoudre certaines équations différentielles de manière symbolique à l'aide de la fonction **deSolve()**. Cette fonction est présentée au chapitre 27.

Un exemple de représentation graphique

Représentez graphiquement les solutions de l'équation différentielle logistique du 1^{er} ordre $y' = 0.001y*(100-y)$. Pour ce faire, commencez par tracer le champ des tangentes, puis saisissez des conditions initiales dans l'éditeur Y=, ou de façon interactive à partir de l'écran GRAPH, afin de tracer des courbes intégrales particulières.

Étapes	Touches TI-89	Touches TI-92 Plus	Affichage
<p>1. Affichez la boîte de dialogue MODE. MODE. Choisissez Graph : 6:DIFF EQUATIONS.</p>	<p>MODE 6 ENTER</p>	<p>MODE 6 ENTER</p>	
<p>2. Ouvrez l'éditeur Y= et effacez les équations éventuelles présentes. Définissez, ensuite, l'équation différentielle du 1^{er} ordre : $y'(t) = 0.001y*(100-y)$ <i>Saisissez le symbole * (⊗), une multiplication implicite entre la variable et les parenthèses serait traitée comme un appel de fonction. N'affectez pas, pour l'instant, de valeur à la condition initiale y1.</i></p>	<p>[Y=] F1 8 ENTER ENTER . 0 0 1 Y 1 ⊗ (1 0 0 - Y 1) ENTER</p>	<p>[Y=] F1 8 ENTER ENTER . 0 0 1 Y 1 ⊗ (1 0 0 - Y 1) ENTER</p>	 <p>Important. Si y1' est sélectionnée, la TI-89 / TI-92 Plus représente la courbe de la solution y1 et non de sa dérivée y1'.</p>
<p>3. Affichez la boîte de dialogue GRAPH FORMATS puis définissez : Axes = ON, Labels = ON, Solution Method = RK et Fields = SLPFLD. <i>Important.</i> Pour la représentation graphique de la solution d'une équation différentielle, choisissez pour Fields soit SLPFLD, soit FLDOFF.</p>	<p>[F] 1 2 2 1 1 ENTER</p>	<p>F 2 2 1 1 ENTER</p>	
<p>4. Ouvrez l'écran Window et définissez les valeurs des paramètres de construction.</p>	<p>[WINDOW] 0 10 . 1 0 10 11 0 10 1 0 120 10 0 . 0 0 1 20</p>	<p>[WINDOW] 0 10 . 1 0 10 11 0 10 1 0 120 10 0 . 0 0 1 20</p>	
<p>5. Lancez la représentation graphique. <i>Vous n'avez pas défini de conditions initiales, donc seul le champ des tangentes est tracé (l'option Fields dans la boîte de dialogue GRAPH FORMATS étant fixée à SLPFLD).</i></p>	<p>[GRAPH]</p>	<p>[GRAPH]</p>	

Étapes	Touches TI-89	Touches TI-92 Plus	Affichage
6. Retournez à l'éditeur Y= et saisissez une condition initiale : $y_1=10$	[Y=] [ENTER] 1 0 [ENTER]	[Y=] [ENTER] 1 0 [ENTER]	
7. Revenez à l'écran Graph. <i>Les conditions initiales saisies dans l'éditeur Y= portent toujours sur la valeur de la solution en t0. Le tracé de la courbe intégrale commence au niveau du point de coordonnées (t0, y1(t0)) et se poursuit tout d'abord vers la droite, puis vers la gauche.</i>	[GRAPH]	[GRAPH]	
8. Retournez à l'éditeur Y= puis modifiez y1 pour entrer deux conditions initiales sous forme d'une liste : $y_1=\{10,20\}$	[Y=] [↔] [ENTER] [2nd] [{}] 1 0 [,] 2 0 [2nd] [}] [ENTER]	[Y=] [↔] [ENTER] [2nd] [{}] 1 0 [,] 2 0 [2nd] [}] [ENTER]	
9. Lancez la représentation graphique.	[GRAPH]	[GRAPH]	
10. Utilisez F8 IC pour sélectionner une condition initiale dans l'écran graphique de façon interactive. Saisissez $t=40$ et $y_1=45$ (par exemple) lorsque vous y êtes invité, ou choisissez un point à l'aide du curseur.	[2nd] [F8] 4 0 [ENTER] 4 5 [ENTER]	[F8] 4 0 [ENTER] 4 5 [ENTER]	
<p><i>Si vous définissez une condition initiale de façon interactive, vous pouvez choisir une valeur de t autre que la valeur de t0 saisie dans les éditeurs Y= ou WINDOW.</i></p> <p><i>Au lieu d'entrer t et y1 après avoir appuyé sur</i> TI-89 : [2nd][F8] TI-92 Plus : [F8], <i>vous pouvez déplacer le curseur en un point quelconque de l'écran et appuyer sur [ENTER].</i></p>			
<p><i>Vous pouvez utiliser [F3] pour parcourir, en mode Trace, les courbes intégrales dont les conditions initiales ont été définies dans l'éditeur Y=. Cela n'est cependant pas possible pour celles définies de façon interactive.</i></p>			

Étapes pour représenter une solution

La représentation graphique des solutions d'une équation différentielle utilise les notions vues dans le chapitre 5 : Étude graphique d'une fonction. Les différences avec la représentation d'une fonction sont décrites dans les pages suivantes.

Représentation graphique des solutions

Conseil. Pour désactiver tout graphique statistique, appuyez sur F5 [5] ou utilisez F4 pour le désélectionner (voir le chapitre 16).

Note. Le format Fields est essentiel et dépend de l'ordre de l'équation. (voir page 11–22).

Note. Le choix du format Axes dépend du format Fields (voir pages 11–16 et 11–22).

Note. Les paramètres de l'écran WINDOW diffèrent suivant les choix faits pour les formats Solution Method et Fields.

Conseil. F2 Zoom modifie également la fenêtre de tracé.

Choisissez le mode Graph DIFF EQUATIONS et le mode angulaire, si nécessaire.

Entrez les équations et, éventuellement, les conditions initiales dans l'éditeur Y= (\blacktriangleright [Y=]).

Sélectionnez à l'aide de F4 les équations à représenter.

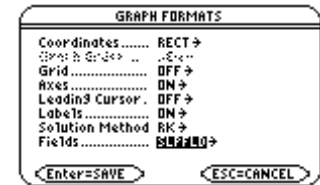
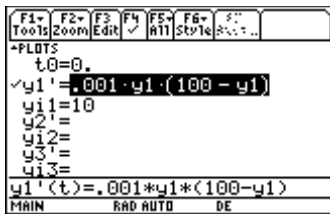
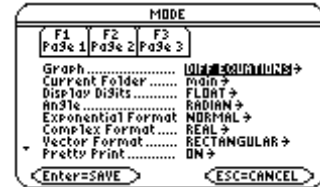
Définissez le style de tracé d'une courbe
TI-89 : 2nd [F6] **TI-92 Plus :** [F6] si nécessaire.

Définissez les paramètres de GRAPH FORMATS
TI-89 : 2nd [I] **TI-92 Plus :** 2nd [F] seuls Solution Method et Fields sont spécifiques aux équations différentielles.

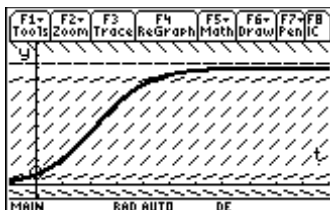
Définissez les axes
TI-89 : 2nd [F7] **TI-92 Plus :** [F7] suivant le format utilisé pour Fields.

Définissez les valeurs des paramètres de construction (\blacktriangleright [WINDOW]).

Lancez la représentation graphique (\blacktriangleright [GRAPH]).



```
t0=0.
tmax=10.
tstep=1
tplot=0.
xmin=-10.
xmax=110.
xsc1=10.
ymin=-10.
xsc1=10.
ymin=-10.
ymin=120.
uscl=10.
ncurves=0.
diftol=.001
fldres=20.
```



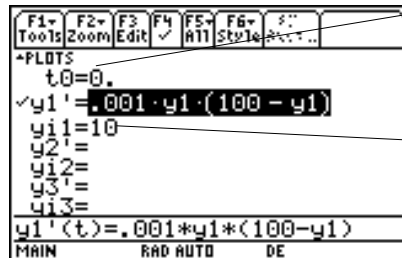
Différences avec l'étude graphique des fonctions

Cette section présente les différences avec la représentation graphique des fonctions. Elle nécessite la connaissance préalable du contenu du chapitre 5.

Définition du Mode Graph

Utilisez **[MODE]** pour définir Graph = DIFF EQUATIONS avant de saisir des équations différentielles, ou des valeurs de paramètres de tracé. L'éditeur Y= et l'écran Window vous permettent de saisir uniquement des valeurs relatives au mode Graph actif.

Définition des équations différentielles dans l'éditeur Y=



Utilisez t0 pour définir le point où sont définies les conditions initiales. Vous pouvez également définir t0 dans l'écran WINDOW.

Utilisez yi pour définir une ou plusieurs conditions initiales relatives à l'équation différentielle correspondante.

Vous pouvez définir jusqu'à 99 équations différentielles.

Conseil. Vous pouvez utiliser la commande **Define** à partir de l'écran de calcul pour définir les fonctions et les équations.

Lors de la saisie des équations dans l'éditeur Y=, n'écrivez pas les fonctions sous la forme y(t), mais simplement y. Par exemple :

Tapez : $.001y1*(100-y1)$
Et non : $.001y1(t)*(100-y1(t))$

Ne pas omettre le signe de multiplication entre la variable et l'expression entre parenthèses.

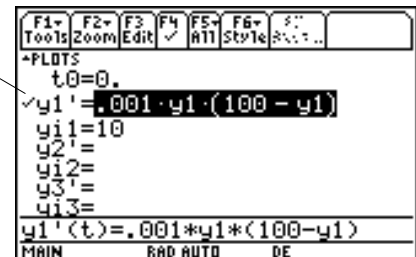
Seules les équations du 1^{er} ordre peuvent être saisies dans l'éditeur Y=. Pour la représentation graphique des équations du 2nd ordre ou d'ordres supérieurs, vous devez les saisir sous forme de système d'équations du 1^{er} ordre. Pour plus d'informations, reportez-vous à la page 11-12.

Pour plus de détails concernant la définition des conditions initiales, reportez-vous à la page 11-10.

Sélection des équations différentielles

Vous pouvez utiliser **[F4]** pour sélectionner une équation différentielle, la condition initiale, si elle existe, est aussi sélectionnée.

Rappel. Si y1' est sélectionnée, la TI-89 / TI-92 Plus représente la courbe de la solution y1 et non de sa dérivée y1'.



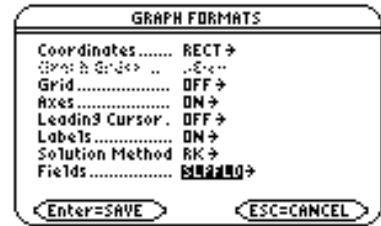
Sélection du style de tracé

Les styles de tracé (**F6 Style**) disponibles sont : Line, Dot, Square, Thick, Animate et Path.

Différences avec l'étude graphique des fonctions (suite)

Sélection des formats dans la boîte de dialogue GRAPH FORMATS

À partir de l'éditeur Y=, ou des écrans Window et Graph, appuyez sur TI-89 : \blacktriangleleft \square TI-92 Plus : \blacktriangleleft F pour ouvrir la boîte de dialogue Graph formats.



Les formats disponibles pour les équations différentielles sont :

Format	Description
Graph Order	N'est pas disponible.
Solution Method	Choix de la méthode utilisée pour la résolution numérique des équations différentielles. <ul style="list-style-type: none">• RK Méthode de Runge-Kutta.• EULER Méthode d'Euler.
Fields	Spécifie si un champ doit être tracé. <ul style="list-style-type: none">• SLPFLD Construction du champ des tangentes pour une équation du 1^{er} ordre, choix des axes TIME (t en abscisse et la solution en ordonnée). Pour voir en détail l'utilisation du champ des tangentes, reportez-vous à l'exemple page 11-2.• DIRFLD Trace un champ de direction pour une équation du 2nd ordre (ou un système de deux équations du 1^{er} ordre), choix des axes CUSTOM. Pour voir en détail l'utilisation du champ de direction, reportez-vous à l'exemple page 11-13.• FLDOFF Aucun champ n'est tracé. Ce format est valable pour les équations de n'importe quel ordre, mais est obligatoire pour les équations du 3^e ordre ou supérieur. Vous devez saisir le même nombre de conditions initiales que d'équations dans l'éditeur Y= (voir page 11-10 et l'exemple de la page 11-15).

Important. Le format Fields est essentiel pour la représentation graphique des équations différentielles. Reportez-vous à la section "En cas de difficulté avec le format Fields" page 11-22.

Conseil. Si vous appuyez sur \square pendant le tracé d'un champ de direction ou de tangentes, la représentation s'arrête temporairement une fois le tracé du champ terminé. Appuyez sur \square pour poursuivre le tracé des courbes intégrales éventuelles.

Conseil. Pour annuler la représentation graphique, appuyez sur \square .

Choix des axes

Dans l'éditeur Y=, le choix des axes (**F7 Axes**) peut être disponible ou non, suivant le format graphique sélectionné.

Si **F7 Axes** est disponible, vous pouvez choisir les axes qui sont utilisés pour la représentation graphique. Pour plus d'informations, reportez-vous à la page 11–16.



Axes	Description
1:TIME	Place les valeurs de la solution de l'équation différentielle en ordonnée, et les valeurs de t en abscisse.
2:CUSTOM	Laisse le choix des données utilisées sur les axes, on utilise pour cela les rubriques X Axis et Y Axis.

Paramètres de tracé

La représentation des solutions d'une équation différentielle utilise les paramètres ci-dessous. En fonction des formats graphiques Solution Method et Fields choisis, tous ces paramètres ne sont pas présents simultanément dans l'écran Window.

Paramètre	Description
t0	Valeur de t sur laquelle portent les conditions initiales. Vous pouvez saisir la valeur de t0 dans l'éditeur Y= (tplot prend alors automatiquement la même valeur), ou dans l'écran Window.
tmax, tstep	Paramètres permettant de déterminer les valeurs de t utilisées pour la construction : t0, t0+tstep, t0+2*tstep, ..., t0+k*tstep, ... tmax Si Fields = SLPFLD, tmax est ignoré. Les solutions sont tracées de t0 jusqu'aux deux bords de l'écran en utilisant des pas égaux à tstep.
tplot	Détermine la valeur de t où commence le tracé, si tplot ne correspond pas à une des valeurs de la suite ci-dessus, la première valeur de cette suite strictement supérieure à tplot est prise comme point de départ du tracé. Cela permet dans certains cas, en affectant à tplot une valeur supérieure à celle de t0, de ne tracer qu'une partie des courbes.

Note. Si $t_{max} < t_0$, tstep doit être négatif.

Note. Si Fields=SLPFLD, tplot est ignoré, sa valeur est celle de t0.

Différences avec l'étude graphique des fonctions (suite)

Paramètres de tracé (suite)

xmin, xmax, ymin, ymax	Définition de la fenêtre de construction.
xscl, yscl	Écart entre les graduations sur les axes x et y.
ncurves	Nombre de courbes intégrales qui seront construites automatiquement si vous ne spécifiez pas de conditions initiales (de 0 à 10). Par défaut, ncurves = 0. En utilisant ncurves, t0 est défini temporairement au milieu de l'écran et les conditions initiales sont définies par $y(t_0) = y_k$: où $y_k = y_{\min} + k \cdot \frac{y_{\max} - y_{\min}}{ncurves + 1}$, k entier $1 \leq k \leq ncurves$
diftol	Paramètre utilisé par la méthode de Runge-Kutta pour sélectionner la taille du pas appropriée pour résoudre l'équation, doit être $\geq 1E^{-14}$. (Solution Method = RK uniquement.)
fldres	Nombre de colonnes (de 1 à 80) utilisées sur la largeur de l'écran pour tracer un champ de tangentes ou de directions (Fields = SLPFLD ou DIRFLD uniquement).
Estep	Nombre d'itérations entre deux valeurs de tstep dans la méthode d'Euler (doit être un entier >0). Permet d'augmenter la précision du tracé, sans tracer de points supplémentaires. (Solution Method = EULER uniquement.)
dtime	Valeur de t pour laquelle est représenté le champ de directions (Fields = DIRFLD uniquement).

Les valeurs par défaut utilisées lorsque vous sélectionnez 6:ZoomStd à partir du menu de la barre d'outils $\overline{F2}$ Zoom sont :

t0 = 0.	xmin = -1.	ymin = -10.	ncurves = 0.
tmax = 10.	xmax = 10.	ymax = 10.	diftol = .001
tstep = .1	xscl = 1.	yscl = 1.	Estep = 1.
tplot = 0.			fldres = 14.
			dtime = 0.

Vous serez amené à modifier les valeurs de certains de ces paramètres pour obtenir un tracé plus précis.

La variable système fldpic

Si vous tracez un champ de tangentes ou de direction, l'image de celui-ci est mémorisée automatiquement dans une variable système appelée fldpic. Si vous effectuez une autre représentation de la même équation sans influencer le champ, la TI-89 / TI-92 Plus réutilise l'image stockée dans fldpic, ce qui réduit le temps d'exécution en évitant de redessiner le champ.

fldpic est automatiquement supprimée lorsque vous quittez le mode graphique des équations différentielles ou si vous affichez une représentation en sélectionnant Fields = FLDOFF.

Outils de l'écran GRAPH

Comme en mode graphique Fonction, vous disposez d'un certain nombre d'outils permettant d'étudier les courbes tracées.

Outil	Fonctionnement pour les équations différentielles :
Dessin	Identique à celui du mode Fonction.
[F2] Zoom	Identique à celui du mode Fonction. <ul style="list-style-type: none">• Seules les valeurs de xmin, xmax, xscl, ymin, ymax et yscl sont modifiées.• Les valeurs des paramètres t0, tmax, tstep et tplot ne sont pas modifiées, sauf si vous sélectionnez 6:ZoomStd (pour définir tous les paramètres à leurs valeurs standards).
[F3] Trace	Vous permet de déplacer le curseur le long de la courbe de la valeur de un tstep à la fois. Pour vous déplacer d'environ dix points tracés, appuyez sur [2nd] [↓] ou sur [2nd] [↑] . Cela est possible pour les courbes intégrales dont les conditions initiales ont été définies dans l'éditeur Y=, ou celles tracées automatiquement (nombre défini par ncurves), mais pas pour celles définies de façon interactive en utilisant F8 IC dans l'écran Graph . En mode Trace, appuyer sur [ENTER] permet de recentrer la fenêtre de tracé sur l'emplacement où se trouve le curseur.
[F5] Math	Seule 1:Value est disponible. <ul style="list-style-type: none">• En mode TIME, on obtient la valeur de la solution y pour la valeur de t spécifiée (représentée par yc).• En mode CUSTOM, les valeurs affichées dépendent des choix effectués dans les rubriques X Axis et Y Axis de la boîte de dialogue AXES.

Conseil. Lors d'une construction, vous pouvez déplacer le curseur vers un emplacement particulier en tapant une valeur pour t et en appuyant sur **[ENTER]**.

Définition des conditions initiales

Vous pouvez entrer les conditions initiales dans l'éditeur Y=, laisser la TI-89 / TI-92 Plus les calculer automatiquement, ou les sélectionner de façon interactive à partir de l'écran Graph.

Saisie des conditions initiales dans l'éditeur Y=

Vous pouvez définir une ou plusieurs conditions initiales dans l'éditeur Y=. Pour en définir plusieurs, saisissez-les sous forme de liste.

Pour saisir les conditions initiales relatives à l'équation y_1' , utilisez la ligne y_{i1} , etc.

Valeur de t sur laquelle portent les conditions initiales.

Pour représenter une famille de solutions, saisissez une liste de conditions initiales.

```

F1- F2- F3- F4- F5- F6- 7
Tools Zoom Edit ✓ All Style Axes...
+PLOTS
t0=0.
✓y1'=.001·y1·(100-y1)
yi1=10
    
```

```

F1- F2- F3- F4- F5- F6- 7
Tools Zoom Edit ✓ All Style Axes...
+PLOTS
t0=0.
✓y1'=.001·y1·(100-y1)
yi1={10 20}
    
```

Tapez {10,20}.

Note. Pour en savoir plus sur la définition d'un système pour les équations d'un ordre supérieur, reportez-vous à la page 11–12.

Pour une équation différentielle du 2nd ordre ou d'un ordre supérieur, vous devez définir un système d'équations du 1^{er} ordre dans l'éditeur Y=.

Si vous saisissez des conditions initiales, vous devez entrer le même nombre de conditions initiales pour chaque équation du système afin d'éviter une erreur de type Dimension error.

```

F1- F2- F3- F4- F5- F6- F7
Tools Zoom Edit ✓ All Style Axes...
+PLOTS
t0=0.
✓y1'=y2
yi1={0 .5}
✓y2'=-y1
yi2={1 1.5}
    
```

Absence de conditions initiales dans l'éditeur Y=

Si vous ne saisissez pas de conditions initiales, le paramètre ncurves de l'écran WINDOW détermine le nombre de courbes intégrales représentées automatiquement. Par défaut, ncurves = 0. Vous pouvez entrer une valeur comprise entre 0 et 10. Le format graphique Fields (TI-89 : TI-92 Plus : F) et la définition d'Axes déterminent toutefois l'utilisation de ncurves.

Conseil. Si aucune condition initiale n'est définie, utilisez SLPFLD (avec ncurves=0) ou DIRFLD pour afficher un champ de tangentes ou de direction uniquement.

Note. SLPFLD est réservé aux équations du 1^{er} ordre. DIRFLD est réservé aux équations du 2nd ordre (ou à un système de deux équations du 1^{er} ordre).

Si Fields =	Alors :
SLPFLD	ncurves est utilisé, sauf si sa valeur est 0, pour construire des courbes intégrales.
DIRFLD	Ignore ncurves. Ne construit pas de courbes.
FLDOFF	Utilise ncurves si Axes = TIME (ou si Axes = Custom et t en abscisse). On obtient sinon un message d'erreur.

Lors de l'utilisation de ncurves, t0 est défini temporairement au milieu de l'écran Graph, la valeur de t0 définie dans l'éditeur Y= ou l'écran Window n'étant pas modifiée.

Sélection d'une condition initiale de façon interactive à partir de l'écran GRAPH

Note. Avec SLPFLD ou DIRFLD, vous pouvez sélectionner les conditions initiales de façon interactive indépendamment de la saisie des conditions initiales dans l'éditeur Y=.

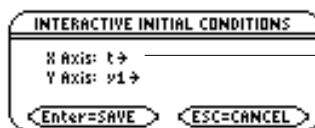
Si une équation différentielle est représentée (indépendamment de l'affichage d'une courbe de solution), vous pouvez sélectionner un point sur l'écran Graph et l'utiliser comme condition initiale.

Fields =	Procédez comme suit :
SLPFLD – ou – DIRFLD	<ol style="list-style-type: none"> Appuyez sur TI-89 : $\boxed{2nd} \boxed{F8}$ TI-92 Plus : $\boxed{F8}$. Pour définir une condition initiale vous pouvez : <ul style="list-style-type: none"> Déplacer le curseur sur le point voulu et appuyer sur \boxed{ENTER}. – ou – Tapier une valeur pour chacune des deux coordonnées et appuyer sur \boxed{ENTER}. <ul style="list-style-type: none"> Pour SLPFLD (réservé aux équations de 1^{er} ordre), saisissez des valeurs de t_0 et de $y(t_0)$. Pour DIRFLD (réservé aux systèmes de deux équations du 1^{er} ordre), saisissez les valeurs pour les deux conditions initiales $y(t_0)$, où t_0 est la valeur définie dans l'éditeur Y= ou l'écran Window.

Un cercle marque le point correspondant à la condition initiale sur la courbe intégrale construite.

Note. FLDOFF vous permet de sélectionner des conditions initiales de façon interactive. Toutefois, si vous saisissez trois ou plusieurs équations, vous devez entrer une seule valeur (et non une liste) comme condition initiale pour chaque équation dans l'éditeur Y= pour éviter qu'une erreur du type Dimension error ne survienne lors de la représentation.

- FLDOFF
- Appuyez sur **TI-89** : $\boxed{2nd} \boxed{F8}$ **TI-92 Plus** : $\boxed{F8}$.
Vous êtes invité à choisir les axes pour lesquels vous voulez entrer des conditions initiales.



t est une sélection valide vous permettant de spécifier une valeur pour t_0 .

Les valeurs que vous venez de sélectionner serviront d'axes pour la représentation.

- Vous pouvez accepter les valeurs par défaut ou les modifier et appuyer sur \boxed{ENTER} .
- Définir une condition initiale comme décrit pour SLPFLD ou DIRFLD.

À propos du mode Trace

Si vous saisissez des conditions initiales dans l'éditeur Y= ou laissez ncurves construire des courbes intégrales automatiquement, vous pouvez utiliser $\boxed{F3}$ pour parcourir ces courbes. Il est cependant impossible de le faire avec une courbe dessinée en sélectionnant une condition initiale de façon interactive car ces courbes sont dessinées et non pas construites.

Systèmes d'équations différentielles

L'éditeur Y= ne permet de saisir que des équations différentielles du 1^{er} ordre. Pour étudier une équation d'ordre n , vous devez la transformer en un système de n équations du 1^{er} ordre.

Transformation d'une équation en un système

Note. Pour obtenir une équation du 1^{er} ordre, le membre de droite ne doit présenter que des variables non dérivées.

Note. À l'issue des remplacements ci-dessus, les lignes y' de l'éditeur Y= représentent :

$y1' = y'$
 $y2' = y''$
 etc.

C'est pourquoi l'équation du 2nd ordre de cet exemple doit être saisie dans la ligne $y2$.

Une équation différentielle d'ordre supérieur à 1 peut être écrite sous forme d'un système d'équations d'ordre 1 en utilisant des inconnues auxiliaires. Voici une méthode, illustrée par un exemple.

1. Écrivez l'équation différentielle.
 - a. Résolvez par rapport à la dérivée d'ordre supérieur.
 - b. Exprimez-la en termes de y et de t .
 - c. Dans le membre de droite de l'équation, effectuez les remplacements suivants :

Remplacez :	Par :
y	$y1$
y'	$y2$
y''	$y3$
y'''	$y4$
$y^{(4)}$	$y5$
\vdots	\vdots

- d. Modifiez le membre de gauche de l'équation, de la façon suivante :

Remplacez :	Par :
y'	$y1'$
y''	$y2'$
y'''	$y3'$
$y^{(4)}$	$y4'$
\vdots	\vdots

2. Entrez les équations sur les lignes correspondantes de l'éditeur Y= :

$y1' = y2$
 $y2' = y3$
 $y3' = y4$
 – jusqu'à –
 $yn' = yn$
 si l'équation est d'ordre n .

$$y'' + y' + y = e^x$$

$$y'' = e^x - y' - y$$

$$y'' = e^t - y' - y$$

$$y'' = e^t - y2 - y1$$

Ne remplacez rien à gauche à ce stade.

$$y2' = e^t - y2 - y1$$

$$\begin{array}{l} y1' = y2 \\ y11 = \\ y2' = e^t - y2 - y1 \\ y12 = \end{array}$$

Les solutions de l'équation d'ordre n sont données par celles de la première équation ($y1$). Désélectionnez les autres équations du système et entrez une condition initiale par équation pour représenter une solution particulière de l'équation d'ordre n .

Exemple d'équation du 2nd ordre

L'équation différentielle du 2nd ordre $y'' + y = 0$ représente un oscillateur harmonique. La méthode vue page 11–12 permet de représenter la solution de cette équation vérifiant les conditions initiales $y(0) = 0$ et $y'(0) = 1$.

Exemple

1. Appuyez sur **[MODE]** et choisissez Graph=DIFF EQUATIONS.

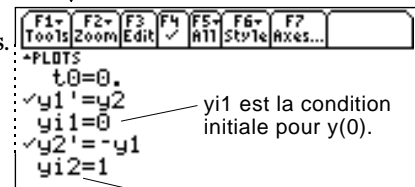
2. Effectuez les transformations décrites page 11–12 afin d'obtenir le système d'équations associé à l'équation du 2nd ordre.

$$\begin{aligned} y'' + y &= 0 \\ y'' &= -y \\ y'' &= -y_1 \\ y_2' &= -y_1 \end{aligned}$$

3. Dans l'éditeur Y= (**[Y=]**), saisissez le système d'équations.

4. Saisissez les conditions initiales (une par équation) :

$$y_1=0 \text{ et } y_2=1$$



y1 est la condition initiale pour y(0).

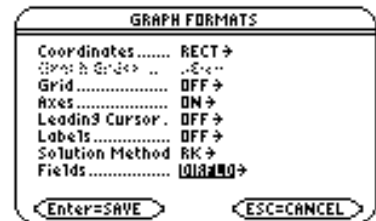
y2 est la condition initiale pour y'(0).

5. Appuyez sur

TI-89 : **[♦]** **[1]**

TI-92 Plus : **[♦]** **F**

et définissez Axes = ON, Labels = OFF, Solution Method = RK et Fields = DIRFLD.



6. Dans l'éditeur Y=, appuyez sur

TI-89 : **[2nd]** **[F7]** **TI-92 Plus** : **[F7]**

et choisissez pour Axes le mode CUSTOM, puis X Axis= y1 et Y Axis= y2.



7. Dans l'écran Window (**[WINDOW]**), définissez les paramètres de tracé.

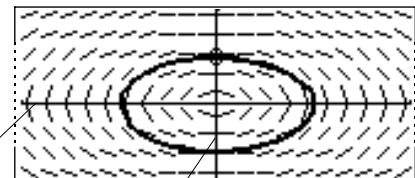
```

t0=0.      xmin= -2.  ncurves=0.
tmax=10.   xmax=2.   diftol=.001
tstep=.1   xscl=1.  fldres=20.
tplot=0.   ymin= -2.  dtime=0.
           ymax=2.
           yscl=1.
    
```

8. Lancez la représentation graphique de la courbe de phase (**[GRAPH]**).

axe x = y1 = y

axe y = y2 = y'



Important. Pour une équation du 2nd ordre (ou un système de deux équations), vous devez obligatoirement choisir Fields=DIRFLD ou FLDOFF.

Important. Si Fields=DIRFLD on ne peut pas choisir le mode Time pour les axes, ni le mode CUSTOM avec X Axis = t.

Si vous sélectionnez ZoomSqr (**[F2]** **[5]**), vous pouvez voir que la courbe de phase est effectivement un cercle. ZoomSqr modifie également les paramètres de tracé autres que ceux servant au cadrage.

Exemple d'équation du 2nd ordre (suite)

Pour étudier cet oscillateur harmonique de façon plus détaillée, utilisez le mode partage d'écran pour représenter les variations de y et de y' par rapport au temps (t).

Note. Pour représenter simultanément deux types de graphiques différents, vous devez utiliser le mode Graph 2 (voir chapitre 19 page 19-7).

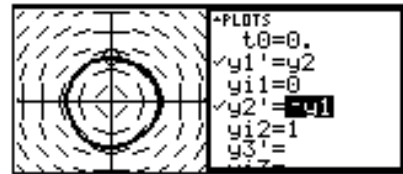
9. Appuyez sur **[MODE]** **[F2]** et modifiez les paramètres comme indiqué.
Validez (**[ENTER]**) pour fermer la boîte de dialogue MODE.

Split Screen = LEFT-RIGHT
Split 1 App = Graph
Split 2 App = Y= Editor
Number of Graphs = 2
Graph 2 = DIFF EQUATIONS

10. Appuyez sur **[2nd]** **[⇐]** pour passer à l'application de droite.

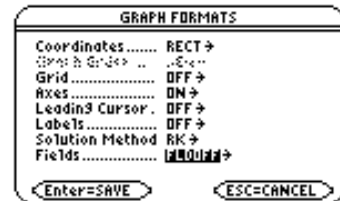
11. Utilisez **[F4]** pour sélectionner y_1' et y_2' .

Les équations sont les mêmes dans les deux applications, mais aucune n'est sélectionnée initialement sur l'application de droite.



Important. Le mode DIRFLD de Fields étant incompatible avec le mode Time pour le choix des axes, vous devez désactiver tous les champs en définissant Fields = FLDOFF.

12. Appuyez sur **TI-89** : **[♦]** **[1]** **TI-92 Plus** : **[♦]** **F** et définissez Fields = FLDOFF.



13. Dans l'éditeur Y=, appuyez sur **TI-89** : **[2nd]** **[F7]** **TI-92 Plus** : **[F7]** et choisissez Axes = TIME.

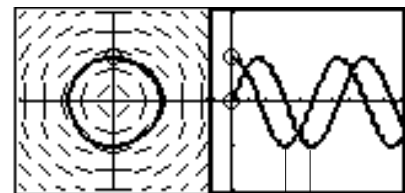


Note. Lorsque vous accédez au mode Graph 2, les paramètres de tracé de l'application de droite sont définis à leurs valeurs par défaut.

14. Dans l'écran Window, modifiez y_{min} et y_{max} .
15. Appuyez sur **[♦]** **[GRAPH]** pour lancer la représentation graphique dans l'écran de droite.

$y_{min} = -2$.
 $y_{max} = 2$.

L'application de gauche affiche la courbe de phase, tandis que celle de droite affiche les courbes représentatives de la solution et de sa dérivée.



y' y

16. Pour revenir à la représentation d'origine en mode plein écran, appuyez sur **[2nd]** **[⇐]** pour passer à l'application de gauche. Appuyez sur **[MODE]** et modifiez le paramètre Split Screen.

Split Screen = FULL

Exemple d'équation du 3^e ordre

Représentez, en fonction du temps, la solution de l'équation différentielle du 3^e ordre $y'''+2y''+2y'+y = \sin(x)$, vérifiant les conditions initiales $y(0) = 0$, $y'(0) = 1$ et $y''(0) = 1$.

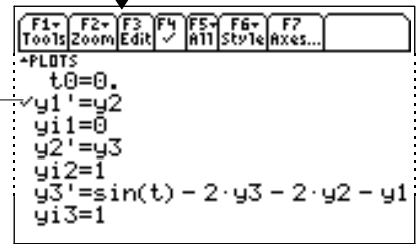
Exemple

- Appuyez sur **[MODE]** et choisissez Graph=DIFF EQUATIONS.
- Effectuez les transformations décrites page 11–12 afin d'obtenir le système d'équations associé à l'équation du 3^e ordre.

$$\begin{aligned} y'''+2y''+2y'+y &= \sin(x) \\ y''' &= \sin(x) - 2y'' - 2y' - y \\ y''' &= \sin(t) - 2y'' - 2y' - y \\ y''' &= \sin(t) - 2y_3 - 2y_2 - y_1 \\ y_3' &= \sin(t) - 2y_3 - 2y_2 - y_1 \end{aligned}$$

Note. La valeur de t_0 étant fixée à 0 les conditions initiales portent sur la valeur de la fonction et de ses dérivées en 0. Par défaut, $t_0=0$.

- Dans l'éditeur $Y=$ (**[2nd]** **[Y=]**), saisissez le système d'équations.
- Saisissez les conditions initiales : $y_1=0$, $y_2=1$, et $y_3=1$

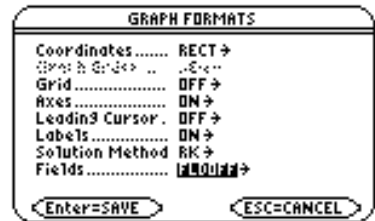


Important. La solution de l'équation y_1' est la solution de l'équation du 3^e degré.

- Assurez-vous que seule y_1' est sélectionnée. Utilisez **[F4]** pour désélectionner les autres équations.

Important. Pour les équations d'ordre supérieur ou égal à 3, vous devez obligatoirement sélectionner Fields=FLDOFF.

- Appuyez sur **TI-89** : **[2nd]** **[1]** **TI-92 Plus** : **[2nd]** **[F]** et définissez Axes = ON, Labels = ON, Solution Method = RK et Fields = FLDOFF.



Note. Si Axes=TIME, la solution de l'équation sélectionnée est tracée en fonction du temps t .

- Dans l'éditeur $Y=$, appuyez sur **TI-89** : **[2nd]** **[F7]** **TI-92 Plus** : **[F7]** et définissez Axes = TIME.



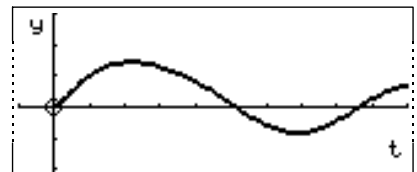
- Dans l'écran Window (**[2nd]** **[WINDOW]**), définissez les paramètres de tracé.

```

t0=0.          xmin=-1.  ncurves=0.
tmax=10.      xmax=10.  diftol=.001
tstep=.1      xscl=1.
tplot=0.      ymin=-3.
              ymax=3.
              yscl=1.
    
```

Conseil. Pour déterminer la valeur de la solution à un moment t particulier, utilisez **[F3]** pour parcourir la courbe en mode Trace.

- Lancez la représentation graphique (**[2nd]** **[GRAPH]**).



Choix des axes

Il est possible de choisir plusieurs types de représentation. Le choix des axes s'effectue dans la boîte de dialogue Axes accessible à partir de l'éditeur Y=.

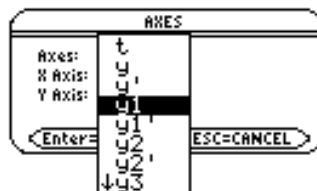
Affichage de la boîte de dialogue Axes

À partir de l'éditeur Y=, appuyez sur **TI-89** : $\boxed{2nd} \boxed{F7}$ **TI-92 Plus** : $\boxed{F7}$.



Si Fields = SLPFLD, le menu **F7 Axes** n'est pas disponible.

Option	Description
Axes	<p>1:TIME Place les valeurs de la solution de l'équation différentielle en ordonnée, et les valeurs de t en abscisse.</p> <p>2: CUSTOM Laisse le choix des données utilisées sur les axes. Voir rubriques X Axis et Y Axis.</p>
X Axis, Y Axis	Cette rubrique est active uniquement en mode CUSTOM, elle vous permet de sélectionner les variables utilisées en abscisse et en ordonnée.



Note. Le choix de t n'est pas possible pour X Axis si Fields=DIRFLD. Si vous sélectionnez t, une erreur de type Invalid axes survient lors de la représentation.

- t variable des solutions (temps).
- y valeurs de la solution de l'équation différentielle sélectionnée.
- y' valeurs de la dérivée de la solution de l'équation différentielle sélectionnée.
- y1, y2, etc. valeurs de la solution de l'équation différentielle correspondante (que cette équation ait été ou non sélectionnée).
- y1', y2', etc. valeurs de la dérivée de la solution de l'équation différentielle correspondante (que cette équation ait été ou non sélectionnée).

Exemple d'utilisation des modes Time et Custom

En utilisant le modèle prédateur-proie emprunté à la biologie, déterminez le nombre de lapins et de renards nécessaires pour maintenir l'équilibre de la population dans une certaine région. Représentez la solution à l'aide des axes Time et Custom.

Modèle Prédateur-Proie

Utilisez le système de deux équations différentielles du 1^{er} ordre:

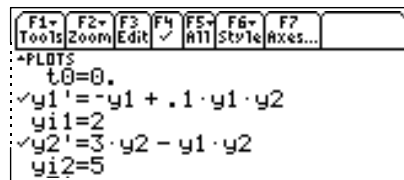
$$\begin{cases} y_1' = -y_1 + 0.1 y_1 \cdot y_2 \\ y_2' = 3 y_2 - y_1 \cdot y_2 \end{cases}$$

- y_1 = Population de renards
- y_{i1} = Population initiale de renards (2)
- y_2 = Population de lapins
- y_{i2} = Population initiale de lapins (5)

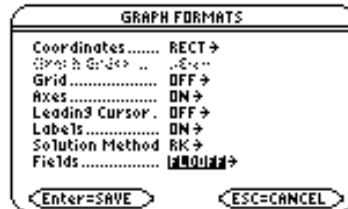
Conseil. Pour accélérer les temps de représentation, effacez toute autre équation dans l'éditeur Y=. En sélectionnant FLDOFF, toutes les équations sont évaluées même si elles ne sont pas sélectionnées.

1. Utilisez **[MODE]** pour définir Graph = DIFF EQUATIONS.

2. Dans l'éditeur Y= (**[Y=]**), entrez les équations différentielles et saisissez les conditions initiales.



3. Appuyez sur **TI-89 : [2nd] [1] TI-92 Plus : [2nd] [F]** et définissez Axes = ON, Labels = ON, Solution Method = RK et Fields = FLDOFF.



4. Dans l'éditeur Y=, appuyez sur **TI-89 : [2nd] [F7] TI-92 Plus : [F7]** et choisissez Axes = TIME.

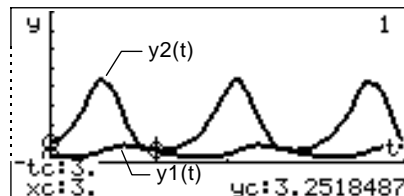


5. Dans l'écran Window (**[WINDOW]**), définissez les paramètres de tracé.

t0=0. xmin= -1. ncurves=0.
tmax=10. xmax=10. diftol=.001
tstep=π/24 xscl=5.
tplot=0. ymin= -10.
 ymax=40.
 yscl=5.

6. Représentez graphiquement les équations différentielles (**[GRAPH]**).

7. Appuyez sur **[F3]** puis sur 3 **[ENTER]** pour voir le nombre de renards (x_c pour y_1) et de lapins (y_c pour y_2) pour $t=3$.

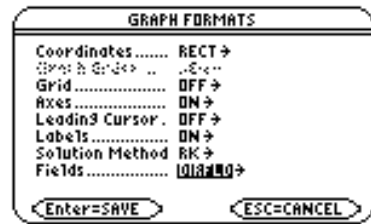


Conseil. En mode Trace utilisez **[left]** et **[right]** pour faire passer le curseur d'une courbe à l'autre.

Exemple d'utilisation des modes Time et Custom (suite)

Note. Dans cet exemple, DIRFLD est utilisé pour deux équations différentielles liées qui ne représentent pas une équation du 2nd ordre.

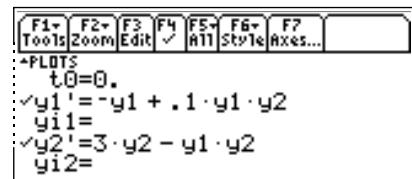
8. Revenez à l'éditeur Y= puis appuyez sur
TI-89 : $\square \square$ **TI-92 Plus :** $\blacklozenge \square$ F
 et définissez Fields = DIRFLD.



9. Appuyez sur
TI-89 : $\square \square$ [F7] **TI-92 Plus :** [F7]
 et choisissez CUSTOM pour le mode Axes, puis X Axis=y1 et Y Axis=y2.



10. Dans l'éditeur Y=, effacez les conditions initiales pour y1 et y2.

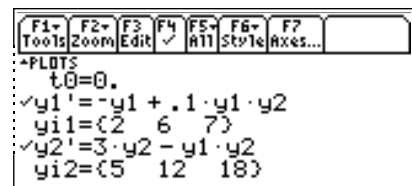


11. Revenez à l'écran Graph, il n'affiche que le champ de direction.



Conseil. Utilisez une liste pour spécifier plusieurs conditions initiales.

12. Pour représenter une famille de solutions, revenez à l'éditeur Y= et saisissez les conditions initiales indiquées ci-dessous.

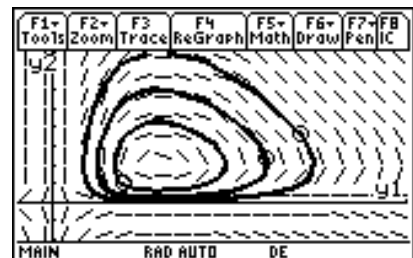


y11={2,6,7} et y12={5,12,18}

13. Revenez à l'écran Graph qui affiche une courbe pour chaque couple de conditions initiales.

Conseil. En mode Trace utilisez \ominus et $\omin�$ pour déplacer le curseur d'une courbe à une autre.

14. Appuyez sur [F3] puis sur 3 [ENTER] pour voir le nombre de renards (xc) et de lapins (yc) à t=3, avec les conditions initiales correspondant à la courbe sur laquelle se trouve le curseur.



Note. Étant donné que $t_0=0$ et $t_{max}=10$, vous pouvez parcourir la plage $0 \leq t \leq 10$.

Comparaison des méthodes RK et Euler

Considérez l'équation différentielle $dP/dt = .001 * P * (100 - P)$, (modèle de croissance logistique) ayant comme condition initiale $P(0) = 10$. Utilisez l'instruction **BldData** pour comparer les points de représentation calculés par les méthodes de résolution RK et Euler. Ensuite tracez ces points tout en représentant graphiquement la solution exacte de l'équation.

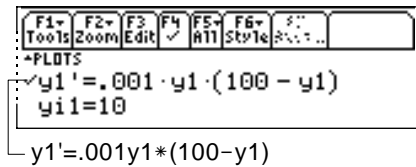
Exemple

Conseil. Pour accélérer les temps de représentation, effacez toute autre équation dans l'éditeur Y=. En sélectionnant FLDOFF, toutes les équations sont évaluées même si elles ne sont pas sélectionnées.

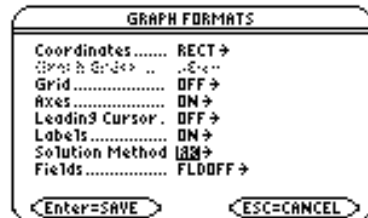
1. Appuyez sur **[MODE]** et choisissez Graph=DIFF EQUATIONS.

2. Saisissez l'équation dans l'éditeur Y= (**[Y=]**).

3. Saisissez la condition initiale : $y_1=10$



4. Appuyez sur **TI-89 : []** **TI-92 Plus : []** et définissez Solution Method = RK et Fields = FLDOFF.



5. Dans l'écran Window (**[WINDOW]**), définissez les paramètres de tracé.

t0=0. xmin=-1. ncurves=0.
tmax=100. xmax=100. diftol=.001
tstep=1. xscl=1.
tplot=0. ymin=-10.
ymax=10.
yscl=1.

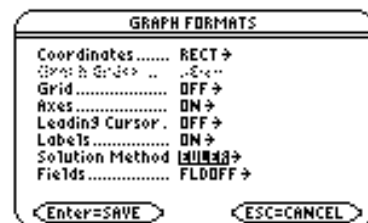
Important. Donnez à tstep (valeur par défaut=.1) la valeur 1. pour éviter que la dimension du tableau créé par **BldData** ne soit trop grande et qu'une erreur de type Dimension error ne survienne.

Note. Vous ne devez pas représenter l'équation avant d'utiliser **BldData**. Pour plus d'informations sur **BldData**, reportez-vous à l'annexe A.

6. Dans l'écran de calcul **TI-89 : [HOME]** **TI-92 Plus : []** utilisez **BldData** pour créer une variable contenant les points de représentation de la méthode RK.

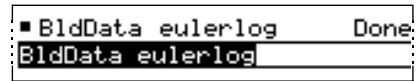


7. Revenez à l'éditeur Y=, appuyez sur **TI-89 : []** **TI-92 Plus : []**, et choisissez Solution Method = EULER.



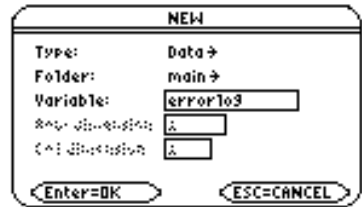
Comparaison des méthodes RK et Euler (suite)

8. Revenez à l'écran de calcul et utilisez **BldData** pour créer une variable contenant les points de représentation de la méthode d'Euler.



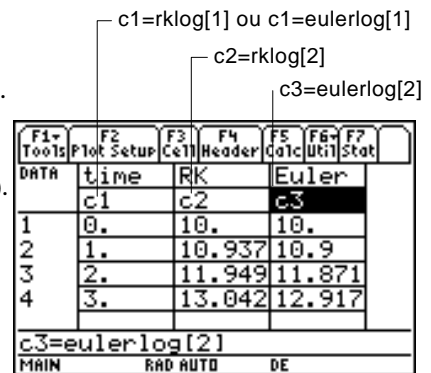
Note. errorlog vous permet de visualiser les deux séries de données rklog et eulerlog l'une à côté de l'autre.

9. Utilisez l'éditeur de données et de matrices (**APPS** **6** **3**) pour créer une nouvelle variable appelée errorlog.



Note. rklog[1] et rklog[2] font référence respectivement aux colonnes 1 et 2 de rklog. Il en est de même pour eulerlog[2].

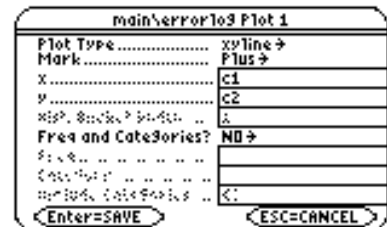
10. Dans cette nouvelle variable, définissez les colonnes c1, c2 et c3 comme indiqué ci-contre. Vous pouvez également saisir les titres des colonnes (reportez-vous au chapitre 16).



Conseil. Faites défiler les variables de données pour voir l'écart existant entre les valeurs de RK et d'Euler.

- Pour définir globalement une colonne, déplacez le curseur vers une cellule de cette colonne, appuyez sur **F4**, tapez l'expression voulue (par exemple rklog[1] pour c1) et appuyez sur **ENTER**.

11. Dans l'éditeur de données et de matrices, appuyez sur **F2** puis sur **F1** et définissez Plot 1 pour les données RK, comme indiqué à droite.



12. Définissez Plot 2 pour les données Euler. Utilisez les valeurs indiquées à droite.

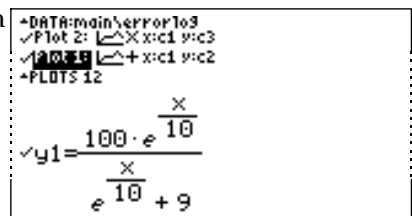
Plot Type=xyline
Mark=Cross
x=c1
y=c3

13. Revenez à l'éditeur Y=, appuyez sur **MODE** et définissez Graph = FUNCTION.

Note. La fonction **deSolve()** permet de déterminer la solution exacte de l'équation, reportez-vous au chapitre 27.

14. La solution exacte de l'équation différentielle figure ci-après. Saisissez-la dans l'éditeur.

$$y1 = (100 * e^{(x/10)}) / (e^{(x/10)} + 9)$$



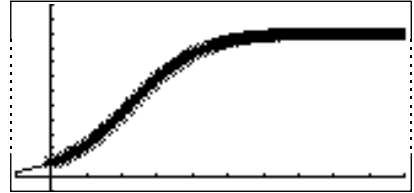
Vous pouvez utiliser **⊖** pour faire défiler l'écran vers le haut pour voir Plot 1 et Plot 2.

Note. La ligne floue sur la représentation indique les différences de valeurs entre RK et Euler.

15. Dans l'écran Window, définissez les paramètres de cadrage ci-contre.

xmin= - 10. ymin= - 10. xres=2.
 xmax=100. ymax=120.
 xscl=10. yscl=10.

16. Affichez l'écran Graph (◻[GRAPH]).

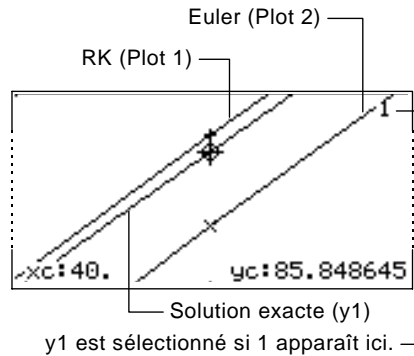


17. Dans l'écran Window, modifiez les paramètres pour un zoom avant vous permettant d'examiner les différences de façon plus détaillée.

xmin=39.7 ymin=85.5 xres=2.
 xmax=40.3 ymax=86.
 xscl=.1 yscl=.1

18. Revenez à l'écran Graph.

19. Appuyez sur [F3] pour passer en mode Trace puis sur \odot ou sur \ominus jusqu'à ce que y1 soit sélectionnée. (1 apparaît dans le coin supérieur droit). Saisissez 40.



En déplaçant le curseur en mode Trace, pour parcourir chaque solution, vous verrez que pour $x_c = 40$:

- La solution exacte (y1) est égale à 85.8486, arrondie à six chiffres.
- La solution RK (Plot 1) est égale à 85.8952.
- La solution Euler est égale à (Plot 2) 85.6527.

Vous pouvez également utiliser l'éditeur de données et de matrices pour visualiser la variable errorlog et faire défiler jusqu'à $t = 40$.

En cas de difficulté avec le format Fields

Si vous rencontrez des difficultés en représentant une équation différentielle, cette section peut vous aider à résoudre le problème. De nombreux problèmes peuvent être dus aux paramètres choisis pour le format Fields.

Définition du format Fields

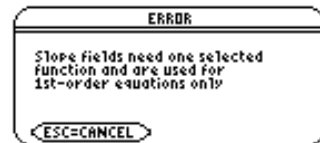
À partir de l'éditeur Y= ou des écrans Graph et Window, appuyez sur **[F1][9]** ou sur **TI-89 : \blacklozenge [I] TI-92 Plus : \blacklozenge F.**



Quel est l'ordre de l'équation que vous étudiez ?

Si l'équation est du :	Les paramètres de Fields valides sont :
1 ^{er} ordre	SLPFLD ou FLDOFF
2 nd ordre (système de deux équations du 1 ^{er} ordre)	DIRFLD ou FLDOFF
3 ^e ordre ou ordre supérieur. (système de n équations du 1 ^{er} ordre, $n \geq 3$)	FLDOFF

Fields = SLPFLD est le paramètre par défaut, le message d'erreur ci-contre peut apparaître.



Si ce message d'erreur ou un autre s'affiche :

- Vérifiez l'ordre de votre équation, utilisez le tableau précédent pour déterminer les paramètres valides de Fields et sélectionnez ceux qui sont applicables.
- Pour un paramètre particulier de Fields, lisez la section ci-dessous pour plus d'informations concernant ce paramètre.

Fields=SLPFLD

Dans l'éditeur Y= Utilisez **[F4]** pour sélectionner une seule équation du 1^{er} ordre. Vous pouvez saisir plusieurs équations, mais vous ne pouvez en sélectionner qu'une à la fois.

L'équation sélectionnée ne doit pas faire référence à d'autres fonctions de l'éditeur Y=. Par exemple :

Si $y' = y^2$, une erreur du type Undefined variable survient lors de la représentation.

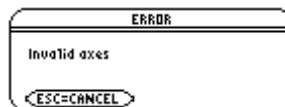


Dans l'écran Graph Si le champ de tangentes est dessiné mais aucune courbe intégrale n'est construite, spécifiez une condition initiale comme décrit à la page 11–10.

Fields=DIRFLD

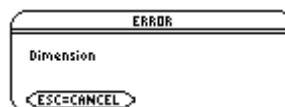
Dans l'éditeur Y= Saisissez un système de deux équations du 1^{er} ordre. Pour plus d'informations sur la définition d'un système représentant une équation du 2nd ordre, reportez-vous à la page 11-12.

Utilisez **F7 Axes** pour définir Axes = CUSTOM. Si Axes = TIME, une erreur de type Invalid axes survient lors de la représentation.



Si vous saisissez les conditions initiales dans l'éditeur Y=, les équations en mode Custom doivent avoir le même nombre de conditions initiales.

Dans le cas contraire, une erreur de type Dimension error survient lors de la représentation.



En mode Custom Définissez les axes qui sont valides pour votre système d'équations. Ne choisissez pas t pour les axes afin d'éviter qu'une erreur de type Invalid axes ne survienne lors de la représentation.

Les deux axes doivent faire référence à des équations différentes de votre système. Par exemple, y1 et y2 est valide, mais y1 et y1' cause une erreur de type Invalid axes.

Dans l'écran Graph Si le champ de direction est dessiné mais qu'aucune courbe n'est tracée, saisissez les conditions initiales dans l'éditeur Y=, ou sélectionnez-en une de façon interactive à partir de l'écran Graph comme décrit page 11-10 et suivantes. Une fois saisies les conditions initiales, sélectionnez ZoomFit (**F2** A).

Le paramètre ncurves de l'écran WINDOW est ignoré en mode DIRFLD. Les courbes par défaut ne sont pas construites automatiquement.

Notes Avec DIRFLD, les équations en mode Custom déterminent les équations représentées, quelles que soient les équations sélectionnées dans l'éditeur Y=.

Si votre système d'équations dépend du temps t, le champ de direction est dessiné pour une valeur de t particulière définie par le paramètre dtime de l'écran WINDOW.

En cas de difficulté avec le format Fields (suite)

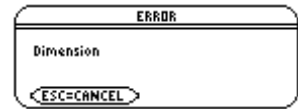
Fields=FLDOFF

Dans l'éditeur
Y=

Si vous saisissez une équation d'ordre supérieur ou égal à 2, entrez-la sous forme de système d'équations d'ordre 1 comme décrit page 11–12.

Toutes les équations (sélectionnées ou non) doivent avoir le même nombre de conditions initiales.

Dans le cas contraire, une erreur de type Dimension error survient lors de la représentation.

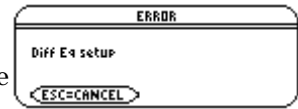


Vous pouvez utiliser **F7 Axes** pour définir Axes = TIME ou CUSTOM.

En mode
CUSTOM

Si X Axis n'est pas égal à t, vous devez saisir au moins une condition initiale pour chaque équation dans l'éditeur Y= (indépendamment de la sélection de l'équation).

Dans le cas contraire, une erreur de type Diff Eq setup survient lors de la représentation.



Dans l'écran
Graph

Si aucune courbe n'est construite, définissez une condition initiale comme décrit à la page 11–10. Si vous avez déjà saisi les conditions initiales dans l'éditeur Y=, sélectionnez ZoomFit
TI-89 : [F2] [alpha] A **TI-92 Plus** : [F2] A.

La représentation de la solution d'une équation du 1^{er} ordre peut s'avérer différente selon que vous sélectionnez FLDOFF ou SLPFLD. En effet, FLDOFF utilise les paramètres de tracé tplot et tmax (page 11–7), qui sont ignorés en mode SLPFLD.

Notes

Pour les équations du 1^{er} ordre, utilisez FLDOFF et Axes = Custom pour utiliser des types d'axes non compatibles avec SLPFLD. À titre d'exemple, vous pouvez représenter y' en fonction de t, alors que SLPFLD ne permet que la représentation de y_1 en fonction de t. Si vous saisissez plusieurs équations du 1^{er} ordre, vous pouvez représenter la solution d'une équation en fonction de celle d'une autre en les choisissant comme axes.

Utilisation de la table de valeurs

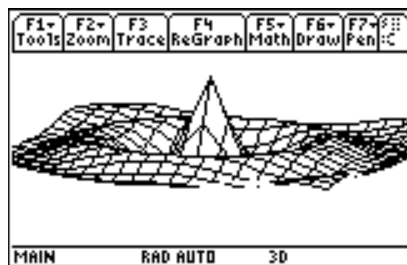
Vous pouvez utiliser la table de valeurs (\square [TABLE]) pour afficher les valeurs de la représentation graphique d'une équation. Veillez à bien sélectionner les équations voulues, en effet, seules les équations sélectionnées apparaissent dans la table de valeurs, que les solutions des équations soient tracées ou non.

Graphismes 3D

12

Un premier exemple	12-2
Différences avec l'étude graphique des fonctions	12-4
Définition des fonctions	12-4
Sélection de la fonction à représenter	12-4
Choix d'un cadrage adapté	12-4
Interprétation de la construction	12-5
Ajustement du cadrage	12-6
Valeur en un point particulier	12-6
Déplacement sur la surface	12-7
Choix du format des axes et du style de la construction.....	12-8
Ouverture de la boîte de dialogue GRAPH FORMATS.....	12-8
Représentation des axes.....	12-8
Affichage du nom des axes.....	12-8
Style de dessin.....	12-8
Modification de l'angle de vue.....	12-9
Définition des angles.....	12-9
Effet de la modification de $\text{eye}\psi$	12-9
Effet de la modification de $\text{eye}\theta$ et $\text{eye}\Phi$	12-10
Animation d'un graphique 3D de façon interactive	12-11
L'orbite de visualisation.....	12-11
Animation du graphique.....	12-11
Animation d'une série d'images graphiques.....	12-11

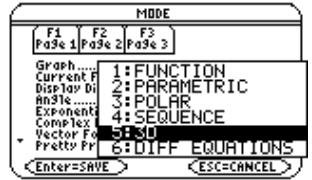
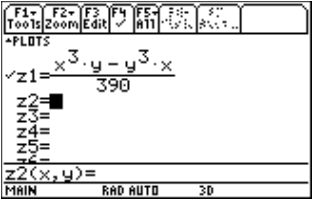
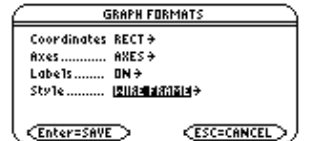
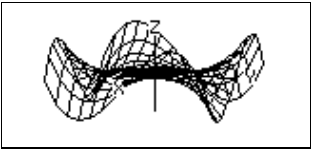
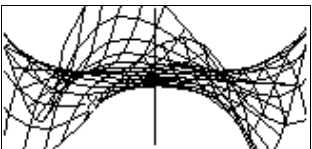
La lecture de ce chapitre nécessite une connaissance des manipulations à effectuer pour représenter graphiquement une fonction d'une variable (voir chapitre 5).



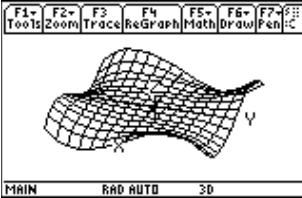


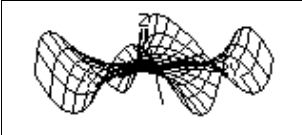
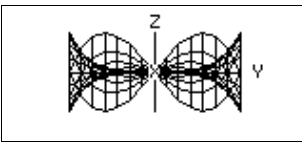
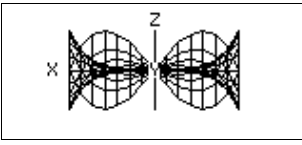
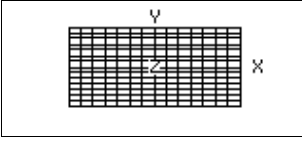

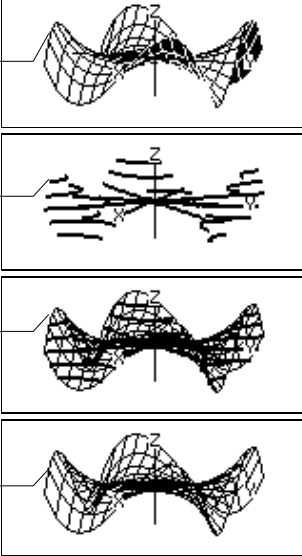


Représentation graphique de $f(x,y) = \frac{8 \cos(\sqrt{x^2 + y^2})}{\sqrt{1 + x^2 + y^2}}$.

Un premier exemple

Étude de la surface définie par la relation $z_1(x, y) = (x^3 y - y^3 x) / 390$.

Étapes	Touches TI-89	Touches TI-92 Plus	Affichage
1. Affichez la boîte de dialogue MODE et choisissez Graph : 5: 3D.	MODE ◁ 5 ENTER	MODE ◁ 5 ENTER	
2. Définition de la fonction. Choisissez l'éditeur de fonctions numériques Y=, effacez les fonctions éventuellement présentes, et définissez $z_1(x, y) = (x^3 y - y^3 x) / 390$.	◁ [Y=] F1 8 ENTER □ X ^ 3 Y □ Y ^ 3 X □ ÷ 3 9 0 ENTER	◁ [Y=] F1 8 ENTER □ X ^ 3 Y □ Y ^ 3 X □ ÷ 3 9 0 ENTER	
3. Modifiez le format graphique pour afficher les axes et leur affecter un label. Définissez également Style = WIRE FRAME.	◁ 1 ◁ ▷ 2 ◁ ▷ 2 ◁ ▷ 1 ENTER	◁ F ◁ ▷ 2 ◁ ▷ 2 ◁ ▷ 1 ENTER	
4. Dans le menu Zoom , sélectionnez l'option ZoomStd. Ceci lance la construction de la surface. <i>La TI-89 / TI-92 Plus commence par afficher le pourcentage de calculs déjà effectués.</i>	F2 6	F2 6	
5. La surface étant construite vous pouvez faire un zoom avant. Note. Lorsque vous animez le graphique, l'écran revient automatiquement au mode normal. (À l'exception de l'animation, vous pouvez exécuter les mêmes fonctions en affichage normal et en affichage zoom avant.)	⊗ (touche de multiplication) Appuyez sur ⊗ pour revenir à l'affichage normal	⊗ (touche de multiplication) Appuyez sur ⊗ pour revenir à l'affichage normal	

Étapes	Touches TI-89	Touches TI-92 Plus	Affichage
<p>6. Animez le graphique en diminuant la valeur de $\text{eye}\phi$. <i>Le choix du style WIRE FRAME permet d'obtenir une animation plus rapide. Pour animer le graphique de façon continue, appuyez sur le curseur et maintenez-le enfoncé pendant environ une seconde, puis relâchez-le. Pour arrêter, appuyez sur ENTER.</i></p>			
<p>7. Revenez au cadrage initial. Ensuite, déplacez l'angle de vue le long d'une orbite autour du graphique.</p>	<p>0 (zéro) </p>	<p>0 (zéro) </p>	
<p>8. Visualisez la surface le long de l'axe Ox,</p>	<p>X</p>	<p>X</p>	
<p>puis de l'axe Oy, <i>La surface présente la même forme que le long de l'axe x.</i></p>	<p>Y</p>	<p>Y</p>	
<p>et enfin de l'axe Oz.</p>	<p>Z</p>	<p>Z</p>	
<p>9. Retournez au cadrage initial.</p>	<p>0</p>	<p>0</p>	
<p>10. Changez de style de dessin.</p>	<p>1 1 1</p>	<p>F F F</p>	 <p>Style HIDDEN SURFACE (Parties cachées)</p> <p>Style CONTOUR LEVELS (lignes de niveau)</p> <p>Style WIRE AND CONTOUR (fil de fer et lignes de niveau)</p> <p>Style WIRE FRAME (fil de fer)</p>
<p>Note. Vous pouvez également utiliser la boîte de dialogue GRAPH FORMATS TI-89 : 1 TI-92 Plus : F pour sélectionner le style de dessin.</p>			

Différences avec l'étude graphique des fonctions

Cette section présente les différences avec la représentation graphique des fonctions. Elle nécessite la connaissance préalable du contenu du chapitre 5.

Définition des fonctions

Vous devez choisir le mode 3D avant d'ouvrir l'écran Y=.

Pour la définition de l'équation d'une surface, on utilise une expression fonction des variables x et y .

Remarques.

- Vous pouvez définir jusqu'à 99 équations de surfaces.
- Le contenu de l'écran Y= en mode 3D est indépendant de celui obtenu dans les autres modes.

Sélection de la fonction à représenter

Si plusieurs fonctions sont définies dans l'écran Y=, la dernière entrée est automatiquement sélectionnée pour la construction graphique. Pour modifier ce choix, placez le curseur sur la ligne correspondant à la fonction souhaitée et appuyez sur $\boxed{F4}$.

On ne peut représenter qu'une seule surface à la fois.

Note. Il est par contre possible de superposer plusieurs constructions graphiques à l'aide de l'instruction **RclPic**.

Choix d'un cadrage adapté

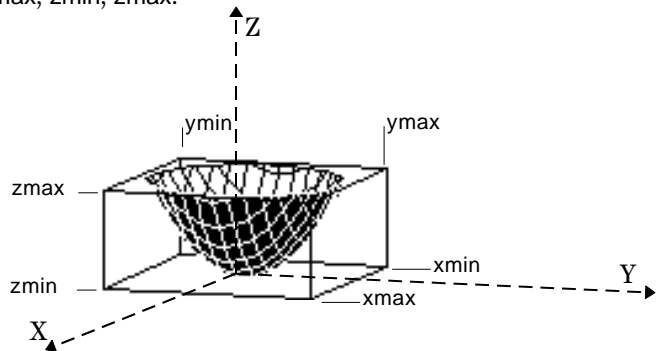
Dans ce mode, en appuyant sur $\boxed{\blacklozenge}$ [WINDOW], on peut agir sur les paramètres suivants :

Paramètre	Utilisation
$eye\theta, eye\Phi, eye\psi$	Réglage de l'angle de vue. <ul style="list-style-type: none">• $eye\theta$ permet de tourner autour de la figure.• $eye\Phi$ permet de se positionner au-dessus ou en dessous de la figure.• $eye\psi$ permet la rotation du graphique dans le sens inverse des aiguilles d'une montre autour de la ligne de vue définie par $eye\theta$ et $eye\phi$. <p><i>Voir page 12–9, pour plus d'informations.</i></p>
$xmin, xmax, ymin, ymax, zmin, zmax$	Définition du parallépipède de construction. <i>Voir figure sur la page suivante.</i>
$xgrid$	Nombre de lignes obtenues en faisant varier la valeur de y entre $ymin$ et $ymax$ pour $x=constante$.
$ygrid$	Nombre de lignes obtenues en faisant varier la valeur de x entre $xmin$ et $xmax$ pour $y=constante$.
$ncontour$	Nombre de lignes de niveau (voir chapitre 13).

Note. Le choix d'une valeur élevée pour $xgrid$ et $ygrid$ permet d'augmenter la précision du tracé, mais augmente aussi le temps de calcul.

Interprétation de la construction

La TI-89 / TI-92 Plus représente la partie de surface d'équation $z = f(x, y)$ contenue dans la boîte délimitée par les valeurs de x_{\min} , x_{\max} , y_{\min} , y_{\max} , z_{\min} , z_{\max} .



Note. Le dessin ci-dessus a été obtenu à partir de la fonction $z1(x, y) = x^2 + y^2$, en choisissant :

Note. Les angles sont en degrés, mais ne pas taper le symbole °.

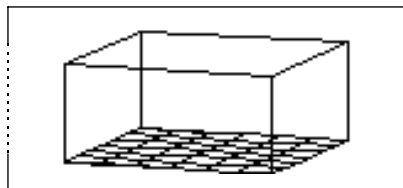
eyeθ = 20	xmin = -5	ymin = -5	zmin = 0
eyeΦ = 70	xmax = 5	ymax = 5	zmax = 20
eyeψ = 0	xgrid = 14	ygrid = 14	ncontour = 5

La boîte apparaît à l'écran lorsque l'on choisit BOX dans la rubrique Axes de la boîte de dialogue GRAPH FORMATS.

(TI-89 : \blacklozenge 1 \blacktriangleleft \blacktriangleright 3 ENTER) TI-92 Plus : \blacklozenge F \blacktriangleleft \blacktriangleright 3 ENTER)

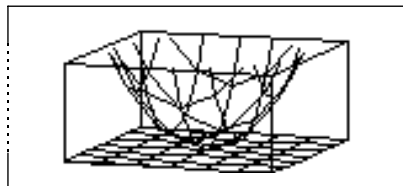
Pour construire cette surface, on procède à un quadrillage du plan (xOy), le nombre de lignes de ce quadrillage est fixé par les valeurs de xgrid et ygrid. (le nombre de lignes est égal à la valeur de ce paramètre, augmentée de 1).

Note. Le dessin ci-contre a été obtenu en construisant la surface associée à $z(x, y) = 0$ avec $x_{\text{grid}} = y_{\text{grid}} = 6$ et $z_{\text{min}} = 0$.



On calcule ensuite les images des couples (x, y) correspondant aux coordonnées des points d'intersections de ce quadrillage, et on construit la surface à partir de ces points.

Note. Le dessin ci-contre a été obtenu sur la TI-89 en superposant deux images à l'aide de l'instruction RciPic.



Différences avec l'étude graphique des fonctions (suite)

Ajustement du cadrage

Comme pour les fonctions d'une variable, appuyez sur **[F2] Zoom** depuis l'écran $Y=$, l'écran HOME ou encore depuis l'écran GRAPH pour choisir une option de Zoom.

Les seules options disponibles sont ZoomIn, ZoomOut, ZoomSqr, ZoomStd, ZoomFit, Memory, SetFactors.

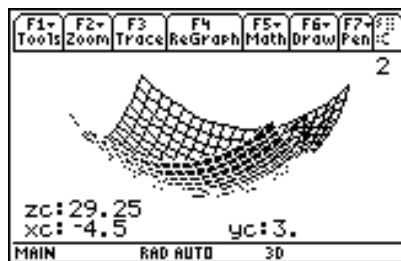
Note. Les options grisées ne sont pas disponibles.

Zoom	Utilisation
ZoomIn, ZoomOut, ZoomSqr, Memory, SetFactors.	Voir le chapitre 5, décrivant la représentation des fonctions d'une variable.
ZoomStd	Représentation dans une boîte de dimension $[-10,10] \times [-10,10] \times [-10,10]$ $eye\theta = 20$ $eye\Phi = 70$ $eye\psi = 0$ $xgrid = 14$ $ygrid = 14$ $ncontour = 5$
ZoomFit	Les valeurs de $zmin$ et de $zmax$ sont ajustées en utilisant les valeurs maximales et minimales de la fonction sur $[xmin, xmax] \times [ymin, ymax]$.

Valeur en un point particulier

1. Appuyez sur **[F5] [1]** (Value).
2. Entrez la valeur de x et appuyez sur **[ENTER]**.
3. Entrez ensuite la valeur de y et appuyez sur **[ENTER]**.

La valeur de $f(x,y)$ s'affiche, et le curseur se place sur le point correspondant.



Note. Le dessin ci-dessus a été obtenu à partir de la fonction

$z1(x,y) = x^2 + y^2$, en choisissant :

$eye\theta = 20$	$xmin = -5$	$ymin = -5$	$zmin = 0$
$eye\Phi = 70$	$xmax = 5$	$ymax = 5$	$zmax = 20$
$eye\psi = 0$	$xgrid = 20$	$ygrid = 20$	$ncontour = 5$

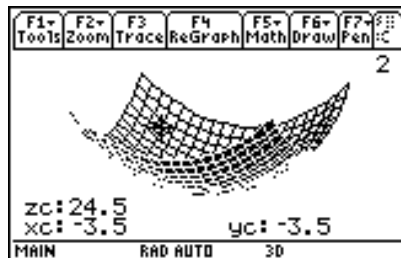
puis en demandant un ZoomFit pour ajuster automatiquement la construction.

Déplacement sur la surface

À partir de l'écran graphique, appuyez sur **F3** (Trace).

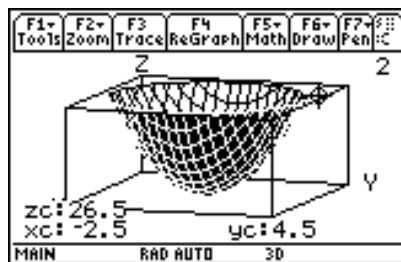
Touche	Déplacement du curseur:
⬆	y reste constant, x augmente de $(x_{\max}-x_{\min})/x_{\text{grid}}$.
⬇	y reste constant, x diminue de $(x_{\max}-x_{\min})/x_{\text{grid}}$.
⬆	x reste constant, y augmente de $(y_{\max}-y_{\min})/y_{\text{grid}}$.
⬇	x reste constant, y diminue de $(y_{\max}-y_{\min})/y_{\text{grid}}$.

Les valeurs de x , y et z sont affichées en bas de l'écran.



- Lors de ces déplacements, le curseur passe d'un point du quadrillage à l'autre. Voir page 12-5.
- Le curseur reste visible, même si on se déplace sur une partie cachée de la surface.
- Il est possible de recentrer la construction en appuyant sur la touche **ENTER** lorsque l'on est en mode Trace.
- Si le point correspondant à x , y , $f(x,y)$ est situé au-dessus du parallélépipède de construction, le curseur se place sur le point associé à x , y , z_{\max} .
- Si le point correspondant à x , y , $f(x,y)$ est situé en dessous du parallélépipède de construction, le curseur se place sur le point associé à x , y , z_{\min} .

Dans ces deux derniers cas, le curseur semblera être en dehors de la surface.



Ici,
 $z_{\min}=0$
 $z_{\max}=20$

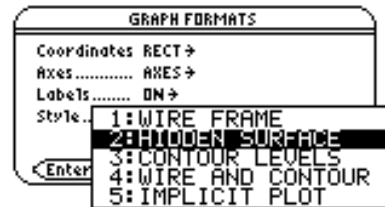
Choix du format des axes et du style de la construction

Par défaut la TI-89 / TI-92 Plus représente la surface sans placer les axes, en éliminant les parties cachées. La boîte de dialogue GRAPH FORMATS permet de modifier cette présentation.

Ouverture de la boîte de dialogue GRAPH FORMATS

Depuis l'écran WINDOW ou l'écran GRAPH :

- Appuyez sur **[F1]** et choisissez 9:Format.
— ou —
- **TI-89** : appuyez sur **[◀] [1]** **TI-92 Plus** : appuyez sur **[◀] [F]**.
- Les réglages en cours d'utilisation sont affichés.
- Appuyer sur **[ESC]** pour les conserver sans modification.



Représentation des axes

Dans la rubrique Axes, choisissez entre les options OFF (pas de représentation des axes), AXES et BOX.

- AXES — les trois axes sont représentés.



- BOX — représentation de la boîte dans laquelle est faite la construction. Voir page 12–5.



Affichage du nom des axes

La rubrique Labels permet d'activer ou de supprimer l'affichage du nom des axes.

Style de dessin

Dans la rubrique Style, choisissez entre les options 1:WIRE FRAME, 2:HIDDEN SURFACE, 3:CONTOUR LEVELS, 4: WIRE AND CONTOUR

Note. La dernière option 5:IMPLICIT PLOT sera utilisée dans le chapitre 13.

- WIRE FRAME : représentation de type fil de fer.
- HIDDEN SURFACES : élimination des parties cachées.
- CONTOUR LEVELS : représentation des lignes de niveau ($z = \text{constante}$).
- WIRE AND CONTOUR : représentation de type fil de fer avec lignes de niveau.

Conseil. L'option WIRE FRAME permet une construction plus rapide de la surface.

Voir les divers types de représentation page 12–3.

Modification de l'angle de vue

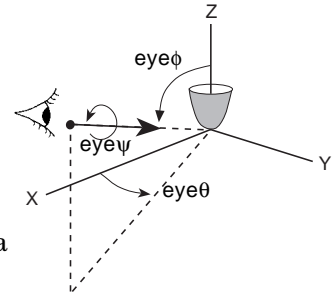
Les variables **eyeθ**, **eyeφ** et **eyeψ** permettent de changer l'angle d'observation de la surface.

Définition des angles

Note. Si $eye\psi=0$, l'axe z est vertical sur l'écran. Si $eye\psi=90$, l'axe z est horizontal (il a subi une rotation de mesure 90° et d'axe Ox.)

L'angle de vue est défini par trois composantes

- $eye\theta$ — angle en degrés à partir de l'axe (Ox) (rotation).
- $eye\phi$ — angle en degrés à partir de l'axe (Oz) (élévation).
- $eye\psi$ — angle en degrés permettant la rotation du graphique dans le sens inverse des aiguilles d'une montre autour de la ligne de vue définie par $eye\theta$ and $eye\phi$.



Valeurs par défaut :

$eye\theta = 20^\circ$; $eye\phi = 70^\circ$; $eye\psi = 0^\circ$.

Dans l'écran WINDOW ([WINDOW]), entrez toujours les valeurs des paramètres $eye\theta$, $eye\phi$, et $eye\psi$ en degrés, quel que soit le mode angulaire en cours d'utilisation (ne tapez pas le symbole $^\circ$).

```
eyeθ=20.
eyeφ=70.
eyeψ=0.
xmin=-10.
xmax=10.
xgrid=14.
ymin=-10.
ymax=10.
ygrid=14.
zmin=-10.
zmax=10.
ncontour=5.
```

Effet de la modification de $eye\psi$

Note. Au cours de la rotation, la longueur des axes se modifie pour s'adapter à la largeur et à la hauteur de l'écran tout en causant des distorsions comme on le voit dans l'exemple.

Si $eye\psi=0$, l'axe z occupe la hauteur de l'écran.

Si $eye\psi=90$, l'axe z occupe la largeur de l'écran.

← z=10
z=-10 →

Il est donc plus étendu dans ce second cas. Il en est de même des axes x et y.

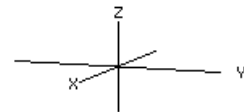
L'affichage sur l'écran GRAPH est toujours orienté le long de l'axe de visualisation défini par $eye\theta$ et $eye\phi$. Vous pouvez modifier $eye\psi$ pour faire tourner le graphique autour de cette ligne de vue.

$$z1(x,y)=(x^3y - y^3x) / 390$$

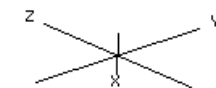
Dans cet exemple, $eye\theta=20$ et $eye\phi=70$



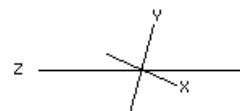
$eye\psi=0$



$eye\psi=45$



$eye\psi=90$

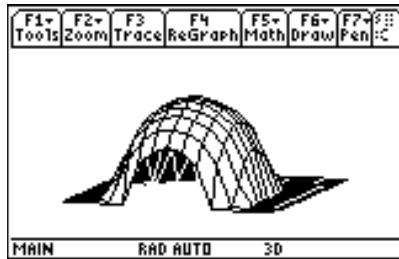


Modification de l'angle de vue (suite)

Effet de la modification de $\text{eye}\theta$ et $\text{eye}\Phi$

Note. L'ouverture à l'avant est dûe au choix particulier de x_{\max}

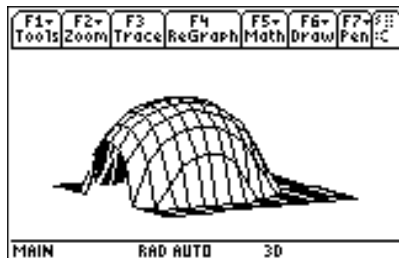
Voici par exemple quelques représentations graphiques obtenues en utilisant la fonction $z_1(x, y) = \text{when}(x^2 + y^2 < 1, \sqrt{1 - x^2 - y^2}, 0)$



Réglage Window :

$\text{eye}\theta = 20.$ $\text{eye}\Phi = 70.$
 $\text{eye}\psi = 0.$
 $x_{\min} = -1.5$ $x_{\max} = 0.8$
 $x_{\text{grid}} = 14.$
 $y_{\min} = -1.5$ $y_{\max} = 1.5$
 $y_{\text{grid}} = 14.$
 $z_{\min} = 0.$ $z_{\max} = 1.$
 $n_{\text{contour}} = 5.$

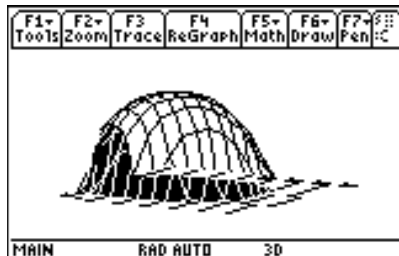
Note. Une variation de $\text{eye}\theta^\circ$ provoque une rotation de la figure.



Réglage Window :

$\text{eye}\theta^\circ = 60.$ $\text{eye}\Phi^\circ = 70.$
 $\text{eye}\psi = 0.$
 $x_{\min} = -1.5$ $x_{\max} = 0.8$
 $x_{\text{grid}} = 14.$
 $y_{\min} = -1.5$ $y_{\max} = 1.5$
 $y_{\text{grid}} = 14.$
 $z_{\min} = 0.$ $z_{\max} = 1.$
 $n_{\text{contour}} = 5.$

Note. Avec une valeur de $\text{eye}\Phi^\circ$ supérieure à 90, on obtient une vue par dessous.



Réglage Window :

$\text{eye}\theta^\circ = 60.$ $\text{eye}\Phi^\circ = 110.$
 $\text{eye}\psi = 0.$
 $x_{\min} = -1.5$ $x_{\max} = 0.8$
 $x_{\text{grid}} = 14.$
 $y_{\min} = -1.5$ $y_{\max} = 1.5$
 $y_{\text{grid}} = 14.$
 $z_{\min} = 0.$ $z_{\max} = 1.$
 $n_{\text{contour}} = 5.$

Animation d'un graphique 3D de façon interactive

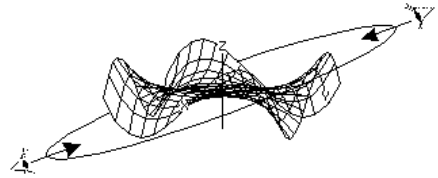
Après la représentation d'un graphique 3D quelconque, vous pouvez modifier l'angle de visualisation de façon interactive à l'aide du curseur. Reportez-vous à l'exemple de la page 12-2.

L'orbite de visualisation

Note. En appuyant sur les touches \leftarrow et \rightarrow , on modifie les valeurs des variables eye de l'écran WINDOW.

Lorsque vous utilisez \leftarrow et \rightarrow pour animer un graphique, imaginez que l'on déplace l'angle de visualisation le long d'une orbite autour du graphique.

Le déplacement autour de cette orbite peut causer une légère oscillation de l'axe z au cours de l'animation (comme vous pouvez le voir dans l'exemple page 12-2).



Animation du graphique

Note. Si le graphique est en affichage zoom avant, il revient automatiquement à l'affichage normal lorsque vous appuyez sur une touche de déplacement du curseur.

Conseil. Pendant l'animation du graphique, utilisez **[ENTER]** pour arrêter puis redémarrer l'animation dans le même sens.

Conseil. Au cours d'une animation, vous pouvez appuyer sur F pour passer au style de format graphique suivant.

Pour :	Procédez comme suit :
Animer le graphique pas à pas	Appuyez sur le curseur et relâchez-le rapidement. Se déplacer le long de l'orbite de visualisation : \leftarrow ou \rightarrow Modifier l'élévation de l'orbite de visualisation : \ominus ou \oplus (augmente ou diminue essentiellement eye ϕ)
Animer le graphique en continu	Appuyez sur le curseur pendant environ une seconde puis relâchez-le, ou appuyez sur le curseur suivi de [ENTER] . Pour arrêter, appuyez sur [ESC] , [ENTER] ou [ON] .
Modifier la vitesse d'animation (4 vitesses possibles)	Appuyez sur [+] ou sur [-] .
Modifier l'angle de vue d'un graphique non animé pour le visualiser le long des axes Ox, Oy, ou Oz	Appuyez respectivement sur [X] , [Y] ou [Z] .
Retourner aux valeurs initiales de l'angle de vue	Appuyez sur [0] (zéro, et non la lettre O).

Animation d'une série d'images graphiques

Vous pouvez également obtenir une animation en mémorisant une série d'images graphiques, et en utilisant l'instruction **RcIPic**. Reportez-vous au paragraphe "Animations" du chapitre 37. Cette méthode vous permet de mieux gérer les valeurs des variables de l'écran WINDOW, notamment eye ψ (page 12-9), qui détermine la rotation du graphique.

Lignes de niveau et tracés implicites

13

Représentations de lignes de niveau	13-2
Exemple d'application des lignes de niveau.....	13-5
Tracés implicites	13-6
Un exemple plus complexe de tracé implicite	13-7
Méthode de tracé de lignes de niveau et de tracé implicite	13-8

La TI-89 / TI-92 Plus permet de construire des courbes définies par une équation implicite du type $F(x, y) = 0$.

Il n'est pas toujours possible de résoudre cette équation, par rapport à x ou par rapport à y , ce qui permettrait de se ramener à une équation de la forme $y = f(x)$, ou $x = g(y)$, dont la représentation relève du mode Function (voir chapitre 5).

On peut souvent obtenir un système d'équations paramétriques d'une telle courbe Γ de la forme $x = x(t)$, $y = y(t)$, ou une représentation polaire de la forme $\rho = f(\theta)$.

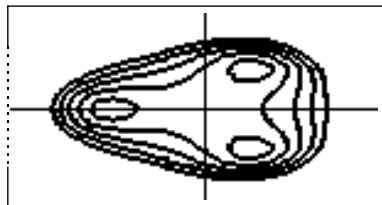
Il est alors possible d'utiliser les modes Parametric ou Polar pour obtenir la construction de la courbe correspondante.

En dehors de ces cas, vous pouvez demander la construction directe d'une courbe à partir de son équation implicite.

L'idée utilisée par la TI-89 / TI-92 Plus est de construire l'intersection de la surface définie par $z = F(x, y)$ et du plan $z = 0$.

C'est pourquoi ce type de construction sera obtenu à partir du mode 3D.

Plus généralement, une courbe d'équation $F(x, y) = c$ est appelée une ligne de niveau (contour level) et représente l'intersection de la surface d'équation $z = F(x, y)$ et du plan $z = c$.



Deux styles de dessin du mode graphique 3D représentent les lignes de niveau d'une surface : CONTOUR LEVELS et WIRE AND CONTOUR.

Ce chapitre présente tout d'abord le tracé de lignes de niveau, qui vient en complément du chapitre précédent, puis les tracés implicites de courbes.

Représentations de lignes de niveau

Une ligne de niveau est une courbe reliant des points de même "cote" z sur une surface. Cette section traite des styles de format graphique CONTOUR LEVELS et WIRE AND CONTOUR qui permettent de représenter ces courbes.

Sélection du style de format graphique

Conseil. A partir de l'écran graphique, vous pouvez appuyer sur

TI-89 : \square

TI-92 Plus : F

pour passer d'un style de format graphique à un autre (à l'exception de IMPLICIT PLOT).

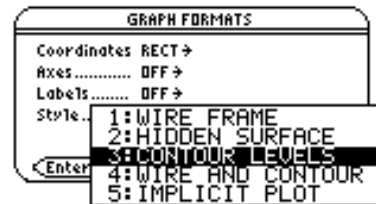
Note. En appuyant sur cette touche pour passer au style CONTOUR LEVELS, le graphique conserve les réglages de représentation initiaux : angle de visualisation, format d'affichage, Axes et Labels.

En mode graphique 3D, dans l'éditeur Y=, entrez une équation de surface, comme indiqué dans le chapitre précédent. Dans la boîte de dialogue GRAPH FORMATS (TI-89 : \square \square TI-92 Plus : \square F) choisissez :

Style = CONTOUR LEVELS

– ou –

Style = WIRE AND CONTOUR



- Avec CONTOUR LEVELS, seules les lignes de niveau sont affichées.
 - L'angle de visualisation est défini initialement pour une vue "d'en haut" (le long de l'axe z) des lignes de niveau. Vous pouvez modifier ultérieurement l'angle de visualisation.
 - Le graphique est en affichage zoom avant. (Pour revenir à l'affichage normal, appuyez sur \square .)
 - Le format Labels est mis automatiquement à OFF.
- Avec WIRE AND CONTOUR, les lignes de niveau sont tracées sur une représentation de type fil de fer. Dans ce cas, l'angle de visualisation, l'affichage (zoom avant ou normal) et le format Labels conservent leurs valeurs précédentes.

Note. Les exemples ci-contre utilisent le même cube de visualisation ZoomStd. Vous pouvez appuyer sur Z pour observer le graphique le long de l'axe z.

Note. Ne confondez pas les lignes de niveau (traits épais) avec le quadrillage (traits fins).

Style	$z1(x,y)=(x^3 y - y^3 x) / 390$	$z1(x,y)=x^2 + .5y^2 - 5$
CONTOUR LEVELS Vue le long de l'axe z		
CONTOUR LEVELS eyeθ=20 eyeφ=70 eyeψ=0		
WIRE AND CONTOUR eyeθ=20 eyeφ=70 eyeψ=0		

Détermination des lignes de niveau par défaut

Note. La valeur par défaut de ncontour est 5. Vous pouvez entrer une valeur comprise entre 0 et 20.

Vous pouvez modifier la valeur du paramètre ncontour de l'écran Window pour spécifier le nombre de lignes de niveau qui seront affichées par défaut. Les valeurs constantes de z utilisées sont réparties uniformément dans la plage de valeurs [zmin, zmax], et sont calculées de la façon suivante :

$$\begin{aligned} & z_{\min} + pas \\ & z_{\min} + 2 * pas \\ & z_{\min} + 3 * pas \\ & \vdots \\ & z_{\min} + ncontour * pas \end{aligned}$$

où $pas = \frac{z_{\max} - z_{\min}}{ncontour + 1}$

```
eyeθ=20.
eyeφ=70.
eyew=0.
xmin=-10.
xmax=10.
xgrid=14.
ymin=-10.
ymax=10.
ygrid=14.
zmin=-10.
zmax=10.
ncontour=5.
```

Valeur par défaut de ncontour

Si ncontour=5 et que vous utilisez la fenêtre de visualisation standard (zmin=-10 et zmax=10), le pas est de 3,333. Cinq lignes de niveaux sont tracées correspondant à z= - 6,666 ; - 3,333 ; 0 ; 3,333 et 6,666.

Si une valeur de z ainsi déterminée n'est pas prise par $f(x, y)$, la ligne de niveau correspondante n'est pas dessinée.

Tracé d'une ligne de niveau passant par un point donné

Lorsqu'un graphique représentant des lignes de niveau est affiché, vous pouvez choisir un point sur la surface, et dessiner une ligne de niveau passant par ce point.

1. Appuyez sur **TI-89** : $\boxed{2nd} \boxed{F6}$ **TI-92 Plus** : $\boxed{F6}$ pour afficher le menu Draw.
2. Sélectionnez 7:Draw Contour.
3. Vous pouvez soit :
 - taper l'abscisse x du point et appuyer sur \boxed{ENTER} , puis taper l'ordonnée y et appuyer sur \boxed{ENTER} .



– soit –


- déplacer le curseur sur le point choisi et appuyer sur \boxed{ENTER} .

Conseil. Toute ligne de niveau existante demeure affichée. Pour retirer les lignes de niveau par défaut, définissez ncontour=0 dans l'écran WINDOW ($\boxed{\blacklozenge} \boxed{WINDOW}$).

Si, par exemple, l'équation de la surface est $z_1(x,y) = x^2 + .5y^2 - 5$, le choix de x=2 et y=3, entraîne le tracé de la ligne de niveau correspondant à z=3,5.

Représentations de lignes de niveau (suite)

Tracé de lignes de niveau choisies par l'utilisateur

Conseil. Pour éviter de construire également les lignes de niveau par défaut, utilisez  [WINDOW] et définissez ncontour=0.

À partir de l'écran Graph, Choisissez le menu F6 Draw et sélectionnez 8:DrwCtour. L'écran de calcul s'affiche automatiquement avec DrwCtour dans la ligne de saisie. Vous complétez la saisie en spécifiant une ou plusieurs valeurs de z (voir exemples ci-dessous).

Exemples :

DrwCtour 5 ————— Trace une ligne de niveau pour z=5.

DrwCtour {1,2,3} ————— Trace les lignes de niveau pour z=1, 2, et 3.

DrwCtour seq(n,n, -10,10,2) — Trace les lignes de niveau pour z parcourant la séquence des entiers de -10 à 10 par pas de 2 (-10, -8, -6, ...).

Les lignes de niveau ainsi définies sont tracées sur le graphique 3D courant.

À propos du tracé de lignes de niveau

Une représentation de lignes de niveau étant faite :

- Vous pouvez utiliser les touches de déplacement du curseur pour l'animer, ou changer l'angle de vue. (Voir chapitre précédent.)
- Vous ne pouvez pas parcourir les lignes de niveau en mode Trace (**F3**). Vous pouvez seulement suivre le quadrillage dans le style WIRE AND CONTOUR.
- Les temps d'évaluations des lignes de niveau pouvant s'avérer longs, vous avez la possibilité de prévisualiser la surface en utilisant le style WIRE FRAME. Les temps de calcul sont beaucoup plus courts. Lorsque vous êtes sûr que les valeurs des paramètres de l'écran Window sont correctes, appuyez sur F pour passer au style CONTOUR LEVELS ou WIRE AND CONTOUR.

Exemple d'application des lignes de niveau

On se propose de déterminer les racines complexes d'une équation $f(x) = 0$. La surface d'équation $z(a,b) = \text{abs}(f(a+bi))$ permet de visualiser ces racines.

Prenons par exemple, $f(x) = x^3 + 1$, ce qui donne l'équation de surface $z(x,y) = |(x+iy)^3 + 1|$.

1. Utilisez [MODE] pour définir Graph=3D.

2. Appuyez sur [Y=] et saisissez l'équation :

$$z1(x,y)=\text{abs}((x+y*i)^3+1)$$

3. Appuyez sur [WINDOW] et entrez les valeurs des paramètres de l'écran Window comme indiqué ci-contre.

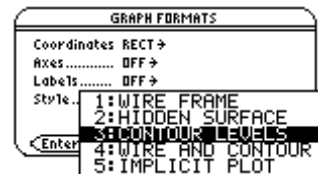
```
eyeθ=-90.
eyeφ=0.
eyeψ=0.
xmin=-1.5
xmax=1.5
xgrid=14.
ymin=-1.5
ymax=1.5
ygrid=14.
zmin=-1.
zmax=2.
ncontour=10.
```

4. Appuyez sur

TI-89 : [2] [1]

TI-92 Plus : [2] [F]

définissez : Axes = AXES,
Style = CONTOUR LEVELS,
[ENTER] pour valider.



5. Appuyez sur [GRAPH] pour obtenir la représentation graphique de la surface.

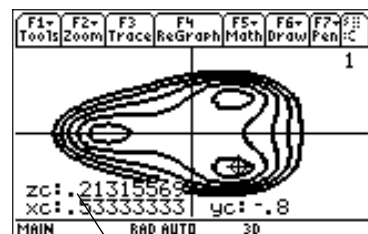
L'évaluation des lignes de niveau est assez longue. Lorsque le graphique s'affiche, la surface rencontre le plan xOy exactement au niveau des zéros complexes du polynôme $X^3 + 1$:

$$-1, \frac{1}{2} + i\frac{\sqrt{3}}{2} \text{ et } \frac{1}{2} - i\frac{\sqrt{3}}{2}$$

Note. Pour une évaluation plus précise, augmentez la valeur des paramètres de l'écran WINDOW xgrid et ygrid, attention cela accroît le temps d'évaluation du graphique.

6. Appuyez sur [F3] et déplacez le curseur sur le zéro au niveau du quatrième quadrant.

L'affichage des coordonnées vous permet de vérifier que $.533 - .8i$ est une valeur approchée d'une racine.



Il faut que zc soit le plus proche possible de 0.

7. Appuyez sur [ESC]. Utilisez ensuite les touches de déplacement du curseur pour animer le graphique et l'afficher sous différents angles de vue.



Affichage avec les paramètres eyeθ=70, eyeφ=70 et eyeψ=0.

Tracés implicites

Le tracé implicite d'une courbe d'équation $F(x,y)=0$, revient à représenter la ligne de niveau correspondant à $z=0$, sur la surface d'équation $z=F(x,y)$.

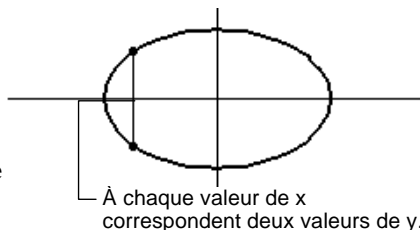
Formes explicites et implicites

Note. Vous pouvez dans l'exemple de l'ellipse la représenter également soit en utilisant une paramétrisation (voir chapitre 10), soit en superposant les tracés de deux fonctions explicites distinctes.

L'ellipse représentée ci-contre admet pour équation :

$$x^2 + .5y^2 = 30$$

ne pouvant pas se mettre sous une forme explicite $y=f(x)$, (ou $x=g(y)$). Le tracé de la courbe ne peut donc pas être fait en mode FUNCTION.



L'équation d'une courbe sera mise sous la forme $F(x, y) = 0$. Si par exemple l'équation implicite se présente sous la forme d'une égalité $f(x, y) = g(x, y)$, on prendra $F(x, y) = f(x, y) - g(x, y)$.

Sélection du style de format graphique

En mode graphique 3D, entrez l'équation appropriée dans l'éditeur $Y=$. Si la courbe a pour équation $F(x, y) = 0$, on saisit $z1(x,y)=F(x, y)$. Par exemple, pour $z1(x,y)=x^2+.5y^2-30$ on a l'ellipse ci-dessus.

Affichez la boîte de dialogue GRAPH FORMATS en appuyant sur

TI-89 : \blacklozenge \square TI-92 Plus : \blacklozenge F

à partir de l'éditeur $Y=$, ou des écrans Graph et Window.

Note. A partir de l'écran GRAPH, vous ne pouvez pas passer, en appuyant sur

TI-89 : \square

TI-92 Plus : F

au style IMPLICIT PLOT, comme c'est le cas pour les autres styles de format 3D.

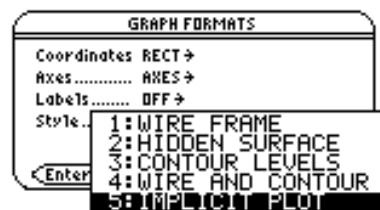
Vous devez utiliser la boîte de dialogue FORMAT accessible par

TI-89 : \blacklozenge \square

TI-92 Plus : \blacklozenge F.

Ensuite définissez :

Style = IMPLICIT PLOT



- L'angle de visualisation est défini initialement pour un affichage suivant l'axe z. (Vous pouvez en changer si nécessaire.)
- La représentation est indiquée en affichage zoom avant. (Pour basculer en affichage normal, appuyez sur \square .)
- Le format Labels est mis automatiquement à OFF.

Note. La représentation de gauche est faite avec un ZoomStd, celle de droite utilise $xmin = ymin = -3$, $xmax = ymax = 3$ et $xgrid = ygrid = 20$.

	$x^2 - y^2 = 4$	$x^3 + y^3 = 5xy - 1/5$
Style	$z1(x, y) = x^2 - y^2 - 4$	$z1(x, y) = x^3 + y^3 - 5xy + 1/5$
IMPLICIT PLOT		

Note. Le mode Trace n'est pas utilisable.

La variable ncontour de l'écran Window (voir page 13-3) n'a aucun effet. Seule la ligne de niveau correspondant à $z=0$ est tracée, indépendamment de la valeur de ncontour.

Un exemple plus complexe de tracé implicite

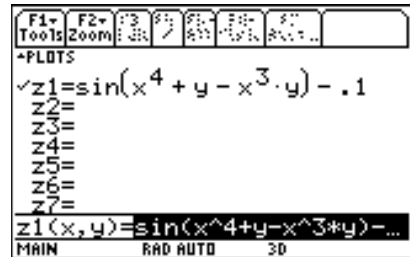
Vous pouvez utiliser le style de format graphique IMPLICIT PLOT pour représenter et animer une équation compliquée qu'il est impossible de représenter autrement. Bien que l'évaluation de ce graphique puisse prendre beaucoup de temps, les résultats visuels peuvent justifier le temps requis.

Représentez la courbe d'équation $\sin(x^4 + y - x^3y) = 1/10$.

1. Utilisez **[MODE]** pour définir Graph=3D.

2. Appuyez sur **[Y=]** et entrez l'équation :

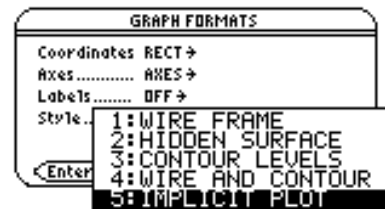
$$z1(x,y) = \sin(x^4 + y - x^3y) - .1$$



3. Appuyez sur **[WINDOW]** et définissez les valeurs des paramètres de l'écran Window comme indiqué ci-contre.

```
eyeθ=-90.
eyeφ=0.
eyeψ=0.
xmin=-10.
xmax=10.
xgrid=14.
ymin=-10.
ymax=10.
ygrid=14.
zmin=-10.
zmax=10.
ncontour=5.
```

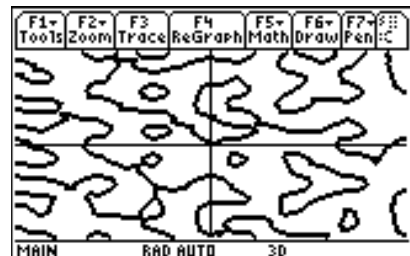
4. Appuyez sur **TI-89 : [] []**
TI-92 Plus : [] F
sélectionnez Axes = AXES, Style = IMPLICIT PLOT, validez.



Note. Pour plus de détails, augmentez les valeurs des paramètres xgrid et ygrid de l'écran WINDOW, ce qui accroît également le temps d'évaluation du graphique.

5. Appuyez sur **[GRAPH]** pour représenter l'équation.

L'évaluation du graphique prend du temps, le pourcentage de calcul effectué est affiché à l'écran.



Le graphique correspond aux points où $\sin(x^4 + y - x^3y) = .1$.

Conseil. Lorsque vous animez le graphique, l'écran passe en affichage normal. Vous pouvez revenir à l'affichage zoom avant en appuyant sur **[ZOOM]**.

6. Vous pouvez utiliser les touches du curseur pour animer le graphique, ou l'afficher sous différents angles de vue.

Cela n'a qu'un intérêt esthétique, une représentation implicite étant une courbe du plan.



Exemple avec $\text{eye}\theta = -127,85$, $\text{eye}\phi = 52,86$ et $\text{eye}\psi = -18,26$.

Méthode de tracé de lignes de niveau et de tracé implicite

Les lignes de niveau sont calculées et tracées par la méthode décrite ci-dessous. Un tracé implicite est un cas particulier du tracé d'une ligne de niveau correspondant à $z=0$.

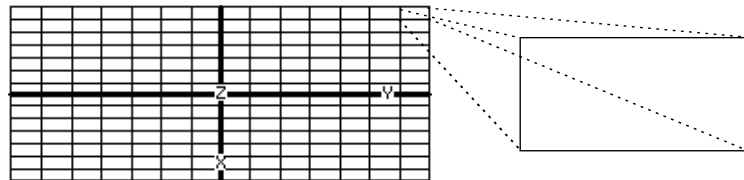
Algorithme

Pour construire une surface, nous avons vu (page 12-5) que l'on procède à un quadrillage du plan (xOy).

Le nombre de lignes de ce quadrillage est fixé par les valeurs de xgrid et ygrid. (Le nombre de lignes est égal à la valeur de ce paramètre, augmentée de 1).

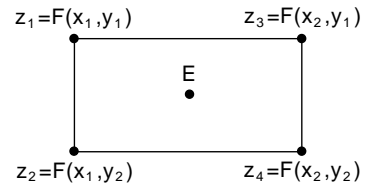
Le quadrillage ainsi défini est utilisé pour le calcul et le tracé des lignes de niveau.

Supposons que l'équation de la courbe soit $F(x, y) = 0$.



Pour chaque rectangle, la fonction définissant l'équation est évaluée à chacun des quatre sommets, et une valeur moyenne (E) est calculée :

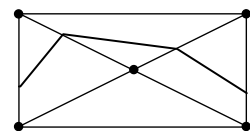
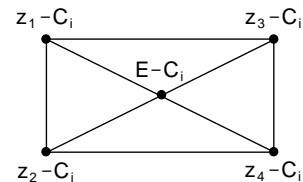
$$E = \frac{z_1 + z_2 + z_3 + z_4}{4}$$



La valeur E est traitée comme valeur de la fonction au centre du rectangle.

Pour déterminer la ligne de niveau d'équation $F(x, y) = C_i$, on procède de la façon suivante.

- Les différences entre les valeurs de z et C_i sont calculées en chacun des cinq points indiqués à droite.
- Un changement de signe entre deux points adjacents implique que la ligne de niveau traverse le segment qui relie ces deux points. Une interpolation linéaire est utilisée pour l'approximation du point où le segment est traversé.
- À l'intérieur du rectangle, les points d'intersection sont reliés par des segments.
- Chaque rectangle du quadrillage est traité de la même façon.



Ce processus est répété pour chaque ligne de niveau.

Constantes et unités de mesure

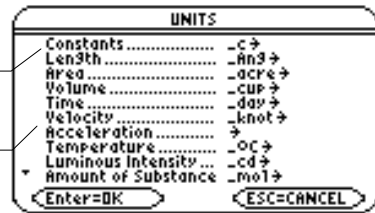
14

Introduction aux constantes et unités de mesure	14-2
Entrée de constantes ou d'unités.....	14-3
Conversion d'unités	14-5
Définition des unités par défaut.....	14-7
Création de nouvelles unités	14-9
Liste de constantes et d'unités prédéfinies.....	14-10

Note. Les noms de constantes et d'unités commencent toujours par un trait de soulignement (_).
TI-89 : \square [-].
TI-92 Plus : \square [-].

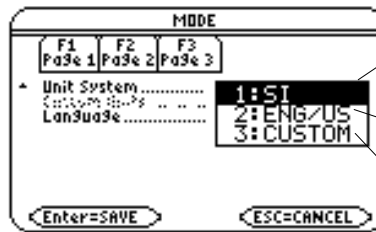
La boîte de dialogue UNITS (**TI-89 :** \square [UNITS] **TI-92 Plus :** \square [UNITS]) permet de sélectionner les constantes ou les unités disponibles dans plusieurs catégories.

Cette catégorie répertorie les valeurs des constantes.
 Les catégories restantes répertorient les unités disponibles.



La boîte de dialogue MODE, Page 3, permet de choisir parmi trois systèmes d'unités de mesure, afin de déterminer les unités par défaut des résultats affichés.

Note. Vous pouvez également utiliser `getUnits()` pour obtenir une liste d'unités par défaut ou `setUnits()` pour définir les unités par défaut. Reportez-vous à l'annexe A.



Système international d'unités. (métrique ou MKSA).

Système anglo-saxon d'unités.

Vous permet de choisir vos propres unités.

Note. La liste des unités proposées contient de nombreuses unités (parfois anciennes) qui sont encore utilisées dans les industries et dans d'autres pays.

Les fonctions relatives aux unités de mesure vous permettent de :

- Saisir des expressions faisant intervenir des grandeurs physiques exprimées avec des unités, exemples : $6_m * 4_m$; $23_m/_s * 10_s$. Le résultat est affiché dans les unités par défaut sélectionnées.
- Convertir des unités de même dimension (c'est-à-dire dans la même catégorie).
- Créer vos propres unités qui peuvent être une combinaison des unités existantes ou des unités uniques "autonomes".

Introduction aux constantes et unités de mesure

En partant de l'équation $f = m \cdot a$, calculez la force pour $m = 5$ kilogrammes et $a = 20$ mètres/seconde².

Quelle est la force lorsque a est égal à l'accélération due à la gravitation, (constante notée $_g$) ?

Avant de transmettre le résultat à un ami anglo-saxon, convertissez le résultat de newtons en dyne.

Étapes	Touches TI-89	Touches TI-92 Plus	Affichage
<p>1. Affichez la boîte de dialogue MODE, Page 3. Pour le mode Unit System, sélectionnez SI (système international ou MKSA).</p> <p><i>Les résultats seront affichés en utilisant ces unités par défaut.</i></p>	<p>[MODE] [F3] \odot 1 [ENTER]</p>	<p>[MODE] [F3] \odot 1 [ENTER]</p>	
<p>2. Créez une unité pour l'accélération mètres/seconde² notée $_ms2$.</p> <p><i>Vous pouvez alors entrer $_ms2$ au lieu de $_m/_s^2$, ou utiliser le menu pour sélectionner $_ms2$ dans la catégorie Acceleration.</i></p> <p>TI-89 : dans la boîte de dialogue UNIT, il est inutile d'appuyer sur la touche α avant d'entrer la première lettre d'une unité.</p> <p><i>Vous pouvez utiliser [2nd] \odot et [2nd] \odot pour faire défiler les catégories page par page.</i></p>	<p>[2nd] [UNITS] \odot \odot M [ENTER] \div [2nd] [UNITS] \odot \odot \odot \odot \odot S [ENTER] \wedge 2 [STO] \blacktriangleright [] α M α S 2 [ENTER]</p>	<p>\blacktriangleright [UNITS] \odot \odot M [ENTER] \div \blacktriangleright [UNITS] \odot \odot \odot \odot \odot S [ENTER] \wedge 2 [STO] [2nd] [] M S 2 [ENTER]</p>	
<p>3. Calculez la force quand $m = 5$ kilogrammes ($_kg$) et $a = 20$ mètres/seconde² ($_ms2$).</p> <p><i>Si vous connaissez l'abréviation d'une unité, vous pouvez la saisir directement. Pour $_$, appuyez sur</i></p> <p>TI-89 : \blacktriangleright [] TI-92 Plus : [2nd] [] .</p>	<p>5 \blacktriangleright [] α K α G \times 2 0 \blacktriangleright [] α M α S 2 [ENTER]</p>	<p>5 [2nd] [] K G \times 2 0 [2nd] [] M S 2 [ENTER]</p>	
<p>4. En utilisant la même valeur de m, calculez la force pour une accélération due à la gravitation (constante $_g$).</p> <p><i>Pour $_g$, vous pouvez utiliser la constante prédéfinie disponible à partir du menu ou taper directement $_g$.</i></p>	<p>5 \blacktriangleright [] α K α G \times [2nd] [UNITS] \odot G [ENTER] [ENTER]</p>	<p>5 [2nd] [] K G \times \blacktriangleright [UNITS] \odot G [ENTER] [ENTER]</p>	
<p>5. Convertissez en dyne ($_dyne$).</p> <p>[2nd] \blacktriangleright affiche l'opérateur de conversion \blacktriangleright.</p>	<p>\odot [2nd] \blacktriangleright \blacktriangleright [] [2nd] [a-lock] D Y N E α [ENTER]</p>	<p>\odot [2nd] \blacktriangleright [2nd] [] D Y N E [ENTER]</p>	

Entrée de constantes ou d'unités

Vous pouvez utiliser un menu pour sélectionner dans une liste les constantes et les unités disponibles, ou vous pouvez les taper directement au clavier.

À partir d'un menu

La procédure décrite ci-après vous permet de sélectionner une unité, ou une constante. À partir de l'écran de calcul :

1. Tapez la valeur ou l'expression.
2. Pour ouvrir la boîte de dialogue UNITS, appuyez sur
TI-89 : [2nd][UNITS]
TI-92 Plus : [◀][UNITS].
3. Utilisez [↵] et [⏪] pour placer le curseur sur la catégorie désirée.
4. Pour sélectionner l'unité en surbrillance, appuyez sur [ENTER].

Conseil. Utilisez [2nd] [↵] et [2nd] [⏪] pour faire défiler les catégories page par page.

Note. Si vous avez défini une unité pour une catégorie existante (voir page 14–9), elle figurera dans le menu.

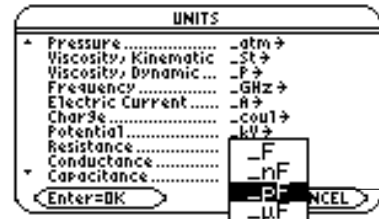
Note. Les noms des constantes et des unités commencent toujours par un trait de soulignement (_).

– ou –

Pour sélectionner une autre unité, appuyez sur [↵] puis déplacer le curseur sur l'unité désirée et appuyez sur [ENTER].

L'unité sélectionnée est placée dans la ligne de saisie.

6.3



Vous pouvez également déplacer le curseur en tapant la première lettre d'une unité.

6.3_pF

À partir du clavier

Si vous connaissez l'abréviation que votre TI-89 / TI-92 Plus utilise pour une constante ou une unité particulière (voir liste page 14–10), vous pouvez la taper directement au clavier. Par exemple, pour entrer 256 mètres, on peut taper directement : 256_m.

Note. Vous pouvez taper les noms d'unités en majuscules ou en minuscules.

Attention par contre aux erreurs dans le nom des unités.

Par exemple _H n'est pas le symbole du Henry, la TI-89 / TI-92 Plus l'interprète comme _h, qui désigne la constante de Planck.

- Le premier caractère doit être un trait de soulignement (_).
- L'espace ou le symbole de multiplication (*) avant le trait de soulignement est optionnel. Par exemple, 256_m, 256 _m, et 256*_m sont équivalents.

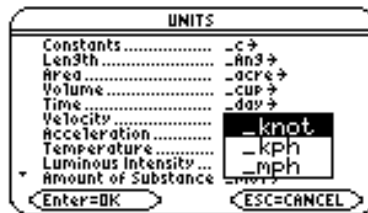
Attention, si vous ajoutez des unités à une variable, vous devez placer impérativement un espace ou un * devant le trait de soulignement. Par exemple, x_m est traité comme une variable dont le nom s'écrit avec trois caractères. Il faut absolument écrire x*_m ou x _m.

Entrée de constantes ou d'unités (suite)

Combinaison de plusieurs unités

Il est possible de combiner deux ou plusieurs unités provenant de plusieurs catégories.

Supposons, par exemple, que vous vouliez entrer une vitesse de 100 mètres par seconde. Dans la boîte de dialogue UNITS, la catégorie correspondant aux unités de vitesse, Velocity, ne contient pas cette unité composée.



Note. Créez une unité définie par l'utilisateur (voir page 14–9) pour les combinaisons les plus fréquentes.

Il suffit en fait d'entrer cette unité directement en utilisant la touche $\frac{\square}{\square}$ de votre TI-89 / TI-92 Plus.

Vous taperez donc 100_m/_s.

Utilisation de parenthèses avec des unités dans un calcul

Attention, l'utilisation des parenthèses est nécessaire pour lever toute ambiguïté liée à l'utilisation des règles de priorités algébriques.

C'est en particulier le cas lors des calculs de quotients.

Comment entrer par exemple $\frac{100\text{ m}}{2\text{ s}}$?

Conseil. En cas de doute sur la façon d'évaluer une valeur et ses unités, regroupez-les entre parenthèses.

Si vous tapez 100*_m / 2*_s, vous obtiendrez 50*_m*_s, ce qui est bien sûr incorrect.

Pour comprendre ce résultat inattendu, il faut savoir qu'un nom d'unité est en fait traité comme un nom de variable.

La TI-89 / TI-92 Plus applique à une expression comme 100*_m les mêmes règles que celles qu'elle utiliserait par exemple avec 100*x.

Par ailleurs, si on entre $x*y/z*t$, l'utilisation des règles de priorité dans l'évaluation d'une expression algébrique fait que la calculatrice interprète ce résultat sous la forme $\frac{x \cdot y}{z} \cdot t$.

Ainsi, si on entre 100*_m / 2*_s, on obtient :

$$100_m / 2_s \rightarrow \frac{100 \cdot _m}{2} \cdot _s \rightarrow 50 \cdot _m \cdot _s$$

On doit en fait entrer 100*_m / (2*_s) .

Conversion d'unités

Vous pouvez convertir une unité en une autre unité de même dimension (de même catégorie). C'est également possible pour les unités définies par l'utilisateur (voir page 14–9).

Pour toutes les grandeurs sauf la température

Note. La liste des unités prédéfinies se trouve page 14–10 et suivantes.

Appuyez sur
TI-89 : [2nd][UNITS]
TI-92 Plus : [◀][UNITS]
 pour sélectionner des unités disponibles à partir d'un menu.

Si vous utilisez une unité dans un calcul, celle-ci est convertie automatiquement en utilisant l'unité courante par défaut, à moins que vous n'utilisiez l'opérateur de conversion ▶ comme décrit ci-dessous. On suppose dans ce qui suit que le système SI est sélectionné (voir page 14–7).

Pour multiplier 20 fois
6 kilomètres.

20*6_km

Pour _, appuyez sur
TI-89 : [◀][_]
TI-92 Plus : [2nd][_].

```

■ 20·6·_km      120000·_m
20*6_km
    
```

Indiqué dans l'unité de longueur par défaut (_m dans le système SI).

Pour des conversions en une unité autre que celle par défaut, utilisez l'opérateur de conversion ▶.

expression_unité1 ▶ *_unité2*

Pour ▶, appuyez sur [2nd] [▶].

Pour convertir 4 années lumière en kilomètres :

4_ltyr ▶ _km

```

■ 4·_ltyr ▶ _km      3.78421E13·_km
■ 186000·_mi/_s ▶ _km/_hr
1.07762E9·_km/_hr
186000_mi/_s▶_km/_hr
    
```

Pour convertir 186000 miles par seconde en kilomètres par heure :

186000_mi/_s ▶ _km/_hr

Dans une expression utilisant une combinaison d'unités, vous pouvez demander explicitement la conversion de certaines d'entre elles seulement. Les autres seront alors automatiquement converties en utilisant les unités par défaut.

Pour convertir
186000 miles/seconde, en
kilomètres/seconde :

186000_mi/_s ▶ _km

Pour convertir
186000 miles/seconde, en
mètres/heures :

186000_mi/_s ▶ 1/_hr

La conversion ne porte que sur les longueurs, l'unité de temps par défaut est la seconde (_s).

```

■ 186000·_mi/_s ▶ _km
299338·_km/_s
■ 186000·_mi/_s ▶ 1/_hr
1.07762E12·_m/_hr
186000_mi/_s▶1/_hr
    
```

Ici la conversion porte sur l'unité de temps, l'unité de longueur est convertie en mètres, unité de longueur par défaut (système SI).

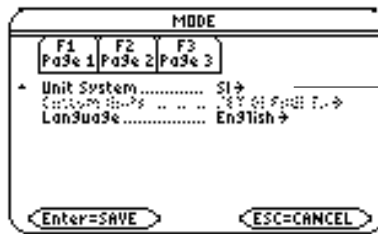
Définition des unités par défaut

Un résultat avec unités est toujours affiché en utilisant les unités choisies par défaut.
Par exemple, vous avez choisi System Unit = SI, tout résultat homogène à une longueur sera affiché en mètres, même si vous avez utilisé d'autres unités dans votre calcul.

Si vous utilisez le système SI ou ENG/US

Note. La liste des unités par défaut de ces systèmes se trouve page 14–10.

Les systèmes d'unités SI et ENG/US (que l'on peut choisir dans la page 3 de l'écran MODE) utilisent des valeurs par défaut intégrées que vous ne pouvez pas modifier.



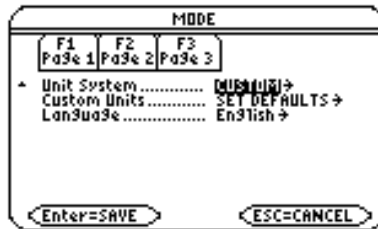
Si Unit System=SI ou ENG/US, Custom Units est grisé. Vous ne pouvez pas définir une unité par défaut.

Personnalisation des unités par défaut

Note. Vous pouvez également utiliser `setUnits()` ou `getUnits()` pour définir ou retourner des informations sur les unités par défaut. Reportez-vous à l'annexe A.

Pour travailler avec votre propre système d'unités :

1. Appuyez sur `MODE` `[F3]` `3` pour définir Unit System = CUSTOM.
2. Appuyez sur `⊖` pour mettre en surbrillance SET DEFAULTS.
3. Appuyez sur `⏎` pour afficher la boîte de dialogue CUSTOM UNIT DEFAULTS.



Conseil. Si la boîte de dialogue CUSTOM UNIT DEFAULTS apparaît en premier lieu, elle affiche les unités par défaut courantes.

4. Pour chaque catégorie, vous pouvez mettre en surbrillance ces valeurs par défaut, appuyer sur `⏎` et sélectionner une unité dans la liste.



Vous pouvez également déplacer le curseur en tapant la première lettre d'une unité.

5. Appuyez deux fois sur `ENTER` pour valider vos modifications et quitter l'écran Mode.

Définition des unités par défaut (suite)

Choix de la valeur par défaut NONE

Plusieurs catégories vous permettent de sélectionner NONE en tant qu'unité par défaut.

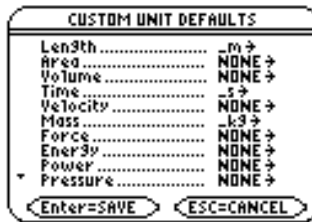
Dans ce cas les résultats qui utilisaient ces catégories seront exprimés en fonctions des autres unités utilisées.

Par exemple, dans le système SI, l'unité de force est le Newton. Il s'agit d'une unité dérivée définie par l'égalité $1\text{N} = 1\text{ kg m s}^{-2}$. Si vous choisissez NONE pour la catégorie Force, toutes les forces seront exprimées en utilisant cette relation.

Cela sera en particulier utile si vous voulez contrôler la validité de certains calculs, en exprimant par exemple tous les résultats en fonction des unités de base **m, kg, s, A**.

Pour cela, choisissez Unit System = CUSTOM, puis choisissez NONE pour toutes les autres unités autres que Electric Current, Length, Mass et Time.

Note. NONE n'est pas disponible pour les catégories de base telles que Length et Mass qui ne sont pas des unités composées.



Vous pouvez à présent entrer n'importe quelle expression, elle sera automatiquement convertie en utilisant les seules unités **m, kg, s, A**.



Mémorisation d'un système d'unités

Si vous n'utilisez qu'un seul système personnalisé d'unités, vous pouvez rapidement basculer entre le système SI, le système ENG/US, et votre système personnalisé à partir de la boîte de dialogue MODE.

Vous souhaitez peut-être utiliser plusieurs systèmes personnalisés d'unités. Il serait naturellement fastidieux de devoir tout redéfinir à chaque nouvelle utilisation.

Note. L'utilisation de ces deux fonctions permet aussi de définir ou de choisir un système d'unités particulier à partir d'un programme.

La fonction **getUnits**, décrite dans l'annexe A, permet d'obtenir une liste décrivant les unités en cours d'utilisation.

Il suffit de mémoriser cette liste dans une variable *NomVar* pour pouvoir revenir ultérieurement à ce système d'unités en utilisant l'instruction **setUnits(NomVar)**, également décrite dans l'annexe A.

Création de nouvelles unités

Vous pouvez élargir la liste des unités disponibles dans n'importe quelle catégorie, en définissant une nouvelle unité en fonction d'une ou plusieurs unités prédéfinies. Vous pouvez également créer des unités "autonomes".

Utilité de la création de nouvelles unités

Note. Si vous créez une unité pour une catégorie existante, vous pouvez la sélectionner à partir de la boîte de dialogue UNITS. Mais vous ne pouvez pas utiliser **MODE** pour sélectionner cette unité par défaut pour les résultats affichés.

Règles à suivre pour nommer les unités

Définition d'une nouvelle unité

Note. Les unités définies par l'utilisateur sont affichées en minuscules, quel que soit le format utilisé.

Note. Les unités définies par l'utilisateur telles que `_dm` sont mémorisées en tant que variables. Vous pouvez les supprimer comme s'il s'agissait de variables.

Voici à titre d'exemple des raisons de créer une unité :

- Vous voulez entrer des valeurs de longueur en décimètres. Définissez `10_m` en tant que nouvelle unité dénommée `_dm`.
- Au lieu d'entrer `_m/_s^2` comme unité d'accélération, vous définissez cette combinaison d'unités en tant qu'unité simple dénommée `_ms2` (voir exemple page 14-2).
- Vous voulez utiliser le tour par minute comme unité de vitesse de rotation. Vous pouvez alors créer l'unité "`_tour`" sans la définir. Cette unité "autonome" est traitée de la même façon qu'une variable sans valeur affectée. Par exemple, `3_tour` est traité de la même façon que `3a`.

Les règles de dénomination des unités ressemblent à celles des variables.

- Un nom d'unité comprend 8 caractères au maximum.
- Le premier caractère doit être un trait de soulignement `_`.
- Le second caractère peut être n'importe quel caractère de nom de variable valide, sauf `_` ou un chiffre. Par exemple, `_9f` n'est pas valide.
- Les caractères restants (jusqu'à 6) peuvent être n'importe quels caractères de nom de variable valide, excepté le trait de soulignement.

On définit une unité comme on mémorise une valeur dans une variable.

définition \rightarrow `_nouvelleUnité`

Pour `_`, appuyez sur **TI89** : **[]** **TI-92 Plus** : **[2nd]** **[_]**.
Pour `>`, appuyez sur **[STO]**.

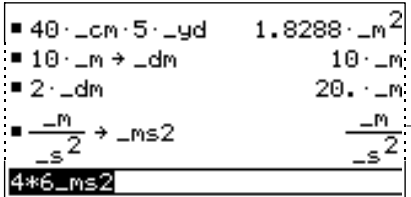
Par exemple, pour définir le décimètre :

`10_m >_dm`

Pour définir une unité d'accélération :

`_m/_s^2 >_ms2`

Pour calculer le régime d'un moteur en `_tour/_min` sachant qu'il effectue 12000 tours en 3 minutes : `12000_tour/(3_min)`



En supposant que les unités par défaut pour Length et Time sont `_m` et `_s`.



En supposant que la minute est l'unité de temps par défaut.

Liste de constantes et d'unités prédéfinies

Cette section affiche les constantes et les unités prédéfinies par catégories. Vous pouvez sélectionner l'une d'entre elles dans la boîte de dialogue UNITS. Si vous utilisez [MODE] pour définir les unités par défaut, les catégories avec une seule unité définie ne sont pas affichées.

Unités par défaut pour SI et ENG/US

Les systèmes de mesure SI et ENG/US utilisent des unités par défaut qui sont indiquées dans cette section par (SI) et (ENG/US). Dans certaines catégories, les deux systèmes utilisent la même valeur par défaut.

Pour une description de la valeur par défaut NONE, reportez-vous à la page 14-8. Certaines catégories ne présentent pas d'unités par défaut.

Constantes

Note. Les résultats sont affichés en utilisant les unités définies par défaut. Par conséquent les valeurs de constantes affichées sur votre écran peuvent différer de celles de cette table.

Note. Frappes de touches utiles pour la saisie directe du nom des unités.

TI-89 :

ϵ : α E
 ϕ : α F
 μ : α M
 σ : α S
 Ω : \uparrow W

TI-92 Plus :

ϵ : α GE
 ϕ : α GF
 μ : α GM
 σ : α GS
 Ω : α GW

_c vitesse de la lumière $2,99792458E8 \cdot \text{m}/\text{s}$
 _Cc ... constante de Coulomb : $1 / (4 \pi \epsilon_0) .. 8.9875517873682E9 \cdot \text{m}/\text{F}$
 _g accélération de pesanteur (au sol) .. $9,80665 \cdot \text{m}/\text{s}^2$
 _Gc ... constante de gravitation $6,67259E-11 \cdot \text{m}^3/(\text{kg} \cdot \text{s}^2)$
 _h constante de Planck $6,6260755E-34 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}$
 _k constante de Boltzmann $1,380658E-23 \cdot \text{J}/\text{K}$
 _Me ... masse de l'électron $9,1093897E-31 \cdot \text{kg}$
 _Mn ... masse du neutron $1,6749286E-27 \cdot \text{kg}$
 _Mp ... masse du proton $1,6726231E-27 \cdot \text{kg}$
 _Na ... nombre d'Avogadro $6,0221367E23 \cdot 1/\text{mol}$
 _q charge élémentaire (e) $1,60217733E-19 \cdot \text{coul}$
 _Rb ... rayon de Bohr $5,29177249E-11 \cdot \text{m}$
 _Rc ... constante gaz parfaits $8,31451 \cdot \text{J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$
 _Rdb . constante de Rydberg $10973731,53413 \cdot 1/\text{m}$
 _Vm... volume molaire (0°C, 1 atm) $2,241409E-2 \cdot \text{m}^3/\text{mol}$
 _ ϵ 0 permittivité du vide $8,8541878176204E-12 \cdot \text{F}/\text{m}$
 _ σ constante Stefan-Boltzmann $5,6705119E-8 \cdot \text{kg}/(\text{s}^3 \cdot \text{K}^4)$
 _ ϕ 0 quantum flux magnétique $2,0678346161E-15 \cdot \text{Wb}$
 _ μ 0 perméabilité du vide $1,2566370614359E-6 \cdot \text{N}/\text{A}^2$
 _ μ b ... magnéton de Bohr $9,2740154E-24 \cdot \text{A} \cdot \text{m}^2$

Longueur

_Ang angström
 _au unité astronomique
 _cm centimètre
 _fath fathom
 _fm fermi
 _ft pied (ENG/US)
 _in pouce
 _km kilomètre
 _lyr année lumière
 _m mètre (SI)
 _mi mile
 _mil 1/1000 pouces
 _mm millimètre
 _Nmi mille nautique
 _pc parsec
 _rod rod
 _yd yard
 _ μ micron
 _Å angström

Surface	_acre..... acre _ha..... hectare	NONE (SI) (ENG/US)
Volume	_cup tasse _floz once fluide _flozUK ... once fluide anglaise _gal gallon _galUK gallon britannique _l litre	_ml..... millilitre _pt pinte _qt quart _tbsp..... cuiller à soupe _tsp..... cuiller à café NONE (SI) (ENG/US)
Temps	_day jour _hr..... heure _min minute _ms milliseconde _ns nanoseconde	_s.....seconde (SI) (ENG/US) _week.....semaine _yr année _μs.....microseconde
Vitesse	_knot noeud _kph kilomètre par heure	_mph mile par heure NONE (SI) (ENG/US)
Accélération	pas d'unité prédéfinie	
Température	_°C..... °Celsius _°F °Fahrenheit	_°K °Kelvin _°R °Rankine (pas d'unité par défaut)
Intensité lumineuse	_cd candela (sans unité par défaut)	
Quantité de matière	_mol mole (sans unité par défaut)	
Masse	_amu..... unité de masse atomique _gm gramme _kg kilogramme (SI) _lb livre (ENG/US) _mg milligramme _mton..... tonne (métrique)	_oz..... once _slug..... slug _ton ton (courte) _tonne tonne (métrique) _tonUK long ton
Force	_dyne dyne _kgf kilogramme-force _lbf livre-force (ENG/US)	_N.....newton (SI) _tonf tonne force
Énergie	_Btu..... Unité thermique anglaise (ENG/US) _cal calorie _erg..... erg _eV..... électron-volt	_ftlb..... pied-livre _J.....joule (SI) _kcal kilocalorie _kWh kilowatt-heure _latm..... litre-atmosphère
Puissance	_hp..... horse-power (ENG/US) _kW..... kilowatt	_W..... watt (SI)

Liste des constantes et des unités prédéfinies (suite)

Pression	_atm..... atmosphère	_mmHg.... millimètre de mercure
	_bar..... bar	_Pa..... pascal (SI)
	_inH2O.... pouce d'eau	_psi..... livre par pouce carré (ENG/US)
	_inHg..... pouce de mercure	_torr..... torr
	_mmH2O. millimètre d'eau	
Viscosité cinématique	_St stokes (ENG/US)	
Viscosité dynamique	_P poise (ENG/US)	
Fréquence	_GHz..... gigahertz	_kHz kilohertz
	_Hz hertz (SI) (ENG/US)	_MHz mégahertz
Intensité de courant électrique	_A..... ampère (SI) (ENG/US)	_μA..... microampère
	_kA..... kiloampère	
	_mA..... milliampère	
Charge électrique	_coul coulomb (SI) (ENG/US)	
Potentiel électrique	_kV..... kilovolt	_V volt (SI) (ENG/US)
	_mV..... millivolt	_volt..... volt
Résistance électrique	_kΩ kilo ohm	_MΩ..... mégaohm
		_ohm ohm
		_Ω..... ohm (SI) (ENG/US)
Conductance	_mho..... mho (ENG/US)	_siemens . siemens (SI)
	_mmho millimho	_μmho micromho
Capacité électrique	_F..... farad (SI) (ENG/US)	_μF microfarad
	_nF..... nanofarad	
	_pF..... picofarad	
Champ magnétique	_Oe oersted	NONE (SI) (ENG/US)
Induction magnétique	_Gs gauss	_T tesla (SI) (ENG/US)
Flux magnétique	_Wb weber (SI) (ENG/US)	
Inductance	_henry..... henry (SI) (ENG/US)	_μH..... microhenry
	_mH millihenry	
	_nH nanohenry	

Systemes de numération



Un premier exemple 15-2
 Écritures et changements de bases 15-3
 Opérations sur les entiers 15-4
 Comparaison ou manipulation de bits 15-5

La TI-89 / TI-92 Plus permet de saisir un entier en utilisant trois systèmes de numération possibles : décimal (base 10), binaire (base 2) ou hexadécimal (base 16).

Vous pouvez également choisir le système utilisé pour l'affichage à l'aide du mode Base, respectivement : DEC, BIN ou HEX.

Ce choix n'affecte que l'affichage des nombres entiers.

Le système binaire utilise comme symbole les chiffres 0 et 1 (base 2) :

100
 $2^0 * 0 = 0$
 $2^1 * 0 = 0$
 $2^2 * 1 = 4$

Le système hexadécimal utilise les chiffres de 0 à 9 et les lettres de A à F (base 16) :

A8F
 $16^0 * F = 15$
 $16^1 * 8 = 128$
 $16^2 * A = 2560$

Dec Base 10	Bin Base 2	Hex Base 16
0	0000	0
1	0001	1
2	0010	2
3	0011	3
4	0100	4
5	0101	5
6	0110	6
7	0111	7
8	1000	8
9	1001	9
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D
14	1110	E
15	1111	F
16	10000	10

Vous pouvez utiliser la TI-89 / TI-92 Plus pour convertir l'écriture d'un entier d'un système à un autre. Par exemple, 100 en base 2 est égal à 4 en base 10, et A8F en base 16 est égal à 2703 en base 10.

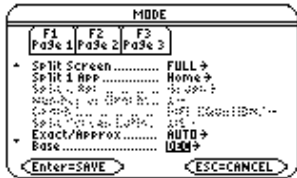
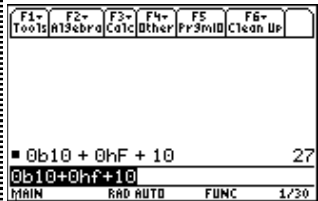
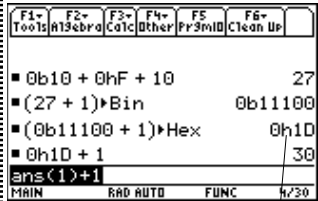
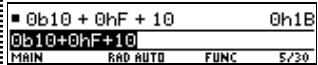
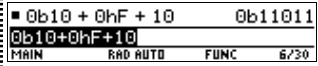
Comme $16 = 2^4$, pour traduire un nombre écrit en binaire en hexadécimal, il suffit de le découper en blocs de 4 chiffres en partant des unités (à droite). Par exemple :

$\frac{1010}{A}$ $\frac{1111}{F}$ $\frac{0011}{3}$ $\frac{0111}{7}$ L'écriture AF37 (base 16, utilisée en informatique) est plus condensée que 1010111100110111 (base 2).

La TI-89 / TI-92 Plus permet également de comparer ou de manipuler des nombres binaires bit par bit.

Un premier exemple

Calculez la somme suivante : 10 (base 2) + F (base 16) + 10 (base 10). Utilisez ensuite l'opérateur ► pour convertir le résultat dans un autre système de numération. Observez enfin l'effet de la sélection du mode Base sur les résultats affichés.

Étapes	Touches TI-89	Touches TI-92 Plus	Affichage
<p>1. Affichez la boîte de dialogue MODE, Page 2. Choisissez Base = DEC en tant que système de numération par défaut.</p> <p><i>Les résultats entiers sont affichés selon le mode Base choisi. Les autres résultats sont sous forme décimale.</i></p>	<p>HOME</p> <p>MODE [F2]</p> <p>◄◄◄</p> <p>► 1 [ENTER]</p>	<p>◄ [HOME]</p> <p>MODE [F2]</p> <p>◄◄◄</p> <p>► 1 [ENTER]</p>	
<p>2. Calculez 0b10+0hF+10.</p> <p><i>Pour entrer un nombre en base 2 (resp. base 16), vous devez utiliser le préfixe 0b (resp. 0h). En cas d'absence de préfixe, l'entier est considéré en écriture décimale.</i></p>	<p>0 [alpha] B 1 0</p> <p>+</p> <p>0 [alpha] H [alpha] F</p> <p>+ 1 0 [ENTER]</p>	<p>0 B 1 0</p> <p>+</p> <p>0 H F</p> <p>+ 1 0</p> <p>[ENTER]</p>	 <p>■ 0b10 + 0hF + 10 27</p> <p>0b10+0hF+10</p> <p>MAIN RAD AUTO FUNC 1/30</p>
<p>3. Ajoutez 1 et convertissez en écriture binaire.</p> <p><i>[2nd] ► affiche l'opérateur de conversion ►.</i></p>	<p>+ 1 [2nd] ►</p> <p>[2nd] [a-lock] B I N</p> <p>[alpha] [ENTER]</p>	<p>+ 1 [2nd] ►</p> <p>B I N</p> <p>[ENTER]</p>	<p>Important : le préfixe 0b ou 0h est constitué du chiffre 0 (et non de la lettre O), suivi de B ou de H.</p>
<p>4. Ajoutez 1, et convertissez en écriture hexadécimale.</p>	<p>+ 1 [2nd] ►</p> <p>[2nd] [a-lock] H E X</p> <p>[alpha] [ENTER]</p>	<p>+ 1 [2nd] ►</p> <p>H E X</p> <p>[ENTER]</p>	 <p>■ 0b10 + 0hF + 10 27</p> <p>■ (27 + 1) ► Bin 0b1100</p> <p>■ (0b1100 + 1) ► Hex 0h10</p> <p>■ 0h10 + 1 30</p> <p>ans(1)+1</p> <p>MAIN RAD AUTO FUNC 4/30</p>
<p>5. Ajoutez 1 au résultat et laissez-le dans l'écriture par défaut (décimale).</p>	<p>+ 1 [ENTER]</p>	<p>+ 1 [ENTER]</p>	
<p>6. Passez en mode Base HEX.</p> <p><i>Si Base = HEX ou BIN, la taille d'un résultat présente des limites. Voir page 15-4.</i></p>	<p>MODE [F2]</p> <p>◄◄◄</p> <p>► 2 [ENTER]</p>	<p>MODE [F2]</p> <p>◄◄◄</p> <p>► 2 [ENTER]</p>	<p>À l'affichage les résultats utilisent le préfixe 0b ou 0h pour identifier la base.</p>
<p>7. Calculez 0b10+0hF+10.</p>	<p>0 [alpha] B 1 0 + 0</p> <p>[alpha] H [alpha] F</p> <p>+ 1 0 [ENTER]</p>	<p>0 B 1 0 + 0</p> <p>H F</p> <p>+ 1 0 [ENTER]</p>	 <p>■ 0b10 + 0hF + 10 0h1E</p> <p>0b10+0hF+10</p> <p>MAIN RAD AUTO FUNC 5/30</p>
<p>8. Passez en mode Base BIN.</p>	<p>MODE [F2] ◄◄</p> <p>◄ ► 3 [ENTER]</p>	<p>MODE [F2] ◄◄</p> <p>◄ ► 3 [ENTER]</p>	
<p>9. Relancez le calcul.</p> <p>Revenez en base 10 avant de passer à la suite !</p>	<p>[ENTER]</p> <p>MODE [F2] ◄◄</p> <p>◄ ► 1 [ENTER]</p>	<p>[ENTER]</p> <p>MODE [F2] ◄◄</p> <p>◄ ► 1 [ENTER]</p>	 <p>■ 0b10 + 0hF + 10 0b1011</p> <p>0b10+0hF+10</p> <p>MAIN RAD AUTO FUNC 6/30</p>

Écritures et changements de bases

Pour entrer un nombre en écriture binaire ou hexadécimale, vous devez toujours utiliser le préfixe approprié, indépendamment du mode Base choisi.

Entrée d'un nombre en binaire ou en hexadécimal

Pour entrer un entier en base 2, utilisez la forme :

`0b`*Nombrebinaire* (par exemple: `0b11100110`)
└───────────────────────────────────┘ *Nombrebinaire* jusqu'à 32 chiffres
└───────────────────────────────────┘ Zéro, et non la lettre O suivi de la lettre b

Note. Vous pouvez taper la lettre *b* ou *h* dans le préfixe, ainsi que les caractères A – F, en majuscules ou en minuscules.

Pour entrer un nombre en hexadécimal, utilisez la forme :

`0h`*Nombrehexadécimal* (par exemple: `0h89F2C`)
└───────────────────────────────────┘ *Nombrehexadécimal* jusqu'à 8 chiffres
└───────────────────────────────────┘ Zéro, et non la lettre O suivi de la lettre h

Si vous entrez un entier sans préfixe (`0b` ou `0h`), tel que `11`, il est toujours traité comme un entier en écriture décimale. Si vous omettez le préfixe `0h` sur un nombre hexadécimal contenant A – F, l'entrée est traitée entièrement ou partiellement comme une variable.

Changements de bases

Utilisez l'opérateur de conversion ▶.

Expressionentière ▶ Bin
Expressionentière ▶ Dec
Expressionentière ▶ Hex

Pour ▶, appuyez sur `[2nd] [▶]`. Vous pouvez également sélectionner les conversions de base à partir du menu MATH/Base.

Note. Si votre entrée n'est pas un nombre entier, une erreur de type Domain s'affiche.


Par exemple, pour convertir 256 (écriture décimale), en binaire :

`256▶Bin`

Pour convertir `101110` (écriture binaire) en hexadécimal :

`0b101110▶Hex`

Pour une entrée binaire ou hex, vous devez utiliser le préfixe `0b` ou `0h`.



```
■ 256▶Bin          0b100000000
■ 0b101110▶Hex    0h2E
0b101110▶Hex
```

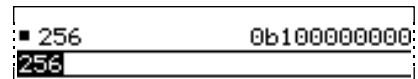
Les résultats utilisent le préfixe `0b` ou `0h` pour identifier la base.

Autre méthode de conversion

Au lieu d'utiliser ▶, vous pouvez :

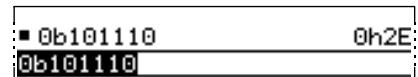
1. Utiliser `[MODE]` (page 15–4) pour définir le mode Base choisi pour la conversion.
2. À partir de l'écran de calcul, taper le nombre que vous voulez convertir (avec le préfixe correct) et appuyer sur `[ENTER]`.

Si mode Base = BIN:



```
■ 256          0b100000000
256
```

Si mode Base = HEX:



```
■ 0b101110    0h2E
0b101110
```

Opérations sur les entiers

Dans toute opération sur les entiers, vous pouvez entrer les nombres en écriture hexadécimale ou binaire. Les résultats sont affichés selon le mode Base choisi. Les résultats présentent cependant des limites de taille si Base = HEX ou BIN.

Sélection du mode Base pour l'affichage

1. Appuyez sur **[MODE] [F2]** pour afficher la Page 2 de l'écran MODE.
2. Sélectionnez le mode Base, appuyez sur **[↓]** et choisissez le paramètre voulu.
3. Appuyez sur **[ENTER]** pour fermer l'écran MODE.

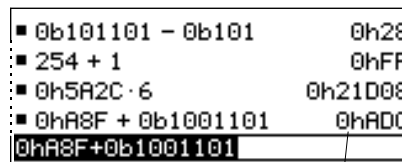


Note. Le mode Base n'a d'effet que sur l'affichage. Vous devez toujours utiliser le préfixe 0h ou 0b pour entrer un nombre hexadécimal ou binaire.

Le mode Base n'a d'effet que sur le format d'affichage des résultats entiers.

Les résultats fractionnaires et en virgule flottante sont toujours affichés sous forme décimale.

Si mode Base = HEX :



Le préfixe 0h dans le résultat identifie la base.

Division en mode Base HEX ou BIN

Si Base=HEX ou BIN, un résultat de division est affiché sous forme hexadécimale ou binaire uniquement s'il s'agit d'un nombre entier.

Pour obtenir un quotient entier, utilisez **intDiv()** au lieu de **[÷]**.

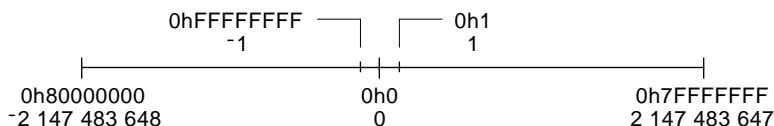
Si mode Base = HEX :



Appuyez sur **[♦] [ENTER]** pour afficher la valeur approchée du résultat.

Limitation en taille des entiers

Si Base=HEX ou BIN, un résultat entier est représenté en interne en notation binaire, en utilisant 32 bits (1 bit étant réservé au signe), ce qui donne la plage $-2^{31}, 2^{31} - 1$ (soit sous forme hexadécimale et décimale) :



Si la taille d'un résultat est trop importante pour être mémorisée sous cette forme, le résultat est ramené dans la plage ci-dessus à l'aide d'une congruence. Les nombres allant de 0h80000000 à 0hFFFFFFF représentent des entiers négatifs.

Comparaison ou manipulation de bits

Les opérateurs et les fonctions ci-dessous vous permettent de comparer ou de manipuler les bits d'un entier en écriture binaire. Vous pouvez entrer le nombre dans un système de numération quelconque. Vos entrées sont converties automatiquement en binaire pour les opérations sur les bits. Les résultats sont affichés en fonction du mode Base choisi.

Opérations booléennes

Note. Vous pouvez sélectionner ces opérateurs à partir du menu MATH/Base. Pour un exemple d'utilisation de chaque opérateur, reportez-vous à l'annexe A de ce manuel.

Opérateur avec syntaxe	Description
<code>not entier</code>	Retourne le complément à un, chaque bit est inversé.
<code>(-) entier</code>	Retourne le complément à deux qui est le complément à un, augmenté de un.
<code>entier1 and entier2</code>	Comparaison des entiers bit par bit, and retourne 1 si les deux bits sont égaux à 1, 0 dans le cas contraire. Le nombre binaire obtenu est affiché selon le mode Base choisi.
<code>entier1 or entier2</code>	Comparaison des entiers bit par bit, or retourne 1 si l'un des bits est égal à 1, 0 dans le cas contraire. Le nombre binaire obtenu est affiché selon le mode Base choisi.
<code>entier1 xor entier2</code>	Comparaison des entiers bit par bit, xor retourne 1 si un et un seul des bits est égal à 1, 0 dans le cas contraire. Le nombre binaire obtenu est affiché selon le mode Base choisi.

Supposons que vous entriez :

`0h7AC36 and 0h3D5F`

En interne, les entiers hexadécimaux sont convertis en un nombre binaire 32 bits.

Ensuite les bits correspondants sont comparés.

Si mode Base = HEX :

```

0h7AC36 and 0h3D5F
0h2C16
0h7AC36 and 0h3D5F
    
```

Si mode Base = BIN :

```

0h7AC36 and 0h3D5F
0b10110000010110
0h7AC36 and 0h3D5F
    
```

Note. Si vous entrez un entier trop grand pour être mémorisé sous une forme binaire en 32 bits, il est ramené dans la plage appropriée à l'aide d'une congruence (page 15–4).

`0h7AC36 = 0b00000000000001111010110000110110`

and and

`0h3D5F = 0b000000000000000000000001111010101111`

`0b0000000000000000010110000010110 = 0h2C16`

Les zéros dominants ne sont pas affichés dans le résultat.

Le résultat s'affiche selon le mode Base en cours d'utilisation.

Comparaison ou manipulation de bits (suite)

Permutation et décalage de bits

Note. Vous pouvez sélectionner ces fonctions à partir du menu MATH/Base. Pour un exemple d'utilisation de chaque fonction, reportez-vous à l'annexe A de ce manuel.

Fonction avec syntaxe	Description
rotate (entier) – ou – rotate (entier,Nbde rotations)	<p>Si <i>NbdeRotations</i> est :</p> <ul style="list-style-type: none"> omis : permutation circulaire des bits vers la droite (valeur par défaut - 1). négatif : <i>n</i> permutations vers la droite. ($n = \text{abs}(NbdeRotations)$). positif : <i>n</i> permutations vers la gauche. <p>Dans une permutation vers la droite, le bit le plus à droite passe à la position la plus à gauche et vice versa en cas de permutation vers la gauche.</p>
shift (entier) – ou – shift (entier,Nbrededécalages)	<p>Si <i>Nbrededécalages</i> est :</p> <ul style="list-style-type: none"> omis : les bits sont décalés une fois vers la droite (valeur par défaut - 1). négatif : les bits sont décalés <i>n</i> fois vers la droite, $n = \text{abs}(Nbrededécalages)$. positif : les bits sont décalés <i>n</i> fois vers la gauche. <p>Dans un décalage à droite, le bit le plus à droite est éliminé et 0 ou 1 est inséré à gauche suivant la valeur du bit précédent. Dans un décalage à gauche, le bit le plus à gauche est éliminé et 0 est inséré comme valeur du bit le plus à droite.</p>

Supposons que vous entriez :

shift(0h7AC36)

En interne, l'entier hexadécimal est converti en un nombre binaire 32 bits.

Ensuite le décalage est appliqué au nombre binaire.

Si mode Base = HEX :

```

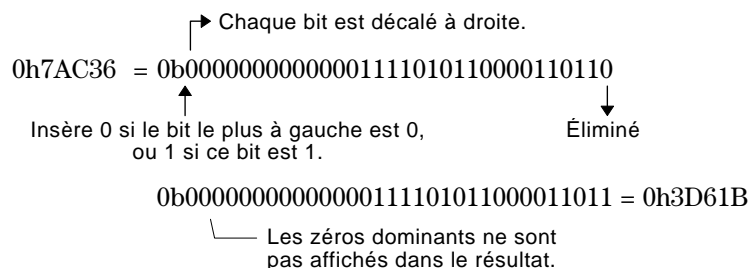
■ shift(0h7AC36)  0h3D61B
■ shift(0h7AC36)
    
```

Si mode Base = BIN :

```

■ shift(0h7AC36)
  0b111101011000011011
■ shift(0h7AC36)
    
```

Note. Si vous entrez un entier trop grand pour être mémorisé sous une forme binaire en 32 bits, il est ramené dans la plage appropriée à l'aide d'une congruence (page 15–4).



Le résultat s'affiche selon le mode Base en cours d'utilisation.

L'éditeur de données. Statistiques

16

Un premier exemple	16-2
Utilisation de l'éditeur de données	16-5
Ouverture de l'éditeur	16-5
L'écran de l'éditeur de données	16-6
Saisie initiale	16-6
Déplacement du curseur.....	16-6
Format.....	16-7
Titres des colonnes.....	16-7
Sauvegarde totale ou partielle des éléments du tableau.....	16-9
Définition globale d'une colonne	16-10
Saisie de la définition	16-10
Utilisation en statistiques	16-10
Effacement de la définition globale	16-10
Utilisation en calcul formel	16-11
Table des valeurs exactes.....	16-11
Table des dérivées des fonctions usuelles	16-13
Tri des données	16-14
Tri d'une colonne isolée.....	16-14
Tri de l'ensemble du tableau	16-14
Calculs statistiques	16-15
Séries statistiques simples.....	16-15
Séries statistiques doubles	16-17
Valeurs calculées	16-18
Utilisation des catégories.....	16-19
Représentations graphiques	16-20
Nuage de points (Scatter).....	16-20
Ligne polygonale (xylene).....	16-20
Boîte à moustaches (Box Plot ou Mod Box Plot).....	16-20
Histogramme	16-21
Définition des éléments d'un graphique	16-21
Structure de la définition abrégée	16-23
Sélection et désélection d'un graphique	16-23
Copie de la définition d'un graphique	16-23
Effacement de la définition d'un graphique	16-23
Préparation de la construction	16-23
Zoom automatique.....	16-24
Lancement de la construction.....	16-24
Déplacement sur le graphique	16-24
Utilisation des graphiques à partir de l'écran Y=	16-25
Ajustement linéaire.....	16-26
Choix de la méthode d'ajustement.....	16-26
Mémorisation de l'équation de la droite	16-26
Autres méthodes d'ajustement.....	16-28
Calculs statistiques à partir de l'écran de calcul.....	16-30
Étude d'une série statistique à une variable.....	16-30
Étude d'une série statistique à deux variables.....	16-31
Ajustements.....	16-31
Accès aux données d'un tableau.....	16-32
Autres possibilités	16-32




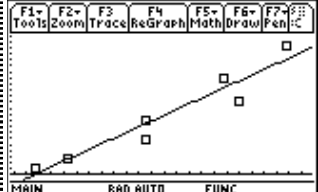


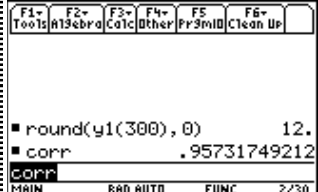
Un premier exemple

On s'intéresse ici à la relation existant entre le nombre d'immeubles de plus de 12 étages présents dans une ville et la taille de la population de cette ville. On dispose des données concernant un échantillon de 7 villes. On demande d'établir un ajustement linéaire entre ces données et d'en déduire une prévision du nombre d'immeubles de plus de 12 étages présents dans une ville de 300 000 habitants.

Étapes	Touches TI-89	Touches TI-92 Plus	Affichage
1. Affichez la boîte de dialogue MODE et sélectionnez Graph = FUNCTION.	MODE 1 ENTER	MODE 1 ENTER	
2. Ouvrez l'éditeur Y= et effacez son contenu. <i>Note. Les exemples de ce chapitre ont été obtenus en mode Display Digit....FLOAT. Les valeurs numériques affichées seront arrondies différemment si on utilise un autre mode.</i>	[Y=] F1 8 ENTER	[Y=] F1 8 ENTER	
3. Ouvrez l'éditeur de données et de matrices pour créer une nouvelle variable nommée BUILD.	[APPS] 6 3 BUILD ENTER	[APPS] 6 3 BUILD ENTER	
4. Appuyez sur [ENTER] pour valider le contenu de cette boîte de dialogue.	ENTER	ENTER	
5. En utilisant les données suivantes, entrez les valeurs de la population dans la colonne 1. Population. (milliers) Immeubles	150 500 800 250 500 750 950	150 500 800 250 500 750 950	
	150 500 800 250 500 750 950	4 31 42 9 20 55 73	

Étapes	Touches TI-89	Touches TI-92 Plus	Affichage
<p>6. Déplacez le curseur vers la ligne 1 de la colonne 2 (r1c2), puis entrez les nombres d'immeubles.</p> <p>Après avoir tapé la valeur d'une donnée, vous pouvez appuyer sur \odot ou ENTER pour valider la saisie et vous déplacer d'une cellule vers le bas. En appuyant sur \odot on valide et on se déplace d'une cellule vers le haut.</p>	$\odot \downarrow \odot$ $4 \odot 3 1 \odot$ $4 2 \odot 9 \odot$ $2 0 \odot 5 5 \odot$ $7 3 \odot$	$\odot \downarrow \odot$ $4 \odot 3 1 \odot$ $4 2 \odot 9 \odot$ $2 0 \odot 5 5 \odot$ $7 3 \odot$	
<p>7. Déplacez le curseur vers la ligne 1 de la colonne 1 (r1c1). Triez les données en fonction de l'ordre croissant des populations en sélectionnant 4: Sort col, adjust all dans le menu Util.</p> <p>Cela permet de trier l'ensemble des données en fonction des valeurs de la colonne 1, tout en gardant le lien existant entre les valeurs de la colonne 1 et celles de la colonne 2.</p>	$\odot \downarrow \odot$ $\boxed{2nd} [F6] 4$	$\odot \downarrow \odot$ $\boxed{F6} 4$	
<p>8. Affichez la boîte de dialogue Calc et choisissez : Calculation Type = LinReg $x = C1$ $y = C2$ Store ReqEQ to = $y1(x)$</p>	$\boxed{F5}$ $\odot 5 \odot$ $C \alpha 1 \odot$ $\alpha C 2 \odot$ $\odot \odot \text{ENTER}$	$\boxed{F5}$ $\odot 5 \odot$ $C 1 \odot$ $C 2 \odot$ $\odot \odot \text{ENTER}$	
<p>9. Lancez le calcul pour obtenir l'affichage de l'équation de régression.</p> <p>Cette équation est placée dans $y1(x)$.</p>	ENTER	ENTER	
<p>10. Fermez l'écran STAT VARS.</p>	ENTER	ENTER	
<p>11. Affichez l'écran PLOT SETUP.</p>	$\boxed{F2}$	$\boxed{F2}$	
<p>12. Définir Plot 1 en choisissant : Plot Type = Scatter, Mark = Box $x = C1, y = C2$</p> <p>Si des noms de variables se trouvent déjà dans les différentes rubriques, ils seront automatiquement remplacés par les nouvelles entrées.</p>	$\boxed{F1}$ $\odot 1 \odot$ $\odot 1 \odot$ $C \alpha 1 \odot$ $\alpha C 2$	$\boxed{F1}$ $\odot 1 \odot$ $\odot 1 \odot$ $C 1 \odot$ $C 2$	

Un premier exemple (suite)

Étapes	Touches TI-89	Touches TI-92 Plus	Affichage
13. Sauvez les choix effectués et revenez à l'écran PLOT SETUP.	[ENTER] [ENTER]	[ENTER] [ENTER]	
14. Ouvrez l'éditeur Y=. <ul style="list-style-type: none"> Le message PLOTS 1 en haut de l'écran indique que le graphique Plot 1 est actuellement sélectionné. y1(x) a automatiquement été sélectionnée lors de la mémorisation de l'équation de régression. 	◀ [Y=]	◀ [Y=]	
15. Remontez le curseur pour vérifier la définition de Plot 1.	⬅	⬅	
16. Utilisez ZoomData pour construire la représentation de Plot 1 et de y1(x). <p>Cette fonction permet d'obtenir un cadrage permettant d'afficher tous les points des séries statistiques étudiées.</p>	[F2] 9	[F2] 9	
17. Revenez à l'écran de calcul.	[HOME]	◀ [HOME]	
18. Utilisez la formule contenue dans y1 pour calculer la valeur correspondant à x = 300. <p>L'utilisation de la fonction round permet d'obtenir un nombre entier.</p>	[2nd] [MATH] 1 3 Y1 [] 3 0 0 [] [] 0 [] [ENTER]	[2nd] [MATH] 1 3 Y1 [] 3 0 0 [] [] 0 [] [ENTER]	
19. Demandez la valeur du coefficient de corrélation.	[2nd] [a-lock] C O R R [alpha] [ENTER]	C O R R [ENTER]	

Utilisation de l'éditeur de données

L'éditeur de données et de matrices (data/matrix editor) permet la saisie des données sous forme de tableaux. L'exemple du début de ce chapitre montre les principales étapes à suivre pour effectuer cette saisie. Nous allons détailler dans cette section les principales possibilités offertes par cet éditeur.

Ouverture de l'éditeur

1. Ouvrez cet éditeur en appuyant sur **[APPS]** **[6]**.



2. Choisissez

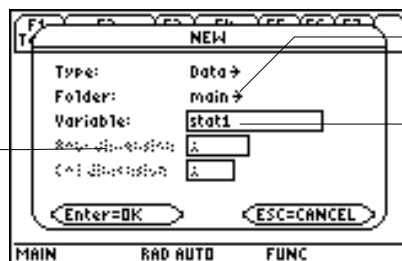
- 1:Current pour revenir sur un tableau venant d'être saisi par l'intermédiaire de cet éditeur.
- 2:Open pour éditer un tableau préalablement mémorisé dans une variable (directement à l'aide des instructions **NewData** ou **BldData**, ou par l'intermédiaire de l'éditeur).
- 3:New pour créer un nouveau tableau.

3. Choisissez ensuite le type Data. C'est le type par défaut, il suffit donc de descendre le curseur vers la ligne Folder.
4. Indiquez dans la rubrique Folder le dossier à utiliser pour lire ou mémoriser le tableau.
5. Indiquez dans la rubrique Variable le nom du tableau.

Note. **BldData** place dans la variable **sysData** ou celle mentionnée les informations qui sont utilisées pour tracer la représentation graphique en cours (voir annexe A et une utilisation page 11-19).

Note. Les étapes 3, 4 et 5 sont inutiles lors de l'accès à un tableau en utilisant l'option 1:current.

Les rubriques grisées ne sont pas utilisées pour la création d'un tableau de données. Elles serviront pour les matrices, voir chapitre 29.



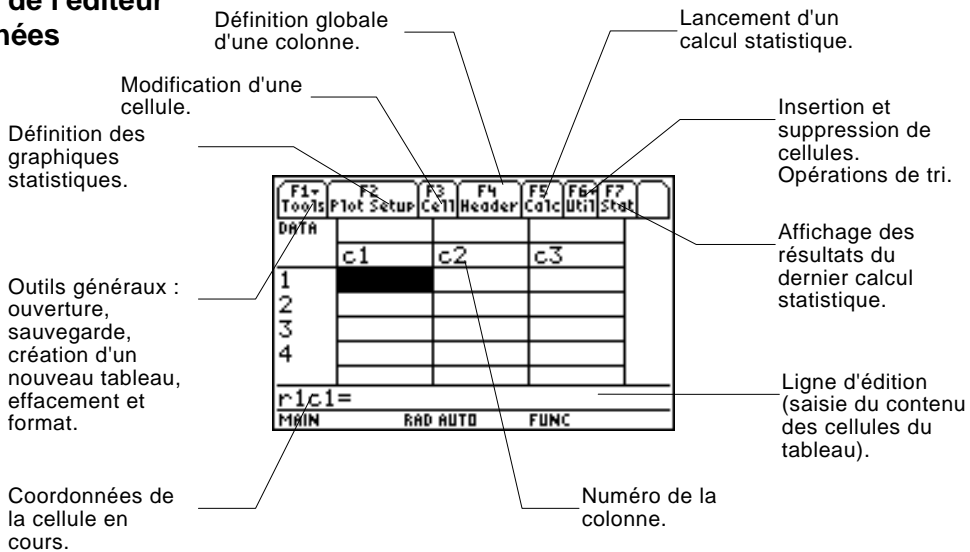
Nom du répertoire de mémorisation du tableau.

Nom du tableau.

Remarque. Il est également possible d'ouvrir un tableau existant lorsque l'on se trouve déjà dans l'éditeur, ou d'en créer un nouveau, en utilisant les commandes 1:Open (**[F1]** **[1]**) et 3:New (**[F1]** **[3]**). Ces commandes sont accessibles dans le premier menu de l'éditeur de données et de matrices.

Utilisation de l'éditeur de données (suite)

L'écran de l'éditeur de données



Saisie initiale

Saisissez les données colonne par colonne.

Les coordonnées de la cellule en cours de saisie ou de modification sont affichées au début de la ligne d'édition.

Par exemple r2c3 fait référence à la case située sur la deuxième ligne (row) et à la troisième colonne (column).

Le nombre saisi s'inscrit dans la ligne d'édition située en bas de l'écran. Ce nombre est recopié dans le tableau lorsque l'on appuie sur **ENTER** ou sur l'une des touches \leftarrow ou \rightarrow .

F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
Tools	Plot Setup	Cell	Header	Calc	Util	Stat
DATA						
	c1	c2	c3			
1	100.25					
2	7/3					
3	"Luc"					
4	cos(x)					
r4c1=cos(x)						
MAIN RAD AUTO FUNC						

Il est possible de placer des nombres, des expressions ou des chaînes de caractères dans les cellules. (On ne peut pas y placer des listes ou des matrices.)

Déplacement du curseur

Pour déplacer le curseur

Appuyez sur :

D'une cellule à la fois \leftarrow , \rightarrow , \uparrow , ou \downarrow

D'une page entière vers le haut, **2nd** \leftarrow , **2nd** \uparrow
 le bas, à droite ou à gauche **2nd** \rightarrow ou **2nd** \downarrow

En début (resp. fin) de colonne **2nd** \leftarrow (resp. **2nd** \rightarrow)

En début (resp. fin) de ligne **2nd** \uparrow (resp. **2nd** \downarrow)

Visualisation des données

Dans certains cas, le contenu d'une cellule ne peut pas être entièrement affiché à l'écran. On peut cependant visualiser le contenu en la plaçant en surbrillance. Le contenu de la cellule est alors affiché dans la ligne d'édition située en bas de l'écran.

F1- Tools	F2 Plot Setup	F3 Cell	F4 Header	F5 Calc	F6- Util	F7 Stat
DATA						
	c1	c2	c3			
3	"Luc"					
4	cos(x)					
5	(x+y+...					
6						
r5c1=(x+y+z)^2						
MAIN RAD AUTO FUNC						

On peut également agir sur la largeur des colonnes en utilisant la boîte de dialogue FORMAT décrite dans le paragraphe suivant.

Format

Appuyez sur **TI-89** : **TI-92 Plus** : **F** pour faire afficher la boîte de dialogue FORMAT associée à l'éditeur de données. Elle comporte deux rubriques.

Rubrique	Utilisation
Cell Width	Largeur (nombre de caractères) réservée à chaque cellule.
Auto-calculate	Active (ON) ou supprime (OFF) le calcul du contenu des colonnes définies à partir d'autres colonnes.

Titres des colonnes

Remontez sur la case située au dessus du numéro de la colonne pour entrer un titre.

Le message Title= est alors affiché sur la ligne d'édition située en bas de l'écran.

F1- Tools	F2 Plot Setup	F3 Cell	F4 Header	F5 Calc	F6- Util	F7 Stat
DATA						
	c1	c2	c3			
1	10	10				
2	20	12				
3	30	58				
4	40	5				
c1, Title=						
MAIN RAD AUTO FUNC						

Tapez ce titre (sans utiliser de guillemets). Validez ce titre en appuyant sur **ENTER**.

Pour supprimer un titre, revenez sur la case comportant ce titre, puis appuyez sur **CLEAR** **ENTER**.

Modification du contenu du tableau

Modification des données

Placez en surbrillance la cellule à modifier et appuyez sur **[F3] Cell**. Modifiez alors la valeur contenue dans la ligne d'édition. Appuyez sur **[ENTER]** pour valider cette modification, ou sur **[ESC]** pour l'annuler.

Il n'est pas possible de modifier individuellement les cellules d'une colonne définie globalement.

On peut par contre modifier la définition globale. Pour cela, placez en surbrillance une cellule de la colonne, appuyez sur **[F4] Header**, puis modifiez la définition de la colonne.

Insertion

Note. Pour insérer des données en fin de colonne, ou en fin de ligne, placez le curseur sur la cellule correspondante, et entrez simplement la valeur souhaitée.

	Procédure à suivre
Cellule	Placez en surbrillance la cellule au-dessus de laquelle doit se faire l'insertion. Sélectionner ensuite F6 Util, 1:Insert, 1:cell .
Ligne	Placez en surbrillance une cellule de la ligne au-dessus de laquelle doit se faire l'insertion. Sélectionner ensuite F6 Util, 1:Insert, 2:row .
Colonne	Placez en surbrillance une cellule de la colonne à gauche de laquelle doit se faire l'insertion. Sélectionner ensuite F6 Util, 1:Insert, 3:column .

Lorsque l'on insère une cellule ou une ligne, les cellules insérées reçoivent la valeur undef. Vous pourrez ensuite leur attribuer une valeur.

Lorsque l'on insère une colonne, les cellules de cette colonne ne reçoivent aucune valeur.

Suppression

	Procédure à suivre
Cellule	Placez en surbrillance la cellule à supprimer. Sélectionner ensuite F6 Util, 2>Delete, 1:cell .
Ligne	Placez en surbrillance une cellule de la ligne à supprimer. Sélectionner ensuite F6 Util, 2>Delete, 2:row .
Colonne	Placez en surbrillance une cellule de la colonne à supprimer. Sélectionner ensuite F6 Util, 2>Delete, 3:column .

Effacement

	Procédure à suivre
Colonne	Placez en surbrillance une cellule de la colonne à effacer. Sélectionner ensuite F6 Util, 5:Clear Column .
Ensemble du tableau	Appuyez sur [F1] [8] . (Clear Editor) Validez en appuyant sur [ENTER] .

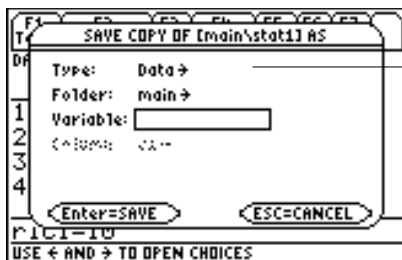
Sauvegarde totale ou partielle des éléments du tableau

Sauvegarde automatique

La sauvegarde des données est automatiquement effectuée lorsque l'on quitte l'éditeur de données pour passer à une autre application.

Copie sous un autre nom

Il est possible d'effectuer une sauvegarde d'une copie du tableau, en utilisant un nouveau nom, en sélectionnant 2:Save Copy As... dans le menu accessible par la touche [F1].



Utilisez le type Data pour copier l'ensemble du tableau.

Les modifications effectuées par la suite n'affecteront pas cette copie, mais seulement le tableau originel.

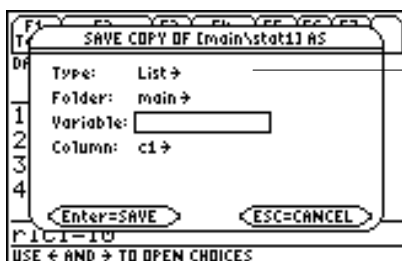
Celui-ci sera automatiquement sauvegardé lorsque l'on changera d'application.

Pour travailler sur la copie, et non sur le tableau originel, il faut ouvrir cette copie en sélectionnant 1:Open dans le menu [F1].

Sauvegarde d'une colonne

Pour sauver le contenu d'une colonne dans une variable de type liste, sélectionnez 2:Save Copy As... dans le menu accessible par la touche [F1] et indiquez List dans la rubrique Type.

Vous devrez ensuite indiquer le numéro de la colonne à utiliser dans la rubrique Column.



Utilisez le type List pour copier une colonne particulière.

Définition globale d'une colonne

Saisie de la définition

Utilisez au choix l'une des deux méthodes suivantes :

- Placez-vous sur la case comportant le numéro de la colonne (c_1 , c_2 , ...). Vous pouvez ensuite appuyer sur **[ENTER]** ou sur **[F3] Cell** pour placer le curseur dans la ligne d'édition (facultatif).
- Ou placez-vous sur une case quelconque de la colonne puis appuyez sur **[F4] Header**.

Entrez ensuite, au choix,

Note. Les coordonnées des cellules d'une colonne définie globalement sont affichées sur la ligne d'édition précédées du symbole **■**.

- La liste des valeurs à placer dans cette colonne (entre deux accolades, et séparées par des virgules).
- Le nom d'une variable de type liste.
- Une formule de calcul faisant référence à des variables de type liste ou à d'autres colonnes du tableau.

Exemples

Si le tableau comporte déjà une colonne c_1 et une colonne c_2 , on peut par exemple placer dans c_3 :

- La liste { 1 , 4 , 9 , 16 }
- Une formule construisant une liste, comme $\text{seq}(x^2, x, 1, 4)$.
- La formule de calcul c_1+c_2 permettant de calculer la colonne 3 en ajoutant les valeurs de la colonne 1 et celles de la colonne 2. (Pour que ce calcul soit possible, les deux colonnes devront avoir le même nombre d'éléments.)
- Le nom d'une liste préalablement définie.

Utilisation en statistiques

Si une colonne c_i contient des effectifs, tapez l'expression

- **cumSum**(c_i) pour obtenir le cumul croissant de ces effectifs.
- **round**($c_i / \text{sum}(c_i), n$) pour obtenir les fréquences associées, arrondies à n décimales.
- **round**($100 c_i / \text{sum}(c_i), n$) pour obtenir les pourcentages.

F1- Tools	F2 Plot Setup	F3 Cell	F4 Header	F5 Calc	F6 Util	F7 Stat
DATA						
	c_1	c_2	c_3			
1	10	10	6.25			
2	25	35	15.63			
3	30	65	18.75			
4	40	105	25.			
$c_3=\text{round}(100*c_1/(\text{sum}(c_1)))...$						
MAIN		RAD AUTO		FUNC		

Effacement de la définition globale

Pour effacer la définition globale d'une colonne, placez-vous dans cette colonne, puis appuyez sur **[F4] [CLEAR] [ENTER]**. Les données contenues dans chaque cellule sont conservées, et peuvent ensuite être effacées ou modifiées séparément.

Utilisation en calcul formel

On peut effectuer des calculs formels dans l'éditeur de données. Cette section présente deux exemples d'utilisation de cette possibilité.

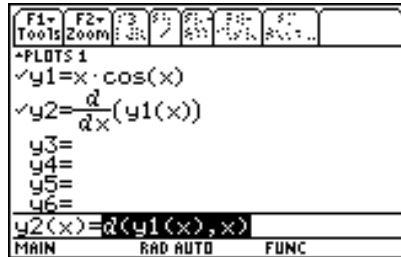
Table des valeurs exactes

Construisons un tableau des valeurs de f et de sa dérivée pour f définie par $x \mapsto x \cos(x)$.

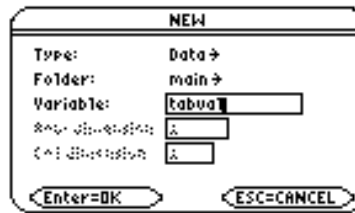
1. Définition des fonctions à utiliser : \blacktriangledown [Y=]

Note. On utilise ici la fonction de dérivation accessible en appuyant sur 2nd [d].

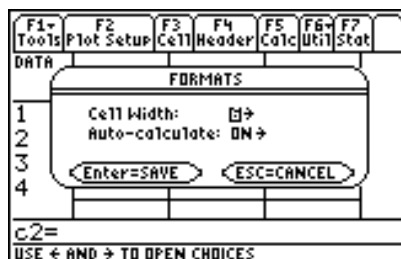
Note. N'oubliez pas le \times entre x et $\cos(x)$.



2. Ouverture de l'éditeur de données pour la création d'un nouveau tableau : APPS [6] [3].
3. On doit choisir un nom pour mémoriser le contenu du tableau. Cela permet une réutilisation ultérieure, avec une autre fonction, ou avec des valeurs différentes de x .



4. Après avoir validé cette boîte de dialogue, appuyez sur **TI-89** : \blacktriangledown [1]
TI-92 Plus : \blacktriangledown F pour changer la largeur des colonnes. Nous allons utiliser ici 3 colonnes, et on peut fixer leur taille à 6 caractères (taille par défaut).



Utilisation en calcul formel (suite)

5. Entrez les valeurs de x dans la colonne 1, puis placez le curseur dans une cellule de la colonne c2.

F1- Tools	F2 Plot Setup	F3 Cell	F4 Header	F5 Calc	F6 Util	F7 Stat
DATA						
	c1	c2		c3		
1	0					
2	$\pi/6$					
3	$\pi/4$					
4	$\pi/3$					
c2=						
MAIN RAD AUTO FUNC						

6. Appuyez sur $\boxed{F4}$ et entrez la définition globale de la colonne.

F1- Tools	F2 Plot Setup	F3 Cell	F4 Header	F5 Calc	F6 Util	F7 Stat
DATA						
	c1	c2		c3		
1	0					
2	$\pi/6$					
3	$\pi/4$					
4	$\pi/3$					
c2=y1(c1)						
MAIN RAD AUTO FUNC						

7. Appuyez sur $\boxed{\text{ENTER}}$ pour faire apparaître les valeurs exactes de $f(x)$, puis définissez de même la colonne c3.

F1- Tools	F2 Plot Setup	F3 Cell	F4 Header	F5 Calc	F6 Util	F7 Stat
DATA						
	c1	c2		c3		
1	0					
2	$\pi/6$	$\pi*\sqrt{3}$				
3	$\pi/4$	$\pi*\sqrt{2}$				
4	$\pi/3$	$\pi/6$				
c3=y2(c1)						
MAIN RAD AUTO FUNC						

Calcul des valeurs de la dérivée.

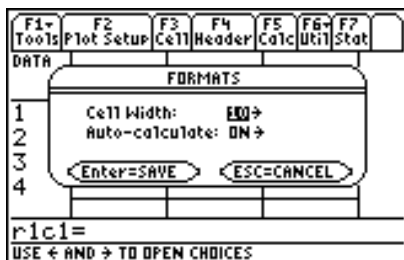
8. Si l'expression d'une valeur est trop longue pour pouvoir être affichée, il est possible de la visualiser dans la ligne d'édition en plaçant la cellule correspondante en surbrillance.

F1- Tools	F2 Plot Setup	F3 Cell	F4 Header	F5 Calc	F6 Util	F7 Stat
DATA						
	c1	c2		c3		
1	0	0		1		
2	$\pi/6$	$\pi*\sqrt{3}$		$\sqrt{3}/\dots$		
3	$\pi/4$	$\pi*\sqrt{2}$		$\sqrt{2}/\dots$		
4	$\pi/3$	$\pi/6$		$1/2-\pi\dots$		
$\pi*\sqrt{3}c3=\sqrt{2}/2-\pi*\sqrt{2}/8$						
MAIN RAD AUTO FUNC						

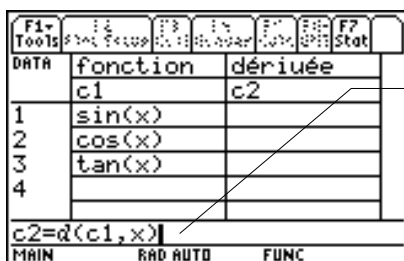
9. Il est possible d'ajouter ou de modifier des valeurs dans la colonne c1, les valeurs correspondantes seront automatiquement calculées dans c2 et c3.

Table des dérivées des fonctions usuelles

- Appuyez sur **TI-89** : \blacklozenge \boxed{I} **TI-92 Plus** : \blacklozenge **F** pour changer la largeur des colonnes. Nous allons utiliser ici 2 colonnes, et on peut fixer leur taille à 10 caractères.



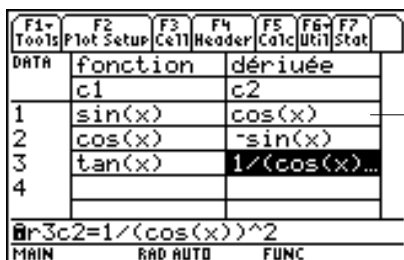
- Placez quelques expressions à dériver dans c1 et placez dans c2 la formule de calcul de la dérivée de l'expression contenue dans c1.



Définition globale de la colonne c2.

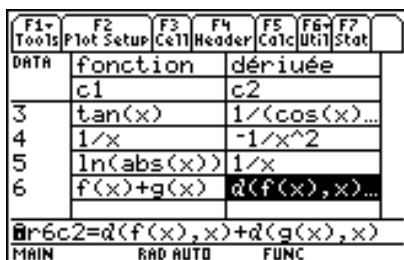
Note. Ici, on utilise seulement les deux premières colonnes du tableau. Il est donc possible de choisir un nombre élevé de caractères par colonne.

- On obtient les expressions des dérivées lorsque l'on appuie sur **ENTER**.



Cet affichage est obtenu avec un choix de 10 caractères par colonne. (Utilisez **TI-89** : \blacklozenge \boxed{I} **TI-92 Plus** : \blacklozenge \boxed{F})

- Complétez ensuite la liste des expressions contenues dans c1.



La mise à jour de la colonne c2 est automatique.

Tri des données

Il est possible de trier les données du tableau. Ce tri peut être fait sur une colonne isolée, ou sur l'ensemble du tableau en fonction des valeurs présentes dans une colonne.

Tri d'une colonne isolée

Placez le curseur sur une cellule de la colonne à trier.
Choisissez le menu **F6 Util** et sélectionnez 3:Sort Column.

La colonne est triée par ordre croissant.

Les colonnes dont le contenu dépendait de la colonne triée sont également mises à jour. Les autres colonnes ne sont pas modifiées.

Tri de l'ensemble du tableau

Note. Il n'est pas possible d'effectuer ce type de tri lorsque certaines colonnes ont été définies globalement.

Pour trier l'ensemble du tableau en fonction des valeurs contenues dans une colonne, placez le curseur sur une cellule de cette colonne.

Choisissez le menu **F6 Util** et sélectionnez 4:Sort Column, adjust all.

L'ensemble du tableau est mis à jour de façon à ce que les éléments situés sur une même ligne restent associés.

Exemples

1. Tableau initial.

La première colonne contient par exemple les noms de quatre étudiants, les 2 colonnes suivantes contiennent leurs notes à deux devoirs.

F1+ Tools	F2 Plot Setup	F3 Cell	F4 Header	F5 Calc	F6+ Util	F7 Stat
DATA						
	c1	c2	c3			
1	"Maud"	16	12			
2	"Lise"	10	13			
3	"Marc"	14	9			
4	"Yves"	8	12			
r4c3=12						
MAIN	RAD	AUTO	FUNC			

2. Tri de l'ensemble du tableau en fonction des valeurs de la colonne c1.

*On place le curseur dans la colonne c1, puis
TI-89 : [2nd] [F6] 4
TI-92 Plus : [F6] 4
Il s'agit ici d'un tri alphabétique.*

F1+ Tools	F2 Plot Setup	F3 Cell	F4 Header	F5 Calc	F6+ Util	F7 Stat
DATA						
	c1	c2	c3			
1	"Lise"	10	13			
2	"Marc"	14	9			
3	"Maud"	16	12			
4	"Yves"	8	12			
r4c1="Yves"						
MAIN	RAD	AUTO	FUNC			

3. Tri de la colonne c2.

*On place le curseur dans la colonne puis
TI-89 : [2nd] [F6] 3
TI-92 Plus : [F6] 3*

La liaison entre les différentes valeurs est perdue. Cela est irréversible !

F1+ Tools	F2 Plot Setup	F3 Cell	F4 Header	F5 Calc	F6+ Util	F7 Stat
DATA						
	c1	c2	c3			
1	"Lise"	8	13			
2	"Marc"	10	9			
3	"Maud"	14	12			
4	"Yves"	16	12			
r4c2=16						
MAIN	RAD	AUTO	FUNC			

Calculs statistiques

En utilisant l'éditeur de données, il est possible de construire un tableau regroupant les données statistiques d'une population.

La TI-89 / TI-92 Plus permet ensuite d'effectuer les principaux calculs statistiques.

Séries statistiques simples

Note. Les écrans suivants ont été obtenus avec un nombre de caractères par colonne égal à 6.

Vous pouvez changer ce nombre dans la boîte de dialogue FORMAT

TI-89 : \square \square

TI-92 Plus : \square F.

Les valeurs à étudier sont placées dans une colonne.

F1+ Tools	F2 Plot Setup	F3 Cell	F4 Header	F5 Calc	F6+ Util	F7 Stat
DATA						
	c1	c2	c3			
1	2					
2	5					
3	8					
4	12.5					
r4c1=12.5						
MAIN		RAD AUTO		FUNC		

Appuyez ensuite sur $\boxed{F5}$ **Calc**, sur \odot , puis sélectionnez le choix 1:OneVar.

Appuyez ensuite sur \ominus et indiquez le numéro de la colonne contenant les données à analyser en terminant par \boxed{ENTER} .

On obtient les résultats du calcul en appuyant à nouveau sur \boxed{ENTER} .

Note. Utilisez les touches \ominus \ominus pour faire défiler les résultats.

La description des résultats obtenus se trouve sur la page 16–18.

STAT VARS	
\bar{x}	=6.875
Σx	=27.5
Σx^2	=249.25
Sx	=4.479118
nStat	=4
minX	=2
41	=3.5
medStat	=6.5
\ominus Enter=OK	

Appuyez sur \ominus \ominus pour faire afficher les résultats suivants.

STAT VARS	
Σx^2	=249.25
Sx	=4.479118
nStat	=4
minX	=2
41	=3.5
medStat	=6.5
43	=10.25
maxX	=12.5
\ominus Enter=OK	

Appuyez sur \boxed{ENTER} pour revenir au tableau.

Séries statistiques doubles

Les valeurs de x et de y sont placées dans deux colonnes distinctes.

F1+ Tools	F2 Plot Setup	F3 Cell Header	F4 Header	F5 Calc	F6+ Util	F7 Stat
DATA						
	c1	c2	c3	c4		
1	2	3.5				
2	4	8				
3	8	15				
4	10	21				
r4c2=21						
MAIN		RAD AUTO		FUNC		

Appuyez ensuite sur **[F5] Calc**, puis sur **[D]**, puis sélectionnez le choix 2:TwoVar.

Appuyez ensuite sur **[D]** et indiquez les numéros des colonnes contenant les données à analyser en terminant par **[ENTER]**.

main\stat\ Calc

Calculation Type..... TwoVar →

X..... c1

Y..... c2

Store Results?..... auto

Free and Categories? NO →

Store.....

Categories.....

Multiple Categories.....

Enter=SAVE ESC=CANCEL

TYPE + [ENTER]=OK AND [ESC]=CANCEL

On obtient les résultats du calcul en appuyant à nouveau sur **[ENTER]**.

Note. Utilisez les touches **[D]** **[D]** pour faire défiler les résultats. La description des résultats obtenus se trouve sur la page 16–18.

STAT VARS	
\bar{x}	=6.
\bar{y}	=11.075
Σx	=24.
Σx^2	=104.
Σy	=47.5
Σy^2	=742.25
Σxy	=369.
Sx	=3.651484
Enter=OK	

STAT VARS	
Σxy	=369.
Sx	=3.651484
Sy	=7.706869
nStat	=4.
minX	=2.
minY	=3.5
maxX	=10.
maxY	=21.
Enter=OK	

Séries statistiques doubles pondérées

On utilise trois colonnes du tableau. Deux pour les valeurs des caractères étudiés, la troisième pour les effectifs associés.

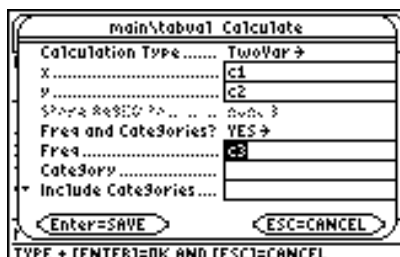
F1+ Tools	F2 Plot Setup	F3 Cell Header	F4 Header	F5 Calc	F6+ Util	F7 Stat
DATA						
	valx	valy	eff.			
	c1	c2	c3	c4		
1	2	3.5	5			
2	4	8	10			
3	8	15	10			
4	10	21	2			
r4c3=2						
MAIN		RAD AUTO		FUNC		

Calculs statistiques (suite)

Séries statistiques doubles pondérées (suite)

Procédez comme précédemment pour sélectionner l'option TwoVar et indiquer les colonnes contenant les valeurs à utiliser, puis descendez sur la ligne Use Freq and Categories et sélectionnez YES.

Indiquez ensuite la colonne comportant les effectifs.



On obtient les résultats du calcul en appuyant à nouveau sur [ENTER].



Valeurs calculées

Note. Frappes de touches utiles pour la saisie des variables statistiques.

TI-89 :

σ : $\left[\downarrow \right] \left[\alpha \right] S$
 Σ : $\left[\downarrow \right] \left[\uparrow \right] S$
 x^2 : $X \left[2^{nd} \right] \left[CHAR \right] 2 \left[\alpha \right] I$
 \bar{x} : $\left[2^{nd} \right] \left[CHAR \right] 2 \left[\alpha \right] A$
 \bar{y} : $\left[2^{nd} \right] \left[CHAR \right] 2 \left[\alpha \right] B$

TI-92 Plus :

σ : $\left[2^{nd} \right] G S$
 Σ : $\left[2^{nd} \right] G \left[\uparrow \right] S$
 x^2 : $X \left[2^{nd} \right] \left[CHAR \right] 2 I$
 \bar{x} : $\left[2^{nd} \right] \left[CHAR \right] 2 A$
 \bar{y} : $\left[2^{nd} \right] \left[CHAR \right] 2 B$

	Une variable	Deux variables
moyenne des valeurs de x	\bar{x}	\bar{x}
somme des valeurs de x	Σx	Σx
somme des valeurs de x^2	Σx^2	Σx^2
écart type estimé pour x (population)	S_x	S_x
écart type pour x (échantillon)	σ_x	σ_x
nombre de données	nStat	nStat
moyenne des valeurs de y		\bar{y}
somme des valeurs de y		Σy
somme des valeurs de y^2		Σy^2
écart type estimé pour y (population)		S_y
écart type pour y (échantillon)		σ_y
somme des produits xy		Σxy
minimum des valeurs de x	minX	minX
maximum des valeurs de x	maxX	maxX
minimum des valeurs de y		minY
maximum des valeurs de y		maxY
premier quartile	q1	
médiane	medStat	
troisième quartile	q3	

Utilisation des catégories

Il peut arriver que la population se divise en plusieurs catégories distinctes. Il est alors possible d'étudier les résultats statistiques pour une ou plusieurs de ces catégories.

Un exemple de catégories

Si on veut étudier un ou plusieurs caractères statistiques dans la population des élèves d'un lycée, on pourra distinguer les catégories suivantes.

Note. Les numéros de catégories doivent être des entiers positifs ou nuls.

Numéro de catégorie	Utilisé pour
1	garçon, seconde
2	fille, seconde
3	garçon, première
4	fille, première
5	garçon, terminale
6	fille, terminale

Le numéro de catégorie sera noté dans une colonne supplémentaire.

F1- Tools	F2 Plot Setup	F3 Cell Header	F4 Calc	F5 Util	F6- F7 Stat
DATA	math	phys	cat.		
	c1	c2	c3	c4	
1	12	8	1		
2	14	14	0		
3	15	12	0		
4	8	10	2		
r1c3=1					
MAIN		RAD AUTO		FUNC	

Ici, c1 et c2 contiennent les données, c3 les numéros de catégories.

Filtrage par catégories

Il suffit ensuite de répondre YES dans la rubrique Use Freq and Categories, puis d'indiquer le numéro de la colonne contenant les numéros des catégories, et enfin la liste des numéros à utiliser.

main\tab001 Calculate	
Calculation Type	TwoVar →
X	c1
Y	c2
Save Results?	Auto ↓
Freq and Categories?	YES →
Freq	
Category	c3
Include Categories	{1,2}
<input type="button" value="Enter=SAVE"/> <input type="button" value="ESC=CANCEL"/>	
MAIN RAD AUTO FUNC	

Ici, seules les données appartenant aux catégories 1 et 2 seront utilisées.

Dans l'exemple précédent, on entrerait { 1, 3, 5 } pour étudier la population des garçons, { 1, 2, 3, 4 } pour étudier celles des élèves de seconde ou de première, etc.

On peut éventuellement utiliser simultanément des effectifs et des catégories.

Représentations graphiques

La TI-89 / TI-92 Plus offre quatre types de représentations des données statistiques.

Nuage de points (Scatter)

Ce diagramme est utile pour l'étude de la relation existant entre les valeurs de deux caractères statistiques.

Les points de coordonnées x et y définies par le contenu de deux colonnes du tableau sont construits sous la forme d'un nuage de points isolés.

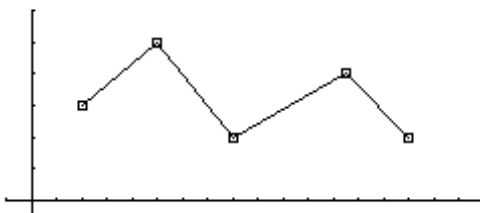
Note. Les points sont construits en utilisant, au choix, l'un des symboles \square , \times , $+$, \blacksquare ou \bullet .



Ligne polygonale (xyline)

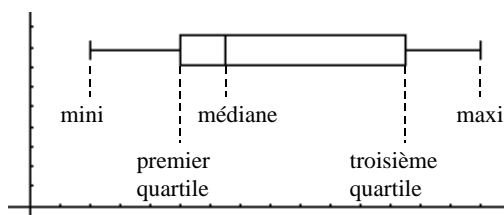
Dans ce diagramme, les points sont placés et reliés dans l'ordre où ils apparaissent dans les deux colonnes utilisées.

Note. Ce diagramme peut être utilisé pour construire un polygone des effectifs d'une série statistique simple pondérée, ou pour visualiser une relation existant entre les valeurs de deux caractères statistiques.



Boîte à moustaches (Box Plot ou Mod Box Plot)

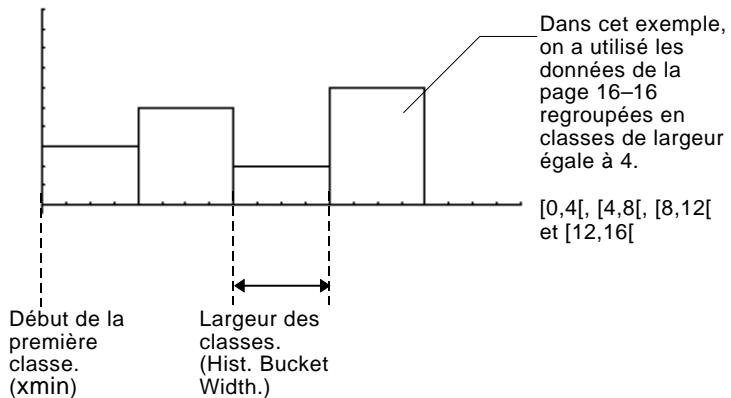
Ce type de diagramme permet de visualiser la dispersion d'une série statistique simple sous la forme d'une "boîte à moustaches" indiquant les valeurs maximales et minimales ainsi que celles des quartiles.



Le diagramme de type Mode Box Plot permet d'éliminer les valeurs aberrantes (extrema non significatifs).

Histogramme

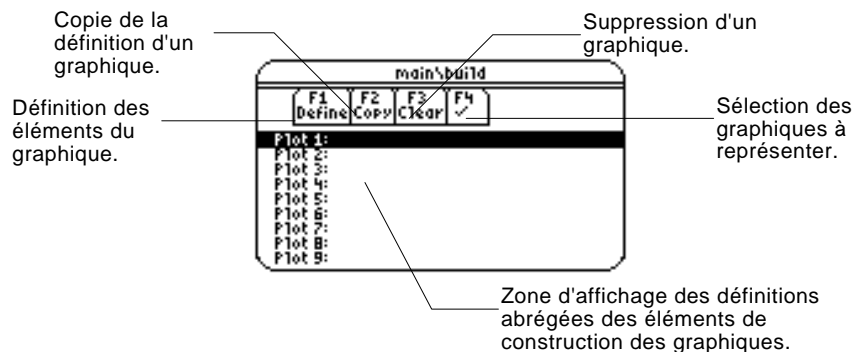
Ce type de diagramme permet d'étudier une série statistique simple après un regroupement en classes (intervalles) de même amplitude.



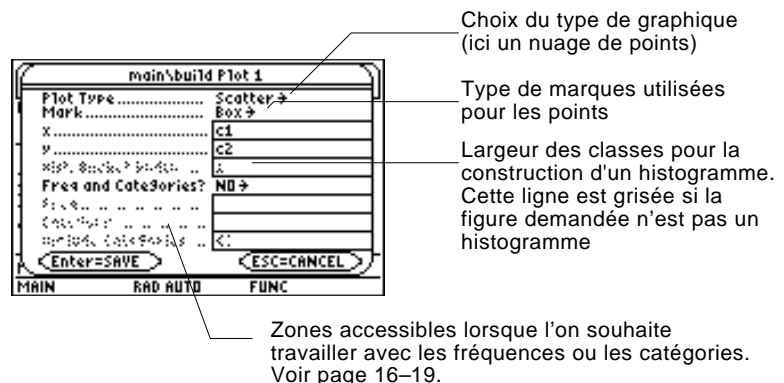
Définition des éléments d'un graphique

Le menu **Plot Setup** accessible à partir de l'éditeur de données permet de gérer la construction des graphiques statistiques.

On y accède en appuyant sur la touche **[F2]**.



Appuyez ensuite sur **[F1]** pour avoir accès à la boîte de dialogue de définition du type de graphique à construire.



Représentations graphiques (suite)

Les premières rubriques permettent de choisir le type de graphique à construire.

Plot type		Mark	
Scatter	Nuage de points	Box	<input type="checkbox"/>
xyLine	Polygone	Cros	x
Box Plot	Boîte à moustaches	Plus	+
Histogram	Histogramme	Square	■
Mod Box Plot	Boîte à moustaches obtenue après suppression des valeurs aberrantes	Dot	•

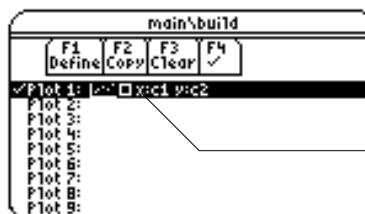
Note. Certaines rubriques sont grisées, et donc non accessibles, en fonction des choix effectués dans les rubriques Plot Type et Use Freq and Categories.

Les autres rubriques s'utilisent comme celles de la boîte de dialogue permettant de définir les calculs statistiques.

Rubrique	Description
x	Choix des numéros de colonnes à utiliser en abscisse et en ordonnée : c1, c2, ...
y	
Use Freq and categories	Utilisation de fréquences et/ou de catégories
Freq	Numéro de la colonne à utiliser pour les fréquences (ou les effectifs) : c1, c2, ...
Categories	Numéro de la colonne à utiliser pour les catégories : c1, c2, ...
Include categories	Liste des numéros de catégories à retenir pour la construction.

Après validation des choix effectués on revient à l'écran PLOT SETUP.

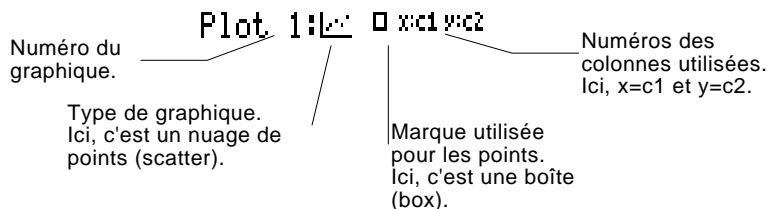
Le graphique est automatiquement sélectionné, et une définition abrégée en rappelle les éléments.



Définition abrégée. Voir page suivante.

Structure de la définition abrégée

La définition abrégée indique le type de graphique, les marques choisies pour la constructions des points, ainsi que les numéros de colonnes utilisées.



Sélection et désélection d'un graphique

Dans l'écran PLOT SETUP, placez la définition abrégée en surbrillance et appuyez sur [F4] pour sélectionner ou désélectionner un graphique.

Les graphiques sélectionnés sont marqués par le symbole ✓.

Copie de la définition d'un graphique

1. Placez en surbrillance la définition abrégée du graphique à copier et appuyez sur [F2].
2. Appuyez [⏏] et choisissez le numéro du graphique utilisé pour recevoir la définition.
3. Appuyez sur [ENTER].

Note. Si le graphique original est sélectionné (✓), sa copie le sera également.



Effacement de la définition d'un graphique

Placez la définition abrégée en surbrillance et appuyez sur [F3].

Remarque. Il est inutile d'effacer la définition d'un graphique pour supprimer sa construction. Il suffit de le désélectionner.

Préparation de la construction

Appuyez sur [◀] [WINDOW] pour définir les paramètres de tracé. On procède comme avec une fonction classique.

Appuyez éventuellement sur **TI-89** : [◀] [I] **TI-92 Plus** : [◀] [F] pour définir les autres paramètres : type d'axes à utiliser, présence d'un quadrillage, etc.

Appuyez sur [◀] [Y=] pour passer dans l'écran Y= et définir ou sélectionner les fonctions que vous désirez construire en même temps que les graphiques. Cela permettra en particulier de construire les courbes obtenues par les fonctions d'ajustement.

Représentations graphiques (suite)

Zoom automatique

À partir de l'écran WINDOW ou de l'écran Y=, il est également possible de choisir le menu Zoom en appuyant sur **F2**.

En sélectionnant l'option 9:ZoomData, votre fenêtre de tracé sera automatiquement ajustée de façon à pouvoir construire tous les graphiques statistiques sélectionnés.

Pour les boîtes à moustaches, seules les valeurs de xmin et de xmax sont ajustées.

Cette fonction n'est pas utilisable pour la construction d'histogrammes, car il est nécessaire de définir manuellement la valeur de xmin en fonction de la répartition en classes.

Lancement de la construction

Le choix du zoom ZoomData provoque la construction du graphique. Si vous avez utilisé une autre méthode pour définir la fenêtre de visualisation, appuyez sur **♦** [GRAPH] pour lancer la construction.

Déplacement sur le graphique

Depuis l'écran graphique, appuyez sur **F3** **Trace** pour parcourir le graphique.

Le déplacement du curseur et les informations affichées dépendent de la nature du graphique.

Type	Description
Nuage de points (Scatter) ou polygone (xyline)	Le déplacement commence au premier point du graphique.
Boîte à moustaches (Box plot) (Mod Box plot)	Le déplacement commence au point médian. Appuyez sur ⏪ pour obtenir le premier quartile q1 et le minimum minX. Appuyez sur ⏩ pour obtenir le troisième quartile q3 et le maximum maxX.
Histogramme (Histogram)	Le curseur se déplace sur le milieu du bord supérieur de chaque rectangle.

Utilisation des graphiques à partir de l'écran Y=

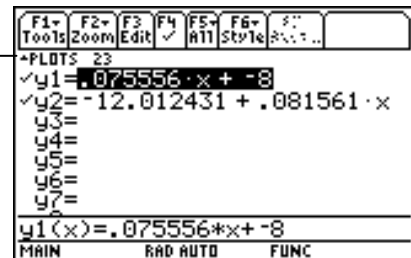
La section précédente décrivait l'utilisation de l'écran PLOT SETUP pour la définition et la sélection de graphiques statistiques.

Ces manipulations sont également possibles à partir de l'écran Y= qui regroupe les définitions de fonctions et les définitions des graphiques statistiques.

Affichage de la liste des graphiques

Appuyez sur \downarrow [Y=] pour afficher l'écran de définition des fonctions. Initialement, les définitions des neuf graphiques ne sont pas visibles. Toutefois, l'indicateur PLOTS, présent dans le coin supérieur gauche de l'écran donne un minimum d'informations.

Par exemple, PLOTS 23 signifie que les graphiques Plots 2 & 3 sont sélectionnés.

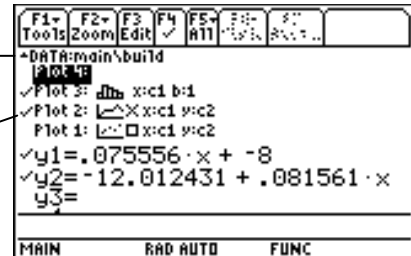


Les définitions des graphiques se trouvent au-dessus des définitions des fonctions, et il faut donc utiliser \uparrow pour y accéder.

Note. Les graphiques dont la définition utilise des numéros de colonnes font toujours référence au tableau actuellement en cours d'utilisation dans l'éditeur de données.

Affichage du tableau en cours d'utilisation dans l'éditeur de données.

Affichage de la définition abrégée. Voir page 16–23.



Il est possible d'effectuer le même type d'opérations sur les graphiques statistiques que sur les fonctions (à l'exception de la définition de style par le menu **F6 Style**).

Pour	Procédez ainsi
Modifier la définition d'un graphique	Placez ce graphique en surbrillance et appuyez sur [F3] . On retrouve la boîte de dialogue décrite page 16–21.
Sélectionner ou désélectionner un graphique	Placez ce graphique en surbrillance et appuyez sur [F4] .
Sélectionner ou désélectionner l'ensemble des fonctions ou des graphiques	Appuyez sur [F5] puis sélectionnez l'option choisie.

Note. Il est possible de sélectionner simultanément des fonctions et des graphiques.

Cela permet par exemple la construction d'un nuage de points et de sa droite d'ajustement.

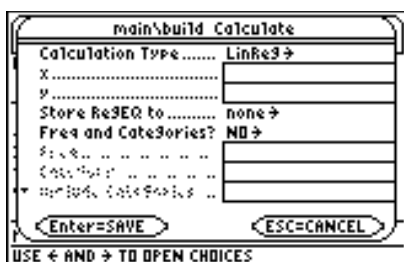
Ajustement linéaire

La TI-89 / TI-92 Plus offre deux types d'ajustement linéaire : ajustement par la méthode des moindres carrés, et ajustement médiane-médiane, décrit en page 16–29. Nous allons détailler dans cette section les opérations à effectuer pour obtenir un ajustement linéaire par la méthode des moindres carrés.

Choix de la méthode d'ajustement

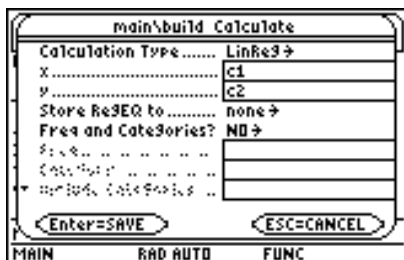
Pour illustrer les manipulations à effectuer, nous utilisons ici la série statistique pondérée à deux variables de la page 16–17.

Appuyez sur $\boxed{F5}$, puis sur \downarrow et sélectionnez 5:LinReg.



Note. Vous trouverez un exemple complet d'utilisation de ces fonctions dans la section "un premier exemple" au début de ce chapitre.

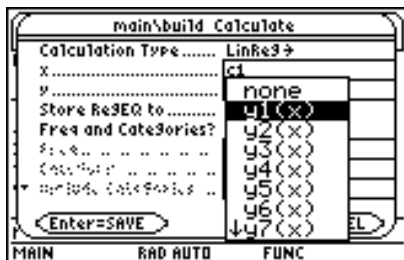
Indiquez ensuite les références des colonnes contenant les données.



Mémorisation de l'équation de la droite

Indiquez le nom du registre à utiliser pour la mémorisation de l'expression obtenue lors de l'ajustement linéaire. Pour cela, placez le curseur sur la ligne Store RegEq to ..., puis appuyez sur \downarrow pour faire apparaître la liste des fonctions disponibles, et sélectionnez la fonction de votre choix (de y1 à y99) ou none si vous ne souhaitez pas utiliser l'une de ces fonctions.

Note. Indépendamment du choix effectué dans cette boîte de dialogue, l'expression de la fonction d'ajustement est toujours mémorisée dans la variable regEq. La liste des coefficients {a, b} est mémorisée dans la variable regCoef.

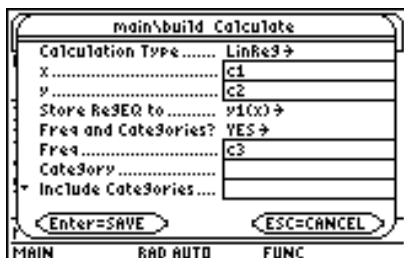


Ce choix facilite la représentation graphique de cette droite d'ajustement.

Utilisation de fréquences ou de catégories

Si vous étudiez une série statistique pondérée, ou si vous souhaitez utiliser des catégories, sélectionnez YES sur la ligne Use Freq and Categories.

Pour utiliser des fréquences ou des effectifs, indiquez la colonne où se trouvent ces nombres sur la ligne Freq.....



Pour sélectionner les données en fonction de leur numéro de catégorie, indiquez la colonne où se trouvent ces numéros sur la ligne Categories..... puis la liste des numéros de catégories à utiliser sur la ligne Include Categories. Voir page 16–19.

Affichage de l'équation de la droite

Appuyez ensuite sur **[ENTER]** pour lancer le calcul, ce qui provoque l'affichage de l'équation de la droite de régression.



Cette équation est toujours placée dans la fonction **regeq**, la liste des coefficients $\{a, b\}$ est placée dans la liste **regcoef**.

Le coefficient de corrélation est placé dans la variable système **corr**.

Représentation graphique

Si vous avez choisi une fonction de (y1 à y99) pour mémoriser l'expression de l'équation de la droite, il est possible de construire cette droite comme on le ferait pour toute autre fonction.

Voir l'exemple du début de ce chapitre, page 16–3.

Autres méthodes d'ajustement

La TI-89 / TI-92 Plus permet de déterminer directement les principaux types d'ajustement : exponentiel, puissance, logarithmique, polynomial de degré inférieur ou égal à 4, logistique ou sinusoïdal.

Option	Description
ExpReg	<p>Ajustement exponentiel — Ajustement par une fonction du type $y = ab^x$.</p> <p>Pour obtenir cet ajustement, la TI-89 / TI-92 Plus effectue un ajustement linéaire par la méthode des moindres carrés entre les valeurs de x et de $\ln(y)$.</p>
LnReg	<p>Ajustement logarithmique — Ajustement par une fonction du type $y = a + b\ln(x)$.</p> <p>Pour obtenir cet ajustement, la TI-89 / TI-92 Plus effectue un ajustement linéaire par la méthode des moindres carrés entre les valeurs de y et de $\ln(x)$.</p>
PwrReg	<p>Ajustement puissance — Ajustement par une fonction du type $y = ax^b$.</p> <p>Pour obtenir cet ajustement, la TI-89 / TI-92 Plus effectue un ajustement linéaire par la méthode des moindres carrés entre les valeurs de $\ln(x)$ et de $\ln(y)$.</p>
QuadReg	<p>Ajustement quadratique — Ajustement par une fonction polynôme du second degré : $p(x) = ax^2 + bx + c$.</p> <p>Trois points, au minimum, sont nécessaires pour ce type d'ajustement. Pour un échantillon comportant exactement trois points d'abscisses distinctes, on obtient le polynôme d'interpolation associé à ces trois points.</p> $p(x_1) = y_1, p(x_2) = y_2, p(x_3) = y_3.$
CubicReg	<p>Ajustement par une fonction polynôme du troisième degré du type $p(x) = ax^3 + bx^2 + cx + d$.</p> <p>Quatre points, au minimum, sont nécessaires pour ce type d'ajustement. Avec exactement quatre points d'abscisses distinctes, on obtient le polynôme d'interpolation associé à ces quatre points.</p>
QuartReg	<p>Ajustement par une fonction polynôme du quatrième degré du type $p(x) = ax^4 + bx^3 + cx^2 + dx + e$.</p> <p>Cinq points, au minimum, sont nécessaires pour ce type d'ajustement. Avec exactement cinq points d'abscisses distinctes, on obtient le polynôme d'interpolation associé à ces cinq points.</p>

Option	Description
Logistic	<p>Ajustement logistique — Ajustement par une fonction du type $y = \frac{a}{1 + be^{(cx)}} + d$.</p> <p>Quatre points, au minimum, sont nécessaires pour ce type d'ajustement.</p> <p>Voir également annexe A.</p>
SinReg	<p>Ajustement sinusoïdal — Ajustement par une fonction du type $y = a \sin(bx + c) + d$.</p> <p>Le résultat de SinReg est toujours en radians, quel que soit le mode angulaire en cours d'utilisation.</p> <p>Voir également annexe A.</p>

med-med

Cette méthode d'ajustement linéaire consiste à partager les données en trois groupes après un tri en fonction des valeurs de la première variable.

- Si l'effectif total n est égal à $3p$, chaque groupe comporte p éléments.
- Si l'effectif est du type $n = 3p + 1$, le deuxième groupe comporte $p + 1$ éléments.
- Si l'effectif est du type $n = 3p + 2$, le premier et le troisième groupe comporteront $p + 1$ éléments.

On calcule ensuite les médianes des valeurs de x et de y pour chacun des groupes. On obtient ainsi 3 points $M_1(\text{med}x_1, \text{med}y_1)$, $M_2(\text{med}x_2, \text{med}y_2)$, $M_3(\text{med}x_3, \text{med}y_3)$.

On construit ensuite la droite passant par le point moyen de ces trois points (moyenne des abscisses, moyenne des ordonnées), et parallèle à la droite (M_1M_3) .

Calculs statistiques à partir de l'écran de calcul

Cette page décrit les opérations à effectuer pour lancer un calcul statistique sans passer par l'éditeur de données. Cela peut par exemple être utile dans un programme.

Étude d'une série statistique à une variable

L'instruction **OneVar** permet d'étudier les séries à une variable. Pour utiliser les données contenues dans une liste *L1* on écrira :

OneVar L1

Pour utiliser des effectifs contenus dans une liste *L2*, on écrira :

OneVar L1, L2

Note. Pour utiliser les catégories sans utiliser de liste d'effectifs, écrire :

Pour utiliser également les numéros de catégories contenus dans une liste *L3*, et la liste *L4* des numéros de catégories à sélectionner, on écrira :

OneVar L1, , L3, L4

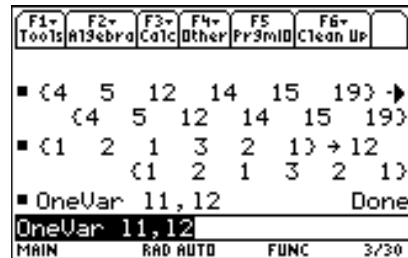
OneVar L1, L2, L3, L4

On utilise ensuite l'instruction **ShowStat** pour afficher la boîte de dialogue contenant les résultats du calcul.

OneVar et **ShowStat** se trouvent dans le menu **MATH/Statistics** accessible en appuyant sur $\boxed{2^{nd}}$ $\boxed{[MATH]}$ $\boxed{6}$.

Exemple

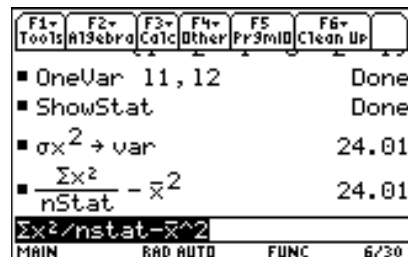
- Saisie et calcul.
On travaille ici avec
{4,5,12,14,15,19}→11
et
{1,2,1,3,2,1}→12



- Affichage des résultats en utilisant la commande **ShowStat**.



- Utilisation de certaines variables.
Voir écran ci-contre.



Note. Frappes de touches utiles pour la saisie des variables statistiques.

TI-89 :

σ : $\boxed{\downarrow}$ $\boxed{[alpha]}$ S
 Σ : $\boxed{\uparrow}$ $\boxed{[alpha]}$ S
 χ^2 : X $\boxed{2^{nd}}$ $\boxed{[CHAR]}$ 2 $\boxed{[alpha]}$ I
 \bar{x} : $\boxed{2^{nd}}$ $\boxed{[CHAR]}$ 2 $\boxed{[alpha]}$ A
 \bar{y} : $\boxed{2^{nd}}$ $\boxed{[CHAR]}$ 2 $\boxed{[alpha]}$ B

TI-92 Plus :

σ : $\boxed{2^{nd}}$ GS
 Σ : $\boxed{2^{nd}}$ G $\boxed{\uparrow}$ S
 χ^2 : X $\boxed{2^{nd}}$ $\boxed{[CHAR]}$ 2 I
 \bar{x} : $\boxed{2^{nd}}$ $\boxed{[CHAR]}$ 2 A
 \bar{y} : $\boxed{2^{nd}}$ $\boxed{[CHAR]}$ 2 B

Sur ces deux calculatrices, l'instruction **ShowStat** est accessible dans le menu **MATH/Statistics** :

$\boxed{2^{nd}}$ $\boxed{[MATH]}$ $\boxed{6}$ $\boxed{8}$.

Étude d'une série statistique à deux variables

L'instruction **TwoVar** permet d'étudier les séries à deux variables.

Pour utiliser les données contenues dans les listes $L1$ et $L2$, on écrira :

TwoVar $L1, L2$

Pour utiliser des effectifs contenus dans une liste $L3$, on écrira :

TwoVar $L1, L2, L3$

Pour utiliser également les numéros de catégories contenus dans une liste $L4$, et la liste $L5$ des numéros de catégories à sélectionner, on écrira :

TwoVar $L1, L2, L3, L4, L5$

Exemple

Note. Frappes de touches utiles pour la saisie des variables statistiques.

TI-89 :

σ : \downarrow [] [alpha] S
 Σ : \downarrow [] [] S
 x^2 : X [2nd] [CHAR] 2 [alpha] I
 \bar{x} : [2nd] [CHAR] 2 [alpha] A
 \bar{y} : [2nd] [CHAR] 2 [alpha] B

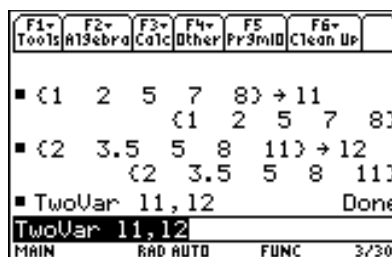
TI-92 Plus :

σ : [2nd] G S
 Σ : [2nd] G [] S
 x^2 : X [2nd] [CHAR] 2 I
 \bar{x} : [2nd] [CHAR] 2 A
 \bar{y} : [2nd] [CHAR] 2 B

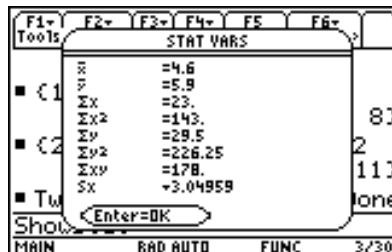
Sur ces deux calculatrices, l'instruction **ShowStat** est accessible dans le menu

MATH/Statistics :
 [2nd] [MATH] [6] [8] .

1. Saisie et lancement du calcul.



2. Affichage des résultats en utilisant la commande **ShowStat**



3. Calcul de la covariance



Ajustements

On utilise l'instruction correspondant au type d'ajustement souhaité **LinReg**, **ExpReg**, **PwrReg**, **SinReg**...

La syntaxe est la même que celle de l'instruction **TwoVar** étudiée sur la page précédente. Ces instructions se trouvent dans le menu **MATH/Statistics/Regressions** accessible en appuyant sur [2nd] [MATH] [6] [3].

La fonction **regeq** permet ensuite d'effectuer les calculs utilisant l'expression obtenue lors de l'ajustement. Voir exemple page suivante et annexe A.

Calculs statistiques à partir de l'écran de calcul (suite)

Exemple

1. Recherche d'un ajustement linéaire.

On utilise ici les données de l'exemple précédent.



2. Affichage de l'équation, on utilise l'instruction **ShowStat**.



3. Copie de la fonction de régression pour une utilisation ultérieure.



Important. Pour copier la définition actuelle de **regeq**, on doit utiliser l'instruction **CopyVar**.

Il serait incorrect d'utiliser **regeq(x) → f(x)**. (Une modification ultérieure de **regeq** lors d'un autre calcul statistique serait alors répercutée sur f.)

Accès aux données d'un tableau

Il est possible d'accéder aux données d'un tableau à partir de l'écran de calcul (ou dans un programme).

Si *nomtab* est le nom du tableau, et *col* un numéro de colonne

- *nomtab[col]* permet d'obtenir la liste des valeurs contenues dans cette colonne.
- (*nomtab[col]*)[*ligne*] permet d'obtenir l'élément situé sur la ligne *ligne* de cette colonne.

Autres possibilités

Il est possible de construire un tableau de données sans passer par l'éditeur :

- à partir d'éléments contenus dans des listes, on utilise pour cela l'instruction **NewData** ;
- à partir d'une représentation graphique, on utilise alors l'instruction **BldData**.

On peut également définir un graphique statistique à l'aide de l'instruction **NewPlot**.

Important. Attention à l'utilisation de **variance** et de **stdDev**. Voir annexe A.

Enfin, il est possible d'effectuer directement certaines opérations statistiques sur les valeurs contenues dans une liste ou une matrice : moyenne, variance, écart type, médiane. On utilise pour cela les fonctions **mean**, **variance**, **stdDev** et **median** présentes dans le menu **MATH/Statistics** accessible en appuyant sur **[2nd] [MATH] [6]**.

La syntaxe de ces fonctions est décrite en détail dans l'annexe A, à la fin de ce manuel.

Utilisation des listes



Définition des valeurs d'une liste.....	17-2
Définition directe.....	17-2
Accès aux éléments d'une liste.....	17-2
Création d'une nouvelle liste.....	17-3
Remplissage par un terme constant.....	17-3
Construction en utilisant une expression.....	17-3
Exemples d'utilisation.....	17-4
Calcul d'une liste de valeurs.....	17-4
Construction d'une famille de courbes.....	17-4
Fonctions utilisables avec les listes.....	17-5
Fonctions de manipulation des listes.....	17-5
Listes et polynômes.....	17-6

La TI-89 / TI-92 Plus permet de manipuler directement des listes de données. Vous découvrirez dans ce chapitre les connaissances de base dans ce domaine.

La plus grande partie des fonctions de calcul est utilisable sur les listes. On peut par exemple faire la somme ou le produit de deux listes de même dimension, ou encore calculer en une seule instruction l'image de tous les éléments d'une liste par une fonction.

Vous trouverez plus d'informations à ce sujet dans le récapitulatif des fonctions et instructions, présent à la fin de ce manuel.

Définition des valeurs d'une liste

Plusieurs méthodes sont utilisables pour définir une liste. On peut définir les éléments un par un, ou à l'aide d'une formule de calcul.

Définition directe

Note. Ainsi que le montre l'exemple ci-contre, on peut placer différents types d'éléments dans une liste.

On ne peut par contre pas construire de listes imbriquées.

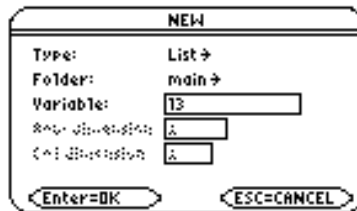
Seule exception, une liste formée de n listes de longueur p sera assimilée à une matrice $n \times p$.

Dans l'écran de calcul, on place les éléments de la liste entre accolades, et on les sépare par des virgules.

```

▪ ("Yyes" "Claire" x+y)
  ("Yyes" "Claire" x+y)
▪ (1 4 a 100-x) ÷ 12
  (1 4 a 100-x)
[1,4,a,100-x]÷12
    
```

On peut aussi utiliser l'éditeur de données en indiquant que l'on souhaite travailler sur une variable de type liste.



On travaille alors comme dans le chapitre précédent, mais sur une seule colonne.

Note. Si vous inscrivez des données dans d'autres colonnes, la variable prendra automatiquement le type tableau de données (data).

F1- Tools	F2 Plot Setup	F3 Cell Header	F4 Header	F5 Data Util	F6 Stat	F7
LIST						
	c1	c2	c3			
1	10					
2	25					
3	100					
4	47					
r4c1=47						
MAIN RAD AUTO 3D						

Accès aux éléments d'une liste

Lorsque l'on a mémorisé une liste dans une variable $NomListe$, il est possible d'obtenir l'élément numéro k en écrivant $NomListe[k]$.

```

("Yyes" "Claire" x+y)
▪ (1 4 a 100-x) ÷ 12
  (1 4 a 100-x)
▪ L1[2] "Claire"
▪ L2[4] 100-x
▪ L3[1] 10
[L3[1]]
    
```

Création d'une nouvelle liste

La fonction **newList** permet de créer une liste de longueur donnée. Pour créer une liste comportant *nb* éléments tous nuls dans la variable *NomListe* on écrit :

newList(*nb*) → *NomListe*

Remplissage par un terme constant

Pour remplir la liste contenue dans la variable *NomListe* avec la valeur constante *val*, on écrit :

Fill *val*, *NomListe*

```
■ newList(7) → list1
  {0 0 0 0 0 0 0}
■ Fill x, list1      Done
■ list1
  {x x x x x x x}
list1
```

Construction en utilisant une expression

Il est possible d'utiliser une expression de calcul pour définir les termes d'une liste.

On construit la liste formée par les valeurs de *expression* quand *var* varie de *début* à *fin* en augmentant de 1 par l'instruction :

seq(*expression*, *var*, *début*, *fin*)

On peut aussi faire varier *var* avec un pas quelconque en écrivant :

seq(*expression*, *var*, *début*, *fin*, *pas*)

```
■ seq(x^2, x, 1, 5)
  {1 4 9 16 25}
■ seq(x^2, x, 1/2, 2, 1/2)
  {1/4 1 9/4 4}
seq(x^2, x, 1/2, 2, 1/2)
```

Remarque. Cette instruction ne dépend pas de la valeur précédente de *var* et ne modifie pas la valeur de cette variable.

```
■ 10 → x      10
■ seq(1/x, x, 1, 11, 2)
  {1 1/3 1/5 1/7 1/9 ▶}
■ x           10
```

Après l'utilisation de la fonction **seq**, *x* a bien retrouvé sa valeur initiale.

Exemples d'utilisation

L'utilisation de listes permet en particulier d'effectuer plusieurs calculs en une seule opération. Vous découvrirez bien d'autres applications dans ce manuel : statistiques, échange de données avec l'interface d'acquisition de données CBL, étude de courbes dépendant d'un paramètre...

Calcul d'une liste de valeurs

Il est possible d'utiliser une liste à la place d'une valeur unique dans une expression de calcul. On obtient alors la liste des valeurs obtenues en calculant cette expression pour chaque valeur de la liste.

$$\begin{aligned} & \blacksquare \langle 1 \ 2 \ 3 \ 4 \rangle^2 \\ & \qquad \qquad \qquad \langle 1 \ 4 \ 9 \ 16 \rangle \\ & \blacksquare 5 \cdot \langle 1 \ 2 \ 3 \ 4 \rangle \\ & \qquad \qquad \qquad \langle 5 \ 10 \ 15 \ 20 \rangle \\ & \blacksquare \cos\left(\left\{ \begin{array}{cccc} 0 & \frac{\pi}{6} & \frac{\pi}{4} & \frac{\pi}{3} \end{array} \right\}\right) \\ & \qquad \qquad \qquad \left\{ \begin{array}{cccc} 1 & \frac{\sqrt{3}}{2} & \frac{\sqrt{2}}{2} & 1/2 \end{array} \right\} \end{aligned}$$

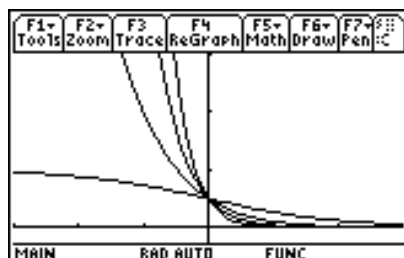
Construction d'une famille de courbes

Pour tracer la famille des courbes obtenues pour différentes valeurs d'un paramètre, utilisez ce paramètre dans la définition de la fonction. Placez la liste des valeurs à utiliser dans la variable portant le nom de ce paramètre, puis lancez la représentation graphique.

Exemple. Construction des courbes associées aux fonctions

$$f_m : x \mapsto \frac{e^{-m \cdot x}}{e^x + 1} \text{ pour } m \in \{0, 1, 2, 3\}.$$

On utilise l'expression $e^{(-m \cdot x)} / (e^x + 1)$ comme définition pour y1, puis dans l'écran de calcul on utilise l'instruction $\{0, 1, 2, 3\} \rightarrow m$ pour choisir les valeurs du paramètre à utiliser.



Fonctions utilisables avec les listes

Fonctions de manipulation des listes

Voici les fonctions permettant de manipuler les listes.

Opération souhaitée	Fonction	Menu
Dimension d'une liste.	dim	MATH/Matrix/Dimension
Concaténation.	augment	MATH/Matrix
Permutation des éléments d'une liste.	rotate	MATH/Base
Décalage des éléments d'une liste.	shift	MATH/Base
Tri croissant.	sortA	MATH/List
Tri décroissant.	sortD	MATH/List
Somme des éléments.	sum	MATH/List
Cumul croissant des éléments d'une liste.	cumSum	MATH/List
Produit des éléments d'une liste.	product	MATH/List
Moyenne des éléments d'une liste.	mean	MATH/Statistics
Variance des éléments d'une liste.	variance	MATH/Statistics
Écart type des éléments d'une liste.	stdDev	MATH/Statistics
Médiane des éléments d'une liste.	median	MATH/Statistics
Extraction du début d'une liste.	left	MATH/List
Extraction d'une partie d'une liste.	mid	MATH/List
Extraction de la fin d'une liste.	right	MATH/List
Conversion en matrice ligne.	list► mat	MATH/List
Conversion d'une matrice en liste.	mat► list	MATH/List
Liste des différences entre éléments consécutifs.	Δlist	MATH/List

Important. Attention à la définition utilisée pour le calcul de la variance et de l'écart type. Voir annexe A.

Vous trouverez la description complète de ces fonctions dans le récapitulatif des fonctions et instructions, présent dans l'annexe A, à la fin de ce manuel.

Fonctions utilisables avec les listes

Listes et polynômes

La TI-89 / TI-92 Plus peut interpréter une liste comme la famille des coefficients d'un polynôme ordonné suivant les puissances décroissantes.

$$\{3,2\} : p(x) = 3x + 2$$

$$\{5\} : p(x) = 5$$

$$\{1,0,3\} : p(x) = x^2 + 3$$

polyEval(Liste, val)

permet alors de calculer la valeur de ce polynôme en un point donné.

```
■ {3 2} → 1          {3 2}
■ polyEval(1, 5)      17
■ polyEval({a b c}, x)
                    a·x2 + b·x + c
■ polyEval({1 0 3}, t)
                    t2 + 3
polyEval({1,0,3},t) _____
```

L'éditeur de textes

18

Un premier exemple	18-2
Utilisation de l'éditeur de textes	18-4
Ouverture de l'éditeur	18-4
L'écran de l'éditeur de textes	18-5
Saisie du texte	18-5
Déplacement dans le texte	18-5
Insertion d'un paragraphe	18-5
Sélection	18-5
Manipulations sur le texte sélectionné	18-6
Recherche de texte	18-6
Exemple d'utilisation	18-7
Effacement du contenu de l'éditeur de textes	18-7
Sauvegarde automatique.....	18-7
Lignes de commandes	18-8
Désignation des lignes de commandes	18-8
Suppression du marquage	18-8
Exécution d'une commande.....	18-8
Exécution de l'ensemble des commandes	18-9
Utilisation d'un partage d'écran.....	18-9
Création d'un fichier à partir de l'écran de calcul	18-9
Création d'un rapport	18-10
Impression du contenu d'une variable.....	18-10
Insertion d'un saut de page	18-10
Un exemple complet	18-11


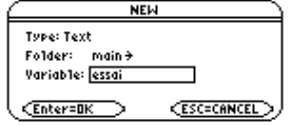



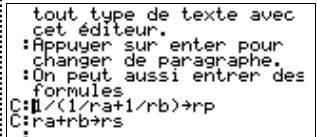
La TI-89 / TI-92 Plus dispose d'un éditeur de textes permettant de mémoriser différents textes, de préparer une suite de calculs à effectuer, ou encore d'imprimer un rapport comportant du texte, des résultats numériques, des expressions symboliques, des graphiques de différents types, etc..

Pour bien utiliser cet éditeur, il est bon de connaître les possibilités d'édition utilisables dans la ligne d'édition de l'écran de calcul : sélection, couper/coller, mode insertion, mode remplacement.

La description de certaines de ces opérations est reprise dans ce chapitre. Vous pourrez également vous reporter au chapitre 4 pour trouver toutes les informations utiles à ce sujet.

Un premier exemple

Nous allons créer ici un premier fichier comportant du texte et des formules de calculs.

Étapes	Touches TI-89	Touches TI-92 Plus	Affichage
1. Ouvrez l'éditeur de textes en sélectionnant l'option 8:Text Editor dans le menu APPLICATIONS.	[HOME] [2nd] [F6] [2] [ENTER] [APPS] 8 3	[HOME] [F6] [2] [ENTER] [APPS] 8 3	
2. Sélectionnez 3:New pour créer un nouveau fichier.			
3. Tapez le nom de ce fichier dans la rubrique Variable de la boîte de dialogue NEW.	[C] [E] [S] [S] [A] [I] [ENTER] [ENTER]	[C] [E] [S] [S] [A] [I] [ENTER] [ENTER]	
4. Vous pouvez ensuite commencer la saisie du texte. Le passage à la ligne est automatique. N'appuyez sur [ENTER] qu'en fin de paragraphe.	<i>Tapez le texte souhaité</i>	<i>Tapez le texte souhaité</i>	
5. Il est possible d'insérer des formules de calcul. Sélectionnez l'option 1:Command dans le menu Command accessible par [F2].	[F2] 1	[F2] 1	
6. La lettre C s'inscrit en début de ligne. Tapez alors l'instruction, comme vous le feriez dans l'écran de calcul.	1 / (1 / RA + 1 / RB) [STO] R P [ENTER]	1 / (1 / RA + 1 / RB) [STO] R P [ENTER]	
7. Recommencez pour introduire une deuxième instruction. Note. Nous n'avons pas indiqué ici le détail de toutes les frappes de touches.	[F2] 1 R A + R B [STO] R S [ENTER]	[F2] 1 R A + R B [STO] R S [ENTER]	
8. Vous pouvez ensuite copier ces instructions dans l'écran de calcul. Remontez avec le curseur sur la première formule.	[←] [←]	[←] [←]	

Étapes	Touches TI-89	Touches TI-92 Plus	Affichage
9. Pour copier cette instruction dans l'écran de calcul et l'exécuter, appuyez sur la touche [F4] (Execute).	[F4]	[F4]	
10. Recommencez avec la formule suivante.	[F4]	[F4]	
11. Passez à l'écran de calcul.	[HOME]	[◀] [HOME]	
12. Vous pouvez utiliser les formules précédentes pour continuer vos calculs.	1 0 0 0 [STO▶] [alpha] R [alpha] A [ENTER] 2 0 0 0 [STO▶] [alpha] R [alpha] B [ENTER] [alpha] R [alpha] P [▶] [ENTER]	1 0 0 0 [STO▶] R A [ENTER] 2 0 0 0 [STO▶] R B [ENTER] R P [▶] [ENTER]	
13. Revenez à l'écran de l'éditeur de textes	[APPS] 8 1	[APPS] 8 1	
14. Pour visualiser en même temps cet écran et l'écran de calcul, choisissez le mode de partage d'écran.	[F3] 1	[F3] 1	
15. On peut de même lancer une représentation graphique à partir de cet écran.	[F2] 1 [↑] G [2nd] [a-lock] R A P H [,] [alpha] 4 [2nd] [COS] X [] [ENTER] [◀] [F4]	[F2] 1 [↑] G R A P H (espace) 4 [COS] X [] [ENTER] [◀] [F4]	
16. Pour supprimer le partage d'écran, utilisez [F3] [2] .			

Utilisation de l'éditeur de textes

L'éditeur de textes permet la saisie d'un texte quelconque incluant éventuellement des lignes de commandes (formules à calculer, instructions diverses...).

L'exemple du début de ce chapitre montre les principales étapes à suivre pour effectuer cette saisie. Nous allons détailler dans cette section les principales possibilités offertes par cet éditeur.

Ouverture de l'éditeur

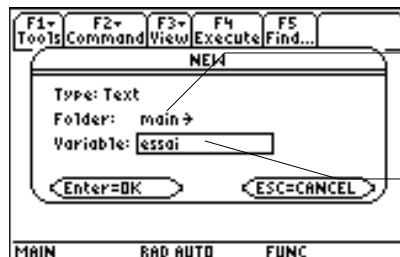
1. Ouvrez cet éditeur en appuyant sur **[APPS]** **[8]**.



2. Choisissez
 - 1:Current pour revenir sur un fichier venant d'être saisi par l'intermédiaire de cet éditeur.
 - 2:Open pour éditer un texte préalablement mémorisé dans un fichier (par l'intermédiaire de l'instruction **Save Copy As** accessible à partir de l'écran de calcul, ou par l'intermédiaire de cet éditeur).
 - 3:New pour créer un nouveau texte.
3. Indiquez dans la rubrique Folder le dossier à utiliser pour lire ou mémoriser le texte.
4. Indiquez dans la rubrique Variable le nom du texte.

Note. Les étapes 3 et 4 sont inutiles lors de l'accès à un texte en utilisant l'option 1:current.

Note pour la TI-89. Il est inutile d'appuyer sur la touche **[alpha]** lors de la saisie du nom de la variable.



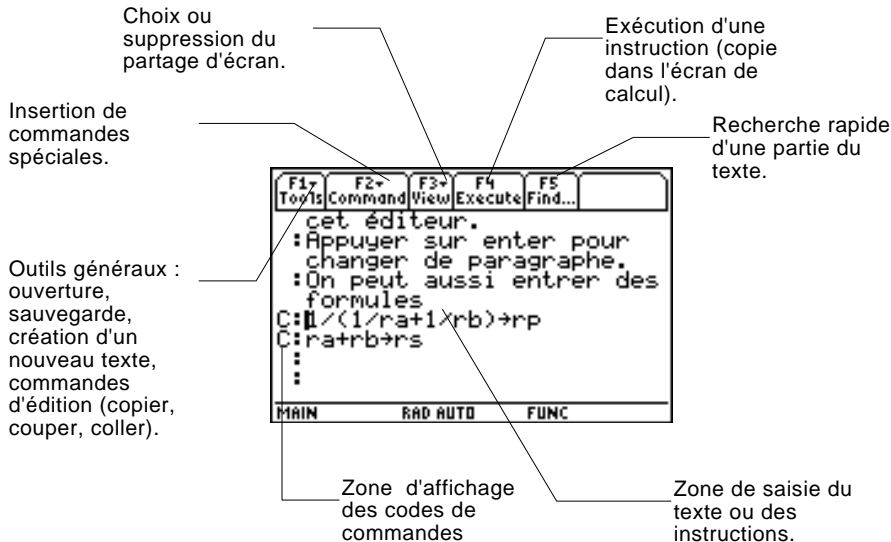
Nom du dossier utilisé pour mémoriser le texte.

Nom du fichier utilisé pour mémoriser le texte.

Remarque. Il est également possible d'ouvrir un texte existant, ou d'en créer un nouveau en utilisant les commandes 1:Open (**[F1]** **[1]**) et 3:New (**[F1]** **[3]**) accessibles dans le premier menu de l'éditeur de textes.

Utilisation de l'éditeur de textes (suite)

L'écran de l'éditeur de textes



Saisie du texte

Le texte s'inscrit à partir de la position courante du curseur. Par défaut ce texte est inséré dans le texte déjà existant.

Pour passer en mode remplacement, appuyez sur les touches **[2nd] [INS]**. Utilisez de nouveau ces touches pour revenir en mode insertion.

(Ces manipulations sont décrites en détail dans le chapitre 4).

Lorsque l'on termine un paragraphe en appuyant sur **[ENTER]**, un signe ":" apparaît sur la ligne suivante et il est possible d'y commencer un nouveau paragraphe.

Déplacement dans le texte

Utilisez **[←]**, **[→]**, **[↑]** ou **[↓]** pour vous déplacer.

[⏪] **[←]** et **[⏩]** **[→]** permettent d'aller directement au début ou à la fin du fichier.

[2nd] [←] et **[2nd] [→]** permettent de se déplacer page par page.

Insertion d'un paragraphe

Pour insérer un paragraphe entre deux paragraphes déjà existants :

1. Vérifiez que vous êtes en mode insertion (curseur fin clignotant).
2. Revenez au début du paragraphe avant lequel l'insertion doit se faire.
(Utilisez **[↑]** **[↑]** pour passer d'une ligne à l'autre, et **[2nd] [←]** pour revenir en début de ligne.)
3. Appuyez sur **[ENTER]**.

Sélection

Maintenir la touche **[↑]** tout en déplaçant le curseur pour sélectionner une partie du texte




Utilisation de l'éditeur de textes (suite)

Manipulations sur le texte sélectionné

TI-89 :
♦ [COPY] : copier
♦ [CUT] : couper
♦ [PASTE] : coller





TI-92 Plus :
♦ C : copier
♦ X : couper
♦ V : coller

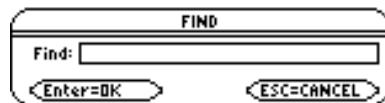
La sélection d'une partie du texte offre différentes possibilités :

- Mémoriser le texte sélectionné à l'aide de
TI-89 : ♦ [COPY] **TI-92 Plus** : ♦ C .
Il sera ensuite possible de coller (c'est à dire d'insérer) ce bloc de texte par **TI-89** : ♦ [PASTE] **TI-92 Plus** : ♦ V .
- Couper le texte sélectionné, c'est à dire le supprimer tout en mémorisant son contenu à l'aide de
TI-89 : ♦ [CUT] **TI-92 Plus** : ♦ X .
Il sera ensuite possible de coller (c'est à dire d'insérer) ce bloc de texte par **TI-89** : ♦ [PASTE] **TI-92 Plus** : ♦ V .
- On peut aussi remplacer le texte sélectionné par un autre texte en tapant simplement ce nouveau texte.
- On peut supprimer le texte sélectionné en appuyant sur .
- Lorsque qu'un texte est sélectionné, on se place au début ou à la fin de ce texte en appuyant sur  ou . Cela met également fin à la sélection.

Recherche de texte

Note. La boîte de dialogue FIND conserve le dernier texte cherché. Vous pouvez remplacer ce texte, ou le modifier.

1. La recherche s'effectue à partir de la position actuelle du curseur. Revenez éventuellement au début du texte en utilisant  .
2. Appuyez sur .
3. Tapez le texte à rechercher.
Les caractères majuscules ou minuscules ne sont pas différenciés lors de cette recherche.
4. Appuyez sur .



Si le texte cherché est trouvé, le curseur se place au début de ce texte. Dans le cas contraire, il reste à sa position initiale.

Pour effectuer une nouvelle recherche du même texte dans la suite du document, appuyez simplement sur  .

Utilisation de l'éditeur de textes (suite)

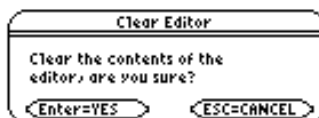
Exemple d'utilisation

Pour créer un dossier téléphonique,

1. Ouvrez un nouveau fichier en tapant [APPS] [8] [3], nommé par exemple numeros.
2. Tapez simplement les noms de vos ami(e)s suivis de leur numéro de téléphone.
3. Vous pourrez compléter ce dossier en l'ouvrant de nouveau par la suite en tapant [APPS] [8] [2], puis en sélectionnant son nom dans la liste des fichiers disponibles.
4. Pour rechercher un numéro particulier, utilisez la commande FIND.

Effacement du contenu de l'éditeur de textes

Pour effacer le contenu de l'éditeur, appuyez sur [F1] puis sélectionnez 8:Clear Editor.



Validez en appuyant sur [ENTER].

Appuyez sur [ESC] pour conserver le contenu actuel de l'éditeur.

Sauvegarde automatique

La sauvegarde du texte est automatiquement effectuée lorsque l'on quitte l'éditeur de textes pour passer à une autre application.

Copie sous un autre nom

Il est possible d'effectuer une sauvegarde d'une copie du texte en utilisant un nouveau nom en sélectionnant 2:Save Copy As... dans le menu accessible par la touche [F1].



Les modifications effectuées par la suite n'affecteront pas cette copie, mais seulement le texte originel qui sera automatiquement sauvegardé lorsque l'on changera d'application.

Pour travailler sur la copie, et non sur le texte originel, il faut ouvrir cette copie en sélectionnant 1:Open dans le menu [F1].

Lignes de commandes

Il est possible de placer dans un fichier texte des lignes de commandes qui pourront être exécutées par la suite.

Désignation des lignes de commandes

Note. Cela ne crée pas une nouvelle ligne, mais marque simplement la ligne en cours.

Ce marquage peut être effectué avant ou après la saisie du contenu de la ligne.

Les lignes contenant des commandes (formules à calculer, ou instructions normalement exécutables à partir de l'écran de calcul) doivent être désignées en utilisant l'option 1:Command du menu **Command**, accessible en appuyant sur **F2**.

1. Placez le curseur sur la ligne concernée.

2. Appuyez sur **F2** pour afficher le menu **Command**.

3. Sélectionnez 1:Command.

Un "C" est alors affiché au début de la ligne.



4. Tapez le contenu de la ligne, comme vous le feriez dans la ligne d'édition de l'écran de calcul.

Changez de ligne si vous désirez ajouter un commentaire.



Suppression du marquage

1. Placez le curseur en un point quelconque de la ligne.

2. Appuyez sur **F2** et sélectionnez 4:Clear command.

Cela efface seulement le marquage "C"; le contenu de la ligne est conservé.

Exécution d'une commande

Note. Voir exemple d'utilisation page 18-2.

Note. Pour voir le résultat obtenu dans l'écran de calcul, appuyez sur **Fn** [QUIT], ou utilisez un partage d'écran. Voir page suivante.

On ne peut exécuter que les commandes définies sur une ligne marquée par la lettre "C".

1. Placer le curseur sur la ligne comportant la commande.

2. Appuyez sur **F4**.

La commande est copiée dans la ligne d'édition de l'écran de calcul et exécutée. L'écran de calcul est affiché brièvement, puis le contenu de l'éditeur de textes est réaffiché.

Le curseur passe automatiquement à la ligne suivante, ce qui facilite l'exécution d'une série de commandes.

Exécution de l'ensemble des commandes

Pour exécuter l'ensemble des commandes du fichier à partir de la position courante du curseur, sélectionner l'option 5:Execute to EOF, dans le menu **F2 Command**. (EOF : *end of file*, fin du fichier.)

Utilisation d'un partage d'écran

Il est possible d'utiliser un partage d'écran pour visualiser en même temps le contenu de l'éditeur de textes et l'effet des commandes exécutées.

Pour	Appuyez sur
------	-------------

Partager l'écran	[F3] et sélectionnez 1:Script view.
------------------	--



Revenir en plein écran	[F3] et sélectionnez 2:Clear split.
------------------------	--

Note. L'utilisation de la TI-89 / TI-92 Plus en mode partage d'écran est détaillée dans le chapitre 19.

Il est aussi possible d'utiliser la boîte de dialogue MODE pour effectuer ce partage d'écran manuellement, mais il est plus rapide d'utiliser le menu **[F3]** lorsque l'on se trouve dans l'éditeur de textes.

- L'application active est indiquée par une bordure épaisse. (Par défaut, c'est l'éditeur de textes.)
- Pour passer de l'éditeur de textes à l'autre écran, utilisez **[2nd] [⇐]** (seconde fonction de **[APPS]**).

Création d'un fichier à partir de l'écran de calcul

Il est possible de sauver la liste des entrées mémorisées dans l'historique des calculs sous la forme d'un fichier texte.

Ce fichier comportera une ligne de commande pour chacune des entrées.

Pour cela, à partir de l'écran de calcul :

1. Appuyez sur **[F1] [2]**.
2. Indiquez le nom du dossier et du fichier à utiliser pour la sauvegarde.
3. Appuyez sur **[ENTER]** pour refermer la boîte de dialogue .

Le contenu de l'écran de calcul est ainsi sauvegardé dans un fichier portant le nom que vous aurez choisi. Vous pourrez ensuite ouvrir ce fichier en utilisant les touches **[APPS] [8] [2]**. Cela permettra par exemple de modifier certaines formules, ou encore d'en insérer d'autres, avant une nouvelle utilisation dans l'écran de calcul.

Création d'un rapport

Si vous avez un TI-GRAPH LINK™, accessoire permettant d'échanger des données entre la TI-89 / TI-92 Plus et un ordinateur, vous pouvez créer des rapports comprenant des textes, des calculs et des graphiques. Ces rapports seront créés en utilisant l'éditeur de textes, puis imprimés sur l'imprimante connectée à votre ordinateur.

Impression du contenu d'une variable

Dans l'éditeur de textes, il est possible d'indiquer le nom d'une variable quelconque, ayant préalablement été définie en mémoire.

Cette variable peut contenir une valeur numérique, une expression mathématique, une liste, une matrice, un graphique.

Pour imprimer cette variable dans votre rapport, il suffit de créer une ligne du type PrintObject et comportant simplement le nom de cette variable.

Pour créer une ligne de ce type :

1. Placez le curseur sur la ligne.

2. Appuyez sur **[F2]** pour afficher le menu **Command**.

3. Sélectionnez 3:PrintObj.

Un "P" s'inscrit au début de la ligne.

4. Tapez le nom de la variable contenant l'objet à imprimer. La ligne doit seulement contenir le nom de cet objet, sans aucun autre texte.



Note. Cela ne crée pas une nouvelle ligne, mais marque simplement la ligne en cours.

Ce marquage peut être effectué avant ou après la saisie du contenu de la ligne.

Pour supprimer cette commande, appuyez sur **[F2]** et sélectionnez 4:Clear command.

Insertion d'un saut de page

Lors de l'impression du rapport, les sauts de pages peuvent être soit automatiques (la page est pleine), soit forcés (saut de page avant de passer à une autre section par exemple).

Pour générer un saut de page forcé :

1. Placez le curseur qui devra figurer en tête de la page suivante (cette ligne peut être vide ou contenir du texte).
2. Appuyez sur **[F2]** et sélectionnez 2:Page break.

Un symbole "⌞" est affiché en début de ligne.

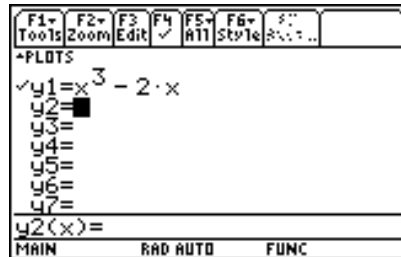
Note. Pour supprimer ce saut de page, appuyez sur **[F2]** et sélectionnez 4:Clear command.

Un exemple complet

Nous allons dans cet exemple étudier le maximum de la fonction

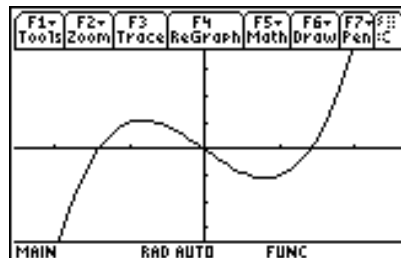
$$f(x) = x^3 - 2x$$

1. Définition de la fonction



2. Construisez la courbe représentative.

▣ [GRAPH], puis zoom sur la partie intéressante à l'aide de l'option ZoomBox.



3. Appuyez sur [F1] [2] pour mémoriser l'image obtenue.

Choisir le type Picture pour sauvegarder l'image.

(En utilisant le type GDB, on sauvegarderait les définitions de fonctions, les paramètres de cadrages, etc.)



Création d'un rapport (suite)

- Effectuez les calculs nécessaires dans l'écran de calcul. Mémorisez l'expression de la dérivée dans la variable **der**, et les valeurs des racines dans **sol**.

```
F1- F2- F3- F4- F5- F6-
Tools Algebra Calc Other Pr3mID Clean Up
■ -d/dx(y1(x)) → der      3·x2 - 2
■ solve(der = 0, x) → sol
      x = √6/3 or x = -√6/3
solve(der=0,x)→sol
MAIN      RAD AUTO      FUNC      2/30
```

- Préparez ensuite le rapport.

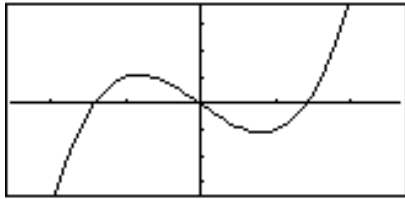
```
F1- F2- F3- F4- F5-
Tools Command View Execute Find...
P:fig1
:
: Expression de la dérivée
P:der
:
: Racines de la dérivée
P:sol
MAIN      RAD AUTO      FUNC
```

Lors de l'impression, vous obtiendrez un résultat comparable à :

Note. Ceci n'est qu'un exemple. On pourrait bien sûr construire un compte rendu plus détaillé.

Recherche du maximum de la fonction
(x)
 $x^3 - 2 * x$

Graphique obtenu :



Expression de la dérivée :
 $3x^2 - 2$

Racines de la dérivée
 $x = \sqrt{6}/3$ or $x = -\sqrt{6}/3$

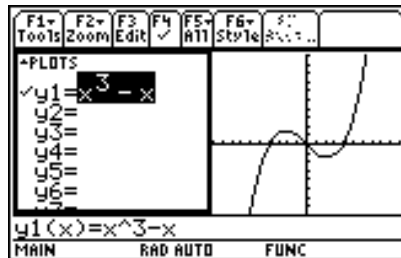
La première solution correspond au minimum, la seconde au maximum.

Partage d'écran

19

Un premier exemple	19-2
Choix et suppression du partage d'écran.....	19-3
Choix du mode partage d'écran.....	19-3
Choix des applications initiales.....	19-3
Autres rubriques liées au partage d'écran.....	19-4
Suppression du partage d'écran.....	19-4
Quand vous éteignez la TI-89 / TI-92 Plus.....	19-4
Choix de l'application active	19-5
L'application active	19-5
Passage d'une application à l'autre	19-5
Ouverture d'une application différente	19-5
Utilisation de $\boxed{2nd} \boxed{QUIT}$ pour afficher l'écran de calcul.....	19-6
Utilisation d'un partage haut/bas.....	19-6
Représentation de graphiques de types distincts	19-7
Choix de deux catégories de courbes.....	19-7
Un exemple.....	19-7


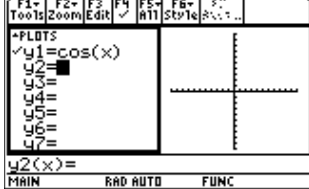
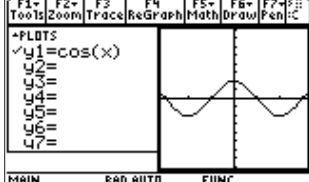
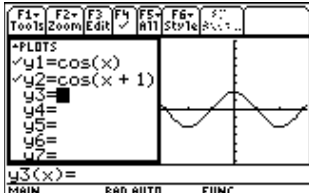
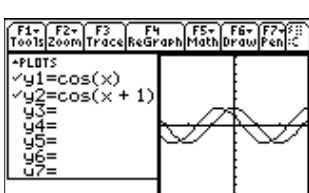
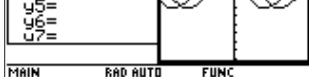
Sur la TI-89 / TI-92 Plus, il est possible de diviser l'écran en deux parties pour afficher deux applications distinctes.



Par exemple, il peut être utile d'afficher simultanément le contenu de l'éditeur Y= et de l'écran graphique de manière à visualiser la définition des fonctions représentées.

Un premier exemple

Partage de l'écran de façon à visualiser simultanément l'éditeur Y= et l'écran graphique. Puis étude de la représentation graphique d'une fonction trigonométrique lorsque l'on introduit un déphasage.

Étapes	Touches TI-89	Touches TI-92 Plus	Affichage
<p>1. Afficher la boîte de dialogue MODE. Faire les choix : Graph : FUNCTION. Split Screen : LEFT-RIGHT. Split 1 App : Y= Editor. Split 2 App : Graph.</p> <p><i>Sur la TI-92 Plus, la rubrique Split Screen Ratio permet de choisir la taille des deux parties de l'écran.</i></p>	<p>[HOME] [2nd] [F6] [2] [ENTER] [MODE] [1] [F2] [3] [2] [1] [2] [3] [ENTER]</p>	<p>[HOME] [F6] [2] [ENTER] [MODE] [1] [F2] [3] [2] [1] [2] [3] [ENTER]</p>	
<p>2. Afficher et effacer le contenu de l'éditeur Y=. Définir ensuite $y_1(x) = \cos(x)$.</p> <p><i>Une bordure épaisse autour de l'éditeur Y= indique que c'est l'application active. Dans cette situation, la ligne de saisie utilise toute la largeur de l'écran.</i></p>	<p>[F1] [8] [ENTER] [2nd] [COS] X [] [ENTER]</p>	<p>[F1] [8] [ENTER] [COS] X [] [ENTER]</p>	
<p>3. Choisir le zoom ZoomTrig, ce qui fait passer à l'écran graphique, et lance la construction.</p> <p><i>La bordure épaisse est maintenant autour de l'écran graphique. La ligne de saisie associée à l'éditeur Y= n'apparaît plus.</i></p>	<p>[F2] [7]</p>	<p>[F2] [7]</p>	
<p>4. Passer à l'éditeur Y=.</p> <p>Définir ensuite $y_2(x) = \cos(x+1)$.</p> <p><i>[2nd] [COS] est la seconde fonction de la touche [APPS].</i></p> <p><i>La bordure épaisse passe autour de l'éditeur Y=.</i></p>	<p>[2nd] [APPS] [2nd] [COS] X [+] [1] [] [ENTER]</p>	<p>[2nd] [APPS] [COS] X [+] [1] [] [ENTER]</p>	
<p>5. Passer à l'écran graphique, ce qui lance la représentation de la fonction modifiée.</p>	<p>[2nd] [APPS]</p>	<p>[2nd] [APPS]</p>	
<p>6. Ouvrir l'écran de calcul. Revenir en mode plein écran.</p>	<p>[2nd] [QUIT] [2nd] [QUIT]</p>	<p>[2nd] [QUIT] [2nd] [QUIT]</p>	

Choix et suppression du partage d'écran

Utiliser la boîte de dialogue MODE pour définir le type de partage d'écran souhaité. Ces réglages resteront en vigueur jusqu'à ce qu'une nouvelle modification soit effectuée.

Choix du mode partage d'écran

1. Appuyer sur **[MODE]** pour ouvrir la boîte de dialogue MODE.
2. Les rubriques correspondantes se trouvent dans la seconde page de cette boîte de dialogue, vous pouvez au choix :
 - Appuyer sur **⌵** pour faire défiler la liste des rubriques.
— ou —
 - Appuyer sur **[F2]** pour afficher directement cette seconde page.
3. Choisir le type de partage d'écran à utiliser :

Split Screen	Type de partage d'écran
FULL	Suppression du partage d'écran.
TOP-BOTTOM	Deux écrans séparés par une ligne horizontale.
LEFT-RIGHT	Deux écrans séparés par une ligne verticale.



Quand vous sélectionnez Split Screen = TOP-BOTTOM ou LEFT-RIGHT, les rubriques préalablement grisées, comme par exemple Split 2 App, deviennent accessibles.

Choix des applications initiales

Note. Si vous choisissez la même application pour les deux écrans, le partage d'écran est supprimé.

Avant d'appuyer sur **[ENTER]** pour fermer la boîte de dialogue MODE, vous pouvez utiliser les rubriques Split 1 App et Split 2 App pour définir les applications à utiliser dans chacun des écrans.

Rubrique	Choix de l'application à utiliser dans :
Split 1 App	L'écran supérieur, ou l'écran de gauche.
Split 2 App	L'écran inférieur, ou l'écran de droite.

Il sera ensuite possible de choisir l'utilisation d'autres applications dans chacun des deux écrans, comme cela est indiqué en page 19–5.

Choix et suppression du partage d'écran (suite)

Autres rubriques liées au partage d'écran

Rubrique	Description
Number of Graphs	Permet d'utiliser simultanément deux modes graphiques distincts. Voir page 19–7.
Graph 2	Cette rubrique n'est accessible que lorsque l'on choisit la valeur 2 dans la rubrique précédente. Elle permet de choisir le type de représentation graphique utilisée dans le deuxième écran (fonction, paramétrique, polaire, suite, 3D ou équation différentielle).
Split Screen Ratio	Cette rubrique concerne la TI-92 Plus. Elle n'est accessible que lorsque l'on choisit de partager l'écran. Elle permet de choisir entre un partage en deux écrans égaux (1:1), ou deux écrans dans un rapport 1:2 ou 2:1.

Suppression du partage d'écran

Utilisez l'une des deux méthodes suivantes.

- Méthode 1 Appuyez sur **[MODE]** pour afficher la boîte de dialogue MODE. Choisissez ensuite Split Screen = FULL.

Quand vous appuyez sur **[ENTER]** pour valider la boîte de dialogue, l'application préalablement utilisée dans l'écran 1 passe en plein écran.
- Méthode 2 Appuyez deux fois sur **[2nd][QUIT]**.

Cela provoque l'affichage de l'écran de calcul.

Quand vous éteignez la TI-89 / TI-92 Plus

L'extinction de la TI-89 / TI-92 Plus ne supprime pas le partage d'écran.

Si la calculatrice est éteinte : Quand vous appuierez sur **[ON]**

En appuyant sur **[2nd][OFF]** Le partage d'écran sera toujours présent, mais l'écran de calcul sera affiché à la place de l'application active lorsque vous avez appuyé sur **[2nd][OFF]**.

Par la fonction de sauvegarde des piles (APD™), ou en appuyant sur **[♦][OFF]** Vous retrouverez l'état préalable.

Choix de l'application active

Quand l'écran est divisé en deux parties, une seule des deux applications visibles est active. Il est facile de passer de l'une à l'autre.

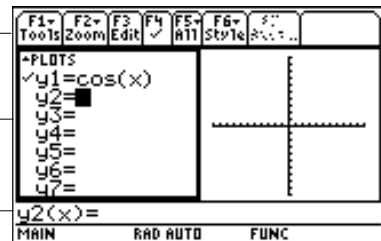
L'application active

- L'application active est indiquée par une bordure plus épaisse.
- La barre d'outils et la ligne d'état qui apparaissent toujours en plein écran sont associées à l'application active.
- Pour les applications utilisant une ligne de saisie (comme l'écran de calcul et l'éditeur $Y=$), la ligne d'édition apparaît dans toute la largeur de l'écran *seulement lorsque cette application est active*.

Barre d'outils de l'éditeur $Y=$

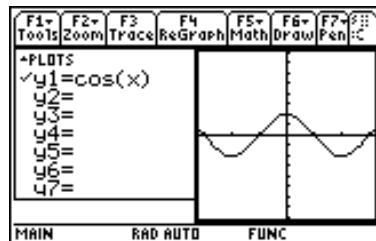
La bordure épaisse indique que l'éditeur $Y=$ est actif.

La ligne de saisie apparaît en pleine largeur quand l'éditeur $Y=$ est actif.



Passage d'une application à l'autre

Appuyer sur $\text{2nd} [\text{+/-}]$ (seconde fonction de la touche APPS) pour passer d'une application à l'autre.



Barre d'outils de l'écran graphique.

La bordure épaisse indique que l'écran graphique est actif.

L'écran graphique n'utilise pas de ligne de saisie.

Ouverture d'une application différente

Note. Voir aussi "Utilisation de $\text{2nd} [\text{QUIT}]$ pour afficher l'écran de calcul" sur la page suivante.

Vous pouvez remplacer l'une ou l'autre des applications par une nouvelle.

- Méthode 1
1. Passez à l'application que vous voulez remplacer (en utilisant $\text{2nd} [\text{+/-}]$ si nécessaire).
 2. Utilisez APPS ou \blacklozenge pour lancer la nouvelle application.

Si vous sélectionnez l'application affichée dans l'autre écran, celle-ci devient active.

- Méthode 2
1. Appuyez sur MODE puis sur F2 .
 2. Utilisez les rubriques Split 1 App et/ou Split 2 App.
- Si vous choisissez la même application dans ces deux rubriques, la TI-89 / TI-92 Plus affichera cette application en plein écran.

Choix de l'application active (suite)

Utilisation de $\boxed{2nd}$ [QUIT] pour afficher l'écran de calcul

Il est toujours possible d'appuyer sur $\boxed{2nd}$ [QUIT] pour obtenir l'écran de calcul. Cependant, en mode partage d'écran, le résultat obtenu varie suivant la situation antérieure.

Situation antérieure	Situation nouvelle
L'écran de calcul n'est pas déjà affiché.	L'écran de calcul prend la place de l'application active.
L'écran de calcul est affiché, mais n'est pas l'application active.	L'écran de calcul devient l'application active.
L'écran de calcul est déjà l'application active.	L'écran de calcul est affiché en plein écran.

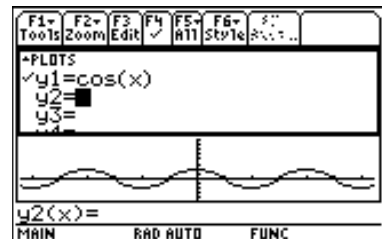
Note. Appuyer deux fois sur $\boxed{2nd}$ [QUIT] fait toujours sortir du mode partage d'écran.

Utilisation d'un partage haut/bas

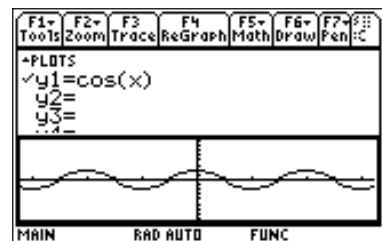
N'oubliez pas que la barre d'outils, la ligne de saisie et la ligne d'état sont toujours associées à l'application active.

Par exemple :

La ligne de saisie concerne l'écran Y=, et non l'écran graphique.



La barre d'outils concerne l'écran graphique et non l'écran Y=.



Représentation de graphiques de types distincts

En mode de partage d'écran, il est possible de représenter simultanément deux types de graphiques. On pourra par exemple construire une courbe polaire dans une partie de l'écran, et une courbe paramétrique dans l'autre.

Choix de deux catégories de courbes

La rubrique **Number of Graphs**, de la boîte de dialogue MODE permet d'indiquer que l'on souhaite travailler avec un ou deux types de graphiques.

Le premier type à utiliser (pour le premier écran : gauche ou supérieur) doit être indiqué dans la rubrique **Graph** de la boîte de dialogue MODE. Le second type à utiliser (pour le second écran : droite ou inférieur) doit être indiqué dans la rubrique **Graph 2** de la boîte de dialogue MODE. Voir exemple ci-dessous.

Un exemple

Nous allons construire la courbe paramétrée définie par le couple de fonctions

$$\begin{cases} x(t) = 8 \cos(t) \\ y(t) = 5 \sin(6t) \end{cases}$$

et étudier séparément les deux composantes.

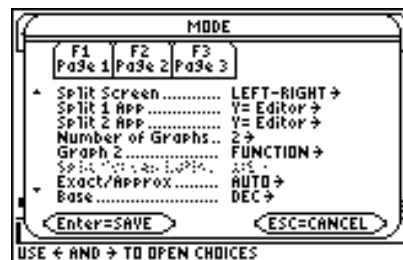
- On choisit un partage d'écran, avec deux modes graphiques :
 - Mode paramétrique dans le premier écran.
 - Mode fonction dans le second.

MODE
 ▾ 2



Note. Il est nécessaire d'avoir choisi 2 dans la rubrique Number of Graphs avant de pouvoir accéder à la rubrique Graph 2.

F2
 ▾ 3 ▾
 ▾ 1 ▾
 ▾ 1 ▾
 ▾ ENTER
 ▾
 ▾ 1
 ENTER



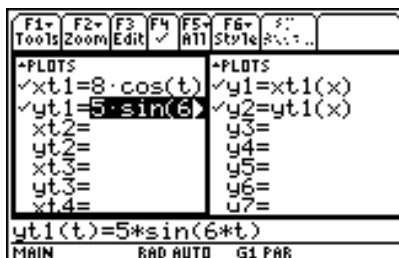
Suite de l'exemple sur la page suivante.

Représentation de graphiques de types distincts (suite)

- On définit les deux composantes.
 - Dans l'éditeur Y= associé au premier écran.
 - Dans l'éditeur Y= associé au deuxième écran.

Utilisez $\boxed{2nd}$ $\boxed{[+/-]}$ pour passer d'un écran à l'autre.

Note. Il est possible de faire référence dans l'éditeur Y= associé au mode FUNCTION aux fonctions xt1 et yt1 définies dans l'éditeur Y= associé au mode PARAMETRIC.

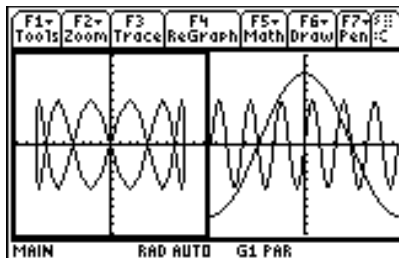


- On définit également les paramètres de cadrage.
 - Dans l'écran WINDOW associé au premier écran.
 - Dans l'écran WINDOW associé au deuxième écran.

Dans le deuxième écran, on utilise les valeurs de tmin et tmax comme valeurs pour xmin et xmax.



- On peut ensuite lancer la construction des deux représentations graphiques.



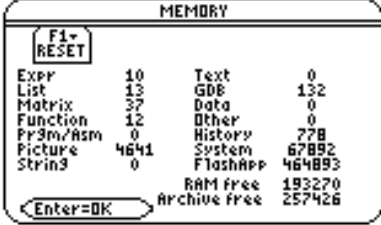
Organisation de la mémoire

20

Utilisation de dossiers.....	20-2
Mémoire RAM et mémoire Flash ROM.....	20-6
Utilisation de l'écran VAR-LINK.....	20-9
Manipulations sur les variables et les dossiers.....	20-13
Instructions et fonctions de gestion de la mémoire.....	20-18
Copie du contenu d'une variable.....	20-19
État de la mémoire, réinitialisation.....	20-20
Particularité d'utilisation de la mémoire Flash ROM.....	20-21

Ce chapitre présente les principaux points concernant l'organisation de la mémoire. Il commence par une initiation à l'utilisation des dossiers. Vous trouverez ensuite des informations sur les différents types de mémoire disponibles.

La section suivante étudie plus en détail l'écran VAR-LINK qui permet toutes les opérations de gestion des variables : affichage du contenu d'une variable, effacement de variables ou de dossiers, copie et déplacement de variables d'un dossier à l'autre, changement du nom d'une variable, création de nouveaux dossiers, protection des variables contre un effacement accidentel, archivage et désarchivage de variables.



MEMORY			
F1- RESET			
Expr	10	Text	0
List	13	GD8	132
Matrix	37	Data	0
Function	12	Other	0
Pr3m/Asm	0	History	778
Picture	4641	System	67892
String	0	FlashApp	464893
		RAM free	193270
		Archive free	257426
Enter=OK			

Vous trouverez également dans ce chapitre la liste des instructions de gestion de la mémoire utilisables dans l'écran de calcul ou dans un programme.

Utilisation de dossiers

La TI-89 / TI-92 Plus permet de définir des dossiers pour faciliter l'organisation des variables présentes en mémoire.

Qu'est-ce qu'un dossier ?

Note. En version anglaise, les boîtes de dialogue de la TI-89 / TI-92 Plus utilisent le mot **Folder**.

Les dossiers sont destinés à faciliter la recherche et l'utilisation des variables.

Vous pourrez par exemple regrouper tous vos programmes de jeux, dans le dossier nommé JEUX, tous les programmes de géométrie dans le dossier GEOM, ou encore les programmes et fichiers plus particulièrement destinés à la physique-chimie dans un dossier SCIENCES.

La mémoire d'une calculatrice sans dossier peut être comparée à un bureau sur lequel sont placés pêle-mêle les documents les plus divers.

L'organisation de la mémoire de la TI-89 / TI-92 Plus est plutôt analogue à celle d'une étagère sur laquelle se trouvent un ou plusieurs classeurs contenant chacun des documents de même nature.

Le dossier MAIN

Initialement, on ne dispose que d'un seul dossier, le dossier MAIN (principal). Vous remarquerez que le nom de ce dossier est inscrit en bas de l'écran.

Par défaut toutes les variables seront donc créées dans ce dossier.

Vous pouvez parfaitement travailler avec ce seul dossier tant que vous n'aurez pas besoin de mieux structurer les informations contenues dans votre TI-89 / TI-92 Plus.

Création d'un nouveau dossier

Note. Nous verrons une autre méthode de création d'un dossier page 20–16.

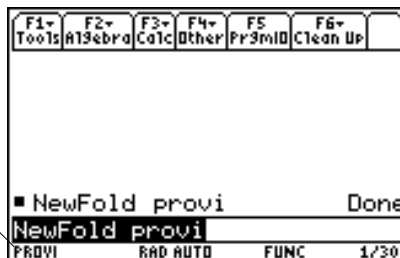
À partir de l'écran de calcul, il est possible de créer un nouveau dossier en utilisant la commande **NewFold**.

Cette commande se trouve dans le menu **Other**, accessible en appuyant sur $\boxed{F4}$. On l'obtient en tapant $\boxed{F4}$ B.

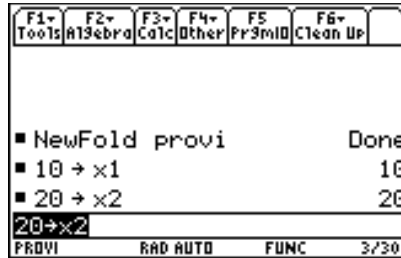
Elle crée un nouveau dossier, et sélectionne ce dernier comme nouveau dossier actif. Les opérations suivantes seront donc effectuées dans ce nouveau dossier.

Créons par exemple un dossier PROVI.

Le nom du nouveau dossier actif s'inscrit dans le bas de l'écran.



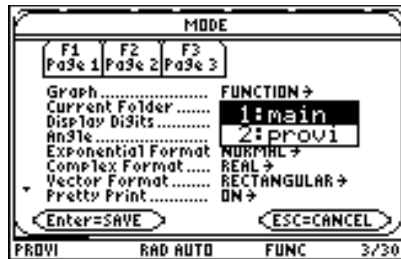
Nous allons à présent mémoriser les valeurs 10 et 20 dans deux variables nommées x1 et x2.



En appuyant sur $\boxed{X} \boxed{1} \boxed{\text{ENTER}}$ il est possible de vérifier le contenu de x1.

Choix du dossier actif

Nous allons maintenant revenir dans le dossier MAIN. Pour cela, ouvrez la boîte de dialogue MODE et sélectionnez 1:MAIN dans la rubrique current Folder... : $\boxed{\text{MODE}} \leftarrow \rightarrow \boxed{1} \boxed{\text{ENTER}}$.



Demandons ensuite la valeur de x1.

Dossier actif :
MAIN.



Au retour dans MAIN, la variable x1 n'est plus affectée.

Il est encore possible d'accéder à la valeur de la variable x1 du dossier PROVI.

Chemin d'accès

Comme le montre l'écran précédent, on peut accéder à la variable définie dans un autre dossier à condition d'indiquer un chemin d'accès de la forme *NomDeDossier\NomDeVariable*.

Utilisation de dossiers (suite)

Utilisation d'un même nom dans deux dossiers

Créons à présent une variable x1 dans le dossier MAIN.

Nous allons par exemple placer la valeur 100 dans cette variable.

Puisque ce dernier dossier est actuellement le dossier en cours, il suffit de taper `1 0 0 STO▶ X 1`.

Nous avons à présent deux variables x1, l'une se trouve dans le dossier MAIN, l'autre dans le dossier PROVI.

En revenant dans le dossier PROVI : `MODE ◀ ▶ 2 ENTER`, il est possible de vérifier que ces deux variables sont bien distinctes.

Mémorisation effectuée dans MAIN.

F1- Tools	F2- A13ebra	F3- Calc	F4- Other	F5- Pr3mID	F6- Clean Up	
■ x1						x1
■ provi\x1						10
■ 100 → x1						100
■ x1						10
■ main\x1						100
■ provi\x1						10
provi\x1						
PROVI RAD AUTO FUNC 9/30						

Utilisation de x1 après retour dans le dossier PROVI

Création automatique d'un nouveau dossier

Il est possible de créer un dossier en même temps qu'une variable en utilisant une affectation du type :

Valeur → NomDeDossier\NomDeVariable.

Exemple. L'instruction `12 → travail\vx ENTER`

place la valeur 12 dans la variable vx du dossier travail.

Si ce dossier n'existe pas encore, vous obtiendrez l'affichage de la boîte de dialogue suivante :



Appuyez sur `ENTER` pour valider la création du dossier.

Si vous ne souhaitez pas créer ce dossier (erreur lors de la saisie du nom du dossier, par exemple), appuyez sur la touche `ESC`.

Vous obtiendrez l'affichage d'un message d'erreur : Error Folder, et l'opération ne sera pas effectuée.

Quelques points clé

Pour terminer cette introduction, voici les points à bien connaître pour optimiser l'utilisation de la TI-89 / TI-92 Plus :

- Il est possible de diviser la mémoire en plusieurs dossiers.
- Le nom du dossier actif est affiché en bas de l'écran.
- Par défaut, ce dossier est le dossier MAIN.
- Les opérations de mémorisation utilisant la touche **STO▶** se font dans le dossier actif.
- Les autres applications : éditeur de texte, éditeur de données ou éditeur de programme offrent le choix du dossier à utiliser. Ce choix se fait dans la boîte de dialogue obtenue au lancement de ces applications, dans la rubrique Folder. Par défaut ce dossier est le dossier actif.
- On peut créer un nouveau dossier à l'aide de la commande **NewFold**.
- On change de dossier actif par l'intermédiaire de la boîte de dialogue MODE.
- Les variables créées dans un dossier ne sont pas accessibles dans un autre, à moins d'indiquer leur chemin d'accès complet.
- Il est possible de supprimer, de copier ou de déplacer les variables d'un dossier à l'autre par l'intermédiaire de l'écran VAR-LINK qui sera étudié dans la suite de ce chapitre.

Note. *Il n'est pas possible de créer des sous-dossiers.*

Mémoire RAM et mémoire Flash ROM

La TI-89 / TI-92 Plus dispose de différents types de mémoire. Leur utilisation est présentée dans cette section.

Les différents types de mémoire disponibles

Note importante. Le contenu de la mémoire Flash ROM est effacé, comme celui de la mémoire RAM, lorsque vous demandez une réinitialisation totale de la calculatrice.

Sur la TI-89 / TI-92 Plus, vous disposez de trois zones de mémoire :

- La mémoire RAM, utilisée pour effectuer tous les calculs, afficher les graphiques, exécuter des programmes, utiliser les différents éditeurs pour modifier des données, etc. Au total cette mémoire peut contenir 256k de données, mais une partie assez importante est prise par le “système”, par exemple pour mémoriser l’historique des calculs, le contenu des différents écrans graphiques, etc. Il reste environ 188 ko de mémoire RAM disponible sur une TI-89 / TI-92 Plus qui n’a pas été encore utilisée.
- La mémoire Flash ROM, utilisée pour stocker des données, des programmes, des fonctions, des fichiers textes... qui n’ont pas besoin d’être modifiés. C’est également dans cette zone de mémoire que sont stockées les Applications Flash.

En ce qui concerne l’utilisation pour les données de l’utilisateur, on peut un peu comparer son utilisation à celle qui est faite d’un disque dur sur un ordinateur.

On y stocke des données que l’on transfère dans la mémoire RAM lorsque l’on désire les manipuler.

Cela permet de libérer un maximum d’espace en mémoire RAM, ce qui peut avoir une incidence sur la rapidité d’exécution de certains calculs très complexes.

Lorsque vous faites appel à un programme, une fonction, un fichier texte, ou tout autre type de donnée présente dans la mémoire Flash ROM, il est en fait copié temporairement dans la mémoire RAM, le temps de son utilisation, puis effacé afin de libérer un maximum d’espace libre en mémoire RAM.

Tout cela est automatiquement réalisé, sans intervention de votre part.

On peut visualiser la place disponible en mémoire RAM et en mémoire Flash ROM en appuyant sur **[2nd] [MEM]**.

Voici ce que l’on obtient après ré-initialisation de la mémoire RAM et effacement des variables archivées en mémoire Flash ROM.

Note. Les chiffres indiqués seront sans doute différents sur votre calculatrice. Rappelons également que 1ko=1024 octets.

MEMORY			
F1 RESET			
Expr	0	GDB	0
List	0	Data	0
Matrix	0	Other	0
Function	0	History	0
Pr3m/Asm	0	System	65286
Picture	0	FlashAPP	34171
String	0	Archive	0
		RAM free	196858
		Flash ROM free	686704
Enter=OK			

Mémoire occupée par le système.

Mémoire occupée par les applications

Mémoire RAM disponible

Mémoire Flash ROM disponible

Note. Le contenu de cette zone de mémoire n'est pas effacé lorsque vous demandez une ré-initialisation de la calculatrice.

- Une troisième zone de mémoire est utilisée par votre calculatrice pour mémoriser le logiciel de base, c'est à dire l'ensemble des fonctions et instructions, ainsi que toute la gestion de l'interface. Cette mémoire n'est pas directement accessible, sauf lorsque vous faite une opération de mise à jour de ce logiciel de base, comme cela est décrit à la fin du chapitre 21.

Échange entre mémoire RAM et mémoire Flash ROM

Note. Les données stockées en mémoire Flash ROM étant a priori destinées à être conservées sous leur forme actuelle, il n'est pas possible de les modifier sans les désarchiver au préalable.

Nous avons déjà vu que certains échanges sont effectués automatiquement entre ces deux types de mémoire, sans que vous ayez besoin d'intervenir.

C'est le cas par exemple lorsque le nom d'une variable, d'une matrice, ou encore d'une fonction stockée dans la mémoire Flash ROM intervient dans un calcul.

Vous pouvez aussi demander explicitement un transfert entre la mémoire RAM et la mémoire Flash ROM.

Par exemple, après avoir testé et corrigé un programme, vous pourrez le mémoriser dans la mémoire Flash ROM.

Cela libérera de la place en mémoire RAM, et permettra aussi de protéger ce programme.

Ci-dessous, dans l'écran de gauche, des variables contenant des images occupent une place importante de la mémoire RAM.

Après archivage, la mémoire RAM disponible a nettement augmenté.

MEMORY			
F1	RESET		
	Text		489
ExpY	519	GD6	132
List	781	Data	141
Matrix	317	Other	0
Function	559	History	3286
Pr3m/Asm	764	System	65935
Picture	9282	FlashAPP	182056
String	181	Archive	0
		RAM free	179740
		Flash ROM free	538818
Enter=OK			

MEMORY			
F1	RESET		
	Text		489
ExpY	519	GD6	132
List	781	Data	141
Matrix	317	Other	0
Function	559	History	3286
Pr3m/Asm	764	System	65935
Picture	9282	FlashAPP	182056
String	181	Archive	9282
		RAM free	189040
		Flash ROM free	529398
Enter=OK			

À l'inverse, avant de modifier un programme ou un fichier texte, vous devrez le replacer dans la mémoire RAM.

Les procédures à utiliser pour archiver ou désarchiver une variable sont décrites dans la suite de ce chapitre. Il est possible de réaliser ce type d'opération à partir de l'écran VAR-LINK, voir page 20-17, ou à partir d'un programme ou de l'écran HOME en utilisant les instructions **Archive** et **UnArchiv**, voir page 20-18 et dans l'annexe A.

Variable verrouillée, variable archivée

Il est également possible de protéger une variable contre un effacement accidentel en la verrouillant (*lock*), tout en laissant la variable en mémoire RAM. Voir page 20-16.

Il ne faut pas confondre cette opération avec l'archivage.

Mémoire RAM et mémoire Flash ROM (suite)

Erreur de mémoire lors de l'accès à une variable archivée

Comme nous l'avons vu, une donnée archivée doit être transférée (temporairement, et sans intervention de votre part) lorsque l'on souhaite l'utiliser dans un calcul, ou la visualiser.

Le message Memory Error s'affiche s'il n'y a pas assez de mémoire RAM pour effectuer cette opération.

Cela peut se produire lors des opérations suivantes.

- Ouverture d'une variable de texte dans l'éditeur de textes.
- Ouverture d'une variable de données, liste ou matrice dans l'éditeur de données et de matrices.
- Ouverture d'un programme ou d'une fonction dans l'éditeur de programmes.
- Exécution d'un programme ou utilisation d'une fonction dans un calcul.

Correction de cette erreur

Il est nécessaire de libérer suffisamment d'espace en mémoire RAM.

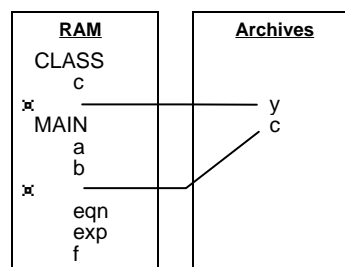
1. Utilisez l'écran VAR-LINK ([2nd] [VAR-LINK]) pour déterminer la taille de la variable archivée à laquelle vous voulez accéder.
2. Utilisez l'écran MEMORY ([2nd] [MEM]) pour vérifier la taille de mémoire RAM disponible.
3. Libérez la quantité de mémoire requise comme suit :
 - Suppression des variables inutiles à partir de la RAM.
 - Archivage de variables de grande taille ou de programmes (en les déplaçant de la RAM vers les archives de données utilisateur).

Note. En règle générale, l'espace libre dans la mémoire RAM doit être supérieur à la variable archivée.

Ces procédures sont décrites plus en détail dans la suite de ce chapitre.

Dossiers et archivage

Une variable archivée se trouve toujours dans son dossier d'origine ; elle est tout simplement mémorisée dans la mémoire Flash ROM et non dans la mémoire RAM.



Utilisation de l'écran VAR-LINK

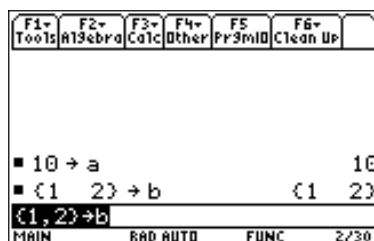
Cet écran permet d'obtenir la liste de tous les dossiers et de toutes les variables contenues dans la mémoire. À partir de cet écran on peut effectuer toutes les opérations de gestion de la mémoire : création de dossiers, changement de nom, copie, déplacement ou changement de nom d'une variable, archivage ou désarchivage d'une variable. Il est également possible d'afficher le contenu d'une variable de type expression, liste ou matrice. On peut aussi visualiser la définition d'une fonction ou d'un programme ou encore obtenir l'affichage d'une image préalablement mémorisée.

Création de différentes variables

Pour illustrer les possibilités de l'écran VAR-LINK, nous allons créer quelques variables de différents types.

Si vous souhaitez obtenir sur votre calculatrice les mêmes écrans que dans le manuel, *et si vous ne souhaitez pas conserver les variables actuellement présentes dans votre calculatrice*, commencez par taper $\text{2nd} \text{ [MEM] } \text{[F1] } \text{[1] } \text{[1] } \text{[ENTER]}$ (RESET Memory).

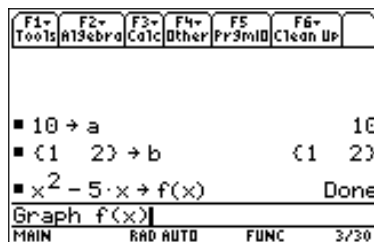
1. **TI-89** : [HOME]
TI-92 Plus : $\text{[] } \text{[HOME]}$.
2. Effacement du contenu de l'écran : $\text{[F1] } \text{[8]}$.
3. Création de deux variables a et b.



Note. Pour que cet exemple fonctionne correctement, la TI-89 / TI-92 Plus doit être en mode Graph FUNCTION.

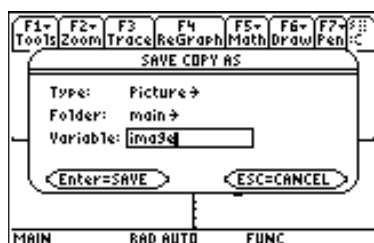
4. Définition d'une fonction et construction de la courbe.

Appuyez sur $\text{[F4] } \text{[2]}$ pour obtenir la commande graph.



5. Mémorisation de l'image obtenue.

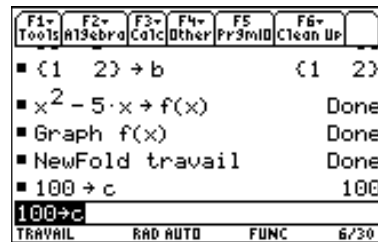
Après la construction de la courbe, appuyez sur $\text{[F1] } \text{[2]}$ et complétez la boîte de dialogue comme dans l'écran ci-contre.



Utilisation de l'écran VAR-LINK (suite)

6. Retour à l'écran de calcul, création d'un nouveau dossier et d'une variable dans ce dossier.

La commande **NewFold** se trouve dans le menu **F4 Other**.



7. Sauvegarde de la session

Appuyez sur **F1 2** et complétez la boîte de dialogue comme dans l'écran ci-contre.



Ouverture de l'écran VAR-LINK

Pour faire afficher l'écran VAR-LINK, appuyer sur **[2nd] [VAR-LINK]**. Par défaut, l'écran VAR-LINK présente toutes les variables définies par l'utilisateur, dans tous les dossiers, et de tous les types.

Note. L'utilisation de la touche **F3 Link** est décrite en détail dans le chapitre 21.

Choix des variables à afficher

Sélection des variables.

Sélection globale.

Visualisation du contenu des variables.

Gestion des variables :

- effacement
- copie
- changement de nom
- déplacement
- création de dossier
- protection
- archivage

Affichage des fonctions et instructions des Applications Flash.



Tailles en octets

Types de données

Noms des variables (listées par ordre alphabétique dans chaque dossier).

Zone d'affichage des informations complémentaires :

- ✓ : variable sélectionnée
- : variable verrouillée
- x : variable archivée.

Les noms de dossiers sont affichés par ordre alphabétique, en lettres majuscules. Il sont suivis du symbole ▼ dont nous verrons la signification dans la suite de ce chapitre.

L'écran obtenu dépend du contenu actuel de votre calculatrice.

Note. Le mode alphabétique est automatiquement sélectionné quand on entre dans cet écran. Vous pouvez le vérifier dans la ligne de statut située en bas de l'écran.

Note. Utiliser [2nd] ⊖ et [2nd] ⊕ pour se déplacer d'une page à la fois.

Note. Taper plusieurs fois la même lettre pour parcourir la liste des variables commençant par ce nom.

Pour vous déplacer dans la liste des variables, vous pouvez :

- Appuyer sur ⊖ ou sur ⊕.
— ou —
- Taper une lettre.
Si une des variables commence par cette lettre, le curseur se déplace vers le premier nom de variable commençant par cette lettre.
Sur une TI-89, comme avec le catalogue, il est inutile d'appuyer sur [alpha].

Type des variables

Note. Les utilisateurs de l'Application Flash Cabri Géomètre II, préchargée sur la TI-92 Plus et disponible en option (payante) sur la TI-89 pourront utiliser deux autres types de variables FIG et MAC destinés à mémoriser les constructions et les macros créées avec cette application.

Type	Description
ASM	Programme en assembleur
DATA	Tableau de données
EXPR	Expression (numérique ou symbolique)
FUNC	Fonction
GDB	Base de données graphiques
LIST	Liste
MAT	Matrice
OTHER	Type de données pour des applications ultérieures voir getType dans l'annexe A
PIC	Image
PRGM	Programme
STR	Chaîne de caractères
TEXT	Fichier traitement de texte

Sélection des variables affichées

Si vous avez de nombreux dossiers et/ou variables, il peut être difficile de retrouver une variable. Le menu **View** accessible par la touche [F2] permet de sélectionner les variables affichées.

1. Appuyez sur la touche [F2].

Il est possible de choisir une sélection suivant les dossiers ou les types de variables.



2. Placez en surbrillance la rubrique à modifier, et appuyez sur ⊕. On obtient l'affichage de la liste des choix possibles.

Note. On peut utiliser le choix F7 FlashApps pour afficher les Applications Flash.

View — Le premier choix permet de choisir entre l'affichage des variables définies par l'utilisateur, les Applications Flash et celles utilisées par le système.



Utilisation de l'écran VAR-LINK (suite)

Note. Ces deux choix ne sont pas accessibles lorsque l'on demande l'affichage des variables utilisées par le système ou par les Applications Flash.

Folder — Le premier choix permet de sélectionner tous les dossiers, les choix suivants permettent de sélectionner un dossier spécifique.

Var Type — Liste des types de variables valides.



↓ indique que vous pouvez descendre dans la liste pour obtenir d'autres types.

- Après sélection des options désirées, appuyez sur **[ENTER]**. L'écran VAR-LINK est mis à jour pour n'afficher que les variables correspondant au dossier et/ou au type de variable sélectionné.

Réduction ou développement de l'affichage des dossiers

Vous pouvez afficher le nom du dossier ou le nom du dossier et de son contenu.

- Pour réduire l'affichage d'un dossier, placez-vous sur le nom de ce dossier et appuyez sur **⏏**. Seul le nom sera affiché.

Ce message vous rappelle que vous pouvez développer le dossier sélectionné.



- Pour développer l'affichage du contenu d'un dossier, placez-vous sur le nom de ce dossier et appuyez sur **⏏**.

Ce message vous rappelle que vous pouvez réduire le dossier sélectionné.



Vous pouvez aussi sélectionner les choix 5:Expand All (tout développer), ou 6:Collapse All (tout réduire) dans le menu **F5 All**.

Utilisation d'un nom de variable, fermeture de l'écran VAR-LINK

Pour fermer l'écran VAR-LINK et revenir à l'application en cours utilisez **[ENTER]** ou **[ESC]** comme indiqué ci-dessous.

Touche	Pour
[ENTER]	Coller le nom du dossier ou de la variable placée en surbrillance à partir de la position du curseur dans l'application en cours (ligne d'édition de l'écran de calcul ou de l'éditeur de données, écran de l'éditeur de programmes ou de l'éditeur de textes).
[ESC]	Revenir à l'application sans coller de nom de variable.

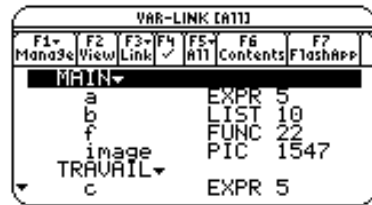
Manipulations sur les variables et les dossiers

À partir de l'écran VAR-LINK, vous pouvez visualiser le contenu d'une variable. Vous pouvez aussi sélectionner un ou plusieurs objets et les manipuler à l'aide des opérations décrites dans cette section.

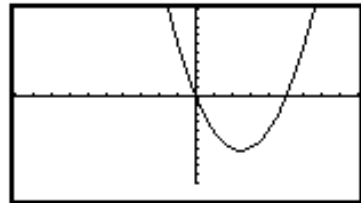
Visualisation du contenu d'une variable

Vous pouvez visualiser toutes les variables, sauf celles du type DATA et GDB.

1. Placez la variable image en surbrillance



2. Appuyez sur
TI-89 : $\boxed{2nd} \boxed{F6}$
TI-92 Plus : $\boxed{F6}$

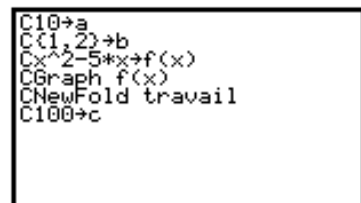


3. Appuyez sur n'importe quelle touche pour revenir à l'écran VAR-LINK.
4. Placez la variable session en surbrillance



Note. Il n'est pas possible de modifier le contenu de cet écran. Il faut utiliser l'éditeur de texte.

5. Appuyez sur
TI-89 : $\boxed{2nd} \boxed{F6}$
TI-92 Plus : $\boxed{F6}$.



Procédez de même pour visualiser le contenu des autres variables. Quand on visualise le contenu d'un dossier, on obtient le nombre de variables qu'il contient.

Manipulations sur les variables et les dossiers (suite)

Sélection

Pour les autres opérations, vous pouvez sélectionner un ou plusieurs éléments de la liste.

Note. Si vous utilisez [F4] pour sélectionner une ou plusieurs variables, puis placez en surbrillance une autre variable, n'oubliez pas que les opérations suivantes n'utiliseront que les variables sélectionnées.

Note. L'option 3:Select Current permet de sélectionner les données venant d'être reçues lors d'un échange de données avec une autre calculatrice, voir chapitre 21.

Pour sélectionner	Procéder ainsi
Une variable isolée ou un dossier.	Placez cet élément en surbrillance.
Un groupe de variables ou de dossiers.	Placez en surbrillance chaque élément et appuyez sur [F4]. Un symbole ✓ est affiché à gauche des éléments sélectionnés. La sélection d'un dossier développé entraîne la sélection de son contenu. [F4] est une bascule, on peut l'utiliser pour sélectionner ou dé-sélectionner un élément de la liste.
Tous les dossiers, et les variables appartenant aux dossiers développés.	Appuyez sur [F5] All et choisissez 1:Select All.



Suppression de variables ou de dossiers

Pour supprimer un dossier vous devez supprimer toutes les variables qu'il contient.

Il n'est cependant pas possible de supprimer le dossier MAIN.

Suggestion. Pour effacer toutes les variables dont le nom ne comporte qu'une seule lettre, utilisez le menu **F6 Clean Up** (1:Clear a-z ou 2:NewProb) accessible dans l'écran de calcul.

Note. Quand vous utilisez la touche [F4] pour sélectionner un dossier développé, les variables qu'il contient sont automatiquement sélectionnées, ce qui permet d'effacer le dossier et ses variables en une seule opération.

Note. Il est également possible d'effacer une variable particulière à partir d'un programme ou de l'écran de calcul. Voir la description de l'instruction **DelVar** dans l'annexe A.

1. Sélectionnez les variables à effacer.

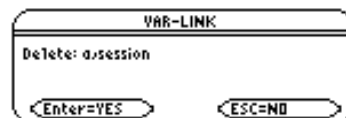


2. Appuyez sur [F1] Manage et sélectionnez 1:Delete.

On peut aussi utiliser la touche [M].



3. Appuyez sur [ENTER] pour confirmer l'effacement ou [ESC] pour l'annuler.



Copie ou déplacement de variables d'un dossier vers un autre

Note. Il est possible de faire une copie dans le même dossier en utilisant la fonction `copyvar`.

Ces opérations nécessitent l'existence d'au moins deux dossiers.

1. Sélectionnez les variables à copier ou à déplacer.



2. Appuyez sur **[F1]** Manage et sélectionnez 2:Copy ou 4:Move.



3. Choisissez ensuite le dossier de destination.

4. Appuyez sur **[ENTER]** pour confirmer la copie.



Changement de nom

1. Sélectionnez la variable ou le dossier à renommer.



2. Appuyez sur **[F1]** Manage et sélectionnez 3:Rename.



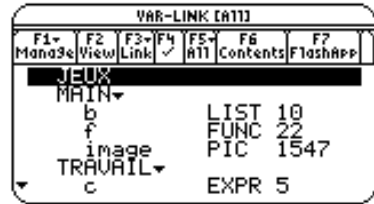
3. Appuyez sur **[ENTER]** pour confirmer le changement de nom.



Manipulations sur les variables et les dossiers (suite)

Création d'un nouveau dossier

1. Appuyez sur **[F1] Manage** et sélectionnez 5:Create Folder.
2. Entrez le nom du dossier et validez en appuyant sur **[ENTER]**.
3. Le nom du nouveau dossier apparaît dans la liste.



Verrouillage d'une variable ou d'un dossier

Quand une variable est verrouillée, il devient impossible de la copier, de l'effacer, de la renommer ou de la déplacer. On peut cependant l'utiliser, et en visualiser le contenu.

Quand un dossier est verrouillé, on peut manipuler les variables qu'il contient (sauf si elles sont verrouillées), mais on ne peut pas supprimer le dossier.

Note. Il est également possible de verrouiller ou déverrouiller une variable à partir d'un programme. Voir la description des instructions **Lock** et **UnLock** dans l'annexe A.

1. Sélectionnez les noms de variables à verrouiller.



2. Appuyez sur **[F1] Manage** et sélectionnez 6:Lock Variable.

Le symbole **🔒** s'affiche à côté des noms de variables.



3. Il est à présent impossible d'effacer ces variables.



Sélectionnez de nouveau les variables, puis appuyez sur **[F1] Manage** et choisissez 7:UnLock Variable pour supprimer ce verrouillage.

Archivage d'une variable

Note. Il est également possible d'archiver ou de désarchiver une variable à partir d'un programme. Voir la description des instructions **Archive** et **UnArchiv** dans l'annexe A.

Note. Si un message de récupération de place (Garbage collection) s'affiche, reportez-vous à la page 20–21.

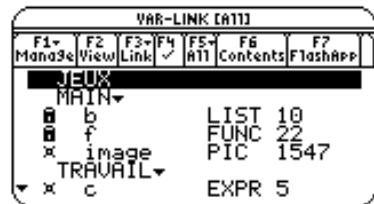
Note. Une variable archivée est verrouillée automatiquement. Vous pouvez accéder à la variable mais vous ne pouvez ni la modifier ni la supprimer.

Vérification de la mémoire disponible

Note. S'il n'y a pas suffisamment d'espace, désarchivez ou supprimez des variables selon les besoins.

Pour archiver ou désarchiver :

1. Sélectionnez les noms de variables à archiver ou à désarchiver.
2. Appuyez sur **[F1]** Manage et sélectionnez 8:Archive Variable.
(Choisissez 9:Unarchive Variable pour désarchiver.)
3. Le symbole **x** s'affiche à côté des noms de variables.



Avant d'archiver ou de désarchiver des variables, notamment celles de grande taille (comme par exemple des programmes volumineux), il est préférable de s'assurer que la mémoire disponible permet de mener à bien cette opération.

Pour cela :

1. Utilisez l'écran VAR-LINK pour déterminer la taille de la variable.
2. Utilisez l'écran MEMORY (voir page 20–20) pour voir s'il y a suffisamment d'espace libre.

Pour un :	Les tailles doivent être telles que :
archivage	taille Flash ROM free > taille variable
désarchivage	taille RAM free > taille variable

Nous vous conseillons de lire la section "Particularité d'utilisation de la mémoire Flash ROM", à partir de la page 20–21, pour mieux comprendre l'organisation de la mémoire Flash ROM.

Instructions et fonctions de gestion de la mémoire

Nous avons étudié dans la section précédente les manipulations possibles à partir de l'écran VAR-LINK. Vous trouverez ici les fonctions pouvant être utilisées à partir de l'écran de calcul ou dans un programme pour effectuer ces opérations de gestion de la mémoire. Reportez-vous à l'annexe A pour plus de détails sur chacune de ces fonctions ou instructions.

Opérations sur les variables

Opération	Syntaxe
Changement du nom d'une variable.	Rename <i>AncienNom, NouveauNom</i>
Copie du contenu d'une variable.	CopyVar <i>var1, var2</i>
Effacement d'une variable.	DelVar <i>var1 [, var2] [, var3],...</i>
Protection contre l'effacement.	Lock <i>var1 [, var2] [, var3],...</i>
Suppression de la protection.	UnLock <i>var1 [, var2] [, var3],...</i>
Archivage.	Archive <i>var1 [, var2] [, var3],...</i>
Désarchivage.	Unarchiv <i>var1 [, var2] [, var3],...</i>

Opérations sur les dossiers

Opération	Syntaxe
Création d'un dossier.	NewFold <i>NomDossier</i>
Changement du nom d'un dossier.	Rename <i>AncienNom, NouveauNom</i>
Effacement d'un dossier.	DelFold <i>NomDossier</i>
Nom du dossier actif.	getFold() Retourne le nom du dossier actif sous la forme d'une chaîne de caractères.
Changement de dossier actif.	setFold(NomDossier) Permet de choisir le nouveau dossier actif et retourne le nom du précédent sous la forme d'une chaîne de caractères.
Déplacement d'une variable d'un dossier à un autre.	MoveVar <i>var, AncienDossier, NouvDossier</i> Crée le nouveau dossier si celui-ci n'existe pas.

Copie du contenu d'une variable

On peut copier le contenu d'une variable en utilisant l'instruction **CopyVar** ou sa valeur en utilisant la touche **STO▶**. Cette section présente les différences entre ces deux méthodes.

Utilisation de **CopyVar**

CopyVar *NomVar1*, *NomVar2*

recopie le contenu de la variable *NomVar1* dans une autre variable *NomVar2*. Il s'agit d'une duplication utilisable avec tous les types de variables.

Utilisation de **STO▶**

expr → *var*

provoque le calcul de la valeur de *expr*, et place le résultat dans *var*.

En particulier,

NomVar1 → *NomVar2*

provoque le calcul de la valeur de la variable *NomVar1*, et le résultat est placé dans la variable *NomVar2*.

Note. Voir aussi page 5-22, pour bien comprendre la différence entre le contenu d'une variable et la valeur de cette variable.

Cette instruction n'est utilisable que pour des variables contenant des expressions numériques ou symboliques, des chaînes de caractères, des listes ou des matrices. Elle ne peut pas être utilisée avec les autres variables de type DATA, PIC, FUNC, PRGM etc.

Différence entre l'utilisation de ces deux instructions

Si le contenu d'une variable n'utilise pas une expression symbolique, il est équivalent d'utiliser **CopyVar** ou →.

Par contre, si le contenu d'une variable fait référence à d'autres variables, le résultat risque d'être différent.

■ NewProb	Done
■ x → y	x
■ 5 → x	5
■ CopyVar y, v1 : y → v2	5
■ {v1 v2}	{5 5}
■ 10 → x	10
■ {v1 v2}	{10 5}

Explication :

- Initialement, le contenu de la variable y est x.
- À la suite de l'instruction **CopyVar** y, v1 le contenu de v1 est également x.
- Par contre, lorsque l'on effectue y → v2, la TI-89 / TI-92 Plus remplace y par son contenu, c'est à dire x, puis remplace x par son contenu, c'est à dire 5, et place cette valeur dans v2.
- La modification ultérieure du contenu de x est donc sans effet sur v2.

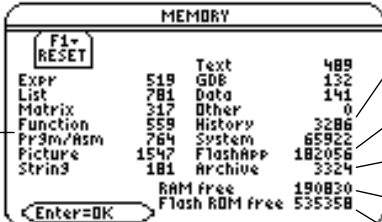
État de la mémoire, réinitialisation

L'écran MEMORY permet de connaître l'état d'encombrement de la mémoire et d'effectuer des opérations de réinitialisation.

État de la mémoire

Note. Pour connaître la taille individuellement utilisée par chaque variable, affichez l'écran VAR-LINK.

Appuyez sur **[2nd] [MEM]**.



The screenshot shows the MEMORY screen with the following data:

Category	Value
Text	489
GDB	132
Data	141
Other	0
History	3286
System	65922
FlashApp	182056
Archive	3324
RAM free	190830
Flash ROM free	535358

Annotations:

- Place utilisée pour la sauvegarde de l'historique dans l'écran HOME.
- Place utilisée par les Applications Flash.
- Place utilisée pour l'archivage des données.
- Mémoire RAM libre.
- Place disponible en mémoire Flash (pour les applications et l'archivage des données).

Comprend les programmes et fonctions écrits avec le langage de programmation de la TI-89 / TI-92 Plus ainsi que les programmes en assembleur éventuellement chargés.

Réinitialisation

À partir de cet écran,

1. Appuyez sur **[F1]**.
2. Choisissez l'option désirée.



Note. Le choix 1:All réinitialise le contraste. Utilisez si besoin les touches **[◀] [+]** et **[▶] [-]** pour effectuer un nouveau réglage.

Important. Pour effacer individuellement certaines variables, utilisez l'écran VAR-LINK comme cela est expliqué page 20–14.

Item	Description
RAM	1:All RAM: Ce choix efface toutes les données et programmes contenus en RAM. 2:Default: Avec ce choix, toutes les variables systèmes et tous les modes reprennent leur valeur par défaut. Cela ne modifie aucune des données créées par l'utilisateur.
Flash ROM	1:Variables: Ce choix efface toutes les données et programmes contenus en mémoire Flash Rom. 2:Flash Apps: Ce choix efface toutes les Applications Flash contenues en mémoire Flash Rom. 3:Both: Ce choix efface toutes les données, tous les programmes et Applications Flash de la mémoire Flash Rom.
All Memory	Effacement complet de toutes les données, programmes, Applications Flash, contenus en mémoire RAM ou en mémoire Flash Rom.

Note. Appuyez sur **[ESC]**, et non sur **[ENTER]**, pour annuler cette opération.

3. Appuyez ensuite sur **[ENTER]** à la suite de l'affichage de l'avertissement.

La TI-89 / TI-92 Plus affiche un message à la fin de la réinitialisation.

4. Appuyez sur **[ENTER]** pour acquiescer ce message.

Particularité d'utilisation de la mémoire Flash ROM

La gestion de la mémoire Flash ROM est différente de celle de la mémoire RAM. Connaître son principe général vous aidera à mieux comprendre certains messages de la TI-89 / TI-92 Plus

Organisation de la mémoire Flash Rom

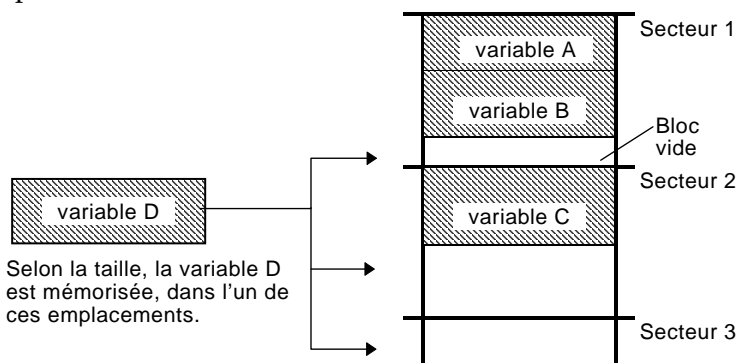
La mémoire Flash Rom est divisée en secteurs de 64 ko.

Le système de la TI-89 / TI-92 Plus doit respecter les règles suivantes lors de la mémorisation :

1. Le contenu d'une variable n'est pas morcelé, il est stocké en un seul bloc continu.
2. Une variable ne peut pas utiliser un espace supérieur à celui d'un secteur.
3. Les secteurs sont cloisonnés. Il n'est pas possible qu'une variable soit stockée à cheval sur plusieurs secteurs.
4. Un secteur peut servir à mémoriser soit des Applications Flash soit des variables archivées (l'un ou l'autre exclusivement.)

Lorsque vous commencez à utiliser la mémoire Flash Rom pour archiver des variables, les variables sont mémorisées les unes après les autres dans le premier secteur libre.

Lorsqu'il n'y a plus assez d'espace dans le secteur en cours d'utilisation pour stocker une variable, la mémorisation a lieu au début du secteur libre suivant, ce qui peut laisser une zone temporairement inutilisée.



Ce processus continue jusqu'à la fin du dernier secteur.

Que se passe-t-il quant on désarchive une variable ?

Lorsque vous désarchivez une variable, elle est copiée dans la RAM sans être effectivement supprimée de la mémoire Flash ROM.

Les variables désarchivées sont seulement "*marquées pour la suppression*", mais à ce stade elle continuent à utiliser de la place dans la mémoire Flash ROM.

L'espace qu'elles occupent ne sera effectivement libéré que lors du lancement de la procédure décrite sur la page suivante.

Particularité d'utilisation de la mémoire Flash ROM (suite)

Le ramasse-miettes

Lorsque l'on cherche à archiver une variable alors qu'il n'y a plus assez d'espace libre dans la mémoire Flash Rom, un algorithme de récupération de la mémoire disponible est lancé.

Les variables "marquées pour la suppression" sont effectivement effacées et la place libérée est utilisée au mieux pour réorganiser les variables en blocs consécutifs dans la mémoire Flash ROM.

Ce processus de "Garbage collection", que l'on traduit parfois par "ramasse miettes" nécessite quelques secondes.

Vous en serez prévenu par un message spécifique.

Lorsque ce message s'affiche:

- Pour continuer l'archivage, appuyez sur **[ENTER]**.
– ou –
- Pour annuler, appuyez sur **[ESC]**.



Si l'espace disponible en mémoire Flash ROM est suffisant à l'issue de cette procédure, la variable sera archivée.

Dans le cas contraire, vous pouvez libérer de l'espace en mémoire Flash ROM en désarchivant certaines variables et réessayer.

Pourquoi afficher un message avant de récupérer de l'espace en mémoire Flash ROM ?

Ce message :

- Vous permet de savoir pourquoi un archivage prend plus de temps que d'habitude en vous signalant également qu'il peut échouer s'il n'y a pas suffisamment de mémoire Flash ROM disponible.
- Peut vous signaler qu'un programme mal conçu exécute une boucle saturant la mémoire Flash ROM. Vous pourrez alors interrompre le processus de récupération d'espace et corriger la cause du problème.

Une précision importante

La quantité de mémoire Flash ROM affichée dans la rubrique Flash ROM free de l'écran MEM tient compte de la place qui sera libérée lors de la suppression effective des variables "marquées pour l'effacement".

Ne soyez donc pas surpris si le processus de récupération de mémoire est lancé alors que vous voulez archiver une variable dont la taille est inférieure à cette valeur.

S'il y a assez d'espace disponible dans Flash ROM, il est par contre probable que l'espace libéré par le processus de récupération d'espace soit suffisant pour l'archiver.

Cela dépend de la façon dont seront réparties les variables dans les différents secteurs. Il pourrait arriver que le total des espaces laissés libres soit supérieur à la taille requise, alors qu'aucun bloc n'est assez grand.

Rappelons que le contenu d'une variable ne peut pas être morcelé entre plusieurs blocs lors de son transfert dans la mémoire Flash ROM.

Communications. Mise à niveau

21

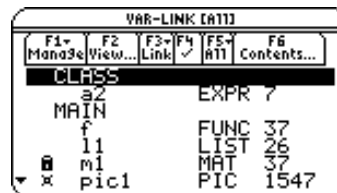
Possibilités de connexion	21-2
Échange de données	21-3
Transmission de variables dans un programme	21-6
Compatibilité entre la TI-89 / TI-92 Plus et la TI-92.....	21-8
Mise à niveau du logiciel de base.....	21-10

Note: Ici, le terme de variable désigne aussi les programmes, les fonctions, les images, etc.

Ce chapitre explique comment transférer des variables :

Depuis une	Vers une
TI-89	TI-89, TI-92 Plus ou TI-92
TI-92 Plus	TI-92 Plus, TI-89 ou TI-92

L'écran VAR-LINK affiche la liste des variables définies dans la calculatrice.

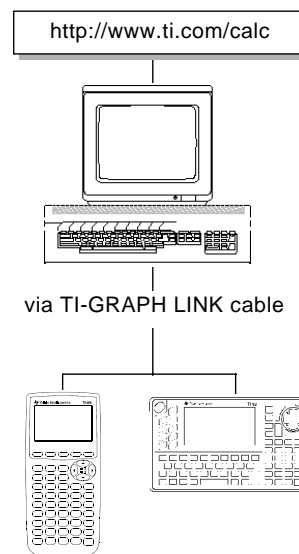


Vous pouvez utiliser la technologie Flash incluse dans votre TI-89 / TI-92 Plus pour mettre à jour le code de votre calculatrice.

Pour cela, vous aurez besoin :

- D'un ordinateur de type PC ou Macintosh disposant d'un accès à Internet.
- Du câble TI-GRAPH LINK™ (disponible séparément). Il ne s'agit pas du câble fourni avec votre calculatrice.

Si vous avez le logiciel TI-GRAPH LINK pour la TI-89 ou la TI-92 Plus, vous pourrez aussi transmettre des données entre votre calculatrice et un ordinateur. Reportez-vous au manuel d'utilisation livré avec ce logiciel pour plus d'information à ce sujet.



Possibilités de connexion

La TI-89 / TI-92 Plus offre de très nombreuses possibilités de connexion : avec une autre calculatrice, un ordinateur, ou encore avec différents capteurs. La version rétroprojetable permet également le raccordement à une tablette de rétroprojection.

Connexion avec une autre calculatrice

Le câble livré avec votre TI-89 / TI-92 Plus permet d'échanger des données avec une autre TI-89 / TI-92 Plus, ou avec une TI-92. La suite de ce chapitre décrit en détail les possibilités offertes par cette connexion.

Connexion avec un ordinateur

En utilisant le TI-GRAPH LINK™ (option), vous pourrez échanger des données avec un ordinateur. Le TI-GRAPH LINK se compose d'un câble actif, d'un logiciel et d'un manuel. Il peut être utilisé pour permettre le raccordement à un ordinateur compatible IBM® ou de type MACINTOSH®.

Il est possible de sauvegarder le contenu de la mémoire, d'éditer des programmes, ou encore d'imprimer le contenu de la TI-89 / TI-92 Plus (fichiers texte, images et autres données).

Connexion avec CBL™ ou CBR™

Note. Vous pourrez utiliser l'interface CBR avec la TI-89 / TI-92 Plus en utilisant l'Application Flash livrée avec votre calculatrice.

Les interfaces d'acquisition de données CBL et CBR, commercialisées par Texas Instruments, permettent la saisie de données issues de différents capteurs : tension, luminosité, température (capteurs fournis avec CBL), détecteur de mouvement (inclu dans CBR, disponible en option pour CBL), sonde de pH, microphone... (disponibles en option pour CBL). Ces interfaces sont directement connectables à une TI-89 / TI-92 Plus. Il est possible de les piloter à partir de la TI-89 / TI-92 Plus en utilisant les fonctions **Get** et **Send**.

Les données transmises peuvent ensuite être analysées ou représentées en utilisant les fonctions statistiques et graphiques.

Connexion avec une tablette de rétroprojection

La version rétroprojetable est composée d'une TI-89 / TI-92 Plus spéciale contenant une interface spécifique, et d'une tablette de rétroprojection. La TI-89 / TI-92 Plus rétroprojetable peut être utilisée seule (même boîtier et même fonctionnement qu'une TI-89 / TI-92 Plus standard). Pour projeter l'image de l'écran de la TI-89 / TI-92 Plus, il suffit de raccorder la tablette et de la poser sur un rétroprojecteur classique (lumière venant du bas).

Cette TI-89 / TI-92 Plus est connectable à toute autre TI-89 / TI-92 Plus, ce qui permet de transférer des programmes et des données avant de les utiliser sur un grand écran.

Vous pourrez obtenir plus de renseignements sur CBL, CBR et sur la version rétroprojetable de la TI-89 / TI-92 Plus en contactant Texas Instruments, service éducation.

IBM est une marque déposée de International Business Machines Corporation.

MacIntosh est une marque déposée de Apple Computer, Inc.

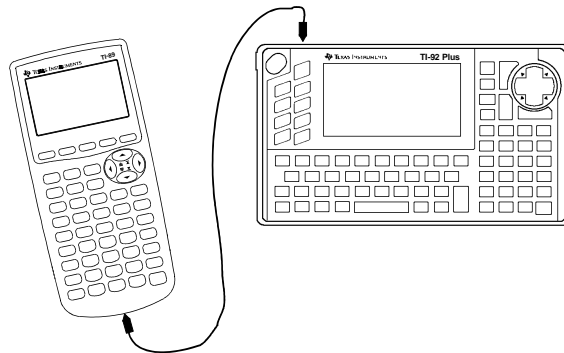
Échange de données

En connectant deux calculatrices, il est possible de transmettre des variables de l'une à l'autre. C'est une façon pratique de partager toutes les variables listées dans l'écran VAR-LINK — fonctions, textes, programmes, etc..

Connexion de deux calculatrices

Le câble livré avec votre calculatrice permet de relier votre TI-89 / TI-92 Plus à une autre TI-89 / TI-92 Plus ou à une TI-92. Insérez les extrémités du câble dans la prise de connexion de chaque calculatrice. Il est nécessaire de bien enfoncer chaque prise. Une calculatrice joue le rôle d'unité émettrice, l'autre celui d'unité réceptrice. Le choix se fait à partir de l'écran VAR-LINK. Voici par exemple comment connecter une TI-89 et une TI-92 Plus :

Note. Vous ne pouvez pas relier une TI-89 / TI-92 Plus ou une TI-92 à d'autres calculatrices graphiques telles que TI-81, TI-82, TI-83, TI-83 Plus, TI-85 ou TI-86.



Transmission de variables

Note. Si vous effectuez d'abord les opérations nécessaires sur l'unité émettrice, vous risquez d'obtenir un message d'erreur. Il est possible que l'indicateur BUSY reste allumé jusqu'à ce que l'on annule la transmission.

Note. Dans VAR-LINK

- Pour sélectionner une variable, déplacez le curseur sur cette variable.
- Pour en sélectionner plusieurs, déplacez le curseur et utilisez [F4] pour sélectionner chacune d'elles.
[F5] [1] permet de tout sélectionner.

Après avoir relié les deux unités, utilisez la procédure suivante pour préparer l'unité devant recevoir les données. Effectuez ensuite les opérations nécessaires sur l'unité envoyant les données.

Sur l'unité	Effectuer les opérations suivantes
Réceptrice	<ol style="list-style-type: none">1. Affichez l'écran VAR-LINK ([2nd][VAR-LINK]).2. Appuyez sur [F3] et sélectionnez 2:Receive. Le message "VAR LINK:WAITING TO RECEIVE" et l'indicateur BUSY sont affichés dans la ligne d'état.
Émettrice	<ol style="list-style-type: none">1. Affichez l'écran VAR-LINK ([2nd][VAR-LINK]).2. Sélectionnez les variables à transmettre. Pour cela, on utilise principalement les touches [F4] ou [F5], voir note ci-contre. Vous trouverez des d'informations plus détaillées dans les pages 101 et suivantes de ce manuel.3. Appuyez sur [F3] Link et choisissez le type d'unité réceptrice :<ul style="list-style-type: none">• 1:Send to TI-89 / 92 Plus – ou –• 3:Send to TI-92

Échange de données (suite)

Note. La durée d'affichage des messages dépend du temps nécessaire à l'échange des données. Certains messages peuvent être affichés très brièvement.

Règles de transmission des variables ou des dossiers

Note. Si vous tenter de transférer une variable portant le même nom qu'une variable déjà existante sur l'unité réceptrice, une boîte de dialogue vous donnera le choix entre sauter la transmission de cette variable, utiliser un autre nom ou écraser le contenu de la variable existante. Cette dernière possibilité est exclue si cette variable est archivée ou protégée.

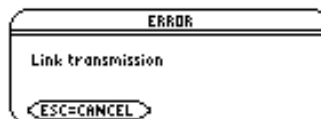
- Pendant la transmission, des messages indiquant le nom des données échangées sont affichés dans la ligne d'état.
- Quand la transmission est terminée, l'écran VAR-LINK est mis à jour sur l'unité réceptrice.

Objet sélectionné	Effet
Variable (mais non le dossier qui la contient)	La variable est transmise vers le dossier courant sur la calculatrice réceptrice.
Variable verrouillée	La variable est transmise, et reste verrouillée sur la calculatrice réceptrice.
Variable archivée	La variable est transmise et est stockée dans la mémoire archive sur la calculatrice réceptrice.
Dossier développé	Le dossier et son contenu sont émis à la calculatrice réceptrice. Note. Si vous utilisez [F4] pour sélectionner un dossier développé, toutes les variables de ce dossier sont sélectionnées automatiquement. Utilisez [F4] pour désélectionner toutes les variables que vous ne voulez pas transmettre.

Annulation de la transmission

Sur l'une des deux unités,

1. Appuyez sur [ON].
Un message d'erreur est affiché.
2. Appuyez sur [ESC] ou sur [ENTER].



Échange d'Applications Flash

Il est également possible de sélectionner dans l'écran VAR-LINK les Applications Flash disponibles dans une calculatrice pour les transmettre à une autre.

Cependant, dans le cas d'Applications Flash payantes, l'utilisateur de la calculatrice réceptrice devra au préalable procéder au téléchargement du certificat logiciel permettant de faire fonctionner cette application.

Note. Vous trouverez plus d'informations sur l'achat d'Applications Flash sur le site <http://www.ti.com/calc>

Lors de l'achat d'une Application Flash sur un site internet, on peut au choix procéder au transfert du code complet de cette application, et du certificat logiciel indispensable à son utilisation, ou opter pour le transfert du seul certificat logiciel.

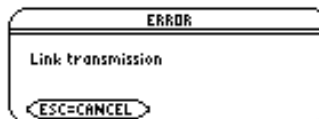
Cette seconde option permet d'éviter un temps de téléchargement parfois assez important, lorsqu'il est possible de récupérer cette application sur la calculatrice d'une personne qui la possède déjà.

Avertissements et messages d'erreurs

Note. L'unité émettrice n'affiche pas toujours ce message. Dans certains cas, l'indicateur BUSY reste visible jusqu'à ce que l'on annule la transmission.

Affiché sur	Message et description
-------------	------------------------

Unité émettrice

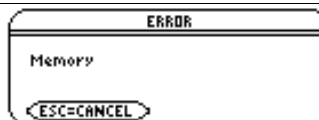


Ce message est affiché après plusieurs secondes si :

- L'unité n'est pas reliée à l'autre calculatrice.
- L'autre unité n'est pas en mode réception.

Appuyez sur [ENTER] ou [ESC] pour annuler le transfert.

Unité réceptrice



L'unité réceptrice ne dispose pas de suffisamment de place pour mémoriser les variables transmises.

Appuyez sur [ESC] pour annuler la transmission.

Affiché sur	Message et description
-------------	------------------------

Unité réceptrice



La rubrique New Name n'est active que lorsque l'on a choisi NO dans la rubrique Overwrite variable.

L'unité réceptrice contient déjà une variable de même nom que celle transmise depuis l'unité émettrice.

- Pour remplacer la variable existante, appuyez sur [ENTER]. (Par défaut, Overwrite variable = YES.) Ce choix est exclu pour les variables archivées ou verrouillées sur la calculatrice réceptrice. Vous devrez d'abord les désarchiver, ou les déverrouiller pour qu'il soit possible de remplacer leur contenu.
- Pour sauter la transmission, choisissez Overwrite variable = SKIP et appuyez sur [ENTER].
- Pour recevoir cette variable, mais en utilisant un nom différent, choisissez Overwrite variable = NO. Dans la rubrique New Name tapez un nom de variable non utilisé sur l'unité réceptrice. Appuyez ensuite deux fois sur [ENTER].
- Pour annuler la transmission appuyez sur [ESC].

Note. Vous pouvez éventuellement conserver le même nom de variable, et changer seulement le nom du dossier.

Transmission de variables dans un programme

Il est également possible de faire des échanges entre deux machines dans un programme. On utilise pour cela les instructions **GetCalc** et **SendCalc** ou **SendChat**.

Communications dans un programme

- Pour envoyer la valeur contenue dans la variable *var* vers une TI-89 / TI-92 Plus, utilisez l'instruction :

SendCalc *var*

- Pour envoyer la valeur contenue dans la variable *var*, de type compatible avec la TI-92 et non archivée, vers une autre TI-89 / TI-92 Plus, une TI-92 Plus ou une TI-92, utilisez l'instruction :

SendChat *var*

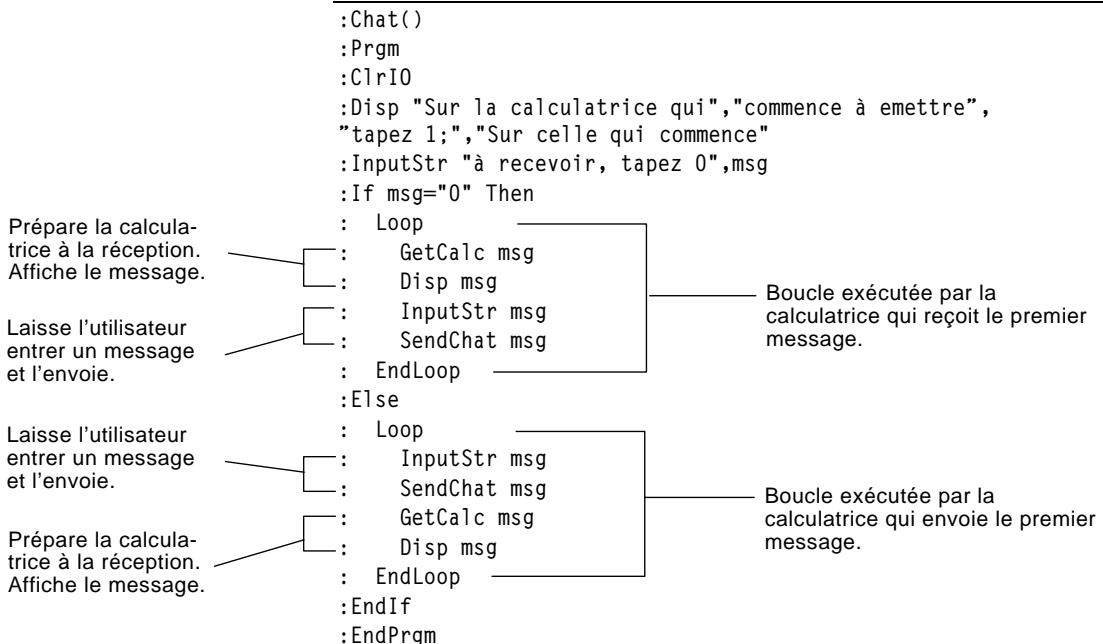
- Pour recevoir une valeur et placer cette valeur dans une variable *var*, on utilise l'instruction :

GetCalc *var*

Il faut que l'instruction **GetCalc** soit exécutée sur l'unité réceptrice avant que l'instruction **SendCalc** le soit sur l'unité émettrice.

Un exemple de programme

Le programme suivant utilise ces instructions. Il permet d'échanger des messages entre deux calculatrices.



Les boucles sont écrites de façons à ce que la commande **GetCalc** soit exécutée sur la machine réceptrice pendant que la machine émettrice attend que l'utilisateur entre un message.

Lancement du programme

Avant de passer à la suite, vous devez

- connecter les deux calculatrices comme cela est indiqué sur la page 21–3.
- installer le programme Chat sur les deux calculatrices.
Un programme installé sur une TI-92 devra utiliser **SendCalc** à la place de **SendChat**.
Il vous suffit de taper le programme sur l'une des deux calculatrices, puis de le transférer à la seconde en utilisant la méthode décrite page 21–3.

Ensuite, pour lancer le programme sur les deux calculatrices,

1. Dans l'écran HOME de chaque calculatrice, taper `chat()`.
2. Quand chaque calculatrice affiche le premier message, répondre comme indiqué ci-dessous

Sur la	Taper :
Calculatrice qui va envoyer le premier message.	1 et appuyez sur <code>[ENTER]</code> .
Calculatrice qui va recevoir le premier message	0 et appuyez sur <code>[ENTER]</code> .

3. Tapez ensuite chacun à votre tour un message, et appuyez sur `[ENTER]` pour l'envoyer à l'autre calculatrice.

Arrêt du programme

Rien n'est prévu dans le programme précédent pour arrêter la boucle **Loop ... EndLoop** qui est exécutée sur chaque calculatrice.

Vous devrez donc appuyer sur la touche `[ON]` de chaque calculatrice pour interrompre ce programme.

Appuyez sur `[ESC]` lorsque la boîte de dialogue d'arrêt sera affichée. Vous serez alors placé dans l'écran Entrée/Sortie (Ecran Prgm IO).

Appuyez sur `[F5]` ou `[ESC]` pour revenir dans l'écran HOME.

Compatibilité entre la TI-89 / TI-92 Plus et la TI-92

A cause des modifications de fonctionnalité et des améliorations apportées à la TI-89 / TI-92 Plus, certaines fonctions sont incompatibles avec la TI-92. La transmission de données peut avoir lieu entre ces deux calculatrices, dans la mesure du possible, mais certaines différences de fonctionnalité persistent et peuvent poser des problèmes.

Principales causes d'incompatibilité

Note. Pour offrir cette possibilité, il a par contre été nécessaire de limiter l'utilisation des variables locales symboliques. Voir ci-dessous.

Note. Cela concerne aussi certains programmes utilisant **expr** pour évaluer une chaîne de caractères saisie par l'intermédiaire d'une boîte de dialogue. Si cette expression contient le nom d'une variable locale sans valeur, on aura une erreur.

Note. Utiliser **getType** pour tester si une variable globale n'a pas de valeur, lorsque cela pourrait perturber l'exécution d'un programme utilisant cette variable sous forme symbolique.

Transmission de TI-92 à TI-89 / TI-92 Plus

Les principaux problèmes d'incompatibilité sont les suivants :

- La TI-89 / TI-92 Plus présente de nouvelles fonctions et des variables système qui n'existent pas dans la TI-92.
- L'erreur "**Circular definition**" sur la TI-92.
Sur une TI-89 / TI-92 Plus, vous pouvez définir une fonction par rapport à une variable, et évaluer la fonction à l'aide d'une expression contenant cette même variable. Ce n'était pas le cas sur la TI-92.
Par exemple,
 x^2 **[STO]** $f(x) : f(x+1)$ **[ENTER]**
provoque cette erreur sur une TI-92, mais pas sur la TI-89 / TI-92 Plus. De nombreux utilisateurs ont demandé une plus grande souplesse d'utilisation dans ce domaine.

- L'erreur "**Undefined Variable**" sur la TI-89 / TI-92 Plus.
Cela concerne les programmes ou fonctions écrits pour une TI-92 et qui utilisent des variables locales symboliques. Sur la TI-89 / TI-92 Plus, une variable locale doit être initialisée avec une valeur avant d'être utilisée.
Elle ne peut donc pas être utilisée de façon symbolique. Pour ce type de calcul, utilisez des variables globales.
Par exemple, la fonction suivante ne pourrait pas être utilisée sur une TI-89 / TI-92 Plus, alors que
AjouteX(4) **[ENTER]**
retourne $x+4$ sur une TI-92.

```
:AjouteX(v)
:local x _____ Instruction à supprimer sur une
:v+x TI-89 / TI-92 Plus.
:EndFunc
```

Toutes les variables définies par l'utilisateur, y compris les fonctions et les programmes, peuvent être envoyées d'une TI-92 à une TI-89 / TI-92 Plus mais leur comportement peut différer sur la TI-89 / TI-92 Plus. Deux exemples :

- Conflits entre les noms d'une nouvelle variable système, d'une fonction ou d'une instruction de la TI-89 / TI-92 Plus et les noms définis par l'utilisateur de la TI-92.
- Problèmes liés à l'utilisation de variables locales symboliques. Voir ci-dessus.

Transmission de TI-89 / TI-92 Plus à TI-92

Naturellement, les fonctionnalités spécifiques à la TI-89 / TI-92 Plus ne doivent pas être utilisées dans une fonction ou un programme susceptible d'être transmis à une TI-92. C'est le cas par exemple :

- Des bases de données graphiques dont la structure est plus riche sur la TI-89 / TI-92 Plus.
- Des variables archivées. (Désarchivez-les avant transmission.)
- Des tableaux de données contenant des colonnes définies globalement (voir page 16–10). Les autres tableaux ne seront envoyés que si leur contenu est compatible avec la TI-92.

Certains problèmes peuvent également se produire lors de l'utilisation de fonctions ou d'instructions existant sur la TI-92, mais offrant des possibilités d'utilisation plus large sur la TI-89 / TI-92 Plus :

- Problème liés à l'erreur "Circular definition" sur la TI-92. Voir page précédente.
- Certaines fonctions et instructions ont été améliorées sur la TI-89 / TI-92 Plus (par exemple **NewData**, **setMode()** ou les fonctions matricielles qui utilisent un argument de tolérance optionnel). Elles peuvent ne pas être transmises ou provoquer une erreur sur la TI-92.

Forme texte et forme pré-interprétée

Lorsque l'on entre un programme dans l'éditeur de texte, il est conservé en mémoire par la TI-89 / TI-92 Plus sous la forme d'un texte. À la première utilisation, ce texte est pré-interprété, c'est à dire codé sous une forme plus compacte, permettant une exécution plus rapide. Par exemple, le programme suivant :

```
:test()  
:Prgm  
:For x,1,10  
:Disp x  
:EndFor  
:EndPrgm
```

Note. Les chiffres donnés ici sont indicatifs, ils pourraient éventuellement être légèrement différents sur votre version. Pour les connaître, il suffit d'ouvrir l'écran VAR-LINK.

occupe 52 octets lorsque l'on vient de l'écrire, mais seulement 38 après une première utilisation.

Si vous ouvrez à nouveau ce programme à partir de l'éditeur, il retrouvera sa taille initiale jusqu'à la prochaine utilisation.

Contrôle lors d'une transmission vers une TI-92

Le codage utilisé sur la TI-89 / TI-92 Plus est légèrement différent de celui utilisé sur la TI-92, notamment en raison de l'existence d'instructions nouvelles sur la TI-89 / TI-92 Plus.

Lorsque l'on tente de transférer un programme ayant été pré-interprété d'une TI-89 / TI-92 Plus vers une TI-92, la transmission est refusée si ce programme contient des instructions invalides sur la TI-92. Cela permet d'éviter l'apparition de problèmes lors de l'exécution de ce programme sur la TI-92.

Attention, aucun contrôle n'est effectué lors de la transmission d'un programme, ou d'une fonction, mémorisé(e) sous la forme d'un texte. Une erreur pourra cependant se produire lors de l'exécution.

Mise à niveau du logiciel de base

Vous pouvez mettre à jour le logiciel de base de votre TI-89 / TI-92 Plus. Il est également possible de transmettre ce logiciel d'une calculatrice à l'autre, sous réserve que la calculatrice réceptrice soit munie du certificat logiciel requis pour exécuter ce logiciel.

Logiciel de base et Applications Flash

Note. La version anglaise de ce manuel utilise le terme product software, que l'on peut abrégier par Product SW. C'est cette abréviation qui est utilisée dans la version anglaise du menu F3 Link de l'écran VAR-LINK.

Note. Certaines Applications Flash étaient peut-être déjà installées dans votre calculatrice. Elles ne font cependant pas partie du logiciel de base.

Les fonctionnalités de votre calculatrice résultent de deux types de logiciels différents. Il y a d'une part le *logiciel de base* de votre calculatrice, et d'autre part les *Applications Flash* éventuellement installées.

C'est par exemple le logiciel de base qui permet de faire du calcul formel, de construire différents types de courbes, d'écrire des programmes ou encore de manipuler des tableaux de données... Il offre de plus la possibilité de communiquer entre deux machines, ou vers un ordinateur. Enfin, il permet l'installation de nouvelles Applications Flash qui viendront ajouter de nouvelles fonctionnalités.

Vous pourrez par exemple charger dans votre calculatrice une Application Flash permettant de faire de la géométrie.

Il ne faut pas confondre ces Applications Flash avec les "simples" programmes et fonctions que vous pouvez vous-même écrire, charger, ou modifier dans votre calculatrice.

Vous pouvez utiliser ces fonctions ou ces programmes à partir de l'écran HOME de votre calculatrice, alors que vous utiliserez généralement le menu APPS pour accéder à une Application Flash. Une Application Flash est un produit totalement intégré que vous pouvez vous procurer (gratuitement dans certains cas, ou à titre onéreux) auprès de Texas Instruments.

Possibilités d'évolution

Compte tenu de ce qui précède, il est clair qu'il y a deux façons de modifier les fonctionnalités de la TI-89 / TI-92 Plus.

- On peut ajouter de nouvelles Applications Flash.
- On peut modifier le logiciel de base.

En effet, ce dernier n'est pas définitivement figé, contrairement à ce qui se passait précédemment sur les calculatrices. L'utilisation de la technologie Flash permet de le mettre à jour.

Une précision importante

Il faut absolument savoir que le logiciel de base contrôle la totalité des données et des applications contenues dans la calculatrice. Aussi, le fait de le remplacer par une version plus récente entraîne une réinitialisation complète de la calculatrice, avec effacement complet de toutes les données, Applications Flash comprises.

Il est de plus indispensable de mettre en place des piles neuves dans votre calculatrice avant d'effectuer cette mise à jour.

Mises à jour du logiciel de base

Vous pouvez être conduit à faire deux types de mises à jour du logiciel de base de votre calculatrice :

- Des mises à jour de maintenance vous permettant de charger dans votre calculatrice la dernière version du logiciel de base. Ces mises à jour sont gratuites.
- Des mises à jour permettant d'obtenir une version avancée du logiciel de base, pouvant par exemple inclure de nouvelles fonctions. Ce type de mise à jour, payante, nécessite de suivre un protocole particulier.
Pour télécharger une mise à jour payante depuis le site de Texas Instruments, vous devrez fournir des informations permettant d'identifier votre TI-89 / TI-92 Plus (voir instructions sur Internet). Ces informations seront utilisées pour créer un *certificat logiciel* qui spécifie quelle est la version du logiciel de base autorisée sur votre calculatrice.

Vous devez impérativement prendre connaissance du paragraphe suivant avant de procéder à la mise à jour de votre logiciel de base.

Vous devrez également sauvegarder vos données en suivant les instructions données sur la page suivante.

Informations importantes sur la mise à jour du logiciel de base

Des piles neuves doivent être installées avant de commencer une mise à jour du logiciel de base de votre calculatrice.

Quand la calculatrice se trouve en mode de téléchargement du logiciel de base, la fonction APD™ (Automatic Power Down : arrêt automatique de l'alimentation) n'est pas en fonction. Si vous laissez votre calculatrice dans le mode de téléchargement du logiciel de base pendant un temps prolongé avant de commencer effectivement ce téléchargement, vos piles peuvent s'épuiser. Vous aurez alors besoin de remplacer ces piles par des nouvelles avant de pouvoir télécharger le logiciel de base.

Vous pouvez aussi transférer le logiciel de base d'une calculatrice à l'autre en utilisant le câble fourni. Si vous interrompez accidentellement le transfert avant qu'il ne soit terminé, vous devrez réinstaller le logiciel de base à partir d'un ordinateur. Une fois de plus, nous vous rappelons que vous devez installer des piles neuves avant le téléchargement.

Merci de contacter Texas Instruments comme cela est indiqué dans l'annexe si vous rencontrez un problème.

Mise à niveau du logiciel de base (suite)

Sauvegarde des données de votre calculatrice avant une installation

Important. Avant l'installation, vous devez installer des piles neuves.

Lorsque vous installez une nouvelle version du logiciel de base, le processus d'installation :

- Supprime toutes les données définies par l'utilisateur dans la mémoire RAM et dans la mémoire Archive. (Variables, fonctions, programmes, dossiers...)
- Restaure tous les paramètres par défaut. L'état de la calculatrice est analogue à celui que l'on rencontre après une réinitialisation complète à partir de l'écran MEMORY.

Si vous voulez conserver les variables existantes, exécutez les opérations suivantes *avant d'installer la mise à niveau* :

- Transmettez les variables à une autre TI-89 / TI-92 Plus comme décrit à la page 21–3.
– ou –
- Utilisez le TI-GRAPH LINK pour envoyer ces variables à un ordinateur.

Si vous possédez un câble TI-GRAPH LINK et le logiciel pour la TI-92, nous vous rappelons que ce logiciel n'est pas compatible avec la TI-89 / TI-92 Plus. Vous pouvez par contre utiliser le même câble pour les deux calculatrices. Pour plus d'informations sur l'achat d'un TI-GRAPH LINK pour la TI-89 / TI-92 Plus ou sur la mise à niveau de votre logiciel TI-GRAPH LINK, visitez le site web TI à l'adresse ci-après :

<http://www.ti.com/calc/docs/link.htm>

ou contactez Texas Instruments comme décrit dans l'annexe B.

Où se procurer les mises à jour du logiciel de base et/ou des Applications Flash

Note. Pour la mise à niveau de plusieurs calculatrices, vous pouvez adopter la méthode décrite page 21–13.

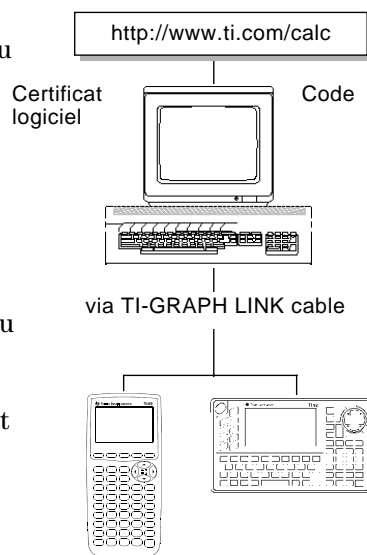
Pour obtenir des informations à jour sur les nouvelles versions du logiciel de base et sur les Applications Flash disponibles, visitez le site internet TI :

<http://www.ti.com/calc>

ou contactez Texas Instruments comme décrit dans l'annexe.

Vous pouvez télécharger un nouveau *certificat logiciel* et/ou un nouveau logiciel de base à partir du site web TI sur un ordinateur et utiliser le logiciel TI-GRAPH LINK™ (disponible séparément) pour l'installation sur votre TI-89 / TI-92 Plus.

Pour plus d'informations, reportez-vous aux instructions indiquées sur le site web et dans le manuel qui accompagne le TI-GRAPH LINK.



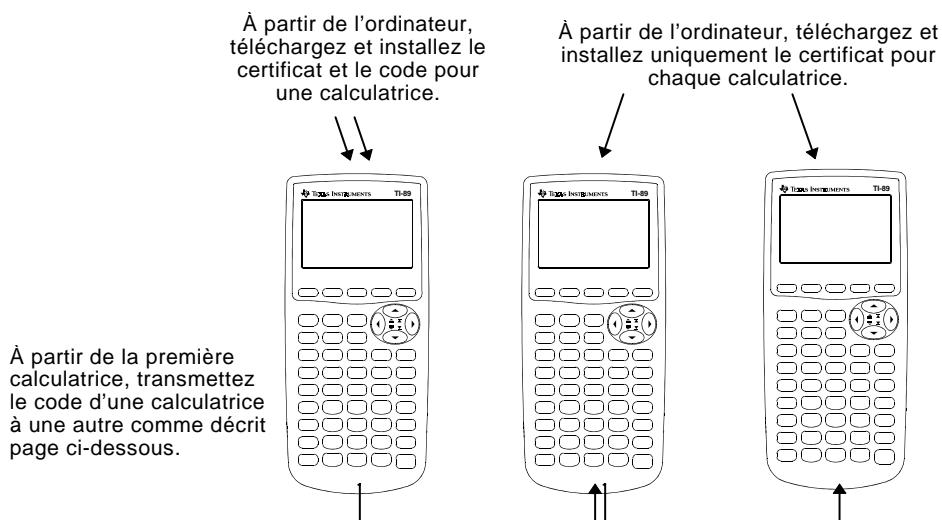
Pour mettre à niveau plusieurs calculatrices

Note. Le mot "code" désigne ici l'ensemble des instructions qui compose le logiciel de base. Ce code nécessite plusieurs centaines de kilo-octets, ce qui explique le temps assez important requis par son transfert.

Pour pouvoir utiliser une version avancée payante du logiciel de base, chaque TI-89 / TI-92 Plus doit être munie de son propre *certificat logiciel*.

Il est par contre inutile de télécharger la totalité du code de cette nouvelle version du logiciel de base à partir d'un ordinateur sur chaque calculatrice.

Vous pouvez choisir de ne télécharger que le *certificat logiciel*, puis d'effectuer un transfert direct de calculatrice à calculatrice. Ce mode de transfert est généralement plus rapide lorsque l'on effectue une installation à partir d'un ordinateur.



Transmission du logiciel de base d'une TI-89 ou d'une TI-92 Plus à une autre

Conseil. Pour voir quelle est la version du logiciel de base de votre TI-89 / TI-92 Plus, il suffit d'appuyer sur [F1] à partir de l'écran de calcul et de sélectionner : **A:About**.

Si la calculatrice réceptrice contient : **alors :**

Le logiciel de base de la TI-89 ou une mise à jour gratuite de ce logiciel de base.

La TI-89 réceptrice ne nécessite pas de nouveau certificat. Son certificat courant est toujours valide et il est possible de transférer le code.

Le logiciel de base de la TI-92 Plus ou une mise à jour gratuite de ce logiciel de base.

la TI-92 Plus réceptrice ne nécessite pas de nouveau certificat. Son certificat courant est toujours valide et il est possible de transférer le code.

Une évolution payante du logiciel de base.

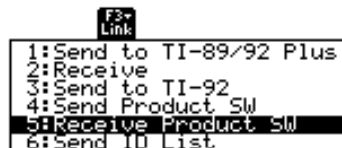
Vous devez d'abord acheter le droit d'utiliser cette nouvelle version. Vous pourrez alors télécharger et installer dans la calculatrice le *certificat logiciel* correspondant, puis vous pourrez installer le code correspondant

Mise à niveau du logiciel de base (suite)

Pour transférer le logiciel de base de votre calculatrice, connectez les deux calculatrices à l'aide du câble qui accompagne la TI-89 / TI-92 Plus. Voir l'illustration page 21-3.

Important. Pour chaque unité réceptrice, n'oubliez pas de sauvegarder vos données et installez des piles neuves.

- | Étape : Sur : | Procédez comme suit : |
|-------------------------------|--|
| 1. la calculatrice réceptrice | a. Affichez l'écran VAR-LINK ((2nd) [VAR-LINK]).
b. Appuyez sur [F3] Link et sélectionnez 5:Receive Product SW. |



Un message d'avertissement indique que toute la mémoire (RAM et Archive) sera effacée sur la calculatrice réceptrice. Si vous avez besoin de quitter cette procédure et sauver certaines variables, appuyez sur [ESC].

- c. Appuyez sur [ENTER].

Le message "VAR-LINK: WAITING TO RECEIVE" apparaît sur la ligne d'état.

- | | |
|------------------------------|---|
| 2. la calculatrice émettrice | a. Affichez l'écran VAR-LINK ((2nd) [VAR-LINK]).
b. Appuyez sur [F3] Link et sélectionnez 4:Send Product SW.
Un message d'avertissement, semblable à celui affiché sur l'autre calculatrice, apparaît sur l'écran.
c. Appuyez sur [ENTER]. |
|------------------------------|---|

On peut suivre la progression de la transmission sur la calculatrice réceptrice durant l'opération. Une fois la transmission terminée :

- La calculatrice émettrice retourne à l'écran VAR-LINK.
- La calculatrice réceptrice retourne à l'écran de calcul. Tous les paramètres par défaut sont rétablis, et il faudra éventuellement réajuster le contraste. Utilisez [◀] [□] (plus clair) ou [▶] [□] (plus sombre).

Ne tentez pas d'annuler la transmission

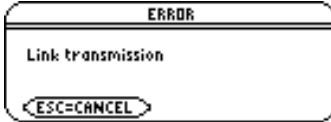

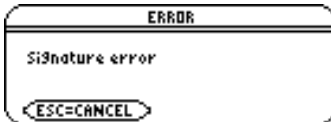
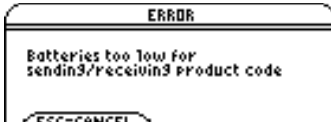
Une fois la transmission lancée, le code du logiciel de base de la calculatrice réceptrice est effacé irrémédiablement.

Si vous interrompez cette transmission avant qu'elle ne s'achève, la calculatrice réceptrice ne fonctionnera pas convenablement.

Il sera nécessaire de réinstaller le code via un ordinateur.

Messages d'erreur

La plupart des messages d'erreur apparaissent sur la calculatrice émettrice mais certains messages peuvent s'afficher sur la calculatrice réceptrice si les erreurs se produisent à un moment donné au cours de la transmission.

Message d'erreur	Description
	Les unités émettrice et réceptrice ne sont pas connectées convenablement ou la calculatrice réceptrice n'est pas configurée pour la réception.
	Le certificat de la calculatrice réceptrice ne permet pas d'utiliser le code présent sur la calculatrice émettrice. Il est donc nécessaire d'obtenir un certificat valide comme décrit auparavant dans cette section.
	Une erreur s'est produite au cours de la transmission. Le code courant est contaminé. Il est nécessaire de réinstaller le code via un ordinateur.
	Remplacez les piles de la calculatrice qui affiche ce message.

À propos de TI-GRAPH LINK

Si vous possédez un câble TI-GRAPH LINK et le logiciel pour la TI-92, nous vous rappelons que ce logiciel n'est pas compatible avec la TI-89 / TI-92 Plus. Vous pouvez par contre utiliser le même câble pour les deux calculatrices. Pour plus d'informations sur l'achat d'un TI-GRAPH LINK pour la TI-89 / TI-92 Plus ou sur la mise à niveau de votre logiciel TI-GRAPH LINK, visitez le site web TI à l'adresse ci-après :

<http://www.ti.com/calc/docs/link.htm>

ou contactez Texas Instruments comme décrit dans l'annexe B.

Mise à niveau du logiciel de base (suite)

Liste de numéros d'identification électronique (ID List)

Dans l'écran VAR-LINK, l'option **F3** 6:Send ID est destinée à permettre la collecte de numéros d'identifications électroniques (numéros ID) en provenance de calculatrices TI-89 / TI-92 Plus individuelles.

Cette fonctionnalité permet de récupérer facilement ces numéros ID dans l'optique d'achat groupés d'applications commerciales.

Le choix **F1** A:Clear ID List efface les numéros ID ayant été collectés depuis une TI-89 / TI-92 Plus.

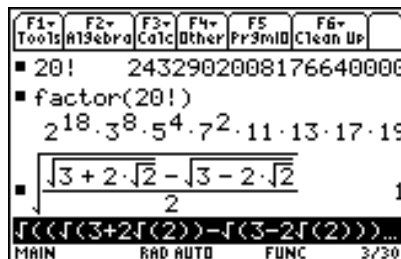
Vous trouverez sur le site <http://www.ti.com/calc> des informations complémentaires sur la façon d'envoyer une liste de numéros ID à un ordinateur.

Calcul numérique



Calculs sur les entiers.....	22-2
Décomposition en facteurs premiers.....	22-2
Tester si un nombre est premier.....	22-2
PGCD et PPCM.....	22-2
Division euclidienne.....	22-3
Calculs sur des grands nombres.....	22-3
Calculs sur les rationnels.....	22-4
Simplification.....	22-4
Numérateur et dénominateur.....	22-4
Opérations.....	22-4
Valeur approchée.....	22-4
Conversion en rationnel.....	22-4
Autres fonctions.....	22-5
Racine carrée.....	22-5
Valeur absolue.....	22-5
Calculs sur les nombres réels.....	22-6
Partie entière.....	22-6
Partie fractionnaire.....	22-6
Arrondi.....	22-6
Fonctions intégrées.....	22-7
Fonctions trigonométriques.....	22-7
Fonctions logarithmes et exponentielles.....	22-8
Puissances quelconques, racines.....	22-8
Fonctions hyperboliques.....	22-8

Nous allons utiliser dans ce chapitre la TI-89 / TI-92 Plus pour des calculs numériques sur les nombres entiers, rationnels ou encore sur les expressions contenant des racines carrées.



Nous étudierons ensuite les différentes fonctions utilisables sur les nombres réels.

Calculs sur les entiers

La TI-89 / TI-92 Plus permet d'effectuer simplement les opérations de base de l'arithmétique : décomposition en facteurs premiers, recherche de pgcd ou de ppcm, division euclidienne... Il est possible de travailler sur des nombres de longueur quelconque.

Les fonctions présentées se trouvent généralement dans le menu **MATH/Number**, accessible en appuyant sur $\boxed{2\text{nd}} \boxed{[MATH]} \boxed{1}$.

Décomposition en facteurs premiers

La fonction **factor**, est accessible dans le menu **Algebra** ($\boxed{F2}$), permet d'obtenir la décomposition d'un nombre en facteurs premiers.

```
■ factor(76931800)
      23 · 52 · 113 · 172
```

Note. La taille des nombres recherchés pour cette décomposition n'est limitée que par la mémoire disponible et par le temps de calcul éventuellement nécessaire. Ce type de calcul peut prendre plusieurs heures, et même plus, si l'on veut par exemple décomposer le produit de deux grands nombres premiers.

Tester si un nombre est premier

La fonction **isPrime** permet de tester si un nombre est premier :

```
■ isPrime(4000000007)   true
■ isPrime(4000000013)   false
■ factor(4000000013)
      569 · 7029877
```

Lorsque l'on cherche seulement à tester si un nombre est premier, sans avoir besoin de sa décomposition éventuelle, il est préférable d'utiliser cette fonction et non la fonction **factor**.

Le résultat est obtenu beaucoup plus rapidement.

Note. Si le nombre testé dépasse 306 chiffres environ et n'a pas de diviseurs premiers inférieur à 1021, on obtient un message d'erreur.

PGCD et PPCM

Les fonctions **gcd** et **lcm** permettent d'obtenir le plus grand diviseur et le plus petit multiple commun.

```
■ gcd(384, 256)         128
■ lcm(384, 256)        768
```

Cette fonction accepte seulement deux arguments, mais il est possible d'utiliser les propriétés d'associativité. On écrira par exemple **gcd(12, gcd(18, 27))** pour calculer le pgcd de 12, 18 et 27.

Division euclidienne

On utilise **mod** pour obtenir le reste d'une division euclidienne.

```

■ mod(100, 17)      15
  
```

La fonction **intDiv**, accessible dans le catalogue général des fonctions, permet d'obtenir le quotient entier.

Note. La TI-89 / TI-92 Plus offre aussi la fonction **remain**, mais celle-ci ne donne pas un reste positif pour des divisions faisant intervenir des nombres négatifs.

Avant d'effectuer le calcul suivant, appuyez sur

TI-89 : [2nd] [F6] [2] [ENTER] **TI-92 Plus :** [F6] [2] [ENTER]

pour vous assurer d'effacer le contenu éventuel de *a* et *b*.

```

■ NewProb           Done
■ intDiv(a, b)      iPart(a/b)
■ intDiv(100, 17)   5
  
```

On obtient la partie entière du quotient, voir page 22-6.

Calculs sur des grands nombres

Le calcul de grands nombres comme par exemple celui de $100! = 100 \times 99 \times 98 \times \dots \times 3 \times 2 \times 1$ est également possible.

Exemple. Calcul de $100!$ et factorisation du résultat obtenu.

Note. Le symbole ! s'obtient en appuyant sur

TI-89 : [◻] [±]

TI-92 Plus : [2nd] W.

```

■ 100!
933262154439441526816992▶
■ factor(93326215443944152)▶
297.348.524.716.119.137▶
  
```

Pour composer la dernière ligne de cet écran, appuyez sur les touches [F2] [2] [2nd] [ANS] [◻], puis validez en appuyant sur [ENTER].

Note. Quand le résultat ne peut pas être entièrement affiché à l'écran, utilisez [◀] pour remonter sur la ligne d'affichage de ce résultat, puis sur [◀] et [▶] pour parcourir celui-ci.

Vous pouvez aussi mémoriser ce résultat dans une variable, puis visualiser le contenu de cette variable en utilisant le menu **VAR-LINK** (voir chapitre 20).

Note. **TI-89 :** Lorsque l'on entre dans l'écran VAR-LINK, le mode alphabétique est automatiquement sélectionné, il est inutile d'utiliser [alpha].

Voici par exemple l'écran obtenu en composant :

TI-89 : 1 0 0 [◻] [±] [STO▶] [alpha] A [ENTER] [2nd] [VAR-LINK] A [2nd] [F6]

```

933262154439441526816992
388562667004907159682643
816214685929638952175999
932299156089414639761565
182862536979208272237582
511852109168640000000000
0000000000000000
MAIN      RAD AUTO  DE      1/30
  
```

TI-92 Plus : 1 0 0 [2nd] W [STO▶] A [ENTER] [2nd] [VAR-LINK] A [F6].

Calculs sur les rationnels

La TI-89 / TI-92 Plus permet également de manipuler les nombres rationnels. On peut obtenir les résultats exacts ou approchés.

Simplification

Les fractions rationnelles sont automatiquement simplifiées.

```
■ 384 / 256 = 3/2
```

Numérateur et dénominateur

Utilisez les fonctions **getNum** et **getDenom**, accessibles dans le menu **Algebra/ Extract**

TI-89 : $\boxed{\text{F2}}$ $\boxed{\alpha}$ $\boxed{\text{B 1}}$ et $\boxed{\text{F2}}$ $\boxed{\alpha}$ $\boxed{\text{B 2}}$ **TI-92 Plus** : $\boxed{\text{F2}}$ $\boxed{\text{B 1}}$ et $\boxed{\text{F2}}$ $\boxed{\text{B 2}}$ pour extraire le numérateur et le dénominateur d'une fraction, après simplification.

```
■ getNum(75/100) = 3
■ 75 / 100 = 3/4
```

Opérations

Les opérations sur les fractions sont automatiquement effectuées, le résultat est toujours donné sous la forme d'une fraction irréductible.

```
■ 1 + 1 / (2 + 1 / (2 + 1 / (2 + 1 / (2 + 1/2)))) = 99/70
```

Valeur approchée

Pour obtenir la valeur approchée d'une fraction, utilisez la fonction **approx**, accessible dans le menu **Algebra** ($\boxed{\text{F2}}$ $\boxed{5}$).

Il est également possible d'obtenir une valeur approchée en appuyant sur $\boxed{\blacktriangledown}$ $\boxed{\text{ENTER}}$ au lieu de $\boxed{\text{ENTER}}$.

Note. Les résultats obtenus ci-contre sont affichés sous cette forme lorsque la TI-89 / TI-92 Plus est en mode FLOAT.

```
■ approx(99/70) = 1.41428571429
```

Le calcul de la fraction précédente conduit à une approximation de $\sqrt{2}$.

Conversion en rationnel

En mode automatique, les nombres décimaux ne sont pas automatiquement convertis en rationnels. Utilisez la fonction **exact** présente dans le menu **MATH/Number**.

```
■ exact(.3) = 3/10
■ exact(.125) = 1/8
■ exact(12.225) = 489/40
```

Autres fonctions

Les expressions contenant des racines carrées d'entiers ou de rationnels sont également simplifiées. La TI-89 / TI-92 Plus applique les méthodes classiques : mises en facteurs, multiplication par la quantité conjuguée du dénominateur... Il est également possible de manipuler des expressions contenant des valeurs absolues.

Racine carrée

Appuyez sur $\boxed{2\text{nd}}[\sqrt{\quad}]$ pour calculer la racine carrée d'une expression.

$\sqrt{7220}$	$38 \cdot \sqrt{5}$
$\text{factor}(7220)$	$2^2 \cdot 5 \cdot 19^2$
$\frac{1}{\sqrt{3} - \sqrt{2}}$	$\sqrt{3} + \sqrt{2}$
$\frac{\sqrt{5} - \sqrt{2}}{\sqrt{5} + \sqrt{2}}$	$\frac{-(2 \cdot \sqrt{10} - 7)}{3}$

— L'utilisation de la fonction **factor** permet de comprendre le résultat précédent.

Remarques.

1. L'argument doit toujours être placé entre parenthèses. On écrit donc $\sqrt{(7220)}$, même si la machine affiche $\sqrt{7220}$.
2. La parenthèse ouvrante s'inscrit automatiquement lorsque l'on appuie sur $\boxed{2\text{nd}}[\sqrt{\quad}]$.
N'oubliez pas de taper la parenthèse fermante correspondante.

Les expressions plus complexes, contenant par exemple des imbrications de racines carrées, peuvent également être automatiquement simplifiées :

$\sqrt{3 - \sqrt{5}} + \sqrt{3 + \sqrt{5}}$	$\sqrt{10}$
$\sqrt{3 - \sqrt{5}} - \sqrt{3 + \sqrt{5}}$	$-\sqrt{2}$
$\sqrt{\frac{3 + 2 \cdot \sqrt{2} - \sqrt{3 - 2 \cdot \sqrt{2}}}{2}}$	1

Valeur absolue

Vous trouverez la fonction **abs** dans le menu **MATH/Number**, mais vous pouvez également taper directement son nom.

$| -5 |$	5
$| 3 |$	3
$| 2 - \sqrt{5} |$	$\sqrt{5} - 2$
$| 3 - \sqrt{5} |$	$3 - \sqrt{5}$

Calculs sur les nombres réels

Les fonctions présentées dans cette page permettent d'obtenir la partie entière d'un nombre ou encore de travailler sur la représentation décimale de ce nombre.

Ces différentes fonctions se trouvent dans le menu **MATH/Number**, accessible en appuyant sur $\boxed{2\text{nd}} \boxed{[MATH]} \boxed{1}$.

Partie entière

Note. La fonction **int** ne figure pas dans le menu **MATH/NUMBER**.
Le plus simple est de taper directement son nom.

Deux fonctions permettent d'obtenir la partie entière (plus grand entier inférieur ou égal à un nombre) : **int** et **Floor**.

```
■ int(x)           floor(x)
■ int(-3.5)        -4.
■ int(π)           3
```

Il ne faut pas confondre ces fonctions avec la fonction **iPart** qui coïncide avec la partie entière pour les nombres positifs, mais pas pour les nombres négatifs.

Pour x négatif non entier, $\mathbf{iPart}(x) = -\mathbf{int}(-x) = \mathbf{int}(x) + 1$.

```
■ int(34.58)       34.
■ iPart(34.58)     34.
■ int(-3.585)      -4.
■ iPart(-3.585)    -3.
```

Partie fractionnaire

La fonction **fPart** retourne la partie fractionnaire :

$$\mathbf{fPart}(x) = x - \mathbf{iPart}(x)$$

```
■ fPart(12.58)     .58
■ fPart(-12.58)    -.58
■ iPart(12.58) + fPart(12.58)
                  12.58
■ iPart(-12.58) + fPart(-12.58)
                  -12.58
```

Arrondi

Note. Les résultats obtenus ci-contre sont affichés sous cette forme lorsque la TI-89 / TI-92 Plus est en mode **FLOAT**.

La fonction **round** permet d'arrondir un nombre.

round(x, n) permet d'obtenir une valeur approchée de x à 10^{-n} près.

Le deuxième argument doit être un entier compris entre 0 et 12.

```
■ round(π, 5)      3.14159
■ round(√2, 10)    1.4142135624
■ round(√2, 0)     1.
■ round(√2, -1)
  Error: Domain error
■ round(√2, 13)
  Error: Domain error
```

Fonctions intégrées

La TI-89 / TI-92 Plus offre toutes les fonctions classiques : trigonométrie, exponentielles et logarithmes, trigonométrie hyperbolique...
On pourra obtenir les valeurs exactes ou les valeurs approchées.

Fonctions trigonométriques

Les fonctions trigonométriques directes et inverses sont accessibles à partir du clavier.

Le résultat obtenu dépend du mode (degré ou radian) choisi. Celui-ci est affiché en bas de l'écran.

Pour régler ce mode, appuyez sur **MODE** \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow puis sur **1** ou **2** et validez votre choix en appuyant sur **ENTER**.



- Lorsque la TI-89 / TI-92 Plus est en mode radian, il est possible d'obtenir le sinus, le cosinus ou la tangente d'un angle exprimé en degré. Il suffit de faire suivre la mesure de l'angle du symbole $^\circ$ accessible dans le menu **MATH/Angle** ou en appuyant sur **2nd** $[^\circ]$.
- Il est également possible de demander le calcul d'un angle exprimé en radian alors que la machine est en mode degré. On utilise le symbole r présent dans le menu **MATH/Angle**.

Valeur approchée obtenue en appuyant sur **ENTER**

On demande ici le cosinus d'un angle de 45 radians !

Calcul du cosinus d'un angle exprimé en degrés.

La machine travaille ici en mode radian.

Fonctions intégrées (suite)

Fonctions logarithmes et exponentielles

Les fonctions logarithme et exponentielle de base e sont accessibles directement à partir du clavier :

TI-89 : touches $\text{[2nd]} \text{[LN]}$ et $\text{[e] } [e^x]$.

TI-92 Plus : touches [LN] et $\text{[2nd]} [e^x]$.

Note. On obtient le logarithme décimal avec la fonction **log**, accessible dans le catalogue général.

■ $\ln(e^x)$	$\ln(e^x)$
■ $\ln(e^x)$	x
■ $\log(z)$	$\frac{\ln(z)}{\ln(10)}$
■ $\log(2.58)$	.411619705963

Erreur... on a entré $\text{[alpha]} [E] \text{[]} [X]$ au lieu d'utiliser $[e^x]$.

Formule de calcul du logarithme décimal.

On obtient ici une valeur approchée car l'argument est un nombre décimal.

Puissances quelconques, racines.

Les calculs de puissances se font à l'aide de la touche [] .

Note. Pour obtenir la racine n-ième d'un nombre, on l'élève à la puissance $1/n$.

■ 2^{32}	4294967296
■ $4294967296^{1/4}$	256
■ $\left(\frac{8}{125}\right)^{2/3}$	$4/25$
■ $\left(\frac{8}{125}\right)^{2/3}$	.16

Valeur approchée obtenue en appuyant sur $\text{[]} \text{[ENTER]}$.

Fonctions hyperboliques

Les fonctions hyperboliques directes ou inverses sont accessibles dans le menu **MATH/Hyperbolic**.

F1	F2	F3	F4	ES	F6
To	MATH			0	Clean Up
	4	Matrix	▶		
	5	Complex	▶		
	6	Statistics	▶		
	1	sinh()	▶		
	2	cosh()	▶		
	3	tanh()	▶		
	4	sinh ⁻¹ ()	▶		
	5	cosh ⁻¹ ()	▶		
	6	tanh ⁻¹ ()	▶		
TYPE OR USE $\text{[]} + \text{[ENTER]}$ OR [ESC]					

Valeur approchée obtenue en entrant le nombre sous forme décimale.

■ $\sinh(1)$	$\sinh(1)$
■ $\sinh(1.)$	1.17520119364
■ $\text{expand}(\sinh(1))$	$\frac{e}{2} - \frac{1}{2 \cdot e}$
■ $\sinh(1)$	1.17520119364

Valeur approchée obtenue en appuyant sur $\text{[]} \text{[ENTER]}$.

Vous trouverez la liste complète des fonctions utilisables dans l'annexe A, présente à la fin de ce manuel.

Nombres complexes

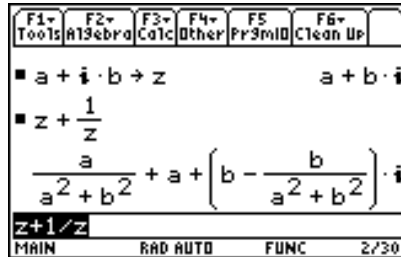


Saisie et affichage de nombres complexes.....	23-2
Opérations sur les complexes.....	23-3
Ouverture du menu MATH/Complex	23-3
Conjugaison.....	23-3
Partie réelle et imaginaire.....	23-3
Module et argument.....	23-3
Opérations algébriques.....	23-3
Racine carrée.....	23-4
Fonction puissance.....	23-4
Autres fonctions.....	23-5
Utilisation de complexes non numériques.....	23-6

Nous allons utiliser dans ce chapitre la TI-89 / TI-92 Plus pour des calculs sur les nombres complexes.

Il est possible de choisir entre une représentation de ces nombres sous forme rectangulaire ou sous forme trigonométrique.

Toutes les fonctions classiques : conjugaison, module, argument, partie réelle, partie imaginaire ainsi que les opérations algébriques sont disponibles.



Les manipulations sur les expressions algébriques : factorisation ou développement dans \mathbb{C} , ainsi que les résolutions d'équations sont étudiées dans les deux chapitres suivants.

Saisie et affichage de nombres complexes

Cette section rappelle les choix concernant l'affichage et la saisie des nombres complexes.

Tout cela est expliqué beaucoup plus en détail dans le chapitre "Utilisation de la TI-89 / TI-92 Plus".

Affichage

La TI-89 / TI-92 Plus offre le choix entre trois modes de fonctionnement :

- Calcul en mode réel.
Dans ce mode, seuls les résultats réels sont affichés, à moins que l'expression à calculer ne fasse intervenir un nombre complexe, ou utilise une fonction complexe telle que **cFactor**, **cSolve**, ou **cZeros**.
Dans les autres cas, si un calcul, portant sur des nombres réels, conduit à un résultat complexe, on obtient un message d'erreur.
- Calcul en mode complexe avec représentation des nombres sous forme rectangulaire ou
- Calcul en mode complexe avec représentation des nombres sous forme polaire.

Le choix se fait dans la boîte de dialogue MODE.



Saisie

Indépendamment du mode choisi pour l'affichage des résultats, il est possible de saisir les nombres :

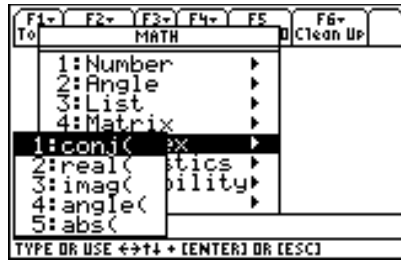
- sous forme rectangulaire, en utilisant une notation du type $x + iy$.
- sous forme polaire :
 - en utilisant une notation de la forme $re^{i\theta}$ lorsque la calculatrice est en mode RADIAN.
 - en utilisant une notation de la forme $(r\angle\theta)$ lorsque la calculatrice est en mode DEGREE.

Opérations sur les complexes

La TI-89 / TI-92 Plus permet d'effectuer toutes les opérations classiques sur les nombres complexes.

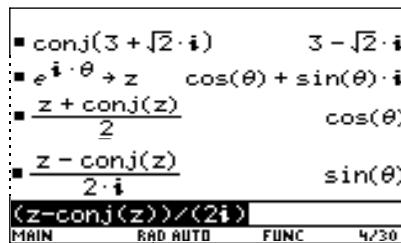
Ouverture du menu MATH/Complex

Les fonctions permettant d'obtenir le conjugué, les parties réelles et imaginaires, un argument et le module sont regroupées dans le menu **MATH/Complex** accessible en appuyant sur $[2^{nd}][MATH][5]$.



Conjugaison

On obtient le conjugué avec la fonction **conj**.

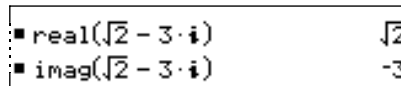


Affichage obtenu en mode Complex Format RECTANGULAR.

Mode RADIAN recommandé pour les calculs sur les complexes.

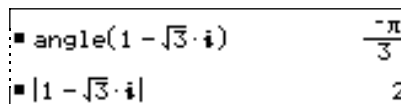
Partie réelle et imaginaire

On obtient les parties réelles et imaginaires avec les fonctions **real** et **imag**.



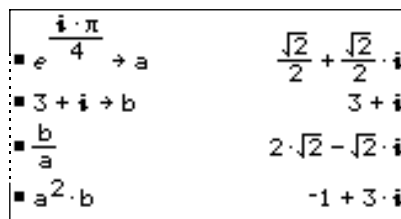
Module et argument

On obtient le module et un argument avec les fonction **abs** et **angle**.



Opérations algébriques

Il est possible d'effectuer toutes les opérations algébriques sur les nombres complexes.



Opérations sur les complexes (suite)

Racine carrée

Il est possible d'utiliser la fonction $\sqrt{}$ sur un nombre complexe z .

- Si z est nul, on obtient la valeur 0.
- Si z est non nul, on obtient la solution de l'équation $x^2 = z$ dont un argument est dans l'intervalle $]-\pi/2, \pi/2]$.

$5 \cdot e^{\frac{5 \cdot i \cdot \pi}{3}} \rightarrow z$
 $\sqrt{z} \quad \frac{\sqrt{15}}{2} - \frac{\sqrt{5}}{2} \cdot i$
 $\text{angle}(z) \quad \frac{-\pi}{3}$

Fonction puissance

Dans certains cas, il peut être utile de savoir que le calcul d'un nombre réel négatif à une puissance fractionnaire de type p/q (irréductible), avec q impair, ne produira pas le même résultat en mode réel et en mode complexe. (Choix d'une racine réelle dans le premier cas, choix de la branche principale dans le second).

Calculons par exemple $(-8)^{1/3}$.

- En mode réel, on cherche le nombre x solution de l'équation

$$x^3 = -8$$

Cette équation admet une seule solution, égale à -2 .

- En mode complexe, on écrit -8 sous la forme $r e^{i\theta}$ avec $-\pi < \theta \leq \pi$. Ici, $r = 8$ et $\theta = \pi$.

On calcule ensuite $r^{(1/3)} e^{i\theta/3}$. On obtient ainsi :

$$(-8)^{1/3} = 2 e^{i\pi/3} = 1 + \sqrt{3} i$$

Cela explique les résultats obtenus sur l'écran suivant :

F1- Tools F2- Algebra F3- Calc F4- Other F5- Pr3mID F6- Clean Up
 $(-8)^{1/3} \quad -2$
 $(-8)^{1/3} \quad 1 + \sqrt{3} \cdot i$
 $(-8)^{1/3} \quad e^{\frac{i \cdot \pi}{3}} \cdot 2$
 $(-8)^{(1/3)}$
 MAIN RAD AUTO FUNC 18/30

Résultat obtenu en modes REAL

Résultats obtenus en modes RECTANGULAR et POLAR.

... et en mode angulaire RADIAN.

Utilisation de complexes non numériques

Il est possible avec la TI-89 / TI-92 Plus de manipuler des nombres complexes utilisant une expression non numérique. Il faut alors prendre garde au fait que toutes les variables n'ayant pas reçu une valeur seront considérées comme étant réelles.

Partie réelle, partie imaginaire, conjugaison

Avant de commencer les manipulations décrites dans cette page, et la suivante utilisez l'option **Clear a-z** ou **NewProb** dans **F6 Clean Up**

Voici deux exemples illustrant les problèmes qui se posent ici.

- Soit $z = a + ib$. Quel est le conjugué de z ?
 - Si a et b sont réels, $\bar{z} = a - ib$.
 - Par contre, si a et b sont complexes, $\bar{z} = \bar{a} - i\bar{b}$.
- Quelle est la valeur de $z + \bar{z}$?
 - Si z est un complexe quelconque, on obtient $2\text{Re}(z)$.
 - Si z est en fait un nombre réel, cette expression se simplifie, et on obtient $2z$.

Résultats obtenus sur la TI-89 / TI-92 Plus

Voici les valeurs obtenues avec la TI-89 / TI-92 Plus :

```

■ conj(a + i · b)      a - b · i
■ z + conj(z)         2 · z
    
```

Tous les calculs ont été effectués en considérant que les variables a , b et z sont des variables réelles. Il est cependant possible de travailler sur la partie réelle ou imaginaire d'un nombre complexe symbolique. On peut pour cela utiliser deux méthodes.

Méthode 1 : utiliser le symbole $_$ (TI-89 : \blacktriangleright [-] TI-92 Plus : $\boxed{2nd}$ [-]) comme dernier caractère du nom de variable pour désigner une variable complexe.

```

■ imag(z)              0
■ imag(z_)            imag(z_)
    
```

$z_$ est traitée comme une variable complexe (à moins que z n'existe déjà, elle conserve alors son type de données existant).

Méthode 2 : définir une variable complexe en lui affectant une valeur du type $x + iy$ ou du type $re^{i\theta}$ (sous réserve que les variables x, y, r ou θ ne contiennent pas de valeurs particulières). Par exemple :

```

■ a + i · b → z      a + b · i
■ real(z)            a
■ imag(z)            b
■ conj(z)            a - b · i
■ real( (z+1) / (z-1) )
                    a² + b² - 1
                    -----
                    a² - 2 · a + b² + 1
    
```

Note. Pour de meilleurs résultats dans les calculs faisant intervenir les fonctions **cSolve()** et **cZeros()**, utilisez la méthode 1.

Manipulations d'expressions

24

Développement	24-2
Développement complet.....	24-2
Développement partiel.....	24-2
Autres utilisations.....	24-2
Factorisation.....	24-3
Factorisation simple.....	24-3
Factorisation par rapport à une variable.....	24-3
Factorisation complète par rapport à une variable.....	24-3
Factorisation dans l'ensemble des nombres complexes	24-4
Simplification	24-5
Simplification automatique	24-5
Effets de la simplification automatique.....	24-5
Simplification avec conditions.....	24-6
Saisie des conditions.....	24-6
Exemples d'utilisation.....	24-6
Substitution.....	24-7
Valeur prise par une expression d'une ou plusieurs variables.....	24-7
Remplacement d'une ou plusieurs variables par une expression	24-7
Compléments sur les substitutions utilisant | .....	24-8
Aspect local.....	24-8
Évaluation.....	24-8
Expressions trigonométriques	24-9
Simplification	24-9
Développement.....	24-9
Transformation de produits en sommes.....	24-9
Transformation de $a \cos(x)+b \sin(x)$	24-10
Fonctions rationnelles.....	24-11
Numérateur et dénominateur.....	24-11
Réduction au même dénominateur	24-11
Simplification	24-12
Factorisation	24-12
Décomposition en éléments simples	24-12

Ce chapitre vous présente les principales fonctions à utiliser pour transformer une expression : factorisation, développement, simplification, substitutions...

Nous verrons également que la TI-89 / TI-92 Plus est capable de tenir compte de certaines conditions pour transformer une expression.

Développement

Il est possible d'obtenir directement le développement d'une expression en effectuant tous les produits qu'elle contient. On utilise pour cela la fonction **expand**.

La fonction **expand** est accessible dans le menu **Algebra** ($\boxed{F2} \boxed{3}$). Vous pouvez également l'utiliser en tapant directement son nom.

Développement complet

On utilise cette fonction sous la forme **expand(expr)** pour développer l'expression *expr*.

Exemple. Développement de $(x+1)^2 + |xy| + (xy)^3$

On écrit : `expand((x+1)^2+abs(x*y)+(x*y)^3)`

Note. L'utilisation de la touche \boxed{x} est indispensable lors de la saisie de xy .

```
■ expand((x+1)^2+|x*y|+(x*y)^3)
|x|*|y|+x^3*y^3+x^2+2*x+1
...x+1^2+abs(x*y)+(x*y)^3
```

Développement partiel

On utilise cette fonction sous la forme **expand(expr, var)** pour développer l'expression *expr* par rapport à la variable *var*.

Exemple. Développement de $x(a+1) + (x+1)^2$.

```
■ expand(x*(a+1)+(x+1)^2)
x^2+a*x+3*x+1
■ expand(x*(a+1)+(x+1)^2, x)
x^2+(a+3)*x+1
expand(x*(a+1)+(x+1)^2, x)
```

Développement complet de l'expression.

Développement partiel, en fonction de x

Ici, le signe * est indispensable.

Autres utilisations

Nous verrons que **expand** permet également de décomposer les fractions rationnelles. Voir page 24–12.

Factorisation

La factorisation d'une expression permet de l'exprimer sous forme d'un produit d'expressions plus simples. On l'utilise généralement pour une étude de signe, ou pour résoudre une équation. Sur la TI-89 / TI-92 Plus, ce type de manipulation s'obtient à partir de la fonction **factor**.

La fonction **factor** est accessible dans le menu **Algebra** ($\boxed{F2} \boxed{2}$). Vous pouvez également l'utiliser en tapant directement son nom.

Factorisation simple

On utilise cette fonction sous la forme **factor**(*expr*) pour factoriser l'expression *expr*.

Exemple. Factorisation de $z = x^2y^2 - x^2 - y^2 + 1$.

```
■ x2·y2 - x2 - y2 + 1 → z
      x2·(y2 - 1) - y2 + 1
■ factor(z)
(x - 1)·(x + 1)·(y - 1)·(y + 1)
factor(z)
```

Factorisation complète.

Factorisation par rapport à une variable

Dans le cas d'une expression de plusieurs variables, il est possible de préciser en fonction de quelle variable on souhaite effectuer la factorisation. On utilise alors la syntaxe **factor**(*expr*, *var*).

Exemple. Factorisation de $z = x^2y^2 - x^2 - y^2 + 1$ par rapport à *x* ou à *y* :

```
■ factor(z, x)
(x - 1)·(x + 1)·(y2 - 1)
■ factor(z, y)
(y - 1)·(y + 1)·(x2 - 1)
factor(z, y)
```

Factorisation par rapport à *x*.

Factorisation par rapport à *y*.

Factorisation complète par rapport à une variable

On doit également utiliser alors la syntaxe **factor**(*expr*, *var*) pour obtenir des factorisations plus poussées (présence de racines carrées dans la forme factorisée par exemple).

Exemple. Factorisation de $x^3 + 2x^2 - 1$.

```
■ factor(x3 + 2·x2 - 1)
(x + 1)·(x2 + x - 1)
■ factor(x3 + 2·x2 - 1, x)
(x + 1)·(2·x + √5 + 1)·(2·x - 1)
factor(x3 + 2·x2 - 1, x)
```

Factorisation dans l'ensemble des nombres complexes

Par défaut, les factorisations obtenues avec la TI-89 / TI-92 Plus ne font intervenir que des nombres réels. Il est possible d'aller plus loin à l'aide de la fonction **cFactor**.

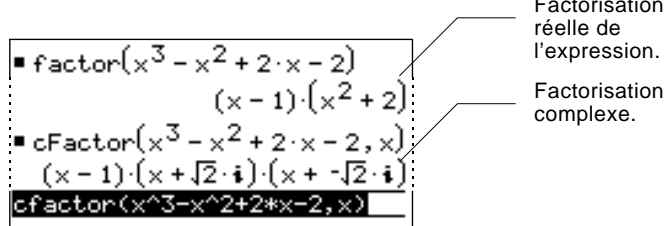
La fonction cFactor

Cette fonction est accessible dans le menu **Algebra/Complex**.



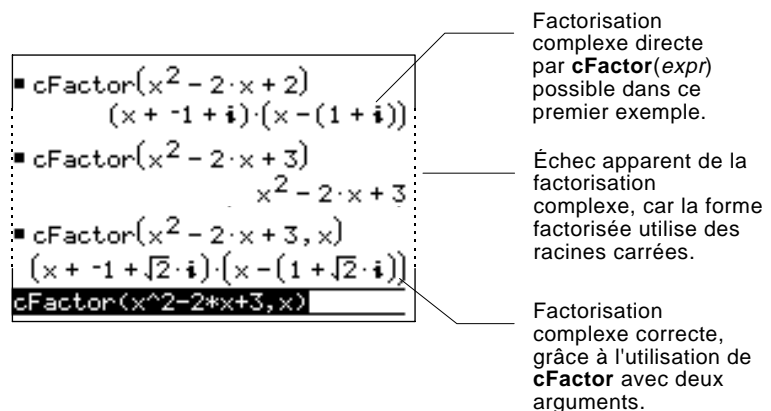
On peut aussi écrire directement son nom.

Exemple. Factorisation réelle, puis complexe de $x^3 - x^2 + 2x - 2$.
On utilise les fonctions **factor** puis **cFactor**.



Comme pour la fonction **factor**, la présence de la variable à utiliser pour la factorisation est nécessaire pour obtenir une factorisation suffisamment poussée.

En l'absence de ce deuxième argument, la factorisation par **cFactor** se limite aux polynômes à coefficients rationnels.



Simplification

La TI-89 / TI-92 Plus applique automatiquement les règles permettant de simplifier une expression.

Simplification automatique

Il suffit d'entrer l'expression à simplifier. On obtient l'expression simplifiée lorsque l'on appuie sur la touche **ENTER**.

Effets de la simplification automatique

Il est important de comprendre que cette simplification est systématiquement effectuée. Par exemple, le numérateur de l'expression

$$f(x) = \frac{x^2 - 1}{x^2 + x - 2}$$

semble bien être $x^2 - 1$.

Pourtant,

On obtient le numérateur et le dénominateur de l'expression simplifiée.

Les résultats obtenus s'expliquent en remarquant que

$$\frac{x^2 - 1}{x^2 + x - 2} = \frac{(x-1)(x+1)}{(x-1)(x+2)} = \frac{x+1}{x+2}$$

Note importante. Ceci peut être une source d'erreurs si l'on n'y fait pas attention. Par exemple, pour rechercher l'ensemble de définition de la fonction définie sur \mathbf{R} par

$$f(x) = \frac{x^2 - 1}{x^2 + x - 2}$$

on peut avoir l'idée de demander à la TI-89 / TI-92 Plus de chercher les valeurs qui annulent le dénominateur, la simplification automatique de la fonction va faire perdre la valeur $x = 1$.

Racines du dénominateur initial.

Simplification avec conditions

Certains calculs ne sont valables que lorsque certaines conditions sont satisfaites. Il est possible de préciser ces conditions en utilisant le symbole | accessible en appuyant sur $\boxed{1}$ sur la TI-89, ou sur $\boxed{2nd} \boxed{1}$ avec une TI-92 Plus.

Saisie des conditions

Il suffit d'entrer l'expression à calculer (ou l'équation à résoudre), suivie du symbole | et de la condition à satisfaire.

Exemples d'utilisation

Note. Il est indispensable d'utiliser la touche $\boxed{\times}$ lors de la saisie du produit $x \cdot y$.

Note. Vous pouvez taper **and** en toutes lettres, à partir du clavier, ou utiliser le menu **MATH/Test**.

1. Simplification de $\sqrt{x^2}$ en fonction du signe de x , puis simplification de $\ln(xy)$ pour $x > 0$ et $y > 0$.

▪ $\sqrt{x^2}$	|x|
▪ $\sqrt{x^2} | x > 0$	x
▪ $\sqrt{x^2} | x < 0$	-x
▪ $\text{expand}(\ln(x \cdot y))$	$\ln(x \cdot y)$
▪ $\text{expand}(\ln(x \cdot y)) | x > 0 \text{ and } y > 0$	$\ln(x) + \ln(y)$

2. Factorisation de $x + \sqrt{x^2 + x^4}$ en fonction du signe de x .

▪ $x + \sqrt{x^2 + x^4} \rightarrow y$	$\sqrt{x^2 + 1} \cdot |x| + x$
▪ $\text{factor}(y) | x > 0$	$x \cdot (\sqrt{x^2 + 1} + 1)$
▪ $\text{factor}(y) | x < 0$	$-x \cdot (\sqrt{x^2 + 1} - 1)$

3. Développement de $x \sqrt{1 + \frac{1}{x^2}}$ en fonction du signe de x .

▪ $x \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{x^2}} \rightarrow y$	$\sqrt{x^2 + 1} \cdot \text{sign}(x)$
▪ $\text{expand}(y) | x > 0$	$\sqrt{x^2 + 1}$
▪ $\text{expand}(y) | x < 0$	$-\sqrt{x^2 + 1}$

Substitution

Une des utilisations possibles du symbole | est de permettre la substitution d'une variable intervenant dans une expression par une valeur, une autre variable ou encore une expression.

Valeur prise par une expression d'une ou plusieurs variables

Il suffit de faire suivre l'expression à évaluer de

$$expr | var = valeur$$

ou, dans le cas d'une expression de plusieurs variables, de

$$expr | var_1=valeur_1 \text{ and } var_2=valeur_2 \text{ and } \dots \text{ and } var_n=valeur_n$$

▪ $3 \cdot x^2 + 2 \cdot x - 5$	| $x = 4$	51
▪ $\frac{x+y}{x-y}$	| $x = 1$ and $y = 3$	-2

Remplacement d'une ou plusieurs variables par une expression

La même syntaxe permet de remplacer une ou plusieurs variables par une expression quelconque. Il est également possible de remplacer une sous-expression par une autre.

▪ NewProb	Done
▪ $\frac{\ln(x+y)}{x+y}$	| $x+y=z$ $\frac{\ln(z)}{z}$
▪ $\frac{1+x}{1-x}$	| $x = \frac{1}{y}$ $\frac{y+1}{y-1}$
▪ $\sqrt{1-x^2}$	| $x = \cos(\theta)$ $|\sin(\theta)|$

Note importante. Lors des calculs de la page précédente, nous avons placé une expression dans y . Ceci aurait pu perturber les calculs présentés sur cet écran. Nous avons donc utilisé l'instruction **NewProb**, présente dans le menu **F6 : Clean Up**, qui efface en particulier le contenu de toutes les variables $a-z$. Il était également possible d'utiliser **Clear a-z**.

Il est possible d'effectuer plusieurs remplacements en une seule instruction. On peut par exemple écrire

$$x^2+y^2 | x=r*\cos(t) \text{ and } y=r*\sin(t)$$

Note. Vous pouvez taper **and** en toutes lettres, à partir du clavier, ou utiliser le menu **MATH/Test**.

▪ $x^2 + y^2$	| $x = r \cdot \cos(t)$ and $y =$	r^2
▪ \dots	$= r \cdot \cos(t)$ and $y = r \cdot \sin(t)$	

Compléments sur les substitutions utilisant |

Dans un premier temps, vous pouvez ignorer le contenu de cette page, et passer directement à la suite. Les informations qu'elle contient vous seront par contre utiles en cas de problème lors de l'utilisation de l'opérateur | pour effectuer une substitution.

Aspect local

L'utilisation de l'instruction

$$expr | var = valeur$$

ne modifie pas la valeur contenue dans *var* dans la suite des calculs.

■ NewProb	Done	
■ 5 → x	5	Valeur initiale de x.
■ $x^2 + 1 | x = 1$	2	Calcul pour x=1.
■ x	5	Valeur de x après ce calcul : la valeur initiale est conservée.

Évaluation

A priori, il y a deux possibilités pour évaluer une expression de ce type :

1. On calcule la valeur de *expr*, puis on remplace *var* par *valeur*.
2. On remplace *var* par *valeur* dans l'expression initiale *expr*, puis on calcule l'expression obtenue à partir de cette substitution.

La TI-89 / TI-92 Plus utilise la seconde méthode.

Dans l'exemple précédent, il est clair que l'expression située à gauche du | n'a pas été calculée *avant* de remplacer *x* par 1.

On aurait dans ce cas obtenu la valeur 26.

En voici un deuxième exemple :

■ NewProb	Done	
■ $\frac{(x-1)^2}{x^2-1} \rightarrow a$	$\frac{x-1}{x+1}$	Calcul pour x=1, après simplification automatique.
■ a | x = 1	0	
■ $\frac{(x-1)^2}{x^2-1} | x = 1$	undef	Calcul pour x=1, sans simplification.

Ici, un calcul préalable de l'expression conduirait à une simplification, comme celle effectuée lors du premier calcul.

Le résultat undef vient du fait que *x* a été remplacé par 1 avant tout autre calcul, ce qui a conduit à une expression contenant un 0 au numérateur et au dénominateur.

Expressions trigonométriques

Les calculs classiques sur les expressions trigonométriques : simplification, développement ou linéarisation sont directement effectués par l'intermédiaire des fonctions **tExpand** et **tCollect**. Ces deux dernières fonctions sont présentes dans le menu **Algebra/Trig**.

Simplification

La TI-89 / TI-92 Plus permet de simplifier facilement les expressions trigonométriques. En voici quelques exemples :

Note. Pour les calculs symboliques utilisant les fonctions trigonométriques, vérifiez que la TI-89 / TI-92 Plus se trouve bien en mode RADIAN.

$$\begin{array}{l} \blacksquare \cos\left(x - \frac{\pi}{2}\right) \quad \sin(x) \\ \blacksquare \tan\left(x - \frac{\pi}{2}\right) \quad \frac{-1}{\tan(x)} \\ \blacksquare (\cos(x))^4 - (\sin(x))^4 \\ \quad \quad \quad 2 \cdot (\cos(x))^2 - 1 \end{array}$$

Développement

Pour développer une expression trigonométrique, on utilise la fonction **tExpand** accessible en appuyant sur $\boxed{F2} \boxed{9} \boxed{1}$.

$$\begin{array}{l} \blacksquare \text{tExpand}(\sin(2 \cdot x)) \\ \quad \quad \quad 2 \cdot \sin(x) \cdot \cos(x) \\ \blacksquare \text{tExpand}\left(\cos\left(x + \frac{\pi}{6}\right)\right) \\ \quad \quad \quad \frac{\sqrt{3} \cdot \cos(x) - \sin(x)}{2} \\ \blacksquare \text{tExpand}(\cos(3 \cdot x) - \cos(x)) \\ \quad \quad \quad -4 \cdot (\sin(x))^2 \cdot \cos(x) \end{array}$$

Transformation de produits en sommes

La linéarisation d'un produit d'expressions trigonométriques se fait par l'intermédiaire de la fonction **tCollect** accessible en appuyant sur $\boxed{F2} \boxed{9} \boxed{2}$.

$$\begin{array}{l} \blacksquare \text{tCollect}(\cos(x) \cdot \cos(y)) \\ \quad \quad \quad \frac{\cos(x - y) + \cos(x + y)}{2} \\ \blacksquare \text{tCollect}\left((\sin(2 \cdot x))^3\right) \\ \quad \quad \quad \frac{-(\sin(6 \cdot x) - 3 \cdot \sin(2 \cdot x))}{4} \end{array}$$

Expressions trigonométriques (suite)

Transformation de a cos(x)+b sin(x)

La fonction **tCollect** permet également de transformer une expression du type $a \cos(x) + b \sin(x)$ sous la forme $r \cos(x + \varphi)$ ou $r \sin(x + \varphi)$.

$$\begin{aligned} & \blacksquare \text{tCollect}(\cos(x) - \sqrt{3} \cdot \sin(x)) \\ & \qquad \qquad \qquad 2 \cdot \cos\left(x + \frac{\pi}{3}\right) \\ & \blacksquare \text{tCollect}(\cos(x) + \sin(x)) \\ & \qquad \qquad \qquad \sqrt{2} \cdot \sin\left(x + \frac{\pi}{4}\right) \end{aligned}$$

Utilisez **tExpand** pour l'opération inverse.

$$\begin{aligned} & \blacksquare \text{tExpand}\left(6 \cdot \cos\left(x + \frac{\pi}{4}\right)\right) \\ & \qquad \qquad \qquad 3 \cdot \sqrt{2} \cdot \cos(x) - 3 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(x) \end{aligned}$$

Fonctions rationnelles

La TI-89 / TI-92 Plus permet tous les calculs de base sur les fractions rationnelles : somme, simplification, factorisation ou encore décomposition en éléments simples.

Numérateur et dénominateur

On utilise les fonctions **getNum** et **getDenom** présentes dans le menu **Algebra/Extract**.

Note. Attention, ces fonctions opèrent après simplification éventuelle. Voir page 24–5.

▪ $\frac{x^2}{x+3} \rightarrow f(x)$	Done
▪ getNum (f(x))	x^2
▪ getDenom (f(x))	$x+3$

Réduction au même dénominateur

La fonction **comDenom**, présente dans le menu **Algebra** permet d'effectuer une réduction au même dénominateur. Le numérateur et le dénominateur seront entièrement développés. Cette fonction s'utilise sous la forme : **comDenom**(expression)

▪ comDenom $\left(\frac{x^2}{(x+y)^2} + x\right)$
$\frac{x^3 + 2 \cdot x^2 \cdot y + x^2 + x \cdot y^2}{x^2 + 2 \cdot x \cdot y + y^2}$

Développement complet.

Note. Cette seconde syntaxe permet généralement d'obtenir des calculs plus rapides, et utilisant moins de mémoire.

Pour un regroupement des termes en fonction d'une variable, utilisez la syntaxe : **comDenom**(expression, var)

▪ comDenom $\left(\frac{x^2}{(x+y)^2} + x, x\right)$
$\frac{x^3 + x^2 \cdot (2 \cdot y + 1) + x \cdot y^2}{x^2 + 2 \cdot x \cdot y + y^2}$
▪ comDenom $\left(\frac{x^2}{(x+y)^2} + x, y\right)$
$\frac{y^2 \cdot x + 2 \cdot y \cdot x^2 + x^2 \cdot (x+1)}{y^2 + 2 \cdot y \cdot x + x^2}$

Regroupement en fonction de x

Regroupement en fonction de y

On peut également obtenir une forme partiellement factorisée en utilisant cette seconde syntaxe, mais avec le nom d'une variable non présente dans l'expression.

▪ comDenom $\left(\frac{x^2}{(x+y)^2} + x, z\right)$
$\frac{x \cdot (x^2 + x \cdot (2 \cdot y + 1) + y^2)}{(x+y)^2}$

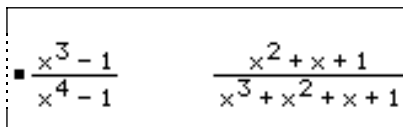
Ici, le numérateur et le dénominateur ne sont pas développés, mais partiellement factorisés.

Fonctions rationnelles (suite)

Simplification

La simplification des fractions rationnelles est automatique.

Exemple. Simplification de la fraction rationnelle $f(x) = \frac{x^3 - 1}{x^4 - 1}$

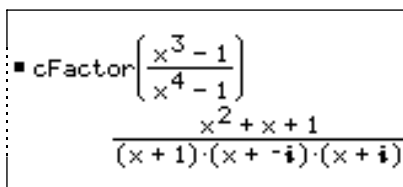

$$\frac{x^3 - 1}{x^4 - 1} = \frac{x^2 + x + 1}{x^3 + x^2 + x + 1}$$

Factorisation

On utilise la fonction **factor** ou **cFactor** (menu **Algebra/Complex**) pour une factorisation dans **C**.

Exemple. Factorisation (dans **C**) de la fraction rationnelle précédente.

Note. Le résultat sera affiché sous cette forme si on est en mode REAL ou RECTANGULAR.


$$\text{cFactor}\left(\frac{x^3 - 1}{x^4 - 1}\right) = \frac{x^2 + x + 1}{(x + 1) \cdot (x + -i) \cdot (x + i)}$$

Décomposition en éléments simples

On peut obtenir une première décomposition du type $A+B/C$ avec A, B, C polynômes, $\deg(B) < \deg(C)$, en utilisant la fonction **propFrac** sous la forme :

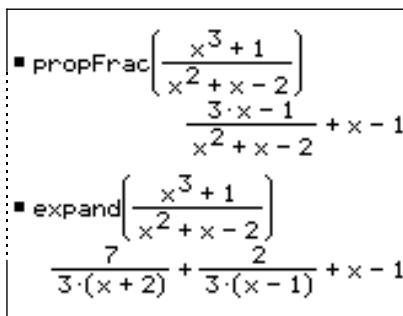
$$\text{propFrac}(\text{expression}, \text{var})$$

Pour obtenir une décomposition plus complète (décomposition en éléments simples), on utilise la fonction **expand** sous la forme :

$$\text{expand}(\text{expression}, \text{var})$$

Exemple. Décomposition de la fraction rationnelle

$$f(x) = \frac{x^3 + 1}{x^2 + x - 2}$$

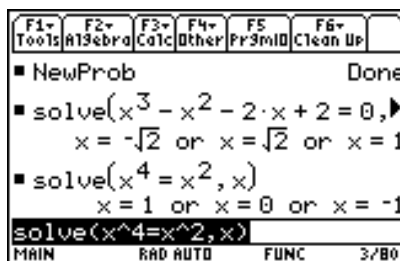

$$\begin{aligned} \text{propFrac}\left(\frac{x^3 + 1}{x^2 + x - 2}\right) &= \frac{3 \cdot x - 1}{x^2 + x - 2} + x - 1 \\ \text{expand}\left(\frac{x^3 + 1}{x^2 + x - 2}\right) &= \frac{7}{3 \cdot (x + 2)} + \frac{2}{3 \cdot (x - 1)} + x - 1 \end{aligned}$$

Équations

25

Un premier exemple	25-2
Résolution d'équations dans R	25-5
La fonction solve	25-5
La fonction zeros	25-5
Résolution dans un intervalle spécifique.....	25-5
Valeurs approchées	25-6
Équations trigonométriques.....	25-6
Résolution numérique	25-6
Résolution d'équations dans C	25-7
La fonction cSolve	25-7
La fonction cZeros	25-7
Équations utilisant le conjugué.....	25-8
Systèmes d'équations	25-9
Résolution dans R	25-9
Résolution dans C	25-10
Systèmes dégénérés	25-10
Systèmes dépendant d'un paramètre	25-11
Systèmes linéaires	25-11
Résolution approchée	25-13
Réduction de Gauss des systèmes linéaires	25-14
Réduction de Gauss.....	25-14
Réduction de Gauss Jordan.....	25-14
Manipulations sur les équations.....	25-15
Résolution par étapes.....	25-15
Extraction du membre de gauche ou de droite	25-15
Inéquations	25-16
Inéquations du premier degré	25-16
Étude pas à pas	25-16
Inéquations polynomiales.....	25-16

La TI-89 / TI-92 Plus permet la résolution numérique ou symbolique d'équations dans l'ensemble des nombres réels ou dans l'ensemble des nombres complexes.

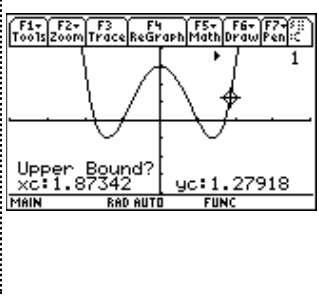
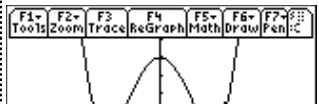
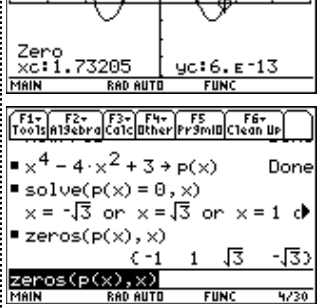
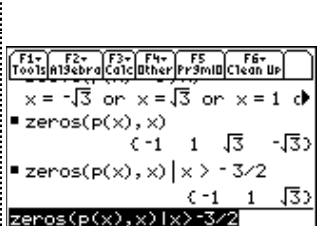




Il est également possible de résoudre des systèmes linéaires d'équations à valeurs réelles ou complexes.

Un premier exemple

Comme sur toutes les calculatrices graphiques, une première méthode possible est l'étude graphique de l'équation. Cette méthode permet d'obtenir une valeur numérique approchée des solutions. Nous verrons que la TI-89 / TI-92 Plus permet de plus d'obtenir une valeur exacte des racines.

Étapes	Touches TI-89	Touches TI-92 Plus	Affichage
1. On commence par définir la fonction, ici un polynôme, dont on veut chercher les racines.	[HOME] [2nd] [F6] [2] [ENTER] $X \wedge 4 - 4 \cdot X \wedge 2 + 3$ [STO►] alpha P (X) [ENTER]	[◀] [HOME] [F6] [2] [ENTER] $X \wedge 4 - 4 \cdot X \wedge 2 + 3$ [STO►] P (X) [ENTER]	
2. Pour faciliter la construction de la fonction associée, nous pouvons placer sa définition dans y1. Il est nécessaire ici de placer la TI-89 / TI-92 Plus en mode FUNCTION.	[MODE] [1] [ENTER] [▶] [Y=] [F1] [8] [ENTER] alpha P (X) [ENTER]	[MODE] [1] [ENTER] [▶] [Y=] [F1] [8] [ENTER] P (X) [ENTER]	
3. Nous allons représenter cette fonction dans la fenêtre graphique $[-4, 4] \times [-4, 4]$.	[▶] [WINDOW] [(-)] 4 [0] 4 [0] 1 [0] [(-)] 4 [0] 4 [0] 1 [0] 2	[▶] [WINDOW] [(-)] 4 [0] 4 [0] 1 [0] [(-)] 4 [0] 4 [0] 1 [0] 2	
4. On obtient la représentation graphique. On peut observer la présence de quatre racines.	[▶] [GRAPH]	[▶] [GRAPH]	
5. Utilisons l'outil Zero du menu Math , accessible par [F5].	[F5] 2	[F5] 2	
6. On doit ensuite déplacer le curseur sur la courbe pour indiquer la borne inférieure de l'intervalle de recherche. Quand le curseur est correctement placé, on appuie sur [ENTER].	[◀] ... [◀] ou [▶] ... [▶] [ENTER]	[◀] ... [◀] ou [▶] ... [▶] [ENTER]	

Étapes	Touches TI-89	Touches TI-92 Plus	Affichage
<p>7. On déplace de même le curseur pour déterminer la borne supérieure de l'intervalle de recherche de la solution.</p> <p><i>Note. Il est également possible d'entrer directement les valeurs des bornes de l'intervalle de recherche en les tapant lors de l'affichage des messages Lower Bound ? et Upper Bound ?</i></p>	<p>◂...◃</p>	<p>◂...◃</p>	
<p>8. En appuyant à nouveau sur ENTER, on obtient la valeur de cette racine.</p>	<p>ENTER</p>	<p>ENTER</p>	
<p>9. En revenant à l'écran de calcul, nous pouvons demander les valeurs exactes des racines. On peut pour cela utiliser la fonction solve ou la fonction zeros.</p>	<p>HOME F2 1 [alpha] P [] X [] = 0 [] X [] ENTER</p> <p>F2 4 [alpha] P [] X [] [] [] X [] ENTER</p>	<p>[] [HOME] F2 1 P [] X [] = 0 [] X [] ENTER</p> <p>F2 4 P [] X [] [] [] X [] ENTER</p>	
<p>10. Il est possible de sélectionner l'intervalle de recherche des solutions en indiquant la condition souhaitée, précédée de I (sachant que).</p>	<p>◂ [] X [2nd] [>] (-) 3 [] = 2 ENTER</p>	<p>◂ [2nd] [] X [2nd] [>] (-) 3 [] = 2 ENTER</p>	
<p>11. Etudions à présent le minimum de la fonction (pour $x > 0$).</p>	<p>[] [GRAPH]</p>	<p>[] [GRAPH]</p>	
<p>12. On peut le faire graphiquement, en utilisant l'option Minimum du menu Math.</p>	<p>[F5] 3</p>	<p>[F5] 3</p>	

Un premier exemple (suite)

Étapes	Touches TI-89	Touches TI-92 Plus	Affichage
<p>13. On définit la borne inférieure de l'intervalle de recherche, on entre ici directement la valeur numérique souhaitée.</p> <p><i>Note.</i> Le curseur se place en fait sur le pixel le plus proche du point souhaité, ce qui explique l'affichage de $x_c=.050633$ en bas de l'écran.</p>	0 [ENTER]	0 [ENTER]	
<p>14. On définit ensuite puis la borne supérieure de l'intervalle de recherche.</p> <p><i>Note.</i> Pour une définition graphique, l'utilisation de [2nd] [◀] ou [2nd] [▶] permet d'accélérer le déplacement du curseur.</p>	[◀] ... [▶]	[◀] ... [▶]	
<p>15. Il suffit d'appuyer sur [ENTER] pour obtenir une valeur numérique du minimum.</p>	[ENTER]	[ENTER]	
<p>16. Ici aussi, il est possible d'obtenir les valeurs exactes. Il suffit de chercher les racines de la dérivée.</p>	[HOME] [F2] 4 [2nd] [d] [alpha] P [] X [] , X [] [] X []	[▶] [HOME] [F2] 4 [2nd] [d] P [] X [] , X [] [] X []	
<p>17. On peut ensuite calculer les images de ces différentes racines en une seule opération.</p>	[ENTER] [alpha] P [] [2nd] [ANS] [] [ENTER]	[ENTER] P [] [2nd] [ANS] [] [ENTER]	

Résolution d'équations dans R

La TI-89 / TI-92 Plus dispose de trois fonctions destinées à la recherche des solutions d'une équation : **solve**, **zeros** et **nSolve**.

La fonction solve

La fonction **solve**, présente dans le menu **Algebra**, est accessible en appuyant sur $\boxed{F2} \boxed{1}$.

Pour résoudre une équation du type $expr_1 = expr_2$, par rapport à la variable var , on écrit :

$$\text{solve}(expr_1=expr_2, var)$$

```

■ NewProb Done
■ solve(x^3 - x^2 - 2·x + 2 = 0, x)
  x = -√2 or x = √2 or x = 1
■ solve(x^4 = x^2, x)
  x = 1 or x = 0 or x = -1
■ solve(x^4 = x^2, x)
  
```

Il est indispensable d'indiquer les deux membres de l'équation.

La fonction zeros

La fonction **zeros**, présente dans le menu **Algebra**, est accessible en appuyant sur $\boxed{F2} \boxed{4}$.

Pour déterminer les "zéros" d'une expression $expr$, c'est à dire les valeurs de la variable var annulant l'expression $expr$, on écrit :

$$\text{zeros}(expr, var)$$

```

■ x^3 - x^2 - 2·x + 2 → y
  x^3 - x^2 - 2·x + 2
■ zeros(y, x) → s
  {1 √2 -√2}
■ s[2]
  √2
■ s[2]
  
```

Note. Les valeurs obtenues sont données sous la forme d'une liste, ce qui en facilite l'utilisation ultérieure.

Sélection d'une solution.

Mémorisation de la liste des solutions dans la variable s.

Résolution dans un intervalle spécifique

Il est possible d'indiquer une condition sur la variable recherchée. C'est particulièrement utile si l'on doit résoudre l'équation dans un ensemble de définition autre que **R**.

```

■ solve(x^3 - x / √x = 0, x)
  x = 1 or x = 0 or x = -1
■ solve(x^3 - x / √x = 0, x) | x > 0
  x = 1
  
```

Cette équation n'est pas définie pour x inférieur ou égal à 0 en raison de l'utilisation de la fonction racine carrée au dénominateur.

Résolution d'équations dans R (suite)

Valeurs approchées

Il est possible d'obtenir une valeur approchée des solutions à l'aide des fonctions **solve** et **zeros** en appuyant sur \square [ENTER] à la place de [ENTER].

```

■ solve(x^2 + x - 5 = 0, x)
x =  $\frac{-(\sqrt{21} + 1)}{2}$  or x =  $\frac{\sqrt{21} - 1}{2}$ 
■ solve(x^2 + x - 5 = 0, x)
x = 1.79129 or x = -2.79129
solve(x^2+x-5=0,x)
    
```

Solutions obtenues en validant par \square [ENTER].

On peut aussi utiliser la fonction **nSolve** présente dans le menu **Algebra**. Cette fonction s'utilise comme la fonction **solve**. On obtient la valeur approchée d'une solution. Il est possible de préciser une estimation initiale, en remplaçant le nom de la variable par une égalité du type *var = estimation*, ou un intervalle de recherche de la solution en utilisant l'opérateur **I**.

Note. En cas d'échec, la fonction **nSolve** retourne la chaîne de caractères "no solution found". Dans un programme, vous pouvez utiliser la fonction **getType** pour tester ce type de résultat.

```

■ x^2 + x - 5 = 0 → eq
x^2 + x - 5 = 0
■ nSolve(eq, x) 1.79129
■ nSolve(eq, x = -3) -2.79129
■ nSolve(eq, x) | x < 0 -2.79129
■ nSolve(eq, x) | x > 4
"no solution found"
    
```

Recherche d'une solution proche de -3.
Recherche d'une solution négative.
Recherche d'une solution supérieure à 4.

Équations trigonométriques

Certaines équations trigonométriques peuvent être résolues de façon exacte par la TI-89 / TI-92 Plus. On obtient dans ce cas l'ensemble de toutes les solutions.

```

■ solve(cos(x) = -1, x)
x = (2 · @n1 - 1) · π
■ solve(cos(2 · x) = 1/2, x)
x =  $\frac{(6 · @n2 + 1) · π}{6}$  or x =  $\frac{(6 · @n2 - 1) · π}{6}$ 
solve(cos(2x)=1/2,x)
    
```

Dans l'expression des solutions, @n1 et @n2 représentent des entiers quelconques.

Utilisez les touches \ominus puis $\textcircled{0}$ pour voir le reste de la solution

Résolution numérique

En mode AUTO, quand la TI-89 / TI-92 Plus ne peut pas déterminer l'expression exacte des solutions par les fonctions **solve** ou **zeros**, on obtient la valeur approchée d'une ou plusieurs solutions.

Note. En mode EXACT, on obtient une équation équivalente si la fonction **solve** ne parvient pas à déterminer les solutions.

```

■ solve(cos(x) = x^2 - x, x)
x = 1.25115 or x = -.550009
■ solve(cos(x) = x^2 - x, x = 1)
x = 1.25115
■ zeros(cos(x) - x^2 + x, x = -)
(-.550009)
    
```

Il est possible ici aussi de préciser une estimation de la valeur cherchée.

Résolution d'équations dans C

Les fonctions **cSolve** et **cZeros** permettent d'obtenir une valeur exacte ou approchée des solutions complexes d'une équation.

La fonction cSolve

La fonction **cSolve**, présente dans le menu **Algebra/Complex**, est accessible en appuyant sur **TI-89** : $\boxed{F2}$ $\boxed{\alpha}$ A 1 **TI-92 Plus** : $\boxed{F2}$ A 1 . Pour résoudre une équation du type $expr_1 = expr_2$, par rapport à la variable var , dans l'ensemble des nombres complexes, on écrit :

$$\mathbf{cSolve}(expr_1=expr_2, var)$$

Note. Il est possible d'utiliser cette fonction en mode réel ou complexe.

Résolution dans **R**.

Résolution dans **C**.

Note. Attention à la simplification automatique de $\text{conj}(z)$ en z lorsque z est une variable symbolique. Voir page 23-8.

Remarque. Lors de l'utilisation de cette fonction, la TI-89 / TI-92 Plus applique les règles de calculs valables en mode complexe. Celles-ci sont parfois différentes de celles valables en mode réel. C'est pourquoi les solutions obtenues par **cSolve** peuvent, dans certains cas, ne pas inclure celles obtenues par **solve**.

C'est par exemple le cas lors de la résolution de l'équation $x^{1/3} = -2$. $x = -8$ est solution si on applique les règles de calcul de puissances valables dans **R**, mais n'est pas solution avec celles valables dans **C** (voir chapitre 23, page 23-5).

La fonction cZeros

La fonction **cZeros**, présente dans le menu **Algebra/complex**, est accessible en appuyant sur **TI-89** : $\boxed{F2}$ $\boxed{\alpha}$ A 3 **TI-92 Plus** : $\boxed{F2}$ A 3 .

Pour déterminer les "zéros" réels ou complexes d'une expression $expr$, c'est à dire les valeurs de la variable var annulant l'expression $expr$, on écrit :

$$\mathbf{cZeros}(expr, var)$$

Les valeurs obtenues sont données sous la forme d'une liste, ce qui en facilite l'utilisation ultérieure.

On obtient la liste des racines.

On vérifie ici que la somme des racines est bien nulle.

Vous pouvez taper le nom de cette fonction lettre par lettre.

Résolution d'équations dans C (suite)

Équations utilisant le conjugué

Par défaut, les variables symboliques sont considérées comme réelles. Cela peut être à l'origine de résultats inattendus lors de la résolution d'une équation utilisant z et \bar{z} .

En effet, lors de la simplification préalable de cette équation, **conj**(z) sera remplacé par z , ce qui aura naturellement des conséquences sur la résolution de cette équation.

Ainsi par exemple, l'équation

$$z + (2 - 3i)\bar{z} = 1 + 2i$$

devient

$$3(1 - i)z = 1 + 2i$$

si l'on considère que z est un réel...

Pour résoudre correctement une équation de ce type, on doit placer dans z l'expression $x + iy$, puis prendre la partie réelle et la partie imaginaire de l'équation. On obtient ainsi un système de deux équations permettant de déterminer les valeurs de x et y .

Voici comment procéder avec l'équation précédente :

```
■ NewProb Done
■ x + i · y → z x + y · i
■ z + (2 - 3 · i) · conj(z) = 1 + 2i
  3 · x - 3 · y + (-3 · x - y) · i = 1
z + (2 - 3i) * conj(z) = 1 + 2i → eq1

■ real(eq) → eq1 3 · x - 3 · y = 1
■ imag(eq) → eq2 -3 · x - y = 2
■ solve(eq1 and eq2, {x y})
  x = -5/12 and y = -3/4
solve(eq1 and eq2, {x, y})
```

En séparant les parties réelles et imaginaires de l'équation, on a été amené à résoudre le système :

$$\begin{cases} 3x - 3y = 1 \\ -3x - y = 2 \end{cases}$$

ce qui a été fait directement avec la fonction **solve** (voir Systèmes d'équations, pages 25-9 et suivantes).

Nous obtenons ici $x = -5/12$ et $y = -3/4$, soit $z = -\frac{5}{12} - \frac{3}{4}i$.

Note. Il est également possible d'indiquer à la TI-89 / TI-92 Plus qu'une variable symbolique est complexe, en lui donnant un nom se terminant par $_c$.

Cependant cette méthode ne suffit pas toujours pour obtenir une résolution symbolique correcte.

Il est préférable d'utiliser la méthode décrite dans cette section.

Systemes d'equations

La TI-89 / TI-92 Plus offre la possibilite de resoudre de nombreux types de systemes d'equations, lineaires ou non lineaires. On dispose pour cela des fonctions **solve**, **zeros**, **cSolve**, **cZeros** et **simult**.

Resolution dans R

Pour chercher les solutions reelles d'un systeme quelconque, on peut utiliser la fonction **solve** pour obtenir les solutions sous la forme d'egalites reliees par des **and** ou des **or** :

Pour une resolution symbolique, la fonction **solve** s'utilise sous la forme :

solve(equation1 and equation2 [and ...], {var1, var2 [, ...]})

Note. Il est possible de memoriser les equations a resoudre dans une variable. On peut par exemple ecrire $y=x^2-2$ and $x+2y=-1 \rightarrow$ sys puis resoudre en ecrivant **solve**(sys,{x,y}).

Par contre, il n'est pas possible de memoriser la liste des inconnues dans une variable.

Par exemple, apres $\{x,y\} \rightarrow v$ l'instruction **solve**(sys,v) provoquerait une resolution des deux equations par rapport a la variable v.

En effet, la valeur eventuelle de la variable utilisee comme inconnue est ignoree, sauf s'il s'agit du nom d'une autre variable.

Par exemple, le fait que x contienne une valeur numerique ne perturbe pas la resolution de **solve**($2x+a=0,x$)

Par contre si on a utilise au préalable une instruction $a \rightarrow v$, alors **solve**($2x+a=0,v$) est interprete comme une resolution par rapport a la variable a, et on obtient $a=-2x$.

Par exemple, pour resoudre le systeme $\begin{cases} y = x^2 - 2 \\ x + 2y = -1 \end{cases}$, on ecrira : **solve**($y=x^2-2$ and $x+2y=-1$,{x,y}) **ENTER**

Conseil. Pour entrer cette instruction, vous pouvez utiliser le menu personnalise par defaut.

Pour l'activer, appuyez sur **2nd** [CUSTOM], puis selectionnez **F3** **4** pour copier **solve**(and ,{x,y}) dans la ligne d'edition.

La fonction **zeros** permet d'obtenir une liste ou une matrice contenant les valeurs possibles des solutions.

Elle s'utilise sous la forme :

zeros({expression1, expression2 [, ...]}, {var1, var2 [, ...]})

Il faut auparavant transformer les equations pour les mettre sous la forme $expression_k = 0$.

Par exemple, le systeme precedent equivaut a $\begin{cases} y - x^2 + 2 = 0 \\ x + 2y + 1 = 0 \end{cases}$.

On ecrit donc

zeros({ $y - x^2 + 2$, $x + 2y + 1$ }, {x,y}) **ENTER**

Cette deuxieme syntaxe facilite la "recovery" des valeurs eventuelles des solutions :

On accede a la i^{eme} valeur de la j^{eme} variable par **ans**(1)[i,j].

Systemes d'equations (suite)

Résolution dans C

Note. Le menu CUSTOM par défaut, que l'on peut activer en appuyant sur **TI-89** : [2nd] [F6] [3] [ENTER]
TI-92 Plus : [F6] [3] [ENTER] offre un menu SOLVE bien adapté à la résolution des systèmes d'équations.

Les fonctions **cSolve** et **cZeros** s'utilisent avec la même syntaxe que les fonctions **solve** et **zeros** décrites sur la page précédente, mais elles permettent d'obtenir également les solutions à valeurs complexes.

Voici par exemples les solutions du système $\begin{cases} x+y=1 \\ x^2y^2=1 \end{cases}$ que l'on peut également écrire sous la forme $\begin{cases} x+y-1=0 \\ x^2y^2-1=0 \end{cases}$ si on désire utiliser les fonctions **zeros** ou **cZeros**.

On se limite aux solutions réelles avec **zeros** :

Note. La TI-89 / TI-92 Plus utilise la méthode d'élimination de Gröbner pour résoudre sous forme symbolique les systèmes polynomiaux, et une méthode de réduction de Gauss pour les systèmes linéaires.

On obtient les solutions réelles ou complexes avec **cZeros** :

Pour visualiser les autres solutions, utilisez **TI-89** : [↑] [⊙] et [↑] [⊙].
TI-92 Plus : [↵] [⊙] et [↵] [⊙].

Note. Pour les systèmes polynomiaux, le temps et la quantité de mémoire nécessaires aux calculs peuvent dépendre de l'ordre dans lequel vous répertoriez les inconnues. Si votre choix initial conduit à une saturation de la mémoire disponible, ou si le temps de calcul vient à bout de votre patience, vous pouvez chercher à réorganiser les variables dans les équations et/ou la liste des variables.

Systemes dégénérés

Dans certains cas, un système peut admettre une infinité de solutions, ou au contraire aucune solution.

Réolvons par exemple le système $\begin{cases} x+y-2z=2 \\ 2x+y-7z=5 \\ x+2y+z=1 \end{cases} \quad (E)$

On entre

`solve(x+y-2z=2 and 2x+y-7z=5 and x+2y+z=1,{x,y,z})` **[ENTER]**

ou

`zeros({x+y-2z-2,2x+y-7z-5,x+2y+z-1},{x,y,z})` **[ENTER]**

```
■ solve(x + y - 2 · z = 2 and 2 ▶
  x = 5 · @1 + 3 and y = -(3 · @1 ▶
■ zeros({x + y - 2 · z - 2 2 · x ▶
  [5 · @2 + 3 -(3 · @2 + 1) @2]
```

Le résultat s'exprime en fonction d'un paramètre arbitraire désigné ici par @1 dans le premier calcul, et @2 dans le second.

Note. Ce compteur est remis à 1 chaque fois que l'on efface l'écran.

Comme pour les équations trigonométriques, le numéro utilisé pour désigner un paramètre arbitraire est augmenté d'une unité à chaque nouveau calcul.

L'affichage précédent montre que l'ensemble des solutions de cette équation est :

$$S = \{(5z + 3, -(3z + 2), z), z \in \mathbf{R}\} \text{ (pour une résolution dans } \mathbf{R})$$

Systèmes dépendant d'un paramètre

Il est également possible de résoudre des systèmes s'exprimant en fonction d'un ou plusieurs paramètres réels. Il faut cependant prendre garde au fait que la solution obtenue risque de ne pas être valable pour certaines valeurs du ou des paramètres.

Exemple. Résolution de $\begin{cases} ax + y = 1 \\ x + y = a \end{cases}$.

Le calcul du déterminant $\begin{vmatrix} a & 1 \\ 1 & 1 \end{vmatrix}$ montre que ce système est dégénéré pour $a = 1$. Ce cas devra donc être traité à part.

```
■ a · x + y = 1 and x + y = a
  a · x + y = 1 and x + y = a
■ solve(s, {x y})
  x = -1 and y = a + 1
■ solve(s, {x y}) | a = 1
  x = -(@3 - 1) and y = @3
```

Attention, ce résultat n'est pas valable pour $a=1$ comme le montre le calcul suivant.

Systèmes linéaires

Pour résoudre un système linéaire, on peut également travailler sous forme matricielle.

On obtient ensuite la solution du système par la commande

simult(a,b)

où a représente la matrice des coefficients des inconnues dans les premiers membres, et b la matrice colonne formée par les membres de droite.

Cette fonction est accessible dans le menu **MATH/Matrix**.

Systemes d'equations (suite)

Exemple. Resolvons le systeme d'equations

$$\begin{cases} 2x + 3y + 4z = 5 \\ x - y + z = 2 \\ x + y - 3z = 1 \end{cases}$$

Ici, $a = \begin{bmatrix} 2 & 3 & 4 \\ 1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & -3 \end{bmatrix}$ $b = \begin{bmatrix} 5 \\ 2 \\ 1 \end{bmatrix}$

On entre donc `simult([2,3,4;1,-1,1;1,1,-3],[5;2;1])` **ENTER**

Note. On pourrait aussi utiliser l'editeur de matrices pour definir a et b.

On peut aussi proceder par etapes, en entrant au prealable les deux matrices dans deux variables a et b, puis en appliquant la fonction **simult** a ces deux matrices comme ci-dessous :

The image shows a TI-89 calculator screen with the following content:

- A cursor points to a matrix input: $\begin{bmatrix} 2 & 3 & 4 \\ -1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -3 \end{bmatrix} \rightarrow a$
- Below it, another matrix input: $\begin{bmatrix} 5 \\ 2 \\ 1 \end{bmatrix} \rightarrow b$
- At the bottom, the command `simult(a,b)` is entered, and the result is displayed as $\begin{bmatrix} -5/22 \\ 18/11 \\ 3/22 \end{bmatrix}$.

Ecran obtenu a partir du defilement de 3 ecrans de la TI-89

La fonction **simult** permet egalement de resoudre en une seule operation plusieurs systemes lineaires (meme premier membre, mais seconds membres differents).

Exemple. Resolution de $\begin{cases} 2x + 3y + 4z = 1 \\ x - y + z = 2 \\ x + y - 3z = 3 \end{cases}$ et de $\begin{cases} 2x + 3y + 4z = 1 \\ x - y + z = 0 \\ x + y - 3z = 2 \end{cases}$

On entre `simult([2,3,4;1,-1,1;1,1,-3],[1,1;2,0;3,2])`

The image shows a TI-89 calculator screen with the following content:

- The command `simult` is entered with two matrices: $\begin{bmatrix} 2 & 3 & 4 \\ -1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -3 \end{bmatrix}$ and $\begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 2 & 0 \\ 3 & 2 \end{bmatrix}$.
- The result is displayed as $\begin{bmatrix} -19/22 & 3/11 \\ 20/11 & 7/11 \\ -15/22 & -4/11 \end{bmatrix}$.

Par contre, il n'est pas possible de resoudre un systeme lineaire degenerate avec la fonction **simult**.

On obtient le message "**Singular matrix**".

Utilisez dans ce cas la fonction **solve** ou **zeros** pour une resolution dans **R**, **cSolve** ou **cZeros** pour une resolution dans **C**.

Résolution approchée

Note. Le menu CUSTOM par défaut, que l'on peut activer en appuyant sur TI-89 : [2nd] [F6] [3] [ENTER] TI-92 Plus : [F6] [3] [ENTER] offre un menu SOLVE bien adapté à la résolution des systèmes d'équations.

Il est possible de résoudre sous forme symbolique des systèmes d'équations linéaires, ou des systèmes dont les deux membres sont des fonctions polynomiales (à une ou plusieurs variables) des inconnues.

Cependant dans ce dernier cas, si les degrés des polynômes sont trop importants, il ne sera pas possible d'obtenir une résolution exacte. Il en est de même pour les systèmes faisant intervenir des équations non polynomiales.

Si on utilise la syntaxe

solve(*équation1 and équation2 [and ...], {var1, var2 [, ...]*)

on obtient l'une des solutions approchées possibles.

Il est également possible d'indiquer que l'on cherche une solution proche d'une valeur particulière pour une ou plusieurs inconnues.

Il suffit pour cela de remplacer un ou plusieurs noms de variables par une égalité du type *var = estimation*.

Exemple. Résolution de
$$\begin{cases} ye^z = 1 \\ -y = \sin(z) \end{cases}$$

Ce système admet plusieurs solutions, qu'il n'est pas possible d'obtenir sous forme symbolique.

On cherche d'abord une solution, puis on cherche une solution (*y, z*) telle que *z* soit proche de 6 :

```
■ e^y · y = 1 and -y = sin(z) → eq
  y · e^z = 1 and y = -sin(z)
■ solve(eq, {y z})
  y = .041458 and z = 3.18306
■ solve(eq, {y z=6})
  y = .001871 and z = 6.28131
solve(eq, {y, z=6})
Warnin3: More solutions may exist
```

On utilise avec une syntaxe analogue les autres fonctions de résolution, **zeros**, **cSolve** et **cZeros**.

Note. Une condition initiale non réelle est souvent nécessaire pour déterminer une solution non réelle. Pour des raisons de convergence, une valeur initiale devrait être relativement proche d'une solution.

```
■ e^w = w and w = z^2 → eq
  w = z^2 and e^z = w
■ cSolve(eq, {w z})
  w = .494866 and z = -.7034▶
■ cSolve(eq, {w z=1+i})
  w = .149606 + 4.8919·i and▶
cSolve(eq, {w, z=1+i})
Warnin3: More solutions may exist
```

Réduction de Gauss des systèmes linéaires

Il est également possible avec la TI-89 / TI-92 Plus d'obtenir la réduction d'un système sous forme triangulaire.

Réduction de Gauss

La fonction **ref**, accessible dans le menu **MATH/Matrix** permet d'obtenir un système équivalent à (E) , mais plus simple à résoudre.

Il faut pour cela construire une matrice contenant les coefficients des membres de gauche et de droite des équations du système.

On applique ensuite la fonction **ref** à cette matrice et on obtient la matrice associée au système simplifié.

Reprenons l'exemple du système
$$\begin{cases} x+y-2z=2 \\ 2x+y-7z=5 \\ x+2y+z=1 \end{cases} \quad (E)$$

La matrice à utiliser est ici :
$$M = \begin{bmatrix} 1 & 1 & -2 & 2 \\ 2 & 1 & -7 & 5 \\ 1 & 2 & 1 & 1 \end{bmatrix}.$$

■ ref $\left(\begin{bmatrix} 1 & 1 & -2 & 2 \\ 2 & 1 & -7 & 5 \\ 1 & 2 & 1 & 1 \end{bmatrix} \right)$

$$\begin{bmatrix} 1 & 1/2 & -7/2 & 5/2 \\ 0 & 1 & 3 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

On obtient :
$$\begin{cases} x + \frac{1}{2}y - \frac{7}{2}z = \frac{5}{2}, \text{ avec } z \text{ quelconque.} \\ y + 3z = -1 \end{cases}$$

Réduction de Gauss Jordan

la fonction **rref** permet une réduction encore plus poussée.

■ rref $\left(\begin{bmatrix} 1 & 1 & -2 & 2 \\ 2 & 1 & -7 & 5 \\ 1 & 2 & 1 & 1 \end{bmatrix} \right)$

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & -5 & 3 \\ 0 & 1 & 3 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Ici, le système est donc équivalent à :
$$\begin{cases} x - 5z = 3 \\ y + 3z = -1 \end{cases}, \text{ avec } z \text{ quelconque.}$$

Cela montre (voir aussi Systèmes dégénérés, page 25-10) que les solutions de ce système sont : $S = \{(3+5z, -1-3z, z) \mid z \in \mathbf{R}\}$

Manipulations sur les équations

Il est possible de résoudre une équation par étapes. Les fonctions **left** et **right** permettent d'accéder aux membres de gauche et de droite.

Résolution par étapes

On peut placer une équation dans une variable, puis effectuer les opérations souhaitées.

Ces opérations sont effectuées simultanément sur les membres de gauche et de droite de l'équation.

```

■ NewProb Done
■ 5·x + 4 = 2·(x + 3) → eq
    5·x + 4 = 2·(x + 3)
■ expand(eq)
    5·x + 4 = 2·x + 6
■ eq - 2·x → eq
    3·x + 4 = 6
■ eq - 4 → eq
    3·x = 2
■ eq / 3 → eq
    x = 2/3
    
```

Extraction du membre de gauche ou de droite

On utilise les fonctions **left** et **right** pour extraire le membre de droite ou le membre de gauche d'une équation.

Ces fonctions sont accessibles dans le menu **Algebra/Extract**.



```

■ (x + 1)3 = 2·x2 + x + 5 → eq
    (x + 1)3 = 2·x2 + x + 5
■ left(eq) - right(eq)
    x3 + x2 + 2·x - 4
■ factor(x3 + x2 + 2·x - 4)
    (x - 1)·(x2 + 2·x + 4)
factor(ans(1))
    
```

On calcule ici la différence des deux membres de l'équation.

Puis on la factorise.

Inéquations

La fonction **solve** permet également de résoudre les inéquations du premier degré.

Inéquations du premier degré

La résolution est directe pour les inéquations se ramenant à une inéquation du premier degré (sans paramètre).

```
■ solve(3·x + 2 < 4·x + 5, x)
  x > -3
■ solve(x^2 + 2 ≤ (x + 1)·(x + 5)
  x ≥ -1/2
■ solve(x^2 + 2 ≤ (x + 1)·(x + 5), x)
```

Ici, les termes en x^2 se simplifient.

Étude pas à pas

Il est également possible d'effectuer une résolution pas à pas d'une inéquation.

Dans les opérations de multiplication ou de division par une expression non numérique, vous devrez indiquer le signe de cette expression.

```
■ a·x + b > 0 → e1      a·x + b > 0
■ e1 - b → e2          a·x > -b
■ e2/a | a > 0         x > -b/a
■ e2/a | a < 0         x < -b/a
■ e2/a | a < 0
```

Inéquations polynomiales

Pour étudier pas à pas les inéquations polynomiales plus complexes, vous pourrez utiliser une factorisation préalable. Il suffit ensuite d'étudier le signe de chaque facteur.

Utilisation d'un programme

La fonction **part** – voir chapitre 38, “Programmation avancée” – permet également d'écrire des programmes ou des fonctions de calculs symboliques permettant d'augmenter les possibilités de la TI-89 / TI-92 Plus dans différents domaines.

Il est en particulier possible d'écrire un programme de résolution d'inéquations polynomiales ou rationnelles.

Vous en trouverez un exemple dans ce dernier chapitre.

```
ineq(x+1 ≥ 4/(x-1))
Solutions :
x ≥ -√5 and x < 1 or x ≥ √5
MAIN RAD AUTO FUNC PART
```

Fonctions

26

Un premier exemple	26-2
Définition d'une fonction	26-4
Fonctions simples.....	26-4
Fonctions définies à partir d'autres fonctions.....	26-4
Fonctions définies par morceaux	26-5
Utilisation de la fonction when	26-5
Conditions multiples	26-5
Conditions indéterminées.....	26-6
Utilisation de If ... Then ... Else ... Endif	26-6
Valeurs d'une fonction d'une variable.....	26-7
Calcul exact d'une valeur isolée	26-7
Calcul exact d'une liste de valeurs	26-7
Construction automatique du tableau de valeurs.....	26-7
Définition d'une fonction de plusieurs variables.....	26-8
Définition d'une fonction dans l'écran de calcul.....	26-8
Utilisation de \square [Y=]	26-8
Utilisation de l'éditeur de fonctions.....	26-9

Ce chapitre présente les notions de base concernant la définition de fonctions numériques d'une ou plusieurs variables. Vous trouverez davantage d'informations sur les possibilités évoluées de la TI-89 / TI-92 Plus dans le chapitre 31, qui décrit en détail la programmation de cette calculatrice.



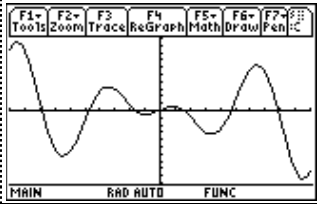
Un premier exemple

Vous trouverez dans ces deux pages les principales manipulations à effectuer pour définir et utiliser une fonction.

Dans le premier exemple, $f(x)=x \cdot \cos(x)$.




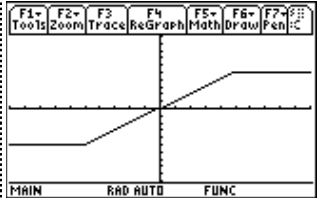
Dans le deuxième, f est une fonction définie par morceaux.

Étapes	Touches TI-89	Touches TI-92 Plus	Affichage
1. Afficher la boîte de dialogue MODE.	[HOME] [2nd] [F6] [2] [ENTER] [MODE]	[♦] [HOME] [F6] [2] [ENTER] [MODE]	
2. Choisir Graph mode : FUNCTION et Angle : RADIAN.	◀ 1 ▶ 1 [ENTER]	◀ 1 ▶ 1 [ENTER]	
3. Définition de la fonction : choisir l'éditeur de fonctions numériques Y=, et définir $y1(x)=x \cdot \cos(x)$.	[♦] [Y=] [F1] 8 [ENTER] X [X] [2nd] [COS] X [] [ENTER]	[♦] [Y=] [F1] 8 [ENTER] X [X] [COS] X [] [ENTER]	
4. Calcul de la valeur exacte de l'image de $\pi/6$ dans l'écran initial.	[HOME] Y 1 [] [2nd] [π] ÷ 6 [] [ENTER]	[♦] [HOME] Y 1 [] [2nd] [π] ÷ 6 [] [ENTER]	
5. Calcul <i>approché</i> des images des nombres 0, 0.1, 0.2, ..., 0.7. Définition des paramètres de la table de valeurs <i>Note.</i> Si les rubriques tblStart et Δtbl sont grisées, commencez par sélectionner Independent:Auto.	[♦] [TblSet] 0 ▶ 0 . 1 [ENTER] ▶ 1 [ENTER]	[♦] [TblSet] 0 ▶ 0 . 1 [ENTER] ▶ 1 [ENTER]	
6. Affichage de la table de valeurs	[♦] [TABLE]	[♦] [TABLE]	
7. Affichage des valeurs suivantes ou précédentes.	▶ ◀	▶ ◀	
8. Affichage des valeurs de y avec une plus grande précision.	◀ ▶ ▶ ◀	◀ ▶ ▶ ◀	

Étapes	Touches TI-89	Touches TI-92 Plus	Affichage
9. Représentation graphique. Choix de la fenêtre d'affichage standard ZoomStd, ce qui provoque le tracé automatique de la courbe.	 [WINDOW] [F2] 6	 [WINDOW] [F2] 6	

Exemple 2. Représentation graphique de la fonction définie par

$$\begin{cases} \forall x \in]-\infty, -5[& g(x) = -5 \\ \forall x \in [-5, 5[& g(x) = x \\ \forall x \in [5, +\infty[& g(x) = 5 \end{cases}$$

Étapes	Touches TI-89	Touches TI-92 Plus	Affichage
1. Effacer les variables à partir de l'écran de calcul.	[HOME]	[HOME]	
2. Afficher la boîte de dialogue APPLICATIONS.	[2nd] [F6] [2] [ENTER]	[F6] [2] [ENTER]	
3. Choisir Program Editor : New...	7 3	7 3	
4. Choisir ensuite le Type : Fonction et indiquer le nom de la fonction	[D] 2 [D] [D] [G] [ENTER] [ENTER]	[D] 2 [D] [D] [G] [ENTER] [ENTER]	
5. Compléter la définition de la fonction (voir écran à droite)	X [D] [D] [F2] 2 2 X [2nd] [-] [-] 5 [D] [-] 5 [ENTER] [F2] 2 3 X [2nd] [-] 5 [D] [2nd] [D] X [ENTER] [D] 5	X [D] [D] [F2] 2 2 X [2nd] [-] [-] 5 [D] [-] 5 [ENTER] [F2] 2 3 X [2nd] [-] 5 [D] [2nd] [D] X [ENTER] [D] 5	
6. On peut ensuite revenir à l'écran de calcul et demander l'affichage de la représentation graphique de la fonction.	[HOME] [F4] [2] [alpha] G (X) [ENTER]	[HOME] [F4] [2] G (X) [ENTER]	

Définition d'une fonction

Cette section et la suivante présentent différentes manières de définir une fonction avec la TI-89 / TI-92 Plus.

Fonctions simples

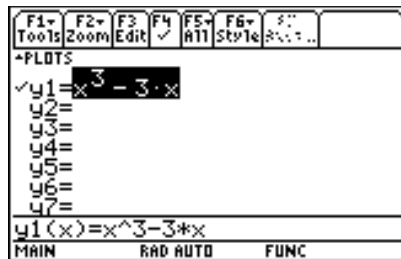
Pour définir une fonction définie par une expression comme par exemple la fonction définie de \mathbf{R} dans \mathbf{R} par

$$f(x) = x^3 - 3x$$

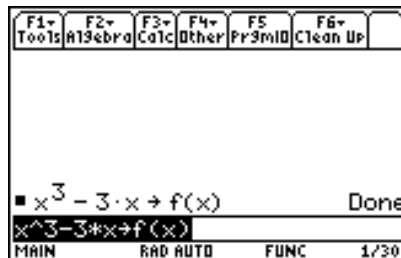
vous pouvez choisir entre l'une des deux méthodes suivantes :

Suggestion. Choisissez cette méthode si vous pensez utiliser cette fonction pour une représentation graphique, ou pour la construction d'un tableau de valeurs

1. On peut définir cette fonction en utilisant l'éditeur de fonctions numériques accessible par \square [Y=]. Vous choisirez alors de mémoriser la définition de cette fonction dans l'une des 99 variables pré-définies.



2. On peut aussi taper directement l'expression définissant la fonction, puis mémoriser cette expression dans $f(x)$ en utilisant la touche \square [STO].

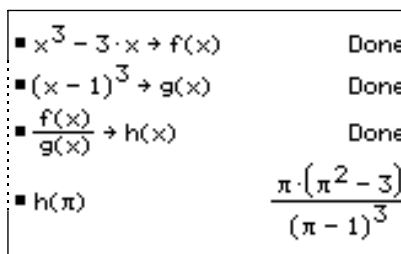


Fonctions définies à partir d'autres fonctions

Il est possible de définir, à partir de l'écran de calcul ou dans l'écran [Y=], une fonction à partir d'autres fonctions déjà existantes.

On peut par exemple écrire

Note. Nous verrons qu'il est également possible de définir une nouvelle fonction comme dérivée ou primitive d'une fonction déjà existante.



Fonctions définies par morceaux

On rencontre également des fonctions prenant des expressions distinctes sur différents intervalles. Il est possible de les manipuler à l'aide des structures conditionnelles offertes par la TI-89 / TI-92 Plus.

Utilisation de la fonction when

Note. A partir de l'écran de calcul, vous pouvez taper when en toutes lettres, ou utiliser le catalogue des fonctions.

À partir de l'éditeur de programmes, utilisez le menu **Control** (F2).

La syntaxe courante de la fonction **when** est :

$$\text{when}(\text{condition}, \text{expression1}, \text{expression2})$$

Si *condition* est vérifiée, cette fonction retourne la valeur définie par *expression1*, sinon on obtient la valeur définie par *expression2*

Exemple. Définition dans **y2** de la fonction

$$\begin{cases} f(x) = 0 & \text{si } x < 0 \\ f(x) = \sin(x) & \text{si } x \geq 0 \end{cases}$$



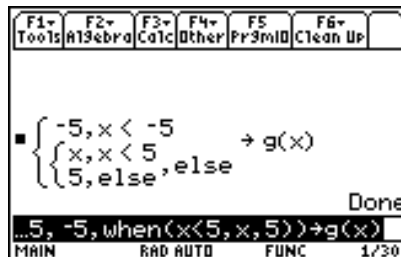
Conditions multiples

On peut imbriquer plusieurs **when** pour définir des fonctions plus complexes.

Exemple. Définition de la fonction *g* étudiée page 26-3.

$$\begin{cases} \forall x \in]-\infty, -5[& g(x) = -5 \\ \forall x \in [-5, 5[& g(x) = x \\ \forall x \in [5, +\infty[& g(x) = 5 \end{cases}$$

$$\text{when}(x < -5, -5, \text{when}(x < 5, x, 5)) \rightarrow g(x)$$



Fonctions définies par morceaux (suite)

Conditions indéterminées

Quand on utilise **when** sous la forme

when(condition, expression1, expression2)

lorsque la condition ne peut pas être évaluée, la valeur retournée est simplement égale à la définition de la fonction.

```
■ { 0, x < 0
  sin(x), else → f(x) Done
■ f(1) sin(1)
■ f(x) { 0, x < 0
        sin(x), else
```

Ici, x n'a pas de valeur numérique. Il n'est donc pas possible de savoir si la condition $x < 0$ est vérifiée.

Il est également possible d'utiliser **when** sous la forme :

when(condition, expression1, expression2, expression3)

La troisième expression sera retournée si la TI-89 / TI-92 Plus ne peut déterminer si la condition est vraie ou fausse.

Exemple. On peut définir la fonction de la page précédente en écrivant : `when(x<0,0,sin(x),"signe ?") → f(x)`

```
■ { 0, x < 0
  sin(x), else → f(x)
  "signe ?", UNDEF Done
■ f(-2) 0
■ f(a + b) "signe ?"
```

Utilisation de If ... Then ... Else ... Endif

Il est également possible de définir les fonctions par morceaux en utilisant la structure

If condition **Then** expression₁ **Else** expression₂ **Endif**

ou, pour des fonctions comportant des conditions multiples,

```
If condition Then expression1
Elseif condition2 Then expression2
...
Elseif conditionn Then expressionn
Else autre-expression
Endif
```

Par exemple, pour définir la fonction de la page précédente, on peut entrer sur la ligne de saisie

```
Define f(x)=Func : If x<-5 Then : -5 : ElseIf x<5
Then : x : Else : 5: EndIf : EndFunc 
```

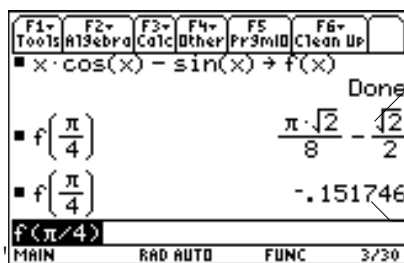
Pour définir une fonctions de ce type, il est préférable d'utiliser l'éditeur de programmes et de fonctions comme nous l'avons fait page 26-3. Cet éditeur est décrit dans le chapitre 32.

Valeurs d'une fonction d'une variable

On peut calculer les valeurs exactes ou approchées d'une fonction à partir de l'écran de calcul ou en utilisant la construction automatique d'un tableau de valeurs.

Calcul exact d'une valeur isolée

Il est facile d'obtenir les valeurs exactes ou approchées d'une fonction en un point particulier à partir de l'écran de calcul :

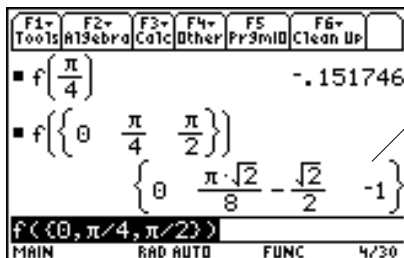


On obtient la valeur exacte en appuyant sur **ENTER**

On obtient une valeur approchée en appuyant sur **◀ ENTER**

Calcul exact d'une liste de valeurs

Il est également possible d'obtenir directement les valeurs exactes ou approchées d'une liste de valeurs.



Liste des valeurs exactes des images des nombres contenus dans la liste

Construction automatique du tableau de valeurs

Comme nous l'avons vu dans le premier exemple de ce chapitre, il est possible d'obtenir la construction automatique d'une table de valeurs numériques d'une fonction.

Ceci peut se faire :

- par l'*application* Table accessible par **[APPS] [5]** ou par **◻ [TABLE]** ;
- en utilisant la *fonction* **Table** à partir de l'écran de calcul ou dans un programme.

Vous trouverez plus d'information à ce sujet dans le chapitre 6.

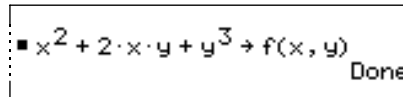
Il est également possible de construire un tableau de valeurs exactes en utilisant l'éditeur de données. Voir chapitre 16, page 16-11.

Définition d'une fonction de plusieurs variables

Sur la TI-89 / TI-92 Plus, il existe trois façons de définir une fonction de plusieurs variables : définition directe à partir de l'écran de calcul, utilisation de l'éditeur de fonctions et de programmes ou encore définition dans l'écran Y=.

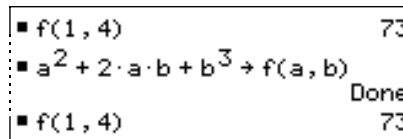
Définition d'une fonction dans l'écran de calcul

Comme pour les fonctions d'une variable, on peut définir directement une fonction à partir de l'écran de calcul :



■ $x^2 + 2 \cdot x \cdot y + y^3 \rightarrow f(x, y)$ Done

Le nom des variables utilisées pour la définition de la fonction n'a aucune importance ici. On peut par exemple utiliser a et b :

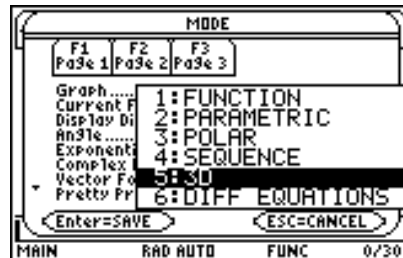


■ $f(1, 4)$ 73
■ $a^2 + 2 \cdot a \cdot b + b^3 \rightarrow f(a, b)$ Done
■ $f(1, 4)$ 73

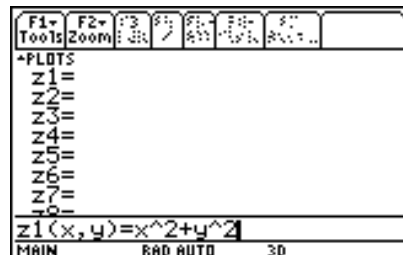
Utilisation de \square [Y=]

Il est également possible d'utiliser l'éditeur Y= pour définir une fonction de *deux* variables, mais il faut pour cela que la calculatrice soit dans le mode 3D.

Pour placer la TI-89 / TI-92 Plus dans ce mode, appuyez sur les touches **MODE** \rightarrow **5** **ENTER**.



Appuyez ensuite sur \square [Y=]. On place alors la définition de la fonction, en utilisant obligatoirement les variables x et y, dans l'un des 99 registres (de z1 à z99).



Cette méthode facilite la construction des représentations graphiques associées.

Calcul différentiel et intégral



Limites.....	27-2
Limite en un point fini.....	27-2
Limite à droite ou à gauche.....	27-2
Limite à l'infini.....	27-2
Utilisation de conditions.....	27-2
Dérivation.....	27-3
Fonction dérivée.....	27-3
Dérivée en un point.....	27-3
Dérivées d'ordre supérieur.....	27-3
Règles d'évaluation.....	27-4
Extrema.....	27-5
Syntaxe.....	27-5
Exemple.....	27-5
Recherche dans un intervalle spécifique.....	27-6
Intégration.....	27-7
Calcul de primitives.....	27-7
Calcul exact d'intégrales.....	27-8
Calculs approchés.....	27-8
Intégrales impropres.....	27-9
Calcul exact.....	27-9
Calcul approché.....	27-9
Quelques exemples utilisant l'intégration.....	27-10
Fonctions définies par une intégrale.....	27-10
Représentation graphique.....	27-10
Séries de Fourier.....	27-11
Séries de Taylor.....	27-12
Équations différentielles – fonction deSolve()	27-13
Équation du 1 ^{er} ordre.....	27-13
Équation du 2 nd ordre.....	27-14
Solution implicite.....	27-15
Fonctions de plusieurs variables.....	27-17
Dérivées partielles d'une fonction de plusieurs variables.....	27-17
Laplacien.....	27-17
Plan tangent.....	27-17
Intégrales multiples.....	27-18
Calcul d'intégrale double.....	27-18
Calcul d'intégrale triple.....	27-18

Ce chapitre présente les principales fonctions utilisables pour le calcul différentiel et intégral. La TI-89 / TI-92 Plus permet en particulier d'obtenir la valeur exacte d'une limite, d'une dérivée ou d'une intégrale, de résoudre des équations différentielles.

Au delà du bac, les utilisateurs pourront également effectuer des calculs de dérivées partielles, d'intégrales multiples ou encore des développements en série de Taylor.

Limites

La TI-89 / TI-92 Plus permet de déterminer la limite d'une fonction en un point. Cela est possible pour une limite en un point fini ou infini, on peut également étudier une limite à droite ou à gauche.

Limite en un point fini

Pour obtenir la limite de la fonction définie par l'expression $expr$ quand la variable var tend vers le point $point$, on écrit :

$$\text{limit}(expr, var, point)$$

Note. Vous pouvez taper limit en toutes lettres ou appuyer sur $\boxed{F3}$ $\boxed{3}$.

$\frac{x^2 + x}{x^2 - 1} \rightarrow f(x)$	Done
$\lim_{x \rightarrow -1} f(x)$	1/2

Limite à droite ou à gauche

Pour obtenir une limite à gauche, la syntaxe est :

$$\text{limit}(expr, var, point, -1)$$

Pour obtenir une limite à droite, la syntaxe est :

$$\text{limit}(expr, var, point, 1)$$

$\lim_{x \rightarrow 1} f(x)$	undef
$\lim_{x \rightarrow 1^+} f(x)$	∞
$\lim_{x \rightarrow 1^-} f(x)$	$-\infty$

Limite à l'infini

On peut aussi obtenir une limite en $+\infty$ ou en $-\infty$.

On obtient le symbole correspondant en appuyant sur

TI-89 : $\boxed{\diamond}$ $\boxed{[\infty]}$ TI-92 Plus : $\boxed{2nd}$ $\boxed{[\infty]}$.

Note. On n'écrit pas le signe + qui est réservé aux seules opérations d'addition sur la TI-89 / TI-92 Plus.

$\lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{x^3 + x + 1}{(2 \cdot x + 1)^2 \cdot (x - 2)} \right)$	1/4
$\dots / ((2x+1)^2(x-2)), x, \infty$	

On écrit simplement ∞ pour une limite en $+\infty$.

Utilisation de conditions

Dans le cas de fonctions utilisant des paramètres, on peut préciser des conditions :

$\lim_{x \rightarrow \infty} (a^x)$	undef
$\lim_{x \rightarrow \infty} (a^x) \mid a > 1$	∞
$\lim_{x \rightarrow \infty} (a^x) \mid a > 0 \text{ and } a < 1$	0

Restrictions

- Cette fonction ne permet pas d'étudier la limite d'une fonction définie en utilisant un **when**.
- Il est déconseillé de l'utiliser en mode APPROXIMATE.

Dérivation

La fonction $d()$ permet d'obtenir la dérivée d'une fonction. Il est également possible d'obtenir directement l'expression des dérivées d'ordre n quelconque.

Fonction dérivée

Pour obtenir la dérivée de la fonction définie par l'expression $expr$ par rapport à la variable var , on écrit $d(expr, var)$.

$d()$ s'obtient en appuyant sur les touches $\boxed{2nd} \boxed{d}$ (à ne pas confondre avec la touche alphabétique d).

Le résultat obtenu est factorisé, ce qui facilite son utilisation (étude du signe par exemple...).

Dérivée en un point

Pour obtenir la dérivée en un point particulier, on peut utiliser la syntaxe suivante :

$$d(expr, var) | var = valeur$$

Il est également possible de mémoriser l'expression de la dérivée dans une fonction, puis de l'utiliser par la suite :

Mémorisation de la dérivée dans la fonction d .

Utilisation de la fonction d pour calculer la dérivée en un point particulier.

Il est possible dans certains cas d'obtenir la dérivée d'une fonction définie par morceaux à partir de la fonction **when**, mais le résultat obtenu risque d'être invalide aux bornes des intervalles utilisés pour cette définition.

La fonction n'est pas dérivable pour $x=1$.

Dérivées d'ordre supérieur

Pour obtenir une dérivée d'ordre supérieur, on écrit :

$$d(expr, var, ordre)$$

En particulier, $d(expr, var, 2)$ permet d'obtenir la dérivée seconde de l'expression $expr$ par rapport à la variable var .

Dérivation (suite)

Exemple. Recherche des valeurs exactes des abscisses des points d'inflexion de la fonction $f: x \mapsto e^{-x^2}$

Important. Attention, il est indispensable d'utiliser les touches

TI-89 : \square [e^x]

TI-92 Plus : \square [e^x]

l'utilisation de la touche alphabétique *e* ne permet pas de définir la fonction exponentielle !

$e^{-x^2} \rightarrow f(x)$ Done
 $\frac{d^2}{dx^2}(f(x))$
 $(4 \cdot x^2 - 2) \cdot e^{-x^2}$
 $\text{solve}((4 \cdot x^2 - 2) \cdot e^{-x^2} = 0, \blacktriangleright)$
 $x = \frac{\sqrt{2}}{2}$ or $x = \frac{-\sqrt{2}}{2}$
 $\text{solve}(\text{ans}(1)=0, x)$

L'utilisation de $d(\text{expr}, \text{var}, \text{ordre})$ avec une valeur non entière de *ordre* conduit à une erreur.

Si *ordre* est négatif, on effectue un calcul de primitive.

$\frac{d^{-1}}{dx^{-1}}\left(\frac{1}{x} - x\right) \quad \ln(|x|) - \frac{x^2}{2}$
 $\frac{d^{-2}}{dx^{-2}}\left(\frac{1}{x} - x\right)$
 $x \cdot \ln(|x|) - \frac{x^3}{6} - x$

Règles d'évaluation

La fonction $d()$ n'applique pas les règles classiques d'évaluation et de simplification des arguments communes aux autres fonctions de la TI-89 / TI-92 Plus (voir chapitre 31). L'évaluation de $d(\text{expr}, \text{var})$ se fait de la façon suivante :

1. Simplification/évaluation du second argument jusqu'à ce que l'on obtienne un nom de variable *var1* dont la valeur n'est pas le nom d'une autre variable.
2. Simplification du premier argument, sans remplacer la valeur de la variable *var1* par sa valeur éventuelle.
3. Recherche de la dérivée symbolique de l'expression obtenue à l'étape 2 par rapport à *var1*.
4. Si *var1* possède une valeur, on remplace cette variable par sa valeur dans l'expression obtenue à l'étape 3. On procède de même si l'on utilise l'opérateur | suivi de *var=valeur*.

$\text{DelVar } x$ Done
 $\frac{d}{dx}(x^2)$ 2 · x
 $5 \rightarrow x$ 5
 $\frac{d}{dx}(x^2)$ 10
 $y \rightarrow x$ y
 $\frac{d}{dx}(y \cdot x^2)$ 3 · y²
 $4 \rightarrow y$ 4
 $\frac{d}{dx}(y \cdot x^2)$ 48

On dérive par rapport à *x*, puis on remplace *x* par 5 dans le résultat.

On dérive en fait y^3 par rapport à *y*.

Ici, *y* est égal à 4. On calcule la dérivée, puis on remplace *y* par 4.

Extrema

Il est possible de rechercher l'abscisse d'un minimum ou d'un maximum en procédant par étapes : calcul de la dérivée, factorisation, recherche des racines ou directement en utilisant les fonctions intégrées **fMin** et **fMax**.

Syntaxe

Pour obtenir les valeurs des abscisses des maxima ou des minima d'une expression *expr*, fonction de la variable *var*, on utilise la syntaxe :

$$\mathbf{fMax}(expr, var)$$

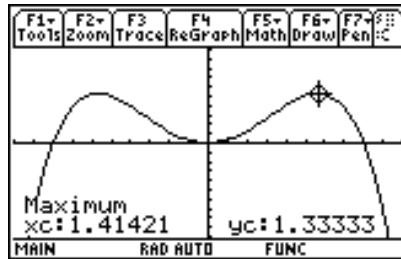
$$\mathbf{fMin}(expr, var)$$

Exemple

Recherche des abscisses des maxima de la fonction

$$f(x) = -\frac{x^4}{3} + \frac{4x^2}{3}$$

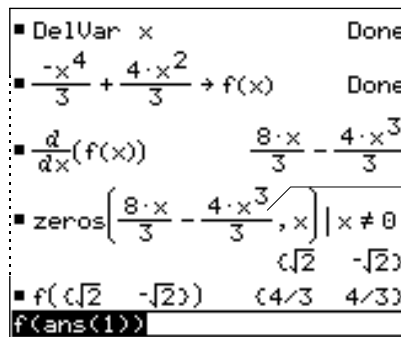
Étude graphique en utilisant $\boxed{F5}$ $\boxed{4}$ Maximum :



xmin=-2.5
xmax=2.5
xscl=.25
ymin=-2.5
ymax=2.5
yscl=.25
xres=2

On peut procéder en suivant les étapes classiques :

1. Calcul de la dérivée.
2. Recherche des racines de la dérivée.
3. Calculs des images des racines de la dérivée.



Utilisez $\boxed{2nd}$ \boxed{ANS} ou une sélection dans l'historique pour éviter de retaper cette expression.

Extrema (suite)

On peut aussi utiliser directement la fonction **fMax** :

```

■ fMax(f(x), x)
  x = -√2 or x = √2
    
```

Note. Vous trouverez cette fonction dans le catalogue des fonctions et instructions.

Note. Vous pouvez ensuite utiliser la fonction **exp►list** pour convertir le résultat obtenu en liste.

```

■ exp►list(x = -√2 or x = √2, ►)
  (√2 -√2)
    
```

Recherche dans un intervalle spécifique

Il est possible de préciser un intervalle de recherche en utilisant l'opérateur **|**.

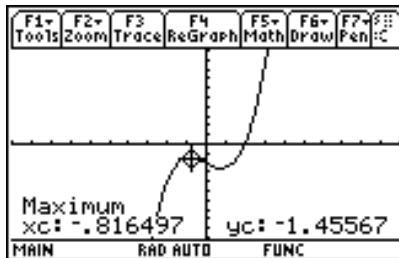
```

■ fMin(f(x), x)
  x = ∞ or x = -∞
■ fMin(f(x), x) | x > -1 and x ►
  x = 0
fMin(f(x), x) | x > -1 and x < 1
    
```

Voici un autre exemple utilisant la fonction définie par

$$f(x) = \frac{x^3}{2} - x - 2$$

Représentation graphique :



Recherche du maximum :

```

■ fMax(x^3/2 - x - 2, x) x = ∞
■ fMax(x^3/2 - x - 2, x) | x < 1
  x = -√6/3
    
```

Intégration

La TI-89 / TI-92 Plus permet le calcul direct de primitives ou d'intégrales d'une fonction.

Calcul de primitives

Pour obtenir une primitive d'une fonction, on écrit :

$$f(\text{expr}, \text{var})$$

On obtient \int (en appuyant sur $\boxed{2\text{nd}}$ $\boxed{[f]}$).

Souvent, l'expression obtenue ne pose pas de problème particulier :

Note. Lors de la dérivation et de l'intégration de fonctions trigonométriques, vérifiez que la TI-89 / TI-92 Plus se trouve bien en mode RADIAN.

$$\int (x \cdot (\cos(x))^2) dx$$

$$\frac{(\cos(x))^2}{4} + \frac{x \cdot \sin(x) \cdot \cos(x)}{2}$$

$$\int (x \cdot \cos(x)^2, x)$$

Utilisez la touche ⏏ pour faire défiler le résultat.

Avec certaines fonctions, l'expression de la primitive obtenue va dépendre de l'intervalle d'étude :

$$\int \left(\frac{2 \cdot x - 3}{x} \right) dx$$

$$\int \left(\frac{2 \cdot x - 3}{x} \right) dx \mid x > 0 \quad 2 \cdot x - 3 \cdot \ln(|x|)$$

$$\int \left(\frac{2 \cdot x - 3}{x} \right) dx \mid x < 0 \quad 2 \cdot x - 3 \cdot \ln(x)$$

$$\int \left(\frac{2 \cdot x - 3}{x} \right) dx \mid x < 0 \quad 2 \cdot x - 3 \cdot \ln(-x)$$

$$\int ((2x-3)/x, x) \mid x < 0$$

Simplification pour $x > 0 \dots$

En utilisant la syntaxe

$$f(\text{expr}, \text{var}, \text{constante})$$

Il est possible d'ajouter une constante à l'expression obtenue :

$$\int \left(\frac{2 \cdot x - 3}{x} \right) dx$$

$$-3 \cdot \ln(|x|) + 2 \cdot x + 10$$

$$\int \left(\frac{2 \cdot x - 3}{x} \right) dx$$

$$-3 \cdot \ln(|x|) + 2 \cdot x + c$$

$$\int ((2x-3)/x, x, c)$$

Intégration (suite)

Calcul exact d'intégrales

Pour obtenir la valeur de l'intégrale d'une fonction sur un intervalle, on écrit :

$\int(\text{expr}, \text{var}, \text{borne1}, \text{borne2})$

$$\int_0^{\pi} (x \cdot (\cos(x))^3) dx \quad -14/9$$

$$\int_0^1 (x^2 \cdot e^{3 \cdot x}) dx \quad \frac{5 \cdot e^3}{27} - 2/27$$

$$\int_1^2 (x \cdot \ln(x+1)) dx \quad \frac{3 \cdot \ln(3)}{2} - 1/4$$

$\int(x \cdot \ln(x+1), x, 1, 2)$

Il est naturellement possible de calculer une intégrale dépendant de différents paramètres :

$$\int_0^{\pi/t} (\cos(t \cdot x) \cdot (x^2 + x + 1)) dx \quad \frac{-2 \cdot (t + \pi)}{t^3}$$

$\int((t \cdot x) * (x^2 + x + 1), x, 0, \pi/t)$

Remarque. La TI-89 / TI-92 Plus sait utiliser les propriétés liées à la parité d'une fonction, même si celle-ci n'a pas de primitive simple.

$$\int_{-a}^a \left(\frac{x^2}{\cos(x) + 2} \right) dx$$

$$2 \cdot \int_0^a \left(\frac{x^2}{\cos(x) + 2} \right) dx$$

$$\int_{-a}^a \left(\frac{x^3}{\cos(x) + 2} \right) dx \quad 0$$

$\int(x^3/(\cos(x)+2), x, -a, a)$

Intégration d'une fonction *paire* sur un intervalle du type $[-a, a]$.

Intégration d'une fonction *impaire* sur un intervalle du même type.

Calculs approchés

En cas d'échec dans la recherche d'une intégrale exacte, en mode AUTO la TI-89 / TI-92 Plus donnera une valeur approchée.

Note. Lorsque vous désirez seulement un calcul approché, vous pouvez aussi utiliser la fonction **nInt** décrite dans l'annexe A.

$$\int_0^1 (e^{t^2} + t + 1) dt \quad 7.44787$$

$\int(e^{t^2} + t + 1), t, 0, 1)$

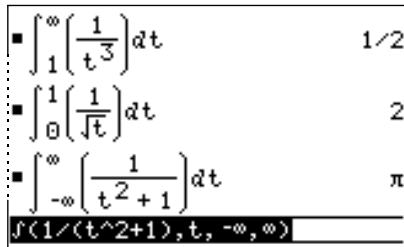
Intégrales impropres

Une intégrale impropre est une intégrale qui fait intervenir des bornes infinies, ou encore une fonction non définie aux bornes, ou en un point, de l'intervalle d'intégration.

La TI-89 / TI-92 Plus est également capable de fournir une réponse exacte ou approchée, ou encore d'indiquer que l'intégrale étudiée n'est pas définie.

Calcul exact

Quand il est possible de déterminer une primitive, et quand l'intégrale est convergente, on obtient une valeur exacte.



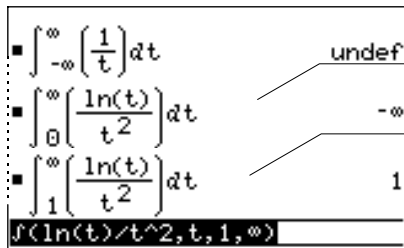
$$\int_1^{\infty} \left(\frac{1}{t^3} \right) dt \quad 1/2$$

$$\int_0^1 \left(\frac{1}{\sqrt{t}} \right) dt \quad 2$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} \left(\frac{1}{t^2+1} \right) dt \quad \pi$$

$f(1/(t^2+1), t, -\infty, \infty)$

Si l'intégrale ne converge pas sur l'intervalle étudié, on obtient le résultat **undef** ou un résultat infini.



$$\int_{-\infty}^{\infty} \left(\frac{1}{t} \right) dt \quad \text{undef}$$

$$\int_0^{\infty} \left(\frac{\ln(t)}{t^2} \right) dt \quad -\infty$$

$$\int_1^{\infty} \left(\frac{\ln(t)}{t^2} \right) dt \quad 1$$

$f(\ln(t)/t^2, t, 1, \infty)$

Cette intégrale est divergente en 0.

Il n'y a pas de problème si on intègre sur un intervalle ne contenant pas ce point.

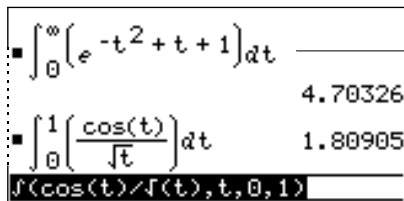
Calcul approché

Ici aussi, en cas d'échec dans la recherche d'une primitive exacte, la TI-89 / TI-92 Plus donnera une valeur approchée :

Note. Attention à l'écriture de la fonction exponentielle, il faut utiliser

TI-89 : $[e^x]$

TI-92 Plus : $[2nd][e^x]$.



$$\int_0^{\infty} (e^{-t^2} + t + 1) dt \quad 4.70326$$

$$\int_0^1 \left(\frac{\cos(t)}{\sqrt{t}} \right) dt \quad 1.80905$$

$f(\cos(t)/\sqrt{t}, t, 0, 1)$

Pas de primitive simple ici.

Dans certains cas, si l'algorithme de calcul numérique approché ne converge pas correctement, l'expression de départ est retournée.

Quelques exemples utilisant l'intégration

La TI-89 / TI-92 Plus permet de manipuler des fonctions définies par des intégrales.

Fonctions définies par une intégrale

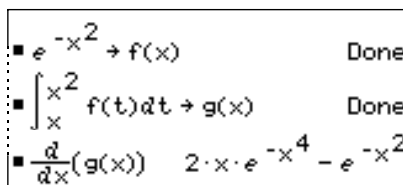
Note. Attention à l'écriture de la fonction exponentielle, il faut utiliser

TI-89 : $[e^x]$

TI-92 Plus : $[2nd][e^x]$.

Dérivée de la fonction définie par

$$g(x) = \int_x^{x^2} e^{-t^2} dt$$



Représentation graphique

Il est possible de représenter une fonction définie par

$$F(x) = \int_{a(x)}^{b(x)} f(t) dt$$

Il suffit pour cela de placer l'expression

$$j(f(t), t, a(x), b(x))$$

comme définition de l'une des fonctions de l'écran **Y=**, ou d'utiliser directement la commande

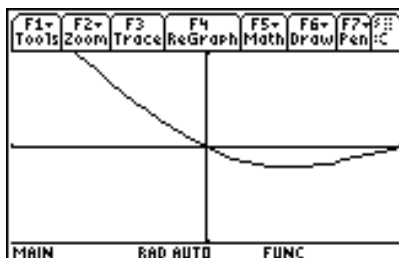
$$\text{Graph } j(f(t), t, a(x), b(x))$$

Conseils d'utilisation.

- Dans le cas où une primitive est connue, il est préférable de faire calculer l'expression de la fonction par la TI-89 / TI-92 Plus, puis de construire la courbe à partir de cette expression.
- Si aucune primitive n'est connue, les différentes valeurs devront être calculées numériquement par la TI-89 / TI-92 Plus. Le choix d'une valeur un peu plus élevée du paramètre **xres** (5 par exemple, au lieu de 2 qui est la valeur par défaut) permet d'accélérer la construction.

Exemple. Représentation graphique de la fonction précédente dans une fenêtre de tracé $[-1,1] \times [-1,1]$, avec **xres**=5.

$$\text{Graph } j(e^{-t^2}, t, x, x^2)$$



Séries de Fourier

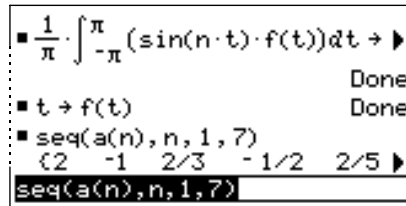
Calcul des coefficients de Fourier d'une fonction.

Soit f une fonction 2π périodique telle que $f(x) = x$ sur $]-\pi, \pi[$.

Suggestion. Avant d'effectuer cet exemple, vérifiez que votre calculatrice est bien en mode RADIAN.

Cette fonction est impaire, il suffit donc de calculer les coefficients des termes en $\sin(nx)$. Ceux-ci sont donnés par la relation

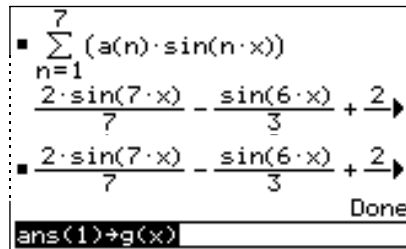
$$a_n = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(t) \sin(nt) dt$$



Note. Vous pouvez taper le mot seq en toutes lettres ou appuyer sur $\boxed{2nd} \boxed{[MATH]} \boxed{3} \boxed{1}$.

On obtient ensuite une approximation de f en calculant

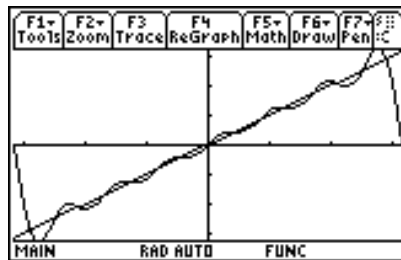
$$g(x) = \sum_{n=1}^N a_n \sin(nx)$$



Note. Pour obtenir l'écran ci-contre, tapez :

$\boxed{F3} \boxed{4} (a(n) \cdot \sin(n \cdot x), n, 1, 7)$
 \boxed{ENTER}
 $\boxed{2nd} \boxed{[ANS]} \boxed{STO} \boxed{>} g(x) \boxed{ENTER}$

Représentation de f et de g :



On peut obtenir le graphique précédent en représentant :

$$y1 = f(x)$$

$$y2 = g(x)$$

dans une fenêtre graphique définie par :

$$x_{min} = -3.14, \quad x_{max} = 3.14, \quad y_{min} = -3.14, \quad y_{max} = 3.14$$

Séries de Taylor

Pour terminer ce chapitre, nous allons voir comment obtenir la série de Taylor d'une fonction.

Pour une fonction n fois dérivable en un point a , la n -ième somme partielle de la série de Taylor est donnée par

$$S_n(x) = \sum_{i=0}^n \frac{f^{(i)}(a)(x-a)^i}{i!}$$

Il est possible d'obtenir directement cette somme en utilisant la fonction **taylor** sous la forme :

- **taylor**(*expr*, *var*, *ordre*), pour un développement en 0.
- **taylor**(*expr*, *var*, *ordre*, *point*) pour un développement en un point quelconque.

Voici quelques exemples de développements :

1. Développements en 0 :

Note. Pour les calculs symboliques utilisant les fonctions trigonométriques, vérifiez que la TI-89 / TI-92 Plus se trouve bien en mode RADIAN.

■ **taylor**(e^x , x , 5)
 $\frac{x^5}{120} + \frac{x^4}{24} + \frac{x^3}{6} + \frac{x^2}{2} + x + 1$
 ■ **taylor**($\sin(x)$, x , 7)
 $\frac{-x^7}{5040} + \frac{x^5}{120} - \frac{x^3}{6} + x$
 ■ **taylor**($\cos(x)$, x , 7)
 $\frac{-x^6}{720} + \frac{x^4}{24} - \frac{x^2}{2} + 1$
taylor($\cos(x)$, x , 7)

2. Développement en un point autre que 0 :

Note. Attention à l'écriture de la fonction exponentielle, il faut utiliser
 TI-89 : $[e^x]$
 TI-92 Plus : $[2nd][e^x]$.

■ **taylor**($\frac{e^x + 1}{x}$, x , 2, 1)
 $\frac{e^2 \cdot (x-1)^2}{2} + e^2$

3. Utilisation de cette fonction pour la recherche d'un développement asymptotique à l'infini :

■ $\frac{x^2 + 1}{x^2 + x + 1} \rightarrow f(x)$ Done
 ■ **taylor**($f(\frac{1}{u})$, u , 5, 0) | $u = \frac{1}{x}$
 $\frac{-1}{x} + \frac{1}{x^2} - \frac{1}{x^4} + \frac{1}{x^5} + 1$
taylor($f(1/u)$, u , 5, 0) | $u = 1/x$

Équations différentielles – fonction deSolve()

La fonction **deSolve()** (**F3** C) vous permet de résoudre de façon symbolique de nombreuses équations différentielles ordinaires du 1^{er} et du 2nd ordre.

Équation du 1^{er} ordre

Note. Le symbole ' (**2nd** [']) est utilisé pour les dérivées uniquement avec la fonction **deSolve()**. Dans tous les autres cas, utilisez **d()**.

Pour déterminer la solution générale, utilisez la syntaxe suivante :

deSolve(ode1OrdreOu2Ordre, varIndépendante, varDépendante)

Exemple. Résolution de l'équation différentielle $x^2 y' - y = 1$

```

NewProb Done
deSolve(x^2*y' - y = 1, x, y)
y = @1 * e^(-1/x) - 1
deSolve(x^2*y' - y = 1, x, y)
    
```

La solution générale d'une équation du 1^{er} ordre contient une constante arbitraire de la forme @k, où k est un entier compris entre 1 et 255. Cet entier est remis à 1 lorsque vous effacez l'écran par une instruction **ClrHome** ou **NewProb**.

Il est également possible de déterminer une solution vérifiant une condition initiale donnée.

Cherchons par exemple la solution telle que $y(1) = 0$:

On complète la ligne d'édition de façon à obtenir
`deSolve(x^2*y' - y = 1 and y(1)=0, x, y)`

```

deSolve(x^2*y' - y = 1 and y(1)=0, x, y)
y = e^(1 - 1/x) - 1
...ve(x^2*y' - y = 1 and y(1)=0...
    
```

Il est possible de définir une fonction à partir de cette solution :

1. Appuyez sur **⊖** pour mettre la solution en surbrillance dans la zone de l'historique. Appuyez sur **ENTER** pour la coller automatiquement dans la ligne de saisie .

2. Insérez l'instruction **Define** au début de la ligne et insérez (x) dans la ligne d'édition pour obtenir

`Define y(x)=e^(1-1/x)-1`

puis appuyez sur **ENTER**.

3. Vous pouvez ensuite utiliser cette fonction.

```

Define y(x)=e^(1 - 1/x) - 1 Done
y(4) e^3/4 - 1
    
```

Note. Appuyez sur **2nd** **Ⓞ** pour atteindre le début de la ligne de saisie.

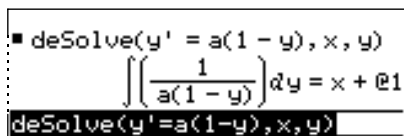
Équations différentielles – fonction deSolve() (suite)

Multiplications implicites

Comme dans d'autres domaines, l'utilisation de multiplications implicites peut provoquer une erreur d'interprétation de la part de la TI-89 / TI-92 Plus.

Rappelons que $x(x+1)$ provoque l'affichage d'un message d'erreur, mais que $a(x+1)$, par exemple, est interprété comme le résultat obtenu en appliquant la fonction a à l'expression $x+1$.

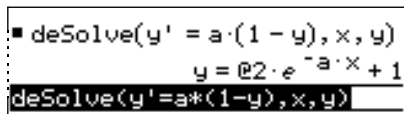
Réolvons par exemple l'équation $y' = a(1-y)$:



```
deSolve(y' = a(1 - y), x, y)
∫ ( 1 / (a(1 - y)) ) dy = x + @1
deSolve(y' = a(1 - y), x, y)
```

On pourrait croire que la TI-89 / TI-92 Plus ne sait pas résoudre cette équation...

En fait, tout rentre dans l'ordre si on écrit le symbole * entre a et (1-y) :



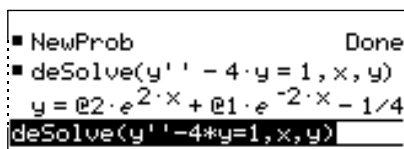
```
deSolve(y' = a*(1 - y), x, y)
y = @2 * e^-a*x + 1
deSolve(y' = a*(1 - y), x, y)
```

Équation du 2nd ordre

Vous pouvez également utiliser **deSolve()**, pour déterminer la solution générale, ou une solution particulière (en spécifiant deux conditions initiales) d'une équation différentielle du second ordre.

Voici par exemple la forme générale des solutions de l'équation $y'' - 4y = 1$:

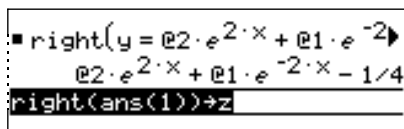
Note Tapez le symbole ' (2nd [']) deux fois pour la dérivée seconde.



```
NewProb Done
deSolve(y'' - 4*y = 1, x, y)
y = @2 * e^2*x + @1 * e^-2*x - 1/4
deSolve(y'' - 4*y = 1, x, y)
```

On peut vérifier la validité de cette solution.

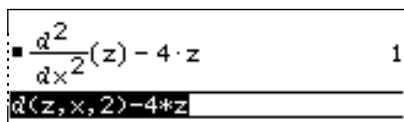
On commence par placer l'expression obtenue dans z :



```
right(y = @2 * e^2*x + @1 * e^-2*x
@2 * e^2*x + @1 * e^-2*x - 1/4
right(ans(1))>z
```

On peut à présent calculer $z'' - 4z$:

Note. Le symbole ' (2nd [']) est utilisé pour les dérivées uniquement avec la fonction **deSolve()**. Dans tous les autres cas, utilisez **d()**.



```
d^2 / (dx^2) (z) - 4 * z 1
d(z, x, 2) - 4 * z
```

Ici aussi, il est possible de déterminer une solution vérifiant des conditions initiales. On a deux possibilités :

- Indiquer les valeurs de la fonction et de sa dérivée en un point.
- Indiquer les valeur de la fonction en deux points particuliers.

Note. La solution générale d'une équation du 2nd ordre contient deux constantes du type @k. La forme générale d'une solution peut différer de celle que vous pouvez obtenir par un calcul "à la main", cela peut provenir du choix des constantes.

Exemples

- Solution de $y'' - 4y = 1$ telle que $y(0) = 1$ et $y'(0) = 2$:
deSolve(y'' - 4y = 1 and y(0) = 1 and y'(0) = 2, x, y)

```

deSolve(y'' - 4·y = 1 and
y =  $\frac{9 \cdot e^{2 \cdot x}}{8} + \frac{e^{-2 \cdot x}}{8} - 1/4$ 
... y(0) = 1 and y'(0) = 2, x, y)

```

- Solution de $y'' - 4y = 1$ telle que $y(1) = 0$ et $y(-1) = 0$:
deSolve(y'' - 4y = 1 and y(1) = 0 and y(-1) = 0, x, y)

```

deSolve(y'' - 4·y = 1 and
y =  $\frac{\cosh(2 \cdot x)}{4 \cdot \cosh(2)} - 1/4$ 
... y(1) = 0 and y(-1) = 0, x, y)

```

Note. L'expression de la solution fait intervenir

$$\cosh(x) = \frac{e^x + e^{-x}}{2}$$

Solution implicite

La fonction **deSolve()** peut donner un résultat sous forme implicite. La fonction **solve()** permet d'obtenir, dans certain cas, la solution sous forme explicite (voir exemple ci-dessous).

deSolve(y' = x * cos(y)^2, x, y)

```

deSolve(y' = x · (cos(y))^2, x)
tan(y) =  $\frac{x^2}{2} + @1$ 
solve(tan(y) =  $\frac{x^2}{2} + @1$ , y)
y = tan-1 $\left(\frac{x^2 + 2 \cdot @1}{2}\right) + @n1 \cdot \pi$ 
solve(ans(1), y)

```

@n1 représente un entier quelconque.

Dans certain cas la fonction **solve()** n'est d'aucun secours, lorsque la solution est donnée sous forme implicite.

On se propose de trouver la solution de l'équation différentielle :
 $\sin(y) = (y e^x + \cos(y)) y'$ avec la condition initiale $y(0) = 0$.

1. On place l'équation à résoudre dans la variable ode.
 $\sin(y) = (y e^x + \cos(y)) y'$ [STO] ode

```

sin(y) = (y · ex + cos(y)) · y'
sin(y) = (ex · y + cos(y)) · y'
... = (y * e(x) + cos(y)) * y' → ode

```

Équations différentielles – fonction deSolve() (suite)

2. On résout cette équation, en indiquant la condition initiale.
La solution, exprimée sous forme implicite, est placée dans sol :
deSolve(ode and y(0)=0,x,y) **STO** sol

```

deSolve(ode and y(0)=0, )

$$\frac{-(2 \cdot \sin(y) + y^2)}{2} = -(e^x - 1)$$

...(ode and y(0)=0,x,y)→sol
    
```

Note. Le fait que la solution soit donnée explicitement ou sous forme implicite peut aussi dépendre du mode Complex Format en cours d'utilisation.

Essayez par exemple de résoudre $y' = y \cdot (1 - y)$

a) en mode Complex Format = Real.

b) en mode Complex Format = Rectangular.

(Sur la version disponible lors de l'écriture de ce manuel, on obtenait une solution explicite dans le premier cas, et implicite dans le second.)

Vous pouvez vérifier que la courbe passe bien par le point (0,0),

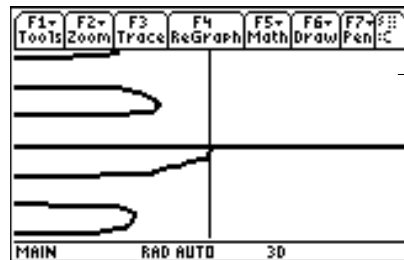
```

sol | x = 0 and y = 0 true
sol | x=0 and y=0
    
```

La fonction solve() ne permet pas d'obtenir la solution sous forme explicite, mais vous pouvez, à l'aide du mode IMPLICIT — voir chapitre 13 — avoir un aperçu de la représentation graphique.

```

solve(sol, y)
2 · sin(y) + y2 · ex = 0
left(2 · sin(y) + y2 · ex = 0)
Done
left(ans(1))→z1(x,y)
    
```



Tracé obtenu en ZoomStd, suivi d'un zoom avant en appuyant sur la touche $\boxed{\times}$.

La formule de dérivation des fonctions implicites — sous réserve de vérification de sa validité — peut vous permettre de vérifier que la fonction définie par la relation est bien solution.

```


$$-\frac{\frac{d}{dx}(\text{right}(\text{eq}) - \text{left}(\text{eq}))}{\frac{d}{dy}(\text{right}(\text{eq}) - \text{left}(\text{eq}))}$$

Done
...t(eq),y)→impdif(eq,x,y)
ode | y' = impdif(sol, x, y) true
    
```


Fonctions de plusieurs variables

La TI-89 / TI-92 Plus permet également de calculer les dérivées partielles de fonctions de plusieurs variables.

Dérivées partielles d'une fonction de plusieurs variables

Pour obtenir des dérivées partielles d'ordre 1, il suffit d'utiliser la fonction **d** en précisant la variable souhaitée. Pour obtenir une dérivée d'ordre supérieur par rapport à différentes variables, on pourra imbriquer plusieurs appels à la fonction de dérivation :

d(d(expr, y), x) permet par exemple d'obtenir $\frac{\partial^2 \text{expr}}{\partial x \partial y}$.

$\frac{d}{dy}(x^3 + x \cdot y) \quad x$
 $\frac{d}{dx}(x^3 + x \cdot y) \quad 3 \cdot x^2 + y$
 $\frac{d}{dx}\left(\frac{d}{dy}(x^3 + x \cdot y)\right) \quad 1$
 $d(d(x^3+x \cdot y, x), y) \quad 1$

Laplacien

Exemple. Définition d'une fonction calculant le laplacien d'une expression *e* par rapport aux variables *v1* et *v2*, et utilisation de cette fonction.

$\frac{d}{dy}\left(\frac{d}{dx}(x^3 + x \cdot y)\right) \quad 1$
 $\frac{d^2}{dv1^2}(e) + \frac{d^2}{dv2^2}(e) \rightarrow \text{lap}(e)$
 Done
 $\text{lap}(x^2 + x \cdot y^2, x, y) \quad 2 \cdot x + 2$
 $\text{lap}(e^{x \cdot y}, x, y) \quad (x^2 + y^2) \cdot e^{x \cdot y}$

Plan tangent

L'équation du plan tangent à une surface d'équation $z = f(x, y)$ au point $M(a, b)$ est donnée par

$$z = f(a, b) + (x - a) \frac{\partial f}{\partial x}(a, b) + (y - b) \frac{\partial f}{\partial y}(a, b)$$

La fonction **eq** définie par :

$$z = f(a, b) + d(f(a, b), a)(x - a) + d(f(a, b), b)(y - b) \rightarrow \text{eq}(a, b)$$

donne directement l'équation de ce plan au point $M(a, b)$.

Note. Cette fonction ne peut pas être utilisée si les variables *x*, *y* ou *z* ont une valeur.

$x^2 + y^2 \rightarrow f(x, y) \quad \text{Done}$
 $\text{eq}(1, 2) \quad z = 2 \cdot x + 4 \cdot y - 5$

Intégrales multiples

En imbriquant plusieurs appels à la fonction f , il est possible d'obtenir le calcul d'intégrales multiples.

Calcul d'intégrale double

Pour calculer l'intégrale double de la fonction f sur le domaine plan défini par

$$\Delta = \{(x, y) \in \mathbb{R}^2 / a \leq x \leq b, c(x) \leq y \leq d(x)\}$$

on utilise

$$\iint_{\Delta} f(x, y) dx dy = \int_a^b \left(\int_{c(x)}^{d(x)} f(x, y) dy \right) dx$$

On écrira donc $f(f(x, y), y, c(x), d(x)), x, a, b)$.

Calculons par exemple l'aire d'un disque de rayon r . On doit intégrer la fonction constante égale à 1 sur le domaine

$$\Delta = \{(x, y) \in \mathbb{R}^2 / x^2 + y^2 \leq r^2\}$$

$$\Delta = \{(x, y) \in \mathbb{R}^2 / -r \leq x \leq r, -\sqrt{r^2 - x^2} \leq y \leq \sqrt{r^2 - x^2}\}$$

On doit entrer l'expression :

$$f(f(1, y, -\sqrt{r^2 - x^2}, \sqrt{r^2 - x^2}), x, -r, r)$$

The screenshot shows a calculator interface with the following input and output:

$$\int_{-r}^r \int_{-\sqrt{r^2-x^2}}^{\sqrt{r^2-x^2}} 1 dy dx$$

The result shown is $\pi \cdot r \cdot |r|$. A note indicates that for a simplified result, $r > 0$ must be specified, resulting in $\pi \cdot r^2$.

Pour avoir un résultat simplifié, il faut préciser que r est positif.

Calcul d'intégrale triple

On utilise la même méthode pour un calcul d'intégrale triple. Voici par exemple le calcul de l'intégrale triple de la fonction

$$f(x, y, z) = x^2 y e^{xyz}$$

Sur le domaine

$$\Delta = [0, 1]^3 = \{(x, y, z) \in \mathbb{R}^3 / 0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq z \leq 1\}$$

On doit entrer l'expression :

$$f(f(f(x^2 * y * e^{(x * y * z)}, z, 0, 1), y, 0, 1), x, 0, 1)$$

The screenshot shows a calculator interface with the following input and output:

$$\int_0^1 \int_0^1 \int_0^1 (x^2 \cdot y \cdot e^{x \cdot y \cdot z}) dz dy dx$$

The result shown is $e - 5/2$.

Calcul vectoriel



Définition d'un vecteur.....	28-2
Vecteurs lignes.....	28-2
Vecteurs colonnes.....	28-2
Modification du contenu d'un vecteur.....	28-2
Opérations sur les vecteurs.....	28-3
Somme.....	28-3
Produit par un nombre.....	28-3
Produit scalaire.....	28-3
Produit vectoriel.....	28-3
Norme.....	28-3
Exemples d'utilisation en géométrie analytique.....	28-4
Utilisation directe.....	28-4
Création du dossier GEOM.....	28-5
Distance entre deux points.....	28-5
Barycentre.....	28-5
Droite définie par deux points.....	28-6
Plan défini par trois points.....	28-6
Médiatrice, plan médiateur.....	28-6
Translation.....	28-7
Homothétie.....	28-7
Composition de deux homothéties.....	28-7
Projection.....	28-8
Symétrie axiale.....	28-8
Utilisation de coordonnées cylindriques ou sphériques.....	28-9
Choix du type de coordonnées.....	28-9
Format d'affichage ou de saisie en coordonnées cylindriques.....	28-9
Format d'affichage ou de saisie en coordonnées sphériques.....	28-9
Coordonnées polaires.....	28-10
Utilisation d'un autre mode pour la saisie.....	28-10
Utilisation d'un autre mode pour l'affichage.....	28-10
Fonctions de conversion.....	28-10

La TI-89 / TI-92 Plus peut manipuler les vecteurs de dimension quelconque.

On peut choisir entre la notation en ligne ou en colonne.

Toutes les opérations usuelles sont disponibles : norme, vecteur unitaire, produit scalaire ou vectoriel.

Ceci permet de définir très simplement des fonctions capables de résoudre les questions classiques en géométrie analytique :

- Coordonnées d'un barycentre.
- Formules analytiques de transformations usuelles.
- Équations de droites ou de plans.

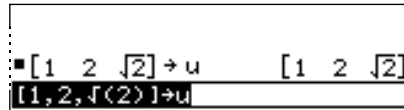
Et bien d'autres encore...

Définition d'un vecteur

Pour définir un vecteur, on place ses composantes entre deux crochets. Il est possible d'utiliser des vecteurs lignes ou des vecteurs colonnes.

Vecteurs lignes

On entre les vecteurs lignes (affichage horizontal) en utilisant la syntaxe $[x_1, x_2, \dots, x_n]$. Les vecteurs entrés sous cette forme prennent moins de place lors des opérations d'affichage. Il n'est par contre pas possible de les utiliser avec des matrices.



Vecteurs colonnes

On entre les vecteurs colonnes (affichage vertical) en utilisant la syntaxe $[x_1; x_2; \dots; x_n]$.

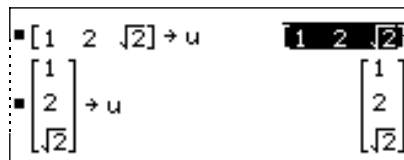


Modification du contenu d'un vecteur

Pour modifier le contenu d'un vecteur on peut utiliser l'éditeur de matrices et de données (voir le chapitre 29 sur les matrices), ou copier le contenu du vecteur dans la ligne d'édition de l'écran de calcul et effectuer les modifications souhaitées.

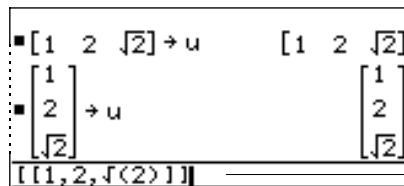
Exemple. Modification du vecteur u .

Note. On peut aussi rappeler le contenu du vecteur u en utilisant $\boxed{2\text{nd}} \boxed{\text{RCL}}$.

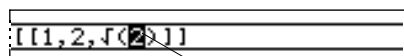


On remonte avec \ominus sur l'expression à copier.

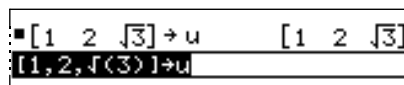
Note. Le vecteur est copié en utilisant la notation matricielle. Voir chapitre 29.



L'expression de ce vecteur est placée dans la ligne d'édition quand on appuie sur $\boxed{\text{ENTER}}$



On peut ensuite effectuer les modifications souhaitées.



Opérations sur les vecteurs

La plupart des opérations sur les vecteurs sont disponibles dans le menu **MATH/Matrix/Vectors ops**.

Somme

On peut faire la somme de deux vecteurs de même nature (vecteurs lignes ou vecteurs colonnes de même dimension) en utilisant la touche $+$.

$$\begin{array}{l} \blacksquare [1 \ 2 \ \sqrt{2}] \rightarrow u \quad [1 \ 2 \ \sqrt{2}] \\ \blacksquare [3 \ a \ b] \rightarrow v \quad [3 \ a \ b] \\ \blacksquare u+v \quad [4 \ a+2 \ b+\sqrt{2}] \\ \blacksquare [4 \ a+2 \ b+\sqrt{2}] + [1 \ 1 \ 1] \\ \quad [5 \ a+3 \ b+\sqrt{2}+1] \end{array}$$

Produit par un nombre

Il est également possible d'effectuer le produit d'un vecteur par un scalaire en utilisant la touche \times .

$$\begin{array}{l} \blacksquare [1 \ 2 \ \sqrt{2}] \rightarrow u \quad [1 \ 2 \ \sqrt{2}] \\ \blacksquare 3 \cdot u \quad [3 \ 6 \ 3\sqrt{2}] \\ \blacksquare a \cdot [x1 \ x2 \ x3] \\ \quad [a \cdot x1 \ a \cdot x2 \ a \cdot x3] \end{array}$$

Produit scalaire

La fonction **dotP** calcule le produit scalaire de deux vecteurs de même nature.

$$\blacksquare \text{dotP}([1 \ 2 \ 3], [x \ y \ z]) \\ x + 2 \cdot y + 3 \cdot z$$

Produit vectoriel

La fonction **crossP** calcule le produit vectoriel de deux vecteurs à deux ou trois composantes. Un vecteur à deux composantes est alors identifié à un vecteur ayant sa troisième composante égale à 0.

$$\begin{array}{l} \blacksquare \text{crossP}([2 \ 3], [-1 \ 2]) \\ \quad [0 \ 0 \ 7] \\ \blacksquare \text{crossP}([2 \ 3 \ 0], [-1 \ 2 \ 0]) \\ \quad [0 \ 0 \ 7] \\ \blacksquare \text{crossP}([1 \ 0 \ 1], [x \ y \ z]) \\ \quad [-y \ x - z \ y] \end{array}$$

Norme

La fonction **norm** calcule la norme euclidienne d'un vecteur :

Note. Cette fonction se trouve dans le menu **MATH/Matrix/Norms**

Si $u = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, $\text{norm}(u) = \sqrt{x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2}$.

$$\begin{array}{l} \blacksquare \text{norm}([1 \ a \ \sqrt{2}]) \quad \sqrt{a^2 + 3} \\ \text{norm}([1, a, \sqrt{2}]) \end{array}$$

Exemples d'utilisation en géométrie analytique

Il est possible de mémoriser les coordonnées d'un point sous la forme $[x_1, x_2, \dots, x_n]$ ou sous la forme $[x_1; x_2; \dots; x_n]$. Ceci permet de définir facilement des fonctions répondant aux questions les plus courantes. Voici quelques exemples illustrant ces possibilités.

Utilisation directe

Exemple 1. Équation de la droite passant par $A(1,2)$ et orthogonale au vecteur $\vec{u}(3,-2)$.

$M(x,y)$ est sur cette droite si et seulement si

$\vec{AM} \cdot \vec{u} = \vec{0}$

```

■ [1 2] → a      [1 2]
■ [x y] → m      [x y]
■ m - a → v      [x - 1 y - 2]
■ [3 -2] → u      [3 -2]
■ dotP(u, v) = 0
                  3 · x - 2 · y + 1 = 0
■ solve(3 · x - 2 · y + 1 = 0, y)
                  y = (3 · x + 1) / 2
    
```

Equation de la droite.

On obtient l'équation réduite en résolvant par rapport à y.

Exemple 2. On considère les vecteurs

$$\vec{u}(1,1,1) \quad \vec{v} = \left(\frac{1}{\sqrt{2}}, 0, -\frac{1}{\sqrt{2}} \right)$$

Note. L'instruction QR permet d'obtenir une base orthonormée. Voir chapitre suivant sur le Calcul matriciel ou Annexe A.

- Vérifier que \vec{u} et \vec{v} sont orthogonaux.
- Déterminer un vecteur normé \vec{n} de même sens et de même direction que \vec{u} .
- Déterminer \vec{w} tel que \vec{n} , \vec{v} et \vec{w} forment une base orthonormale directe.

```

■ [1 1 1] → u      [1 1 1]
■ [1/√2 0 -1/√2] → v
                  [√2/2 0 -√2/2]
■ dotP(u, v)      0
■ norm(v)         1
■ u / norm(u) → n [√3/3 √3/3 √3/3]
■ crossP(n, v)    [-√6/6 √6/3 -√6/6]
    
```

Le produit scalaire est nul. Les vecteurs sont orthogonaux.

Vecteur normé colinéaire à \vec{u} .

Le produit vectoriel permet d'obtenir le troisième vecteur de la base.

On peut aussi obtenir directement un vecteur normé colinéaire à \vec{u} en utilisant la fonction `unitV`.

Création du dossier GEOM

Dans la suite de cette section, nous allons définir quelques fonctions permettant de répondre à certains problèmes classiques en géométrie analytique. Pour en faciliter l'utilisation ultérieure, celles-ci seront regroupées dans le dossier GEOM.

Ces fonctions ne seront utilisables que dans ce dossier, à moins d'indiquer leur chemin d'accès complet. Par exemple, pour utiliser la fonction **eqd** depuis le dossier MAIN, on utilisera le nom **geom\eqd**.

Note. L'utilisation des dossiers est décrite en détail dans le chapitre 20.

Appuyez sur les touches **[2nd][VAR-LINK]**, puis **[F1][5]**. Entrez le nom du dossier à créer dans la boîte de dialogue :



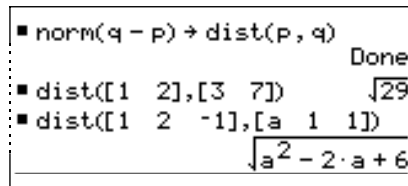
Appuyez ensuite sur **[MODE]** (⊖ ⊙), puis sur ⊖ pour sélectionner le dossier GEOM. Validez en appuyant deux fois sur **[ENTER]**.



Distance entre deux points

On utilise la fonction définie par

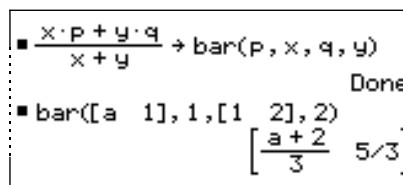
$$\text{norm}(q-p) \rightarrow \text{dist}(p,q)$$



Barycentre

Le barycentre d'un système de deux points pondérés (P, x) , (Q, y) s'obtient avec la fonction définie par

$$(x \cdot p + y \cdot q) / (x + y) \rightarrow \text{bar}(p, x, q, y)$$



Exemples d'utilisation en géométrie analytique (suite)

Droite définie par deux points

Si u et v sont deux vecteurs lignes de dimension 2, l'instruction

crossP(u, v)

permet d'obtenir le vecteur $[0, 0, \det(u, v)]$.

L'instruction

crossP(u, v)[1, 3]

permet d'extraire la troisième composante de la première ligne, c'est à dire $\det(u, v)$.

```

■ crossP([a b],[c d])
  [0 0 a·d-b·c]
■ crossP([a b],[c d])[1,3]
  a·d-b·c
    
```

Note. Pour que cette fonction donne un résultat correct, il est nécessaire que x et y n'aient pas reçu de valeur au préalable. Utilisez l'instruction **delvar** x, y ou appuyez sur **TI-89** : [2nd] [F6] [1] **TI-92 Plus** : [F6] [1] si nécessaire.

On obtient donc une équation de la droite passant par deux points P et Q avec la fonction définie par :

$$\text{crossP}(q-p, [x, y]-p)[1, 3] = 0 \rightarrow \text{eqd}(p, q)$$

```

■ crossP(q-p,[x y]-p)[1,3]
  Done
■ eqd([1 2],[3 1/2])
  3·x
  --- + 2·y - 11/2 = 0
  2
    
```

Equation de la droite passant par $P(1,2)$ et $Q(3,1/2)$.

Plan défini par trois points

Équation du plan défini par les points A, B et C .

$$\text{dotP}(\text{crossP}(b-a, c-a), [x, y, z]-a) = 0 \rightarrow \text{eqp}(a, b, c)$$

```

■ dotP(crossP(b-a,c-a),[x y z]-a)
  Done
■ [1 1 1]→a [1 1 1]
■ [-1 0 1]→b [-1 0 1]
■ eqp(a,b,[0 0 m+1])
  -m·x + 2·m·y + z - m - 1 = 0
    
```

Plan défini par $A(1,1,1)$, $B(-1,0,1)$ et $C(0,0,2)$.

Médiatrice, plan médiateur

Dans un plan, pour obtenir l'équation de la médiatrice du segment $[P, Q]$, on peut définir la fonction

$$\text{norm}([x, y]-p)^2 - \text{norm}([x, y]-q)^2 = 0 \rightarrow \text{eqmed}(p, q)$$

Dans l'espace, l'équation du plan médiateur de P et Q s'obtient par :

$$\text{norm}([x, y, z]-p)^2 - \text{norm}([x, y, z]-q)^2 = 0 \rightarrow \text{eqpmmed}(p, q)$$

```

■ (norm([x y z]-p))^2 - (norm([x y z]-q))^2 = 0
  Done
■ eqmed([1 1],[2 5])
  2·x + 8·y - 27 = 0
■ eqpmmed([1/2 1 1],[1 2 1])
  x + 2·y - 4·z - 15/4 = 0
    
```

Equation de la médiatrice des deux points $(1,1)$ et $(2,5)$.

Equation du plan médiateur des points $A(1/2,1,1)$ et $B(1,2,-1)$.

Translation

On obtient l'image d'un point P par une translation de vecteur \vec{u} , avec la fonction définie par :

$$p+u \rightarrow \text{tr}(p,u)$$

```

■ p + u → tr(p, u)           Done
■ tr([x y], [1 2])          [x + 1 y + 2]

```

Homothétie

La fonction suivante permet de calculer les coordonnées de l'image d'un point M par homothétie de centre C et de rapport k :

$$c+k*(m-c) \rightarrow \text{hom}(c, k, m)$$

```

■ c + k * (m - c) → hom(c, k, m)           Done
■ hom([1 2], -1/2, [x y]) /               [3/2 - x/2  3 - y/2]

```

Formules analytiques de l'homothétie de centre $C(1,2)$ et de rapport $-1/2$.

Les fonctions précédentes sont également utilisables en dimension 3. Il est possible d'utiliser au choix la notation en ligne ou en colonne.

```

■ hom([3; 2], 2, [x; y])           [2*x - 3; 2*y - 2]
■ hom([1; 3; 2], 2, [1; 3; 2])     [1; 3; 2]

```

Le centre est bien invariant par l'homothétie.

Composition de deux homothéties

Naturellement, on peut utiliser la fonction précédente pour définir des homothéties particulières, puis les utiliser.

Etudions par exemple la composée de l'homothétie h_1 de centre $O(0,0)$ et de rapport k , avec l'homothétie h_2 de centre $A(a,b)$ et de rapport $1/k$.

```

■ hom([0 0], k, m) → h1(m)           Done
■ hom([a b], 1/k, m) → h2(m)         Done
■ expand(h2(h1([x y])))              [x - a/k + a  y - b/k + b]

```

Utilisation directe de la composée des deux applications.

On obtient la translation de vecteur $\vec{u} \left(-\frac{a}{k} + a, -\frac{b}{k} + b \right) = \left(1 - \frac{1}{k} \right) \overrightarrow{OA}$.

Exemples d'utilisation en géométrie analytique (suite)

Projection

Projection d'un vecteur \vec{u} sur la droite vectorielle engendrée par un vecteur \vec{v} :

$$\text{dotP}(u,v)/\text{norm}(v)^2 * v \rightarrow \text{projv}(u,v)$$

Projection d'un point M sur la droite définie par un point A et par un vecteur \vec{v} :

$$a + \text{projv}(m-a, v) \rightarrow \text{projp}(m, a, v)$$

```

■ dotP(u, v)
  (norm(v))^2 * v → projv(u, v)
  Done
■ a + projv(m - a, v) → projp(m, a, v)
  Done
■ projp([1 1/2], [1 0], [1 1])
  [5/4 1/4]
■ projp([x y], [1 0], [1 1])
  [x/2 + y/2 + 1/2  (x+y-1)/2]
  
```

Projection du point $M(1,1/2)$ sur la droite définie par $A(1,0)$ et le vecteur $(1,1)$

Formule générale de cette projection.

Symétrie axiale

Symétrique d'un vecteur \vec{u} par rapport à la droite vectorielle engendrée par un vecteur \vec{v} :

$$2 * \text{projv}(u, v) - u \rightarrow \text{symv}(u, v)$$

Symétrique d'un point M par rapport à la droite définie par un point A et par un vecteur \vec{v} :

$$2 * \text{projp}(m, a, v) - m \rightarrow \text{symp}(m, a, v)$$

```

■ 2 * projv(u, v) - u → symv(u, v)
  Done
■ 2 * projp(m, a, v) - m → symp(m, a, v)
  Done
■ symp([x y], [1 0], [1 1])
  [y + 1  x - 1]
  
```

Formule générale de cette symétrie.

Ces fonctions peuvent aussi être utilisées en dimension 3.

Voici par exemple les formules analytiques d'un retournement vectoriel autour de l'axe défini par $\vec{\omega} = (1, 1, 1)$.

```

■ symv([x; y; z], [1; 1; 1])
  [2*(y+z)/3 - x/3;
   2*x/3 - y/3 + 2*z/3;
   2*x/3 + 2*y/3 - z/3]
  symp([x; y; z], [1; 1; 1])
  
```

Utilisation de coordonnées cylindriques ou sphériques

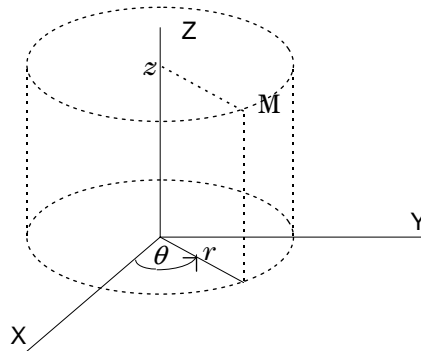
En dimension 3, la TI-89 / TI-92 Plus offre le choix entre l'utilisation des coordonnées cartésiennes, cylindriques ou sphériques.
En dimension 2, on peut utiliser les coordonnées cartésiennes ou polaires.

Choix du type de coordonnées

Ce choix s'effectue par l'intermédiaire de la rubrique Vector Format de la boîte de dialogue MODE. Les trois choix possibles sont RECTANGULAR, CYLINDRICAL et SPHERICAL.

Format d'affichage ou de saisie en coordonnées cylindriques

Dans ce mode, les vecteurs (ou les points) sont définis par r , θ et z .
Ces coordonnées sont saisies sous la forme $[r, \angle \theta, z]$.

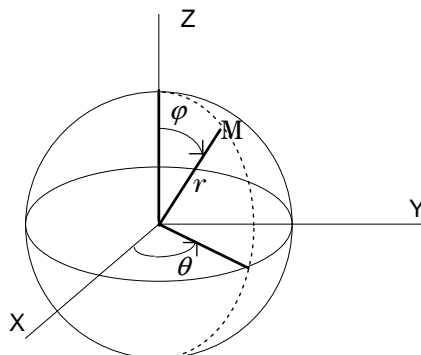


Les virgules doivent être utilisées pour la saisie mais n'apparaissent pas lors de l'affichage dans l'écran de calcul.

Le symbole \angle peut être obtenu en appuyant sur $\boxed{2\text{nd}}[\angle]$.

Format d'affichage ou de saisie en coordonnées sphériques

Dans ce mode, les vecteurs (ou les points) sont définis par r , θ et φ .
Ces coordonnées sont saisies sous la forme $[r, \angle \theta, \angle \varphi]$.



Utilisation de coordonnées cylindriques ou sphériques

Coordonnées polaires

Le mode CYLINDRICAL permet aussi de travailler en coordonnées polaires. On utilise alors la notation $[r, \angle \theta]$.

Utilisation d'un autre mode pour la saisie

Quel que soit le mode choisi, il est possible d'entrer un vecteur en coordonnées cartésiennes, cylindriques ou sphériques.

Les coordonnées du vecteur seront automatiquement converties en fonction du mode en cours d'utilisation.

Utilisation d'un autre mode pour l'affichage

Il est aussi possible d'utiliser les fonctions ► **Cylind**, ► **Rect**, ► **Sphere**, ► **Polar**, pour afficher les coordonnées d'un vecteur dans un autre mode que le mode en cours.

Exemples.

Note. Toutes ces instructions se trouvent dans le menu CATALOG. Elles sont classées avec les autres fonctions et instructions par ordre alphabétique, en ignorant le symbole ►.

Pour afficher les coordonnées sphériques du point de coordonnées cartésiennes $x = 1, y = 1, z = 1$, taper

$[1, 1, 1]$ ► **Sphere**

Pour afficher les coordonnées polaires du point de coordonnées cartésiennes $x = 1$ et $y = 1$, taper

$[1, 1]$ ► **Polar**

Note. Ces instructions ne sont pas des fonctions. Elles ne peuvent être utilisées qu'à la fin d'une expression, pour obtenir son *affichage* sous la forme souhaitée.

Fonctions de conversion

Il est également possible d'utiliser les fonctions de conversion **R►P θ** , **R►Pr**, **P►Rx**, **P►Ry** pour calculer chacune des composantes polaires d'un point dont on connaît les coordonnées rectangulaires, ou inversement.

Par exemple, la valeur de l'angle θ utilisé dans l'écriture en coordonnées polaires du point de coordonnées cartésiennes $x = 1$ et $y = 1$ est donnée par

R►P θ (1, -1)

Note. Ce sont des fonctions de deux variables, on écrit **R►P θ** (x, y) et non **R►P θ** ($[x, y]$).

Vous retrouverez des exemples d'utilisation de ces fonctions dans l'annexe A.

Calcul matriciel

29

Un premier exemple	29-2
Saisie d'une matrice ou d'un vecteur.....	29-4
Saisie directe	29-4
Saisie d'un vecteur ligne	29-4
Saisie d'un vecteur colonne.....	29-4
Utilisation de l'éditeur.....	29-5
Changement du nombre de lignes et de colonnes.....	29-6
Autres possibilités	29-6
Opérations sur les matrices	29-7
Opérations algébriques	29-7
Transposition	29-7
Déterminant.....	29-7
Construction de matrices particulières	29-8
Opérations sur les lignes et les colonnes.....	29-8
Réduction de Gauss.....	29-9
Modification d'un élément particulier	29-9
Extraction d'une partie de la matrice	29-10
Construction à partir d'autres matrices.....	29-10
Utilisation d'une fonction de construction.....	29-10
Fonctions avancées	29-11
Polynôme caractéristique	29-11
Valeurs propres.....	29-12
Vecteurs propres d'une matrice.....	29-12
Tolérance	29-13
LU et QR.....	29-14
Autres fonctions.....	29-14

La TI-89 / TI-92 Plus permet d'effectuer toutes les opérations courantes sur les matrices.



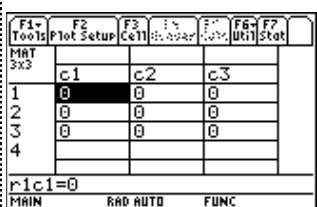
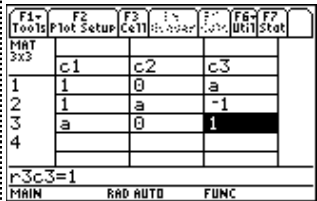

Il est possible d'utiliser des matrices à coefficients numériques ou formels.

L'utilisation de la fonction de résolution d'équation **solve**, associée à la fonction de calcul de déterminant **det** permet de répondre à des questions plus complexes : condition d'inversibilité, recherche de valeurs propres, diagonalisation...

Un premier exemple

Nous allons dans un premier temps effectuer quelques opérations de base : saisie de la matrice, calcul d'une puissance, de l'inverse, étude des valeurs pour lesquelles cette matrice est inversible.

Nous utiliserons ici la matrice $m = \begin{bmatrix} 1 & 0 & a \\ 1 & a & -1 \\ a & 0 & 1 \end{bmatrix}$.

Étapes	Touches TI-89	Touches TI-92 Plus	Affichage
1. On se prépare à l'étude d'un nouveau problème.	$\boxed{2nd} \boxed{[F6]} \boxed{2} \boxed{ENTER}$	$\boxed{F6} \boxed{2} \boxed{ENTER}$	
2. Ouverture de l'éditeur de données et de matrices.	$\boxed{[APPS]} \boxed{6} \boxed{3}$	$\boxed{[APPS]} \boxed{6} \boxed{3}$	
3. Choix du type Matrix.	$\boxed{\rightarrow} \boxed{2}$	$\boxed{\rightarrow} \boxed{2}$	
4. Saisie du nom de la matrice, puis de son nombre de lignes et de colonnes.	$\boxed{\rightarrow} \boxed{\rightarrow} \boxed{M} \boxed{\rightarrow} \boxed{3} \boxed{\rightarrow} \boxed{3} \boxed{ENTER}$	$\boxed{\rightarrow} \boxed{\rightarrow} \boxed{M} \boxed{\rightarrow} \boxed{3} \boxed{\rightarrow} \boxed{3} \boxed{ENTER}$	
5. Saisie des coefficients de la matrice.	\boxed{ENTER} $\boxed{1} \boxed{ENTER}$ $\boxed{\rightarrow} \boxed{[alpha]} \boxed{A} \boxed{ENTER}$ $\boxed{1} \boxed{ENTER}$ $\boxed{[alpha]} \boxed{A} \boxed{ENTER}$ $\boxed{(-)} \boxed{1} \boxed{ENTER}$ $\boxed{[alpha]} \boxed{A} \boxed{ENTER}$ $\boxed{\rightarrow} \boxed{1} \boxed{ENTER}$	\boxed{ENTER} $\boxed{1} \boxed{ENTER}$ $\boxed{\rightarrow} \boxed{A} \boxed{ENTER}$ $\boxed{1} \boxed{ENTER}$ $\boxed{\rightarrow} \boxed{A} \boxed{ENTER}$ $\boxed{(-)} \boxed{1} \boxed{ENTER}$ $\boxed{\rightarrow} \boxed{A} \boxed{ENTER}$ $\boxed{\rightarrow} \boxed{1} \boxed{ENTER}$	

Étapes	Touches TI-89	Touches TI-92 Plus	Affichage
6. Retour à l'écran de calcul.	HOME	◀ [HOME]	
7. Affichage du contenu de M.	[alpha] M [ENTER]	M [ENTER]	
8. Calcul du carré de la matrice.	◀ ▶ 2 [ENTER]	◀ ▶ 2 [ENTER]	
9. Calcul de l'inverse de la matrice. Utilisez TI-89 : ▶ ◀ et ▶ ◀. TI-92 Plus : ◀ ▶ et ◀ ▶ pour visualiser la partie de la matrice non affichée à l'écran. <i>Cette matrice n'est pas inversible pour a=0, a=1 et a=-1. Nous allons retrouver ces différents cas lors de l'étude du déterminant de la matrice. Voir ci-dessous.</i>	◀ ▶ ◀ ▶ 1 [ENTER] ◀ ▶ ▶ ◀ ... ▶ ◀	◀ ▶ ◀ ▶ 1 [ENTER] ◀ ▶ ◀ ▶ ... ◀ ▶	
10. Saisie directe de la matrice à partir de l'écran de calcul. <i>Cette saisie est facultative, la matrice est déjà définie. C'est juste un exemple illustrant l'autre méthode, souvent plus rapide, de définition d'une matrice.</i>	[ESC] 2nd [C] 1, 0, [alpha] A 2nd [;] 1 [alpha] A, ◀ 1 2nd [;] [alpha] A [alpha] 0, 1 2nd [)] STO▶ [alpha] M	[ESC] 2nd [C] 1, 0, A 2nd [;] 1 A, ◀ 1 2nd [;] A [alpha] 0, 1 2nd [)] STO▶ M	
11. Ouverture du menu MATH/Matrix.	2nd [MATH] 4 ◀	2nd [MATH] 4 ◀	
12. Calcul du déterminant de la matrice.	[ENTER] [alpha] M [)] [ENTER]	[ENTER] M [)] [ENTER]	
13. Recherche des valeurs pour lesquelles la matrice n'est pas inversible. (On résout l'équation det(M) = 0.)	[F2] 1 2nd [ANS] = 0, [alpha] A [)] [ENTER]	[F2] 1 2nd [ANS] = 0, A [)] [ENTER]	

Saisie d'une matrice ou d'un vecteur

Il est possible de saisir une matrice ou un vecteur, directement à partir de l'écran Home ou en utilisant l'éditeur de matrices. Un vecteur peut être entré en ligne ou en colonne. Ces deux méthodes ne sont pas équivalentes pour les calculs utilisant des vecteurs et des matrices.

Saisie directe

Dans l'écran de calcul, il est possible d'entrer directement une matrice sous la forme :

$$[[a_{11}, a_{12}, \dots, a_{1p}][a_{21}, a_{22}, \dots, a_{2p}] \dots [a_{n1}, a_{n2}, \dots, a_{np}]]$$

↙ ligne 1 ↘ ligne n

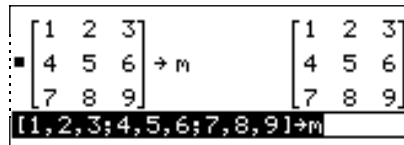
ou sous la forme

$$[a_{11}, a_{12}, \dots, a_{1p}; a_{21}, a_{22}, \dots, a_{2p}; \dots; a_{n1}, a_{n2}, \dots, a_{np}]$$

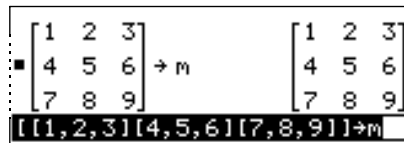
↙ ligne 1 ↘ ligne n

Mémorisons par exemple la matrice $\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{bmatrix}$ dans M.

Note. Si la taille de la matrice dépasse celle de l'écran, en se positionnant sur la matrice on peut faire défiler les colonnes, à l'aide des touches \leftarrow et \rightarrow ; les lignes à l'aide des touches TI-89 : \uparrow \ominus et \downarrow \ominus .
TI-92 Plus : \leftarrow \ominus et \rightarrow \ominus .



ou



Saisie d'un vecteur ligne

Quand on entre un vecteur sous la forme

$$[x_1, x_2, \dots, x_n]$$

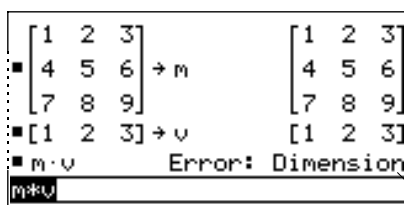
celui-ci est considéré comme un "vecteur ligne", c'est à dire une matrice formée d'une seule ligne et de n colonnes.

Saisie d'un vecteur colonne

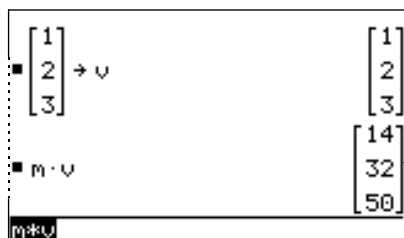
Par contre, un vecteur de coordonnées (x_1, x_2, \dots, x_n) destiné à être utilisé avec des matrices doit être assimilé à une matrice formée de n lignes et d'une colonne.

Il doit donc être entré sous la forme :

$$[[x_1][x_2] \dots [x_n]] \text{ ou } [x_1; x_2; \dots; x_n]$$



V est ici un vecteur ligne, c'est à dire une matrice 1×3 .
On obtient un message d'erreur. On ne peut pas multiplier une matrice 3×3 par une matrice 1×3 .



Cette fois, v est un vecteur colonne, c'est à dire une matrice 3×1 .
Il est donc possible de calculer le produit $m \cdot v$.

Utilisation de l'éditeur

Il est également possible de définir la matrice en utilisant l'éditeur de données et de matrices.

1. Ouvrir cet éditeur en appuyant sur **[APPS]** **[6]**



2. Choisir

- 1:Current pour revenir sur une matrice venant d'être saisie par l'intermédiaire de cet éditeur.
- 2:Open pour éditer une matrice ayant déjà été stockée dans une variable (directement, ou par l'intermédiaire de l'éditeur).
- 3:New pour créer une nouvelle matrice.

Note. Les étapes 3, 4, 5 et 6 sont inutiles lors de l'accès à une matrice en utilisant l'option 1:current.

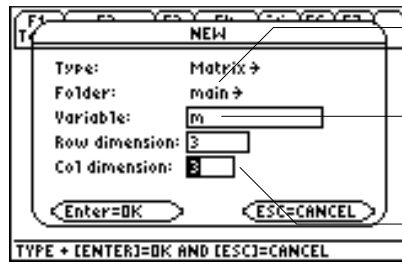
3. Choisir ensuite le type 2:Matrix.
4. Indiquer le dossier à utiliser pour lire ou mémoriser la matrice.
5. Indiquer le nom de la matrice.

Saisie d'une matrice ou d'un vecteur (suite)

Note. Il est également possible d'ouvrir une matrice existante, ou d'en créer une nouvelle à partir des commandes
 1:Open, $\boxed{F1} \boxed{1}$, et
 3:New, $\boxed{F1} \boxed{3}$, accessibles dans le premier menu de l'éditeur de données et de matrices.

Note pour la TI-89.
 Il est inutile d'appuyer sur la touche $\boxed{\alpha}$ lors de la saisie du nom de la matrice.

6. Dans le cas de la création d'une nouvelle matrice (utilisation de l'option 3:New), indiquer le nombre de lignes et de colonnes.



Nom du dossier de mémorisation de la matrice.

Nom de la matrice.

Nombre de lignes, nombre de colonnes

7. On accède ainsi à l'éditeur plein écran.

- Pour entrer un coefficient, mettez en surbrillance la case correspondante, entrez la valeur et appuyez sur \boxed{ENTER} .
- Pour modifier un coefficient, mettez en surbrillance la case correspondante et appuyez sur $\boxed{F3}$. Le curseur est alors placé dans la ligne d'édition en bas de l'écran. Effectuez les modifications souhaitées et appuyez sur \boxed{ENTER} .

F1-Tools	F2-Plot Setup	F3-Cell	F4-Home	F5-Quit	F6-Util	F7-Stat
MAT 3x3						
	c1	c2	c3			
1	1	0	x			
2	1	x	-1			
3	x	0	1			
4						
r3c3=1						
MAIN RAD AUTO FUNC						

8. Lorsque tous les coefficients ont été saisis, appuyer sur \boxed{HOME} pour revenir à l'écran de calcul. Cela provoque la sauvegarde automatique du contenu de la matrice.

Changement du nombre de lignes et de colonnes

Pour ajouter une ligne ou une colonne supplémentaire, il suffit de se placer dans une cellule de cette ligne ou cette colonne et d'entrer une valeur. Les autres éléments de la ligne ou de la colonne reçoivent automatiquement la valeur 0.

Autres possibilités

Le menu **Util**, accessible par **TI-89** : $\boxed{2nd} \boxed{F6}$ **TI-92 Plus** : $\boxed{F6}$ à partir de l'éditeur de matrices, permet d'insérer une ligne ou une colonne entre deux lignes ou deux colonnes existantes.

Il est également possible de supprimer une ligne ou une colonne en utilisant le menu **Util**. Ce menu permet aussi de trier les éléments d'une colonne. Voir le chapitre 16.

Opérations sur les matrices

Cette section présente les principales fonctions utilisables sur les matrices. On en trouvera la liste complète dans l'annexe A page A-4.

Opérations algébriques

On peut multiplier une matrice par un nombre ou calculer directement les sommes ou produits de deux matrices, ainsi que les puissances entières d'une matrice. Lorsque une matrice P est inversible, il est possible d'obtenir son inverse en tapant P^{-1} .

$$\begin{array}{l} \blacksquare \begin{bmatrix} a & b & b \\ b & a & b \\ b & b & a \end{bmatrix} \rightarrow m \qquad \begin{bmatrix} a & b & b \\ b & a & b \\ b & b & a \end{bmatrix} \\ \blacksquare \begin{bmatrix} 1 & -1 & -1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \rightarrow P \qquad \begin{bmatrix} 1 & -1 & -1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \\ \blacksquare P^{-1} \cdot m \cdot P \\ \qquad \begin{bmatrix} a+2 \cdot b & 0 & 0 \\ 0 & a-b & 0 \\ 0 & 0 & a-b \end{bmatrix} \\ \text{P}^{-1} \cdot \text{m} \cdot \text{P} \end{array}$$

Transposition

L'opérateur τ permet d'obtenir la transposée d'une matrice. Il s'utilise à la suite de la matrice. Cet opérateur est accessible dans le menu **MATH/matrix**.

$$\begin{array}{l} \blacksquare \begin{bmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{bmatrix}^T \qquad \begin{bmatrix} a & d & g \\ b & e & h \\ c & f & i \end{bmatrix} \\ \text{[[a,b,c][d,e,f][g,h,i]]}^T \end{array}$$

Note. On obtient donc la matrice adjointe.

Attention, pour une matrice à coefficients complexes, cet opérateur permet d'obtenir la **transposée de la matrice conjuguée**.

$$\begin{array}{l} \blacksquare \begin{bmatrix} 1+i & 2+i \\ 3-2 \cdot i & 4 \end{bmatrix}^T \\ \qquad \begin{bmatrix} 1-i & 3+2 \cdot i \\ 2-i & 4 \end{bmatrix} \end{array}$$

Ecran obtenu en mode Complex RECTANGULAR

Déterminant

La fonction **det** calcule le déterminant d'une matrice. Elle est accessible dans le menu **MATH/matrix**.

$$\begin{array}{l} \blacksquare \begin{bmatrix} 1 & a & a^2 \\ 1 & b & b^2 \\ 1 & c & c^2 \end{bmatrix} \rightarrow m \qquad \begin{bmatrix} 1 & a & a^2 \\ 1 & b & b^2 \\ 1 & c & c^2 \end{bmatrix} \\ \blacksquare \text{det}(m) \\ \qquad -(a-c) \cdot (a-b) \cdot (b-c) \end{array}$$

Opérations sur les matrices (suite)

Construction de matrices particulières

`identity(n)` permet de construire une matrice unité d'ordre n .

`diag([d1, d2, ..., dn])`, ou `diag({d1, d2, ..., dn})`, construit une matrice diagonale.

```

■ identity(3)      [ 1  0  0 ]
                   [ 0  1  0 ]
                   [ 0  0  1 ]
■ diag({1  2  3}) [ 1  0  0 ]
                   [ 0  2  0 ]
                   [ 0  0  3 ]
    
```

Note. Vous trouverez ces fonctions dans le menu **MATH/matrix**.

- `newMat(n,p)` construit une matrice avec n lignes et p colonnes, avec tous les termes nuls.
- `Fill expr, mat` remplace tous les termes d'une matrice mat , définie au préalable, par une même expression $expr$.

```

■ newMat(3, 3) → m [ 0  0  0 ]
                   [ 0  0  0 ]
                   [ 0  0  0 ]
■ Fill 10, m      Done
                   [ 10 10 10 ]
■ m               [ 10 10 10 ]
                   [ 10 10 10 ]
    
```

Remarque. Aucun résultat n'est affiché lorsque l'on utilise **Fill**. Ce n'est pas une fonction, mais une procédure qui agit directement sur la matrice indiquée

Note. Les coefficients générés par `randMat` sont compris entre -9 et 9.

- `randMat(n,p)` construit une matrice avec n lignes et p colonnes, avec des termes entiers générés de façons aléatoire.

```

■ randMat(3, 3)   [ 0  9  6 ]
                   [-4 -1 -1 ]
                   [-7  7  2 ]
■ randMat(3, 3)   [ 2  8  -1 ]
                   [ 5  6  2 ]
                   [ 2 -5 -2 ]
    
```

Le résultat obtenu sera chaque fois différent.

Opérations sur les lignes et les colonnes

La TI-89 / TI-92 Plus permet d'obtenir toutes les opérations usuelles sur les lignes d'une matrice.

Dans le tableau suivant, on suppose que la matrice à transformer est placée dans M .

On désigne par L_i la i -ième ligne de la matrice.

Opération souhaitée	Syntaxe
$L_i \leftrightarrow L_j$	<code>rowSwap(M, i, j)</code>
$L_i \leftarrow \alpha L_i$	<code>mRow(α, M, i)</code>
$L_i \leftarrow L_i + L_j$	<code>rowAdd(M, j, i)</code>
$L_i \leftarrow L_i + \alpha L_j$	<code>mRowAdd(α, M, j, i)</code>

Note. Si on veut effectivement modifier la matrice M , il faut stocker le résultat obtenu dans M .

Les fonctions **rowSwap**, **rowAdd**, **mRow**, **mRowAdd** sont présentes dans le menu **Math/Matrix/Row ops**.

Exemple. Cherchons la réduite de Gauss d'une matrice, en détaillant chaque étape.

▪	$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 1 & 1 & 1 \\ -1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \rightarrow m$	$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 1 & 1 & 1 \\ -1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$	
▪	<code>mRowAdd(-1, m, 1, 2) → m</code>	$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 0 & -1 & -2 \\ -1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$	$L_2 \leftarrow L_2 - L_1$
▪	<code>rowAdd(m, 1, 3) → m</code>	$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 0 & -1 & -2 \\ 0 & 3 & 4 \end{bmatrix}$	$L_3 \leftarrow L_3 + L_1$
▪	<code>mRowAdd(3, m, 2, 3) → m</code>	$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 0 & -1 & -2 \\ 0 & 0 & -2 \end{bmatrix}$	$L_3 \leftarrow L_3 + 3L_2$
	<code>mRowAdd(3, m, 2, 3) → m</code>	$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 0 & -1 & -2 \\ 0 & 0 & -2 \end{bmatrix}$	

Réduction de Gauss

La fonction **ref**, présente dans le menu **MATH/Matrix** permet d'obtenir directement une réduite de Gauss d'une matrice.

▪	<code>ref($\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 1 & 1 & 1 \\ -1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$)</code>	$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 0 & 1 & 4/3 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$
---	---	---

La fonction **rref**, également présente dans le menu **MATH/Matrix** permet d'obtenir directement une réduite de Gauss-Jordan d'une matrice. Voir aussi chapitre 25, page 25-14 pour l'utilisation à la simplification des systèmes linéaires.

Modification d'un élément particulier

Il est possible de modifier la valeur du coefficient situé sur la n -ième ligne et la p -ième colonne d'une matrice mat par une instruction du type $val \rightarrow mat[n,p]$. (\rightarrow s'obtient en appuyant sur **STO▶**)

Note. Une instruction du type $liste \rightarrow mat[n]$ permet de modifier globalement la ligne n . Le nombre d'éléments de liste doit être égal au nombre de colonnes de la matrice mat .

▪	<code>newMat(3, 3) → m</code>	$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
▪	<code>5 → m[1, 1] : 4 → m[3, 2]</code>	$\begin{bmatrix} 5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 4 & 0 \end{bmatrix}$
▪	<code>m</code>	$\begin{bmatrix} 5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 4 & 0 \end{bmatrix}$

Opérations sur les matrices (suite)

Extraction d'une partie de la matrice

- $mat[n]$ permet d'obtenir la liste des coefficients de la n -ième ligne de la matrice mat .
- $mat[n,p]$ permet d'obtenir le coefficient situé sur la n -ième ligne et la p -ième colonne de la matrice mat .

```

■ randMat(4, 4) → m
      [ 9  4 -3  0 ]
      [-6  8 -4 -5 ]
      [-3  2  1 -2 ]
      [-7  4  8  4 ]
■ m[1]
      [ 9  4 -3  0 ]
■ m[2, 3]
      [-4 ]
    
```

Note. Vous trouverez cette fonction dans le menu MATH/Matrix.

- $subMat(mat, ligne_1, col_1, ligne_2, col_2)$ permet d'extraire la sous-matrice de la matrice mat délimitée par les lignes $ligne_1, ligne_2$ et par les colonnes col_1, col_2 .

```

■ randMat(4, 4) → m
      [ 9  4 -3  0 ]
      [-6  8 -4 -5 ]
      [-3  2  1 -2 ]
      [-7  4  8  4 ]
■ subMat(m, 2, 2, 3, 4)
      [ 8 -4 -5 ]
      [ 2  1 -2 ]
    
```

Construction à partir d'autres matrices

La fonction **augment** permet de juxtaposer (resp. de superposer) deux matrices ayant le même nombre de lignes (resp. de colonnes).

```

■ randMat(2, 2) → m
      [-9  4]
      [ 3  8]
■ randMat(2, 2) → n
      [ 0 -2]
      [ 6 -8]
■ augment(m, n)
      [-9  4  0 -2]
      [ 3  8  6 -8]
■ augment(m; n)
      [-9  4]
      [ 3  8]
      [ 0 -2]
      [ 6 -8]
    
```

Juxtaposition :
(séparateur ,) les deux matrices doivent avoir le même nombre de lignes.

Superposition :
(séparateur ;) les deux matrices doivent avoir le même nombre de colonnes.

Utilisation d'une fonction de construction

La TI-89 / TI-92 Plus assimile les listes de listes à des matrices. On peut utiliser cette propriété pour construire une matrice en imbriquant deux appels à la fonction **seq**.

Pour construire la matrice définie par $a_{i,j} = f(i, j)$, écrivez :

$$seq(f(i, j), j, 1, nbre_colonnes), i, 1, nbre_lignes)$$

Note. Dans l'exemple ci-contre $nbre_colonnes=4$ et $nbre_lignes=3$.

```

■ seq(seq(1/(i+j-1), j, 1, 4), i, 1, 3)
      [ 1  1/2  1/3  1/4 ]
      [ 1/2  1/3  1/4  1/5 ]
      [ 1/3  1/4  1/5  1/6 ]
    
```

Fonctions avancées

En combinant différentes fonctions de la TI-89 / TI-92 Plus, il est possible de résoudre des problèmes concernant la réduction des matrices : polynôme caractéristique, valeurs propres et vecteurs propres.

Polynôme caractéristique

Pour calculer le polynôme caractéristique d'une matrice, défini par $P_M(x) = \det(M - xI_n)$, il suffit d'associer les fonctions **det** et **identity**.

```
■  $\begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 2 \end{bmatrix} \rightarrow m$   $\begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 2 \end{bmatrix}$   
■  $\det(m - x \cdot \text{identity}(3))$   
   $-(x+1) \cdot (x^2 - 5x + 4)$   
det(m-x*identity(3))
```

Il est possible d'obtenir une forme développée ou factorisée de ce résultat.

Note. Il faudrait utiliser **cFactor** pour obtenir une factorisation dans **C**.

```
■  $\text{expand}(-(x+1) \cdot (x^2 - 5x + 4))$   
   $-x^3 + 4x^2 + x - 4$   
■  $\text{factor}(-x^3 + 4x^2 + x - 4)$   
   $-(x-4) \cdot (x-1) \cdot (x+1)$   
factor(ans(1))
```

Nous pouvons automatiser ce processus en définissant une fonction **polcar** effectuant directement cette opération.

Il suffit d'entrer la ligne :

```
factor(det(M-x*identity(rowDim(M))),x) → polcar(M)
```

Note. La fonction **rowdim** donne le nombre de lignes de la matrice.

Cela permet de définir une fonction donnant une forme factorisée du polynôme caractéristique d'une matrice.

```
■  $\text{factor}(\det(m - x \cdot \text{identity}(\text{rowDim}(m))))$   
  Done  
■  $\text{polcar}(m)$   
   $-(x-4) \cdot (x-1) \cdot (x+1)$   
polcar(m)
```

Remarque. Il est possible de simplifier l'écriture de cette fonction en utilisant les conventions respectées par la TI-89 / TI-92 Plus.

Par exemple, si m est une matrice 3×3 , $m - 2$ est interprété comme égal à $m - 2I_3$. Voir annexe A.

Fonctions avancées (suite)

Valeurs propres

Suggestion. Il faudrait utiliser **cSolve** pour obtenir les valeurs propres réelles ou complexes.

On peut ensuite définir une fonction permettant de rechercher les valeurs propres d'une matrice. On doit chercher les racines de l'équation $P_M(x) = 0$.

On utilise pour cela la fonction **solve** :

```
■ polcar(m)
  -(x - 4)·(x - 1)·(x + 1)
■ solve(polcar(m) = 0, x) → valpr
  Done
■ valpr(m)
  x = 4 or x = 1 or x = -1
```

Il est possible d'utiliser cette fonction sur des matrices comportant des paramètres :

```
■  $\begin{bmatrix} a & b & b \\ b & a & b \\ b & b & a \end{bmatrix} \rightarrow mab$ 
   $\begin{bmatrix} a & b & b \\ b & a & b \\ b & b & a \end{bmatrix}$ 
■ valpr(mab)
  x = a + 2·b or x = a - b
```

Note. Vous pouvez également utiliser les fonctions **zeros** et **cZeros**. Ces fonctions retournent la liste des valeurs propres, ce qui permet de sélectionner ensuite une solution particulière.

```
■ zeros(polcar(m), x) → valpr
  Done
■ valpr(mab)
  {a - b  a + 2·b}
■ valpr(mab)[1]
  a - b
```

La fonction **eigVI** (*eigen values*) retourne, sous forme de liste, les valeurs approchées des valeurs propres. **Elle n'est utilisable que sur les matrices numériques.**

```
■ eigVI(m)
  {-1.  4.  1.}
```

Vecteurs propres d'une matrice

Note. On pourrait aussi utiliser la fonction **solve** pour étudier le système associé à l'espace propre.

L'utilisation de la fonction **rref** permet de déterminer l'espace propre associé à une valeur propre.

Reprenons l'exemple de la matrice M de la page précédente et déterminons l'espace propre associé à la valeur propre 4.

```
■ rref(m - 4·identity(3))
   $\begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$ 
```

Les vecteurs propres sont donc les vecteurs $v = (x, y, z)$ tels que $x - z = 0$, $y - z = 0$ et z quelconque.

Ce sont les vecteurs du type $v = (z, z, z)$.

Vérifions le résultat précédent :

$$\begin{array}{l} \begin{bmatrix} z \\ z \\ z \end{bmatrix} \rightarrow v \\ m \cdot v \end{array} \quad \begin{array}{l} \begin{bmatrix} z \\ z \\ z \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} 4 \cdot z \\ 4 \cdot z \\ 4 \cdot z \end{bmatrix} \end{array}$$

L'espace propre associé à la valeur propre $\lambda = 4$ est donc $E_4 = \langle (1,1,1) \rangle$, espace vectoriel engendré par le vecteur $(1,1,1)$.

Note. La fonction **eigVc** n'est utilisable que sur les matrices numériques.

On peut vérifier ce résultat en utilisant la fonction **eigVc** (*eigen vectors*). Elle retourne une matrice dont les colonnes sont les valeurs approchées des coordonnées des vecteurs propres (normalisés).

```

■ eigVl(m)      {-1.  4.  1.}
■ eigVc(m)
 [ .707107  -.57735  -.408
  -.707107  -.57735  -.408
  4.7E-15   -.57735  .8164

```

Le vecteur propre associé à la valeur propre $\lambda = 4$ est donné par la deuxième colonne et correspond à $(-1/\sqrt{3}, -1/\sqrt{3}, -1/\sqrt{3})$.

Tolérance

Certaines fonctions (**det()**, **ref()**, **rref()**, **simult()**, **LU**, **QR**) admettent un argument facultatif *tol* : tout élément de matrice est considéré comme nul si sa valeur absolue est inférieure à *tol*.

Cet argument n'est utilisé que si la matrice comporte des éléments en virgule flottante et ne contient pas de variables purement symboliques. Dans le cas contraire, il est ignoré.

Il permet de mieux contrôler les problèmes d'arrondi dans certains calculs. En voici un exemple :

```

■ randMat(3, 3) → m
 [ -7  -5  9
  -7  -5  -2
   0  -3  9
]
■ rref(m - eigVl(m)[1])
 [ 1.  0.  0.
  0.  1.  0.
  0.  0.  1
]

```

Voir remarque au bas de la page 29-11.

La réduite de Gauss-Jordan de $m - \lambda I_3$ montre que cette matrice est inversible ce qui est en contradiction avec le fait que λ est valeur propre de m . L'utilisation du paramètre *tol* règle ce problème.

```

■ det(m - eigVl(m)[1])
 5.46E-10
■ rref(m - eigVl(m)[1], 1.E-1)
 [ 1.  0.  -5.78773
  0.  1  -6.76231
  0.  0.  0
]
■ rref(m - eigVl(m)[1], 1.E-10)

```

Le rang de la matrice est 2.

Fonctions avancées (suite)

LU et QR

L'instruction **LU** calcule la décomposition LU (*lower-upper*) d'une matrice A. La matrice L est triangulaire inférieure avec des 1 sur la diagonale, la matrice U est triangulaire supérieure, et la matrice P est une matrice de permutation telle que :

$$PA = LU.$$

Note. Ces deux décompositions sont utilisables sur des matrices numériques ou non (voir annexe A). Attention à la longueur des calculs pour la factorisation QR d'une matrice contenant des variables symboliques.

L'instruction **QR** calcule la factorisation QR de Householder d'une matrice A inversible. La matrice Q est unitaire, la matrice R est triangulaire supérieure et ces matrices vérifient l'égalité :

$$A = QR.$$

Les vecteurs colonne de la matrice Q correspondent à la base orthonormale obtenue en appliquant la méthode d'orthonormalisation de Schmidt aux vecteurs colonne de la matrice A.

```

■ [ 1 1 1 ] → m [ 1 1 1 ]
  [ 1 -1 0 ]     [ 1 -1 0 ]
  [ 1 0 -1 ]     [ 1 0 -1 ]
■ QR m, q, r
■ q
  [ √3/3  √2/2  √6/6 ]
  [ √3/3  -√2/2  √6/6 ]
  [ √3/3  0    -√6/3 ]
■ m = q · r
  [ true true true ]
  [ true true true ]
  [ true true true ]
  
```

Les vecteurs colonnes de M ont été seulement normés, ils étaient déjà orthogonaux deux à deux.

Vérification de la relation.

Autres fonctions

On peut calculer l'exponentielle d'une matrice diagonalisable, le logarithme, le cosinus, le sinus, l'Arc cosinus, etc.

Note. Il s'agit bien de fonctions matricielles, et non du calcul de l'image de chaque élément de la matrice.

La matrice doit être numérique, les éléments de la matrice retournée sont sous forme approchée. Tous les calculs sont exécutés en virgule flottante.

Voir la méthode de calcul dans la description de la fonction **cos**, annexe A. Vous trouverez également une méthode de calcul de l'exponentielle d'une matrice non diagonalisable dans la description de la fonction **exp**, annexe A.

```

■ [ 1/2  -2 ] → m
  [ -3/4  1/3 ]
■ e^m
  [ 2.97141  -3.85527 ]
  [ -1.44573  2.65014 ]
■ cos(diag({π/6, π/4}))
  [ .866025  0. ]
  [ 0.      .707107 ]
cos(diag((π/6,π/4)))
  
```

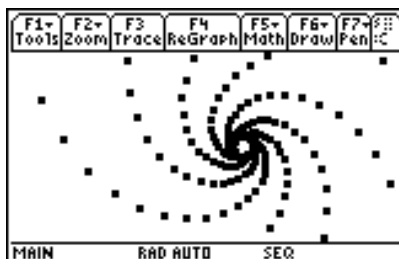
Suites et séries

30

Étude de la convergence d'une suite.....	30-2
Suites du type $f(n)$	30-2
Suites récurrentes.....	30-2
Calcul exact des termes d'une suite récurrente.....	30-3
Exemple 1.....	30-3
Exemple 2.....	30-3
Calcul de la somme des termes d'une série.....	30-4
Sommes partielles.....	30-4
Somme de la série.....	30-4
Séries géométriques.....	30-5
Étude graphique d'une suite définie sur les complexes.....	30-6
Choix du mode SEQUENCE.....	30-6
Définition de la suite.....	30-6
Choix du style CUSTOM.....	30-6
Étude d'un exemple.....	30-7

Le chapitre 8 vous a présenté l'étude graphique et numérique des suites.

Ce chapitre vous montrera comment aller plus loin en utilisant les possibilités de calcul formel de la TI-89 / TI-92 Plus.



Étude d'une suite dans l'ensemble des nombres complexes, voir pages 30-7 et suivantes.

Étude de la convergence d'une suite

Il est possible d'étudier graphiquement ou numériquement le comportement d'une suite.
Les fonctions de calcul symbolique permettent de déterminer dans de nombreux cas une valeur exacte de la limite d'une suite convergente.

Suites du type $f(n)$

Pour les suites définies par une relation du type $u_n = f(n)$, on utilise la fonction **limit**, présente dans le menu **Calc** et accessible en appuyant sur $\boxed{F3} \boxed{3}$.

$$\begin{aligned} & \lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 - \frac{1}{n}\right)^n = e^{-1} \\ & \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{3^n}{n!} = 0 \end{aligned}$$

Suites récurrentes

Pour une suite récurrente définie par une relation du type

$$u_n = f(u_{n-1})$$

on pourra rechercher les racines de l'équation $f(x) = x$ en utilisant les fonctions **solve** ou **zeros**, disponibles dans le menu **Algebra**.

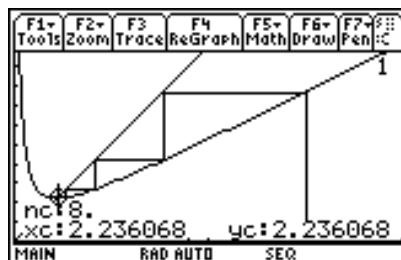
Note. On se reportera au chapitre 8 pour l'étude graphique des suites.

Exemple. L'étude graphique de la suite définie par

$$u_n = \frac{1}{2} \left(u_{n-1} + \frac{5}{u_{n-1}} \right) \quad u_0 > 0$$

laisse supposer que la suite converge vers un réel proche de 2.236 :

Note. Graphique obtenu en mode SEQUENCE en sélectionnant l'option WEB dans la boîte de dialogue AXES.



Ici, $u_0 = 15$.
xmin=0
xmax=20
ymin=0
ymax=9.68

La fonction **Solve** permet d'obtenir la valeur exacte :

$$\begin{aligned} & \text{solve} \left(\frac{a + \frac{5}{a}}{2} = a, a \right) \\ & a = -\sqrt{5} \text{ or } a = \sqrt{5} \\ & a = 2.23607 \text{ or } a = -2.23607 \end{aligned}$$

Note. Après le calcul exact, la valeur approchée a été obtenue en tapant $\boxed{2nd} \boxed{[ANS]} \boxed{\blacklozenge} \boxed{[ENTER]}$.

Calcul exact des termes d'une suite récurrente

Pour accélérer les calculs, la TI-89 / TI-92 Plus calcule les termes d'une suite récurrente en mode approché. Il est cependant facile d'en obtenir une valeur exacte.

Pour une suite vérifiant $u_n = f(u_{n-1})$ et de premier terme u_0 , on écrit :

$$\text{when}(n=0, u_0, f(u(n-1))) \rightarrow u(n)$$

Exemple 1

Calcul de la valeur exacte des termes de la suite définie par

$$u_n = \frac{1 - u_{n-1}}{9} \quad u_0 = 5$$

```

▪ { 5, n = 0
  1 - u(n - 1), else → u(n)
  9
Done
...n=0, 5, (1-u(n-1))/9)+u(n)

```

Calcul de quelques termes :

```

▪ u(5) 5900
59049
▪ u(20)
1215766545905692885
12157665459056928801
u(20)

```

Exemple 2

Voici ce que l'on obtient avec la suite définie par

$$\begin{cases} v_{n+1} = \sqrt{2 + v_{n-1}} \\ v_0 = 0 \end{cases}$$

```

▪ { 0, n = 0
  √(2 + v(n - 1)), else → v(n)
Done
...n(n=0, 0, √(2+v(n-1)))+v(n...

```

Note. On comprend mieux sur ces exemples le choix d'effectuer un calcul approché des termes de la suite.

```

▪ v(1) √2
▪ v(2) √(2 + 2)
▪ v(7)
√(2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2)
v(7)

```

Calcul de la somme des termes d'une série

La TI-89 / TI-92 Plus dispose d'une fonction permettant le calcul symbolique de la somme des termes d'une suite. On pourra dans certains cas calculer une somme finie, ou encore obtenir la somme de la série correspondante.

Nous allons utiliser la fonction Σ , directement accessible en appuyant sur $\boxed{\text{F3}} \boxed{4}$ (ou $\boxed{2\text{nd}} \boxed{\Sigma}$ sur TI-92 Plus).

Sommes partielles

Pour calculer

$$S = \sum_{n=n_1}^{n_2} f(n)$$

on utilise la syntaxe :

$$\Sigma(f(n), n, n_1, n_2)$$

$\sum_{n=1}^{10} ((n+1) \cdot (n+2))$ 570
 $\sum_{n=1}^k ((n+1) \cdot (n+2))$
 $\frac{k^3}{3} + 2 \cdot k^2 + \frac{11 \cdot k}{3}$
 $\Sigma((n+1)(n+2), n, 1, k)$

$\sum_{n=1}^k ((1/2)^{2 \cdot n + 1})$
 $1/6 - \frac{(1/4)^k}{6}$
 $\sum_{n=1}^k (n \cdot (1/2)^{2 \cdot n + 1})$
 $2/9 - \frac{(3 \cdot k + 4) \cdot (1/4)^k}{18}$
 $\Sigma(n \cdot (1/2)^{(2n+1)}, n, 1, k)$

Somme de la série

Pour calculer

$$S = \sum_{n=n_1}^{+\infty} f(n)$$

on utilise la syntaxe :

$$\Sigma(f(n), n, n_1, \infty)$$

$\sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{n^2}{2^n} \right)$ 6
 $\sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{1}{n^2} \right)$ $\frac{\pi^2}{6}$
 $\Sigma(1/n^2, n, 1, \infty)$

Séries géométriques

Il est possible de calculer les sommes du type

$$\sum_{n=0}^N x^n, \sum_{n=0}^N n x^n, \sum_{n=0}^N n^2 x^n, \dots$$

avec N fini ou infini.

Dans ce dernier cas, si x n'est pas numérique, il faudra ajouter une condition sur x pour assurer la convergence de la série.

En voici quelques exemples :

1. Sommes finies.

$$\begin{aligned} & \sum_{k=0}^{n-1} (x^k) && \frac{x^n}{x-1} - \frac{1}{x-1} \\ & \sum_{k=0}^{n-1} (k \cdot x^k) && \frac{((n-1) \cdot x - n) \cdot x^n}{(x-1)^2} + \frac{x}{(x-1)^2} \end{aligned}$$

$\Sigma(k \cdot x^k, k, 0, n-1)$

2. Sommes infinies.

$$\begin{aligned} & \sum_{k=0}^{\infty} \left(\frac{2^k}{3^{2 \cdot k}} \right) && 9/7 \\ & \sum_{k=0}^{\infty} \left(\frac{k^2 + k + 1}{3^{2 \cdot k + 1}} \right) && \frac{123}{256} \end{aligned}$$

$\dots^{2+k+1}/3^{(2+k+1)}, k, 0, \infty)$

3. Probabilités. Espérance d'une loi géométrique.

On entre $\Sigma(n \cdot p \cdot q^{n-1}, n, 0, \infty) \mid q > 0 \text{ and } q < 1$

$$\begin{aligned} & \sum_{n=0}^{\infty} (n \cdot p \cdot q^{n-1}) \mid q > 0 \text{ and } \dots && \frac{p}{(q-1)^2} \\ & \frac{p}{(q-1)^2} \mid q = 1 - p && \frac{1}{p} \end{aligned}$$

$\text{ans}(1) \mid q=1-p$

Ici, il est indispensable de préciser dans quel intervalle se trouve q pour conclure.

Étude graphique d'une suite définie sur les complexes

Dans le chapitre 8, nous avons vu comment étudier une suite à valeurs réelles.
Il est également possible d'étudier une suite à valeurs complexes.

Nous allons étudier une suite définie par un premier terme

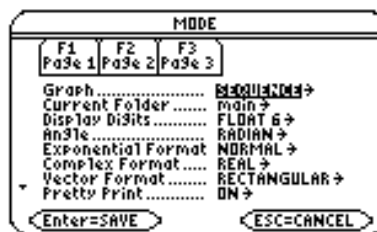
$$z_0 = x_0 + iy_0$$

et par une relation de récurrence du type

$$z_n = f(z_{n-1}).$$

Choix du mode SEQUENCE

Pour commencer, placez la machine en mode SEQUENCE en appuyant sur **MODE** **4** **ENTER**.



Définition de la suite

Ouvrez l'éditeur $Y=$ en appuyant sur **2nd** **[Y=]**, effacez le contenu actuel par **F1** **8**, puis entrez les définitions des suites à utiliser.

On place dans u1 la partie réelle de la suite (z_n) et dans u2 la partie imaginaire. Les valeurs initiales sont x_0 et y_0 partie réelle et partie imaginaire de z_0 .



Choix du style CUSTOM

On doit représenter u1 en abscisse (partie réelle) et u2 en ordonnée (partie imaginaire). Pour cela :

- Appuyez sur **TI-89** : **2nd** **[F7]**
TI-92 Plus : **[F7]** pour ouvrir la boîte de dialogue AXES.
- Sélectionnez Axes=CUSTOM.
- Choisissez
X Axis=u1
Y Axis=u2.

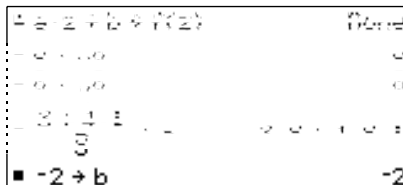


Étude d'un exemple

Étude de la suite définie par $z_n = az_{n-1} + b$ et $z_0 = 5$ pour différentes valeurs de a et b .

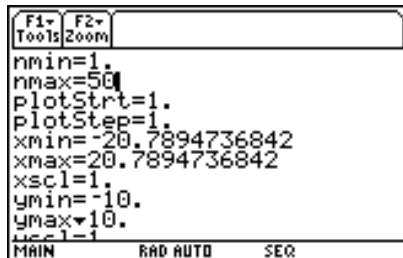
On a ici $f(z) = az + b$, $x_0 = 5$, $y_0 = 0$.

Commençons par choisir $a = \frac{3+4i}{5}$ et $b = -2$.

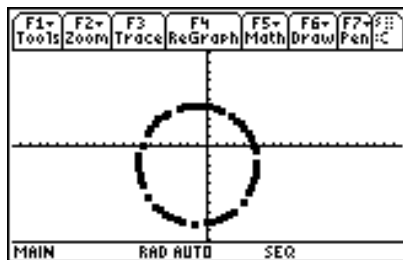


Appuyez sur \square [WINDOW] pour choisir la fenêtre de tracé, et indiquez les valeurs nécessaires à la construction.

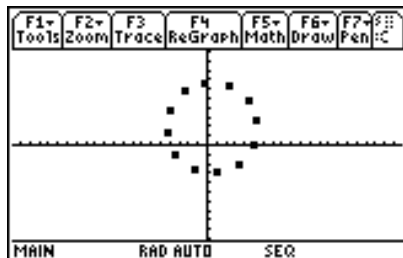
Note. Les valeurs ci-contre ont été obtenues en appuyant successivement sur \square [F2] \square [6] (ZoomStd) puis sur \square [F2] \square [5] (ZoomSqr) puis en choisissant la valeur 50 pour nmax.



Appuyez ensuite sur \square [GRAPH]



Voici ce que l'on obtient avec $a = e^{i\pi/6}$ et $b = 1$.

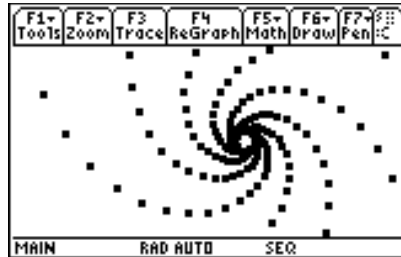


Dans ce cas, la suite est périodique. Le nombre de points construits n'augmente pas quand on augmente la valeur de **nmax**.

Étude graphique d'une suite définie sur les complexes (suite)

Étude du cas $a = -\frac{1}{5} + i$ et $b = \frac{24}{5} - 4i$.

1. Après avoir défini ces valeurs dans l'écran de calcul, ouvrez l'écran WINDOW et choisissez nmax=200.
2. À partir de cet écran, supprimez la construction des axes en ouvrant la boîte de dialogue GRAPH FORMATS (TI-89 : \blacklozenge \square TI-92 Plus : \blacklozenge F) et en sélectionnant AXES=OFF.
3. Lancez ensuite la construction par \blacklozenge [GRAPH].

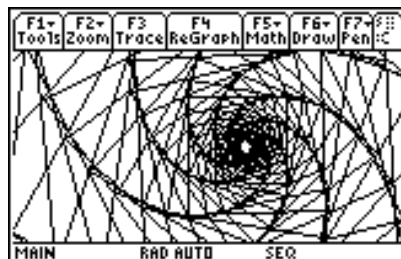


Il est aussi possible de construire les points en les reliant. Pour cela, revenez dans l'écran Y=, placez la définition de u1 en surbrillance, appuyez sur TI-89 : \square [F6] TI-92 Plus : \square [F6], et sélectionnez l'option 1:Line.



Recommencez avec la suite u2.

Voici le résultat obtenu lorsque l'on appuie sur \blacklozenge [GRAPH].



Vous pouvez procéder à d'autres essais avec des valeurs différentes de a et b . Pour étudier une suite définie par une autre application, et un autre point initial, il suffit de placer la définition de l'application dans f et les coordonnées du point dans $x0$ et $y0$.

Introduction à la programmation

31

Premiers pas	31-2
Programme	31-2
Un premier programme	31-2
Transmission des arguments lors de l'appel	31-2
Liste des arguments	31-3
Absence d'argument	31-3
Évaluation des arguments	31-3
Conflits	31-4
Variables locales	31-4
Fonctions	31-5
Valeur retournée par une fonction	31-5
Fonctions avec plusieurs instructions	31-6
Utilisation de l'instruction Return	31-6
Restrictions	31-6
Variables locales, variables globales	31-7
Variables globales	31-7
Variables locales	31-7
Programmation récursive	31-9
Sous-programmes	31-10
Conditions d'utilisation	31-10
Exemple	31-10
L'instruction Define	31-10

Ce premier chapitre sur la programmation est destiné à vous faire découvrir quelques idées de base de la programmation sur la TI-89 / TI-92 Plus.

Dans un premier temps il s'agit d'une étude du langage et non de la façon d'introduire effectivement les programmes dans la TI-89 / TI-92 Plus.

Ce point est traité dans le chapitre 32 qui présente l'utilisation de l'éditeur de programmes et de fonctions.

Les chapitres 33 et 34 décrivent complètement les structures de contrôle et les instructions d'entrée / sortie présentes sur la TI-89 / TI-92 Plus.

Le chapitre 35 vous apprendra à créer vos propres menus.

Les chapitres 36 et 37 détaillent l'utilisation des chaînes de caractères et les applications graphiques.

Vous trouverez également dans le chapitre 38 des informations sur la programmation en assembleur, et sur l'utilisation de la fonction **part**.

Premiers pas

Cette section est tout particulièrement destinée aux utilisateurs qui ne sont pas encore familiarisés avec les concepts de base de la programmation : programmes et fonctions, opérations de saisie ou d'affichage, utilisation de variables locales.

Ces différents points font l'objet d'une étude plus approfondie dans la suite de ce manuel.

Programme

Un programme permet d'effectuer une suite d'opérations de façon automatique. Il comporte généralement des instructions de saisie destinées à demander la valeur de différentes données, puis des instructions de traitement de ces données, et enfin des instructions d'affichage des résultats obtenus.

Un premier programme

Voici par exemple un programme demandant les valeurs de deux nombres a et b et affichant le produit et le quotient de ces deux nombres.

Note. Nous verrons dans le chapitre suivant comment entrer ce programme sur la TI-89 / TI-92 Plus.
Ceci est inutile pour l'instant.

```
:essai()  
:Prgm  
:Prompt a,b           Saisie de a et b  
:a*b → p  
:a/b → q  
:Disp p,q             Affichage des valeurs de p et q  
:EndPrgm
```

À présent, pour utiliser ce programme avec $a = 3$ et $b = 5$, nous écrirons `essai()` **[ENTER]**, puis nous entrerons les valeurs de a et de b .

Transmission des arguments lors de l'appel

Sur la TI-89 / TI-92 Plus, il est aussi possible d'indiquer les valeurs à utiliser lors de l'appel du programme.

```
:essai(a,b)  
:Prgm  
:a*b → p  
:a/b → q  
:Disp p,q  
:EndPrgm
```

À présent, pour utiliser ce programme avec $a = 3$ et $b = 5$, nous écrirons `essai(3,5)` **[ENTER]**.

Liste des arguments

Les arguments sont indiqués sur la première ligne de la définition du programme ou d'une fonction. Les noms choisis n'ont pas d'importance réelle. Ils seront simplement réutilisés dans l'écriture du programme pour faire référence aux différents arguments.

```
:essai(x,y)
:Prgm
:x*y → p
:x/y → q
:Disp p,q
:EndPrgm
```

définit le même programme que précédemment.

Absence d'argument

Certains programmes peuvent ne pas avoir d'argument. Par exemple le programme suivant affiche "pile" ou "face" de façon aléatoire.

```
:lance()
:Prgm
:If rand()<0.5 Then      Si on tire un nombre inférieur à 0,5
:Text "pile"            on affiche "pile"
:Else                   sinon,
:Text "face"           on affiche "face"
:EndIf
:EndPrgm
```

Pour l'utiliser, on écrit simplement `lance()` **[ENTER]**.

Évaluation des arguments

On considère ici le programme *essai* défini précédemment.

Lorsque l'on tape *essai(expr1, expr2)* dans la ligne d'édition de l'écran de calcul, le système commence par déterminer la valeur de *expr1* puis de *expr2*.

Ensuite, les valeurs obtenues seront utilisées à la place des arguments intervenant dans la définition de *essai*.

Par exemple si $x = 1$, lors de l'appel de *essai(x+1, x+2)* :

1. La TI-89 / TI-92 Plus calcule les valeurs de $x+1$ et de $x+2$, c'est à dire 2 et 3.
2. Puis elle effectue les opérations prévues dans la définition du programme *essai* en remplaçant a par 2 et b par 3...
3. On obtient finalement l'affichage des valeurs 6 et 2/3.

Conflits

Dans notre programme, nous utilisons deux variables p et q pour placer les résultats obtenus avant de les afficher. Ainsi, à chaque fois que nous utiliserons ce programme les valeurs de p et q seront modifiées.

Cela peut être gênant dans certains cas, car p et q étaient peut-être déjà utilisées pour mémoriser d'autres valeurs avant l'utilisation de ce programme. Dans ce cas, ces valeurs seront perdues lors de l'utilisation du programme.

Pour éviter tout problème, il faut choisir des variables ne risquant pas d'avoir une autre utilisation. On pourrait par exemple écrire :

```
:essai(a,b)
:Prgm
:a*b → pxzer
:a/b → qxzer
:Disp pxzer,qxzer
:EndPrgm
```

Il y a assez peu de chance que de tels noms de variables aient été utilisés par ailleurs. C'est en effet la seule façon de procéder sur de nombreuses calculatrices. Un des défauts de cette méthode est la multiplication des noms de variables utilisées, et donc l'encombrement de la mémoire qui en résulte.

Variables locales

La TI-89 / TI-92 Plus offre une méthode beaucoup plus sûre de procéder. Il est en effet possible de définir des *variables locales* à un sous-programme.

- Ces variables ne sont créées que pour la durée d'utilisation du programme.
- Si des variables de même nom existaient avant l'utilisation du programme, elles ne seront pas modifiées lors de l'exécution du programme.

Pour obtenir ce résultat, il suffit d'écrire :

```
:essai(a,b)
:Prgm
:local p,q
:a*b → p
:a/b → q
:Disp p,q
:EndPrgm
```

Remarque. Cet exemple est destiné à mettre en évidence certaines caractéristiques de la TI-89 / TI-92 Plus. Ici, il était également possible d'éviter l'utilisation de variables locales en écrivant :

```
:essai(a,b)
:Prgm
:Disp a*b,a/b
:EndPrgm
```

Fonctions

Dans l'exemple précédent, nous avons obtenu l'affichage des résultats, mais ceux-ci ne peuvent pas être utilisés dans la suite pour d'autres calculs.

La TI-89 / TI-92 Plus permet de définir des fonctions, effectuant une ou plusieurs opérations comme le ferait un programme, mais retournant un résultat destiné à une utilisation ultérieure comme le font toutes les fonctions usuelles : sinus, cosinus, racine carrée ou autres.

Une fonction peut avoir un unique argument comme par exemple la fonction sinus, ou plusieurs comme par exemple la fonction calculant la dérivée d'une expression par rapport à une variable.

Une fonction retourne un résultat unique, dépendant des arguments utilisés.

Il est cependant possible de retourner plusieurs valeurs à condition de les placer dans une liste. C'est par exemple ce que fait la fonction **zeros**.

Dans notre exemple, nous pouvons écrire :

Note. Une fonction de ce type peut également être définie directement dans l'écran de calcul en écrivant $\{a*b, a/b\} \rightarrow \text{essai}(a,b)$

```
:essai(a,b)
:Func
:{a*b, a/b}
:EndFunc
```

Dans une fonction, il n'y a pas d'opération destinée à la saisie des arguments : ceux-ci sont donnés lors de l'appel. Il n'y a pas non plus d'opérations destinées à l'affichage du résultat : celui-ci est automatiquement retourné, et donc affiché à la fin de l'exécution de la fonction.

Il est possible d'utiliser une fonction définie par l'utilisateur de la même façon que les fonctions déjà présentes dans la TI-89 / TI-92 Plus. En particulier, on peut utiliser cette fonction pour construire une expression plus complexe.

Par exemple, en écrivant $\text{sum}(\text{essai}(a,b)) \rightarrow f(a,b)$, on définit une nouvelle fonction qui calcule $f(a,b) = ab + \frac{a}{b}$.

Valeur retournée par une fonction

Dans le cas des fonctions simples définies par une instruction du type :

$$\text{expression} \rightarrow \text{nom_fonction}(\text{arg1}, \text{arg2}, \dots)$$

ou encore par :

$$\text{Define nom_fonction}(\text{arg1}, \text{arg2}, \dots) = \text{expression}$$

la valeur retournée est celle que l'on obtient en calculant la valeur obtenue en remplaçant dans l'expression *expression* les variables *arg1*, *arg2*, ... par les arguments utilisés lors de l'appel.

Premiers pas (suite)

Fonctions avec plusieurs instructions

Dans le cas des fonctions comportant plusieurs instructions, c'est le résultat de la dernière expression calculée dans la fonction qui est retourné.

Par exemple dans la fonction définie par :

```
:f(x)
:Func
:local a
:x+3 → a
:a/x
:EndFunc
```

Lors du calcul de $f(4)$, on calcule $4+3$ et on place le résultat dans a , puis on calcule $7/4$ et c'est cette dernière valeur qui est retournée.

Utilisation de l'instruction Return

Il est également possible de désigner de façon plus explicite la valeur à retourner dans une instruction du type **Return** *Valeur*.

Notre fonction s'écrit alors :

```
:f(x)
:Func
:local a
:x+3 → a
:Return a/x
:EndFunc
```

L'utilisation de **Return** permet de faciliter la compréhension de la fonction, ce qui est particulièrement utile dans le cas de fonctions complexes.

Voici par exemple une fonction de simulation du lancer d'une pièce.

Note. Il serait possible de simplifier cette fonction en utilisant la fonction **when**.

```
:lance()
:Func
:If rand()<0.5 Then
: Return "pile"
:Else
: Return "face"
:EndIf
:Endfunc
```

Restrictions

Sur la TI-89 / TI-92 Plus, la programmation des fonctions est très proche de celle des programmes.

Elle doit cependant obéir aux deux règles suivantes :

- Une fonction peut utiliser des variables locales, mais ne peut pas modifier une variable globale. (voir page 31–4).
- Une fonction ne doit pas comporter d'instruction d'entrées/sorties (saisie de données, affichage de résultats).

En revanche toutes les structures de boucles, ainsi que toutes les structures conditionnelles sont utilisables.

Variables locales, variables globales

Nous allons étudier ici plus en détail cette notion, déjà présentée page 31–4.

Variables globales

Note. On peut aussi utiliser des instructions comme `newList` ou `copyVar`.

Lorsque l'on utilise la TI-89 / TI-92 Plus, on peut manipuler les variables qui sont définies dans le dossier en cours d'utilisation.

Ces variables sont généralement créées en utilisant une instruction → (store).

Une fois qu'une variable a été créée, il est possible de l'utiliser dans toutes les expressions, dans tous les programmes et dans toutes les fonctions que l'on pourrait définir.

Variables locales

Note. Seules les variables locales peuvent être modifiées dans une fonction. Une tentative d'affectation dans une variable globale, ou l'utilisation d'une variable globale comme compteur dans une boucle, provoquera l'apparition d'un message d'erreur.

À l'inverse, une variable déclarée comme locale dans un programme ou une fonction par une l'instruction du type :

Local `var1, var2, ...`

n'est connue et utilisable qu'à l'intérieur du programme ou de la fonction.

Lorsqu'une variable locale à un programme ou à une fonction porte le même nom qu'une variable globale, cette dernière variable est masquée par la variable locale, et toutes les opérations sont effectuées en utilisant la variable locale.

Attention, sur la TI-89 / TI-92 Plus, avant d'être utilisée par un programme ou une fonction, une variable locale doit avoir reçu une valeur. Il n'est pas possible d'utiliser une variable locale purement symbolique dans un calcul, ni de l'afficher. On obtient une erreur "Undefined variable". Cette question est décrite plus en détail à la page B-25 de ce manuel.

Voici un exemple illustrant ces différents notions.

1. Définition du programme p1

```
:p1()           Dans p1, on va utiliser une variable locale a.
:Prgm
:local a
:1 → a
:Disp "val. init. de a dans p1":Pause a
:p2()           Cette instruction lance l'exécution de p2.
:Disp "val. dans p1, après p2",a
:EndPrgm
```

2. Définition du programme p2

```
:p2()           Dans p2, on va manipuler la variable globale a.
:Prgm
:Disp "val. init. de a dans p2",a
:2 → a:Disp "valeur de a dans p2",a
:EndPrgm
```

Note. Attention, il n'est pas possible de construire la représentation graphique d'une fonction dont la définition utilise une variable locale à un programme. Par exemple,
`local aa`
`5→aa`
`graph aa*cos(x)`
risque de provoquer une erreur ou un résultat imprévu (si `aa` est le nom d'une variable globale présente dans le dossier en cours d'utilisation).

Variables locales, variables globales (suite)

Essai d'utilisation du programme p1 :

1. Dans l'écran de calcul, on commence par placer 100 dans la variable globale *a*.
2. On lance ensuite l'utilisation du programme p1.
3. p1 modifie cette valeur et affiche la valeur modifiée.
4. Le programme p1 appelle le programme p2. Ce programme affiche la valeur de *a*.
5. Ensuite, p2 place la valeur 2 dans cette variable. On revient alors dans le programme p1 qui affiche la valeur de *a*.
6. L'exécution de p1 se termine, et on revient dans l'écran de calcul où il est à nouveau possible de demander la valeur de *a*.

1. Valeur initiale de la variable globale *a*.

```
■ NewProb           Done
■ 100 → a           100
p1()
```

2. On lance le programme p1...

```
val. init. de a dans p1
1
```

3. Valeur de la variable locale *a*, dans p1, après l'affectation 1 → *a*

4. Par contre, dans p2 c'est la valeur globale de *a* qui est utilisée

```
val. init. de a dans p2
100
valeur de a dans p2
2
val. dans p1, après p2
1
```

5. De retour dans p1, on retrouve la variable locale *a*, sans tenir compte de l'affectation 2 → *a* faite dans p2.

```
■ NewProb           Done
■ 100 → a           100
■ p1()              Done
■ a                 2
```

6. Au retour dans l'écran de calcul, *a* possède la valeur qui lui a été donnée dans p2

Programmation réursive

La TI-89 / TI-92 Plus permet d'écrire des fonctions ou des programmes réursifs, c'est à dire des fonctions ou des programmes qui font appel à eux-mêmes.
Cela facilite la résolution de problèmes parfois complexes.

Un exemple de fonction réursive

Nous allons illustrer cette possibilité avec un premier exemple. Vous trouverez un autre exemple significatif dans le chapitre 38.

Nous allons provisoirement oublier les possibilités offertes par la TI-89 / TI-92 Plus pour l'étude d'une suite récurrente. Comment pouvons nous écrire une fonction calculant le n-ième terme d'une telle suite ?

Considérons par exemple la suite définie par :

$$\begin{cases} u_0 = 1 \\ u_{n+1} = n u_{n-1} + 1 \end{cases}$$

Pour définir cette fonction, on traduit la définition de la suite en écrivant :

```
:u(n)
:Func
:If n=0 then           Pour calculer u0,
: Return 1             on retourne simplement la valeur 1.
:Else                 Pour les autres termes,
: Return n*u(n-1)+1   on retourne n un-1 + 1.
:Endif
:Endfunc
```

Cette fonction peut même être définie en une seule ligne en utilisant la fonction **when** :

```
■ NewProb           Done
■ { 1, n = 0
  { n · u(n - 1) + 1, else → u(n)
  Done
when(n=0, 1, n*u(n-1)+1)→u(...
```

Pour calculer $u(3)$, on va calculer $3 u(2)+1$,
pour calculer $u(2)$, on va calculer $2 u(1)+1$,
pour calculer $u(1)$, on va calculer $1 u(0)+1$,
Le calcul de $u(0)$ est direct.

On reporte ensuite de proche en proche les résultats obtenus jusqu'à l'obtention de la valeur de $u(3)$.

La TI-89 / TI-92 Plus est capable de gérer pour vous ce type d'appels réursifs.

```
■ u(3)           16
■ u(6)           1957
```

Sous-programmes

Avec la TI-89 / TI-92 Plus, il est possible de diviser l'écriture d'un programme, ou d'une fonction, complexe en plusieurs programmes ou fonctions plus simples.

Conditions d'utilisation

Lors de l'écriture d'un nouveau programme, ou d'une nouvelle fonction :

- Les fonctions déjà définies par l'utilisateur s'utilisent exactement comme les fonctions prédéfinies dans la TI-89 / TI-92 Plus. Elles peuvent être utilisées dans les programmes et dans les fonctions.
- Les programmes déjà définis par l'utilisateur s'utilisent comme les instructions prédéfinies dans la TI-89 / TI-92 Plus, mais on doit placer les arguments utilisés par le programme entre parenthèses. Ils peuvent être utilisés dans les programmes, mais pas dans les fonctions.

Note. Si le programme, ou la fonction, a été mémorisé dans un dossier distinct de celui où l'on souhaite l'utiliser, n'oubliez pas d'indiquer son chemin d'accès. Par exemple, pour utiliser la fonction `eqd` définie dans le dossier `geom`, on écrira `geom\eqd(...)`.

Exemple

On suppose ici que l'utilisateur a défini au préalable :

- Une fonction `somme`, calculant la somme des entiers de 1 à x .
- Un programme `affiche`, permettant d'afficher un résultat dans une boîte de dialogue.

Le programme suivant affiche la somme des entiers de 1 à n , puis celle des entiers de 1 à $2n$.

```
:essai(n)
:Prgm
:local y
:somme(n) → y:affiche(y)
:affiche(somme(2n))
:EndPrgm
```

L'instruction Define

Cette instruction permet de définir directement une fonction ou un programme à partir de l'écran de calcul, sans passer par l'éditeur de programme. On l'utilise sous la forme :

Note. Les différentes instructions sont séparées par des `::`.

Define *nom_prgm*(*var1*,*var2*, ...)=**Prgm** : *instructions* : **EndPrgm**

Define *nom_fonct*(*var1*,*var2*, ...)=**Func** : *instructions* : **EndFunc**

Il est également possible d'utiliser l'instruction **Define** pour définir une fonction ou un programme directement à l'intérieur d'un autre programme. Vous trouverez plus de détail à ce sujet dans le chapitre 32, à la page 32-10.

Utilisation de l'éditeur



Un premier exemple	32-2
Ouverture de l'éditeur	32-5
Création d'un nouveau programme.....	32-5
Création d'une nouvelle fonction	32-5
Modification d'un programme	32-5
Modification d'une fonction	32-6
Retour au dernier programme ou à la dernière fonction.....	32-6
Sortie de l'éditeur	32-6
Sauvegarde sous un autre nom.....	32-6
Utilisation de la barre d'outils de l'éditeur	32-7
Outils généraux.....	32-7
Structures de contrôle	32-7
Instructions d'entrées / sorties.....	32-8
Définition et variables.....	32-8
Recherche d'une chaîne de caractères	32-9
Programmation des modes.....	32-9
Commentaires dans un programme	32-9
Définition d'un sous-programme	32-9
Définition globale ou locale	32-10
Utilisation de Define	32-10
Exemple.....	32-10

Nous avons vu qu'il est possible de définir directement une fonction simple à partir de l'écran de calcul.

Pour définir des fonctions ou des programmes plus complexes, il est préférable d'utiliser l'éditeur de programmes.

Celui-ci vous offrira en particulier les facilités suivantes :

- Écriture d'un programme ou d'une fonction sur plusieurs lignes, avec des possibilités d'édition comparables à celles de l'éditeur de texte décrit dans le chapitre 18.
- Insertion facile des principales structures de contrôle, ainsi que des instructions d'entrées sorties par l'intermédiaire de la barre d'outils.
- Sauvegarde automatique, retour simplifié au programme ou à la fonction en cours d'édition.
- Correction des erreurs de syntaxe simplifiée lors de l'exécution du programme ou de la fonction.

Un premier exemple

Nous allons détailler dans ce premier exemple la saisie de la définition d'une fonction à l'aide de l'éditeur de programmes et de fonctions.

Note. Cet exemple est destiné à illustrer l'utilisation de l'éditeur. On peut cependant remarquer que le langage de programmation est suffisamment riche pour qu'il soit possible de la définir, directement dans l'écran HOME, par :
`when(x<0,-1,x-1) →`
`g(x)`






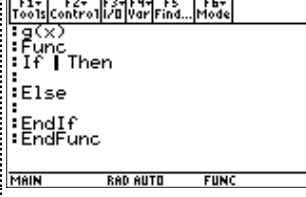
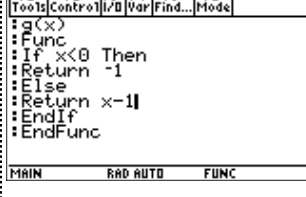
Nous allons entrer la définition suivante :

```




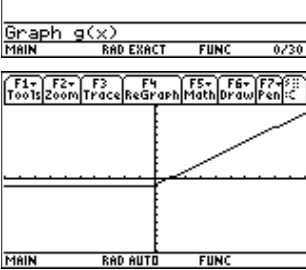


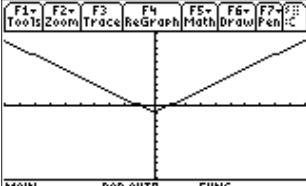
: g(x)
: Func
: If x<0 Then
: Return -1
: Else
: Return x-1
: EndIf
: EndFunc
    
```

L'exemple qui suit suppose que la variable `g` n'a pas encore été utilisée. Si ce n'est pas le cas, commencez par entrer la commande `del var g` [ENTER], ou utilisez un autre nom pour cette fonction.

Étapes	Touches TI-89	Touches TI-92 Plus	Affichage
1. Choix du mode FUNCTION et ouverture de l'éditeur de programmes et de fonctions.	[MODE] 1 [ENTER] [APPS] 7 3	[MODE] 1 [ENTER] [APPS] 7 3	
2. Choix du type d'objet à éditer : programme ou fonction. Nous allons ici travailler sur une fonction.	[2]	[2]	
3. Choix du nom de la fonction à éditer.	[G] [ENTER]	[G] [ENTER]	
4. Accès à l'écran de l'éditeur.	[ENTER]	[ENTER]	

Étapes (suite)	 Touches TI-89	 Touches TI-92 Plus	Affichage
5. Insertion de ce nom, et retour à la troisième ligne pour le début de la saisie de la définition de la fonction.	X ⏴ ⏵	X ⏴ ⏵	
6. Ouverture du menu Control , puis du sous-menu If...Then .	[F2] ⏴	[F2] ⏴	
7. Choix d'une structure If...Then...Else...EndIf .	⏴ ⏵	⏴ ⏵	
8. Insertion de cette structure dans le texte du programme.	[ENTER]	[ENTER]	
9. Il reste à compléter la définition de la fonction. <i>Il est toujours possible de taper directement le nom d'une fonction ou d'une commande, ou d'insérer ce nom en utilisant un menu particulier.</i> <i>Par exemple, la commande return se trouve dans le menu Control/Transfers accessible par [F2] [8].</i>	X [2nd] [<] 0 ⏴ [2nd] [a-lock] ↑ RETURN [] [alpha] (-) 1 ⏴ ⏵ [F2] 8 2 X - 1	X [2nd] [<] 0 ⏴ ↑ RETURN (espace) (-) 1 ⏴ ⏵ [F2] 8 2 X - 1	

Un premier exemple (suite)

Étapes (suite)	 Touches TI-89	 Touches TI-92 Plus	Affichage
10. Test de la fonction : représentation graphique.	[HOME] [F4] 2 [alpha] G [(X)] [ENTER]	[◀] [HOME] [F4] 2 G [(X)] [ENTER]	
11. Modification de la fonction. 12. Il suffit d'ouvrir l'éditeur de programmes et de fonctions avec l'option Current. Cela permet de corriger la fonction définie ou modifiée lors de l'utilisation précédente de cet éditeur.	[APPS] 7	[APPS] 7	
13. Affichage de la définition actuelle de la fonction.	1	1	
14. Nous allons remplacer l'expression -1 par $-x-1$. <ul style="list-style-type: none"> • Un premier appui sur [CLEAR] efface le contenu de la ligne à partir de la position du curseur. Si le curseur est à la fin de la ligne, on efface la ligne entière. • Un deuxième appui sur cette touche efface la ligne entière. 	<i>Placer le curseur entre le signe - et le 1</i> [CLEAR] X [] 1	<i>Placer le curseur entre le signe - et le 1</i> [CLEAR] X [] 1	
15. Test de la nouvelle définition.	[HOME] [ENTER]	[◀] [HOME] [ENTER]	

Ouverture de l'éditeur

Un même éditeur permet d'écrire ou de modifier les instructions composant un programme ou une fonction.

Création d'un nouveau programme

Ouvrir l'éditeur en appuyant sur [APPS] [7] [3], changer éventuellement le nom du répertoire (Folder) dans lequel on souhaite placer le programme



et taper le nom du programme.

Note pour la TI-89.
Il est inutile d'appuyer sur la touche [alpha] lors de la saisie du nom du programme.



Création d'une nouvelle fonction

Ouvrir l'éditeur en appuyant sur [APPS] [7] [3].

Choisir ensuite le type Function en appuyant sur [2].

Note pour la TI-89.
Il est inutile d'appuyer sur la touche [alpha] lors de la saisie du nom de la fonction.



changer éventuellement le nom du répertoire (Folder) dans lequel on souhaite placer la fonction puis taper le nom de cette fonction.

Modification d'un programme

Pour modifier un programme créé au préalable, appuyer sur [APPS] [7] [2], choisir ensuite le répertoire (Folder)

Note. Vous ne pouvez pas utiliser votre TI-89 / TI-92 Plus pour modifier un programme en assembleur (voir chapitre 38).



puis le nom du programme (Variable) à modifier.



Ouverture de l'éditeur (suite)

Modification d'une fonction

Pour modifier une fonction créée au préalable, appuyer sur [APPS] [7] [2], choisir ensuite le type Function en appuyant sur [2] [2]



puis choisir le répertoire (Folder)



et le nom de la fonction (Variable) à modifier.



Retour au dernier programme ou à la dernière fonction

Pour modifier la dernière fonction, ou le dernier programme édité, il suffit d'appuyer sur [APPS] [7] [1] ou sur [APPS] [7] [ENTER].

Sortie de l'éditeur

Il suffit de choisir un nouvel écran en appuyant par exemple sur TI-89 : [HOME] TI-92 Plus : [2nd] [HOME], [2nd] [Y=]... Vous pouvez aussi utiliser [2nd] [QUIT].

La nouvelle définition du programme ou de la fonction est alors automatiquement sauvegardée.

Sauvegarde sous un autre nom

Comme avec l'éditeur de données ou avec l'éditeur de textes, il est possible d'effectuer une sauvegarde d'une copie du contenu de l'éditeur en utilisant un nouveau nom. Sélectionnez l'option 2:Save Copy As... dans le menu accessible par la touche [F1].

Les modifications effectuées par la suite n'affecteront pas cette copie, mais seulement la fonction ou le programme original.

Pour travailler sur la copie, il faut l'ouvrir en sélectionnant 1:Open dans le menu [F1].

Utilisation de la barre d'outils de l'éditeur

La barre d'outils de l'éditeur permet d'insérer facilement les principales instructions de programmation.

Outils généraux

Note. Sur TI-92 Plus, on aussi peut utiliser

- ◀ O, Open,
- ◀ S, Save,
- ◀ N, New.

On peut aussi, sur TI-92 Plus et TI-89, utiliser les raccourcis habituels pour les opérations de couper, copier, coller.

Note. Pour sélectionner une partie de texte, on appuie sur **[F1]** et sur les touches de déplacement du curseur.

Note. Pour vous déplacer dans le contenu de l'éditeur, utilisez **[F2]** **[F3]** **[F4]** **[F5]**.

Pour vous déplacer page par page, utilisez **[2nd]** **[F3]** et **[2nd]** **[F4]**.

Pour aller au début ou à la fin, utilisez **[F6]** **[F3]** et **[F6]** **[F4]**.

Structures de contrôle

Note. L'étude détaillée de ces instructions est faite dans le chapitre 34.

Un premier groupe d'outils est accessible en appuyant sur **[F1]**.

Outils	Usage
1:Open	Sauvegarde de l'éditeur et modification d'une fonction ou d'un programme déjà existant.
2:Save Copy As	Sauvegarde sous un autre nom.
3:New	Sauvegarde du contenu de l'éditeur et création d'une nouvelle fonction ou d'un nouveau programme.
4:Cut	Coupe le texte sélectionné et place ce texte dans le presse-papiers.
5:Copy	Copie le texte sélectionné dans le presse-papiers.
6:Paste	Colle le texte contenu dans le presse-papiers à partir de la position courante du curseur.
7>Delete	Efface le caractère précédent ou le texte sélectionné.
8:ClearEditor	Effacement du contenu de l'éditeur.

Ces instructions sont accessibles en appuyant sur **[F2]** **Control**.

Niveau 1	Niveau 2	Usage
1:If		Condition simple.
2:If...Then	▶ 1:If ...Then ...EndIf 2:If ...Then ...Else ...EndIf 3:Elseif... Then	Structures conditionnelles plus complexes.
3:when(	4:Try ...Else ...EndTry	Traitement des erreurs.
4:For ...EndFor		Fonction conditionnelle.
5:While ...EndWhile		Boucle avec compteur.
6:Loop ...EndLoop		Boucle conditionnelle.
7:Custom ...EndCustm		Boucle simple.
8:Transfers	▶ 1:Pause 2:Return 3:Cycle 4:Stop 5:Exit	Boucle simple. Arrêt temporaire. Résultat d'une fonction. Nouvelle itération. Arrêt du programme. Sortie de boucle.
9:●		Commentaire.

Utilisation de la barre d'outils de l'éditeur (suite)

Instructions d'entrées / sorties

Note. L'étude détaillée de ces instructions est faite dans le chapitre 33.

Ces instructions sont accessibles en appuyant sur **[F3] I/O**.

Niveau 1	Niveau 2	Usage
1:Dialog	▶ 1:Text	Affichage d'un texte
	2:Request	Saisie d'un texte
	3:PopUp	Liste de choix
	4:DropDown	Liste de choix avec texte
	5:Dialog ...EndDlog	Définition d'une boîte de dialogue
	6:ToolBar ...EndTbar	Définition d'un menu
	7:Title	Titre d'une boîte de dialogue
	8:Item	Item d'un menu
2:Disp		Affichage d'une expression dans l'écran PRGMIO
3:Input		Saisie d'une expression dans l'écran PRGMIO
4:InputStr		Saisie d'une chaîne de caractères dans l'écran PRGMIO
5:Prompt		Saisie avec prompt dans l'écran PRGMIO
6:Output		Affichage à une position particulière de l'écran PRGMIO
7:getKey()		Saisie de la frappe d'une touche
8:Link	▶ 1:Send	Envoi de données vers CBL™
	2:Get	Réception de données depuis CBL™
	3:SendCalc	Envoi de données vers une TI-89 / TI-92 Plus
	4:GetCalc	Réception de données depuis une TI-89 / TI-92 Plus
	5:SendChat	Envoi de données vers une TI-92

Définition et variables

Note. L'étude détaillée de ces instructions est faite dans le chapitre 31.

Ces instructions sont accessibles en appuyant sur **[F4] Var**.

Niveau 1	Usage
1:Define	Définition d'une fonction ou d'un programme.
2:DelVar	Effacement d'une ou plusieurs variables.
3:Local	Définition de variables locales.
4:Func ...EndFunc	Structure encadrant les instructions d'une fonction.
5:Prgm ...EndPrgm	Structure encadrant les instructions d'un programme.
6:Lock	Verrouille une variable.
7:UnLock	Dé-verrouille une variable.
8:Archive	Archive une variable
9:Unarchiv	Désarchive une variable

Recherche d'une chaîne de caractères

Le choix **F5 Find** permet d'effectuer la recherche d'une chaîne de caractères. Cette fonctionnalité est la même que dans l'éditeur de textes. Voir chapitre 18.

Programmation des modes

Pour programmer un mode normalement accessible par la touche **[MODE]**, on utilise la fonction **SetMode()** décrite dans l'annexe A.

Par exemple, pour placer la machine en mode degrés, on écrit :

```
SetMode("Angle","DEGREE")
```

Le menu **F6 Mode** permet d'éviter de taper cette instruction.

Il suffit d'appuyer sur **TI-89** : **[2nd][F6]** **TI-92 Plus** : **[F6]**, de choisir la rubrique correspondant au mode à modifier, puis l'option de mode choisie. Ceci a pour effet d'insérer l'instruction **SetMode(...)**, avec les paramètres corrects à partir de la position actuelle du curseur.

Par exemple, pour composer

```
SetMode("Angle","DEGREE")
```

effectuez les opérations suivantes :

1. Appuyez sur **TI-89** : **[2nd][F6]** **TI-92 Plus** : **[F6]**.
2. Sélectionnez 3:Angle.
3. Sélectionnez 2:DEGREE.

Note. La valeur retournée par la fonction **SetMode** est la chaîne de caractères correspondant au mode en cours d'utilisation, avant la modification provoquée par cette instruction.

Ceci permet par exemple de le mémoriser pour le rétablir par la suite.

Vous trouverez des informations complémentaires dans l'annexe A.

Commentaires dans un programme

Le symbole **☉**, accessible en appuyant sur **[F2][9]** permet d'indiquer que le texte situé entre ce symbole et la fin de la ligne (obtenu en appuyant sur **[ENTER]**) est un commentaire.

```
...
```

```
:☉ ceci est un commentaire occupant une ligne entière
```

```
...
```

```
:x+1 → x ☉ ceci est un commentaire placé après une instruction
```

```
...
```

Note. Le symbole **☉** est également accessible au clavier en appuyant sur **TI-89** : **[▾][□]**
TI-92 Plus : **[2nd] X**.

Aide en ligne

Si vous insérez un commentaire juste après la ligne `:func` ou `:prog`, celui-ci sera affiché sur la ligne d'aide dans le catalogue des fonctions.

Définition d'un sous-programme

Nous avons vu dans le chapitre précédent, page 31–10, qu'il est possible d'utiliser un sous-programme. Cette section décrit la façon de procéder.

Définition globale ou locale

Lorsque l'on souhaite définir un sous-programme, on a le choix entre les deux méthodes suivantes :

- Définition de ce sous-programme comme un programme indépendant en utilisant l'éditeur de programmes.
- Définition à l'intérieur du programme principal.

Cette seconde méthode permet de définir des sous-programmes locaux, n'existant que pendant l'exécution du programme qui les utilise.

Utilisation de Define

Pour définir localement un programme ou une fonction, on utilise l'instruction **Define** sous la forme suivante :

Note. Ces instructions sont accessibles dans le menu **F4 Var** de l'éditeur de programmes.

```
Define nom_programme(var1,var2, ...)=Prgm
    Instruction1
    ...
    Instructionn
EndPrgm
```

```
Define nom_fonction(var1,var2, ...)=Func
    Instruction1
    ...
    Instructionn
EndFunc
```

Note. Les fonctions ne comportant qu'une seule expression peuvent également être définies sous la forme :

expression → *nom_fonction*(var1,var2, ...)

Exemple

Le programme suivant affiche la somme des entiers de 1 à *x*, puis celle des entiers de 1 à 2*x*.

```
:sommex(x)
:Prgm
:local affiche, s
:Define affiche(titre,res)= Prgm
: Dialog
:   Title titre
:   Text string(res)
: EndDlog
: EndPrgm
:Σ(i,i,1,x) → s(x)
:affiche("Somme de 1 à x",s(x))
:affiche("Somme de 1 à 2x",s(2x))
:EndPrgm
```

Définition locale de la fonction calculant la somme des entiers de 1 à *x*.

Définition locale du sous-programme "affiche" permettant d'obtenir l'affichage d'un résultat dans une boîte de dialogue. (Voir chapitre suivant.)

Utilisation de ce sous-programme et de cette fonction dans le programme *sommex*.

Instructions d'entrées / sorties



Entrées / Sorties dans l'écran PrgmIO.....	33-2
Saisie d'une expression.....	33-2
Saisie d'une chaîne de caractères.....	33-2
Exemple de programme.....	33-2
Saisie avec affichage du nom de la variable.....	33-3
Affichage d'un résultat.....	33-3
Effacement de l'écran	33-3
Exemple de programme.....	33-3
Affichage d'un résultat avec suspension du programme	33-4
Affichage d'un résultat à un emplacement spécifique	33-4
Boîtes de dialogue.....	33-5
Éléments d'une boîte de dialogue	33-5
Titre	33-6
Affichage d'un texte	33-6
Saisie d'une chaîne de caractères.....	33-6
Saisie d'une expression mathématique.....	33-7
Choix dans une liste de propositions.....	33-7
L'instruction PopUp	33-8
Sortie d'une boîte de dialogue	33-8
Test de la frappe d'une touche	33-9
La fonction getKey	33-9
Exemple.....	33-9
Code des différentes touches.....	33-9
Entrées / Sorties dans l'écran graphique.....	33-10
Saisie des coordonnées du curseur dans l'écran graphique	33-10
Affichage de résultats dans l'écran graphique	33-10

La TI-89 / TI-92 Plus dispose d'un choix très large d'instructions destinées aux opérations de saisie et d'affichage dans les programmes.

On retrouve les instructions déjà existantes sur les précédentes calculatrices graphiques de Texas Instruments.

On dispose également d'instructions permettant de communiquer par l'intermédiaire de menus déroulants et de boîtes de dialogue.

Note importante. Ces instructions sont destinées à l'écriture de programmes, elles ne peuvent pas être utilisées lors de l'écriture d'une fonction.

Entrées / Sorties dans l'écran PrgmIO

Il est possible d'effectuer toutes les opérations d'entrées / sorties, c'est à dire les opérations de saisie de données et d'affichage de résultat dans un écran particulier qui sera affiché à la place de l'écran de calcul. Cet écran est désigné par le nom PrgmIO. On peut basculer entre l'affichage du contenu de l'écran de calcul et de celui de cet écran en utilisant la touche **[F5]**.

Saisie d'une expression

Input *var* ou **Input** *message, var*

Cette instruction provoque l'affichage de la chaîne de caractères *message* et la suspension du programme jusqu'à ce qu'une expression soit entrée par l'utilisateur. Cette expression est alors placée dans la variable *var*.

Note. Cette instruction permet de saisir tous les types de variables : nombres, expressions, chaînes...

L'argument optionnel *message* peut être une chaîne de caractères délimitée par des guillemets, le nom d'une variable contenant une chaîne de caractères, ou encore une expression permettant de construire une chaîne de caractères (voir chapitre 36). En l'absence de *message* la TI-89 / TI-92 Plus affiche un "?".

Saisie d'une chaîne de caractères

InputStr *var* ou **InputStr** *message, var*

Cette instruction s'utilise comme l'instruction **Input**. Elle permet de saisir des chaînes de caractères sans qu'il soit nécessaire de les entourer de guillemets.

Exemple de programme

Note. Les instructions **InputStr** et **Input** sont accessibles dans l'éditeur de programmes en appuyant sur **[F3]** **[4]** et **[F3]** **[3]**.

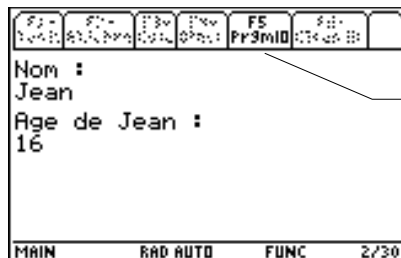
Saisie d'une chaîne de caractères puis d'une valeur numérique.

```
:saisie()  
:Prgm  
:InputStr "Nom : ", N  
:Input "Age de " & N & " : ", A  
:EndPrgm
```

Remarque. La quatrième ligne de ce programme permet de construire le message qui sera affiché en utilisant le nom N saisi sur la ligne précédente. On utilise pour cela l'opérateur **&**, obtenu en appuyant sur **TI-89** : **[>]** **[X]** (produit) **TI-92 Plus** : **[2nd]** **H**, qui permet de juxtaposer plusieurs chaînes de caractères.

Si par exemple N contient le mot "Jean", "Age de " & N & " : " construit la chaîne de caractères "Age de Jean : "

Note. Pour lancer l'exécution de ce programme, taper **saisie()** **[ENTER]** dans la ligne d'édition de l'écran de calcul. Répondre ensuite aux deux questions posées.



Les opérations de saisie et d'affichage sont effectuées dans l'écran PrgmIO.

Appuyez sur **[F5]** pour revenir dans l'écran de calcul.

Saisie avec affichage du nom de la variable

Prompt *NomVar*

Cette instruction provoque l'affichage du nom de la variable suivi d'un point d'interrogation et la suspension du programme jusqu'à ce qu'une expression soit entrée par l'utilisateur. Cette expression est alors placée dans la variable *NomVar*.

Par exemple, il est équivalent d'écrire `Input "x?", x`,

ou, plus simplement `Prompt x`

Il est également possible de saisir directement plusieurs variables dans une instruction **Prompt**.

Prompt *NomVa1, NomVa2, NomVa3, ...*

Affichage d'un résultat

Disp *Résultat1, Résultat2, Résultat3, ...*

Cette instruction permet d'afficher les résultats obtenus dans un programme. Ces résultats peuvent être des chaînes de caractères entourées de guillemets, des expressions, des listes ou des matrices, ou encore des noms de variables contenant des objets des types précédents.

Note. Pour afficher un résultat trop gros pour contenir à l'écran, utilisez l'instruction **Pause**. Il est alors possible de faire défiler le résultat. Voir 33–4.

On peut faire suivre le résultat à afficher de **►Bin**, **►Cylind**, **►DD**, **►Dec**, **►DMS**, **►Hex**, **►Polar**, **►Rect** ou **►Sphere** pour afficher un résultat sous une forme spécifique. Voir annexe A.

L'instruction **Disp** utilisée sans argument provoque l'affichage du contenu actuel de l'écran d'entrée / sortie `PrgmIO`.

Effacement de l'écran

ClrIO

Cette instruction efface le contenu de l'écran d'entrée / sortie.

Elle est accessible dans le menu **[F4] Other** à partir de l'écran de calcul et dans le catalogue général.

Affichage de l'écran Home

DispHome

Cette instruction permet d'afficher le contenu de l'écran HOME depuis un programme.

Cela peut par exemple être utilisé pour revenir automatiquement dans l'écran HOME à l'issue de l'exécution d'un programme.

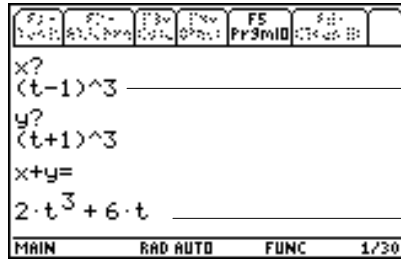
Exemple de programme

Le programme suivant efface l'écran `PrgmIO`, demande les valeurs de x et y , puis affiche la valeur de la somme $x + y$. Il attend que l'on appuie sur la touche **[ENTER]** et revient dans l'écran HOME.

Note. Les instructions **Prompt** et **Disp** sont accessibles dans l'éditeur de programmes en appuyant sur **[F3] [5]** et **[F3] [2]**.

```
:somme( )
:Prgm
:ClrIO
:Prompt x,y
:Disp "x+y=", x+y
:Pause:DispHome
:EndPrgm
```

Entrées / Sorties dans l'écran PrgmIO (suite)



Pour la saisie, on utilise la même syntaxe que dans la ligne d'édition.

En mode Pretty Print ON, les résultats sont affichés sous forme mathématique usuelle.

Affichage d'un résultat avec suspension du programme

Dans certains cas, il est nécessaire de laisser à l'utilisateur le temps de lire un ou plusieurs résultats avant de passer à la suite du programme.

Cette suspension de l'exécution du programme *après* l'opération d'affichage se fait en ajoutant une instruction

Pause

L'exécution du programme reprend lorsque l'on appuie sur **[ENTER]**.

Note. Cette instruction permet de faire défiler le résultat (listes, matrices, expressions symbolique importante...) avec les touches **[F1]**, **[F2]**, **[F3]** et **[F4]**.

Il est également possible d'utiliser la syntaxe :

Pause Résultat

pour afficher un résultat et provoquer une pause après l'affichage.

On peut faire suivre le résultat à afficher de **►Bin**, **►Cylind**, **►DD**, **►Dec**, **►DMS**, **►Hex**, **►Polar**, **►Rect** ou **►Sphere** pour afficher un résultat sous une forme spécifique. Voir annexe A.

Affichage d'un résultat à un emplacement spécifique

Output Ligne, Colonne, Résultat

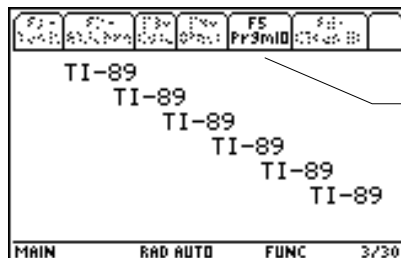
Cette instruction affiche le résultat souhaité à partir du pixel situé sur la ligne *Ligne* et la colonne *Colonne*.

Vous pouvez par exemple taper la ligne suivante directement dans la ligne d'édition de l'écran de calcul :

```
ClrIO: For i,10,60,10: Output i-10, 2i,"TI-89":EndFor
```

En appuyant sur **[ENTER]**, vous obtiendrez l'écran suivant :

Cette instruction a provoqué l'affichage du mot TI-89 sur la ligne $i-10$ et la colonne $2i$, pour i variant de 10 à 60, de 10 en 10. L'utilisation de la structure **For...EndFor** est décrite en détail dans le chapitre 34.



Les opérations de saisie et d'affichage sont effectuées dans l'écran PrgmIO.

Appuyez sur **[F5]** pour revenir dans l'écran de calcul.

On peut faire suivre le résultat à afficher de **►Bin**, **►Cylind**, **►DD**, **►Dec**, **►DMS**, **►Hex**, **►Polar**, **►Rect** ou **►Sphere** pour afficher un résultat sous une forme spécifique. Voir annexe A.

Boîtes de dialogue

Il est également possible d'utiliser des boîtes de dialogue pour les opérations d'entrées / sorties. Celles-ci se superposent sur l'écran de calcul.

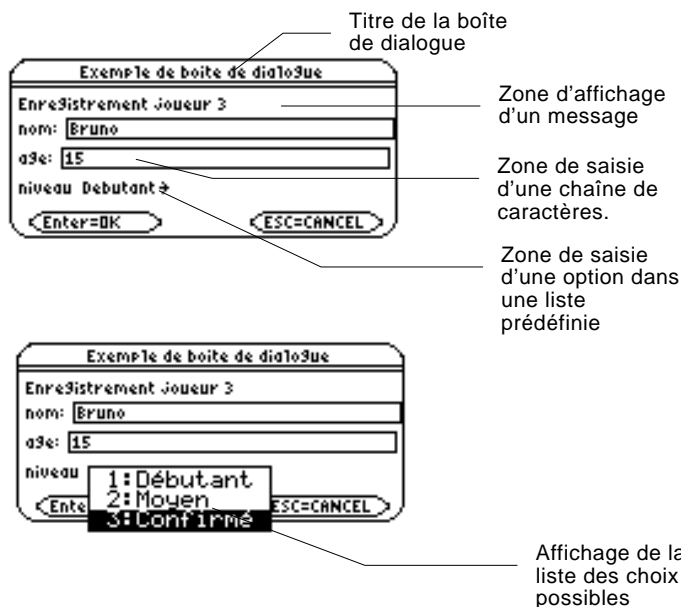
Éléments d'une boîte de dialogue

Lors de l'utilisation de la TI-89 / TI-92 Plus en mode direct, on rencontre souvent des boîtes de dialogue. Il est possible d'utiliser le même type d'outils pour effectuer des opérations d'entrées / sorties dans un programme.

Des instructions permettent de définir chaque partie de la boîte de dialogue : titre, zones de saisie de chaînes de caractères, zones de choix entre différentes options prédéfinies.

Note. Lors de l'utilisation de cette boîte de dialogue :

- Appuyez sur **[ENTER]** pour confirmer les saisies qui ont été faites.
- Appuyez sur **[ESC]** pour les annuler.



Ces différentes zones seront définies par les instructions **Title**, **Text**, **Request** et **DropDown**.

Le bloc d'instructions définissant une boîte de dialogue est encadré par les instructions **Dialog** et **EndDialog**.

Voici par exemple les lignes de programme définissant la boîte de dialogue représentée ci-dessus :

```
:Dialog
: Title "Exemple de boîte de dialogue"
: Text "Enregistrement du joueur n°3"
: Request "Nom",N
: Request "Age",A
: DropDown "Niveau",{"Débutant","Moyen","Confirmé"},v
:EndDialog
```

Les instructions utilisées sont présentes dans le menu accessible à partir de l'éditeur de programmes en appuyant sur **[F3]** **[1]**.

Boîtes de dialogue (suite)

Titre

Title Message

L'argument utilisé doit être une chaîne de caractères entourée de guillemets, une variable contenant une chaîne de caractères, ou plus généralement une expression permettant de construire une chaîne de caractères.

Affichage d'un texte

Text Message

L'argument utilisé doit être du même type que celui de l'instruction **Title**, voir ci-dessus.

Note. Il est possible d'afficher des valeurs numériques ou des expressions mathématiques en les convertissant au préalable en chaînes de caractères à l'aide de la fonction **string** ou de la fonction **format**.

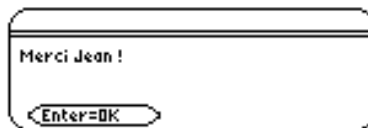
Par exemple, les instructions suivantes sont valides :

```
:Text "Enregistrement du joueur n° 3"  
:3 → i  
:Text "Enregistrement du joueur n° " & string(i)  
:3 → i  
:"Enregistrement du joueur n° " & string(i)→t  
:Text t
```

Note. Vous pouvez tester cette instruction sans écrire de programme.

Tapez simplement
Text "xxxxx" **[ENTER]**
dans la ligne d'édition de l'écran de calcul.

Cette instruction peut être utilisée dans la définition d'une boîte de dialogue comportant plusieurs éléments, à l'intérieur d'un bloc **Dialog ... EndDialog**, ou de façon isolée. Dans ce cas, le texte est affiché dans une boîte de dialogue sans titre offrant seulement la possibilité d'appuyer sur la touche **[ENTER]**.



Saisie d'une chaîne de caractères

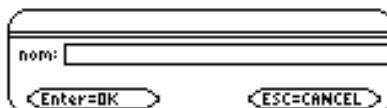
Request Message, NomVar

- Le premier argument est une chaîne de caractères qui sera affichée devant la zone de saisie.
- Le deuxième argument est le nom de la variable dans laquelle sera mémorisée la chaîne de caractères entrée par l'utilisateur du programme. Si cette variable contient déjà une valeur, celle-ci sera affichée dans la zone de saisie.

Note. Vous pouvez tester cette instruction sans écrire de programme.

Tapez simplement
Request "var",v **[ENTER]**
dans la ligne d'édition de l'écran de calcul.
À la seconde utilisation, la valeur précédemment saisie sera affichée.

Cette instruction peut être utilisée dans la définition d'une boîte de dialogue comportant plusieurs éléments, à l'intérieur d'un bloc **Dialog ... EndDialog**, ou de façon isolée. Dans ce cas, la zone de saisie et le message associé sont affichés dans une boîte de dialogue sans titre.



Saisie d'une expression mathématique

Si vous souhaitez saisir une valeur numérique ou encore une expression mathématique par l'intermédiaire d'une boîte de dialogue, il sera nécessaire de procéder à une conversion par l'intermédiaire de la fonction **expr**.

Exemples :

```
:Request "Age",s  
:expr(s) → a
```

```
:Request "Expression de y",s  
:expr(s) → y
```

Choix dans une liste de propositions

DropDown *TitreListe*, {*Choix1*, *Choix2*, ...}, *NomVar*

- Le premier argument est une chaîne de caractères.
- Le deuxième argument est une liste de chaînes de caractères correspondant aux différents choix proposés.
- Le troisième argument est le nom d'une variable.

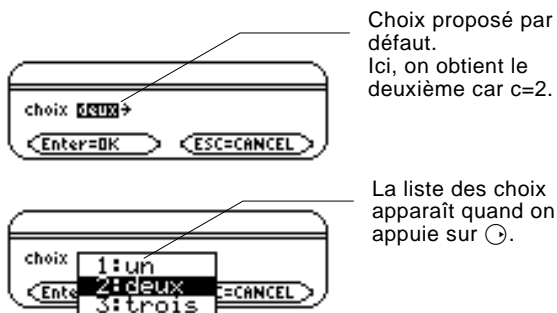
Cette instruction permet de faire apparaître une liste de choix. On sélectionne l'un d'eux à l'aide des touches \odot \ominus et **ENTER**. Le numéro du choix ainsi sélectionné est placé dans la variable indiquée.

La valeur contenue dans la variable avant l'exécution de l'instruction détermine le choix qui sera proposé par défaut.

- Si cette variable n'a pas été définie, le premier choix de la liste est proposé.
- Si cette variable possède une valeur incompatible avec le nombre de choix proposés, on obtient un message d'erreur.

Exemple.

```
:2 → c  
:Dialog  
:DropDown "Choix", {"un", "deux", "trois"}, c  
:EndDialog
```



Cette instruction doit être utilisée dans la définition d'une boîte de dialogue à l'intérieur d'un bloc **Dialog ... EndDialog**.
(Elle peut cependant être l'unique instruction de ce bloc.)

Boîtes de dialogue (suite)

L'instruction PopUp

Il est possible d'obtenir l'affichage d'une liste de choix indépendamment de l'instruction **DropDown**.

On utilise l'instruction **PopUp**.

PopUp {*Choix1*, *Choix2*, ...}, *NomVar*

On choisit ensuite à l'aide des touches \ominus \ominus et **ENTER**, ou avec les touches **1** **2** **3**... Le numéro de l'option choisie est placé dans la variable de nom *NomVar*.

Exemple.

```
:PopUp {"un", "deux", "trois"}, c
```



Sortie d'une boîte de dialogue

- Les boîtes de dialogue construites en utilisant uniquement des instructions d'affichage — **Title**, **Text** — restent affichées jusqu'à ce que l'on appuie sur la touche **ENTER**.
- Les boîtes de dialogue comportant des instructions destinées à la saisie — **Request**, **DropDown** — restent affichées jusqu'à ce que l'on appuie sur la touche **ENTER** ou sur la touche **ESC**.
 - Appuyez sur **ENTER** pour confirmer la saisie qui a été faite.
 - Appuyez sur **ESC** pour l'annuler. Dans ce cas les variables saisies conserveront leurs contenus initiaux.

Pour savoir si l'utilisateur d'un programme est sorti d'une boîte de dialogue en utilisant la touche **ENTER** ou la touche **ESC**, il suffit de tester le contenu de la variable système **ok**.

Cette variable contient la valeur 1 en cas d'utilisation de **ENTER**, ou la valeur 0 en cas d'utilisation de **ESC**.

On pourra par exemple utiliser une structure du type suivant :

```
:Dialog  
  instructions de la boîte de dialogue  
:EndDialog  
:if ok=0:stop  
  suite du programme
```

pour afficher une boîte de dialogue et interrompre le programme si l'utilisateur appuie sur la touche **ESC**.

Test de la frappe d'une touche

La fonction getKey

getKey()

La fonction **getKey** retourne le code de la touche enfoncée par l'utilisateur à l'instant où l'on utilise cette fonction. C'est un nombre entier.

Ce nombre est nul si aucune touche n'est enfoncée.

Exemple

Le programme suivant affiche le code de la touche enfoncée dans une boîte de dialogue.

Le programme s'arrête lorsque l'on appuie sur la touche **[ESC]** dont le code est 264.

Note. Ce programme utilise une structure de boucle **While...EndWhile** qui est décrite dans le chapitre suivant.

On utilise également la fonction **string** pour convertir le code numérique contenu dans *c* en une chaîne de caractères pouvant être affichée par l'instruction **Text**.

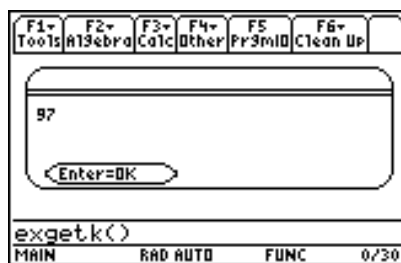
```
:exgetk()  
:Prgm  
:0 → c  
:While c≠264  
: 0 → c  
: While c=0  
:   getKey() → c  
: EndWhile  
: Text string(c)  
:EndWhile  
:EndPrgm
```

Cette boucle permet d'attendre la frappe d'une touche.

Cette boucle permet de saisir le code de plusieurs caractères. Elle se termine quand on appuie sur la touche dont le code est 264, c'est à dire sur **[ESC]**.

Exemple d'utilisation. Entrez `exget()` **[ENTER]** puis,

- sur une **TI-89**, appuyez sur les touches **[alpha]** puis **[=]** (ce qui correspond à la lettre a.)
- Sur une **TI-92 Plus**, appuyez directement sur **[A]**.



Appuyez sur **[ENTER]** pour passer à la saisie d'une autre touche. Appuyer sur **[ESC]** puis sur **[ENTER]** pour mettre fin au programme.

Code des différentes touches

Vous trouverez la liste complète des codes des différentes touches dans l'annexe B.

Entrées / Sorties dans l'écran graphique

La TI-89 / TI-92 Plus permet de saisir les coordonnées d'un ou plusieurs points de l'écran graphique de façon interactive. Il est aussi possible d'afficher des messages dans cet écran..

Saisie des coordonnées du curseur dans l'écran graphique

Input

Cette instruction (utilisée sans argument) provoque l'affichage de l'écran et la suspension du programme.

Il est ensuite possible de saisir les coordonnées d'un point de l'écran graphique en déplaçant le curseur jusqu'à ce point et en appuyant sur la touche `ENTER`.

Les coordonnées du point indiqué par le curseur sont alors placées dans les deux variables **xc** et **yc**. (Tapez directement le nom de ces deux variables au clavier.)

Exemple. Saisie des coordonnées de deux points dans l'écran graphique et construction du segment joignant ces deux points.

```
:saisiegr()
:Prgm
:Input
:xc → a1:yc → b1
:PtOn a1,b1 _____ Marque le point de
:Input _____ coordonnées a1,
:xc → a2:yc → b2 _____ b1.
:Line a1,b1,a2,b2 _____ Construction du
:EndPrgm _____ segment joignant
les deux points.
```

Affichage de résultats dans l'écran graphique

On dispose de deux fonctions pour afficher un texte dans l'écran graphique

- **PtText** *texte, x, y* : Affiche le texte *texte* à partir du point de coordonnée (x, y) .
La position d'affichage dépend des valeurs de **xmin**, **max**, **ymin** et **ymax**.
- **PxlText** *texte, i, j* : Affiche le texte *texte* à partir du pixel situé sur la *i*-ième ligne et la *j*-ième colonne de l'écran graphique.
La position d'affichage est indépendante des valeurs de **xmin**, **max**, **ymin** et **ymax**.

Note. Il est possible d'afficher des valeurs numériques ou des expressions mathématiques en les convertissant au préalable en chaînes de caractères à l'aide de la fonction **string** ou de la fonction **format**.

Structures de contrôle

34

Structures conditionnelles.....	34-2
If ... Then ... EndIf	34-2
Forme simplifiée.....	34-2
If ... Then ... Else ... EndIf	34-3
If ... Then ... Elseif ... Else ... EndIf	34-3
Exemple d'utilisation.....	34-4
Formulation des conditions.....	34-5
Utilisation des opérateurs logiques.....	34-5
Règles de priorité.....	34-5
Exemples.....	34-5
Structure de boucle.....	34-6
Syntaxe.....	34-6
Sortie de la boucle.....	34-6
Boucle For	34-7
Syntaxe.....	34-7
Exemples d'utilisation.....	34-7
Conditions d'utilisation.....	34-8
Boucle While	34-9
Syntaxe.....	34-9
Retour au début de la boucle.....	34-10
Syntaxe.....	34-10
Exemple d'utilisation.....	34-10
Branchements.....	34-11
Labels.....	34-11
Saut vers un label.....	34-11
Conseils d'utilisation.....	34-11
Interruption du déroulement d'un programme.....	34-12
Suspension.....	34-12
Sortie anticipée d'un programme.....	34-12
Sortie anticipée d'une fonction.....	34-12
Arrêt dans un programme.....	34-13
Sortie anticipée d'une boucle.....	34-13
Menus programmés.....	34-14
L'instruction ToolBar	34-14
Exemple d'utilisation.....	34-14
Traitement des erreurs.....	34-15
Syntaxe.....	34-15
Numéro de la dernière erreur.....	34-15
Effacement de l'état d'erreur.....	34-15
Transmission de l'erreur.....	34-16
Exemples.....	34-16

La TI-89 / TI-92 Plus présente un choix très large d'instructions destinées à contrôler le déroulement d'un programme : structures conditionnelles, structures de boucles, traitement des erreurs.

Structures conditionnelles

La TI-89 / TI-92 Plus permet de programmer différents types de structures conditionnelles :

Si condition alors instructions.

Si condition alors instructions sinon autres instructions.

Si première condition alors instructions

À défaut, si seconde condition. alors autres instructions

À défaut, si troisième condition. alors autres instructions

...

Sinon, autres instructions.

If ... Then ... EndIf

Cette première structure s'utilise quand une instruction, ou un groupe d'instructions, doit être exécuté uniquement dans le cas où une condition est satisfaite.

```
If Condition Then  
    Instruction1  
    ...  
    Instructionn  
EndIf
```

Exemple. Les lignes suivantes permettent d'afficher un message spécifique si le nombre n est divisible par 3.

Note. $\text{mod}(n,p)$ est le reste de la division de n par p , il est nul quand p divise n .

```
:If mod(n,3)=0 Then  
:Text "Ce nombre est multiple de 3"  
:EndIf
```

Forme simplifiée

Lorsque la condition ne porte que sur une seule instruction, on peut aussi écrire :

```
If Condition  
    Instruction
```

Dans l'exemple précédent, on pouvait donc écrire

```
:If mod(n,3)=0  
:Text "Ce nombre est multiple de 3"
```

**If ... Then ... Else ...
EndIf**

Cette seconde structure s'utilise quand une instruction, ou un groupe d'instructions, doit être exécutée dans le cas où une condition est satisfaite, et une autre instruction, ou un autre groupe d'instructions, dans le cas contraire.

```
If Condition Then  
    Instruction1  
    ...  
    Instructionn  
Else  
    Autre-Instruction1  
    ...  
    Autre-Instructionn  
EndIf
```

Note. Voir aussi l'utilisation de la fonction **when** dans le chapitre 26.

Exemple. Les lignes suivantes permettent d'afficher un message spécifique si le nombre *n* est pair, et un autre s'il est impair.

```
:If mod(n,2)=0 Then  
: Text "Ce nombre est pair"  
:Else  
: Text "Ce nombre est impair"  
:EndIf
```

**If ... Then ... Elseif ...
Else ... EndIf**

Cette seconde structure permet de traiter les cas plus complexes où différentes possibilités doivent être examinées afin de décider du traitement à entreprendre.

```
If Condition Then  
    Instruction1  
    ...  
    Instructionn  
Elseif AutreCondition Then  
    Autre-Instruction1  
    ...  
    Autre-Instructionn  
Elseif AutreCondition Then  
    Autre-Instruction1  
    ...  
    Autre-Instructionn  
...  
Else  
    Autre-Instruction1  
    ...  
    Autre-Instructionn  
EndIf
```

Structures conditionnelles (suite)

Exemple. Les lignes suivantes recherchent le plus petit diviseur premier d'un nombre. On teste successivement s'il est divisible par 2, 3, 5 et 7. En cas de succès à l'un de ces tests, on passe directement à la suite du programme (après le **EndIf**).

```
:If mod(n,2)=0 Then
: Text "p=2"
:ElseIf mod(n,3)=0 Then
: Text "p=3"
:ElseIf mod(n,5)=0 Then
: Text "p=5"
:ElseIf mod(n,7)=0 Then
: Text "p=7"
:Else
: Text "Pas de diviseur inférieur à 10"
:EndIf
```

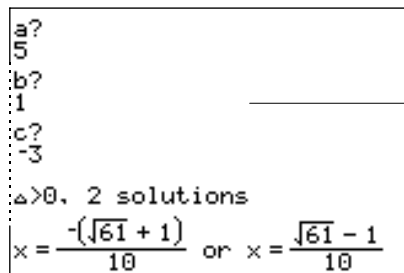
Exemple d'utilisation

Voici un exemple d'utilisation pour l'étude d'une équation du second degré

$$ax^2 + bx + c = 0$$

```
:degre2()
:Prgm
:Local a,b,c
:ClrIO
:Prompt a,b,c
:If a=0 Then
: Disp "Cette équation n'est pas de degré 2"
:Else
: b^2 - 4a*c → d
: If d>0 Then
: Disp "Δ > 0, 2 solutions"
: Disp solve(a*x^2+b*x+c=0,x)
: ElseIf d=0 Then
: Disp "Δ = 0, une racine double"
: Disp x=-b/(2*a)
: Else
: Disp "Δ < 0, pas de solution réelle"
: Disp cSolve(a*x^2+b*x+c=0,x)
: Endif
:Endif
:EndPrgm
```

On lance ce programme à partir de l'écran de calcul en tapant `degre2()` **ENTER**



```
a?
5
b?
1
c?
-3
Δ > 0, 2 solutions
x =  $\frac{-(\sqrt{61} + 1)}{10}$  or x =  $\frac{\sqrt{61} - 1}{10}$ 
```

Les opérations de saisie et d'affichage sont effectuées dans l'écran PrgmIO.

Appuyez sur **F5** pour revenir dans l'écran de calcul.

Formulation des conditions

Il est possible de formuler des conditions complexes en utilisant les opérateurs **and**, **or**, **xor** et **not**.

Utilisation des opérateurs logiques

condition1 and condition2

est vérifiée quand les deux conditions *condition1* et *condition2* le sont. Elle ne l'est pas si l'une des deux conditions (ou les deux) n'est pas vérifiée.

Note. Ces différents opérateurs se trouvent dans le menu **MATH/Test**.

condition1 or condition2

est vérifiée quand au moins une des deux conditions est vérifiée. Elle ne l'est pas si aucune des deux conditions n'est vérifiée.

Note. *xor* : ou exclusif.

condition1 xor condition2

est vérifiée quand l'une des deux conditions est vérifiée. Elle ne l'est pas si aucune des deux conditions n'est vérifiée ou si ces deux conditions sont vérifiées en même temps.

not condition

est vérifiée si *condition* n'est pas vérifiée, et ne l'est pas si *condition* l'est.

Règles de priorité

Une condition utilisant plusieurs opérateurs est évaluée en respectant des règles de priorité semblables à celles utilisées pour l'évaluation des expressions algébriques.

$c1 \text{ or } c2 \text{ and } c3 \text{ or } c4 \rightarrow c1 \text{ or } (c2 \text{ and } c3) \text{ or } c4$

$c1 \text{ and } c2 \text{ or } c3 \text{ and } c4 \rightarrow (c1 \text{ and } c2) \text{ or } (c3 \text{ and } c4)$

$\text{not } c1 \text{ or } c2 \rightarrow (\text{not } c1) \text{ or } c2$

En l'absence de parenthèse, on applique d'abord les **not**, puis les **and** puis les **or** et les **xor**.

Conseil. Pour éviter toute erreur, il est préférable d'utiliser les parenthèses.

Exemples

1) x appartient à $]1, 4[\cup]10, +\infty[$

$x > 1 \text{ and } x < 4 \text{ or } x > 10$

2) x est divisible par 2 mais pas divisible par 3

$\text{mod}(x, 2) = 0 \text{ and not } \text{mod}(x, 3) = 0 \text{ ou } \text{mod}(x, 2) = 0 \text{ and } \text{mod}(x, 3) \neq 0$

3) a est nul ou b est nul, mais pas les deux en même temps.

$a = 0 \text{ xor } b = 0$

L'utilisation des opérateurs de comparaison est décrite en détail dans l'annexe A.

Structure de boucle

Le premier type de boucle offert par la TI-89 / TI-92 Plus permet de répéter une série d'instructions. Il est nécessaire d'utiliser une instruction spécifique pour sortir de cette boucle.

Syntaxe

Pour répéter une instruction ou un groupe d'instructions, il suffit de placer entre deux instructions **Loop** et **EndLoop**

```
Loop  
  Instruction1  
  ...  
  Instructionn  
EndLoop
```

Sortie de la boucle

Pour sortir d'une boucle du type précédent, il est nécessaire d'utiliser une instruction **Exit**.

Cette instruction sera le plus souvent incluse dans une structure conditionnelle.

En particulier, pour répéter un groupe d'instructions jusqu'à ce qu'une condition soit vérifiée, on écrira :

Note. Il est ainsi facile de traduire la structure repeat ... until présente dans certains langages comme le Pascal.

```
Loop  
  Instruction1  
  ...  
  Instructionn  
  If Condition  
  Exit  
EndLoop
```

Exemple. La boucle suivante affiche les entiers de 1 à 20.

Note. Nous verrons dans la suite que la TI-89 / TI-92 Plus offre des structures permettant de faciliter l'écriture d'un programme de ce type.

```
:0 → i  
:loop  
: i+1 → i  
: Disp i  
: If i=20  
: Exit  
:EndLoop
```

Voici un deuxième exemple. Les lignes suivantes permettent de demander a et b . La saisie se poursuit jusqu'à ce que les signes de $f(a)$ et de $f(b)$ soient opposés.

```
:loop  
: Prompt a,b  
: If f(a)*f(b)<0  
: Exit  
:EndLoop
```

Boucle For

Dans de nombreuses boucles, on utilise un compteur dont les valeurs varient entre deux bornes. La boucle **For** permet de faciliter l'écriture de ce type de programme.

Syntaxe

Note. Attention, dans une fonction, vous devez impérativement déclarer la variable utilisée comme compteur comme variable locale.

Pour faire varier le compteur *compteur* de *début* à *fin* avec un pas égal à 1 on écrit

```
For compteur, début, fin  
    Instruction1  
    ...  
    Instructionn  
EndFor
```

Si on souhaite utiliser un pas quelconque (positif ou négatif, non nul), on écrit :

```
For compteur, début, fin, pas  
    Instruction1  
    ...  
    Instructionn  
EndFor
```

Exemples d'utilisation

1. Ce premier programme affiche la liste des nombres de 1 à 10 avec un pas de 0.5.

```
:liste()  
:Prgm  
:Local i  
:For i,1,10,0.5  
: Disp i  
:EndFor  
:EndPrgm
```

2. La fonction suivante permet de calculer la somme des carrés des entiers de 1 à *n*.

Note. La variable utilisée comme indice de boucle est modifiée lors de l'exécution de cette fonction. Il est indispensable de la déclarer comme variable locale.

```
:somme(n)  
:Func  
:Local i,s  
:0 → s  
:For i,1,n  
: s+i^2 → s  
:EndFor  
:s  
:EndFunc
```

Pour utiliser cette fonction, par exemple pour $n=100$, on écrit **somme(100)**. Pour vérifier le résultat obtenu, il suffit de taper $\Sigma(x^2, x, 1, 100)$.

Boucle For (suite)

3. La fonction suivante permet le calcul des termes de la suite de Fibonacci définie par :

$$\begin{cases} u_0 = 1 \\ u_1 = 1 \\ u_{n+2} = u_{n+1} + u_n \end{cases}$$

Note. Ce programme ne comporte pas de test de la nature de la variable n .

Pour fonctionner correctement, il doit être utilisé avec n entier positif.

```
:fib(n)
:Func
:Local a,b,c,i
:1 → a : 1 → b
:For i,2,n
: b → c
: a+b →b
: c → a
:EndFor
:Return b
:EndFunc
```

```
■ fib(1)          1
■ fib(2)          2
■ fib(3)          3
■ fib(4)          5
■ fib(100)
573147844013817084101
```

Conditions d'utilisation

Cette structure de boucle est équivalente à :

début → *compteur*

Loop

If *compteur* > *fin* **and** *pas* > 0 **or** *compteur* < *fin* **and** *pas* < 0

Exit

*Instruction*₁

...

*Instruction*_{*n*}

compteur+*pas* → *compteur*

EndLoop

Note. A la fin d'une boucle du type

```
:for i,1,n
:...
:EndFor
```

La valeur de i est $n+1$.

Lorsque le pas est positif :

1. Les instructions de la boucle ne seront pas exécutées lorsque *début* > *fin*.
2. La valeur de la variable *compteur* sera strictement supérieure à celle de *fin* à la fin de la boucle.

Lorsque le pas est négatif :

1. Les instructions de la boucle ne seront pas exécutées lorsque *début* < *fin*.
2. La valeur de la variable *compteur* sera strictement inférieure à celle de *fin* à la fin de la boucle.

Boucle While

La boucle **For** permet de programmer une boucle dans laquelle le nombre d'itérations nécessaires est connu à l'avance.

La boucle **While** permet de programmer une boucle qui sera répétée tant qu'une condition restera vraie.

Syntaxe

Pour faire exécuter un groupe d'instructions tant qu'une condition est vérifiée, on écrit :

```
While condition  
    Instruction1  
    ...  
    Instructionn  
EndWhile
```

Cette structure de boucle est équivalente à :

```
Loop  
    If not condition  
    Exit  
    Instruction1  
    ...  
    Instructionn  
EndLoop
```

Exemple. La fonction suivante permet de déterminer le premier entier n tel que $f(n)$ soit inférieur ou égal à a .

```
:Seuil(a)  
:Func  
:local n  
:0 → n  
:While f(n)>a  
: n+1 → n  
:EndWhile  
:Return n  
:EndFunc
```



F1	F2	F3	F4	F5	F6
Tools	AT&C	Calc	Other	Pr&M	Clean Up

```
■  $\frac{10^n}{n!} \rightarrow f(n)$  Done  
■ seuil(.1) 27  
■ f(26.) .247959626322  
■ f(27.) .091836898638  
■ f(27.)
```

MAIN RAD AUTO FUNC 4/30

Retour au début de la boucle

Dans certains cas, il peut être utile de sauter certaines instructions de la boucle, et de procéder directement à une nouvelle itération. C'est ce que permet l'instruction **Cycle**.

Syntaxe

L'instruction

Cycle

placée dans une boucle **Loop**, **For** ou **While** provoque le passage direct à l'itération suivante. Cette instruction est généralement associée à un test, comme dans la structure suivante :

```
Loop
  Instruction1
  ...
  Instructionk
  If Condition
  Cycle
  Instructionk+1
  ...
  Instructionn
EndLoop
```

Ces instructions seront ignorées si la condition est vérifiée

Exemple d'utilisation

Le programme suivant recherche les couples (i, j) avec i et j entiers compris entre 1 et 20 tels que $f(i) = 0$ et $f(j) = 0$.

```
:For i,1,20
: For j,1,20
:   If f(i)=0 and f(j)=0
:     Disp [i,j]
:   EndFor
:EndFor
```

Voici une seconde version utilisant **Cycle** :

Note. Dans cette version, on n'effectue pas le test sur $f(j)$ quand celui sur $f(i)$ a échoué, ce qui permet d'accélérer la recherche des solutions.

```
:For i,1,20
:   If f(i)≠0
:     Cycle (On passe directement à la valeur suivante de i si f(i)≠0)
:     For j,1,20
:       If f(j)=0
:         Disp [i,j]
:       EndFor
:     EndFor
:EndFor
```

Cette version est équivalente au programme suivant :

```
:For i,1,20
:   If f(i)=0 Then
:     For j,1,20
:       If f(j)=0
:         Disp [i,j]
:       EndFor
:     EndIf
:   EndFor
```

Branchements

Le couple **Goto** / **Lbl** permet de modifier l'ordre d'exécution des instructions d'un programme.

Labels

Il est parfois utile dans certains programmes de ne pas effectuer toutes les instructions dans l'ordre où elles ont été écrites, mais d'effectuer directement un saut vers une autre partie du programme.

Il faut pour cela repérer le point du programme où l'on souhaite continuer l'exécution du programme à l'aide d'un label défini par une instruction du type

Lbl *NomDeLabel*

NomDeLabel doit être un nom obéissant aux mêmes règles que les noms de variables. Lbl A41 est correct, Lbl 12 ne l'est pas.

Saut vers un label

L'instruction

Goto *NomDeLabel*

permet de continuer l'exécution du programme à partir de l'instruction **Lbl** *NomDeLabel*.

Exemple.

```
:Lbl demande
:InputStr "mot de passe", c
:If c≠"EUREKA"
:Goto demande
```

Conseils d'utilisation

Sur les modèles plus anciens de calculatrices, l'utilisation d'instructions de sauts était souvent la seule façon de programmer des boucles ou encore des instructions conditionnelles complexes. Cependant ces instructions compliquent la lecture et la correction d'éventuelles erreurs de programmation. Leur utilisation devrait rester exceptionnelle sur la TI-89 / TI-92 Plus.

Voici par exemple une autre version de l'exemple précédent n'utilisant pas le couple **Lbl** / **Goto**.

```
:Loop
: InputStr "mot de passe", c
: If c="EUREKA"
: Exit
:EndLoop
```

ou encore :

```
:"" → c
:While c≠"EUREKA"
: InputStr "mot de passe", c
:EndWhile
```

Interruption du déroulement d'un programme

Certaines instructions permettent de suspendre ou d'interrompre définitivement un programme ou une fonction.

Suspension

Note. Non valide dans une fonction.

Pause

Cette instruction provoque la suspension du programme jusqu'à ce que l'utilisateur appuie sur la touche **[ENTER]**.

Cette instruction s'utilise aussi avec un argument pour afficher un résultat, voir chapitre 33.

Sortie anticipée d'un programme

Normalement, l'exécution d'un programme s'arrête quand on arrive à la dernière instruction de ce programme : **EndPrgm**.

- Si le programme avait été lancé dans l'écran de calcul, on retourne dans celui-ci et le mot Done est affiché.
- Dans le cas d'un programme P1 utilisé depuis un autre programme P2, l'exécution se poursuit à l'instruction suivante du programme P2.

Il est également possible de provoquer le retour anticipé à l'écran de calcul, ou au programme P2, en utilisant une instruction **Return**.

Sortie anticipée d'une fonction

Normalement, l'exécution d'une fonction s'arrête quand on arrive à la dernière instruction de cette fonction : **EndFunc**.

- Si la fonction avait été utilisée dans une expression tapée dans la ligne d'édition de l'écran de calcul, la dernière valeur calculée dans la fonction est utilisée pour le calcul de cette expression. Le résultat final du calcul de l'expression est ensuite affiché.
- Dans le cas d'une fonction F utilisée dans une expression depuis un autre programme P ou une autre fonction G, la dernière valeur calculée dans la fonction est utilisée dans l'expression contenue dans P ou G.

Il est également possible de provoquer le retour anticipé à l'écran de calcul, au programme P, ou à la fonction G, en utilisant une instruction **Return**.

- **Return** : La valeur obtenue est celle de la dernière expression calculée.
- **Return valeur** : La valeur obtenue est la valeur *valeur*. Cette instruction est invalide dans un programme.

Voir exemple sur la page suivante.

Exemple. La fonction suivante permet d'obtenir le premier diviseur de a inférieur à 100, ou le message "pas de diviseur inférieur à 100".

```
:div100(a)
:Func
:local n
:For n,2,100
:  If mod(a,n)=0
:  Return n
:EndFor
:"pas de diviseur inférieur à 100"
:EndFunc
```

Arrêt dans un programme

Dans le cas d'un programme P1 appelé par un autre programme P2, l'utilisation de **Return** provoque la sortie de P1, et le retour dans P2, qui continue à être exécuté.

Il est également possible d'interrompre totalement l'exécution de tous les programmes en cours en utilisant une instruction **Stop**.

Sortie anticipée d'une boucle

Exit

Cette instruction est décrite avec l'instruction **Loop** page 34–6.

Menus programmés

L'instruction **ToolBar** permet d'afficher un menu semblable à celui que l'on utilise en mode direct.

L'instruction ToolBar

Cette instruction permet de définir les titres (**title**) des menus qui seront associés aux différentes touches de fonctions **F1**, **F2**, **F3** ainsi que la liste des choix (**item**) associés à chacun de ces menus.

Pour chaque choix, on doit indiquer un nom de label.

Lors de l'exécution de cette instruction, la barre d'outils sera affichée, l'utilisateur devra effectuer son choix et l'exécution du programme se poursuivra à partir du label indiqué.

Exemple d'utilisation

Voici par exemple quelle pourrait être la structure d'un programme permettant d'effectuer de façon interactive les opérations élémentaires sur les lignes d'une matrice ou d'un système.

```
:Test()
:Prgm
:Lbl debut
:ToolBar
:  Title "Saisie"
:  Item "Définition", def
:  Item "Construction", cons
:  Title "Transformation"
:  Item "Li<->Lj", ech
:  Item "Li<- a Li", mult
:  Item "Li<- Li+b Lj", comb
:  Title "Opération"
:  Item "Annule", ann
:  Item "Fin", fin
:EndTbar
:Lbl def
:matdef()
:Goto debut
:...
:Lbl mult
:mat → oldmat
:matmult()
:Goto debut
:...
:Lbl ann
:oldmat → mat
:Goto debut
:Lbl fin
:EndPrgm
```

Définition des différentes options. A chaque choix correspond un label où se trouvent les instructions nécessaires, ou encore l'appel à un sous-programme permettant d'effectuer le travail souhaité.

Appel d'un sous-programme permettant de définir la matrice.

Appel d'un sous-programme permettant de multiplier une ligne de la matrice par un coefficient.

Instruction permettant d'annuler l'opération précédente.



Barre d'outils affichée pendant l'exécution du programme.

Traitement des erreurs

Certains calculs ne sont pas toujours valides. Par exemple, on ne peut pas demander de calculer l'inverse de x pour $x=0$. Il est possible d'éviter une erreur en utilisant la structure **Try ... Else ... EndTry**.

Syntaxe

Généralement lorsqu'une erreur se produit, tous les calculs en cours sont stoppés, et un message d'erreur est affiché dans une boîte de dialogue.

Note. Cette structure n'est pas utilisable dans une fonction.

Dans certains cas, il peut être souhaitable d'éviter ce type de blocage. Ceci est possible en utilisant une structure du type **Try ... Else ... EndTry**

L'instruction (ou le bloc d'instructions) à effectuer est encadré par **Try** et **Else**, les instructions à effectuer en cas d'erreur sont placées entre **Else** et **EndTry**.

```
Try
  Instruction1
  ...
  Instructionn
Else
  Autre-Instruction1
  ...
  Autre-Instructionn
EndTry
```

Numéro de la dernière erreur

Le numéro de la dernière erreur peut être déterminé en utilisant la variable système **errornum**.

Note. Vous trouverez la liste des codes d'erreurs dans l'annexe B.

Par exemple, lorsque l'on calcule la racine carrée d'un nombre négatif en mode réel, on provoque l'erreur "Non-real result" dont le numéro de code est 800.

Un test permet donc de reconnaître l'erreur et d'effectuer le traitement nécessaire : affichage d'un message d'erreur sans interruption du programme, calcul d'une autre expression, etc.

Effacement de l'état d'erreur

Lorsque l'erreur a été convenablement traitée, il est possible d'effacer l'état d'erreur en utilisant l'instruction **ClrErr**.

Cette instruction remet en particulier la variable système **errornum** à 0.

Traitement des erreurs (suite)

Transmission de l'erreur

Dans certains cas, lorsqu'une erreur inattendue se produit, on souhaite effectivement provoquer l'apparition du message d'erreur correspondant, et arrêter l'exécution du programme. On utilise pour cela l'instruction **PassErr** dans le bloc **Else ... EndTry**.

Note. Lorsque cette instruction est utilisée dans un programme P1 appelé par un programme P2, à l'intérieur d'une structure **Try ... Else**, ce sont les instructions prévues en cas d'erreurs dans le bloc **Else ... EndTry** de ce programme P2 qui seront exécutées.

Exemples

Le programme suivant calcule l'expression définie par une chaîne de caractères, et place la valeur obtenue dans la variable globale `val`. Si cette expression provoque une erreur, le numéro de cette erreur est affiché, puis on obtient le message d'erreur.

```
:test(chaine)
:Prgm
:Try
: expr(chaine) → val
:Else
: text string(errornum)    Affichage du code de l'erreur.
: PassErr                  Sortie du programme et message
:Endtry                    d'erreur.
:EndPrgm
```

Par exemple, `test("ln(-1)")` provoque l'erreur `Non-real result`, et le code 800 de cette erreur est affiché dans une boîte de dialogue.

Le second programme évalue successivement les chaînes de caractères contenues dans une liste et place les résultats dans `lval`. Si l'erreur 800 se produit, la valeur "Complexe" est placée dans la liste, mais ceci ne bloque pas l'évaluation des autres expressions. Si un autre type d'erreur se produit, l'exécution est interrompue et le message d'erreur correspondant est affiché.

Note. Ce programme est prévu pour être utilisé en mode Complex Format...REAL.

```
:eval(lexp)
:Prgm
:local i
:Newlist(dim(lexp)) → lval
:For i,1,dim(lexp)
: Try
:   expr(lexp[i]) → lval[i]
: Else
:   If errornum=800 Then
:     "Complexe" → lval[i]:ClrErr
:   Else
:     PassErr
:   EndIf
: Endtry
:EndFor
:EndPrgm
```

```
eval({"4/2","2^2"}):lval [ENTER] {2,4}
eval({"ln(-1)","2^2"}):lval [ENTER] {"complexe",4}
eval({"ln(","2^2"}):lval [ENTER] Error: Syntax
```


Personnalisation des menus



Utilisation des menus définis par l'utilisateur.....	35-2
L'instruction Custom	35-2
Le menu CUSTOM par défaut.....	35-2
Étude d'un exemple.....	35-3
Les instructions définissant le menu CUSTOM par défaut.....	35-3
Description des instructions utilisées.....	35-3
Programmation des menus.....	35-4
Création par un programme.....	35-4
Activation des menus à partir de l'écran HOME.....	35-4
Activation d'un menu par le programme.....	35-4
Une astuce à connaître.....	35-4
Pour aller plus loin.....	35-4

La TI-89 / TI-92 Plus dispose d'un choix très vaste de fonctions. Pour en faciliter l'utilisation, vous avez la possibilité de définir vos propres menus.

Ceux-ci s'utiliseront comme les menus standards de la TI-89 / TI-92 Plus, mais vous serez libre de n'y placer que les fonctions qui vous sont utiles.



Vous pourrez également compléter ces menus en y ajoutant les fonctions que vous aurez définies.

Cette possibilité vous permettra d'adapter parfaitement la TI-89 / TI-92 Plus à vos besoins.

Utilisation des menus définis par l'utilisateur

L'utilisation d'un menu spécifique se fait en trois étapes : écriture du programme de définition du menu, lancement de ce programme, puis activation du menu en appuyant sur les touches [2nd][CUSTOM] ou par une instruction **CustomOn**. Nous allons détailler tout cela dans ce chapitre.

L'instruction Custom

La TI-89 / TI-92 Plus permet de créer ses propres menus par une suite d'instructions.

Ces menus sont définis par un bloc **Custom ... EndCustm**.

On utilise la structure :

```
Custom
  Title Titre_menu1
  Item Nom_Fonction1
  Item Nom_Fonction2
  ...
  Title Titre_menu2
  ...
  Title Titre_menu3
  ...
EndCustm
```

Le menu CUSTOM par défaut

Nous allons illustrer cela à partir du menu CUSTOM par défaut. Vous pouvez utiliser ce menu en sélectionnant le choix Restore Custom Default dans le menu **F6 Clean Up** de l'écran HOME.

Note. Par la suite, il suffira d'appuyer sur [2nd][CUSTOM] pour basculer entre ce menu et le menu normal.

La liste des instructions définissant ce menu est alors placée dans la ligne d'édition, il reste à la valider en appuyant sur [ENTER] pour obtenir l'affichage de ce menu.

Voici un exemple d'utilisation du menu créé par les instructions précédentes en vue de la saisie d'un système d'équations.

Note. Ce menu pourra éventuellement faire l'objet de modifications sur de futures versions téléchargeables du code de la TI-89 / TI-92 Plus.



Note. Quand ce menu est affiché, l'utilisation de [2nd][CUSTOM] permet de revenir au menu standard.

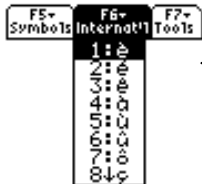


Étude d'un exemple

Les instructions définissant le menu CUSTOM par défaut

Étudions la liste des instructions définissant ce menu :

```
:Custom
:Title "Vars"
:Item "L1":Item "M1":Item "Prgm1":Item "Func1":Item "Data1":Item
  "Text1":Item "Pic1":Item "GDB1":Item "Str1"
:Title "f(x)"
:Item "f(x)":Item "g(x)":Item "f(x,y)":Item "g(x,y)":Item "f(x+h)":Item
  "Define f(x) ="
:Title "Solve"
:Item "Solve(":Item " and ":Item "{x,y}":
  Item "solve( and ,{x,y})"
:Title "Units"
:Item "_m":Item "_ft":Item "_l":Item "_gal":
  Item "_C":Item "_F":Item "_kph":Item "_mph"
:Title "Symbols"
:Item "#":Item "Γ":Item "°":Item "˘":Item "&"
:Title "Internat'l"
:Item "π":Item "e":Item "ж":Item "b":Item "φ":
  Item "ι":Item "p":Item "r":Item "ı"
:Title "Tools"
:Item "ClrHome":Item "NewProb":Item "CustmOff"
:EndCustm
:CustmOn
```



Description des instructions utilisées

Note. Vous pouvez utiliser un copier-coller à partir de la ligne d'édition pour insérer facilement dans un programme la liste des instructions ci-contre.

1. Sélectionnez l'option 3: Restore custom default dans F6: Clean Up.
2. Validez : [ENTER].
3. Appuyez sur
TI-89 : [COPY]
TI-92 Plus : [C].
4. Ouvrez l'éditeur de programme, et utilisez
TI-89 : [PASTE]
TI-92 Plus : [V]
pour copier les instructions précédentes.

Il vous suffira ensuite de modifier certaines options pour obtenir très rapidement un programme de définition d'un menu personnalisé.

Les instructions **Title** définissent les sept titres de la barre de menus.

Pour chacun de ces titres, une série (optionnelle) d'instructions **Item** permet de définir les options correspondant à chaque titre.

La chaîne de caractères que vous y placez sera copiée dans la ligne d'édition lorsque l'on effectuera la sélection correspondante.

Vous pouvez utiliser toute chaîne de caractères correspondant à une entrée susceptible d'être saisie dans la ligne d'édition.

On peut par exemple placer le nom d'une variable, un appel de fonction avec les paramètres associés comme dans le second groupe ; une expression, le nom d'une instruction ou d'une fonction avec une parenthèse ouvrante comme dans le troisième groupe ; ou encore des noms d'unités ou des symboles spéciaux comme dans le quatrième et cinquième groupe.

Vous pouvez également y placer le nom de vos propres programmes et fonctions.

- S'ils sont destinés à être utilisés sans paramètre, écrivez-les dans le menu avec des parenthèses ouvrantes et fermantes.
- Sinon, écrivez seulement la parenthèse ouvrante.

Lorsqu'un titre ne comporte pas d'item, c'est la chaîne de caractères associée à ce titre qui sera collée dans la ligne d'édition lorsque l'on appuiera sur la touche correspondante.

Programmation des menus

Création par un programme

Il suffit de placer un groupe **Custom ... EndCustm**, éventuellement suivi d'une instruction **CustmOn**, pour créer un menu à partir d'un programme.

Dans l'éditeur, vous trouverez la structure **Custom ... EndCustm** dans le menu **Control** accessible en appuyant sur **F2**. Les instructions **Title** et **Item** sont dans le menu **I/O**, option **Dialog**. Vous les obtiendrez en appuyant sur les touches **F3** **1** **7** et **F3** **1** **8**.

Activation des menus à partir de l'écran HOME

Supposons par exemple que le programme **menualg** définisse un menu facilitant les manipulations algébriques et que le programme **menumatr** définisse un menu plus particulièrement destiné aux opérations sur les matrices.

Pour commencer à utiliser le menu sur les opérations algébriques, il faudra taper `menualg()` **ENTER**.

Ensuite, le fait d'appuyer sur **2nd** **[CUSTOM]** permettra d'alterner entre le menu standard et ce menu personnalisé.

Pour passer ensuite au second menu, vous devrez préalablement taper `menumatr()` **ENTER**.

Le fait d'appuyer sur **2nd** **[CUSTOM]** permettra alors d'alterner entre le menu standard et ce second menu personnalisé.

Activation d'un menu par le programme

Les deux instructions **CustmOn** et **CustmOff** permettent d'activer ou de désactiver le menu personnalisé à partir d'un programme.

Une astuce à connaître

Il peut être un peu fastidieux de taper le nom d'un programme définissant un menu personnalisé. Le mieux est donc d'utiliser l'un des noms de programmes réservés **kbdprgm1 ... kbdprgm9**, car ces programmes peuvent être lancés directement par une simple combinaison de deux touches : **♦** **1** **...** **♦** **9**.

Ces programmes doivent être placés dans le répertoire main, mais sont exécutables depuis tous les répertoires.

Si ces programmes se terminent par une instruction **CustmOn**, les menus associés seront automatiquement activés.

Pour aller plus loin...

Il existe d'autres fonctions ou instructions permettant d'agir par programme sur la configuration de la TI-89 / TI-92 Plus, et donc de la préparer à un type d'utilisation particulier.

Outre la commande **SetMode**, que l'on peut utiliser directement ou par l'intermédiaire de la barre d'outils de l'éditeur de programmes, voir chapitre 32, page 32-9, vous pouvez aussi utiliser d'autres fonctions permettant de connaître l'état de la TI-89 / TI-92 Plus ou de le programmer. Reportez-vous, dans l'annexe A, à la description des fonctions et instructions **GetConfig**, **GetFold**, **GetMode**, **GetUnits**, **SetFold**, **SetGraph**, **SetMode**, **SetTable**, **SetUnits**.

Chaînes de caractères



Manipulations de chaînes de caractères	36-2
Définition directe.....	36-2
Génération de caractères.....	36-2
Concaténation.....	36-2
Nombre de caractères.....	36-3
Extraction d'une partie de la chaîne	36-3
Recherche dans une chaîne de caractères	36-3
Rotation et décalage.....	36-3
Fonctions de conversion.....	36-4
Conversion d'une expression en chaîne de caractères.....	36-4
Conversion de données numériques	36-4
Conversion d'une chaîne de caractères en expression.....	36-5
Indirection.....	36-6

La TI-89 / TI-92 Plus dispose d'un ensemble de fonctions permettant de traiter les chaînes de caractères.

Ce chapitre vous permettra de mieux les connaître.

La possibilité d'indirection, décrite dans la dernière partie de ce chapitre, permet de faciliter l'écriture de programmes particulièrement performants, par exemple dans le domaine des applications graphiques.

Manipulations de chaînes de caractères

Toutes les fonctions utilisées sont présentes dans le menu **MATH/String**.

Définition directe

Dans l'écran de calcul, ou dans un programme, on place le texte constituant la chaîne de caractères entre guillemets.

```
■ "my TI-89 is great"
   "my TI-89 is great"
■ "abc" → mot1      "abc"
■ "def" → mot2      "def"
```

Génération de caractères



La fonction **char** permet de générer un caractère de code donné.

Inversement, la fonction **ord** permet d'obtenir le code d'un caractère.

```
■ char(65)          "A"
■ ord("A")          65
```

Le code d'un caractère est un entier compris entre 0 et 255. La table des caractères et de leurs codes se trouve dans l'annexe B.

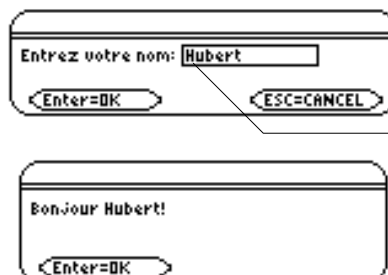
Concaténation

Il est possible de concaténer (c'est à dire de coller l'une après l'autre) deux chaînes de caractères en utilisant le symbole **&** accessible en appuyant sur **TI-89** :  **TI-92 Plus** :  H.

```
■ "abc" → mot1      "abc"
■ "def" → mot2      "def"
■ mot1 & mot2       "abcdef"
```

Dans un programme, ceci permet de construire un message à partir de plusieurs éléments :

```
:Salut()
:Prgm
:Local nom
:Request "Entrez votre nom",nom
:Text "Bonjour " & nom & "!"
:EndPrgm
```



Dans une boîte de dialogue, il est inutile de taper les guillemets autour des chaînes de caractères.

Nombre de caractères

Utilisez la fonction **dim** pour obtenir le nombre de caractères d'une chaîne. Voir exemple dans l'écran ci-dessous.

Extraction d'une partie de la chaîne

1. Extraction des n premiers caractères de la chaîne *chaîne* **left**(*chaîne*, n)
2. Extraction des caractères à partir du caractère numéro n . **mid**(*chaîne*, n)
3. Extraction de p caractères à partir du caractère numéro n . **mid**(*chaîne*, n , p)
4. Extraction des n derniers caractères de la chaîne *chaîne* **right**(*chaîne*, n)

```
■ "abcdefghijklmnopqrs" → tt
  "abcdefghijklmnopqrs"
■ dim(tt)                19
■ left(tt, 5)           "abcde"
■ mid(tt, 10)           "jklmnopqrs"
■ mid(tt, 10, 5)       "jklmn"
■ right(tt, 5)          "opqrs"
```

Les 5 premiers caractères
Tous les caractères à partir du 10-ième.
5 caractères à partir du 10-ième.
Les 5 derniers caractères

Recherche dans une chaîne de caractères

Pour rechercher si une chaîne de caractères en contient une autre, on utilise la fonction **inString**.

inString(*chaîne*, *sous-chaîne*)

Pour rechercher *sous-chaîne* à partir du n -ième caractère de *chaîne*, utilisez la syntaxe

inString(*chaîne*, *sous-chaîne*, n)

On obtient le nombre 0 en cas d'échec, ou le numéro de début de la chaîne recherchée si celle-ci est présente.

```
■ "le jour du retour" → c
  "le jour du retour"
■ inString(c, "il")      0
■ inString(c, "ou")     5
■ inString(c, "ou", 5)  5
■ inString(c, "ou", 6) 15
```

Rotation et décalage

Note. Le deuxième argument doit être un entier. Son signe détermine le sens de la rotation ou du décalage.

Il est également possible d'utiliser **rotate** et **shift** (voir Annexe A)

```
■ rotate("abcdefghij", 3)
  "defghijabc"
■ rotate("abcdefghij", -2)
  "ijabcdefgh"
■ shift("abcdefghij", 3)
  "defghij "
■ shift("abcdefghij", -2)
  " abcdefgh"
```

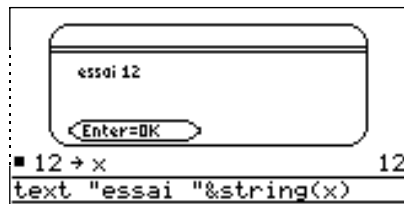
Fonctions de conversion

Conversion d'une expression en chaîne de caractères

La fonction **string** permet de transformer une expression en chaîne de caractères.

```
■ string(100)           "100"  
■ string(2/3)          "2/3"  
■ string(x + 1)        "x+1"  
■ string( $\frac{x+1}{x+3}$ )  "(x+1)/(x+3)"  
string((x+1)/(x+3))
```

On pourra l'utiliser pour afficher une expression dans une boîte de dialogue, ou dans l'écran graphique par l'intermédiaire de fonctions qui sont normalement destinées à l'affichage des chaînes de caractères. (**Text**, **PtText** ou **PxlText**).



Conversion de données numériques

La fonction **format** permet également de convertir une donnée numérique en chaîne de caractères et offre de plus la possibilité de choisir le format utilisé pour l'écriture du nombre.

Cette fonction s'utilise sous la forme

format (*expression*, *type*)

type définit le type d'affichage.

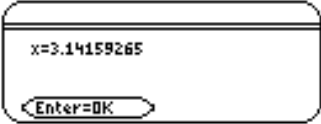
Note. Il est également possible de modifier le séparateur décimal en ajoutant la chaîne "Rx", où x est le séparateur décimal souhaité.
Par exemple, "F5R," : affichage avec cinq décimales précédées d'une virgule.

Format souhaité	type
Affichage flottant.	"F"
Affichage flottant avec au plus <i>n</i> décimales.	"Fn"
Affichage avec <i>n</i> décimales, avec séparateur <i>s</i> entre les groupes de 3 chiffres.	"Gns"
On peut par exemple utiliser "Gn ", "Gn.", "Gn," pour séparer les groupes de 3 chiffres par des espaces, des points, ou des virgules.	
Affichage format scientifique.	"S"
Affichage format scientifique, avec <i>n</i> décimales.	"Sn"
Affichage format ingénieur. Exposant multiple de 3, avec 1, 2 ou 3 chiffres avant le séparateur.	"E", "En"

Exemples d'utilisations

```
■ format(12000.5, "f")
    "12000.5"
■ format(12000.5, "f5")
    "12000.50000"
■ format(12000.5, "s")
    "1.20005e4"
■ format(12000.5, "s5")
    "1.20005e4"
■ format(12000.5, "e")
    "12.0005e3"
■ format(12000.5, "e5")
    "12.0005e3"
```

```
■ format(1250855.598, "g2 ")
    "1 250 855.60"
■ format(1250855.598, "g2,")
    "1,250,855.60"
■ format(1250855.598, "g2.")
    "1.250.855,60"
```



The screenshot shows a dialog box with a title bar. Inside, the text "x=3.14159265" is displayed. Below the text is a button labeled "Enter=OK". Below the dialog box, the code `text "x"=&format(π,"f8")` is shown.

Voir aussi les fonctions **ord** et **char** présentées dans la rubrique Génération de caractères sur la page 36–2 de ce chapitre.

Conversion d'une chaîne de caractères en expression

Inversement la fonction **expr** retourne l'expression définie par une chaîne de caractères.

Exemples.

- `expr("3+4")` retourne la valeur 7.
- `expr("(x+y)^2")` retourne l'expression $(x+y)^2$

Note. Cette fonction sera en particulier utile pour saisir une expression dans une boîte de dialogue. Voir chapitre 33.

Indirection

Utilisation d'indirections

Le symbole # permet d'effectuer une indirection, c'est à dire d'utiliser une variable contenant une chaîne de caractères à la place de cette chaîne dans l'écriture d'une instruction.

- Sur la **TI-89**, ce symbole se trouve dans le menu CHAR, option Punctuation, et dans le catalogue, à la lettre I (indirection). Il est aussi présent dans le menu CUSTOM par défaut.
- Sur la **TI-92 Plus**, vous pouvez l'obtenir par 2nd T.

Par exemple, si T contient la chaîne "nom", l'instruction

```
:25 → #T
```

est équivalente à

```
:25 → nom
```

On peut utiliser # dans de nombreuses instructions. En voici quelques exemples :

```
:"x" → nom  
:...  
:DelVar #nom                      Effacement de la variable x
```

```
:"cos" → nom  
:...  
:#nom( $\pi$ )                      Calcul de  $\cos(\pi)$  !
```

Exemple

Nous voulons placer les valeurs 1, 10, 100, 1000...,1000 000 dans les variables p0, p1, p2, p3, ... , p6.

Une première solution consiste à écrire :

```
:1 → p0  
:10 → p1  
:100 → p2  
:1000 → p3  
etc.
```

Une autre solution consiste à écrire :

```
:For i,0,6  
: "p"&string(i) → T              Construction du nom de la variable  
: 10^i → #T                      Mémorisation dans cette variable  
:EndFor
```

On peut aussi écrire directement :

```
:For i,0,6  
: 10^i → #("p"&string(i))  
:EndFor
```

Note. Vous trouverez un autre exemple d'utilisation de cette méthode dans le programme de création d'une série d'images en vue d'une animation, situé à la fin du chapitre suivant.

Programmes graphiques



Principales instructions graphiques	37-2
Construction et test.....	37-2
Sauvegarde de l'écran graphique.....	37-3
Création d'une variable contenant une image	37-4
Rappel d'une image sauvegardée.....	37-4
Cadrage et options d'affichage.....	37-4
Affichage	37-5
Animations.....	37-6
L'instruction CyclePic	37-6
Aller-retour	37-6
Création d'une série d'images	37-6

La TI-89 / TI-92 Plus offre de nombreuses possibilités graphiques. Il est possible de dessiner points par points, de construire des droites ou des cercles, de réaliser des animations...

On dispose de deux types de repérages : pixel par pixel, ou en fonctions des coordonnées du point.

Principales instructions graphiques

Vous trouverez dans cette page la liste des fonctions permettant de modifier l'écran graphique, ou de tester l'état d'un point.

Construction et test

Note. En cas de partage d'écran, les nombres de lignes et de colonnes utilisables dépendent du type de partage.

Sur une TI-89 :

- **left-right** :
73 lignes ($l = 72$)
77 colonnes ($c = 76$).
- **top-bottom** :
35 lignes ($l = 34$)
155 colonnes ($c = 154$).

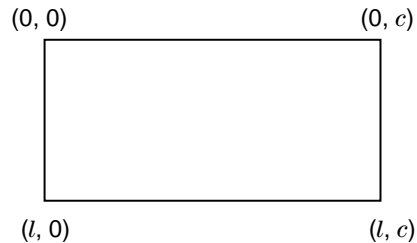
Sur une TI-92 Plus, le nombre de lignes ou de colonnes dépend du ratio utilisé (1:1, 1:2 ou 2:1) :

- **left-right** :
99 lignes ($l = 98$).
77, 117 ou 157 colonnes ($c = 76, 116, 156$).
- **top-bottom** :
235 colonnes ($c = 234$).
27, 47 ou 69 lignes ($l = 26, 46, 68$).

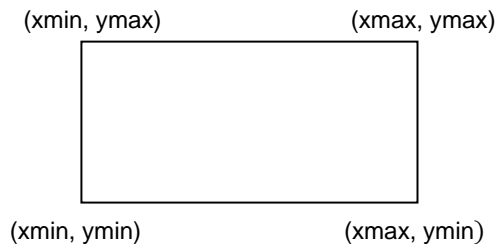
Note. Vous trouverez ces instructions dans le catalogue général.

Pour chacune de ces instructions, on a le choix entre deux types de coordonnées :

- **Coordonnées absolues** : numéro de la ligne et de la colonne du pixel.



- Sur **TI-89**, en plein écran, on dispose de 77 lignes numérotées de 0 (haut) à $l = 76$ (bas) 159 colonnes numérotées de 0 (gauche) à $c = 158$ (droite).
- Sur **TI-92 Plus**, en plein écran, on dispose de 103 lignes numérotées de 0 (haut) à $l = 102$ (bas) 239 colonnes numérotées de 0 (gauche) à $c = 238$ (droite).
- **Coordonnées relatives** : coordonnées du point associé à un pixel. Ces coordonnées dépendent de $xmin$, $xmax$, $ymin$, $ymax$.



Action	Coordonnées absolues	Coordonnées relatives
Inversion de l'état d'un point	PxlChg ligne, col	PtChg x, y
Marquage d'un point	PxlOn ligne, col	PtOn x, y
Effacement d'un point	PxlOff ligne, col	PtOff x, y
Test de l'état d'un point	PxlTest (ligne, col)	PtTest (x, y)

Note. On dispose également d'autres instructions destinées à la construction de courbes : **Graph**, **DrawFunc**, **DrawInv**, **DrawParm** et **DrawPol**. Ces instructions sont décrites dans l'annexe A.

Type de construction	Coordonnées absolues	Coordonnées relatives
Segment	PxlLine <i>ligne</i> ₁ , <i>col</i> ₁ , <i>ligne</i> ₂ , <i>col</i> ₂ [, <i>opt</i>]	Line <i>x</i> ₁ , <i>y</i> ₁ , <i>x</i> ₂ , <i>y</i> ₂ [, <i>opt</i>]
Droite horizontale	PxlHorz <i>ligne</i> [, <i>opt</i>]	LineHorz <i>y</i> [, <i>opt</i>]
Droite verticale	PxlVert <i>col</i> [, <i>opt</i>]	LineVert <i>x</i> [, <i>opt</i>]
Droite de pente donnée	— non disponible —	DrawSlp <i>x</i> , <i>y</i> , <i>pente</i>
Cercle	PxlCrcl <i>ligne</i> , <i>col</i> , <i>r</i> [, <i>opt</i>]	Circle <i>x</i> , <i>y</i> , <i>r</i> [, <i>opt</i>]
Message	PxlText <i>chaîne</i> , <i>ligne</i> , <i>col</i>	PtText <i>chaîne</i> , <i>x</i> , <i>y</i>

L'argument optionnel *opt* permet de déterminer le type de construction :

Note. *opt* = 1 est l'option par défaut.

- *opt* = 1 : affiche les pixels associés à la construction.
- *opt* = 0 : efface les pixels associés à la construction.
- *opt* = -1 : inverse les pixels associés à la construction.

Sauvegarde de l'écran graphique

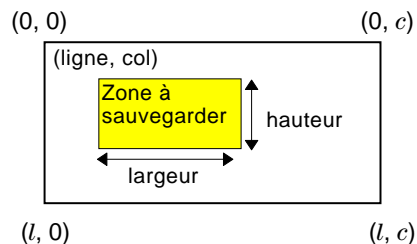
StoPic *picVar* [, *pxlLigne*, *pxlCol*] [, *largeur*, *hauteur*]

Cette instruction mémorise le contenu d'une zone rectangulaire de l'écran graphique dans la variable *picVar*. Si cette variable n'a pas encore été définie, elle est créée par cette instruction. Si elle existe déjà, elle doit être du type PIC.

Note. Il est également possible de définir directement le contenu d'une variable de type PIC à l'aide de l'instruction **NewPic** décrite sur la page suivante.

Les arguments optionnels *ligne* et *col* indiquent la position du coin supérieur gauche de la zone à copier. Par défaut, c'est le coin supérieur gauche de l'écran graphique (0, 0).

Les arguments optionnels *largeur* et *hauteur* déterminent les dimensions (en pixels) de la zone.



Note. Les valeurs de *l* et *c* dépendent du modèle de la calculatrice et du mode de partage d'écran. Voir page 37–2.

Les valeurs par défaut sont celles correspondant à la taille de la fenêtre graphique en cours d'utilisation.

Principales instructions graphiques (suite)

Création d'une variable contenant une image

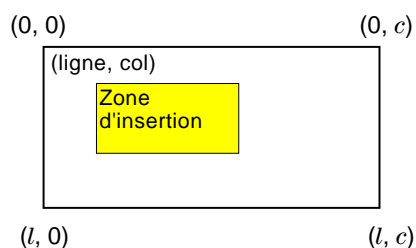
NewPic *matrice, picVar*

Crée une variable *picVar* de type Picture à partir de la matrice *matrice*. Cette matrice doit avoir deux colonnes. Chaque ligne représente les coordonnées d'un point. (Voir exemple dans l'annexe A).

Note. Pour créer une forme particulière, vous pouvez aussi la dessiner dans l'écran GRAPH en utilisant les outils du menu F7 Pen et la sauver en utilisant Save Picture. Voir chapitre 5, page 5-20.

Rappel d'une image sauvegardée

Il existe quatre façons de rappeler une image mémorisée. Dans chacun de ces cas, on doit indiquer le nom de la variable contenant l'image et, éventuellement les coordonnées (*ligne, col*) du pixel définissant le coin supérieur gauche de la zone d'insertion.



Note. Les valeurs de *l* et *c* dépendent du modèle de la calculatrice et du mode de partage d'écran. Voir page 37-2.

Note. La largeur et la hauteur de la zone d'insertion n'ont pas à être indiquées puisque ceux-ci sont définis par la taille de l'image à insérer.

Action	Syntaxe
"Et logique"	AndPic <i>picVar</i> [<i>ligne, col</i>]
Superposition	RclPic <i>picVar</i> [<i>ligne, col</i>]
Remplacement	RplcPic <i>picVar</i> [<i>ligne, col</i>]
"Ou exclusif"	XorPic <i>picVar</i> [<i>ligne, col</i>]

Note. Les différentes instructions disponibles ne modifient que le contenu de la zone d'insertion.

Voici les effets des quatre fonctions disponibles sur chaque pixel de la zone d'insertion, en fonction de l'état des pixels de l'image à insérer et de ceux de l'image déjà présente :

Pixel de l'image déjà présente	Pixel de l'image à insérer	AndPic <i>et</i>	RclPic <i>ou</i>	RplcPic <i>remplace</i>	XorPic <i>ou exclusif</i>
ON	ON	ON	ON	ON	OFF
ON	OFF	OFF	ON	OFF	ON
OFF	ON	OFF	ON	ON	ON
OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF

Cadrage et options d'affichage

On peut utiliser les fonctions permettant de choisir un cadrage prédéfini : **ZoomDec**, **ZoomSqr**, **ZoomStd**, **ZoomTrig...**, il est également possible de définir individuellement les valeurs des paramètres de cadrages : *xmin, xmax, ymin, ymax...* Voir chapitre 5. Les autres options d'affichages (présence des axes, styles...) se règlent par la fonction **SetGraph**. Voir annexe A.

L'écran graphique va contenir deux types d'objets :

1. Les courbes obtenues en représentant les fonctions sélectionnées dans l'écran **Y=**, ou celles utilisées dans une instruction **Graph** ainsi que les graphiques statistiques. (Voir chapitres 5 et 16.)
2. Les objets construits par les instructions de dessin comme **Circle**, **DrawFunc**, **Line** etc..

Il peut être important de bien connaître les points suivants :

- L'instruction **DispG** permet d'afficher les deux types d'objets.
- L'instruction **Graph** et les instructions de zoom provoquent l'effacement préalable de tous les objets de type 2, puis une nouvelle construction des différentes courbes.
- Les instructions de dessin provoquent l'affichage du nouvel écran graphique obtenu en ajoutant l'objet construit par ces instructions.
- L'instruction **ClrDraw** efface tous les objets de type 2, mais elle n'a pas d'effet immédiat. Elle sera prise en compte lors de la prochaine instruction de dessin, ou lors de la prochaine instruction **DispG**.
- Utilisez l'instruction **FnOff** pour supprimer l'affichage des représentations graphiques des fonctions définies dans l'écran **Y=**. Utilisez de même **PlotsOff** pour supprimer l'affichage des graphiques statistiques.
 - Ces instructions seront prises en compte lors de la prochaine construction.
 - Elles doivent être utilisées avant de commencer à construire des objets de type 2.

Inversement, **FnOn** et **PlotsOn** permettent de rétablir l'affichage de ces représentations.

- Si vous avez utilisé l'instruction **Graph** pour construire des courbes, il est nécessaire d'utiliser **ClrGraph** pour supprimer la (re-)construction automatique de ces courbes. Il faudra ensuite utiliser éventuellement l'instruction **FnOff**.
- Les courbes construites en utilisant **DrawFunc**, **DrawPol**, **DrawParm**, **DrawInv** sont des dessins. Contrairement à celles obtenues à partir des fonctions sélectionnées dans l'écran **Y=**, ou à celles construites par **Graph**, elles ne sont donc pas automatiquement reconstruites, et seront même effacées, lors des opérations de Zoom, ou lors de l'utilisation de **ClrDraw**.

Animations

L'instruction CyclePic

Il est possible de présenter sous forme d'une animation une série d'images sauvegardées au préalable en utilisant l'instruction **StoPic**. Il est nécessaire pour cela que le nom de chaque image soit composé par une chaîne de caractères, commune à toutes les images de la série, suivi d'un numéro. On pourra par exemple animer les dix images désignées par fig1, fig2,..., fig10.

Pour présenter une série d'images sous la forme d'une animation on doit utiliser la syntaxe :

CyclePic *NomCommun, Nombre, Durée, NombreDeRépétitions*

Exemple. Pour présenter les dix images fig1, fig2,..., fig10, avec une durée de 0.5 seconde pour chaque, en répétant 8 fois cette présentation, on écrira

```
CyclePic "fig", 10, 0.5, 8
```

Aller-retour

Il est également possible d'obtenir l'affichage des images dans l'ordre des numéros croissants, suivi d'un affichage par ordre des numéros décroissants, avec retour à la première image de la série. On utilise pour cela la syntaxe :

CyclePic *NomCommun, Nombre, Durée, NombreDeRépétitions, -1*

Remarque. Le cinquième argument (optionnel) d'une instruction **CyclePic** ne peut être égal qu'à 1 ou à -1. La valeur 1 correspond à la présentation unidirectionnelle décrite dans le paragraphe précédent.



Création d'une série d'images



Il est possible de procéder manuellement en créant les images et en les sauvant dans les variables souhaitées.

Il est également possible de programmer cette sauvegarde en utilisant le symbole d'indirection # (voir chapitre 36).

Voici un exemple de programme construisant une série d'images fig1, fig2,..., fig10 et se terminant par l'affichage de ces images.

Note. Chaque image mémorisée utilise 1547 octets sur TI-89, et 3097 sur TI-92 Plus.

Note.
Sur TI-89,
& s'obtient en appuyant sur  
s'obtient dans le menu CHAR, punctuation.

Sur TI-92 Plus,
& s'obtient en appuyant sur  H.
s'obtient en appuyant sur  T.

Note. On pourrait aussi archiver les écrans en utilisant **Archive** à la place de **DelVar**.

```
:Animat()  
:Prgm  
:Local k  
:setMode("Graph","FUNCTION")  
:FnOff  
:ZoomTrig  
:For k,1,10  
:  ClrDraw           Effacement de l'écran graphique  
:  drawFunc sin(x+2*k*π/10)  Construction de la figure  
:  StoPic #("fig"&string(k))  Mémorisation dans fig1, fig2,...  
:EndFor  
:CyclePic "fig",10,0.2,10      Animation.  
:For k,1,10                  Cette boucle d'effacement  
:  DelVar #("fig"&string(k))  des images mémorisées  
:EndFor                       libère une place mémoire  
:EndPrgm                       importante.
```

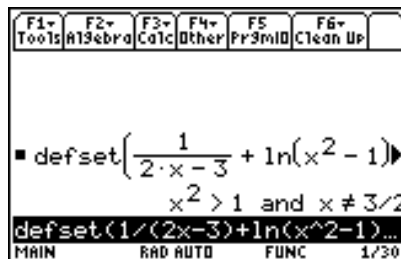

Programmation avancée



Problème des Tours de Hanoi	38-2
Algorithme utilisé	38-2
Texte du programme	38-2
Exécution de programmes en assembleur	38-3
Où trouver des programmes en assembleur	38-3
Exécution d'un programme en assembleur	38-3
Vous ne pouvez pas modifier un programme en assembleur	38-4
Affichage de la liste des programmes en assembleur	38-4
La commande Exec	38-4
Comment obtenir plus d'informations	38-4
La fonction part	38-5
Structure des expressions	38-5
Nombre d'arguments d'une expression	38-5
Fonction ou opérateur de premier niveau	38-5
Accès aux sous-expressions	38-6
Quelques précisions	38-6
Un exemple de programme	38-7
Principe de fonctionnement	38-8
Exemples d'utilisation	38-8
Inéquations	38-9
Utilisation du programme	38-9
Texte du programme	38-9

Comme nous l'avons vu dans les chapitres précédents, la TI-89 / TI-92 Plus est dotée d'un langage de programmation étendu.

À ses nombreuses fonctionnalités s'ajoute la possibilité d'exécuter des programmes écrits en assembleur, ou encore des programmes permettant de manipuler complètement les expressions symboliques.



Cela permet d'étendre encore les nombreuses possibilités de cette calculatrice.

Problème des Tours de Hanoi

Ce problème classique va nous permettre d'illustrer la programmation récursive. On dispose de trois piquets. On veut déplacer une pile de n disques situés sur un premier piquet vers le troisième. Ces disques sont de tailles croissantes. On s'interdit de placer un disque sur un disque plus petit. On peut en revanche utiliser le deuxième piquet pour y placer les disques de façon temporaire. Quels sont les déplacements à effectuer ?

Algorithme utilisé

Pour déplacer n disques d'un piquet a vers un piquet b , on procède de la façon suivante :

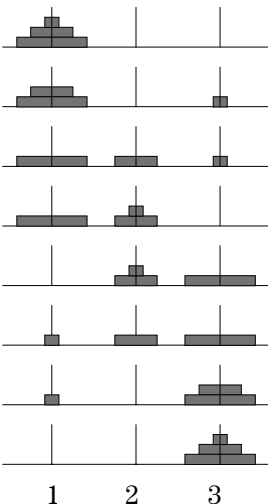
S'il n'y a qu'un disque à déplacer, il suffit de noter le numéro du piquet de départ et le numéro du piquet d'arrivée.

Sinon,

1. On déplace les $n-1$ premiers disques du piquet a vers le piquet intermédiaire c .
2. On déplace le dernier disque (le plus gros) de a vers b .
3. On termine en déplaçant les $n-1$ disques de c vers b .

Il suffit ensuite de remarquer que si a et b représentent les numéros de deux piquets, alors le troisième porte toujours le numéro $c = 6 - a - b$. (Par exemple, si $a = 1$ et $b = 3$, $c = 6 - 1 - 3 = 2$.)

Texte du programme



```
:deplace(n,a,b)
:Prgm
:If n=1 Then
:  Pause string(a)&" ▶ "&string(b)
:Else
:  deplace(n-1,a,6-a-b)
:  deplace(1,a,b)
:  deplace(n-1,6-a-b,b)
:EndIf
:EndPrgm
```

Voici par exemple la liste des déplacements à effectuer pour déplacer 3 anneaux du piquet 1 vers le piquet 3 :

```
ClrIO:deplace(3,1,3) 
```

```
1 ▶ 3
1 ▶ 2
3 ▶ 2
1 ▶ 3
2 ▶ 1
2 ▶ 3
1 ▶ 3
```

Sur TI-89, cet affichage correspond à deux écrans.

Exécution de programmes en assembleur

La programmation en assembleur permet d'exécuter des programmes composés d'instructions directement utilisables par le microprocesseur de la TI-89 / TI-92 Plus. On obtient ainsi des programmes plus rapides, et offrant un contrôle complet des ressources de la calculatrice.

Où trouver des programmes en assembleur

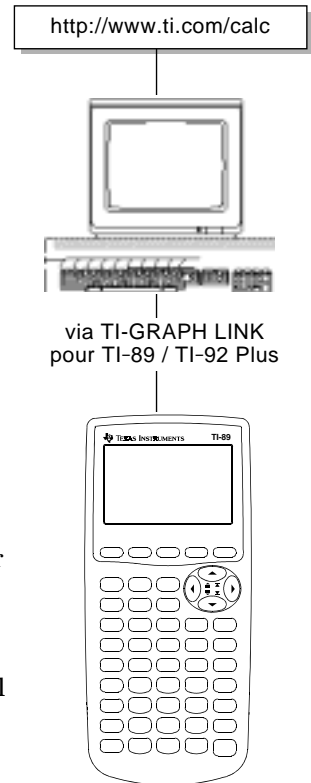
Il n'est pas possible d'écrire directement un programme en assembleur, mais il est possible d'en télécharger dans votre calculatrice.

Vous en trouverez en particulier sur le site internet de Texas Instruments :

<http://www.ti.com/calc>

Les programmes disponibles sur ce site vous permettent de bénéficier des fonctions supplémentaires ou des caractéristiques qui ne sont pas intégrées dans la TI-89 / TI-92 Plus.

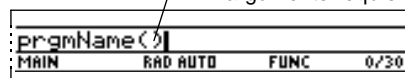
La programmation en assembleur permet d'écrire des programmes graphiques (jeux, fractales...) particulièrement rapides. Après avoir téléchargé un programme sur votre ordinateur, utilisez le TI-GRAPH LINK™ (disponible séparément) pour envoyer le programme à votre TI-89 / TI-92 Plus. Reportez-vous au manuel qui accompagne le TI-GRAPH LINK.



Exécution d'un programme en assembleur

Une fois qu'un programme en assembleur pour TI-89 / TI-92 Plus est mémorisé dans votre calculatrice, vous pouvez exécuter ce programme à partir de l'écran de calcul comme vous le feriez avec n'importe quel programme.

Conseil : si le programme ne se trouve pas dans le dossier courant, veuillez indiquer le nom de chemin. Par exemple, entrez `jeux\race()` pour utiliser le programme `race` du dossier `jeux`.



Vous pouvez appeler un programme en assembleur à partir d'un autre programme en tant que sous-programme, le supprimer ou l'utiliser comme un programme quelconque.

Programmes en assembleur (suite)

Vous ne pouvez pas modifier un programme en assembleur

Vous ne pouvez pas utiliser votre TI-89 / TI-92 Plus pour modifier un programme en assembleur.

L'éditeur de programme intégré ne permet pas d'ouvrir un programme de ce type.

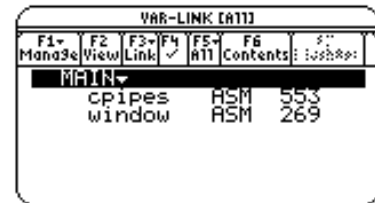
Affichage de la liste des programmes en assembleur

Pour afficher la liste des programmes en assembleur mémorisés :

1. Affichez l'écran VAR-LINK (**2nd** [VAR-LINK]).
2. Appuyez sur **F2** View.
3. Sélectionnez le dossier correspondant (ou tous les dossiers) et choisissez Var Type = Assembly.



4. Appuyez sur **ENTER** pour afficher la liste des programmes en assembleur.



Note : les programmes en assembleur présentent un type de données ASM.

La commande Exec

Exec chaîne [, expression1] [, expression2]

Note importante.
Une utilisation erronée de cette commande, avec une chaîne de caractères incorrecte, peut conduire à la perte totale des données enregistrées sur votre calculatrice !

La TI-89 / TI-92 Plus comprend également une commande **Exec** qui interprète une chaîne de caractères sous la forme d'une suite d'instructions du micro-processeur Motorola 68000, puis exécute le programme correspondant.

Visitez le site Internet, voir page C-5, pour plus d'informations à ce sujet.

Il est possible de passer des valeurs au programme en utilisant les arguments optionnels.

Comment obtenir plus d'informations

Il n'est pas possible de donner dans ce manuel les informations nécessaires à l'écriture de programmes en assembleur pour la TI-89 / TI-92 Plus. Ce type de programmation nécessite en effet un ensemble de connaissances assez important. Il existe par contre dans le commerce de nombreux ouvrages permettant de s'initier à la programmation en assembleur 68000.

Si vous avez une bonne connaissance du langage assembleur, veuillez visiter le site Internet de Texas Instruments pour des informations plus détaillées sur la façon d'accéder aux fonctions de la TI-89 / TI-92 Plus.

La fonction part

La fonction **part** permet d'écrire de nouvelles fonctions de calcul symbolique sur la TI-89 / TI-92 Plus.

Structure des expressions

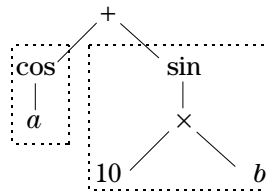
Toute expression mathématiques peut être représentée sous la forme d'un nombre, d'une constante symbolique, ou d'une fonction appliquée à un ou plusieurs arguments.

Par exemple l'expression $\cos(a) + \sin(10b)$ est obtenue en appliquant la fonction somme aux deux arguments $\cos(a)$ et $\sin(10b)$.

Note. Voir aussi l'utilisation de la fonction **getType** dans l'annexe A, page 34.

Le premier argument $\cos(a)$, est obtenu en appliquant la fonction cosinus à la constante a . Le deuxième argument $\sin(10b)$, est obtenu en appliquant la fonction sinus à l'argument $10b$. Enfin, $10b$ est obtenu en appliquant la fonction produit aux deux arguments 10 et b .

On peut représenter tout cela sous la forme d'un arbre :



Nombre d'arguments d'une expression

part(expression)

Sous cette forme, on obtient le nombre d'arguments utilisés pour construire l'expression (le nombre de branches partant du premier niveau). Dans notre exemple, il y en a deux, correspondant à $\cos(a)$ et à $\sin(10b)$. On obtient 0 pour une constante symbolique ou un nombre.

part(cos(a) + sin(10·b))	2
part(cos(a))	1
part(10)	0
part(π)	0
part(2·π)	2

On obtient 0 pour une constante symbolique ou un nombre.

Fonction ou opérateur de premier niveau

part(expression, 0)

On obtient le nom de la fonction utilisée au premier niveau pour construire l'expression.

part(cos(a) + sin(10·b), 0)	"+"
part(cos(a), 0)	"cos"
part(sin(10·b), 0)	"sin"
part(π, 0)	"π"

La fonction part (suite)

Accès aux sous-expressions

`part(expression, numéro)`

Permet d'obtenir les sous-expressions de l'expression.

```
part(cos(a) + sin(10·b), 1)
cos(a)
part(cos(a) + sin(10·b), 2)
sin(10·b)
```

Plusieurs appels successifs ou imbriqués de la fonction **part** permettent ainsi de circuler parmi les différents niveaux d'une expression.

Quelques précisions

Note. Il y a a priori deux façons d'analyser une somme de 3 termes :

- On peut considérer que c'est la fonction somme avec trois arguments
- On peut utiliser les règles d'associativité pour se ramener à une somme de deux termes.

C'est ce dernier choix qui est retenu pour la fonction **part**.

Note. L'utilisation de **part** n'est pas nécessaire pour extraire les éléments d'une liste ou d'une matrice. Il est plus naturel d'écrire `dim(liste)` ou `liste[1]` que `part(liste)` ou `part(liste,1)`.

1. Les sommes, produits, différences... de plusieurs expressions sont toujours interprétés par la fonction **part** sous la forme d'une fonction appliquée à 2 éléments.
Par exemple $a + b + c = a + (b + c)$.
Cela facilite l'écriture de certains programmes de calculs symboliques.
(Une somme comporte toujours deux termes, un produit deux facteurs... ces différents termes ou facteurs pouvant être eux-mêmes décomposables.)
2. Il n'est pas possible de prévoir dans quel ordre sont représentées les expressions faisant appel à une opération commutative.
Par exemple, $a + 5 + b = (b + a) + 5 = (b + 5) + a = \dots$
La façon dont l'expression sera décomposée par la fonction **part** dépend de différents facteurs internes que l'utilisateur ne peut pas contrôler totalement.
3. Une expression composant un mélange de sommes et de différences peut également être décomposée de différentes façons et être reconnue comme une somme ou une différence de deux termes.
Par exemple, $a - b + c - d = (a + c - d) - b = (a - b) + (c - d) = \dots$
Ici aussi, il est difficile de prévoir la décomposition qui sera effectivement utilisée de façon interne.
4. L'opposé d'un élément, $-a$, est l'expression obtenue en appliquant la fonction "opposé de", notée "-" à l'élément a .
`part(-x*y) → 1`, `part(-x*y, 0) → "-"`, `part(-x*y, 1) → y·x`
5. Pour une liste *liste*, `part(liste)` correspond au nombre d'éléments de la liste, `part(liste, 0)` retourne "{" et `part(liste, i)` retourne l'élément n°i.
6. Lorsque vous extrayez les sous-expressions d'une matrice, n'oubliez pas que les matrices sont mémorisées sous la forme de listes de listes.
7. Vous découvrirez beaucoup plus sur le fonctionnement de la fonction **part** en l'expérimentant. N'hésitez pas à le faire.

Un exemple de programme

Note. Vous trouverez des exemples d'utilisation de ces fonctions et une description de leur mode de fonctionnement sur la page suivante.

L'étude détaillée de ce programme n'est pas nécessaire en première lecture.

Note. Ce programme n'est qu'un exemple. Dans sa version actuelle, il est limité aux fonctions rationnelles ou utilisant des racines carrées ou des logarithmes d'expressions de ce type. Il ne peut pas déterminer les conditions relatives aux ensembles de définition des fonctions contenant des sinus, cosinus, tangentes... Il serait naturellement facile de l'étendre à ce type de fonctions.

Recherche de l'ensemble de définition d'une fonction.

```
:def(ex)
:Func
:Local n
:part(ex)→n
:If n=0 Then
: true
:Else
: when(n=1, def1(ex), def2(ex))
:EndIf
:EndFunc
```

```
:def1(ex)
:Func
:Local cond, s, t
:part(ex, 0)→t
:part(ex, 1)→s
:If t="ln" Then
: s>0→cond
:ElseIf t="√" Then
: s≥0→cond
:ElseIf t="-" Then
: true→cond
:Else
: DF(ex)→cond
:EndIf
:cond and def(s)
:EndFunc
```

```
:def2(ex)
:Func
:Local cond, t, s1, s2
:part(ex, 0)→t
:part(ex, 1)→s1
:part(ex, 2)→s2
:If t="/" Then
: s2≠0→cond
:ElseIf t="^" Then
:when(int(s2)=s2, true, s1≥0, s1>
0)→cond
:ElseIf t="+" or t="-" or
t="*" Then
: true→cond
:Else
: DF(ex)→cond
:EndIf
:def(s1) and def(s2) and cond
:EndFunc
```

Fonction principale.

Nombre d'arguments de l'expression ex.

- S'il est égal à 0, c'est une constante.
- S'il y en a un, on utilise **def1**, sinon on utilise **def2**.

Cette fonction traite le cas des expressions obtenue en appliquant une fonction à un argument.

t : fonction s : argument

- log népérien : s doit être st. positif.
- racine carrée : s doit être positif.
- opérateur "-": pas de condition.
- Autres cas : non traités.

On retourne la condition et l'ens. de déf. de s.

Cette fonction traite le cas des sommes, produits, quotients... de s1 et s2
t : opérateur

s1 : premier opérande
s2 : second opérande.

- Quotient s1/s2 : s2 doit être non nul.
- Puissance s1^s2 : s1 positif.
- Somme, différence ou produit de s1 et s2 : Pas de condition.
- Autres cas : non traités.

On retourne la condition et l'ensemble de définition des deux sous-expressions.

La fonction part (suite)

Principe de fonctionnement

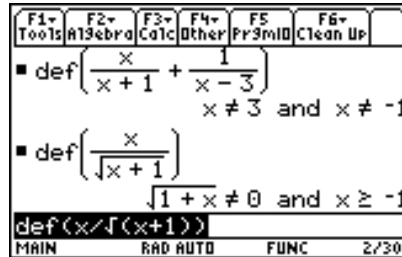
La fonction **def** procède en utilisant la fonction **part** pour séparer les différents éléments d'une expression, et également à l'aide d'appels récursifs pour "descendre" dans l'expression.

Voyons par exemple comment est analysé $a(x)/b(x)$.

1. La fonction **def** reconnaît qu'il s'agit d'une expression formée en appliquant une fonction à deux sous-expressions, et appelle **def2**
2. **def2** isole $a(x)$ et $b(x)$ à l'aide de la fonction **part**, et le type de l'expression (ici un quotient) est également reconnu grâce à l'utilisation de **part**.
3. La condition spécifique à ce type d'expression est placée dans la variable **l**.
4. Ensuite la condition d'existence de l'expression :
 $a(x)$ existe et $b(x)$ existe et $b(x) \neq 0$
est formée par la dernière ligne de la fonction :
`def (s1) and def (s2) and l`
5. Cette dernière ligne provoque un appel récursif de la fonction **def** afin d'examiner les ensembles de définition de $a(x)$ et de $b(x)$.

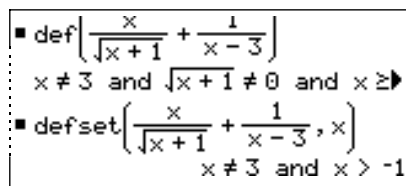
Exemples d'utilisation

Voici quelques exemples illustrant l'utilisation de cette fonction.



Il est possible de demander à la TI-89 / TI-92 Plus de simplifier ce type d'expression. La fonction suivante effectue ce travail:

```
:defset(ex, x)
:Func
:Local eq
:def(ex)→eq
:not eq→eq
:solve(eq, x)→eq
:not eq
:EndFunc
```



Inéquations

Voici pour terminer le texte complet d'un programme de résolution d'inéquations sur la TI-89 / TI-92 Plus.

Utilisation du programme

Ce programme n'est qu'un exemple, volontairement limité aux équations se ramenant après simplifications éventuelles à :

$$\frac{P(x)}{Q(x)} < 0 \text{ ou } \frac{P(x)}{Q(x)} \leq 0 \text{ avec } \deg(P) \leq 2 \text{ et } \deg(Q) \leq 2.$$

Vous pourriez en fait l'utiliser avec toute équation de ce type, sans limitation sur les degrés des polynômes, sous réserve toutefois que la TI-89 / TI-92 Plus soit en mesure de résoudre les équations $P(x) = 0$ et $Q(x) = 0$. Des versions plus performantes, mais aussi avec un nombre d'instructions plus important, seront sans doute disponibles sur Internet.

Note. Des instructions **Pause** permettent de visualiser facilement les différents résultats affichés par le programme.

```
ineq(x+1≥4/(x-1))
```

Appel du programme, avec l'inéquation à résoudre.

```
x + 1 ≥ 4 / (x - 1)
-(x^2 - 5) / (x - 1) ≤ 0
x - 1
nul en :
{1}
-(x^2 - 5)
nul en :
{√5 -√5}
Solutions :
x ≥ -√5 and x < 1 or x ≥ √5
MAIN RAD AUTO FUNC PAUSE
```

Le programme affiche l'inéquation équivalente obtenue après simplifications éventuelles

Le programme affiche les racines du dénominateur

puis celles du numérateur

Solutions de l'inéquation

Texte du programme

Ce programme utilise 3 fonctions définies localement.

Calcul de la différence entre les deux membres de l'inéquation.

On analyse ici le type d'inéquation à résoudre.

```
:ineq(ex)
:Prgm
:Local i,s,θt,d,lz1,lz2,lz,lf1,lf2,lf,la,sol,
:sp,den,num,test,inegal,poly2
:Define test(θex,θx,θt)= when(θt=1,approx(θex|x=
:θx)≤0,approx(θex|x=θx)<0)
:Define inegal(θx,θy,θt)=when(θt=1,θx≤θy,θx<θy)
:Define poly2(p)=when(d(p,x,3)=0,true,false,false)
:SetMode("exact/approx","AUTO")
:DelVar x:clrIO:Disp ex
:If part(ex)=0:stop
:left(ex)-right(ex)→d:part(ex,0)→s
:If s="<" Then:0→θt
:ElseIf s=">" Then:-d→d:0→θt
:ElseIf s="≤" Then:1→θt
suite du texte du programme page suivante...
```

Inéquations (suite)

```

:ElseIf s="≥" Then:-d→d:1→θt
:Else:Disp "Inequation invalide":stop
:EndIf
:getDenom(d)→den:getNum(d)→num
:Pause inegal(num/den,0,θt)
C'est ici que l'on -----
teste le degré du
numérateur et du
dénominateur          :If not poly2(den) or not poly2(num) Then
: Disp "Inéquation invalide":Stop
:EndIf
Recherche des racines -----
du dénominateur      :zeros(den,x)→lz1
:Disp den,"nul en ":Pause Lz1
:zeros(num,x)→lz2
:Disp num,"nul en ":Pause Lz2
Si on a trouvé des -----
racines alors ...    :when(dim(lz2)>0,newList(dim(lz2))+θt,{})→lf2
:when(dim(lz1)>0,newList(dim(lz1)),{})→lf1
:augment(lz1,lz2)→lz:augment(lf1,lf2)→lf
Tri des racines, -----
en utilisant leurs
valeurs approchées   : approx(lz)→la
: sortA la,lz,lf
: For i,1,dim(lz)-1
Pour gérer le cas -----
des racines
communes à num
et den...            : If la[i]=la[i+1] Then
: lf[i]*lf[i+1]→lf[i]:lf[i]→lf[i+1]
: EndIf
: EndFor
Signe avant la -----
première racine...  : test(d,lz[1]-10,θt)→s
: when(s,inegal(x,lz[1],lf[1]),false)→sol
: s→sp
: For i,1,dim(lz)-1
: If la[i+1]>la[i] Then
Étude du signe -----
entre deux racines
consécutives        : test(d,(lz[i]+lz[i+1])/2,θt)→s
: If s
: sol or inegal(lz[i],x,lf[i]) and
inegal(x,lz[i+1],lf[i+1])→sol
: If not s and not sp and lf[i]=1 and θt=1
: sol or x=lz[i]→sol
: s→sp
: EndIf
: EndFor
Signe après la -----
dernière racine...  : dim(lz)→i
: test(d,lz[dim(lz)]+10,θt)→s
: If s
: sol or inegal(lz[i],x,lf[i])→sol
: If not s and not sp and lf[i]=1 and θt=1
: sol or x=lz[i]→sol
Le cas où l'on -----
n'avait pas de
racine. On teste la
valeur en 0.        :Else
: test(d,0,θt)→sol
:EndIf
Affichage du résultat -----
et retour dans
l'écran HOME...     :Disp "Solutions :"
:Pause when(sol,"S=R",{ },sol)
:DispHome
:EndPrgm

```

Instructions et fonctions



Recherche par thèmes, version anglaise.....A-2

Recherche par thèmes, version française.....A-6

Liste alphabétique des fonctions et des instructionsA-10

Ce chapitre présente la syntaxe et l'effet de chaque fonction ou instruction de la TI-89 / TI-92 Plus. Seule l'utilisation des instructions destinées exclusivement à la programmation n'est pas reprise ici. On se reportera aux chapitres indiqués.

Les renvois vers les chapitres numérotés de 1 à 38, comme ceux vers les annexes B et C, font référence au manuel sur CD-Rom.

Nom la fonction ou de l'instruction à utiliser en version anglaise.	Nom de la fonction ou de l'instruction à utiliser en version française.
Touche ou menu à utiliser pour entrer le nom. Il est toujours possible de le taper directement.	Exemple
Circle	Cercle
Catalog	

Circle *x, y, r* [, *Option*]

Affiche l'écran graphique et affiche, efface ou inverse les pixels situés sur le cercle de centre (x,y) et de rayon r .

Option = 1 : affiche les pixels (option par défaut)
Option = 0 : efface les pixels
Option = -1 : inverse l'état des pixels.

Les arguments sont écrits en *italique*.
Les arguments entre [] sont optionnels. Ne tapez pas les crochets.

Cette ligne indique l'ordre et le type des arguments à utiliser. Les arguments multiples doivent être séparés par des virgules (,).

En utilisant la fenêtre de visualisation zoom Square :

```
Circle 1, 0.5, 3
```

Recherche par thèmes, version anglaise

Vous trouverez ici les fonctions et instructions de la TI-89 / TI-92 Plus regroupées par types d'utilisation. Vous trouverez à partir de la page A-6 des tables permettant d'effectuer le même type de recherche, mais sur les noms utilisables en version française.

Algèbre	| (sachant que)	A-100	cFactor()	A-14	comDenom()	A-16
	cSolve()	A-19	cZeros()	A-21	expand()	A-30
	factor()	A-30	getDenom()	A-34	getNum()	A-34
	nSolve()	A-51	propFrac()	A-56	randPoly()	A-62
	solve()	A-76	tCollect()	A-82	tExpand()	A-82
	zeros()	A-87				
Analyse	$\int()$ (intègre)	A-96	II()	A-97	$\Sigma()$	A-97
	arcLen()	A-12	avgRC()	A-13	d()	A-21
	deSolve()	A-23	fMax()	A-31	fMin()	A-31
	limit()	A-39	nDeriv()	A-47	nInt()	A-50
	' (prime)	A-99	seq()	A-68	taylor()	A-82
Chaînes de caractères	& (append)	A-96	# (indirection)	A-97	char()	A-14
	dim()	A-24	expr()	A-30	format()	A-32
	inString()	A-37	left()	A-38	mid()	A-46
	ord()	A-52	right()	A-65	rotate()	A-65
	shift()	A-72	string()	A-78		
Graphiques	AndPic	A-11	BldData	A-13	Circle	A-14
	ClrDraw	A-14	ClrGraph	A-15	CyclePic	A-20
	DrawFunc	A-25	DrawInv	A-25	DrawParm	A-26
	DrawPol	A-26	DrawSlp	A-26	DrwCtour	A-27
	FnOff	A-32	FnOn	A-32	Graph	A-36
	Line	A-39	LineHorz	A-39	LineTan	A-40
	LineVert	A-40	NewPic	A-48	PtChg	A-56
	PtOff	A-56	PtOn	A-56	ptTest()	A-57
	PtText	A-57	PxlChg	A-57	PxlCrcl	A-57
	PxlHorz	A-58	PxlLine	A-58	PxlOff	A-58
	PxlOn	A-58	pxlTest()	A-59	PxlText	A-59
	PxlVert	A-59	RclGDB	A-63	RclPic	A-63
	RplcPic	A-67	Shade	A-71	StoGDB	A-78
	StoPic	A-78	Style	A-79	Trace	A-84
	XorPic	A-86	ZoomBox	A-87	ZoomData	A-87
	ZoomDec	A-87	ZoomFit	A-88	ZoomIn	A-88
	ZoomInt	A-88	ZoomOut	A-88	ZoomPrev	A-88
	ZoomRcl	A-88	ZoomSqr	A-88	ZoomStd	A-89
	ZoomSto	A-89	ZoomTrig	A-89		

Listes

+	A-90	-(soustrait)	A-90	*(multiplie)	A-91
/ (divise)	A-91	^(opposé)	A-93	^(puissance)	A-92
augment()	A-12	crossP()	A-18	cumSum()	A-19
dim()	A-24	dotP()	A-25	expList()	A-29
left()	A-38	listMat()	A-41	Δlist()	A-41
matList()	A-44	max()	A-44	mid()	A-46
min()	A-46	newList()	A-48	polyEval()	A-54
product()	A-55	right()	A-65	rotate()	A-65
shift()	A-72	SortA	A-77	SortD	A-77
sum()	A-79				

Math

+	A-90	-(soustrait)	A-90	*(multiplie)	A-91
/ (divise)	A-91	^(opposé)	A-93	% (pourcent.)	A-93
! (factorielle)	A-96	√() (rac. car)	A-96	^(puissance)	A-92
° (degré)	A-98	∠ (angle)	A-98	°, ', "	A-98
_ (soulignement)	A-99	► (conversion)	A-99	10^()	A-99
Ob, Oh	A-100	►Bin	A-13	►Cylind	A-20
►DD	A-21	►Dec	A-22	►DMS	A-25
►Hex	A-36	►Polar	A-54	►Rect	A-63
►Sphere	A-77	abs()	A-10	and	A-10
angle()	A-11	approx()	A-12	ceiling()	A-14
conj()	A-16	cos()	A-16	cos⁻¹()	A-17
cosh()	A-18	cosh⁻¹()	A-18	E	A-27
e^()	A-27	exact()	A-29	floor()	A-31
fPart()	A-32	gcd()	A-33	imag()	A-37
int()	A-37	intDiv()	A-37	iPart()	A-38
isPrime()	A-38	lcm()	A-38	ln()	A-41
log()	A-42	max()	A-44	min()	A-46
mod()	A-46	nCr()	A-47	nPr()	A-51
P►Rx()	A-53	P►ry()	A-53	ˆr (radian)	A-97
R►Pθ()	A-61	R►Pr()	A-61	real()	A-63
remain()	A-64	rotate()	A-65	round()	A-66
shift()	A-72	sign()	A-73	sin()	A-74
sin⁻¹()	A-74	sinh()	A-75	sinh⁻¹()	A-75
tan()	A-81	tan⁻¹()	A-81	tanh()	A-81
tanh⁻¹()	A-82	tmpCnv()	A-83	ΔtmpCnv()	A-83
^-1	A-100				

Recherche par thèmes, version anglaise (suite)

Matrices

+	A-90	-(soustrait)	A-90	*(multiplie)	A-91
/ (divise)	A-91	^(opposé)	A-93	.+	A-92
.-	A-92	.*	A-92	./	A-93
.^	A-93	^ (puissance)	A-92	augment()	A-12
colDim()	A-15	colNorm()	A-15	crossP()	A-18
cumSum()	A-19	det()	A-23	diag()	A-24
dim()	A-24	dotP()	A-25	eigVc()	A-28
eigVl()	A-28	Fill	A-31	identity()	A-37
listmat()	A-41	LU	A-44	matlist()	A-44
max()	A-44	mean()	A-45	median()	A-45
min()	A-46	mRow()	A-47	mRowAdd()	A-47
newMat()	A-48	norm()	A-50	product()	A-55
QR	A-60	randMat()	A-62	ref()	A-64
rowAdd()	A-66	rowDim()	A-66	rowNorm()	A-66
rowSwap()	A-66	rref()	A-67	simult()	A-73
stdDev()	A-77	subMat()	A-79	sum()	A-79
T (transpose)	A-80	unitV()	A-84	variance()	A-85
^-1	A-100				

Programmation

=	A-94	≠ (différent)	A-94	<	A-95
≤	A-95	>	A-95	≥	A-96
# (indirection)	A-97	→(mémoire)	A-100	●	A-100
and	A-10	ans()	A-11	Archive	A-12
ClrErr	A-14	ClrGraph	A-15	ClrHome	A-15
ClrIO	A-15	ClrTable	A-15	CopyVar	A-16
CustmOff	A-20	CustmOn	A-20	Custom	A-20
Cycle	A-20	Define	A-22	DelFold	A-22
DelVar	A-23	Dialog	A-24	Disp	A-24
DispG	A-24	DispHome	A-24	DispTbl	A-25
DropDown	A-26	Else	A-28	Elseif	A-28
EndCustm	A-28	EndDlog	A-28	EndFor	A-28
EndFunc	A-28	EndIf	A-28	EndLoop	A-28
EndPrgm	A-28	EndTBar	A-28	EndTry	A-28
EndWhile	A-28	entry()	A-29	Exec	A-29
Exit	A-29	For	A-32	format()	A-32
Func	A-32	Get	A-33	GetCalc	A-33
getConfig()	A-33	getFold()	A-34	getKey()	A-34
getMode()	A-34	getType()	A-35	getUnits()	A-35
Goto	A-35	If	A-37	Input	A-37
InputStr	A-37	Item	A-38	Lbl	A-38
left()	A-38	Local	A-42	Lock	A-42
Loop	A-43	MoveVar	A-47	NewFold	A-48
NewProb	A-49	not	A-50	or	A-52
Output	A-52	part()	A-53	PassErr	A-53
Pause	A-53	PopUp	A-54	Prgm	A-55

**Programmation
(suite)**

Prompt	A-55	Rename	A-64	Request	A-64
Return	A-64	right()	A-65	Send	A-67
SendCalc	A-67	SendChat	A-67	setFold()	A-68
setGraph()	A-68	setMode()	A-69	setTable()	A-70
setUnits()	A-70	Stop	A-78	Style	A-79
switch()	A-80	Table	A-80	Text	A-82
Then	A-82	Title	A-82	Toolbar	A-83
Try	A-84	Unarchiv	A-84	Unlock	A-85
when()	A-85	While	A-85	xor	A-86

Statistiques

! (factorielle)	A-96	BldData	A-13	CubicReg	A-19
cumSum()	A-19	ExpReg	A-30	LinReg	A-40
LnReg	A-42	Logistic	A-43	mean()	A-45
median()	A-45	MedMed	A-45	nCr()	A-47
NewData	A-48	NewPlot	A-49	nPr()	A-51
OneVar	A-51	PlotsOff	A-53	PlotsOn	A-54
PowerReg	A-55	QuadReg	A-60	QuartReg	A-61
rand()	A-62	randNorm()	A-62	RandSeed	A-62
ShowStat	A-73	SinReg	A-76	SortA	A-77
SortD	A-77	stdDev()	A-77	TwoVar	A-84
variance()	A-85				

Recherche par thèmes, version française

Vous trouverez ici les fonctions et instructions de la TI-89 / TI-92 Plus regroupées par types d'utilisation.

Algèbre

l (sachant que)	A-100	dénom()	A-34	dénomCom()	A-16
dévelop()	A-30	dévTrig()	A-82	factor()	A-30
factorC()	A-14	linTrig()	A-82	numér()	A-34
polyAléa()	A-62	propFrac()	A-56	résol()	A-76
résolC()	A-19	résolNum()	A-51	zéros()	A-87
zérosC()	A-21				

Analyse

' (prime)	A-99	j() (intègre)	A-96	II()	A-97
Σ()	A-97	d()	A-21	dérNum()	A-47
intNum()	A-50	lim()	A-39	longArc()	A-12
résolED()	A-23	suite()	A-68	tauxAcc()	A-13
taylor()	A-82	xfMax()	A-31	xfMin()	A-31

Chaînes de caractères

# (indirection)	A-97	& (append)	A-96	car()	A-14
chaîne()	A-78	décale()	A-72	dim()	A-24
droite()	A-65	expr()	A-30	format()	A-32
gauche()	A-38	mid()	A-46	ord()	A-52
permCirc()	A-65	posTexte()	A-37		

Graphiques

Cercle	A-14	CréeDonn	A-13	CycleImg	A-20
DessFonc	A-25	DessInv	A-25	DessLniv	A-27
DessParm	A-26	DessPol	A-26	DessPte	A-26
EffDess	A-14	EffGraph	A-15	Etlmage	A-11
FoncAff	A-32	FoncNAff	A-32	Graphe	A-36
Lign	A-39	LignHor	A-39	LignTan	A-40
LignVert	A-40	NouvImg	A-48	Ombre	A-71
OuExclmg	A-86	Placelmg	A-63	PtAff	A-56
PtChg	A-56	PtNAff	A-56	ptTest()	A-57
PtTexte	A-57	PxlAff	A-58	PxlChg	A-57
PxlCrcl	A-57	PxlHorz	A-58	PxlLigne	A-58
PxlNAff	A-58	pxlTest()	A-59	PxlTexte	A-59
PxlVert	A-59	RplBDG	A-63	Rplclmg	A-67
SauveBDG	A-78	Sauvelmg	A-78	Style	A-79
Trace	A-84	ZoomAr	A-88	ZoomAuto	A-88
ZoomAv	A-88	ZoomCadr	A-87	ZoomDéc	A-87
ZoomDonn	A-87	ZoomEnt	A-88	ZoomMém	A-89
ZoomOrth	A-88	ZoomPréc	A-88	ZoomRpl	A-88
ZoomStd	A-89	ZoomTrig	A-89		

Listes

/ (divise)	A-91	*(multiplie)	A-91	-(opposé)	A-93
-(soustrait)	A-90	Δlist()	A-41	^(puissance)	A-92
+	A-90	augmente()	A-12	décale()	A-72
dim()	A-24	droite()	A-65	exp▶list()	A-29
gauche()	A-38	list▶mat()	A-41	mat▶list()	A-44
max()	A-44	mid()	A-46	min()	A-46
nouvList()	A-48	permCirc()	A-65	polyEval()	A-54
prodScal()	A-25	produit()	A-55	prodVect()	A-18
somCum()	A-19	somme()	A-79	TriCroi	A-77
TriDécr	A-77				

Math

! (factorielle)	A-96	% (pourcent.)	A-93	∠ (angle)	A-98
▶(conversion)	A-99	° (degré)	A-98	/ (divise)	A-91
E	A-27	√() (rac. car)	A-96	*(multiplie)	A-91
-(opposé)	A-93	r (radian)	A-97	-(soustrait)	A-90
°, ', "	A-98	▶Bin	A-13	▶Cylin	A-20
▶DD	A-21	▶Déc	A-22	▶DMS	A-25
▶Hex	A-36	▶Pol	A-54	▶Rect	A-63
▶Sphère	A-77	ΔtmpCnv()	A-83	^(puissance)	A-92
^-1	A-100	_(soulignement)	A-99	+	A-90
0b, 0h	A-100	10^()	A-99	abs()	A-10
approx()	A-12	arccos()	A-17	arcsin()	A-74
arctan()	A-81	arg()	A-11	argch()	A-18
argsh()	A-75	argth()	A-82	arrondi()	A-66
ch()	A-18	conj()	A-16	cos()	A-16
décale()	A-72	divEnt()	A-37	e^()	A-27
ent()	A-38	entSuiv()	A-14	estPrem()	A-38
et	A-10	exact()	A-29	imag()	A-37
ln()	A-41	log()	A-42	max()	A-44
min()	A-46	mod()	A-46	nbrArr()	A-51
nbrComb()	A-47	P▶Rx()	A-53	P▶ry()	A-53
partDéc()	A-32	partEnt()	A-31	partEnt()	A-37
permCirc()	A-65	pgcd()	A-33	ppcm()	A-38
R▶Pθ()	A-61	R▶Pr()	A-61	réel()	A-63
reste()	A-64	sh()	A-75	signe()	A-73
sin()	A-74	tan()	A-81	th()	A-81
tmpCnv()	A-83				

Recherche par thèmes, version française (suite)

Matrices

/ (divise)	A-91	*(multiplie)	A-91	-(opposé)	A-93
-(soustrait)	A-90	.-	A-92	.*	A-92
./	A-93	.^	A-93	.*	A-92
^ (puissance)	A-92	^-1	A-100	+	A-90
ajLigne()	A-66	augmente()	A-12	det()	A-23
diag()	A-24	dim()	A-24	écartTyp()	A-77
échLigne()	A-66	gausJord()	A-67	gauss()	A-64
identité()	A-37	listmat()	A-41	LU	A-44
matlist()	A-44	matAléat()	A-62	max()	A-44
médiane()	A-45	min()	A-46	mLigne()	A-47
mLigneAj()	A-47	moyenne()	A-45	nbrCol()	A-15
nbrLigne()	A-66	norme()	A-50	normeCol()	A-15
normeLig()	A-66	nouvMat()	A-48	prodScal()	A-25
produit()	A-55	prodVect()	A-18	QR	A-60
Remplir	A-31	simult()	A-73	somCum()	A-19
somme()	A-79	sousMat()	A-79	T (transpose)	A-80
valProp()	A-28	variance()	A-85	vectProp()	A-28
vectUnit()	A-84				

Programmation

Note. Les instructions de programmation (structures de contrôle, instructions conditionnelles, entrées-sorties...) conservent généralement leur nom anglais, car leur utilisation est déjà largement répandue dans d'autres langages.

# (indirection)	A-97	≠ (différent)	A-94	→ (mémorise)	A-100
≤	A-95	≥	A-96	●	A-100
<	A-95	=	A-94	>	A-95
AffEcran	A-24	AffGraph	A-24	AffTable	A-25
ans()	A-11	Archive	A-12	basculer()	A-80
Capt	A-33	CaptCalc	A-33	captConf()	A-33
captMode()	A-34	captType()	A-35	captUnit()	A-35
codTouch()	A-34	CopieVar	A-16	CustAff	A-20
CustNaff	A-20	Custom	A-20	Cycle	A-20
défDoss()	A-68	défGraph()	A-68	Définir	A-22
défMode()	A-69	défTable()	A-70	défUnit()	A-70
DéplVar	A-47	Désarch	A-84	Déverr	A-85
Dialog	A-24	Disp	A-24	droite()	A-65
DropDown	A-26	EffEcran	A-15	EffErr	A-14
EffES	A-15	EffGraph	A-15	EffTable	A-15
Else	A-28	Elsel	A-28	EndCustm	A-28
EndDlog	A-28	EndFor	A-28	EndFunc	A-28
Endlf	A-28	EndLoop	A-28	EndPrgm	A-28
EndTBar	A-28	EndTry	A-28	EndWhile	A-28
entry()	A-29	EnvCalc	A-67	EnvConv	A-67
Envoi	A-67	et	A-10	Exec	A-29
Exit	A-29	For	A-32	format()	A-32
Func	A-32	gauche()	A-38	Goto	A-35
If	A-37	Input	A-37	InputStr	A-37
Item	A-38	Lbl	A-38	Local	A-42
Loop	A-43	nomDoss()	A-34	non	A-50
NouvDoss	A-48	NouvProb	A-49	ou	A-52
ouExcl	A-86	Output	A-52	part()	A-53
PassErr	A-53	Pause	A-53	PopUp	A-54
Prgm	A-55	Prompt	A-55	Renommer	A-64

**Programmation
(suite)**

Request	A-64	Return	A-64	Stop	A-78
Style	A-79	SupDoss	A-22	SupVar	A-23
Table	A-80	Text	A-82	Then	A-82
Title	A-82	Toolbar	A-83	Try	A-84
Verr	A-42	when()	A-85	While	A-85

Statistiques

! (factorielle)	A-96	AffStat	A-73	CréeDonn	A-13
DeuxVar	A-84	écartTyp()	A-77	GrapAff	A-54
GrapNAff	A-53	IniNbrAl	A-62	Logistiq	A-43
médiane()	A-45	MedMed	A-45	moyenne()	A-45
nbrAléat()	A-62	nbrArr()	A-51	nbrComb()	A-47
normAléa()	A-62	NouvDonn	A-48	NouvGrap	A-49
RegDeg2	A-60	RegDeg3	A-19	RegDeg4	A-61
RegExp	A-30	RegLin	A-40	RegLn	A-42
RegPuiss	A-55	RegSin	A-76	somCum()	A-19
TriCroi	A-77	TriDécr	A-77	UneVar	A-51
variance()	A-85				

Liste alphabétique des fonctions et des instructions

Les opérations dont le nom n'est pas alphabétique (comme +, !, ou >) sont présentées à la fin de ce chapitre, à partir de la page A-90.

abs() Menu MATH/Number abs()

abs(nombre1) → *nombre*
abs(liste1) → *liste*
abs(matrice1) → *matrice*

Retourne la valeur absolue de *nombre1* si ce nombre est un réel, ou le module si ce nombre est un complexe.

Note. Toutes les variables indéfinies sont considérées comme réelles, sauf si leur nom se termine par _.

$\text{abs}(\{\pi/2, -\pi/3\})$ $\left\{ \frac{\pi}{2} \quad \frac{\pi}{3} \right\}$
 $\text{abs}(2-3i)$ $\sqrt{13}$
 $\text{abs}(z)$ $|z|$
 $\text{abs}(x+y i)$ $\sqrt{x^2+y^2}$

and Menu MATH/Test et

condition1 and condition2 → *expression*
liste1 and liste2 → *liste*
matrice1 and matrice2 → *matrice*

Retourne true si *condition1* et *condition2* sont toutes les deux vraies.

Retourne false si *condition1* ou *condition2* est fausse.

Dans les autres cas, retourne une expression booléenne simplifiée.

Utilisable avec deux listes ou deux matrices de mêmes dimensions.

$1=1$ and $2>1$ true
 $1=1$ and $2<1$ false
 $x>1$ and $x>2$ $x>2$
 $\{x \geq 3, x \leq 0\}$ and $\{x \geq 4, x \leq -2\}$ $\{x \geq 4 \quad x \leq -2\}$

entier1 and entier2 → *entier*

Comparaison des représentations binaires de deux entiers relatifs, en appliquant un **and** bit par bit.

b1	b2	b1 and b2
1	1	1
1	0	0
0	1	0
0	0	0

La valeur retournée correspond au résultat obtenu, exprimé dans la base de numération en cours d'utilisation. Pour une entrée binaire ou hexadécimale, vous devez utiliser respectivement le préfixe 0b ou 0h. Tout entier sans préfixe est considéré comme un nombre en écriture décimale (base 10). Si vous entrez un nombre entier dont le codage binaire dépasse 32 bits, il est ramené à l'aide d'une congruence dans la plage appropriée.

En mode base Hex :

$0h7AC36$ and $0h3D5F$ $0h2C16$

Important : zéro, pas la lettre O.

En mode base Bin :

$0b100101$ and $0b100$ $0b100$

En mode base Dec :

37 and $0b100$ 4

Note : une entrée binaire peut avoir jusqu'à 32 chiffres (sans compter le préfixe 0b) ; une entrée hexadécimale jusqu'à 8 chiffres.

AndPic *picVar*, [*ligne*, *col*]

Réalise un AND, pixel par pixel, entre l'image actuellement représentée sur l'écran graphique et celle mémorisée dans *picvar*.

picVar doit être une variable de type PIC.

Les argument optionnels *ligne* et *col* indiquent, quand ils sont présents, les coordonnées du coin supérieur gauche de l'image. Valeurs par défaut : (0, 0).

En mode graphique FUNCTION

$$y1(x) = \cos(x)$$

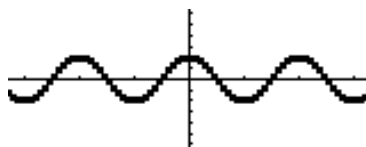
Choix du style **square** :

TI-89 : $\text{2nd[F6]}\text{[3]}$ TI-92 Plus : $\text{[F6]}\text{[3]}$

Choix du zoom **zoomtrig** : $\text{[F2]}\text{[7]}$

Sauvegarde de l'image : $\text{[F1]}\text{[2]}$

Type = Picture, Variable = PIC1



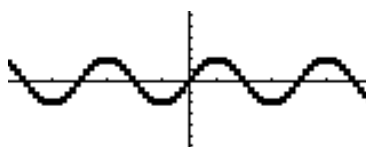
$$y2(x) = \sin(x)$$

Choix du style **square** :

TI-89 : $\text{2nd[F6]}\text{[3]}$ TI-92 Plus : $\text{[F6]}\text{[3]}$

Désélectionner y1 en utilisant [F4]

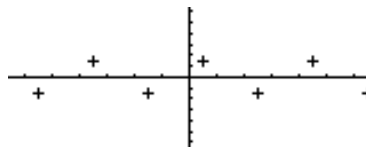
Choix du zoom **zoomtrig** : $\text{[F2]}\text{[7]}$



TI-89 : [HOME] TI-92 Plus : $\text{[♦]}\text{[HOME]}$

AndPic PIC1 [ENTER]

Done



angle() Menu MATH/Complex

angle(*expression1*) → *expression*

angle(*liste1*) → *liste*

angle(*matrice1*) → *matrice*

Retourne un argument du nombre complexe *expression1*.

Note. Toutes les variables indéfinies sont considérées comme réelles, sauf si leur nom se termine par $_$.

En mode DEGREE:

$\text{angle}(0+2i)$ [ENTER]

90

En mode RADIAN :

$\text{angle}(1+i)$ [ENTER]

$\pi/4$

$\text{angle}(\{1+i, 3, -4i\})$ [ENTER]

$\left\{ \frac{\pi}{4} \ 0 \ \frac{-\pi}{2} \right\}$

ans() Écran de calcul : F4 (Other) ou touches 2nd[ANS]

ans()

ans()

ans(*entier*) → *valeur*

Retourne une réponse obtenue précédemment dans l'écran de calcul.

Le nombre *entier* permet de choisir le résultat à rappeler.

Ce nombre peut varier entre 1 (dernière réponse obtenue) et le nombre de couples entrées/résultats mémorisés.

À partir de l'écran de calcul, ce dernier nombre est choisi en appuyant sur

TI-89 : $\text{[♦]}\text{[1]}$ TI-92 Plus : $\text{[♦]}\text{[F]}$

Calcul des termes de la suite de Fibonacci en utilisant cette fonction :

1 [ENTER]

1

[ENTER]

1

$\text{2nd[ANS]}\text{[+]} \text{2nd[ANS]}\text{[◀]} \text{2}$

[ENTER]

2

[ENTER]

3

[ENTER]

5

Note. En appuyant sur [ENTER] on exécute à nouveau la dernière action.

approx() Menu MATH/Algebra **approx()**

approx(expression1) → valeur
approx(liste1) → liste
approx(matrice1) → matrice

Retourne une approximation décimale de *expression*, indépendamment du mode Exact/Approx en cours d'utilisation.

Ceci est équivalent à la saisie de *expression* suivie de l'appui sur les touches \blacktriangledown **ENTER**.

approx(π) **ENTER** 3.141...
approx({sin(π),cos(π)}) **ENTER** {0. -1.}
approx([$\sqrt{2}$], $\sqrt{3}$]) **ENTER** [1.414... 1.732...]

Archive CATALOG **Archive**

Archive var1 [, *var2*] [, *var3*] ...

Déplace les variables indiquées de la RAM dans la mémoire Archive.

Vous pouvez accéder à une variable archivée comme s'il s'agissait d'une variable de la RAM. Il est cependant impossible de supprimer, renommer ou mémoriser des données dans une variable archivée car celle-ci est automatiquement verrouillée.

Voir aussi **Unarchiv** (page A-84).

10→arctest **ENTER** 10
 Archive arctest **ENTER** Done
 5*arctest **ENTER** 50
 15→arctest **ENTER**



ESC
 Unarchiv arctest **ENTER** Done
 15→arctest **ENTER** 15

arcLen() Menu MATH/Calculus **longArc()**

arcLen(expression1, var, début, fin) → *expression*

arcLen(liste1, var, début, fin) → liste

Permet de calculer la longueur de l'arc de la courbe définie par *expression1* entre les points d'abscisses *début* et *fin*.

arcLen(cos(x), x, 0, π) **ENTER** 3.820...
arcLen(f(x), x, a, b) **ENTER**

$$\int_a^b \sqrt{\left(\frac{d}{dx}(f(x))\right)^2 + 1} dx$$

augment() Menu MATH/Matrix **augmente()**

augment(liste1, liste2) → liste

Retourne la liste obtenue en plaçant les éléments de *liste2* à la suite de ceux de *liste1*.

augment({1, -3, 2}, {5, 4}) **ENTER** {1 -3 2 5 4}

augment(matrice1, matrice2) → matrice

Retourne la matrice obtenue en ajoutant les **colonnes** de la matrice *matrice2* à celles de la matrice *matrice1*. Ces deux matrices doivent avoir le même nombre de lignes.

[1, 2; 3, 4]→M1 **ENTER** $\begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{bmatrix}$
 [5; 6]→M2 **ENTER** $\begin{bmatrix} 5 \\ 6 \end{bmatrix}$

augment(matrice1; matrice2) → matrice

Retourne la matrice obtenue en ajoutant les **lignes** de la matrice *matrice2* à celles de la matrice *matrice1*. Ces deux matrices doivent avoir le même nombre de colonnes.

[5, 6]→M3 **ENTER** $\begin{bmatrix} 5 & 6 \end{bmatrix}$
augment(M1, M2) **ENTER** $\begin{bmatrix} 1 & 2 & 5 \\ 3 & 4 & 6 \end{bmatrix}$
augment(M1; M3) **ENTER** $\begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \\ 5 & 6 \end{bmatrix}$

avgRC() CATALOG

avgRC(*expression1*, *var*[, *h*]) → *expression*

Calcule le taux d'accroissement de l'expression quand on passe de *var* à *var+h*.

Si *h* n'est pas précisé, il est fixé par défaut à 0.001.

Voir aussi **nDeriv**, page A-47.

avgRC(*f(x)*, *x*, *h*) [ENTER]

$$\frac{f(x+h) - f(x)}{h}$$

avgRC($x^2 - x + 2$, *x*) [ENTER]

$$2 \cdot (x - 4.995)$$

Bin

Menu MATH/Base

Bin

entier1 ▶Bin → *entier*

Convertit *entier1* en un nombre binaire. Les nombres binaires et les nombres hexadécimaux présentent toujours respectivement un préfixe, 0b ou 0h.

Si vous entrez un nombre entier dont le codage binaire dépasse 32 bits, il est ramené à l'aide d'une congruence dans la plage appropriée.

256 ▶Bin [ENTER]

0b10000000

0h1F ▶Bin [ENTER]

0b11111

BldData CATALOG

CréeDonn

BldData [*dataVar*]

Crée une variable de type Data *dataVar* sur la base des calculs effectués pour la représentation du graphique courant. **BldData** est utilisable dans tous les modes graphiques.

Si *dataVar* n'est pas précisée, les données sont mémorisées dans la variable système **sysData**.

Note : la première fois que vous lancez l'éditeur de données et de matrices après avoir utilisé **BldData**, *dataVar* ou **sysData** (selon l'argument que vous avez utilisé avec **BldData**) devient la variable de type Data courante.

L'écart entre les valeurs des variables utilisées (*x* dans l'exemple ci-contre) est calculé selon les valeurs choisies dans l'écran Window. (Il correspond ici à l'abscisse des pixels utilisés pour la construction. Ce nombre de pixels dépend de la taille de l'écran graphique et de la valeur de la variable **xres**, voir page 5-12)

En mode 3D, il y a deux variables indépendantes. Dans l'exemple ci-contre, vous remarquerez que *x* commence par rester constant tandis que *y* augmente dans sa plage de valeurs. Ensuite, *x* passe à la valeur suivante et *y* augmente de nouveau dans sa plage. Cela se poursuit jusqu'à ce que *x* ait atteint sa valeur maximale.

En mode graphique FUNCTION et en mode RADIAN :

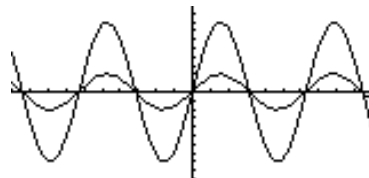
8 * sin(x) → y1(x) [ENTER]

Done

2 * sin(x) → y2(x) [ENTER]

Done

ZoomStd [ENTER]



TI-89 : [HOME] TI-92 Plus : [◀][HOME]

BldData [ENTER]

Done

[APPS] 6 [ENTER]

DATA	x	y1	y2
	c1	c2	c3
1	-10.	4.3522	1.088
2	-9.832	3.168	.792
3	-9.664	1.8945	.47363
4	-9.496	.56769	.14192

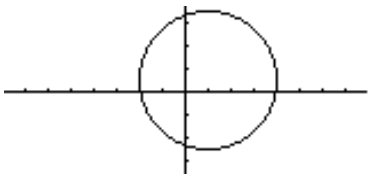
Note : les données de l'exemple suivant proviennent d'une représentation graphique 3D.

DATA	x	y	z1
	c1	c2	c3
1	-10.	-10.	100.
2	-10.	-8.571	85.714
3	-10.	-7.143	71.429
4	-10.	-5.714	57.143

ceiling()	Menu MATH/Number	entSuiv()
ceiling (<i>expression1</i>) → <i>expression</i>		<code>ceiling(0.456)</code> <input type="button" value="ENTER"/> 1.
ceiling (<i>liste</i>) → <i>liste</i>		
ceiling (<i>matrice</i>) → <i>matrice</i>		<code>ceiling({-3.1,1,2.5})</code> <input type="button" value="ENTER"/> {-3.13.}
Retourne le plus petit entier supérieur ou égal à l'argument indiqué.		

cFactor()	Menu MATH/Algebra/Complex	factorC()
cFactor (<i>expression</i> [, <i>var</i>]) → <i>expression</i>		<code>cFactor(y*x^2+y,x)</code> <input type="button" value="ENTER"/> $(x+i)(x-i) \cdot y$
cFactor (<i>liste</i> [, <i>var</i>]) → <i>liste</i>		
cFactor (<i>matrice</i> [, <i>var</i>]) → <i>matrice</i>		<code>cFactor(y*x^2+y,y)</code> <input type="button" value="ENTER"/> $(x^2+1)y$
Factorisation d'une expression dans C.		
Voir chapitre 24.		

char()	Menu MATH/String	car()
char (<i>codeNum</i>) → <i>caractère</i>		<code>char(38)</code> <input type="button" value="ENTER"/> "&"
Retourne le caractère dont le code est <i>CodeNum</i> . Voir l'annexe B pour la liste complète des caractères disponibles sur la TI-89 / TI-92 Plus et de leurs codes. <i>CodeNum</i> doit être un entier compris entre 0 et 255.		<code>char(65)</code> <input type="button" value="ENTER"/> "A"

Circle	CATALOG	Cercle
Circle <i>x, y, r</i> [, <i>Option</i>]		En utilisant la fenêtre de visualisation Zoom Square :
Affiche l'écran graphique et affiche, efface ou inverse les pixels situés sur le cercle de centre (<i>x,y</i>) et de rayon <i>r</i> .		<code>ZoomSqr:Circle 1,0.5,3</code> <input type="button" value="ENTER"/>
<i>Option</i> = 1 : affiche les pixels (option par défaut)		
<i>Option</i> = 0 : efface les pixels		
<i>Option</i> = -1 : inverse l'état des pixels.		

ClrDraw	Écran graphique : menu Draw	EffDess
ClrDraw		
Efface tous les objets dessinés dans l'écran graphique. (Mais pas les courbes ou surfaces représentant des fonctions sélectionnées, qui seront automatiquement reconstruites.)		

ClrErr	Traitement des erreurs. Voir chap. VII et chap. 34, manuel CD.	EffErr
---------------	--	---------------

ClrGraph

Efface toutes les fonctions ou les expressions tracées en utilisant l'instruction **Graph** ou utilisées dans une instruction **Table** (Voir **Graph**, page A-36 et **Table**, page A-80).

On revient ensuite à l'utilisation des fonctions définies et sélectionnées dans l'écran Y=.

ClrHome

Efface tous les couples entrées / résultats mémorisés dans l'écran de calcul.

Cette instruction n'efface pas le contenu de la ligne de saisie.

Depuis l'écran de calcul, il est possible d'effectuer cet effacement en appuyant sur $\boxed{F1} \boxed{8}$.

Cette instruction permet également de réinitialiser le compteur utilisé pour les variables arbitraires (@1, @2, @n1, @n2 etc.), introduites lors de la résolution des équations.

ClrTable

Efface les valeurs contenues dans la table. Cette fonction n'est utilisable qu'en mode ASK.

Il est également possible d'utiliser $\boxed{F1} \boxed{8}$ lorsque la table de valeurs est affichée.

$\text{colDim}(\text{matrice}) \rightarrow \text{expression}$

$\text{colDim}([0,1,2;3,4,5]) \boxed{\text{ENTER}}$ 3

Retourne le nombre de colonnes de la matrice *matrice*.
Voir aussi **rowDim()** (page A-66).

$\text{colNorm}(\text{matrice}) \rightarrow \text{expression}$

$[1, -2, 3; 4, 5, -6] \rightarrow \text{mat} \boxed{\text{ENTER}}$

Retourne le maximum des sommes des valeurs absolues des éléments situés sur chaque colonne de la matrice *matrice*.

$\text{colNorm}(\text{mat}) \boxed{\text{ENTER}}$

$$\begin{bmatrix} 1 & -2 & 3 \\ 4 & 5 & -6 \end{bmatrix}$$

La matrice utilisée ne doit contenir que des valeurs numériques. Voir aussi **rowNorm()** (page A-66).

comDenom() Menu MATH/Algebra**dénomCom()****comDenom**(*expression* [, *var*]) → *expression***ComDenom**(*liste* [, *var*]) → *liste***ComDenom**(*matrice* [, *var*]) → *matrice*

Réduction au même dénominateur.

Le numérateur et le dénominateur du résultat sont entièrement développés.

Note. L'utilisation de l'argument *var* permet d'obtenir un regroupement des termes comportant la même puissance de *var*. On obtient ainsi un résultat plus compact.

Voir chapitre 24.

comDenom(1/x + y/(x*(z+3))) **ENTER**

$$\frac{y + z + 3}{x \cdot z + 3 \cdot x}$$

comDenom(y/(x+y)+1/(x+y+1)) **ENTER**

$$\frac{x \cdot y + x + y^2 + 2 \cdot y}{x^2 + 2 \cdot x \cdot y + x + y^2 + y}$$

conj() Menu MATH/Complex**conj()****conj**(*expression*) → *expression***conj**(*liste*) → *liste***conj**(*matrice*) → *matrice*

Calcule le conjugué d'un nombre complexe.

Note. Toutes les variables indéfinies sont considérées comme réelles, sauf si leur nom se termine par _.conj(1+2i) **ENTER**

1 - 2i

conj([2, 1-3i; -i, -7]) **ENTER**

$$\begin{bmatrix} 2 & 1 + 3i \\ i & -7 \end{bmatrix}$$

conj(z) **ENTER**

z

conj(z_) **ENTER**

conj(z_)

conj(x + i y) **ENTER**

x - y · i

CopyVar CATALOG**CopieVar****CopyVar** *var1*, *var2*Copie, sans l'évaluer, le contenu de *var1* dans *var2*.Si la variable *var2* n'existe pas, elle est créée par cette instruction.Voir le chapitre 20 pour l'étude des différences avec l'utilisation de l'instruction *var1* → *var2*.x+y → a **ENTER**

x + y

10 → x **ENTER**

10

CopyVar a, b **ENTER**

Done

a → c **ENTER**

y + 10

Del Var x **ENTER**

Done

b **ENTER**

x + y

c **ENTER**

y + 10

cos() TI-89 : touches **2nd** [COS]TI-92 Plus : touche **COS****cos()****cos**(*expression*) → *expression***cos**(*liste*) → *liste*

Calcul du cosinus.

Note. Par défaut, le deuxième argument est interprété comme une mesure en degrés ou en radians suivant le mode en cours d'utilisation.Il est aussi possible de préciser une unité en utilisant le symbole ° (page A-98) ou le symbole ^r (page A-97).

En mode DEGREE

cos((π/4)^r) **ENTER**

$$\frac{\sqrt{2}}{2}$$

cos(45) **ENTER**

$$\frac{\sqrt{2}}{2}$$

cos({0, 60, 90}) **ENTER**

{1 1/2 0}

En mode RADIAN

cos(π/4) **ENTER**

$$\frac{\sqrt{2}}{2}$$

cos(45°) **ENTER**

$$\frac{\sqrt{2}}{2}$$

cos(matriceCarrée1) → *matriceCarrée*

Calcul du cosinus d'une matrice.

Note. On n'obtient pas la matrice des cosinus des coefficients.

Si une fonction scalaire *f* opère sur *matriceCarrée1* (*A*), le résultat est calculé par l'algorithme suivant :

1. Calcul des valeurs propres (λ_i) et des vecteurs propres (V_i) de *A*.

matriceCarrée1 doit être diagonalisable et ne peut pas présenter de variables symboliques sans valeur affectée.

2. Formation des matrices :

$$B = \begin{bmatrix} \lambda_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \lambda_2 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \dots & \lambda_n \end{bmatrix} \text{ et } X = [V_1, V_2, \dots, V_n]$$

3. Alors $A = X B X^{-1}$ et $f(A) = X f(B) X^{-1}$. Par exemple, $\cos(A) = X \cos(B) X^{-1}$ où :

$$\cos(B) = \begin{bmatrix} \cos(\lambda_1) & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \cos(\lambda_2) & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \dots & \cos(\lambda_n) \end{bmatrix}$$

Tous les calculs sont exécutés en virgule flottante.

En mode RADIAN :

`cos([1,2,3;4,5,6;7,8,9])` **[ENTER]**

$$\begin{bmatrix} .380\dots & -.373\dots & -.127\dots \\ -.531\dots & .390\dots & -.688\dots \\ -.442\dots & -.846\dots & -.249\dots \end{bmatrix}$$

cos⁻¹()

TI-89 : touches  **[COS⁻¹]**

TI-92 Plus : touches **[2nd]** **[COS⁻¹]**

arccos()

cos⁻¹(expression) → *expression*

cos⁻¹(liste) → *liste*

Retourne l'arc cosinus de l'argument.
L'angle est exprimé en utilisant l'unité correspondant au mode angulaire en cours d'utilisation.

En mode DEGREE

`cos-1(1/2)` **[ENTER]**

60

En mode RADIAN

`cos-1(1/2)` **[ENTER]**

$\frac{\pi}{3}$

cos⁻¹(matriceCarrée1) → *matriceCarrée*

Retourne l'arc cosinus de *matriceCarrée1*.
N'équivaut pas au calcul des arcs cosinus des différents éléments. Pour plus d'informations sur la méthode de calcul, reportez-vous à **cos()**, page A-16.

matriceCarrée1 doit être diagonalisable.
Le résultat contient toujours des chiffres en virgule flottante.

En mode RADIAN et en mode Complex
Format RECTANGULAR :

`cos-1([1,5,3;4,2,1;6,-2,1])` **[ENTER]**

$$\begin{bmatrix} 1.734\dots+.064\dots i & -1.490\dots+.2105\dots i & \dots \\ -.725\dots+.1515\dots i & .623\dots+.778\dots i & \dots \\ -2.083\dots+.2632\dots i & 1.790\dots-1.271\dots i & \dots \end{bmatrix}$$

cosh() Menu MATH/Hyperbolic **ch()**

cosh(expression) → *expression*
cosh(liste) → *liste*

Retourne le cosinus hyperbolique de l'argument.

`cosh(1.2)` **[ENTER]** 1.810...
`cosh({0,1})` **[ENTER]** {1 cosh(1)}
`expand(ans(1))` **[ENTER]** $\left\{0 \frac{e}{2} + \frac{1}{2e}\right\}$

cosh(matriceCarrée1) → *matriceCarrée*

Retourne le cosinus hyperbolique de *matriceCarrée1*. N'équivaut pas au calcul des cosinus hyperboliques des différents éléments. Pour plus d'informations sur la méthode de calcul, reportez-vous à **cos()**, page A-16.

matriceCarrée1 doit être diagonalisable. Le résultat contient toujours des chiffres en virgule flottante.

En mode RADIAN :
`cosh([1,1,1;1,1,1;1,1,1])` **[ENTER]** $\begin{bmatrix} 4.022... & 3.022... & 3.022... \\ 3.022... & 4.022... & 3.022... \\ 3.022... & 3.022... & 4.022... \end{bmatrix}$

cosh⁻¹() Menu MATH/Hyperbolic **argch()**

cosh⁻¹(expression) → *expression*
cosh⁻¹(liste) → *liste*

Retourne l'arc cosinus hyperbolique de l'argument.

`cosh-1(1)` **[ENTER]** 0
`cosh-1({1,2.1,3})` **[ENTER]** {0 1.37285914424 cosh⁻¹(3)}

cosh⁻¹(matriceCarrée1) → *matriceCarrée*

Retourne l'arc cosinus hyperbolique de *matriceCarrée1*. N'équivaut pas au calcul des arcs cosinus hyperboliques des différents éléments. Pour plus d'informations sur la méthode de calcul, reportez-vous à **cos()**, page A-16.

matriceCarrée1 doit être diagonalisable. Le résultat contient toujours des chiffres en virgule flottante.

En mode RADIAN et en mode Complex Format RECTANGULAR :
`cosh-1([1,1,1;1,1,1;1,1,1])` **[ENTER]** $\begin{bmatrix} .587...+1.047...i & .587...-523...i & .587...-523...i \\ .587...-523...i & .587...+1.047...i & .587...-523...i \\ .587...-523...i & .587...-523...i & .587...+1.047...i \end{bmatrix}$

crossP() Menu MATH/Matrix/Vector Ops **prodVect()**

crossP(liste1, liste2) → *liste*

Retourne le produit vectoriel de *liste1* et de *liste2*.

liste1 et *liste2* doivent être de même dimension, et cette dimension doit être égale à 2 ou 3.

`crossP({0.1,2.2,-5},{1,-.5,0})` **[ENTER]** {-2.5 -5. -2.25}

crossP(vecteur1, vecteur2) → *vecteur*

Retourne le vecteur ligne ou le vecteur colonne obtenu en calculant le produit vectoriel de *vecteur1* et de *vecteur2*.

Ces deux vecteurs doivent être de même type, et avoir une dimension égale à 2 ou à 3.

`crossP([1,2,3],[4,5,6])` **[ENTER]** [-3 6 -3]
`crossP([a,b],[c,d])` **[ENTER]** [0 0 a·d-b·c]

cSolve() Menu MATH/Algebra/Complex**résolC()**

cSolve(comparaison, var) → condition

cSolve(équation1 and équation2 [and ...],
{varOuSupposition1,
varOuSupposition2 [, ...]}) → condition

Résolution dans **C** de l'équation ou du système d'équations.
Voir chapitre 25.

Note. Toutes les variables indéfinies sont considérées comme réelles, sauf si leur nom se termine par $_$.

Voir aussi **cZeros()** (page A-21), **solve()** (page A-76), et **zeros()** (page A-87).

cSolve($x^4-1=0,x$) [ENTER]
 $x=-1$ or $x=i$ or $x=-i$ or $x=1$

cSolve($u_*v_- - u_-v_$ and
 $v_-^2=-u_-$, { $u_$, v_- }) [ENTER]

$u_ = 1/2 + \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot i$ and $v_- = 1/2 - \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot i$ or
 $u_ = 1/2 - \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot i$ and $v_- = 1/2 + \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot i$ or
 $u_ = 0$ and $v_- = 0$

cSolve($e^{(z_-)}=w_-$ and $w_- = z_-^2$,
{ w_- , z_- }) [ENTER]
 $w_- = .494\dots$ and $z_- = -.703\dots$

CubicReg Menu MATH/Statistics/Regressions, CubicReg**RegDeg3**

CubicReg liste1, liste2[, [liste3] [, liste4, liste5]]

Ajustement par un polynôme de degré 3.

liste1 : liste des valeurs de x .
liste2 : liste des valeurs de y .
liste3 : liste des effectifs.
liste4 : liste des numéros de catégories.
liste5 : liste des numéros de catégories à utiliser.

Voir chapitre 16.

Note. Les arguments liste1 à liste4 doivent être des noms de variables contenant des listes, ou des noms de colonnes du type c1, c2, etc.

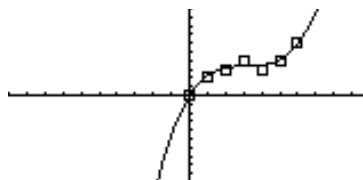
liste5 peut être une liste ou un nom de variable contenant une liste, mais pas un nom de colonne.

En mode graphique FUNCTION :

{0,1,2,3,4,5,6} → L1 [ENTER] {0 1 2 ...}
{0,2,3,4,3,4,6} → L2 [ENTER] {0 2 3 ...}
CubicReg L1, L2 [ENTER] Done
ShowStat [ENTER]



[ENTER]
regeq(x) → y1(x) [ENTER] Done
NewPlot 1,1, L1, L2 [ENTER] Done
[GRAPH]

**cumSum()** Menu MATH/List**somCum()**

cumSum(liste1) → liste2

Retourne la liste formée par les sommes cumulées croissantes des éléments de liste1.

cumSum({1,2,3,4}) [ENTER] {1 3 6 10}

cumSum(matrice1) → matrice2

Retourne la matrice formée par les colonnes des sommes cumulées croissantes des colonnes de matrice1.

{1,2;3,4;5,6} → m1 [ENTER]
cumSum(m1) [ENTER]

1	2
3	4
5	6
1	2
4	6
9	12

CustmOff

Voir chapitre 35.

Désactive une barre d'outils définie par un bloc **Custom...EndCustm**.

CustmOn et **CustmOff** permettent à un programme de gérer l'affichage d'une barre d'outils personnalisée.

Vous pouvez aussi appuyer sur $\boxed{2nd}$ [CUSTOM] pour activer ou désactiver manuellement une barre d'outils personnalisée.

La barre d'outils est automatiquement éliminée lorsque vous changez d'application.

CustmOn CATALOG

CustAff

CustmOn

Voir chapitre 35.

Active une barre d'outils définie par un bloc **Custom...EndCustm**.

Voir **CustmOff** ci-dessus.

Custom Création de menus. Voir chap. IV et chap. 35, manuel CD.

Custom

Cycle Structure de contrôle. Voir chap. VII et chap. 34, manuel CD.

Cycle

CyclePic CATALOG

CycleImg

CyclePic *radical, n* [, *attente*], [*cycles*], [*direction*]

Permet de réaliser un enchaînement automatique de plusieurs images.

Les paramètres optionnels déterminent le temps d'attente entre chaque changement d'image, le nombre de répétitions de la présentation de la série d'images, et l'ordre de présentation des images (circulaire ou aller-retour).

direction est égal à 1 (normal) ou à -1 (inverse). Valeur par défaut = 1.

1. Sauvez trois images dans les variables Pic1, Pic2, et Pic3.
2. Entrez : `CyclePic "Pic",3,.5,4,-1`
3. Les trois images (3) seront affichées successivement, avec une pause de 0,5 seconde (.5) entre chaque image, pendant quatre cycles (4), en aller-retour (-1).

►Cylind Menu MATH/Matrix/Vector Ops

►Cylind

vecteur ►Cylind

[2,2,3] ►Cylind \boxed{ENTER}

$[2\sqrt{2} \angle \pi/4, 3]$

Affiche les vecteurs lignes ou colonnes en coordonnées cylindriques $[r \angle \theta, z]$.

Vecteur doit être un vecteur ligne ou colonne à 3 éléments.

Voir chapitre 28, page 28-9.

cZeros() Menu MATH/Algebra/Complex**zérosC()****cZeros**(*expression*, *var*) → *liste*

Retourne une liste de valeurs de *var* solutions réelles de l'équation $expression = 0$.

cZeros({*expression1*, *expression2*}, {*varOuSupposition1*, *varOuSupposition2* [, ...]}) → *matrice*

Retourne une matrice dont chaque ligne représente un *n*-uplet solution réelle du système d'équations

$$\begin{cases} expression1 = 0 \\ expression2 = 0 \\ \dots \end{cases}$$

Voir chapitre 25.

Note : voir aussi **cSolve()** (page A-19), **solve()** (page A-76), et **zeros()** (page A-87).

cZeros(x^2+1 , *x*) [ENTER] { -i i }

cZeros($x^2-2b*x-1$, *x*) [ENTER] $\left\{ \sqrt{b^2+1}+b \quad -(\sqrt{b^2+1}-b) \right\}$
cZeros($x^5+4x^4+5x^3-6x-3$, *x*) [ENTER] { -2.125 - .612 .965 -1.114 -1.073·i -1.114+1.073·i }

czeros({ x^2-y^2 , x^2+y^2+1 }, {*x*, *y*}) [ENTER]

$$\begin{bmatrix} -\frac{\sqrt{2}}{2} \cdot i & \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot i \\ \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot i & \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot i \\ -\frac{\sqrt{2}}{2} \cdot i & -\frac{\sqrt{2}}{2} \cdot i \\ \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot i & -\frac{\sqrt{2}}{2} \cdot i \end{bmatrix}$$

d() Menu MATH/Calculus ou touches [2nd] [d]**d()****d**(*expression1*, *var*[,*ordre*]) → *expression*

Retourne la dérivée première de l'expression *expression1* par rapport à la variable *var*. *expression1* peut également être une liste ou une matrice.

Ordre, s'il est précisé, doit être un entier. Si cet ordre est inférieur à zéro, on obtient une primitive.

Voir chapitre 27, page 27-12.

d($3x^3-x+7$, *x*) [ENTER] $9x^2-1$ **d**($3x^3-x+7$, *x*, 2) [ENTER] $18x$ **d**(*f*(*x*)**g*(*x*), *x*) [ENTER]

$$\frac{d(f(x))}{dx} g(x) + \frac{d(g(x))}{dx} f(x)$$

d(*sin*(*f*(*x*)), *x*) [ENTER] $\frac{d(f(x))}{dx} \cos(f(x))$ **d**(x^3 , *x*) | *x*=5 [ENTER] 75 **d**($d(x^2*y^3)$, *x*, *y*) [ENTER] $6xy^2$ **d**(x^2 , *x*, -1) [ENTER] $\frac{x^3}{3}$ **►DD** Menu MATH/Angle**►DD****DMSnombre** ►DD → *valeur***DMSliste** ►DD → *liste***DMSmatrice** ►DD → *matrice*

Affiche la valeur décimale de l'argument. Cet argument est interprété comme un angle exprimé en Degrés/Minutes/Secondes.

En mode DEGREE :

 1.5° ►DD [ENTER] 1.5° $45^\circ 22' 14.3''$ ►DD [ENTER] $45.370\dots^\circ$
 $\{45^\circ 22' 14.3'', 60^\circ 0' 0''\}$ ►DD [ENTER] $\{45.370\dots 60\}^\circ$

En mode RADIAN :

 1.5 ►DD [ENTER] 85.9°

►Dec	Menu MATH/Base	►Déc
<i>entier1</i> ►Dec → <i>entier</i>		0b10011 ►Dec <input type="button" value="ENTER"/> 19
Convertit <i>entier1</i> en un nombre décimal (base 10). Toute entrée binaire ou hexadécimale doit avoir respectivement un préfixe 0b ou 0h.		0h1F ►Dec <input type="button" value="ENTER"/> 31
└─ Zéro (pas la lettre O) suivi de b ou h.		
0b <i>nombreBinaire</i>		
0h <i>nombreHexadécimal</i>		
└─ Un nombre binaire peut avoir jusqu'à 32 chiffres ; un nombre hexadécimal jusqu'à 8 chiffres.		
Sans préfixe, <i>entier1</i> est considéré comme décimal. Le résultat est affiché en base décimale, quel que soit le mode Base en cours d'utilisation.		

Define	Écran de calcul : F4 (Other)	Définir
Define <i>var(nomArg1, nomArg2, ...) = expression</i>		Define g(x,y)=2x-3y <input type="button" value="ENTER"/> Done
Permet de définir une fonction <i>var</i> .		g(1,2) <input type="button" value="ENTER"/> -4
On peut ensuite utiliser <i>var()</i> comme une fonction prédéfinie dans la TI-89 / TI-92 Plus.		1→a : 2→b : g(a,b) <input type="button" value="ENTER"/> -4
Note. Cette utilisation de Define est équivalente à celle de l'instruction <i>expression</i> → <i>var(nomArg1, nomArg2, ...)</i> .		Define h(x)=when(x<2,2x-3,-2x+3) <input type="button" value="ENTER"/> Done
		h(-3) <input type="button" value="ENTER"/> -9
		h(4) <input type="button" value="ENTER"/> -5
Define <i>nomFonct(nomArg1, nomArg2, ...) = Func block</i>		Define g(x,y)=func:If x>y Then :Return x:Else:Return y:EndIf :EndFunc <input type="button" value="ENTER"/> Done
EndFunc		g(3,-7) <input type="button" value="ENTER"/> 3
Définition de fonctions utilisant plusieurs instructions.		
Voir les chapitres sur la programmation.		
Define <i>nomProg(nomArg1, nomArg2, ...) = Prgm bloc</i>		Define listnpt()=prgm:Local n,i,str1,num:InputStr "Enter name of list",str1:Input "No. of elements",n:For i,1,n,1:Input "element "&string(i),num: num→#str1[i]:EndFor:EndPrgm <input type="button" value="ENTER"/> Done
EndPrgm		listnpt() <input type="button" value="ENTER"/> Enter name of list
Permet de créer un programme directement à partir de la ligne d'édition de l'écran HOME, ou à l'intérieur d'un autre programme.		
Voir les chapitres sur la programmation.		
Note : Il est préférable d'utiliser l'éditeur de programme.		

DelFold	CATALOG	SupDoss
DelFold <i>NomDossier</i>		NewFold jeux <input type="button" value="ENTER"/> Done
Effacement du dossier indiqué.		(crée le dossier jeux)
Un message d'erreur est affiché si le dossier n'est pas vide.		DelFold jeux <input type="button" value="ENTER"/> Done
Note : vous ne pouvez pas effacer le dossier main.		(supprime le dossier jeux)

DelVar	Écran de calcul : F4 (Other)	SupVar
DelVar <i>var1</i> , <i>var2</i> [, <i>var3</i>], ...	2 → a [ENTER]	2
Effacement des variables indiquées.	(a+2)^2 [ENTER]	16
	del var a [ENTER]	Done
	(a+2)^2 [ENTER]	(a+2)^2

deSolve()	Menu MATH/Calculus	résolED()
-----------	--------------------	-----------

deSolve(*ode1OrdreOu2Ordre*, *varIndépendante*, *varDépendante*) → une solution générale

deSolve(y''+2y'+y=x^2,x,y) [ENTER]
 $y = (@1 \cdot x + @2) \cdot e^{-x} + x^2 - 4 \cdot x + 6$

deSolve(*ode1Ordre and conditionInitiale*, *varIndépendante*, *varDépendante*) → une solution particulière

deSolve(y''+2y'+y=x^2 and y(1)=0 and y'(1)=1,x,y) [ENTER]
 $y = -3 \cdot e^{1-x} + x^2 - 4 \cdot x + 6$

deSolve(*ode2Ordre and conditionInitiale1 and conditionInitiale2*, *varIndépendante*, *varDépendante*) → une solution particulière

deSolve(y''+2y'+y=x^2 and y(0)=1 and y(1)=0,x,y) [ENTER]
 $y = ((5 - 3 \cdot e) \cdot x - 5) \cdot e^{-x} + x^2 - 4 \cdot x + 6$

deSolve(*ode2Ordre and conditionBorne1 and conditionBorne2*, *varIndépendante*, *varDépendante*) → une solution particulière

Résolution symbolique d'une équation différentielle du 1^{er} ou du 2^e ordre avec ou sans conditions initiales.

deSolve(y''=y^(-1/2) and y(0)=0 and y'(0)=0,t,y) [ENTER]

- Utilisez un seul symbole "prime" (' , appuyez sur [2nd] [']) pour indiquer la dérivée première de *varIndépendante* par rapport à la variable *varDépendante*.
- Utilisez deux symboles "prime" pour indiquer la dérivée seconde correspondante.

$$\frac{2 \cdot y^{3/4}}{3} = t$$

solve(ans(1),y) [ENTER]

$$y = \frac{2^{2/3} \cdot (3 \cdot t)^{4/3}}{4} \text{ and } t \geq 0$$

Voir chapitre 27.

det()	Menu MATH/Matrix	det()
-------	------------------	-------

det(*MatriceCarrée* [, *tol*]) → *expression*

det([a,b;c,d]) [ENTER] a · d - b · c

Retourne le déterminant de *matriceCarrée*.

det([1,2;3,4]) [ENTER] - 2

L'argument facultatif *tol* permet de considérer comme nul tout élément dont la valeur absolue est inférieure à *tol*.

det(identity(3) - x*[1,-2,3;-2,4,1;-6,-2,7]) [ENTER]
 $-(98 \cdot x^3 - 55 \cdot x^2 + 12 \cdot x - 1)$

Cet argument n'est utilisé que si la matrice contient des nombres en virgule flottante et ne contient pas de paramètres symboliques.

[1E20,1;0,1] → mat1 [ENTER]

Dans le cas contraire, il est ignoré.

- Si vous utilisez [◻] [ENTER] ou travaillez en mode **APPROXIMATE**, les calculs sont exécutés en virgule flottante.
- Si *tol* est omis ou inutilisé, la tolérance par défaut est calculée comme suit :
 $5E-14 \cdot \max(\dim(\text{matrice1})) \cdot \text{rowNorm}(\text{matrice1})$

det(mat1) [ENTER] $\begin{bmatrix} 1. \text{E}20 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$
det(mat1,.1) [ENTER] 1. E20

diag() Menu MATH/Matrix **diag()**

diag(liste) → *matrice*
diag(MatriceLigne) → *matrice*
diag(MatriceColonne) → *matrice*

`diag({2,4,6})` [ENTER]

$\begin{bmatrix} 2 & 0 & 0 \\ 0 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 6 \end{bmatrix}$

Construction d'une matrice diagonale.

diag(MatriceCarrée) → *MatriceLigne*

`[4,6,8;1,2,3;5,7,9]` [ENTER]

Extraction des termes situés sur la diagonale.

$\begin{bmatrix} 4 & 6 & 8 \\ 1 & 2 & 3 \\ 5 & 7 & 9 \end{bmatrix}$

`diag(ans(1))` [ENTER]

$[4\ 2\ 9]$

Dialog Instruction d'entrée/sortie. Voir chap. VII et chap. 33, manuel CD. **Dialog**

dim() Menu MATH/Matrix/Dimensions **dim()**

dim(liste) → *expression*

`dim({0,1,2})` [ENTER]

3

Retourne le nombre d'éléments de *liste*.

dim(matrice) → *liste*

`dim([1,-1,2;-2,3,5])` [ENTER]

{2 3}

Retourne la dimension de *matrice* sous la forme d'une liste à 2 éléments : {lignes, colonnes}.
Voir aussi **coldim()**, page A-15, et **rowdim()**, page A-66.

dim(chaine) → *entier*

`dim("Hello")` [ENTER]

5

Nombre de caractères contenus dans *chaîne*.

`dim("Hello"&" there")` [ENTER]

11

Disp Instruction d'entrée/sortie. Voir chap. VII et chap. 33, manuel CD. **Disp**

DispG CATALOG **AffGraph**

DispG

Cette instruction permet d'afficher le contenu de l'écran graphique depuis un programme.

Extrait de programme :

```
⋮
:5*cos(x)→y1(x)
:-10→xmin
:10→xmax
:-4→ymin
:4→ymax
:DispG
⋮
```

DispHome CATALOG **AffEcran**

DispHome

Cette instruction permet d'afficher le contenu de l'écran de calcul depuis un programme.

Extrait de programme :

```
⋮
:Disp "Le résultat est : ",xx
:Pause "Appuyez sur Enter... "
:DispHome
:EndPrgm
```

DispTbl CATALOG

AffTable

DispTbl

Cette instruction permet d'afficher le contenu de la table de valeurs depuis un programme.

Note. Il est possible d'utiliser les touches de déplacement du curseur pour se déplacer dans la table.

Appuyez sur **[ESC]** ou **[ENTER]** pour poursuivre l'exécution du programme.

Extrait de programme :

```

:
:5*cos(x)→y1(x)
:DispTbl
:DispG
:

```

DMS Menu MATH/Angle

DMS

expression ▶DMS

liste ▶DMS

matrice ▶DMS

Affichage en degrés, minutes, secondes.

▶DMS est uniquement une instruction d'affichage, et non une fonction de conversion.

On ne peut l'utiliser qu'à la fin d'une ligne, et elle ne modifie pas le contenu du registre ans.

Voir °, ', ", page A-98.

En mode DEGREE

45.371 ▶DMS **[ENTER]**

45° 22' 15.6"

En mode RADIAN

$\pi/8$ ▶DMS **[ENTER]**

22° 30'

En mode DEGREE ou RADIAN :

45.371° ▶DMS **[ENTER]**

45° 22' 15.6"

dotP() Menu MATH/Matrix/Vectors ops

prodScal()

dotP(*liste1*, *liste2*) → *expression*

dotP(*vecteur1*, *vecteur2*) → *expression*

Retourne le produit scalaire de deux listes, ou de deux vecteurs de même type.

dotP([1,2,3],[4,5,6]) **[ENTER]** 32

dotP([a,b,c],[d,e,f]) **[ENTER]**
a·d+b·e+c·f

DrawFunc Écran graphique : menu Draw ou CATALOG

DessFonc

DrawFunc *expression*

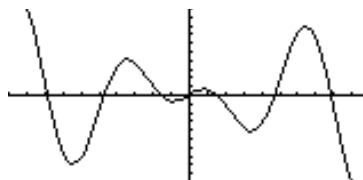
Dessine la représentation graphique de *expression* en fonction de la variable *x*.

On obtient un dessin non utilisable par les outils d'analyse graphique.

Voir aussi **Graph**.

En mode graphique FUNCTION et avec un zoom standard :

DrawFunc 1.25x*cos(x) **[ENTER]**

**DrawInv** Écran graphique : menu Draw ou CATALOG

DessInv

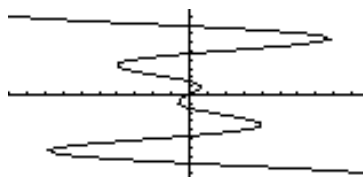
DrawInv *expression*

Dessine le symétrique de la courbe représentant *expression* en fonction de la variable *x* par rapport à la droite d'équation $y=x$.

Note : on obtient un dessin non utilisable par les outils d'analyse graphique.

En mode graphique FUNCTION et avec un zoom standard :

DrawInv 1.25x*cos(x) **[ENTER]**



DrawParm CATALOG**DessParm**

DrawParm *expression1, expression2*
[, *tmin*] [, *tmax*] [, *tstep*]

Construction de la courbe paramétrée définie par *expression1* et *expression2* considérées comme fonctions de la variable *t*.

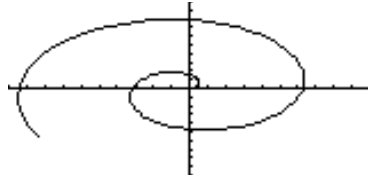
En mode Graph PARAMETRIC; il est possible d'omettre *tmin*, *tmax*, et *tstep* qui prennent alors les valeurs définies dans l'écran WINDOW.

Dans les autres modes, il est indispensable d'indiquer les valeurs de ces trois arguments.

Note : on obtient un dessin non utilisable par les outils d'analyse graphique.

En mode graphique FUNCTION et avec un zoom standard :

DrawParm $t*\cos(t), t*\sin(t), 0, 10, .1$

**DrawPol CATALOG****DessPol**

DrawPol *expression* [, *θmin*] [, *θmax*] [, *θstep*]

Construction de la courbe polaire définie par *expression* en fonction de la variable θ .

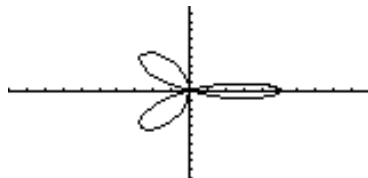
En mode Graph POLAR, il est possible d'omettre θ_{min} , θ_{max} , et θ_{step} qui prennent alors les valeurs définies dans l'écran WINDOW.

Dans les autres modes, il est indispensable d'indiquer les valeurs de ces trois arguments.

Note : on obtient un dessin non utilisable par les outils d'analyse graphique.

En mode graphique FUNCTION et avec un zoom standard :

DrawPol $5*\cos(3*\theta), 0, 3.5, .1$

**DrawSlp CATALOG****DessPte**

DrawSlp *x1, y1, pente*

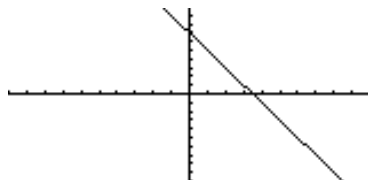
Dessine la droite passant par le point (*x1*, *y1*) et de pente égale à *pente*.

Équation :
 $y - y1 = \text{pente} \cdot (x - x1)$

Note : on obtient un dessin non utilisable par les outils d'analyse graphique.

En mode graphique FUNCTION et avec un zoom standard :

DrawSlp $2, 3, -2$

**DropDown Instruction d'entrée/sortie. Voir chap. VII et chap. 33, manuel CD.****DropDown**

DrwCtour *expression*
DrwCtour *liste*

S'utilise en mode 3D.

Permet de construire les lignes de niveaux d'une fonction définie dans l'écran Y=, ou construite par une instruction **Graph**.

On obtient les lignes de niveau de cette fonction correspondant aux valeurs indiquées par *expression* ou *liste*, ainsi que les lignes de niveaux automatiquement définies par la valeur de la variable Window **ncontour**
 Voir chapitre 13.

Pour éviter la construction de lignes de niveau par défaut, fixez la valeur de **ncontour** à zéro. Cela peut être fait à partir de l'écran Window, ou en mémorisant 0 dans la variable système **ncontour** à partir de l'écran Home ou dans un programme.

Cette instruction sélectionne automatiquement le style **CONTOUR LEVELS**.

En mode graphique 3D :

$(1/5)x^2+(1/5)y^2-10 \rightarrow z1(x,y)$ [ENTER]

--10→ xmin:10→ xmax [ENTER] Done 10

--10→ ymin:10→ ymax [ENTER] 10

--10→ zmin:10→ zmax [ENTER] 10

0→ ncontour [ENTER] 0

DrwCtour {-9,-4.5,-3,0,4.5,9} [ENTER]



Utilisez le curseur pour modifier l'angle de visualisation. Appuyez sur [0] (zéro) pour revenir à l'affichage d'origine.

Appuyez sur **TI-89** : [1] **TI-92 Plus** : **F** pour passer d'un style de format graphique à un autre.

Appuyez sur [X], [Y] ou sur [Z] pour observer dans la direction de l'axe correspondant.

E **TI-89 : touche [EE]** **TI-92 Plus : touches [2nd][EE]** **E**

mantisse E exposant

2.3E4 [ENTER]

23000.

Saisie d'un nombre en notation scientifique. Le nombre est interprété sous la forme *mantisse* × 10^{*exposant*}. Pour entrer une puissance de 10 sans passer en mode de calcul approché, utilisez la forme 10^{*exposant*}.

2.3E9+4.1E15 [ENTER]

4.1000023E15

e^() **TI-89 : touches** **TI-92 Plus : touches [2nd][e^x]** **e^()**

e^(*expression1*) → *expression2*

e^(1) [ENTER]

e

e^(*liste1*) → *liste*

e^(1.3) [ENTER]

3.66929666762

Fonction exponentielle. Pour une liste on obtient la liste des images de tous les éléments.

e^({-1.,0.,.5}) [ENTER]

{.368... 1 1.648...}

e^(*matriceCarrée1*) → *matriceCarrée*

e^([1,2,0;2,1,1;0,1,1]) [ENTER]

Retourne l'exponentielle de *matriceCarrée1*. Pour plus d'informations sur la méthode de calcul, reportez-vous à **cos()**, page A-16.

10.833...	11.244...	4.057...
11.244...	12.862...	5.622...
4.057...	5.622...	4.747...

matriceCarrée1 doit être diagonalisable.

Le résultat contient toujours des chiffres en virgule flottante.

Vous pouvez également utiliser la relation

e^([1,1,1;0,1,1;0,0,1]) [ENTER]

Error:matrix not diagonalizable

$$e^M = \sum_{n=0}^{+\infty} \frac{M^n}{n!}$$

pour effectuer un calcul approché dans le cas d'une matrice non diagonalisable.

Σ ([1,1,1;0,1,1;0,0,1]^n/n!,n,1,10)

[ENTER]

1.718...	2.718...	4.077...
0.	1.718...	2.718...
0.	0.	1.718...

eigVc()	Menu MATH/Matrix	vectProp()
eigVc(<i>matriceCarrée</i>) → <i>matrice</i>		<code>[-2,1,1;1,2,1;1,1,2]→m1</code> <code>ENTER</code>
Retourne une matrice contenant les vecteurs propres pour une <i>matriceCarrée</i> réelle ou complexe. Chaque colonne du résultat correspond à une valeur propre. Notez qu'il n'y a pas unicité des vecteurs propres. En particulier, on peut les multiplier par n'importe quel facteur constant non nul. Les vecteurs propres que l'on obtient ici sont normalisés, ce qui signifie que si $V = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ alors $\|V\| = \sqrt{x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2} = 1$		$\begin{bmatrix} 2 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 2 \end{bmatrix}$
Voir chapitre 29 pour un calcul des valeurs exactes de ces vecteurs propres.		eigVc(m1) <code>ENTER</code> $\begin{bmatrix} .816\dots & -.577\dots & .007\dots \\ -.408\dots & -.577\dots & -.710\dots \\ -.408\dots & -.577\dots & .703\dots \end{bmatrix}$

eigVl()	Menu MATH/Matrix	valProp()
eigVl(<i>matriceCarrée</i>) → <i>liste</i>		<code>[-2,1,1;1,2,1;1,1,2]→m1</code> <code>ENTER</code>
Retourne la liste des valeurs propres d'une <i>matriceCarrée</i> réelle ou complexe. Voir chapitre 29 pour un calcul des valeurs exactes de ces valeurs propres.		$\begin{bmatrix} 2 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 2 \end{bmatrix}$
		eigVl(m1) <code>ENTER</code> {1. 4. 1.}

Else	Structure de contrôle. Voir chap. VII et chap. 34, manuel CD.	Else
Elseif	Structure de contrôle. Voir chap. VII et chap. 34, manuel CD.	Elseif
EndCustm	Instruction d'entrée/sortie. Voir chap. VII et chap. 33, manuel CD.	EndCustm
EndDlog	Instruction d'entrée/sortie. Voir chap. VII et chap. 33, manuel CD.	EndDlog
EndFor	Structure de contrôle. Voir chap. VII et chap. 34, manuel CD.	EndFor
EndFunc	Instruction de programmation. Voir chap. VII et chap. 31, manuel CD.	EndFunc
EndIf	Structure de contrôle. Voir chap. VII et chap. 34, manuel CD.	EndIf
EndLoop	Structure de contrôle. Voir chap. VII et chap. 34, manuel CD.	EndLoop
EndPrgm	Instruction de programmation. Voir chap. VII et chap. 31, manuel CD.	EndPrgm
EndTBar	Structure de contrôle. Voir chap. VII et chap. 34, manuel CD.	EndTBar
EndTry	Structure de contrôle. Voir chap. VII et chap. 34, manuel CD.	EndTry
EndWhile	Structure de contrôle. Voir chap. VII et chap. 34, manuel CD.	EndWhile

entry() Écran de calcul : F4 (Other) **entry()**

entry() → *expression*
entry(entier) → *expression*

Retourne une expression saisie précédemment dans l'écran de calcul.

Le nombre *entier* permet de choisir l'expression à rappeler. Ce nombre peut varier entre 1 (dernière expression saisie) et le nombre de couples entrées/résultats mémorisés. À partir de l'écran de calcul, ce dernier nombre est choisi en appuyant sur **TI-89** : \blacktriangleright \square **TI-92 Plus** : \blacktriangleright F.

Note. Si la dernière entrée est encore en surbrillance, appuyer sur \square est équivalent à l'exécution de **entry(1)**.

Dans l'écran de calcul, tapez :

$1+1/x$ \square	$\frac{1}{x} + 1$
$1+1/\text{entry}(1)$ \square	$\frac{-1}{x+1} + 2$
\square	$\frac{1}{2 \cdot (2 \cdot x + 1)} + \frac{3}{2}$
\square	$\frac{-1}{3 \cdot (3 \cdot x + 2)} + \frac{5}{3}$
entry(4) \square	$\frac{1}{x} + 1$

exact() Menu MATH/Test **exact()**

exact(expression1 [, tol]) → *expression*
exact(liste1 [, tol]) → *liste*
exact(matrice1 [, tol]) → *matrice*

Recherche d'une approximation rationnelle d'un nombre.

L'argument optionnel *tol* fixe la tolérance admise pour cette approximation. Par défaut, cet argument est égal à 0.

exact(.25) \square	1/4
exact(0.333) \square	333/1000
exact(0.333,0.0001) \square	333/1000
exact(0.333,0.001) \square	1/3

Exec Exécute un programme en assembleur. Voir chap. VII et chap. 38, manuel CD. **Exec**

Note importante. Une utilisation erronée de cette commande, avec une chaîne de caractères incorrecte, peut conduire à la perte totale des données enregistrées sur votre calculatrice !

Exit Structure de contrôle. Voir chap. VII et chap. 34, manuel CD. **Exit**

exp▶list() CATALOG **exp▶list()**

exp▶list(expression,var) → *liste*

Recherche dans *expression* les équations séparées par le mot "or", et retourne les membres de droite des équations du type *var=expression*.

Cela permet en particulier de récupérer les résultats fournis par **solve()**, **Csolve()**, **fMin()** et **fMax()** sous forme d'une liste.

Note : **exp▶list()** n'est pas nécessaire avec les fonctions **zeros** et **cZeros()** étant donné que celles-ci retournent directement une liste de solutions.

solve(x^2-x-2=0,x) \square	$x=2$ or $x=-1$
exp▶list(solve(x^2-x-2=0,x),x) \square	{ -1 2 }

expand() Menu MATH/Algebra**dévelop()****expand**(*expression* [, *var*]) → *expression*

Développe une expression.
Voir chapitre 24.

expr() Menu MATH/String**expr()****expr**(*chaîne*) → *expression*

Conversion d'une chaîne de caractères en expression. L'expression obtenue est immédiatement évaluée.
Cette fonction est particulièrement utile pour la programmation.

```
expr("1+2+x^2+x") [ENTER]      x2+x+3
expr("expand((1+x)^2)") [ENTER]  x2+2x+1
"Define cube(x)=x^3">funcstr [ENTER]
                                "Define cube(x)=x^3"
expr(funcstr) [ENTER]           Done
cube(2) [ENTER]                 8
```

ExpReg Menu MATH/Statistics/Regressions**RegExp****ExpReg** *liste1*, *liste2* [, *liste3*] [, *liste4*, *liste5*]

Ajustement exponentiel.

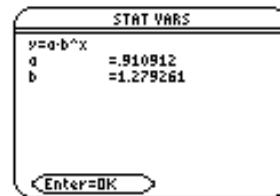
liste1 : liste des valeurs de *x*.
liste2 : liste des valeurs de *y*.
liste3 : liste des effectifs.
liste4 : liste des numéros de catégories.
liste5 : liste des numéros de catégories à utiliser.

Voir chapitre 16.

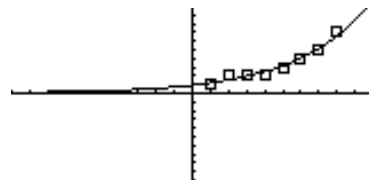
Note. Les arguments *liste1* à *liste4* doivent être des noms de variables contenant des listes, ou des noms de colonnes du type *c1*, *c2*, etc.
liste5 peut être une liste ou un nom de variable contenant une liste, mais pas un nom de colonne.

En mode graphique FUNCTION :

```
{1,2,3,4,5,6,7,8}>L1 [ENTER]      {1 2 ...}
{1,2,2,2,3,4,5,7}>L2 [ENTER]      {1 2 ...}
ExpReg L1,L2 [ENTER]              Done
ShowStat [ENTER]
```



```
[ENTER]
Regeq(x)→y1(x) [ENTER]          Done
NewPlot 1,1,L1,L2 [ENTER]       Done
[GRAPH]
```

**factor()** Menu MATH/Algebra**factor()****factor**(*expression1* [, *var*]) → *expression*

Factorisation d'une expression.

Voir chapitre 24 pour une explication détaillée des différentes façons d'utiliser cette fonction (factorisation plus ou moins poussée, ou en fonction de telle ou telle variable.)

factor(x^2-3,x) [ENTER] $(x+\sqrt{3}) \cdot (x-\sqrt{3})$ **factor**(*nombreRationnel*) → *décomposition*

Factorisation d'un nombre entier ou rationnel.

Voir aussi la fonction **isPrime()** page A-38.

```
factor(152417172689) [ENTER]
123457 · 1234577
isPrime(152417172689) [ENTER]  false
```


Fill	Menu MATH/Matrix	Remplir
Fill <i>expression, NomDeListe</i>		{1,2,3,4,5} → Alist <input type="button" value="ENTER"/> {1 2 3 4 5}
Fill <i>expression, Nom deMatrice</i>		fill 1.01, Alist <input type="button" value="ENTER"/> Done
		Alist <input type="button" value="ENTER"/> {1.01 1.01 1.01 1.01 1.01}
Remplace chaque élément de la liste ou de la matrice contenue dans la variable indiquée par <i>expression</i> .		
Le second argument doit déjà avoir été défini.		
	[1,2;3,4] → Amat <input type="button" value="ENTER"/>	$\begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{bmatrix}$
	Fill 1.01, Amat <input type="button" value="ENTER"/>	Done
	Amat <input type="button" value="ENTER"/>	$\begin{bmatrix} 1.01 & 1.01 \\ 1.01 & 1.01 \end{bmatrix}$

floor()	Menu MATH/Number	partEnt()
floor (<i>expression</i>) → <i>entier</i>		floor(-2.14) <input type="button" value="ENTER"/> -3
floor (<i>liste1</i>) → <i>liste</i>		floor({3.1,0,-5.3}) <input type="button" value="ENTER"/> {3.0 -6.}
floor (<i>matrice1</i>) → <i>matrice</i>		
Calcule la partie entière. Synonyme de int() .		
Note : voir aussi ceiling() (page A-14) et int() (page A-37).		

fMax()	Menu MATH/Calculus	xfMax()
fMax (<i>expression, var</i>) → <i>Expression booléenne</i>		fmax(.5x^3-x-2,x) <input type="button" value="ENTER"/> x = ∞
Retourne la (ou les) valeur(s) <i>var</i> correspondant à l'abscisse d'un maximum de la fonction définie par <i>expression</i> . Le résultat est du type <i>var=valeur</i> .		fmax(x^3/2-x-2,x) | x<1 <input type="button" value="ENTER"/> x = - $\frac{\sqrt{6}}{3}$
Utilisez l'opérateur "!" pour préciser l'intervalle de recherche et/ou spécifier le signe des paramètres symboliques intervenant dans <i>expression</i> .		fMax(.5x^3-x-2,x) | x<1 <input type="button" value="ENTER"/> x = -.816...
En mode APPROX , fMax() recherche de façon itérative un maximum local approché. C'est souvent plus rapide, surtout si vous utilisez l'opérateur "!".		fMax(a*x^2,x) <input type="button" value="ENTER"/> x = ∞ or x = -∞ or x = 0 or a = 0
Note : voir aussi fMin() (page A-31) et max() (page A-44).		fMax(a*x^2,x) | a<0 <input type="button" value="ENTER"/> x = 0

fMin()	Menu MATH/Calculus	xfMin()
fMin (<i>expression, var</i>) → <i>Expression booléenne</i>		fmin(-x^4/3+4x^2/3,x)
Retourne la (ou les) valeur(s) <i>var</i> correspondant à l'abscisse d'un minimum de la fonction définie par <i>expression</i> . Le résultat est du type <i>var=valeur</i> . Se reporter à fmax() (page A-31) pour un complément d'informations.		x = -∞ or x = ∞
Note : voir aussi min() (page A-46).		fmin(-x^4/3+4x^2/3,x) | x>-1 and x<1 x = 0

FnOff Écran de calcul : F4 (Other) **FoncNAff**

FnOff

Désactive toutes les fonctions définies dans l'écran Y= correspondant au mode graphique en cours d'utilisation. En mode de partage d'écran utilisant deux modes graphiques, cette commande n'agit que sur la fenêtre active.

FnOff [1] [, 2] ... [,99]

Désactive les fonctions spécifiées dans l'écran Y= correspondant au mode graphique en cours d'utilisation.

En mode Graph FUNCTION,
FnOff 1, 3 $\boxed{\text{ENTER}}$
désactive y1(x) et y3(x).

En mode Graph PARAMETRIC,
FnOff 1,3 $\boxed{\text{ENTER}}$
désactive xt1(t), yt1(t), xt3(t), et yt3(t).

FnOn Écran de calcul : F4 (Other) **FoncAff**

FnOn

Sélectionne toutes les fonctions définies dans l'écran Y= correspondant au mode graphique en cours d'utilisation.

FnOn [1] [, 2] ... [,99]

Sélectionne les fonctions spécifiées dans l'écran Y= correspondant au mode graphique en cours d'utilisation. Une seule fonction peut être active en mode graphique 3D.

En mode Graph 3D,
FnOn 2 $\boxed{\text{ENTER}}$
sélectionne z2(x,y).

For Structure de contrôle. Voir chap. VII et chap. 34, manuel CD. **For**

format() Menu MATH/String **format()**

format(*expression* [, *formatChaîne*]) → chaîne

Retourne *expression* sous la forme d'une chaîne de caractères correspondant au format spécifié (flottant, scientifique, ingénieur ou avec séparateur entre les groupes de 3 chiffres).

expression doit avoir une valeur numérique. Les formats sont des chaînes de caractères du type "F[n]", "S[n]", "E[n]", "G[n] [c]".

On peut ajouter une chaîne du type "Rc" pour changer le séparateur décimal.

Voir chapitre 36, page 36-4.

format(1.234567, "f3") $\boxed{\text{ENTER}}$ "1.235"
format(1.234567, "s2") $\boxed{\text{ENTER}}$ "1.23E 0"
format(1.234567, "e3") $\boxed{\text{ENTER}}$ "1.235E 0"
format(1.234567, "g3") $\boxed{\text{ENTER}}$ "1.235"
format(1234.567, "g3") $\boxed{\text{ENTER}}$ "1,234.567"
format(1.234567, "g3,r:") $\boxed{\text{ENTER}}$ "1:235"

fPart() Menu MATH/Number **partDéc()**

fPart(*expression1*) → *expression*

fPart(*liste1*) → *liste*

fPart(*matrice1*) → *matrice*

Retourne la partie fractionnaire.

fpart(-1.234) $\boxed{\text{ENTER}}$ -.234
fpart({1, -2.3, 7.003}) $\boxed{\text{ENTER}}$ {0 -.3 .003}

Func Instruction de programmation. Voir chap. VII et chap. 31, manuel CD. **Func**

gcd() **Menu MATH/Number** **pgcd()**

gcd(*nombre1, nombre2*) → *expression*
gcd(*liste1, liste2*) → *liste*
gcd(*matrice1, matrice2*) → *matrice*

`gcd(18,33)` **[ENTER]** 3
`gcd({12,14,16},{9,7,5})` **[ENTER]**
{3 7 1}

Plus grand diviseur commun.

Lors d'une utilisation sur des listes ou des matrices, on obtient la liste ou la matrice des pgcd des éléments situés à des positions correspondantes.

Lorsque l'on utilise cette fonction avec deux fractions *a/b* et *c/d*, on obtient **gcd(a,c)/lcm(b,d)**. Voir **lcm**, page A-38.

Get **CATALOG** **Capt**

Get *var*

Permet de récupérer une valeur en provenance de l'interface CBL™, ou de l'interface CBR™, et place cette valeur dans la variable *var*.

Voir les chapitres 21 et 38.

Extrait de programme :

```
:  
:Send {3,1,-1,0}  
:For i,1,99  
: Get data[i]  
: PtOn i,data[i]  
:EndFor  
:
```

GetCalc **CATALOG** **CaptCalc**

GetCalc *var*

Récupère une donnée sur le port de connexion avec une TI-89/TI-92 Plus.

Cette donnée est ensuite placée dans la variable *var*.

Voir aussi **SendCalc**, page A-67 et **SendChat**, page A-67.

Extrait de programme :

```
:  
:Disp "Appuyez sur Enter"  
:Pause  
:GetCalc L1  
:Disp "Liste L1 reçue"  
:
```

getConfig() **CATALOG** **captConf()**

getConfig() → *Liste de couples*

Cette fonction permet d'obtenir la configuration de la calculatrice : numéro de version, mémoire libre, taille de l'écran...

Utilisée dans un programme, elle permet entre autres de tester si la calculatrice est une TI-89/TI-92 Plus, disposant d'un écran graphique de taille différente.

On obtient une liste de chaînes de caractères formée par les noms des attributs, suivis de leurs valeurs. Voir exemple ci-contre.

Note. Vous obtiendrez sans doute des valeurs différentes sur votre propre calculatrice.

L'attribut Cert. Rev. # n'apparaît que si vous avez acheté et installé un logiciel supplémentaire sur votre calculatrice.

```
getConfig() [ENTER]  
{"Product Name" "Advanced  
Mathematics Software"  
"Version" "2.00, 07/07/1999"  
"Product ID" "03-0-0-16"  
"Screen Width" 160  
"Screen Height" 100  
"Window Width" 160  
"Window Height" 67  
"RAM Size" 262132  
"Free RAM" 191706  
"Archive Size" 393216  
"Free Archive" 393204}
```

getDenom() Menu MATH/Algebra/Extract **dénom()**

getDenom (<i>expression1</i>) → <i>expression</i>	<code>getDenom((x+2)/(y-3))</code> <input type="button" value="ENTER"/>	$y - 3$
Retourne le dénominateur de <i>expression1</i> .	<code>getDenom(2/7)</code> <input type="button" value="ENTER"/>	7
Attention à la simplification automatique, effectuée avant la recherche de ce dénominateur.	<code>getDenom(1/x+(y^2+y)/y^2)</code> <input type="button" value="ENTER"/>	$x \cdot y$

getFold() CATALOG **nomDoss()**

getFold () → <i>Chaîne</i>	<code>getFold()</code> <input type="button" value="ENTER"/>	"main"
Retourne le nom du dossier en cours d'utilisation.	<code>getFold()>oldfoldr</code> <input type="button" value="ENTER"/>	"main"
	<code>oldfoldr</code> <input type="button" value="ENTER"/>	"main"

getKey() Instruction d'entrée/sortie. Voir chap. VII et chap. 33, manuel CD. **codTouch()****getMode()** CATALOG **captMode()**

getMode (<i>NomDeMode</i>) → <i>chaîne</i>	<code>getMode("angle")</code> <input type="button" value="ENTER"/>	"RADIAN"
getMode ("ALL") → <i>ListeDeChaîne</i>	<code>getMode("graph")</code> <input type="button" value="ENTER"/>	"FUNCTION"
Si l'argument est un nom de mode, on obtient la chaîne de caractères correspondant à l'option choisie.	<code>getMode("all")</code> <input type="button" value="ENTER"/>	{ "Graph" "FUNCTION" "Display Digits" "FLOAT 6" "Angle" "RADIAN" "Exponential Format" "NORMAL" "Complex Format" "REAL" "Vector Format" "RECTANGULAR" "Pretty Print" "ON" "Split Screen" "FULL" "Split 1 App" "Home" "Split 2 App" "Graph" "Number of Graphs" "1" "Graph 2" "FUNCTION" "Exact/Approx" "AUTO" "Base" "DEC" }
Si l'argument est "ALL", on obtient une liste de chaînes. Il est possible de mémoriser cette liste pour replacer ultérieurement la TI-89 / TI-92 Plus dans la même configuration à l'aide d'une unique instruction SetMode .		
Vous trouverez la liste des choix possibles dans la description de l'instruction SetMode , voir page A-69.		
Note : pour fixer ou retourner des informations sur le mode Unit System , utilisez setUnits() , page A-70 ou getUnits() , page A-35 au lieu de setMode() ou getMode() .		

Note : d'autres définitions de mode peuvent s'afficher sur votre écran.

getNum() Menu MATH/Algebra/Extract **numér()**

getNum (<i>expression1</i>) → <i>expression2</i>	<code>getNum((x+2)/(y-3))</code> <input type="button" value="ENTER"/>	$x + 2$
Retourne le numérateur obtenu après simplification de <i>expression1</i> , Voir chapitre 24.	<code>getNum(2/7)</code> <input type="button" value="ENTER"/>	2
	<code>getNum(1/x+1/y)</code> <input type="button" value="ENTER"/>	$x + y$

getType() CATALOG**captType()****getType(var)** → chaîne

Retourne une chaîne de caractères indiquant le type du contenu de la variable *var*.

Si *var* n'a pas été définie, on obtient "NONE".

{1,2,3}→temp [ENTER]getType(temp) [ENTER]2+3i→temp [ENTER]getType(temp) [ENTER]del var temp [ENTER]getType(temp) [ENTER]

"LIST"

"EXPR"

"NONE"

Type	Contenu de la variable
"ASM"	Programme en assembleur.
"DATA"	Tableau de données.
"EXPR"	Expression (y compris complexes/undef, ∞, -∞, TRUE, FALSE, pi, e).
"FUNC"	Fonction.
"GDB"	Base de données graphiques.
"LIST"	Liste.
"MAT"	Matrice.
"NONE"	Variable non définie.
"NUM"	Nombre réel.
"OTHER"	Type de données divers (utilisation ultérieure par les applications logicielles.)
"PIC"	Image.
"PRGM"	Programme.
"STR"	Chaîne de caractères.
"TEXT"	Fichier texte.
"VAR"	Nom d'une autre variable.

getUnits() CATALOG**captUnit()****getUnits()** → liste

Retourne une liste de chaînes de caractères contenant les unités courantes par défaut de toutes les catégories à l'exception des constantes, de la température, de la quantité de matière, de l'intensité lumineuse et de l'accélération. *liste* a la forme suivante :

```
{"système" "cat1" "unité1" "cat2" "unité2" ...}
```

La première chaîne indique le système (**SI**, **ENG/US** ou **CUSTOM**) tandis que les couples de chaînes suivants indiquent une catégorie (par ex. la longueur) et son unité par défaut (par ex. *_m* pour mètres).

Pour définir les unités par défaut, utilisez **setUnits()**, page A-70.

getUnits()[ENTER]

```
{"SI" "Area" "NONE"
 "Capacitance" "_F"
 "Charge" "_coul"
 ... }
```

Note : il se peut que d'autres unités par défaut soient affichées sur votre écran.

Goto

Structure de contrôle. Voir chap. VII et chap. 34, manuel CD.

Goto

Graph *expression1* [, *expression2*] [, *var1*] [, *var2*]

Représentation graphique des expressions en fonction des variables indiquées.

Cette représentation graphique se fait conformément au mode graphique en cours d'utilisation.

Les valeurs par défaut des arguments optionnels *var1* ou *var2* sont les noms des variables utilisées dans chacun des modes :

Mode FUNCTION

Graph *expr* **Graph** *expr*, *x*

Mode PARAMETRIC

Graph *xExpr*, *yExpr* **Graph** *xExpr*, *yExpr*, *t*

Mode POLAR

Graph *expr* **Graph** *expr*, θ

Mode SEQUENCE Non admis

Mode 3D

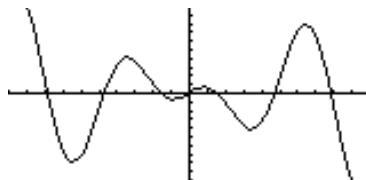
Graph *expr* **Graph** *expr*, *x*, *y*

Mode

DIFF EQUATIONS Non admis

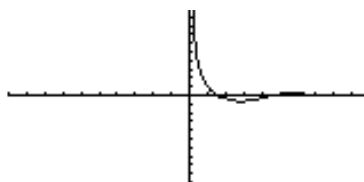
En mode graphique FUNCTION et avec un zoom standard :

Graph 1.25a*cos(a), a



En mode PARAMETRIC et avec un zoom standard :

Graph time, 2cos(time)/time, time



En mode 3D :

Graph (v^2 - w^2)/4, v, w



entier1 ▶Hex → *entier*

256 ▶Hex

0h100

Convertit *entier1* en un nombre hexadécimal. Les nombres binaires ou hexadécimaux sont toujours précédés respectivement de 0b ou de 0h.

0b111100001111 ▶Hex

0hF0F

└─ Zéro (pas la lettre O) suivi de b ou h.

0b *nombreBinaire*

0h *nombreHexadécimal*

└─ Un nombre binaire peut avoir jusqu'à 32 chiffres ; un nombre hexadécimal jusqu'à 8 chiffres.

Sans préfixe, *entier1* est considéré comme en écriture décimale (base 10). Le résultat est affiché en mode hexadécimal, quel que soit le mode Base en cours d'utilisation.

Si vous entrez un entier trop grand pour être codé en binaire sur 32 bits, il est ramené à l'aide d'une congruence dans la plage appropriée.

identity() Menu MATH/Matrix **identité()**

identity(*expression1*) → *matrice*

identity(4)

Retourne la matrice identité (matrice unité) dont la taille est définie par *expression1*.

expression1 doit avoir une valeur entière positive.

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

If Structure de contrôle. Voir chap. VII et chap. 34, manuel CD. **If**

imag() Menu MATH/Complex **imag()**

imag(*expression1*) → *expression*

imag(1+2i)

2

imag(*liste1*) → *liste*

imag({-3,4-i,i})

{0 -1 1}

imag(*matrice1*) → *matrice*

Partie imaginaire.

imag(z)

0

Note. Toutes les variables indéfinies sont considérées comme réelles, sauf si leur nom se termine par _.

imag(z_)

imag(z_)

Voir aussi **real()** (page A-63).

Input Instruction d'entrée/sortie. Voir chap. VII et chap. 33, manuel CD. **Input**

InputStr Instruction d'entrée/sortie. Voir chap. VII et chap. 33, manuel CD. **InputStr**

inString() Menu MATH/String **posTexte()**

inString(*chaîne*, *sousChaîne*[, *début*]) → *entier*

inString("Hello there","the")

7

Retourne le numéro du caractère de la chaîne *chaîne* où commence la première occurrence de la chaîne *sousChaîne*.

"ABCEFG"→s1:If(inString(s1,"D"))=0:Disp "D non trouvé."

D non trouvé.

début, s'il est présent, indique le point de départ de la recherche dans la chaîne *chaîne*. Par défaut, on commence la recherche à partir du premier caractère.

Si *chaîne* ne contient pas *sousChaîne* ou si *début* est supérieur à la longueur de *chaîne*, on obtient 0.

int() CATALOG **partEnt()**

int(*nombre*) → *entier*

int(-2.5)

-3.

int(*liste*) → *liste*

int([-1.234,0,0.37])

[-2.00.]

int(*matrice*) → *matrice*

Partie entière, identique à **floor()**. L'argument peut être un nombre réel ou complexe.

intDiv() CATALOG **divEnt()**

intDiv(*entier1*, *entier2*) → *entier*

intDiv(-7,2)

-3

intDiv(*liste1*, *liste2*) → *liste*

intDiv(4,5)

0

intDiv(*matrice1*, *matrice2*) → *matrice*

intDiv({12,-14,-16},{5,4,-3})

Quotient entier de *entier1* par *entier2*. Le reste est obtenu par la fonction **remain**.

{2 -3 5}

integrate Voir $\int()$, page A-96.

iPart() Menu MATH/Number **ent()**

iPart (nombre) → entier	<code>iPart(-1.234)</code> <input type="button" value="ENTER"/>	-1.
iPart (liste) → liste		
iPart (matrice) → matrice	<code>iPart({3/2,-2.3,7.003})</code> <input type="button" value="ENTER"/>	{1 -2.7.}
iPart (x) = x - fPart (x)		

isPrime() Menu MATH/Test **estPrem()**

isPrime (nombre) → condition constante	<code>isPrime(5)</code> <input type="button" value="ENTER"/>	true
	<code>isPrime(6)</code> <input type="button" value="ENTER"/>	false
Retourne true si l'argument (nombre) est un entier naturel premier, false dans le cas contraire.		
Si <i>nombre</i> dépasse 306 chiffres environ et n'a pas de diviseurs inférieurs à 1021, isPrime (nombre) affiche un message d'erreur.		
Note. Il est beaucoup plus rapide d'utiliser cette fonction plutôt que factor() lorsque vous voulez seulement tester si un nombre est premier.		
	Fonction permettant de déterminer le nombre premier suivant un nombre spécifié :	
	Define nextPrim(n) = Func:Loop: n+1>n:if isPrime(n):return n:	
	EndLoop:EndFunc <input type="button" value="ENTER"/>	Done
	<code>nextPrim(7)</code> <input type="button" value="ENTER"/>	11

Item Structure de contrôle. Voir chap. VII et chap. 34, manuel CD. **Item**

Lbl Structure de contrôle. Voir chap. VII et chap. 34, manuel CD. **Lbl**

lcm() Menu MATH/Number **ppcm()**

lcm (nombre1, nombre2) → expression	<code>lcm(6,9)</code> <input type="button" value="ENTER"/>	18
lcm (liste1, liste2) → liste		
lcm (matrice1, matrice2) → matrice	<code>lcm({1/3,-14,16},{2/15,7,5})</code> <input type="button" value="ENTER"/>	{2/3 14 80}
Plus petit multiple commun.		
Lorsque l'on utilise cette fonction avec deux fractions a/b et c/d , on obtient lcm (a,c)/ gcd (b,d). Voir gcd , page A-33.		

left() Menu MATH/List, MATH/String ou MATH/Algebra/Extract **gauche()**

left (liste1[, num]) → liste	<code>left({1,3,-2,4},3)</code> <input type="button" value="ENTER"/>	{1 3 -2}
Retourne la liste formée par les <i>num</i> premiers éléments de <i>liste1</i> .		
Si <i>num</i> est absent, on obtient la liste <i>liste1</i> .		
left (chaîne1[, num]) → chaîne	<code>left("Hello",2)</code> <input type="button" value="ENTER"/>	"He"
Retourne la chaîne formée par les <i>num</i> premiers caractères de <i>chaîne1</i> .		
Si <i>num</i> est absent, on obtient <i>chaîne1</i> .		
left (comparaison) → expression	<code>left(x<3)</code> <input type="button" value="ENTER"/>	x
Retourne le membre de gauche d'une équation ou d'une inéquation.		

limit() **Menu MATH/Calculus** **lim()**

limit(expression1, var, point[, direction]) →
expression

Recherche la limite de l'expression quand la variable tend vers le point indiqué.

On obtient la limite à gauche si l'argument optionnel *direction* est négatif, la limite à droite si *direction* est positif.

Il est préférable de ne pas utiliser cette fonction en mode APPROXIMATE en raison des conséquences des erreurs d'arrondi sur la détermination d'une limite.

<code>limit(2x+3,x,5)</code> [ENTER]	13
<code>limit(1/x,x,0,1)</code> [ENTER]	∞
<code>limit(sin(x)/x,x,0)</code> [ENTER]	1
<code>limit((sin(x+h)-sin(x))/h,h,0)</code> [ENTER]	$\cos(x)$
<code>limit((1+1/n)^n,n,\infty)</code> [ENTER]	e
<code>limit(a^x,x,\infty)</code> [ENTER]	undef
<code>limit(a^x,x,\infty) | a>1</code> [ENTER]	∞
<code>limit(a^x,x,\infty) | a>0 and a<1</code> [ENTER]	0

Line **Écran graphique : F7 (Pencil), outil interactif ou CATALOG** **Lign**

Line *xDébut, yDébut, xFin, yFin* [, *Option*]

Affiche l'écran graphique et affiche, efface ou inverse les pixels situés sur le segment défini par les points (*xDébut, yDébut*) et (*xFin, yFin*.)

Option = 1 : affiche les pixels (option par défaut)

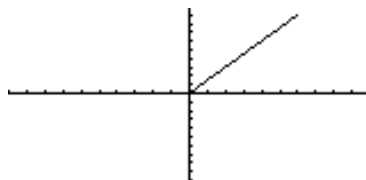
Option = 0 : efface les pixels

Option = -1 : inverse l'état des pixels.

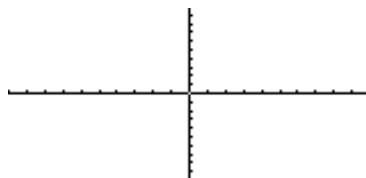
Note : toute nouvelle représentation graphique efface l'ensemble des objets dessinés. Voir aussi **PxlLine** (page A-58).

Avec un zoom standard, construction d'un segment de droite et effacement partiel.

`line 0,0,6,9` **[ENTER]**



`line 0,0,6,9,0` **[ENTER]**



LineHorz **CATALOG** **LignHor**

LineHorz *y1* [, *Option*]

Affiche l'écran graphique et affiche, efface ou inverse les pixels situés sur la droite (horizontale) d'équation $y=y1$.

Option = 1 : affiche les pixels (option par défaut)

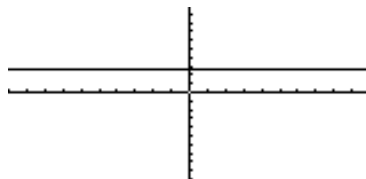
Option = 0 : efface les pixels

Option = -1 : inverse l'état des pixels.

Note : toute nouvelle représentation graphique efface l'ensemble des objets dessinés. Voir aussi **PxlHorz** (page A-58).

Avec un zoom standard :

`LineHorz 2.5` **[ENTER]**



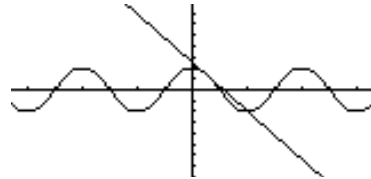
LineTan CATALOG**LignTan****LineTan** *expression1, expression2*

Affiche l'écran graphique et construit la tangente à la courbe définie par *expression1* au point défini par *expression2*.

Note. Dans l'exemple, *expression1* est représentée au préalable. **LineTan** n'effectue pas la représentation de *expression1*.

En mode graphique FUNCTION et avec un zoom trigonométrique :

```
Graph cos(x)
[ENTER]
LineTan cos(x), π/4 [ENTER]
```

**LineVert CATALOG****LignVert****LineVert** *x1 [, Option]*

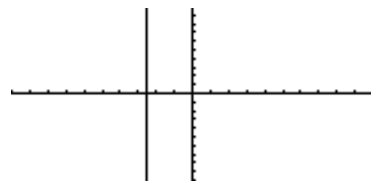
Affiche l'écran graphique et affiche, efface ou inverse les pixels situés sur la droite (verticale) d'équation $x=x1$.

Option = 1 : affiche les pixels (option par défaut)
Option = 0 : efface les pixels
Option = -1 : inverse l'état des pixels.

Note : toute nouvelle représentation graphique efface l'ensemble des objets dessinés. Voir aussi **PxlVert** (page A-59).

Avec un zoom standard :

```
LineVert -2.5 [ENTER]
```

**LinReg Menu MATH/Statistics/Regressions****RegLin****LinReg** *liste1, liste2[, liste3] [, liste4, liste5]*

Ajustement linéaire.

liste1 : liste des valeurs de x .
liste2 : liste des valeurs de y .
liste3 : liste des effectifs.
liste4 : liste des numéros de catégories.
liste5 : liste des numéros de catégories à utiliser.

Voir chapitre 16.

Note. Les arguments *liste1* à *liste4* doivent être des noms de variables contenant des listes, ou des noms de colonnes du type $c1$, $c2$, etc.

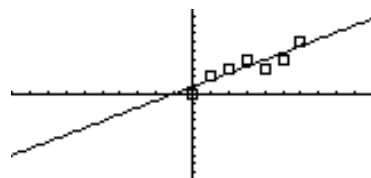
liste5 peut être une liste ou un nom de variable contenant une liste, mais pas un nom de colonne.

En mode graphique FUNCTION :

```
{0,1,2,3,4,5,6} → L1 [ENTER]      {0 1 2 ...}
{0,2,3,4,3,4,6} → L2 [ENTER]      {0 2 3 ...}
LinReg L1,L2 [ENTER]                Done
ShowStat [ENTER]
```



```
[ENTER]
Regeq(x) → y1(x) [ENTER]           Done
NewPlot 1,1,L1,L2 [ENTER]         Done
[GRAPH]
```



list▶mat() Menu MATH/List **list▶mat()**

list▶mat(*liste* [, *Nbcol*]) → *matrice*

list▶mat({1,2,3}) **[ENTER]** [1 2 3]

Retourne une matrice construite ligne par ligne à partir de la liste *liste*.

list▶mat({1,2,3,4,5},2) **[ENTER]**

Nbcol fixe le nombre de colonnes de la matrice obtenue.

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \\ 5 & 0 \end{bmatrix}$$

Par défaut, il est égal au nombre d'éléments de la liste, et on obtient une matrice ligne.

Si *liste* ne comporte pas assez d'éléments, on complète par des zéros.

Δlist() Menu MATH/List **Δlist()**

Δlist(*liste1*) → *liste2*

Δlist({20,30,45,70}) **[ENTER]**

{10,15,25}

Permet d'obtenir la liste construite en calculant la différence entre les éléments consécutifs de *liste1*. Le résultat comporte un élément de moins que la liste initiale.

ln() TI-89 : touches TI-92 Plus : touche **[LN]** **ln()**

ln(*expression1*) → *expression*

ln(2.0) **[ENTER]** 0.693...

ln(*liste1*) → *liste*

En mode Complex format REAL :

Logarithme népérien.

ln(-1) **[ENTER]**

Error: Non real result

En mode Complex format RECTANGULAR :

$\pi \cdot i$

ln(*matriceCarrée1*) → *matriceCarrée*

En mode RADIAN et en mode Complex Format RECTANGULAR :

Retourne le logarithme népérien de *matriceCarrée1*. N'équivaut pas au calcul des logarithmes népériens des différents éléments. Pour plus d'informations sur la méthode de calcul, reportez-vous à **cos()**, page A-16.

ln([-1,1,1;1,-1,1;1,1,-1]) **[ENTER]**

matriceCarrée1 doit être diagonalisable.

Le résultat contient toujours des chiffres en virgule flottante.

$$\begin{bmatrix} .46\dots+2.09\dots i & -.23\dots-1.04\dots i & -.23\dots-1.04\dots i \\ -.23\dots-1.04\dots i & .46\dots+2.09\dots i & -.23\dots-1.04\dots i \\ -.23\dots-1.04\dots i & -.23\dots-1.04\dots i & .46\dots+2.09\dots i \end{bmatrix}$$

LnReg **Menu MATH/Statistics/Regressions** **RegLn**

LnReg *liste1, liste2* [, [*liste3*] [, *liste4, liste5*]]

Ajustement logarithmique.

- liste1* : liste des valeurs de *x*.
- liste2* : liste des valeurs de *y*.
- liste3* : liste des effectifs.
- liste4* : liste des numéros de catégories.
- liste5* : liste des numéros de catégories à utiliser.

Voir chapitre 16.

Note. Les arguments *liste1* à *liste4* doivent être des noms de variables contenant des listes, ou des noms de colonnes du type c1, c2, etc.
liste5 peut être une liste ou un nom de variable contenant une liste, mais pas un nom de colonne.

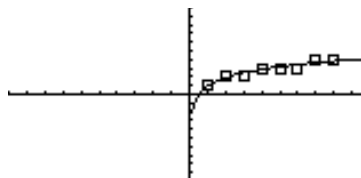
En mode graphique FUNCTION :

En mode graphique FUNCTION :

{1,2,3,4,5,6,7,8} > L1 [ENTER] {1 2 3 ...}
 {1,2,2,3,3,3,4,4} > L2 [ENTER] {1 2 2 ...}
 LnReg L1,L2 [ENTER] Done
 ShowStat [ENTER]



[ENTER]
 Regeq(x)→y1(x) [ENTER] Done
 NewPlot 1,1,L1,L2 [ENTER] Done
 [GRAPH]



Local **Instruction de programmation. Voir chap. VII et chap. 31, manuel CD.** **Local**

Lock **CATALOG** **Verr**

Lock *var1* [, *var2*, ...]

Cette instruction permet de verrouiller les variables indiquées. Ceci les protège d'un effacement ou d'une modification.

Note : voir l'instruction **Unlock** (page A-85).

{1,2,3,4} > L1 [ENTER] {1,2,3,4}
 Lock L1 [ENTER] Done
 DelVar L1 [ENTER]
 Error: Variable is locked or protected

log() **CATALOG** **log()**

log(*expression1*) → *expression*
log(*liste1*) → *liste*

Logarithme décimal.

log(2.0) [ENTER] 0.301...

En mode Complex format REAL :

log({-3,1.2,5}) [ENTER]
 Error: Non real result

En mode Complex format RECTANGULAR :

log({-3,1.2}) [ENTER]

$$\left\{ \frac{\ln(3)}{\ln(10)} + \frac{\pi}{\ln(10)} i, 0.07918... \right\}$$

$\log(\text{matriceCarrée1}) \rightarrow \text{matriceCarrée}$

Retourne le logarithme décimal de *matriceCarrée1*. N'équivaut pas au calcul des logarithmes décimaux des différents éléments. Pour plus d'informations sur la méthode de calcul, reportez-vous à **cos()**, page A-16.

matriceCarrée1 doit être diagonalisable. Le résultat contient toujours des chiffres en virgule flottante.

En mode RADIEN et en mode Complex
Format RECTANGULAR :

$\log([-1,1,1;1,-1,1;1,1,-1])$ **[ENTER]**

.200...+909...i	-.100...-454...i	-.100...-454...i
-.100...-454...i	.200...+909...i	-.100...-454...i
-.100...-454...i	-.100...-454...i	.200...+909...i

Logistic Menu MATH/Statistics/Regressions

Logistic

Logistic *liste1*, *liste2* [, *itérations*], [*liste3*] [, *liste4*, *liste5*]

Ajustement logistique.

Toutes les listes doivent avoir la même dimension à l'exception de *liste5*.

liste1 : liste des valeurs de *x*.
liste2 : liste des valeurs de *y*.
liste3 : liste des effectifs.
liste4 : liste des numéros de catégories.
liste5 : liste des numéros de catégories à utiliser.

La valeur de *itérations* détermine le nombre maximum d'itérations utilisées lors de la recherche de cet ajustement.

La valeur par défaut est 64.

On obtient une meilleure précision en choisissant une valeur élevée, mais cela augmente également le temps de calcul.

Note : les arguments *liste1* à *liste4* doivent être des noms de variables contenant des listes, ou des noms de colonnes du type c1, c2, etc. *liste5* peut être une liste ou un nom de variable contenant une liste, mais pas un nom de colonne.

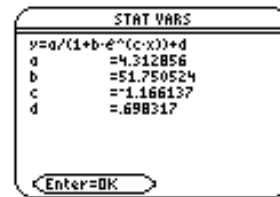
En mode graphique FONCTION :

{1,2,3,4,5,6} > L1 **[ENTER]** {1 2 3 ...}

{1,1.3,2.5,3.5,4.5,4.8} > L2 **[ENTER]**

Logistic L1,L2 **[ENTER]** Done

ShowStat **[ENTER]**



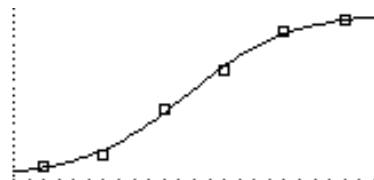
[ENTER]

regeq(x) > y1(x) **[ENTER]** Done

NewPlot 1,1,L1,L2 **[ENTER]** Done

[GRAPH]

[F2] 9



Loop Structure de contrôle. Voir chap. VII et chap. 34, manuel CD.

Loop

LU **Menu MATH/Matrix** **LU**

LU *matrice*, *nomMatI*, *nomMatS*, *nomMatP*[, *tol*]

Calcule la décomposition LU (upper-lower) d'une *matrice* réelle ou complexe. La matrice triangulaire inférieure est mémorisée dans *nomMatI*, la matrice triangulaire supérieure dans *nomMatS*, et la matrice de permutation (qui décrit les échanges de lignes exécutés pendant le calcul) dans *nomMatP*.

$$\text{nomMatI} * \text{nomMatS} = \text{nomMatP} * \text{matrice}$$

Note. Vous trouverez des informations complémentaires sur l'utilisation de l'argument optionnel *tol* dans la description de la fonction **ref()**, page A-64.

L'algorithme de factorisation **LU** utilise la méthode du Pivot partiel avec échanges de lignes.

Voir également chapitre 29.

[6,12,18;5,14,31;3,8,18] → m1 **ENTER**

$$\begin{bmatrix} 6 & 12 & 18 \\ 5 & 14 & 31 \\ 3 & 8 & 18 \end{bmatrix}$$

LU m1,lower,upper,perm **ENTER** Done

lower **ENTER**

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 5/6 & 1 & 0 \\ 1/2 & 1/2 & 1 \end{bmatrix}$$

upper **ENTER**

$$\begin{bmatrix} 6 & 12 & 18 \\ 0 & 4 & 16 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

perm **ENTER**

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

mat▶list() **Menu MATH/Listt** **mat▶list()**

mat▶list(*matrice*) → *liste*

Retourne la liste obtenue en copiant les éléments de la matrice ligne par ligne.

mat▶list([1,2,3]) **ENTER**

{1 2 3}

[1,2,3;4,5,6] → M1 **ENTER**

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \end{bmatrix}$$

mat▶list(M1) **ENTER**

{1 2 3 4 5 6}

max() **Menu MATH/List** **max()**

max(*expression1*, *expression2*) → *expression*

max(*liste1*, *liste2*) → *liste*

max(*matrice1*, *matrice2*) → *matrice*

Retourne le maximum de deux éléments.

Utilisable avec deux listes ou deux matrices de même dimension.

max(2.3,1.4) **ENTER**

2.3

max({1,2},{-4,3}) **ENTER**

{1 3}

max(*liste1*) → *liste*

Retourne l'élément maximal de *liste1*.

max({0,1,-7,1.3,.5}) **ENTER**

1.3

max(*matrice1*) → *matrice*

Retourne la matrice ligne formée par les éléments maximaux de chaque colonne de *matrice1*.

max([1,-3,7;-4,0,.3]) **ENTER**

[1 0 7]

Note : voir aussi **fMax()** (page A-31) et **min()** (page A-46).

mean() Menu MATH/Statistics **moyenne()**

mean(*liste1* [, *liste2*]) → *expression*

Retourne la moyenne des éléments de *liste1*, éventuellement pondérés par les éléments de *liste2*.

mean({.2,0,1,-.3,.4}) **[ENTER]** .26

mean({1,2,3},{3,2,1}) **[ENTER]** 5/3

mean(*matrice1* [, *matrice2*]) → *matrice*

Retourne la matrice ligne formée par les moyennes des éléments de chaque colonne de *matrice1*, éventuellement pondérés par les éléments correspondant de *matrice2*

En mode Vector Format RECTANGULAR :

mean([.2,0;-1,3;.4,-.5]) **[ENTER]**
[-.133... .833...]

mean([1/5,0;-1,3;2/5,-1/2]) **[ENTER]**
[-2/15 5/6]

mean([1,2;3,4;5,6],[5,3;4,1;6,2]) **[ENTER]** [47/15, 11/3]

median() Menu MATH/Statistics **médiane()**

median(*liste*) → *expression*

Retourne la médiane des éléments de *liste*.

median({.2,0,1,-.3,.4}) **[ENTER]** .2

median(*matrice1*) → *matrice*

Retourne la matrice ligne formée par les médianes de chaque colonne de *matrice1*.

median([.2,0;1,-.3;.4,-.5]) **[ENTER]**
[.4 -.3]

Note. La liste ou la matrice utilisée ne doit contenir que des valeurs numériques.

MedMed Menu MATH/Statistics/Regressions **MedMed**

MedMed *liste1*, *liste2* [, [*liste3*] [, *liste4*, *liste5*]]

Cette méthode d'ajustement est décrite dans le chapitre 13.

liste1 : liste des valeurs de *x*.

liste2 : liste des valeurs de *y*.

liste3 : liste des effectifs.

liste4 : liste des numéros de catégories.

liste5 : liste des numéros de catégories à utiliser.

Note. Les arguments *liste1* à *liste4* doivent être des noms de variables contenant des listes, ou des noms de colonnes du type c1, c2, etc.

liste5 peut être une liste ou un nom de variable contenant une liste, mais pas un nom de colonne.

En mode graphique FUNCTION :

{0,1,2,3,4,5,6} → L1 **[ENTER]** {0 1 2 ...}

{0,2,3,4,3,4,6} → L2 **[ENTER]** {0 2 3 ...}

MedMed L1,L2 **[ENTER]** Done

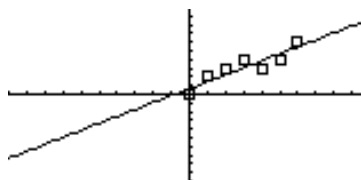
ShowStat **[ENTER]**



[ENTER] Regeq(x) → y1(x) **[ENTER]** Done

NewPlot 1,1,L1,L2 **[ENTER]** Done

[GRAPH]



mid()	Menu MATH/List ou MATH/String	mid()
--------------	--------------------------------------	--------------

<p>mid(liste1, début [, nbre]) → <i>liste</i></p> <p>Retourne la liste de <i>nbre</i> éléments extraits de <i>liste1</i> en commençant à l'élément n° <i>début</i>.</p> <p>En cas d'absence de <i>nbre</i> ou si celui-ci dépasse le nombre d'éléments de la liste <i>liste1</i>, on obtient les éléments compris entre l'élément n° <i>début</i> et le dernier élément de <i>liste1</i>. <i>nbre</i> doit être un entier positif ou nul. S'il est nul, on obtient une liste vide {}.</p>	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 80%;"><code>mid({9,8,7,6},3) [ENTER]</code></td> <td style="width: 20%; text-align: right;">{7 6}</td> </tr> <tr> <td><code>mid({9,8,7,6},2,2) [ENTER]</code></td> <td style="text-align: right;">{8 7}</td> </tr> <tr> <td><code>mid({9,8,7,6},1,2) [ENTER]</code></td> <td style="text-align: right;">{9 8}</td> </tr> <tr> <td><code>mid({9,8,7,6},1,0) [ENTER]</code></td> <td style="text-align: right;">{ }</td> </tr> </table>	<code>mid({9,8,7,6},3) [ENTER]</code>	{7 6}	<code>mid({9,8,7,6},2,2) [ENTER]</code>	{8 7}	<code>mid({9,8,7,6},1,2) [ENTER]</code>	{9 8}	<code>mid({9,8,7,6},1,0) [ENTER]</code>	{ }
<code>mid({9,8,7,6},3) [ENTER]</code>	{7 6}								
<code>mid({9,8,7,6},2,2) [ENTER]</code>	{8 7}								
<code>mid({9,8,7,6},1,2) [ENTER]</code>	{9 8}								
<code>mid({9,8,7,6},1,0) [ENTER]</code>	{ }								

<p>mid(chaîne1, début[, nbre]) → <i>chaîne</i></p> <p>Retourne la chaîne de <i>nbre</i> caractères extraite de <i>chaîne1</i>, en commençant au caractère n° <i>début</i>.</p> <p>En cas d'absence de <i>nbre</i> ou si celui-ci dépasse le nombre de caractères de la chaîne <i>chaîne1</i>, on obtient les caractères compris entre l'élément n° <i>début</i> et le dernier caractère de <i>chaîne1</i>. <i>nbre</i> doit être un entier positif ou nul. S'il est nul, on obtient une chaîne vide "".</p>	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 80%;"><code>mid("Hello there",2) [ENTER]</code></td> <td style="width: 20%; text-align: right;">"ello there"</td> </tr> <tr> <td><code>mid("Hello there",7,3) [ENTER]</code></td> <td style="text-align: right;">"the"</td> </tr> <tr> <td><code>mid("Hello there",1,5) [ENTER]</code></td> <td style="text-align: right;">"Hello"</td> </tr> <tr> <td><code>mid("Hello there",1,0) [ENTER]</code></td> <td style="text-align: right;">""</td> </tr> </table>	<code>mid("Hello there",2) [ENTER]</code>	"ello there"	<code>mid("Hello there",7,3) [ENTER]</code>	"the"	<code>mid("Hello there",1,5) [ENTER]</code>	"Hello"	<code>mid("Hello there",1,0) [ENTER]</code>	""
<code>mid("Hello there",2) [ENTER]</code>	"ello there"								
<code>mid("Hello there",7,3) [ENTER]</code>	"the"								
<code>mid("Hello there",1,5) [ENTER]</code>	"Hello"								
<code>mid("Hello there",1,0) [ENTER]</code>	""								

min()	Menu MATH/List	min()
--------------	-----------------------	--------------

<p>min(expression1, expression2) → <i>expression</i></p> <p>min(liste1, liste2) → <i>liste</i></p> <p>min(matrice1, matrice2) → <i>matrice</i></p> <p>Retourne le minimum des deux éléments.</p> <p>Utilisable avec deux listes ou deux matrices de même dimension.</p>	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 80%;"><code>min(2.3,1.4) [ENTER]</code></td> <td style="width: 20%; text-align: right;">1.4</td> </tr> <tr> <td><code>min({1,2},{-4,3}) [ENTER]</code></td> <td style="text-align: right;">{-4 2}</td> </tr> </table>	<code>min(2.3,1.4) [ENTER]</code>	1.4	<code>min({1,2},{-4,3}) [ENTER]</code>	{-4 2}
<code>min(2.3,1.4) [ENTER]</code>	1.4				
<code>min({1,2},{-4,3}) [ENTER]</code>	{-4 2}				

<p>min(liste1) → <i>liste</i></p> <p>Retourne l'élément minimal de <i>liste1</i>.</p>	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 80%;"><code>min({0,1,-7,1.3,.5}) [ENTER]</code></td> <td style="width: 20%; text-align: right;">-7</td> </tr> </table>	<code>min({0,1,-7,1.3,.5}) [ENTER]</code>	-7
<code>min({0,1,-7,1.3,.5}) [ENTER]</code>	-7		

<p>min(matrice1) → <i>matrice</i></p> <p>Retourne la matrice ligne formée par les éléments minimaux de chaque colonne de <i>matrice1</i>.</p>	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 80%;"><code>min([1,-3,7;-4,0,.3]) [ENTER]</code></td> <td style="width: 20%; text-align: right;">[-4 -3 .3]</td> </tr> </table>	<code>min([1,-3,7;-4,0,.3]) [ENTER]</code>	[-4 -3 .3]
<code>min([1,-3,7;-4,0,.3]) [ENTER]</code>	[-4 -3 .3]		

Note : voir aussi les fonctions **fMin()** (page A-31) et **max()** (page A-44).

mod()	Menu MATH/Number	mod()
--------------	-------------------------	--------------

<p>mod(expression1, expression2) → <i>expression</i></p> <p>mod(liste1, liste2) → <i>liste</i></p> <p>mod(matrice1, matrice2) → <i>matrice</i></p> <p>Retourne le premier argument modulo le second.</p> <p>Utilisable avec deux listes ou deux matrices de même dimension.</p> <p>Note : voir aussi remain() (page A-64).</p>	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 80%;"><code>mod(7,0) [ENTER]</code></td> <td style="width: 20%; text-align: right;">7</td> </tr> <tr> <td><code>mod(7,3) [ENTER]</code></td> <td style="text-align: right;">1</td> </tr> <tr> <td><code>mod(-7,3) [ENTER]</code></td> <td style="text-align: right;">2</td> </tr> <tr> <td><code>mod(7,-3) [ENTER]</code></td> <td style="text-align: right;">-2</td> </tr> <tr> <td><code>mod(-7,-3) [ENTER]</code></td> <td style="text-align: right;">-1</td> </tr> <tr> <td><code>mod({12,-14,16},{9,7,-5}) [ENTER]</code></td> <td style="text-align: right;">{3 0 -4}</td> </tr> </table>	<code>mod(7,0) [ENTER]</code>	7	<code>mod(7,3) [ENTER]</code>	1	<code>mod(-7,3) [ENTER]</code>	2	<code>mod(7,-3) [ENTER]</code>	-2	<code>mod(-7,-3) [ENTER]</code>	-1	<code>mod({12,-14,16},{9,7,-5}) [ENTER]</code>	{3 0 -4}
<code>mod(7,0) [ENTER]</code>	7												
<code>mod(7,3) [ENTER]</code>	1												
<code>mod(-7,3) [ENTER]</code>	2												
<code>mod(7,-3) [ENTER]</code>	-2												
<code>mod(-7,-3) [ENTER]</code>	-1												
<code>mod({12,-14,16},{9,7,-5}) [ENTER]</code>	{3 0 -4}												

MoveVar CATALOG

DéplVar

MoveVar *var, ancDossier, nouvDossier*

Déplace la variable *var* de *ancDossier* vers *nouvDossier*. Si *nouvDossier* n'existe pas, il est créé par cette instruction.

{1,2,3,4} → L1 **ENTER**

MoveVar L1,Main,Games **ENTER**

{1 2 3 4}

Done

mRow() Menu MATH/Matrix/Row ops

mLigne()

mRow(*expression, matrice1, numL*) → *matrice*

Retourne la matrice obtenue en remplaçant dans la matrice *matrice1* la ligne *numL* par *expression* × ligne *numL*.

mRow(-1/3,[1,2;3,4],2) **ENTER**

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 \\ -1 & -4/3 \end{bmatrix}$$

mRowAdd() Menu MATH/Matrix/Row ops

mLigneAj()

mRowAdd(*expression, matrice1, numL1, numL2*) → *matrice*

Retourne la matrice obtenue en remplaçant dans la matrice *matrice1* la ligne *numL2* par :

expression × ligne *numL1* + ligne *numL2*

mRowAdd(-3,[1,2;3,4],1,2) **ENTER**

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 0 & -2 \end{bmatrix}$$

mRowAdd(n,[a,b;c,d],1,2) **ENTER**

$$\begin{bmatrix} a & b \\ a \cdot n + c & b \cdot n + d \end{bmatrix}$$

nCr() Menu MATH/Probability

nbrComb()

nCr(*expression1, expression2*) → *expression*

nCr(*liste1, liste2*) → *liste*

nCr(*matrice1, matrice2*) → *matrice*

Retourne le nombre de combinaisons de *expression2* éléments pris parmi *expression1* éléments.

Utilisable avec deux listes ou deux matrices de même dimension.

Les deux arguments peuvent être des nombres entiers ou des expressions symboliques.

nCr(6,2) **ENTER**

15

nCr(m,n) **ENTER**

$$\frac{m!}{(m-n)!n!}$$

nCr(m,0) **ENTER**

1

nCr(m,-4) **ENTER**

0

nCr([m,4,6],[n,4,2]) **ENTER**

$$\left[\frac{m!}{(m-n)!n!} \quad 1 \quad 15 \right]$$

nDeriv() Menu MATH/Calculus

dérNum()

nDeriv(*expression1, var[, h]*) → *expression*

Retourne une approximation du nombre dérivé en un point.

Si *h* n'est pas indiqué, on utilise la valeur par défaut 0.001.

Note : voir aussi **avgRC()** (page A-13) et **d()** (page A-21).

nDeriv(cos(x),x,h) **ENTER**

$$\frac{-\cos(x-h) - \cos(x+h)}{2 \cdot h}$$

limit(nDeriv(cos(x),x,h),h,0) **ENTER**

-sin(x)

nDeriv(x^3,x,0.01) **ENTER**

3. (x²+0.00033)

nDeriv(cos(x),x)|x=π/2 **ENTER**

-1.

NewData CATALOG**NouvDonn****NewData** *dataVar*, *liste1*[, *liste2*][, *liste3*]...

Crée une variable de type Data, c'est un tableau dont les colonnes sont formées par les éléments des listes *liste1*[, *liste2*][, *liste3*]...

NewData fait de la nouvelle variable la variable courante dans l'éditeur de données et de matrices.

NewData mydata, {1,2,3}, {4,5,6} Done

Lancez ensuite l'éditeur de données et de matrices et ouvrez la variable mydata pour travailler sur ce tableau de données.

(Utilisez **[APPS]** **[6]** **[2]** Open)

DATA	c1	c2	c3
1	1	4	
2	2	5	
3	3	6	
4			

NewData *dataVar*, *matrice*

Crée la variable de données *dataVar* à partir de *matrice*.

NewData sysData, *matrice*

Charge le contenu de *matrice* dans la variable système sysData.

NewFold Écran de calcul : F4 (Other)**NouvDoss****NewFold** *NomDeDossier*NewFold jeux **[ENTER]**

Done

Création d'un nouveau dossier. Dès que cette instruction est exécutée, le nouveau dossier est créé et on est placé dans ce nouveau dossier.

newList() CATALOG**nouvList()****newList**(*nbreÉléments*) → *liste*newList(4) **[ENTER]**

{0 0 0 0}

Retourne une liste de dimension *nbreÉléments*. Tous les éléments sont nuls.

newMat() CATALOG**nouvMat()****newMat**(*nbreLignes*, *nbreColonnes*) → *matrice*newMat(2,3) **[ENTER]**

0	0	0
0	0	0

Retourne une matrice nulle de dimensions *nbreLignes*, *nbreColonnes*.

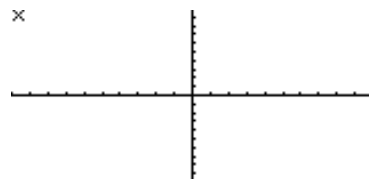
NewPic CATALOG**NouvImg****NewPic** *matrice*, *picVar* [, *maxX*][, *maxY*]NewPic [1,1;2,2;3,3;4,4;5,5;5,1;4,2;2,4;1,5], xpic **[ENTER]**

Done

Crée une variable *picVar* de type Picture à partir de la matrice *matrice*.

Cette matrice doit avoir deux colonnes. Chaque ligne représente les coordonnées d'un point.

La taille par défaut de *picVar* est celle définie par les valeurs maximales contenues dans la matrice. Les arguments optionnels, *maxX* et *maxY*, permettent de choisir librement la taille de l'image *picVar*.

Rc1Pic xpic **[ENTER]**

NewPlot *numéro, type, listeVal1[, listeVal2]
[, listeFreq] [,listeCat] [,listeCatUtil] [, marque]
[, largeur]*

Cette instruction permet de définir l'un des neuf graphiques statistiques, à partir de l'écran de calcul, ou dans un programme.

Voir le chapitre 16 sur les statistiques, page 20 et suivantes, pour une description plus complète de l'utilisation des options disponibles.

<i>type</i>	<i>marque</i>
1 Nuage de points	1 □
2 Polygone	2 ×
3 Boîte à moustaches	3 +
4 Histogramme	4 ■
5 Boîte à moustaches type 2	5 ·

Certains arguments intermédiaires peuvent être absents, suivant le type souhaité.

Utilisations classiques

NewPlot *numéro, type, listeVal1, listeVal2, , , , marque*

Prépare un graphique de type 1 ou 2 à partir de deux listes, avec un type particulier de marques, mais sans utiliser de liste de fréquences ou de catégories.

NewPlot *numéro, 4, listeVal, , , , , largeur*

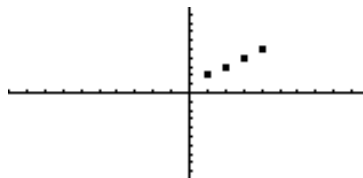
Prépare un histogramme utilisant des classes de largeur *largeur* à partir d'une liste de valeurs, sans utiliser de type de marques, de liste de fréquences ou de catégories.

NewPlot *numéro, 4, listeVal, , listeFreq, , , , largeur*

Prépare un histogramme en utilisant une liste de fréquences.

```
FnOff [ENTER] Done
PlotsOff [ENTER] Done
{1,2,3,4}→L1 [ENTER] {1 2 3 4}
{2,3,4,5}→L2 [ENTER] {2 3 4 5}
NewPlot 1,1,L1,L2,,,4 [ENTER] Done
```

Appuyez sur  [GRAPH] pour afficher :



NewProb

NewProb [ENTER]

Done

Cette instruction permet de commencer à traiter un nouveau problème sans risque d'obtenir des résultats ou des graphiques perturbés par ce qui a été fait précédemment.

- Efface tous les noms de variables d'un seul caractère (**Clear a-z**) dans le dossier courant, sauf si ces variables sont verrouillées ou archivées.
- Désactive l'ensemble des fonctions et des graphiques statistiques (**FnOff** et **PlotsOff**) dans le mode graphique actuellement en cours.
- Exécute **ClrDraw**, **ClrErr**, **ClrGraph**, **ClrHome**, **ClrIO** et **ClrTable**.

nInt() **Menu MATH/Calculus** **intNum()**

nInt(*expression, var, borne1, borne2*) → *expression*

Calcul approché d'une intégrale.

L'algorithme utilisé tente d'obtenir une précision de six chiffres significatifs.

Un message "questionable accuracy" est affiché lorsque cet objectif ne semble pas atteint.

Il est possible de calculer une intégrale multiple en imbriquant plusieurs appels.

Note : Voir aussi ∫() (page A-96).

`nInt(e^(-x^2),x,-1,1)` **[ENTER]** 1.493...

`nInt(cos(x),x,-π,π+1E-12)` **[ENTER]**
-1.041...E-12

`∫(cos(x),x,-π,π+10^(-12))` **[ENTER]**
 $-\sin\left(\frac{1}{1000000000000}\right)$

`ans(1)` **[D]** **[ENTER]** -1.E-12

`nInt(nInt(e^(-x*y)/√(x^2-y^2),y,-x,x),x,0,1)` **[ENTER]** 3.304...

norm() **Menu MATH/Matrix/Norms** **norme()**

norm(*matrice*) → *expression*

Retourne la norme euclidienne.

`norm([1,2;3,4])` **[ENTER]** $\sqrt{30}$

`norm([a,b;c,d])` **[ENTER]** $\sqrt{a^2+b^2+c^2+d^2}$

not **Menu MATH/Test** **non**

not *condition* → *expression*

Négation. Retourne true, false ou une expression simplifiée.

`not 2 >= 3` **[ENTER]** true

`not x < 2` **[ENTER]** $x \geq 2$

`not not innocent` **[ENTER]** innocent

not *entier1* → *entier*

Opération sur la représentation binaire d'un entier relatif, en appliquant un **not** bit par bit. On obtient ainsi le complément à 1.

b	not b
1	0
0	1

La valeur retournée correspond au résultat obtenu, exprimé dans la base de numération en cours d'utilisation.

Note : Voir **and**, page A-10, pour un complément d'information.

En mode base Hex :

`not 0h7AC36` **[ENTER]** 0hFFF853C9

↳ **Important** : zéro, pas la lettre O.

En mode base Bin :

`0b100101` ▶ dec **[ENTER]** 37

`not 0b100101` **[ENTER]**

0b11111111111111111111111111111111011010

`ans(1)` ▶ dec **[ENTER]** -38

Note : une entrée binaire peut avoir jusqu'à 32 chiffres (sans compter le préfixe 0b) ; une entrée hexadécimale jusqu'à 8 chiffres.

nPr() **Menu MATH/Probability** **nbrArr()**

nPr(expression1, expression2) → *expression*
nPr(liste1, liste2) → *liste*
nPr(matrice1, matrice2) → *matrice*

Retourne le nombre de permutations de *expression2* éléments choisis parmi *expression1*.

Utilisable avec deux listes ou deux matrices de même dimension.

nPr(expression, 0) → 1

Pour *n* entier positif :

nPr(expression, -n) → $1/((expression+1) \cdot (expression+2) \dots (expression+n))$

nPr(expression, n) → $(expression) \cdot (expression-1) \dots (expression-n)$

Pour *expression2* non entier :

nPr(expression1, expression2) → $expression1! / (expression1-expression2)!$

nPr(z, 0) [ENTER] 1

nPr(z, 3) [ENTER] $z \cdot (z-2) \cdot (z-1)$

nPr(6, 2) [ENTER] 30

nPr(z, -3) [ENTER] $\frac{1}{(z+1)(z+2)(z+3)}$

nPr(x, y) [ENTER] $\frac{x!}{(x-y)!}$

nPr([2, 4, 6], [6, 4, 2]) [ENTER] [0 24 30]

nSolve() **Menu MATH/Algebra** **résolNum()**

nSolve(équation, varOrGuess) → *nombre ou erreur_chaine*

Résolution approchée d'une équation. Spécifiez *varOrGuess* comme :

variable

— or —

variable = real number

Par exemple, **x** et **x=3** sont tout deux valables.

Note : voir aussi **cSolve()** (page A-19), **cZeros()** (page A-21), **solve()** (page A-76), et **zeros()** (page A-87).

nSolve(x^2+5x-25 = 9, x) [ENTER] 3.844...

nSolve(x^2 = 4, x = -1) [ENTER] -2

nSolve(x^2 = 4, x = 1) [ENTER] 2

Note: si plusieurs solutions sont possibles, vous pouvez utiliser une supposition pour mieux déterminer une solution particulière.

nSolve(x^2 = -1, x) [ENTER] "no solution found"

OneVar **Menu MATH/Statistics** **UneVar**

OneVar *liste1* [, [*liste2*] [, [*liste3*, *liste4*]]

Calculs statistiques sur une variable.

liste1 : liste des valeurs de *x*.

liste2 : liste des effectifs.

liste3 : liste des numéros de catégories.

liste4 : liste des numéros de catégories à utiliser.

Voir chapitre 16.

Note. Les arguments *liste1* à *liste3* doivent être des noms de variables contenant des listes, ou des noms de colonnes du type *c1*, *c2*, etc.

liste4 peut être une liste ou un nom de variable contenant une liste, mais pas un nom de colonne.

{0, 2, 3, 4, 3, 4, 6} → L1 [ENTER]

OneVar L1 [ENTER]

ShowStat [ENTER]



P>Rx()	Menu MATH/Angle	P>Rx()
P>Rx(<i>rExpression</i> , <i>θExpression</i>) → <i>expression</i>		En mode RADIAN :
P>Rx(<i>rListe</i> , <i>θListe</i>) → <i>liste</i>		P>Rx(4, 60°) <input type="text" value="ENTER"/> 2
P>Rx(<i>rMatrice</i> , <i>θMatrice</i>) → <i>matrice</i>		P>Rx({ -3, 10, 1.3 }, { π/3, -π/4, 0 }) <input type="text" value="ENTER"/>
Retourne la valeur de l'abscisse du point de coordonnées polaires (r, θ).		{ -3/2 5√2 1.3 }
Note. Par défaut, le deuxième argument est interprété comme une mesure en degrés ou en radians suivant le mode en cours d'utilisation.		
Il est aussi possible de préciser une unité en utilisant le symbole ° (page A-98) ou le symbole ^r (page A-97).		
Utilisable avec deux listes ou deux matrices de même dimension.		

P>ry()	Menu MATH/Angle	P>ry()
P>ry(<i>rExpression</i> , <i>θExpression</i>) → <i>expression</i>		En mode RADIAN :
P>ry(<i>rListe</i> , <i>θListe</i>) → <i>liste</i>		P>ry(4, 60°) <input type="text" value="ENTER"/> 2√3
P>ry(<i>rMatrice</i> , <i>θMatrice</i>) → <i>matrice</i>		P>ry({ -3, 10, 1.3 }, { π/3, -π/4, 0 }) <input type="text" value="ENTER"/>
Retourne la valeur de l'ordonnée du point de coordonnées polaires (r, θ).		{ $\frac{-3\sqrt{3}}{2}$ - 5√2 0 }
Voir P>Rx.		
Utilisable avec deux listes ou deux matrices de même dimension.		

part()	CATALOG	part()
part(<i>expression1</i> , <i>entierNonNégatif</i>)		
Cette fonction de programmation avancée vous permet d'identifier et d'extraire toutes les sous-expressions de l'expression obtenue après simplification de <i>expression1</i> .		
Son utilisation est décrite dans le chapitre 38.		

PassErr	Traitement des erreurs. Voir chap. VII et chap. 34, manuel CD.	PassErr
---------	--	---------

Pause	Instruction d'entrée/sortie. Voir chap. VII et chap. 33, manuel CD. Structure de contrôle. Voir chap. VII et chap. 34, manuel CD.	Pause
-------	--	-------

PlotsOff	CATALOG	GrapNAff
PlotsOff [1] [, 2] [, 3] ... [, 9]		PlotsOff 1, 2, 5 <input type="text" value="ENTER"/> Done
Désactive la représentation des graphiques statistiques désignés.		PlotsOff <input type="text" value="ENTER"/> Done
En l'absence d'argument, désactive tous les graphiques.		
En mode de partage d'écran utilisant deux modes graphiques, cette commande n'agit que sur la fenêtre active.		

PlotsOn CATALOG**GrapAff**

PlotsOn [1] [, 2] [, 3] ... [, 9]

PlotsOn 2,4,5 [ENTER]

Done

Active la représentation des graphiques statistiques désignés.

PlotsOn [ENTER]

Done

En l'absence d'argument, active tous les graphiques.

En mode de partage d'écran utilisant deux modes graphiques, cette commande n'agit que sur la fenêtre active.

►Polar Menu MATH/Matrix/Vectors ops**►Pol***vecteur* ►Polar

[1,3] ►Polar [ENTER]

Affiche *vecteur* sous forme polaire $[r\angle\theta]$.

$$\left[\sqrt{10} \angle \frac{\pi}{2} - \tan^{-1}\left(\frac{1}{3}\right) \right]$$

Le vecteur doit être un vecteur ligne ou colonne de dimension 2.

►Polar est uniquement une instruction d'affichage, et non une fonction de conversion.

On ne peut l'utiliser qu'à la fin d'une ligne, et elle ne modifie pas le contenu du registre **ans**.

Note : voir aussi ►Rect (page A-63).

valeurComplexe ►Polar

En mode RADIAN :

Affiche *valeurComplexe* sous forme polaire.

3+4i ►Polar [ENTER]

- Le mode DEGREE retourne $(r\angle\theta)$.

$$e^{i \cdot \left(\frac{\pi}{2} - \tan^{-1}(3/4) \right)} \cdot 5$$

- Le mode RADIAN retourne $re^{i\theta}$.

valeurComplexe peut prendre n'importe quelle forme complexe. Toutefois une entrée $re^{i\theta}$ cause une erreur en mode DEGREE.

(4∠π/3) ►Polar [ENTER]

$$e^{\left(\frac{i \cdot \pi}{3} \right)} \cdot 4$$

Note : vous devez utiliser les parenthèses pour les entrées polaires $(r\angle\theta)$.

En mode DEGREE :

3+4i ►Polar [ENTER]

(5∠90 - tan⁻¹(3/4))

Note : pour taper ►Polar à partir du clavier, appuyez sur [2nd] [►] pour l'opérateur ►. Pour taper ∠, appuyez sur [2nd] [∠].

polyEval() Menu MATH/List**polyEval()**

polyEval(liste1, expression1) → expression

polyEval({a,b,c},x) [ENTER] a·x²+b·x+c

polyEval(liste1, liste2) → expression

polyEval({1,2,3,4},2) [ENTER] 26

Interprète le premier argument comme la liste des coefficients d'un polynôme ordonné suivant les puissances décroissantes, et calcule la valeur de ce polynôme au(x) point(s) indiqué(s) par le deuxième argument.

polyEval({1,2,3,4},{2,-7}) [ENTER] {26 -262}

PopUp Instruction d'entrée/sortie. Voir chap. VII et chap. 33, manuel CD.**PopUp**

PowerReg Menu MATH/Statistics/Regressions**RegPuiss****PowerReg** *liste1*, *liste2* [, *liste3*] [, *liste4*, *liste5*]

Ajustement puissance.

liste1 : liste des valeurs de *x*.*liste2* : liste des valeurs de *y*.*liste3* : liste des effectifs.*liste4* : liste des numéros de catégories.*liste5* : liste des numéros de catégories à utiliser.

Voir chapitre 16.

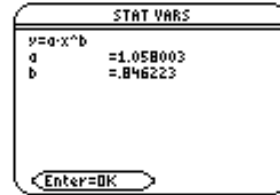
Note. Les arguments *liste1* à *liste4* doivent être des noms de variables contenant des listes, ou des noms de colonnes du type c1, c2, etc.*liste5* peut être une liste ou un nom de variable contenant une liste, mais pas un nom de colonne.

En mode graphique FUNCTION :

 $(1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) \rightarrow L1$ [ENTER] {1 2 3 ...} $(1, 2, 3, 4, 3, 4, 7) \rightarrow L2$ [ENTER] {1 2 3 ...}

PowerReg L1, L2 [ENTER] Done

ShowStat [ENTER]

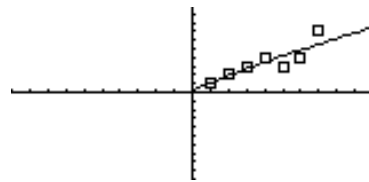


[ENTER]

Regeq(x)→y1(x) [ENTER] Done

NewPlot 1,1,L1,L2 [ENTER] Done

◻ [GRAPH]

**Prgm**

Instruction de programmation. Voir chap. VII et chap. 31, manuel CD.

Prgm**product()** Menu MATH/List**product()****product**(*liste* [, *début* [, *fin*]]) → *expression*Retourne le produit des éléments de la liste *liste*.Le calcul est effectué pour les éléments dont l'indice est compris entre *début* et *fin* lorsque ces éléments optionnels sont indiqués.**product**({1,2,3,4}) [ENTER] 24**product**({2,x,y}) [ENTER] 2 · x · y**product**({4,5,8,9},2,3) [ENTER] 40**product**(*matrice1* [, *début* [, *fin*]]) → *matrice*Retourne la matrice ligne contenant le produit des éléments de chaque colonne de la matrice. Le calcul est effectué pour les éléments dont l'indice de ligne est compris entre *début* et *fin* lorsque ces éléments optionnels sont indiqués.**product**([1,2,3;4,5,6;7,8,9]) [ENTER]
[28 80 162]**product**([1,2,3;4,5,6;7,8,9],
1,2) [ENTER] [4,10,18]**Prompt**

Instruction d'entrée/sortie. Voir chap. VII et chap. 33, manuel CD.

Prompt

propFrac() Menu MATH/ Algebra**propFrac()****propFrac**(*expressionI*[, *var*]) → *expression*

Décompose l'expression sous la forme $A+B/C$.

Quand on utilise cette fonction sur un nombre rationnel, on obtient A, B et C entiers avec B entier inférieur à C.

Quand on utilise cette fonction sur une fonction rationnelle de la variable *var*, on obtient A, B et C polynômes avec degré de B inférieur à celui de C.

propFrac((x^2+2x-3)/($x-1$)) [ENTER] $x+3$ propFrac(45/17) [ENTER] $2+11/17$ propFrac(-4/3) [ENTER] $-1-1/3$ propFrac((x^2+x+1)/($x+1$)+(y^2+y+1)/($y+1$), *x*) [ENTER]

$$\frac{1}{x+1} + x + \frac{y^2 + y + 1}{y + 1}$$

propFrac(ans(1)) [ENTER]

$$\frac{1}{x+1} + x + \frac{1}{y+1} + y$$

PtChg CATALOG**PtChg****PtChg** *x, y***PtChg** *xListe, yListe*

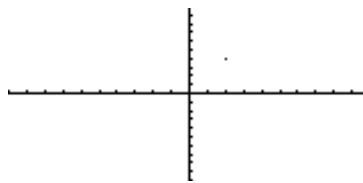
Affiche l'écran graphique et change l'état du pixel le plus proche du point de coordonnées (*x, y*).

Il est possible d'utiliser cette instruction sur une liste de points dont les coordonnées sont placées dans les listes *xListe* et *yListe*.

Les exemples illustrant PtChg à PtText forment une suite continue.

ClrDraw [ENTER]

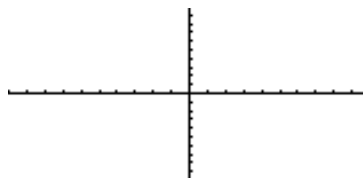
PtChg 2,4 [ENTER]

**PtOff** CATALOG**PtNAff****PtOff** *x, y***PtOff** *xListe, yListe*

Affiche l'écran graphique et efface le pixel le plus proche du point de coordonnées (*x, y*).

Il est possible d'utiliser cette instruction sur une liste de points dont les coordonnées sont placées dans les listes *xListe* et *yListe*.

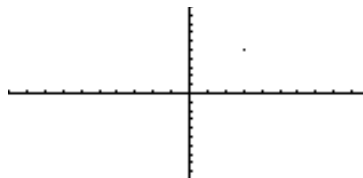
PtOff 2,4 [ENTER]

**PtOn** CATALOG**PtAff****PtOn** *x, y***PtOn** *xListe, yListe*

Affiche l'écran graphique et affiche le pixel le plus proche du point de coordonnées (*x, y*).

Il est possible d'utiliser cette instruction sur une liste de points dont les coordonnées sont placées dans les listes *xListe* et *yListe*.

PtOn 3,5 [ENTER]



ptTest() CATALOG**ptTest()**

ptTest (*x, y*) → *expression*
ptTest (*xListe, yListe*) → *liste*

ptTest(3,5) **[ENTER]**

true

Retourne **true** ou **false**. Retourne **true** si le pixel le plus proche du point de coordonnées (*x, y*) est affiché.

Il est possible de tester une liste de points dont les coordonnées sont placées dans les listes *xListe* et *yListe*. On obtient alors une liste de **true** et **false**.

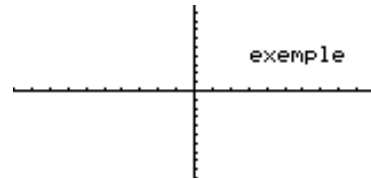
PtText CATALOG**PtTexte**

PtText *chaîne, x, y*

PtText "exemple",3,5 **[ENTER]**

Affiche l'écran graphique et place la chaîne de caractères *chaîne* à la position (*x, y*).

Le coin supérieur gauche du premier caractère est placé sur le pixel le plus proche du point de coordonnées (*x, y*).

**PxlChg** CATALOG**PxlChg**

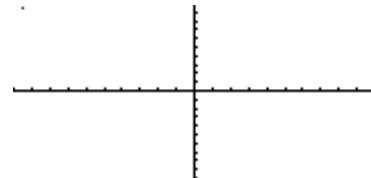
PxlChg *ligne, col*
PxlChg *listeL, listeC*

PxlChg 2,4 **[ENTER]**

Affiche l'écran graphique et inverse l'état du pixel situé sur la ligne *ligne* et la colonne *col*.

Il est possible d'utiliser cette instruction sur une liste de pixels dont les coordonnées (lignes et colonnes) sont placées dans les listes *listeL* et *listeC*.

Note : toute nouvelle représentation graphique efface l'ensemble des objets dessinés.

**PxlCrcl** CATALOG**PxlCrcl**

PxlCrcl *ligne, col, r* [, *Option*]

PxlCrcl 35,100,25,1 **[ENTER]**

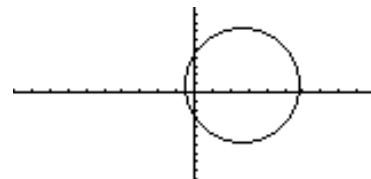
Affiche l'écran graphique et affiche, efface ou inverse les pixels situés sur le cercle de centre (*ligne, col*) et de rayon *r*.

Option = 1 : affiche les pixels
(option par défaut)

Option = 0 : efface les pixels

Option = -1 : inverse l'état des pixels.

Note : toute nouvelle représentation graphique efface l'ensemble des objets dessinés. Voir aussi **Circle** (page A-14).



PxlHorz CATALOG**PxlHorz****PxlHorz** *ligne* [, *Option*]PxlHorz 25,1 ENTER

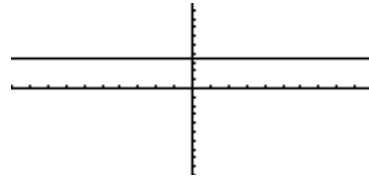
Affiche l'écran graphique et affiche, efface ou inverse les pixels situés sur la ligne *ligne*.

Option = 1 : affiche les pixels
(option par défaut)

Option = 0 : efface les pixels

Option = -1 : inverse l'état des pixels.

Note : toute nouvelle représentation graphique efface l'ensemble des objets dessinés. Voir aussi **LineHorz** (page A-39).

**PxlLine** CATALOG**PxlLigne****PxlLine** *ligneDébut*, *colDébut*, *ligneFin*, *colFin* [, *Option*]PxlLine 50,20,30,100,1 ENTER

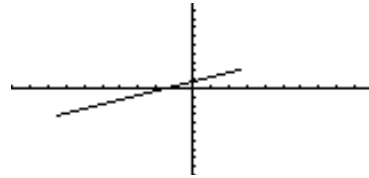
Affiche l'écran graphique et affiche, efface ou inverse les pixels situés sur le segment défini par les pixels (*ligneDébut*, *colDébut*) et (*ligneFin*, *colFin*).

Option = 1 : affiche les pixels
(option par défaut)

Option = 0 : efface les pixels

Option = -1 : inverse l'état des pixels.

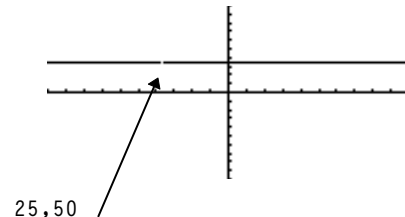
Note : toute nouvelle représentation graphique efface l'ensemble des objets dessinés. Voir aussi **Line** (page A-39)

**PxlOff** CATALOG**PxlNAff****PxlOff** *ligne*, *col*
PxlOff *listeL*, *listeC*PxlHorz 25,1 ENTERPxlOff 25,50 ENTER

Affiche l'écran graphique et efface le pixel situé sur la ligne *ligne* et la colonne *col*.

Il est possible d'utiliser cette instruction sur une liste de pixels dont les coordonnées (lignes et colonnes) sont placées dans les listes *listeL* et *listeC*.

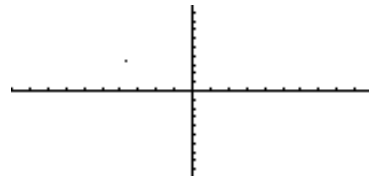
Note : toute nouvelle représentation graphique efface l'ensemble des objets dessinés.

**PxlOn** CATALOG**PxlIAff****PxlOn** *ligne*, *col*
PxlOn *listeL*, *listeC*PxlOn 25,50 ENTER

Affiche l'écran graphique et affiche le pixel situé sur la ligne *ligne* et la colonne *col*.

Il est possible d'utiliser cette instruction sur une liste de pixels dont les coordonnées (lignes et colonnes) sont placées dans les listes *listeL* et *listeC*.

Note : toute nouvelle représentation graphique efface l'ensemble des objets dessinés.



pxlTest() CATALOG**pxlTest()****pxlTest** (*ligne, col*) → *expression***pxlTest** (*listeL, listeC*) → *liste*

Retourne **true** ou **false**. Retourne **true** si le pixel situé sur la ligne *ligne* et la colonne *col* est affiché.

Il est possible de tester une liste de pixels dont les coordonnées (lignes et colonnes) sont placées dans les listes *listeL* et *listeC*.

On obtient alors une liste de **true** et **false**.

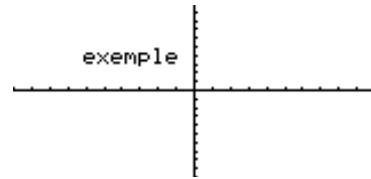
Note : toute nouvelle représentation graphique efface l'ensemble des objets dessinés.

Px10n 25,50 **[ENTER]****TI-89** : **[HOME]** **TI-92 Plus** : **[◀][HOME]**Px1Test(25,50) **[ENTER]** truePx10ff 25,50 **[ENTER]****TI-89** : **[HOME]** **TI-92 Plus** : **[◀][HOME]**Px1Test(25,50) **[ENTER]** false**PxlText** Instruction d'entrée/sortie. Voir chap. VII et chap. 33, manuel CD.**PxlTexte****PxlText** *chaîne, ligne, col*Px1Text "exemple",20,30 **[ENTER]**

Affiche l'écran graphique et place la chaîne de caractères *chaîne* à la position (*ligne, col*).

Le coin supérieur gauche du premier caractère est placé sur le pixel situé sur la ligne *ligne* et la colonne *col*.

Note : toute nouvelle représentation graphique efface l'ensemble des objets dessinés.

**PxlVert** CATALOG**PxlVert****PxlVert** *col* [, *Option*]Px1Vert 50,1 **[ENTER]**

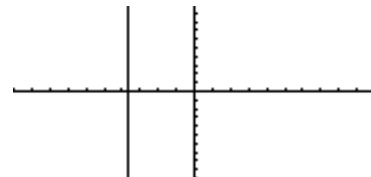
Affiche l'écran graphique et affiche, efface ou inverse les pixels situés sur la colonne *col*.

Option = 1 : affiche les pixels (option par défaut).

Option = 0 : efface les pixels.

Option = -1 : inverse l'état des pixels.

Note : toute nouvelle représentation graphique efface l'ensemble des objets dessinés. Voir aussi **LineVert** (page A-40).



QR *matrice*, *nomMatQ*, *nomMatR* [, *tol*]

Calcule la factorisation QR Householder d'une *matrice* réelle ou complexe.
Les matrices Q et R obtenues sont mémorisées dans les *nomMat* indiqués.
La matrice Q est unitaire.
La matrice R est triangulaire supérieure.

La factorisation QR sous forme numérique approchée est calculée en utilisant la transformation de Householder.
La factorisation symbolique est calculée en utilisant la méthode de Gram-Schmidt.

Voir page 14-14.

Note. Vous trouverez des informations complémentaires sur l'utilisation de l'argument optionnel *tol* dans la description de la fonction `ref()`, page A-64.

Le nombre en virgule flottante (9.) dans *m1* fait que les résultats seront tous calculés en virgule flottante.

[1,2,3;4,5,6;7,8,9.]>*m1* `ENTER`

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{bmatrix}$$

QR *m1*, *qm*, *rm* `ENTER`

Done

qm `ENTER`

$$\begin{bmatrix} .123... & .904... & .408... \\ .492... & .301... & -.816... \\ .861... & -.301... & .408... \end{bmatrix}$$

rm `ENTER`

$$\begin{bmatrix} 8.124... & 9.601... & 11.078... \\ 0... & .904... & 1.809... \\ 0... & 0... & 0... \end{bmatrix}$$

QuadReg Menu MATH/Statistics/Regressions

RegDeg2

QuadReg *liste1*, *liste2* [, [*liste3*] [, *liste4*, *liste5*]]

Ajustement par un polynôme de degré 2.

liste1 : liste des valeurs de *x*.

liste2 : liste des valeurs de *y*.

liste3 : liste des effectifs.

liste4 : liste des numéros de catégories.

liste5 : liste des numéros de catégories à utiliser.

Voir chapitre 16.

Note. Les arguments *liste1* à *liste4* doivent être des noms de variables contenant des listes, ou des noms de colonnes du type *c1*, *c2*, etc.

liste5 peut être une liste ou un nom de variable contenant une liste, mais pas un nom de colonne.

En mode graphique FUNCTION :

{0,1,2,3,4,5,6,7}>L1 `ENTER` {1 2 3 ...}

{4,3,1,1,2,2,3,3}>L2 `ENTER` {4 3 1 ...}

QuadReg L1, L2 `ENTER`

Done

ShowStat `ENTER`

`ENTER`

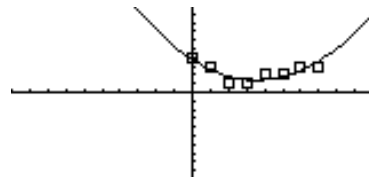
Regeq(x)→*y1*(x) `ENTER`

Done

NewPlot 1,1,L1,L2 `ENTER`

Done

[GRAPH]



QuartReg *liste1, liste2* [, *liste3*] [, *liste4, liste5*]

Ajustement par un polynôme de degré 4.

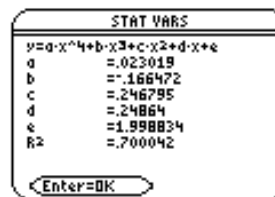
- liste1* : liste des valeurs de *x*.
- liste2* : liste des valeurs de *y*.
- liste3* : liste des effectifs.
- liste4* : liste des numéros de catégories.
- liste5* : liste des numéros de catégories à utiliser.

Voir chapitre 16.

Note. Les arguments *liste1* à *liste4* doivent être des noms de variables contenant des listes, ou des noms de colonnes du type c1, c2, etc.
liste5 peut être une liste ou un nom de variable contenant une liste, mais pas un nom de colonne.

En mode graphique FUNCTION :

```
{ - 2 , - 1 , 0 , 1 , 2 , 3 , 4 , 5 , 6 } > L1 [ENTER]
{- 2 - 1 0 ...}
{ 4 , 3 , 1 , 2 , 4 , 2 , 1 , 4 , 6 } > L2 [ENTER]
{ 4 3 1 ...}
QuartReg L1, L2 [ENTER] Done
ShowStat [ENTER]
```



```
[ENTER]
Regeq(x)→y1(x) [ENTER] Done
NewPlot 1,1, L1, L2 [ENTER] Done
```

▣ [GRAPH]



R>Pθ() Menu MATH/Angle

R>Pθ()

- R>Pθ** (*xExpression, yExpression*) → *expression*
- R>Pθ** (*xListe, yListe*) → *liste*
- R>Pθ** (*xMatrice, yMatrice*) → *matrice*

Conversion entre les coordonnées rectangulaires et polaires.

R>Pθ permet d'obtenir la valeur de θ .

R>Pr permet d'obtenir la valeur de *r*.

Note. θ est obtenu en degrés ou en radians suivant le mode en cours d'utilisation.

Utilisable avec deux listes ou deux matrices de mêmes dimensions.

En mode RADIAN :

R>Pθ(3, 2) [ENTER] $\tan^{-1}(2/3)$

R>Pr(3, 2) [ENTER] $\sqrt{13}$

R>Pθ([3, -4, 2], [0, $\pi/4$, 1.5]) [ENTER]
 $\left[0 \tan^{-1}\left(\frac{16}{\pi}\right) + \frac{\pi}{2} .643... \right]$

R>Pr([3, -4, 2], [0, $\pi/4$, 1.5]) [ENTER]
 $\left[3 \frac{\sqrt{\pi^2 + 256}}{4} 2.5 \right]$

R>Pr() Menu MATH/Angle

R>Pr()

- R>Pr** (*xExpression, yExpression*) → *expression*
- R>Pr** (*xListe, yListe*) → *liste*
- R>Pr** (*xMatrice, yMatrice*) → *matrice*

Voir **R>Pθ**.

R>Pr(*x, y*) [ENTER] $\sqrt{x^2 + y^2}$

rand()	Menu MATH/Probability	nbrAléat()
<p>rand(<i>n</i>) → <i>expression</i></p> <p>Utilisée sans paramètre, cette fonction retourne un nombre aléatoire compris entre 0 et 1.</p> <p>Utilisée avec un paramètre <i>n</i> entier positif, cette fonction retourne un nombre aléatoire entier compris entre 1 et <i>n</i>.</p> <p>Utilisée avec un paramètre <i>n</i> entier négatif, cette fonction retourne un nombre aléatoire entier compris entre <i>n</i> et -1.</p>	<p>RandSeed 1147 <input type="text" value="ENTER"/></p> <p style="margin-left: 20px;">↑ (réinitialisation du générateur de nombres aléatoires.)</p> <p>rand() <input type="text" value="ENTER"/> 0.158...</p> <p>rand(6) <input type="text" value="ENTER"/> 5</p> <p>rand(-100) <input type="text" value="ENTER"/> -49</p>	<p>Done</p>

randMat()	Menu MATH/Probability	matAléat()
<p>randMat(<i>nbLignes</i>, <i>nbColonnes</i>) → <i>matrice</i></p> <p>Retourne une matrice aléatoire de la dimension indiquée, à coefficients entiers compris entre -9 et 9.</p>	<p>RandSeed 1147 <input type="text" value="ENTER"/></p> <p>randMat(3,3) <input type="text" value="ENTER"/></p>	<p>Done</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin: 5px;"> $\begin{bmatrix} 8 & -3 & 6 \\ -2 & 3 & -6 \\ 0 & 4 & -6 \end{bmatrix}$ </div> <p>Note. la valeur de cette matrice change chaque fois que l'on appuie sur <input type="text" value="ENTER"/>.</p>

randNorm()	Menu MATH/Probability	normAléa()
<p>randNorm(<i>moyenne</i>, <i>écartType</i>) → <i>expression</i></p> <p>Retourne des nombres aléatoires répartis suivant une loi normale de paramètres <i>moyenne</i> et <i>écartType</i>.</p> <p>On peut obtenir un nombre réel quelconque, mais les résultats obtenus seront essentiellement compris entre <i>moyenne</i> - 2 <i>écartType</i> et <i>moyenne</i> + 2 <i>écartType</i>.</p>	<p>RandSeed 1147 <input type="text" value="ENTER"/></p> <p>randNorm(0,1) <input type="text" value="ENTER"/></p> <p>randNorm(3,4.5) <input type="text" value="ENTER"/></p>	<p>Done</p> <p>0.492...</p> <p>-3.543...</p>

randPoly()	Menu MATH/Probability	polyAléa()
<p>randPoly(<i>var</i>, <i>degré</i>) → <i>expression</i></p> <p>Retourne un polynôme en <i>var</i> du degré indiqué, à coefficients entiers compris entre -9 et 9.</p> <p>Le premier coefficient sera non nul.</p> <p><i>Ordre</i> doit être un entier supérieur à zéro.</p>	<p>RandSeed 1147 <input type="text" value="ENTER"/></p> <p>randPoly(x,5) <input type="text" value="ENTER"/></p> <p style="margin-left: 20px;">- 2 · x⁵+3 · x⁴- 6 · x³+4 · x - 6</p>	<p>Done</p>

RandSeed	Menu MATH/Probability	IniNbrAl
<p>RandSeed <i>nombre</i></p> <p>Initialisation d'une nouvelle série de nombres aléatoires. Cette instruction place deux nombres dans les variables systèmes <i>seed1</i> et <i>seed2</i>. Ces deux nombres sont ensuite utilisés pour engendrer le prochain nombre aléatoire.</p> <p>En utilisant la valeur 0, on revient aux valeurs par défaut.</p>	<p>RandSeed 1147 <input type="text" value="ENTER"/></p> <p>rand() <input type="text" value="ENTER"/></p>	<p>Done</p> <p>0.158...</p>

RcIGDB CATALOG RpIBDG

RcIGDB *GDBvar* RcIGDB *GDBvar* [ENTER] Done

Rétablit tous les réglages mémorisés dans la variable *GDBvar*.

Pour la liste des réglages disponibles, voir **StoGDB**, page A-78.

RcIPic CATALOG PlacelmG

RcIPic *picVar* [, *ligne* , *col*]

Affiche l'écran graphique et superpose l'image mémorisée dans *picVar* à partir du pixel de coordonnées (*ligne*, *col*).

La variable *picVar* doit être de type Picture.

Les coordonnées par défaut sont (0, 0).

real() Menu MATH/Complex réel()

real(expression) → *expression* `real(2+3i)` [ENTER] 2

real(liste) → *liste* `real(z)` [ENTER] z

real(matrice) → *matrice* `real(z_)` [ENTER] `real(z_)`

Retourne la partie réelle de l'expression.

Note. Toutes les variables indéfinies sont considérées comme réelles, sauf si leur nom se termine par *_*.

Voir aussi **imag()** (page A-37).

`real(x+iy)` [ENTER] x

`real({a+i*b,3,i})` [ENTER] {a 3 0}

►Rect Menu MATH/Matrix/Vectors ops ►Rect

vecteur ►Rect

Affiche *vecteur* en coordonnées rectangulaires [x, y, z]. Le vecteur doit être un vecteur ligne ou colonne de dimension 2 ou 3.

►Rect est uniquement une instruction d'affichage, et non une fonction de conversion.

On ne peut l'utiliser qu'à la fin d'une ligne, et elle ne modifie pas le contenu du registre

ans. Voir aussi ►Polar (page A-54).

`[3,∠π/4,∠π/6]►Rect` [ENTER]

$$\begin{bmatrix} \frac{3\sqrt{2}}{4} & \frac{3\sqrt{2}}{4} & \frac{3\sqrt{3}}{2} \end{bmatrix}$$

`[a,∠b,∠c]` [ENTER]

$$\begin{matrix} [a \cdot \cos(b) \sin(c) \\ a \cdot \sin(b) \sin(c) \ a \cdot \cos(c)] \end{matrix}$$

valeurComplexe ►Rect

Affiche *valeurComplexe* sous forme rectangulaire *a+bi*. *valeurComplexe* peut prendre n'importe quelle forme complexe. Toutefois, une entrée *re^{iθ}* cause une erreur en mode DEGREE.

Note : vous devez utiliser les parenthèses pour les entrées polaires (*r∠θ*).

En mode RADIAN :

`4e^(iπ/3)►Rect` [ENTER] $2 + 2\sqrt{3} \cdot i$

`(4∠π/3)►Rect` [ENTER] $2 + 2\sqrt{3} \cdot i$

En mode DEGREE :

`(4∠60)►Rect` [ENTER] $2 + 2\sqrt{3} \cdot i$

Note : pour taper ►Rect à partir du clavier, appuyez sur [2nd] [►] pour l'opérateur ►. Pour taper ∠, appuyez sur [2nd] [∠].

ref() **Menu MATH/Matrix** **gauss()**

ref(matrice1[, tol]) → *matrice*

Retourne une réduite de Gauss de la matrice *matrice1*.

L'argument facultatif *tol* permet de considérer comme nul tout élément dont la valeur absolue est inférieure à *tol*.

Cet argument n'est utilisé que si la matrice contient des nombres en virgule flottante et ne contient pas de paramètres symboliques.

Dans le cas contraire, il est ignoré.

- Si vous utilisez \square [ENTER] ou travaillez en mode **APPROXIMATE**, les calculs sont exécutés en virgule flottante.
- Si *tol* est omis ou inutilisé, la tolérance par défaut est calculée comme suit :
 $5E-14 * \max(\dim(\text{matrice1})) * \text{rowNorm}(\text{matrice1})$

Note : voir aussi **rref()**, page A-67.

ref([-2,-2,0,-6;1,-1,9,-9;-5,2,4,-4]) [ENTER]

$$\begin{bmatrix} 1 & -2/5 & -4/5 & 4/5 \\ 0 & 1 & 4/7 & 11/7 \\ 0 & 0 & 1 & -62/71 \end{bmatrix}$$

[a,b,c;e,f,g] → m1 [ENTER]

$$\begin{bmatrix} a & b & c \\ e & f & g \end{bmatrix}$$

ref(m1) [ENTER]

$$\begin{bmatrix} 1 & \frac{f}{e} & \frac{g}{e} \\ e & 1 & a \cdot g - c \cdot e \\ e & 1 & a \cdot f - b \cdot e \end{bmatrix}$$

remain() **Menu MATH/Number** **reste()**

remain(expression1, expression2) → *expression*

remain(liste1, liste2) → *liste*

remain(matrice1, matrice2) → *matrice*

Retourne le reste de la division entière de *expression1* par *expression2*.

Retourne le reste de la division entière de *expression1* par *expression2*, défini par les identités suivantes :

$$\begin{aligned} \text{remain}(x,0) &= x \\ \text{remain}(x,y) &= x - y \text{intPart}(x/y) \end{aligned}$$

Vous remarquerez que **remain(-x,y)** = -**remain(x,y)**. Le résultat peut soit être égal à zéro, soit être du même signe que le premier argument.

Note. Voir aussi la fonction **intDiv()** (page A-37) et **mod()** (page A-46).

Utilisable avec deux listes ou deux matrices de même dimension.

remain(7,0) [ENTER]

7

remain(7,3) [ENTER]

1

remain(-7,3) [ENTER]

-1

remain(7,-3) [ENTER]

1

remain(-7,-3) [ENTER]

-1

remain({12,-14,16},{9,7,-5}) [ENTER]

{3 0 1}

remain([9,-7;6,4],[4,3;4,-3]) [ENTER]

$$\begin{bmatrix} 1 & -1 \\ 2 & 1 \end{bmatrix}$$

Rename **CATALOG** **Renommer**

Rename *AncienNom, NouveauNom*

{1,2,3,4} → L1 [ENTER]

{1,2,3,4}

Renomme la variable *AncienNom* avec le nom *NouveauNom*.

Rename L1, list1 [ENTER]

Done

list1 [ENTER]

{1,2,3,4}

Request **Instruction d'entrée/sortie. Voir chap. VII et chap. 33, manuel CD.** **Request**

Return **Structure de contrôle. Voir chap. VII et chap. 34, manuel CD.** **Return**

right() **Menu MATH/List, MATH/String ou MATH/Algebra/Extract** **droite()**

right (<i>liste1</i> [, <i>nb</i>]) → <i>liste</i>	<code>right({1,3,-2,4},3) ENTER</code>	{3 -2 4}
Retourne la liste formée par les <i>nb</i> éléments les plus à droite de la liste <i>liste1</i> .		
En l'absence de <i>num</i> , retourne la liste <i>liste1</i> .		
right (<i>chaîne1</i> [, <i>nb</i>]) → <i>chaîne</i>	<code>right("Hello",2) ENTER</code>	"lo"
Retourne la chaîne formée par les <i>nb</i> caractères les plus à droite de la chaîne <i>chaîne1</i> .		
En l'absence de <i>num</i> , retourne la chaîne <i>chaîne1</i> .		
right (<i>RelationExpr</i>) → <i>expression</i>	<code>right(x<3) ENTER</code>	3
Retourne le membre de droite d'une équation ou d'une inéquation.		

rotate() **Menu MATH/Base** **permCirc()**

rotate (<i>entier1</i> [, <i>nombre</i>]) → <i>entier</i>	En mode base Bin :
Permutation circulaire sur les bits de la représentation binaire (32 bits) d'un entier.	<code>rotate(0b1111010110000110101) ENTER</code>
Si <i>entier1</i> est trop important pour être codé sur 32 bits, il est ramené à l'aide d'une congruence dans la plage appropriée (-2 ³¹ ... 2 ³¹ -1)	<code>0b1000000000000111101011000011010</code>
Si <i>nombre</i> est positif, la permutation circulaire s'effectue vers la gauche ; si <i>nombre</i> est négatif, elle s'effectue vers la droite. La valeur par défaut est -1 (permutation circulaire de un bit vers la droite).	<code>rotate(256,1) ENTER</code> <code>0b1000000000</code>
Par exemple, dans une permutation circulaire vers la droite :	En mode base Hex :
<p>↳ Permutation circulaire des bits vers la droite.</p> <pre> 0b00000000000001111010110000110101 ↑ └──────────────────────────────────┘ le bit le plus à droite passe à la position la plus à gauche. </pre> <p>donne :</p> <pre> 0b10000000000000111101011000011010 </pre>	<code>rotate(0h78E) ENTER</code> <code>0h3C7</code>
	<code>rotate(0h78E, -2) ENTER</code> <code>0h800001E3</code>
	<code>rotate(0h78E, 2) ENTER</code> <code>0h1E38</code>
	Important : pour entrer un nombre binaire ou hexadécimal, utilisez toujours le préfixe 0b ou 0h (zéro, pas la lettre O).
rotate (<i>liste1</i> [, <i>nombre</i>]) → <i>liste</i>	En mode base Dec :
Retourne une copie de <i>liste1</i> dont les éléments ont été permutés circulairement de <i>nombre</i> éléments. Ne modifie en rien <i>liste1</i> .	<code>rotate({1,2,3,4}) ENTER</code>
Si <i>nombre</i> est positif, la permutation circulaire s'effectue vers la gauche ; si <i>nombre</i> est négatif, elle s'effectue vers la droite. La valeur par défaut est -1 (permutation circulaire d'un élément vers la droite).	<code>rotate({1,2,3,4}, -2) ENTER</code> {4 1 2 3}
	<code>rotate({1,2,3,4}, 1) ENTER</code> {3 4 1 2}
	<code>rotate({1,2,3,4}, -1) ENTER</code> {2 3 4 1}
La description de l'instruction rotate se poursuit sur la page suivante	

rotate(chaîne1[,nombre]) → chaîne

Retourne une copie de chaîne1 dont les caractères ont été permutés circulairement de nombre caractères. Ne modifie en rien chaîne1.

Si nombre est positif, la permutation circulaire s'effectue vers la gauche ; si nombre est négatif, elle s'effectue vers la droite. La valeur par défaut est -1 (permutation circulaire d'un caractère vers la droite).

rotate("abcd") "dabc"

rotate("abcd",-2) "cdab"

rotate("abcd",1) "bcda"

round() Menu MATH/Number

round(expression[,n]) → expression

round(liste[,n]) → liste

round(matrice[,n]) → matrice

Arrondit l'argument à 10^{-n} près. n doit être un entier compris entre 0 et 12.
Valeur par défaut = format décimal en cours d'utilisation.

round(1.234567,3) 1.235

round({π,√(2),ln(2)},3)
{3.142 1.414 .693}

rowAdd() Menu MATH/Matrix/Row ops

rowAdd(matrice1, numL1, numL2) → matrice

Retourne la matrice obtenue en remplaçant dans la matrice matrice1 la ligne numéro numL2 par la somme des lignes numL1 et numL2.

rowAdd([3,4;-3,-2],1,2) $\begin{bmatrix} 3 & 4 \\ 0 & 2 \end{bmatrix}$

rowAdd([a,b;c,d],1,2)
 $\begin{bmatrix} a & b \\ a+c & b+d \end{bmatrix}$

rowDim() Menu MATH/Matrix/Dimensions

rowDim(matrice) → expression

Retourne le nombre de lignes de matrice.

Note : voir aussi **colDim**() (page A-15).

ajLigne()

[1,2;3,4;5,6]>M1
rowdim(M1) $\begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \\ 5 & 6 \end{bmatrix}$
3

rowNorm() Menu MATH/Matrix/Norms

rowNorm(matrice) → expression

Retourne le maximum des sommes des valeurs absolues des éléments situés sur chaque ligne.

Note : la matrice utilisée ne doit contenir que des valeurs numériques.
Voir aussi **colNorm**() (page A-15).

normeLig()

rowNorm([-5,6,-7;3,4,9;9,-9,-7])
25

rowSwap() Menu MATH/Matrix/Row ops

rowSwap(matrice1, numL1, numL2) → matrice

Retourne la matrice obtenue en échangeant les lignes numéros numL1 et numL2.

échLigne()

[1,2;3,4;5,6]>Mat
rowSwap(Mat,1,3)
 $\begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 5 & 6 \\ 3 & 4 \end{bmatrix}$

$\begin{bmatrix} 5 & 6 \\ 3 & 4 \\ 1 & 2 \end{bmatrix}$

RplcPic CATALOG**RplcImg****RplcPic** *picVar* [, *ligne*, *col*]

Place l'image mémorisée dans *picVar* à partir du pixel de coordonnées (*ligne*, *col*). **Le contenu initial** de la zone rectangulaire où est placée l'image contenue dans *picVar* **est effacé**. Utilisez **RclPic** pour conserver ce contenu.

La variable *picVar* doit être de type **Picture**.

Les coordonnées par défaut sont (0, 0).

rref() Menu MATH/Matrix**gausJord()****rref**(*matrice1* [, *tol*]) → *matrice*

Retourne la réduite de Gauss-Jordan de la matrice *matrice1*.

Note. Vous trouverez des informations complémentaires sur l'utilisation de l'argument optionnel *tol* dans la description de la fonction **ref()**, page A-64.

rref([-2, -2, 0, -6; 1, -1, 9, -9; -5, 2, 4, -4]) **ENTER**

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 66/71 \\ 0 & 1 & 0 & 147/71 \\ 0 & 0 & 1 & -62/71 \end{bmatrix}$$
Send CATALOG**Envoi****Send** *liste*

Permet d'envoyer une liste vers l'interface CBL™ ou vers l'interface CBR™. Voir chapitre 21 et chapitre 38.

Extrait de programme :

```

:
:Send {1,0}
:Send {1,2,1}
:

```

SendCalc CATALOG**EnvCalc****SendCalc** *var*

Envoie une donnée sur le port de connexion avec une autre TI-89 / TI-92 Plus. Pour recevoir cette variable, l'autre unité doit être dans l'écran HOME, ou exécuter un **getCalc** dans un programme. Si vous envoyez des données depuis une TI-89 / TI-92 Plus vers une TI-92, vous obtiendrez une erreur si la TI-92 exécute une commande **getCalc**. Dans ce cas, utilisez la commande **SendChat** à la place de la commande **SendCalc**.

Extrait de programme :

```

:
:a+b→x
:SendCalc x
:

```

SendChat CATALOG**EnvConv****SendChat**

Cette commande peut être utilisée à la place de **SendCalc** pour envoyer vers une TI-92 ou une TI-89 / TI-92 Plus des variables compatibles avec la TI-92. Voir la description de **SendCalc**, page A-67. Par contre, **SendChat** ne permet pas de transférer des variables archivées, une base de données graphiques TI-89 / TI-92 Plus, etc.

Extrait de programme :

```

:
:a+b→x
:SendChat x
:

```

seq() **Menu MATH/List** **suite()**

seq(expression, var, déb, fin[, pas]) → *liste*

Evalue les valeurs de *expression* lorsque *var* varie de *déb* jusqu'à *fin* avec un pas de *pas* puis retourne la liste des résultats obtenus.

var ne doit pas être une variable système.

La valeur par défaut pour le pas est *pas* = 1.

```
seq(n^2,n,1,6) [ENTER]
{1 4 9 16 25 36}
seq(1/n,n,1,10,2) [ENTER]
(1 1/3 1/5 1/7 1/9)
```

setFold() **CATALOG** **défDoss()**

setFold(NomDossier) → *NomAncienDossier*

Retourne le nom du dossier en cours d'utilisation et choisit *NomDossier* comme nouveau dossier actif.

Le dossier *NomDossier* doit avoir été créé avant d'utiliser cette instruction.

```
newFold chris [ENTER] Done
setFold(main) [ENTER] "chris"
setFold(chris)>oldfoldr [ENTER] "main"
1>a [ENTER] 1
setFold(#oldfoldr) [ENTER] "chris"
a [ENTER] a
chris\a [ENTER] 1
```

setGraph() **CATALOG** **défGraph()**

setGraph(NomMode, NomOption) → *chaîne*

Choisit l'option *NomOption* pour le mode graphique *NomMode*.

L'option en cours d'utilisation est retournée sous forme d'une chaîne de caractères. On peut mémoriser cette chaîne pour rétablir ultérieurement ce mode.

```
setGraph("Graph Order","Seq") [ENTER] "SEQ"
setGraph("Coordinates","Off") [ENTER] "RECT"
```

Note : les majuscules et les espaces vides sont facultatifs lorsque vous entrez les noms de modes.

Nom de mode	Options possibles
"Coordinates"	"Rect", "Polar", "Off"
"Graph Order"	"Seq", "Simul" ¹
"Grid"	"Off", "On" ²
"Axes"	"Off", "On" ² "Off", "Axes", "Box" ³
"Leading Cursor"	"Off", "On" ²
"Labels"	"Off", "On"
"Style"	"Wire Frame", "Hidden Surface", "Contour Levels", "Wire and Contour", "Implicit Plot" ³
"Seq Axes"	"Time", "Web", "U1-vs-U2" ⁴
"DE Axes"	"Time", "t-vs-y", "y-vs-y", "y1-vs-y2", "y1-vs-y2", "y1'-vs-y2" ⁵
"Solution Method"	"RK", "Euler" ⁵
"Fields"	"SlpFld", "DirFld", "FldOff" ⁵

¹Non disponible en mode séquence, 3D, ou Diff Equations.

²Non disponible en mode 3D.

³S'applique exclusivement au mode 3D.

⁴S'applique exclusivement au mode Séquence.

⁵S'applique exclusivement au mode Diff Equations.

setMode(*NomMode*, *NomOption*) → chaîne
setMode(*liste*) → liste

Choisit l'option *NomOption* pour le mode *NomMode*.

L'option en cours d'utilisation est retournée sous la forme d'une chaîne de caractères. On peut mémoriser cette chaîne pour rétablir ultérieurement ce mode.

Les noms de modes et les options valides sont regroupés dans le tableau suivant.

Il est possible d'insérer facilement ce type d'instruction dans un programme en utilisant le menu **F6 Mode**, accessible dans l'éditeur de programmes.

On peut utiliser la seconde forme pour définir plusieurs modes en une seule opération. L'argument *liste* doit contenir des couples de noms de modes et d'options valides. Voir exemple ci-contre.

En particulier, on peut utiliser la liste obtenue lors de l'utilisation de l'instruction **getMode("ALL")** → *var*. Cela permet de restaurer tous les modes en cours d'utilisation lors de l'exécution de cette instruction.

Voir **getMode()**, page A-34.

Note : pour fixer ou retourner des informations sur le mode **Unit System**, utilisez **setUnits()**, page A-70 ou **getUnits()**, page A-35 au lieu de **setMode()** ou **getMode()**.

```
setMode("Angle","Degree")
[ENTER] "RADIAN"

sin(45) [ENTER]  $\frac{\sqrt{2}}{2}$ 

setMode("Angle","Radian")
[ENTER] "DEGREE"

sin( $\pi/4$ ) [ENTER]  $\frac{\sqrt{2}}{2}$ 

setMode("Display Digits",
"Fix 2") [ENTER] "FLOAT"
 $\pi$  [ENTER] 3.14

setMode("Display Digits",
"Float") [ENTER] "FIX 2"
 $\pi$  [ENTER] 3.141...

setMode({"Split Screen",
"Left-Right","Split 1 App",
"Graph","Split 2 App","Table"})
[ENTER]
```

Note. Les majuscules et les espaces vides sont facultatifs lorsque vous entrez les noms de modes.

Vous pouvez obtenir des résultats différents sur votre TI-89 / TI-92 Plus, suivant les modes en cours d'utilisation.

Nom de mode graphique	Options possibles
"Graph"	"Function", "Parametric", "Polar", "Sequence", "3D", "Diff. Équations"
"Display Digits"	"Fix 0", "Fix 1", ..., "Fix 12", "Float", "Float 1", ..., "Float 12"
"Angle"	"Radian", "Degree"
"Exponential Format"	"Normal", "Scientific", "Engineering"
"Complex Format"	"Real", "Rectangular", "Polar"
"Vector Format"	"Rectangular", "Cylindrical", "Spherical"
"Pretty Print"	"Off", "On"
"Split Screen"	"Full", "Top-Bottom", "Left-Right"
"Split 1 App"	"Home", "Y= Editor", "Window Editor", "Graph", "Table", "Data/Matrix Editor", "Program Editor", "Text Editor", "Numeric Solver"
"Split 2 App"	"Home", "Y= Editor", "Window Editor", "Graph", "Table", "Data/Matrix Editor", "Program Editor", "Text Editor", "Numeric Solver"
"Number of Graphs"	"1", "2"
"Graph2"	"Function", "Parametric", "Polar", "Sequence", "3D", "Diff Equations"
"Split screen ratio" (TI-92 Plus)	"1:1", "1:2", "2:1"
"Exact/Approx"	"Auto", "Exact", "Approximate"
"Base"	"Dec", "Hex", "Bin"

setTable() CATALOG

setTable(*NomMode*, *NomOption*) → chaîne

Choisit l'option *NomOption* pour le mode *NomMode*.

L'option en cours d'utilisation est retournée sous forme d'une chaîne de caractères. On peut mémoriser cette chaîne pour rétablir ultérieurement ce mode.

Nom de mode	Choix
"Graph <-> Table"	"Off", "On"
"Independent"	"Auto", "Ask"

défTable()

setTable("Graph <-> Table", "ON")

ENTER

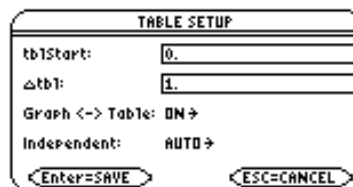
"OFF"

setTable("Independent", "AUTO")

ENTER

"ASK"

▾ [TblSet]



Note : les majuscules et les espaces vides sont facultatifs lorsque vous entrez des paramètres.

setUnits() CATALOG

setUnits(*liste1*) → liste

Cette fonction permet de définir les unités par défaut – utilisées automatiquement lors de l'affichage des résultats – sans passer par le menu MODE.

Elle permet également de mémoriser dans la variable *liste* les unités en cours d'utilisation.

- Pour sélectionner le système SI, utilisez cette instruction sous la forme **setUnits**({"SI"}).
- Pour sélectionner le système ENG/US, utilisez **setUnits**({"ENG/US"}).
- Pour revenir au dernier jeu personnalisé d'unités ayant été utilisé avant de passer en mode SI ou ENG/US, utilisez **setUnits**({"CUSTOM"}).
- Pour définir directement un jeu personnalisé d'unités, utilisez une liste du type {"CUSTOM", "cat1", "unité1" [, "cat2", "unité2", ...]} où chaque couple *cat* et *unit* indique une catégorie et son unité par défaut. Voir exemple ci-contre.

Note. Dans la pratique, le plus simple est d'utiliser le menu MODE pour définir un jeu personnalisé d'unités.

Sauvegardez ensuite la liste des unités utilisées en utilisant une commande **getUnits**() → *var*. Voir page A-35.

Il vous sera ensuite possible d'utiliser la liste *var* pour activer ce jeu d'unités à l'aide de l'instruction **setUnits**(*var*).

défUnit()

Tous les noms d'unités doivent commencer par un trait de soulignement _.

Pour l'obtenir, appuyez sur :

TI-89 : **▾** [-] **TI-92 Plus** : **2nd** [-]

Vous pouvez également sélectionner les unités à partir d'un menu.

Pour obtenir ce menu, appuyez sur :

TI-89 : **2nd** [UNITS] **TI-92 Plus** : **▾** [UNITS]

setUnits({"SI"}) **ENTER**

```
 {"ENG/US" "Length" "_ft"  
  "Mass" "_lb" ... }
```

setUnits({"CUSTOM", "Length", "_cm", "Mass", "_gm"}) **ENTER**

```
 {"SI" "Length" "_m"  
  "Mass" "_kg" ... }
```

Note : les unités affichées sur votre écran peuvent être différentes.

Shade *expr1*, *expr2*, [*xinf*], [*xsup*], [*pattern*], [*patRes*]

Construit la représentation graphique de *expr1* et de *expr2*, et hachure l'ensemble des points de coordonnées *x* et *y* tels que :

$$\begin{cases} xinf \leq x \leq xsup \\ expr1 \leq y \leq expr2 \end{cases}$$

Par défaut, *xinf* et *xsup*, sont égaux à **xmin** et **xmax**.

L'option *pattern* peut prendre 4 valeurs, définissant le type de hachures :

- 1 : verticales (valeur par défaut)
- 2 : horizontales
- 3 : pente de -45°
- 4 : pente de $+45^\circ$

L'option *patRes* permet de définir l'écart entre les hachures. Ce paramètre doit être un entier compris entre 1 et 10.

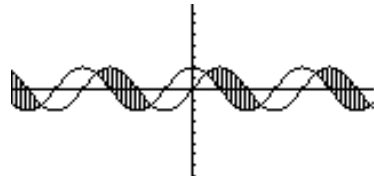
Le nombre de pixels séparant deux hachures consécutives est égal à *patres*-1.

On obtient un ombrage uniforme pour *patres*=1.

Note. Une version interactive de cette fonction est aussi disponible en utilisant l'instruction **Math/Shade**. Il est également possible de définir un hachurage automatique d'une portion du plan en utilisant les options de l'instruction **Style** (page A-79).

Dans la fenêtre ZoomTrig :

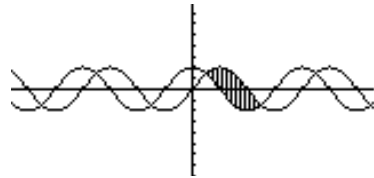
Shade cos(x),sin(x) **ENTER**



ClrDraw **ENTER**

Done

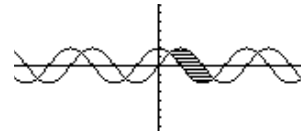
Shade cos(x),sin(x),0,5 **ENTER**



ClrDraw **ENTER**

Done

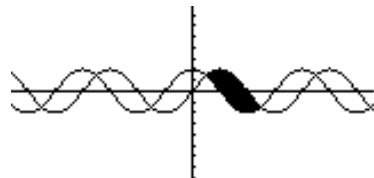
Shade cos(x),sin(x),0,5,2 **ENTER**



ClrDraw **ENTER**

Done

Shade cos(x),sin(x),0,5,2,1 **ENTER**

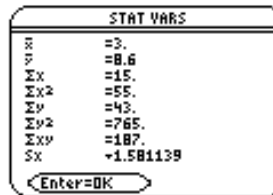


ShowStat

Affiche une boîte de dialogue contenant les résultats des calculs statistiques.

Utilisez cette instruction après un calcul statistique comme, par exemple, **LinReg**.

```
{1,2,3,4,5} → L1 [ENTER]      {1 2 3 4 5}
{0,2,6,10,25} → L2 [ENTER]   {0 2 6 10 25}
TwoVar L1,L2 [ENTER]
ShowStat [ENTER]
```



sign()

Menu MATH/Number

signe()

sign(expression1) → *expression*
sign(liste) → *liste*
sign(matrice) → *matrice*

Retourne 1 si l'expression est positive.
 Retourne -1 si l'expression est négative.

sign(0) n'est pas évalué. C'est un nombre réel ou complexe de module égal à 1.

Si on utilise cette fonction sur un nombre *z* complexe, on obtient $z/abs(z)$.

```
sign(-3.2) [ENTER]           -1.
sign({2,3,4,-5}) [ENTER]   {1 1 1 -1}
sign(1+abs(x)) [ENTER]     1
sign([-3,0,3]) [ENTER]     [-1 ±1 1]
```

Si le mode de format complexe est REAL :

simult()

Menu MATH/Matrix

simult()

simult(matrice, vecteur[, tol]) → *matrice*

Résolution d'un système d'équations.

Voir chapitre 25.

Note. Vous trouverez des informations complémentaires sur l'utilisation de l'argument optionnel *tol* dans la description de la fonction **ref()**, page A-64.

```
simult([1,2;3,4],[1;-1]) [ENTER]
```

$$\begin{bmatrix} -3 \\ 2 \end{bmatrix}$$

simult(matriceCœff, matriceConst[, tol]) → *matrice*

Permet de résoudre plusieurs systèmes d'équations, ayant les mêmes coefficients dans les premiers membres, en une seule opération. Voir exemple ci-contre.

Chaque colonne de *matriceConst* doit contenir les seconds membres d'un système d'équations. Chaque colonne de la matrice obtenue contient la solution du système correspondant.

Résolution de

$$\begin{cases} x + 2y = 1 \\ 3x + 4y = -1 \end{cases} \quad \begin{cases} x + 2y = 2 \\ 3x + 4y = -3 \end{cases}$$

```
simult([1,2;3,4],[1,2;-1,-3]) [ENTER]
```

$$\begin{bmatrix} -3 & -7 \\ 2 & 9/2 \end{bmatrix}$$

Pour le premier système, $x = -3$ et $y = 2$.
 Pour le deuxième système, $x = -7$ et $y = 9/2$.

sin() **TI-89 : touches** $\boxed{2\text{nd}}$ $\boxed{[\text{SIN}]}$ **TI-92 Plus : touche** $\boxed{[\text{SIN}]}$ **sin()**

$\sin(\text{expression}) \rightarrow \text{expression}$
 $\sin(\text{liste}) \rightarrow \text{liste}$

Calcul du sinus.

Note. L'argument est interprété comme étant un angle exprimé en degrés ou en radians suivant le choix du mode de fonctionnement. Il est possible d'utiliser $^\circ$ (page A-98) ou r (page A-97) pour utiliser une autre mesure d'angle de façon temporaire.

En mode RADIAN

$\sin(\pi/4)$ $\boxed{[\text{ENTER}]}$ $\frac{\sqrt{2}}{2}$

$\sin(45^\circ)$ $\boxed{[\text{ENTER}]}$ $\frac{\sqrt{2}}{2}$

En mode DEGREE

$\sin((\pi/4)^r)$ $\boxed{[\text{ENTER}]}$ $\frac{\sqrt{2}}{2}$

$\sin(45)$ $\boxed{[\text{ENTER}]}$ $\frac{\sqrt{2}}{2}$

$\sin(\{0,60,90\})$ $\boxed{[\text{ENTER}]}$ $\left\{ 0 \quad \frac{\sqrt{3}}{2} \quad 1 \right\}$

$\sin(\text{matriceCarrée1}) \rightarrow \text{matriceCarrée}$

Retourne le sinus de *matriceCarrée1*. N'équivaut pas au calcul du sinus de chacun des éléments. Pour plus d'informations sur la méthode de calcul, reportez-vous à **cos()**, page A-16.

matriceCarrée1 doit être diagonalisable. Le résultat contient toujours des chiffres en virgule flottante.

En mode RADIAN :

$\sin([1,5,3;4,2,1;6,-2,1])$ $\boxed{[\text{ENTER}]}$

$$\begin{bmatrix} .942... & -.045... & -.031... \\ -.045... & .949... & -.020... \\ -.048... & -.005... & .961... \end{bmatrix}$$

sin⁻¹() **TI-89 : touches** $\boxed{\diamond}$ $\boxed{[\text{SIN}^{-1}]}$ **TI-92 Plus : touches** $\boxed{2\text{nd}}$ $\boxed{[\text{SIN}^{-1}]}$ **arcsin()**

$\sin^{-1}(\text{expression}) \rightarrow \text{expression}$
 $\sin^{-1}(\text{liste}) \rightarrow \text{liste}$

Retourne l'arc sinus de l'argument. L'angle est exprimé en utilisant l'unité correspondant au mode angulaire en cours d'utilisation.

En mode DEGREE

$\sin^{-1}(1)$ $\boxed{[\text{ENTER}]}$ 90

En mode RADIAN

$\sin^{-1}(\{0,.2,.5\})$ $\boxed{[\text{ENTER}]}$ {0 .201... .523...}

$\sin^{-1}(\text{matriceCarrée1}) \rightarrow \text{matriceCarrée}$

Retourne l'arc sinus matriciel de *matriceCarrée1*. N'équivaut pas au calcul de l'arc sinus de chacun des éléments. Pour plus d'informations sur la méthode de calcul, reportez-vous à **cos()**, page A-16.

matriceCarrée1 doit être diagonalisable. Le résultat contient toujours des chiffres en virgule flottante.

En mode RADIAN et en mode Complex
 Format RECTANGULAR :

$\sin^{-1}([1,5,3;4,2,1;6,-2,1])$ $\boxed{[\text{ENTER}]}$

$$\begin{bmatrix} -.16...-.06 \cdot i & .119...-.210...i & .65...-.117...i \\ .72...-.151...i & .94...-.77...i & -.27...-.21...i \\ 2.08...-.263...i & -.179...+.127...i & .78...-.40...i \end{bmatrix}$$

sinh() Menu MATH/Hyperbolic **sh()**

sinh(expression) → expression

sinh(1.2) [ENTER] 1.509...

sinh(liste) → liste

sinh({0,1}) [ENTER] {0 sinh(1)}

Sinus hyperbolique.

expand(ans(1)) [ENTER] $\left\{0 \frac{e}{2} - \frac{1}{2e}\right\}$

sinh(matriceCarrée1) → matriceCarrée

En mode RADIAN :

Retourne le sinus hyperbolique de *matriceCarrée1*. N'équivaut pas au calcul du sinus hyperbolique de chacun des éléments. Pour plus d'informations sur la méthode de calcul, reportez-vous à **cos()**, page A-16.

sinh([0,1,1;1,0,1;1,1,0]) [ENTER] $\begin{bmatrix} .425... & 1.600... & 1.600... \\ 1.600... & .425... & 1.600... \\ 1.600... & 1.600... & .425... \end{bmatrix}$

matriceCarrée1 doit être diagonalisable. Le résultat contient toujours des chiffres en virgule flottante.

sinh⁻¹() Menu MATH/Hyperbolic **argsh()**

sinh⁻¹(expression) → expression

sinh⁻¹(0) [ENTER] 0

sinh⁻¹(liste) → liste

sinh⁻¹({0,2.1,3}) [ENTER] {0 1.4874... sinh⁻¹(3)}

Arc sinus hyperbolique.

sinh⁻¹(matriceCarrée1) ⇒ matriceCarrée

En mode RADIAN :

Retourne l'arc sinus hyperbolique matriciel de *matriceCarrée1*. N'équivaut pas au calcul de l'arc sinus hyperbolique de chacun des éléments. Pour plus d'informations sur la méthode de calcul, reportez-vous à **cos()**, page A-16.

sinh⁻¹([0,1,1;1,0,1;1,1,0]) [ENTER] $\begin{bmatrix} -.106... & .775... & .775... \\ .775... & -.106... & .775... \\ .775... & .775... & -.106... \end{bmatrix}$

matriceCarrée1 doit être diagonalisable. Le résultat contient toujours des chiffres en virgule flottante.

SinReg *liste1*, *liste2* [, [*itérations*], [*période*]
[, *liste3*, *liste4*]]

Ajustement sinusoidal.

Toutes les listes doivent avoir la même dimension à l'exception de *liste4*.

liste1 : liste des valeurs de x.
liste2 : liste des valeurs de y.
liste3 : liste des numéros de catégories.
liste4 : liste des numéros de catégories à utiliser.

La valeur de *itérations* (de 1 à 16) détermine le nombre maximum d'itérations utilisées lors de la recherche de cet ajustement. La valeur par défaut est 8.

On obtient une meilleure précision en choisissant une valeur élevée, mais cela augmente également le temps de calcul.

L'argument optionnel *période* permet d'indiquer une période estimée. Si cet argument est absent, les éléments de *liste1* doivent être en ordre croissant, et les différences entre deux valeurs consécutives de cette liste doivent être égales.

Note : les arguments *liste1* à *liste3* doivent être des noms de variables contenant des listes, ou des noms de colonnes du type c1, c2, etc.

liste4 peut être une liste ou un nom de variable contenant une liste, mais pas un nom de colonne.

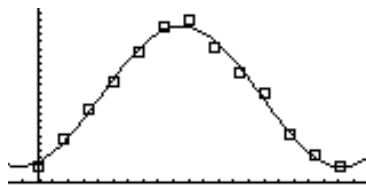
Le résultat de **SinReg** est toujours en radians, quel que soit le mode angulaire fixé.

En mode graphique **FUNCTION** :

```
seq(x,x,1,361,30)→L1 [ENTER]
{1 31 61 ...}
{5.5,8,11,13.5,16.5,19,19.5,17,
14.5,12.5,8.5,6.5,5.5}→L2 [ENTER]
{5.5 8 11 ...}
SinReg L1,L2 [ENTER] Done
ShowStat [ENTER]
```



```
[ENTER]
regeq(x)→y1(x) [ENTER] Done
NewPlot 1,1,L1,L2 [ENTER] Done
[GRAPH]
[F2] 9
```



solve() Menu MATH/Algebra

résol()

solve(*comparaison*, *var*) → *condition*

solve(*équation1* and *équation2* [and ...],
{*varOuSupposition1*,
varOuSupposition2 [, ...]}) → *condition*

Résolution dans **R** de l'équation ou du système d'équations.

Voir chapitre 25, équations.

Note : voir aussi **cSolve()** (page A-19), **cZeros()** (page A-21), **nSolve()** (page A-51) et **zeros()** (page A-87).

```
solve(x^2-x-2=0,x) [ENTER]
x = 2 or x = -1
```

```
solve(x^2-x-2=0,x)|x>0 [ENTER]
x = 2
```

```
solve (y=x^2-2 and
x + 2y = -1, {x,y}) [ENTER]
x = 1 and y = -1
or x = -3/2 and y = 1/4
```

SortA **Menu MATH/List** **TriCroix**

SortA *NomVar1* [, *NomVar2*] [, *NomVar3*], ... {2,1,4,3} → list1 [ENTER] {2,1,4,3}

Tri ascendant (du plus petit au plus grand) des éléments de la liste ou du vecteur (matrice ligne ou colonne) contenus dans la variable dont le nom est indiqué en premier argument. SortA list1 [ENTER] Done

Les variables indiquées doivent contenir des listes, des matrices lignes ou des matrices colonnes. Toutes doivent être de même nature et de même dimension. list1 [ENTER] {1 2 3 4}

Si d'autres noms de variables sont présents, leur contenu sera modifié en effectuant les mêmes échanges que ceux effectués pour le tri du premier argument. {4,3,2,1} → list2 [ENTER] {4 3 2 1}

list2 [ENTER] Done

list2 [ENTER] {1 2 3 4}

list1 [ENTER] {4 3 2 1}

SortD **Menu MATH/List** **TriDécro**

SortD *NomVar1* [, *NomVar2*] [, *NomVar3*], ... {2,1,4,3} → list1 [ENTER] {2 1 4 3}

Identique à **SortA**, mais pour un tri par ordre décroissant. {1,2,3,4} → list2 [ENTER] {1 2 3 4}

SortD list1, list2 [ENTER] Done

list1 [ENTER] {4 3 2 1}

list2 [ENTER] {3 4 1 2}

►Sphere **Menu MATH/Matrix/Vectors ops** **►Sphère**

vecteur ►Sphere [1,2,3] ►Sphere

Affiche *vecteur* en coordonnées sphériques [ρ \angle θ \angle ϕ]. Le vecteur doit être un vecteur ligne ou colonne de dimension 3. [ENTER] [3.741... \angle 1.107... \angle 0.640...]

►Sphere est uniquement une instruction d'affichage, et non une fonction de conversion. [2, \angle $\pi/4$, 3] ►Sphere

On ne peut l'utiliser qu'à la fin d'une ligne, et elle ne modifie pas le contenu du registre ans. [ENTER] [3.605... \angle .785... \angle .588...]

Voir chapitre 28, page 28–9. [ENTER] $\left[\sqrt{13} \quad \angle \frac{\pi}{4} \quad \angle -\cos^{-1}\left(\frac{3\sqrt{13}}{13}\right) \right]$

stdDev() **Menu MATH/Statistics** **écartTyp()**

stdDev(*liste1* [, *liste2*]) → *expression* stdDev({a,b,c}) [ENTER]

Retourne l'écart-type des éléments de *liste1*, éventuellement pondérés par les éléments de *liste2*. En l'absence de *liste2*, cet écart-type est calculé par la formule :
$$\frac{\sqrt{3 \cdot (a^2 - a \cdot (b + c) + b^2 - b \cdot c + c^2)}}{3}$$

$$s(x) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

stdDev({1,2,5,-6,3,-2}) [ENTER] $\frac{\sqrt{62}}{2}$

stdDev({1.3,2.5,-6.4},{3,2,5}) [ENTER] 4.33345

stdDev(*matrice1* [, *matrice2*]) → *matrice* StdDev([1,2,5;-3,0,1;.5,.7,3]) [ENTER]

Retourne la matrice ligne formée par les écarts types des éléments de chaque colonne de *matrice1*, éventuellement pondérés par les éléments correspondants de *matrice2*. *matrice1* doit avoir au moins deux lignes. [2.179... 1.014... 2]

stdDev([-1.2,5.3;2.5,7.3;6,-4],[4,2;3,3;1,7]) [ENTER] [2.7005,5.44695]

StoGDB *GDBvar*

Crée une variable de type GDB (base de données graphiques) contenant les éléments suivants :

- Mode graphique
- Fonctions définies dans l'écran Y=
- Paramètres de cadrage (écran Window)
- Paramètres de présentation des courbes
- Conditions initiales pour les suites
- Paramètres liés aux tables

Il est possible d'utiliser **RciGDB** *GDBvar* pour rétablir ces éléments.

Note : ces éléments sont enregistrés pour les deux graphiques en mode **2-Graph**.

Stop

Structure de contrôle. Voir chap. VII et chap. 34, manuel CD.

Stop**StoPic** CATALOG

Sauvelmg

StoPic *picVar* [, *pxlLigne*, *pxlCol*] [, *largeur*, *hauteur*]

Mémorise le contenu d'une zone rectangulaire de l'écran graphique dans la variable *picVar*.

Si cette variable n'a pas encore été définie, elle est créée par cette instruction. Si elle existe déjà, elle doit être du type PIC.

Les arguments optionnels *pxlLigne* et *pxlCol* indiquent la position du coin supérieur gauche de la zone à copier. Par défaut, c'est le coin supérieur gauche de l'écran graphique (0, 0).

Les arguments optionnels *largeur* et *hauteur* déterminent les dimensions (en pixels) de la zone. Les valeurs par défaut sont les valeurs maximales permises par la taille de l'écran graphique en cours d'utilisation.

Store

Voir ➤, page A-100.

string() Menu MATH/String

chaîne()

string(*expression*) → *chaîne*

`string(1.2345) [ENTER]`

"1.2345"

Retourne *expression* sous la forme d'une chaîne de caractères.

`string(cos(x)+√(3)) [ENTER]`

"cos(x)+√(3)"

Voir aussi la fonction **format()**, page A-32.

Style	CATALOG	Style
	Style <i>numéro</i> , <i>OptionStyle</i>	Style 1, "thick" <input type="text" value="ENTER"/>
	Associe à la fonction <i>numéro</i> le style défini par <i>OptionStyle</i> .	Style 10, "path" <input type="text" value="ENTER"/>
	<i>OptionStyle</i> doit être une des chaînes de caractères suivantes : "Line", "Dot", "Thick", "Animate", "Path", "Above" ou "Below".	Effet : en mode Fonction, associe le style "thick" à la fonction $y_1(x)$ et le style "path" à la fonction $y_{10}(x)$.
	Pour les courbes paramétrées, le style est uniquement attaché à la première fonction (xt), mais il est également possible de faire référence à la seconde (yt).	
	Certains styles ne sont pas valides dans tous les modes graphiques.	

subMat()	CATALOG	sousMat()
subMat (<i>matrice1</i> [, <i>lignedéb</i>] [, <i>colonnedéb</i>] [, <i>lignefin</i>] [, <i>colonnefin</i>]) → <i>matrice</i>		$[1, 2, 3; 4, 5, 6; 7, 8, 9] \rightarrow m1$ <input type="text" value="ENTER"/>
Retourne une matrice extraite de <i>matrice1</i> .		$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{bmatrix}$
Valeurs par défaut : <i>lignedéb</i> : 1 <i>colonnedéb</i> : 1 <i>lignefin</i> et <i>colonnefin</i> : dimensions de la matrice		$\text{subMat}(m1, 2, 1, 3, 2)$ <input type="text" value="ENTER"/>
		$\begin{bmatrix} 4 & 5 \\ 7 & 8 \end{bmatrix}$
		$\text{submat}(m1, 2, 2)$ <input type="text" value="ENTER"/>
		$\begin{bmatrix} 5 & 6 \\ 8 & 9 \end{bmatrix}$

sum()	Menu MATH/List	somme()
sum (<i>liste</i> [, <i>début</i>] [, <i>fin</i>]) → <i>expression</i>		$\text{sum}(\{1, 2, 3, 4, 5\})$ <input type="text" value="ENTER"/>
Retourne la somme des éléments de la liste <i>liste</i> .		15
Le calcul est effectué pour les éléments dont l'indice est compris entre <i>début</i> et <i>fin</i> lorsque ces éléments optionnels sont indiqués.		$\text{sum}(\{a, 2a, 3a\})$ <input type="text" value="ENTER"/>
		6a
		$\text{sum}(\text{seq}(n, n, 1, 10))$ <input type="text" value="ENTER"/>
		55
		$\text{sum}(\{1, 3, 5, 7, 9\}, 3)$ <input type="text" value="ENTER"/>
		21
sum (<i>matrice1</i> [, <i>début</i>] [, <i>fin</i>]) → <i>matrice</i>		$\text{sum}([1, 2, 3; 4, 5, 6])$ <input type="text" value="ENTER"/>
Retourne la matrice ligne contenant la somme des éléments de chaque colonne de la matrice. Le calcul est effectué pour les éléments dont l'indice de ligne est compris entre <i>début</i> et <i>fin</i> lorsque ces éléments optionnels sont indiqués.		$\text{sum}([1, 2, 3; 4, 5, 6; 7, 8, 9])$ <input type="text" value="ENTER"/>
		$[5 \ 7 \ 9]$
		$\text{sum}([1, 2, 3; 4, 5, 6; 7, 8, 9], 2, 3)$ <input type="text" value="ENTER"/>
		$[12 \ 15 \ 18]$
		$\text{sum}([1, 2, 3; 4, 5, 6; 7, 8, 9], 2, 3)$ <input type="text" value="ENTER"/>
		$[11, 13, 15]$

switch([entier]) → *expression*

switch() : passe à l'autre fenêtre, et retourne le numéro de la fenêtre précédemment active.

switch(0) : retourne le numéro de la fenêtre active.

switch(1) : sélectionne la fenêtre numéro 1, et retourne le numéro de la fenêtre précédemment active.

switch(2) : sélectionne la fenêtre numéro 2, et retourne le numéro de la fenêtre précédemment active.

Sans effet si la TI-89 / TI-92 Plus n'est pas en mode de partage d'écran (retourne la valeur 1).

En mode

Split Screen = Left-Right

Split 1 App = Home

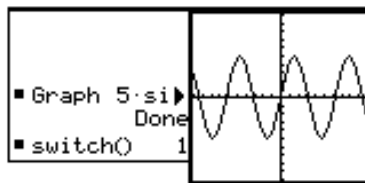
Split 2 App = Graph

graph 5*sin(x) **ENTER**

TI-89 : **HOME** TI-92 Plus : **▾**[HOME]



switch() **ENTER**



matrice1^T → *matrice*

Retourne la **conjuguée de la matrice transposée** de *matrice1*. (Matrice adjointe.)

[1,1+2i,3;4,5,6;7,8,9]→m1 **ENTER**

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 + 2i & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{bmatrix}$$

m1[†] **ENTER**

$$\begin{bmatrix} 1 & 4 & 7 \\ 1 - 2i & 5 & 8 \\ 3 & 6 & 9 \end{bmatrix}$$

Table *expression1* [, *expression2*] [, *var1*] [, *var2*]

Construction de la table des valeurs des expressions en fonction des variables indiquées. Cette construction se fait conformément au mode graphique en cours d'utilisation.

Si les arguments optionnels *var1* ou *var2* sont absents, on utilise les noms de variables par défaut dans chacun de ces modes :

Mode FUNCTION

Table *expr* **Table** *expr*, *x*

Mode PARAMETRIC

Table *xExpr*, *yExpr* **Table** *xExpr*, *yExpr*, *t*

Mode POLAR

Table *expr* **Table** *expr*, θ

Note : la commande **Table** n'est pas valable pour les modes 3D, Sequence ou Diff Equations. Voir aussi **BldData** (page A-13).

En mode graphique FUNCTION :

Newprob **ENTER**

Table 1.25x*cos(x) **ENTER**

x	1		
0.	0.		
1.	.67538		
2.	-1.04		
3.	-3.712		
4.	-3.268		

Table sin(time),time **ENTER**

x	1	2	
0.	0.	0.	
1.	.67538	.84147	
2.	-1.04	.9093	
3.	-3.712	.14112	
4.	-3.268	-.7568	

tan()	TI-89 : touches [2nd] [TAN]	TI-92 Plus : touche [TAN]	tan()
--------------	------------------------------------	----------------------------------	--------------

tan(expression) → *expression*
tan(liste) → *liste*

Calcul de la tangente.

Note. L'argument est interprété comme étant un angle exprimé en degrés ou en radians suivant le choix du mode de fonctionnement. Il est possible d'utiliser ° (page A-98) ou ^r (page A-97) pour utiliser une autre mesure d'angle de façon temporaire.

En mode RADIAN :

tan($\pi/4$) [ENTER] 1

tan(45°) [ENTER] 1

En mode DEGREE :

tan(($\pi/4$)^r) [ENTER] 1

tan(45) [ENTER] 1

tan({0,60,90}) [ENTER] (0 $\sqrt{3}$ undef)

tan(matriceCarrée1) → *matriceCarrée*

Retourne la tangente de *matriceCarrée1*. N'équivaut *pas* au calcul de la tangente de chacun des éléments. Pour plus d'informations sur la méthode de calcul, reportez-vous à **cos()**, page A-16.

matriceCarrée1 doit être diagonalisable. Le résultat contient toujours des chiffres en virgule flottante.

En mode RADIAN :

tan([0,1,1;1,0,1;1,1,0]) [ENTER]

-1.766...	-209...	-209...
-209...	-1.766...	-209...
-209...	-209...	-1.766...

tan⁻¹()	TI-89 : touches [x] [TAN ⁻¹]	TI-92 Plus : touches [2nd] [TAN ⁻¹]	arctan()
---------------------------	---	--	-----------------

tan⁻¹(expression) → *expression*
tan⁻¹(liste) → *liste*

Retourne l'arc tangente de l'argument. L'angle est exprimé en utilisant l'unité correspondant au mode angulaire en cours d'utilisation.

En mode DEGREE :

tan⁻¹(1) [ENTER] 45

En mode RADIAN :

tan⁻¹({0,.2,.5}) [ENTER] {0 .197... .463...}

tan⁻¹(matriceCarrée1) → *matriceCarrée*

Retourne l'arc tangente de *matriceCarrée1*. N'équivaut *pas* au calcul de l'arc tangente de chacun des éléments. Pour plus d'informations sur la méthode de calcul, reportez-vous à **cos()**, page A-16.

matriceCarrée1 doit être diagonalisable. Le résultat contient toujours des chiffres en virgule flottante.

En mode RADIAN :

tan⁻¹([1,3,3;3,1,3;3,3,1]) [ENTER]

-261...	.845...	.845...
.845...	-261...	.845...
.845...	.845...	-261...

tanh()	Menu MATH/Hyperbolic	th()
---------------	-----------------------------	-------------

tanh(expression) → *expression*
tanh(liste) → *liste*

Retourne la tangente hyperbolique.

tanh(matriceCarrée1) → *matriceCarrée*

Retourne la tangente hyperbolique de *matriceCarrée1*. N'équivaut *pas* au calcul de la tangente hyperbolique de chacun des éléments. Pour plus d'informations sur la méthode de calcul, reportez-vous à **cos()**, page A-16.

matriceCarrée1 doit être diagonalisable. Le résultat contient toujours des chiffres en virgule flottante.

tanh(1.2) [ENTER] .833...

En mode RADIAN :

tanh([0,1,1;1,0,1;1,1,0]) [ENTER]

-186...	.575...	.575...
.575...	-186...	.575...
.575...	.575...	-186...

tanh⁻¹() Menu MATH/Hyperbolic **argth()**

tanh⁻¹(*expression*) → *expression*
 tanh⁻¹(*liste*) → *liste*

Retourne l'arc tangente hyperbolique.

En mode Complex Format RECTANGULAR :

tanh⁻¹(0) **ENTER** 0

tanh⁻¹({1,2.1,3}) **ENTER**

$$\left\{ \infty \ .518\dots-1.570\dots i \quad \frac{\ln(2)}{2} - \frac{\pi}{2} \cdot i \right\}$$

tanh⁻¹(*matriceCarrée1*) ⇒ *matriceCarrée*

Retourne l'arc tangente hyperbolique de *matriceCarrée1*. N'équivaut pas au calcul de l'arc tangente hyperbolique de chacun des éléments.
 Pour plus d'informations sur la méthode de calcul, reportez-vous à **cos()**, page A-16.

matriceCarrée1 doit être diagonalisable.
 Le résultat contient toujours des chiffres en virgule flottante.

En mode RADIAN et en mode Complex Format RECTANGULAR :

tanh⁻¹([1,3,3;3,1,3;3,3,1]) **ENTER**

$$\begin{bmatrix} -318\dots+523\dots i & 231\dots-1047\dots i & 231\dots-1047\dots i \\ 231\dots-1047\dots i & -318\dots+523\dots i & 231\dots-1047\dots i \\ 231\dots-1047\dots i & 231\dots-1047\dots i & -318\dots+523\dots i \end{bmatrix}$$

taylor() Menu MATH/Calculus **taylor()**

taylor(*expression1*, *var*, *ordre*, *point*) → *expression*

Retourne la somme partielle d'ordre *ordre* de la série de Taylor calculée au point *point*.

Par défaut, l'argument optionnel *point* est égal à 0.

taylor(cos(x),x,5) **ENTER**

$$\frac{x^4}{24} - \frac{x^2}{2} + 1$$

taylor(cos(x),x,5,π/2) **ENTER**

$$\frac{-(2x - \pi)^5}{3840} + \frac{(x - \pi)^3}{48} - \frac{2x - \pi}{2}$$

tCollect() Menu MATH/Algebra/Trig **linTrig()**

tCollect(*expression*) → *expression*

Linéarisation d'une expression trigonométrique. Voir chapitre 24.

tCollect((cos(α))^2) **ENTER**

$$\frac{\cos(2 \cdot \alpha) + 1}{2}$$

tExpand() Menu MATH/Algebra/Trig **dévTrig()**

tExpand(*expression*) → *expression*

Développement d'une expression trigonométrique. Voir chapitre 24.

tExpand(sin(3φ)) **ENTER**

$$4 \cdot \sin(\phi) \cdot (\cos(\phi))^2 - \sin(\phi)$$

tExpand(cos(α-β)) **ENTER**

$$\cos(\alpha) \cdot \cos(\beta) + \sin(\alpha) \cdot \sin(\beta)$$

Text Instruction d'entrée/sortie. Voir chap. VII et chap. 33, manuel CD. **Text**

Then Structure de contrôle. Voir chap. VII et chap. 34, manuel CD. **Then**

Title Instruction d'entrée/sortie. Voir chap. VII et chap. 33, manuel CD. **Title**

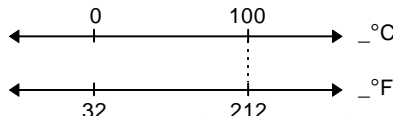
tmpCnv() CATALOG**tmpCnv()**

tmpCnv(*expression1*_UnitéTemp1, _UnitéTemp2)
 ⇒ *expression* _UnitéTemp2

Convertit une valeur de température spécifiée par *expression1* d'une unité à une autre.
 Les unités de température utilisables sont :

_°C Celsius
 _°F Fahrenheit
 _°K Kelvin
 _°R Rankine

Par exemple, 100_°C se convertit en 212_°F :



Pour convertir un écart de température, utilisez **ΔtmpCnv()**, page A-83.

tmpCnv(100_c, _°f) [ENTER] 212. . °F
 tmpCnv(32_f, _°c) [ENTER] 0. . °C
 tmpCnv(0_c, _°k) [ENTER] 273.15. °K
 tmpCnv(0_f, _°r) [ENTER] 459.67. °R

Symbole _ : **TI-89** : [◀] [-]
TI-92 Plus : [2nd] [-].

Symbole ° : [2nd] [°].

Note : pour sélectionner les unités de température à partir d'un menu, appuyez sur **TI-89** : [2nd] [UNITS] **TI-92 Plus** : [◀] [UNITS].

ΔtmpCnv() CATALOG**ΔtmpCnv()**

ΔtmpCnv(*expression1*_unitéTemp1, _unitéTemp2)
 ⇒ *expression* _unitéTemp2

Convertit un écart de température (la différence entre deux valeurs de température) spécifié par *expression1* d'une unité en une autre unité.

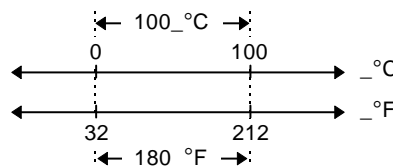
Les unités utilisables sont :

_°C Celsius
 _°F Fahrenheit
 _°K Kelvin
 _°R Rankine

Des écarts de 1_°C ou de 1_°K représentent la même grandeur, de même que pour 1_°F et 1_°R.

Par contre, un écart de 1_°C correspond au 9/5 d'un écart de 1_°F.

Par exemple, un écart de 100_°C (de 0_°C à 100_°C) est équivalent à un écart de 180_°F :



Pour convertir une valeur de température particulière au lieu d'un écart, utilisez la fonction **tmpCnv()**, page A-83.

ΔtmpCnv(100_c, _°f) [ENTER] 180. . °F
 ΔtmpCnv(180_f, _°c) [ENTER] 100. . °C
 ΔtmpCnv(100_c, _°k) [ENTER] 100. . °K
 ΔtmpCnv(100_f, _°r) [ENTER] 100. . °R
 ΔtmpCnv(1_c, _°f) [ENTER] 1.8. °F

Symbole Δ : **TI-89** : [◀] [◻] [↑] D
TI-92 Plus : [2nd] G [↑] D.

Symbole _ : **TI-89** : [◀] [-]
TI-92 Plus : [2nd] [-].

Symbole ° : [2nd] [°].

Note : pour sélectionner les unités de température dans un menu, appuyez sur **TI-89** : [2nd] [UNITS] **TI-92 Plus** : [◀] [UNITS].

Trace

Cette instruction affiche la représentation des courbes, et place le curseur sur la courbe correspondant à la première définition de fonction de l'écran Y= à la place qu'il occupait précédemment, ou à la position par défaut si les courbes ont dû être reconstruites. Il est ensuite possible de déplacer ce curseur sur les courbes.

TwoVar *liste1*, *liste2* [, *liste3*] [, *liste4*, *liste5*]

{0,1,2,3,4,5,6} → L1 [ENTER] {0 1 2 ...}
 {0,2,3,4,3,4,6} → L2 [ENTER] {0 2 3 ...}
 TwoVar L1, L2 [ENTER] Done
 ShowStat [ENTER]

Calculs statistiques pour une série statistique double.

- liste1* : liste des valeurs de *x*.
- liste2* : liste des valeurs de *y*.
- liste3* : liste des effectifs.
- liste4* : liste des numéros de catégories.
- liste5* : liste des numéros de catégories à utiliser.

Voir chapitre 16.

Note. Les arguments *liste1* à *liste4* doivent être des noms de variables contenant des listes, ou des noms de colonnes du type c1, c2, etc.

liste5 peut être une liste ou un nom de variable contenant une liste, mais pas un nom de colonne.



Unarchiv *var1* [, *var2*] [, *var3*] ...

10 → arctest [ENTER] 10
 Archive arctest [ENTER] Done
 5 * arctest [ENTER] 50
 15 → arctest [ENTER]

Déplace les variables indiquées de la mémoire archive dans la RAM.

Vous pouvez accéder à une variable archivée comme si c'était une variable dans la RAM. Il est cependant impossible de supprimer, de renommer ou de mémoriser des valeurs dans une variable archivée car celle-ci est automatiquement verrouillée.

Voir l'instruction **Archive** (page A-12).



[ESC]
 Unarchiv arctest [ENTER] Done
 15 → arctest [ENTER] 15

unitV(*matrice1*) → *matrice2*

matrice1 doit représenter un vecteur (matrice ligne ou une matrice colonne).

On obtient un vecteur de norme 1 colinéaire (même sens) au vecteur initial.

unitV([1,2,1]) [ENTER] $\left[\frac{\sqrt{6}}{6} \quad \frac{\sqrt{6}}{3} \quad \frac{\sqrt{6}}{6} \right]$
unitV([a,b,c]) [ENTER] $\left[\frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2 + c^2}} \quad \frac{b}{\sqrt{a^2 + b^2 + c^2}} \quad \frac{c}{\sqrt{a^2 + b^2 + c^2}} \right]$

Unlock *var*

Déverrouille la variable *var*.

Voir l'instruction **Lock**, page A-42.

variance() Menu MATH/Statistics

variance()

variance(*liste1* [, *liste2*]) → *expression*

Retourne la variance des éléments de *liste1*, éventuellement pondérés par les éléments de *liste2*. En l'absence de *liste2*, cette variance est calculé par la formule :

$$v(x) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

liste1 doit avoir au moins deux éléments.

variance({a,b,c}) **ENTER**

$$\frac{a^2 - a \cdot (b + c) + b^2 - b \cdot c + c^2}{3}$$

variance({1,2,5,-6,3,-2}) **ENTER**

$$\frac{31}{2}$$

variance({1,3,5},{4,6,2}) **ENTER**

68/33

variance(*matrice1* [, *matrice2*]) → *matrice*

Retourne la matrice ligne formée par les variances des éléments de chaque colonne de *matrice1*, éventuellement pondérés par les éléments correspondants de *matrice2*. *matrice1* doit avoir au moins deux lignes.

variance([1,2,5;-3,0,1;.5,.7,3]) **ENTER**

[4,75 1.03 4]

variance([-1.1,2.2;3.4,5.1;-2.3,4.3],[6,3;2,4;5,1]) **ENTER**

[3.91731,2.08411]

when() Éditeur de programme : F2 (Control) ou CATALOG

when()

when(*condition*, *ResultSiOui*, *ResultSiNon*, [*ResultSiInconnu*]) → *expression*

Retourne *ResultSiOui*, *ResultSiNon* ou *ResultSiInconnu* suivant que la condition est vraie, fausse ou indéterminée.

Le dernier argument est optionnel. S'il est absent, et que la condition est indéterminée, l'expression est retournée sans être évaluée.

Cette fonction est utile pour la programmation de fonctions définies par morceaux. Voir chapitre 26.

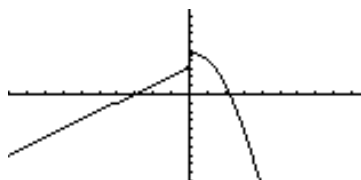
when(n>0,n*factorial(n-1),1)

→ **factorial**(n) **ENTER**

factorial(6) **ENTER**

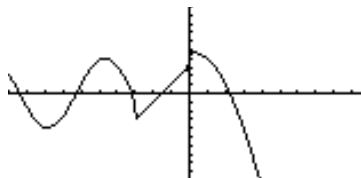
720

Graph when(x<0,x+3,5-x^2) **ENTER**



ClrGraph **ENTER**

Graph when(x<0,when(x<-π,4*sin(x),2x+3),5-x^2) **ENTER**



While Structure de contrôle. Voir chap. VII et chap. 34, manuel CD.

While

“With” Voir |, page A-100.

“Sachant que”

$condition1 \text{ xor } condition2 \rightarrow condition3$
 $liste1 \text{ xor } liste2 \rightarrow liste$
 $matrice1 \text{ xor } matrice2 \rightarrow matrice$

$1 = 1 \text{ xor } 1 = 2$ [ENTER]

true

$1 = 1 \text{ xor } 2 = 2$ [ENTER]

false

Retourne true si *condition1* est vraie et si *condition2* est fausse, ou inversement. Retourne false si *condition1* et *condition2* sont toutes les deux vraies ou fausses.

Dans les autres cas, retourne une expression booléenne simplifiée.

Utilisable avec deux listes ou deux matrices de mêmes dimensions.

$entier1 \text{ xor } entier2 \rightarrow entier$

Comparaison des représentations binaires de deux entiers relatifs, en appliquant un **xor** bit par bit.

b1	b2	b1 xor b2
1	1	0
1	0	1
0	1	1
0	0	0

La valeur retournée correspond au résultat obtenu, exprimé dans la base de numération en cours d'utilisation.

Note : Voir **and**, page A-10, pour un complément d'information. Voir également **or** (page A-52).

En mode de base Hex :

$0h7AC36 \text{ xor } 0h3D5F$ [ENTER] 0h79169

— **Important** : zéro, pas la lettre O.

En mode de base Bin :

$0b100101 \text{ xor } 0b100$ [ENTER] 0b100001

Note : une entrée binaire peut avoir jusqu'à 32 chiffres (sans compter le préfixe 0b) ; une entrée hexadécimale jusqu'à 8 chiffres.

XorPic *picVar*, [*ligne*, *col*]

Réalise un **xor** (ou exclusif), pixel par pixel, entre l'image actuellement représentée sur l'écran graphique et celle mémorisée dans *picvar*.

picVar doit être une variable de type Picture.

Les arguments optionnels *ligne* et *col* indiquent, quand ils sont présents, les coordonnées du coin supérieur gauche de l'image. Valeurs par défaut : (0, 0).

zeros() Menu MATH/Algebra**zeros(expression, var)** → liste

Retourne une liste de valeurs de *var* solutions réelles de l'équation $expression = 0$.

zeros({expression1, expression2}, {varOuSupposition1, varOuSupposition2 [, ...]}) → matrice

Retourne une matrice dont chaque ligne représente un *n*-uplet solution réelle du système d'équations

$$\begin{cases} expression1 = 0 \\ expression2 = 0 \\ \dots \end{cases}$$

Voir chapitre 25.

Note : voir aussi **cSolve()** (page A-19), **cZeros()** (page A-21), et **solve()** (page A-76).

zéros()

zeros(x^2-2x-8,x) [ENTER] {-2,4}

zeros(x^2-2x-8,x)|x<0 [ENTER] {-2}

exact(zeros(a*(e^x)+x)(sign(x)-1),x) [ENTER] {}

exact(solve(a*(e^x)+x)(sign(x)-1)=0,x) [ENTER] $e^x + x = 0$ or $x > 0$ or $a = 0$

zeros({x^2-y^2,x^2+y^2-1},{x,y}) [ENTER]

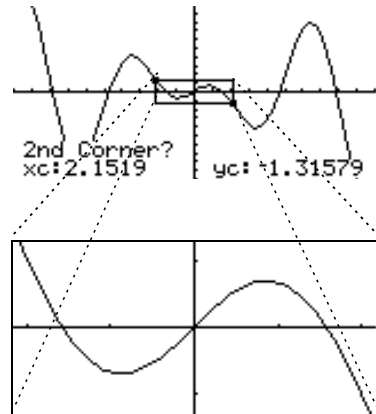
$$\begin{bmatrix} \frac{\sqrt{2}}{2} & \frac{\sqrt{2}}{2} \\ \frac{2}{2} & \frac{2}{2} \\ -\frac{\sqrt{2}}{2} & \frac{\sqrt{2}}{2} \\ \frac{2}{2} & \frac{2}{2} \\ -\frac{\sqrt{2}}{2} & -\frac{\sqrt{2}}{2} \\ \frac{2}{2} & \frac{2}{2} \\ \frac{\sqrt{2}}{2} & -\frac{\sqrt{2}}{2} \\ \frac{2}{2} & \frac{2}{2} \end{bmatrix}$$

ZoomBox Écran graphique, Y= ou WINDOW : F2 (Zoom)**ZoomBox**

Affiche l'écran graphique et permet de définir une nouvelle zone rectangulaire de visualisation.

En mode graphique FUNCTION :

1.25x*cos(x)→y1(x) [ENTER] Done
ZoomStd:ZoomBox [ENTER]



Affichage obtenu après avoir défini la boîte de visualisation en appuyant une seconde fois sur [ENTER].

ZoomCadr**ZoomData** CATALOG**ZoomData**

Ajustement automatique de la fenêtre de tracé pour la représentation de données statistiques. (Voir chapitre 16.)

ZoomDonn**ZoomDec** Écran graphique, Y= ou WINDOW : F2 (Zoom)**ZoomDec**

Fixe Δx et Δy à 0.1 et place l'origine au centre.

ZoomDéc

ZoomFit Écran graphique, Y= ou WINDOW : F2 (Zoom) **ZoomAuto**

ZoomFit

Ajustement automatique de la fenêtre de tracé pour la représentation des fonctions sélectionnées.

ZoomIn Écran graphique, Y= ou WINDOW : F2 (Zoom) **ZoomAv**

ZoomIn

Affiche l'écran graphique, permet de choisir un point et effectue un zoom avant, centré sur ce point.

Les facteurs d'agrandissement sont déterminés par les valeurs de xFact et yFact.

(xFact, yFact et zFact en mode graphique 3D).

ZoomInt Écran graphique, Y= ou WINDOW : F2 (Zoom) **ZoomEnt**

ZoomInt

Affiche l'écran graphique, permet de choisir un point qui sera le centre de la future fenêtre de tracé et modifie les paramètres de cette fenêtre de tracé de façon à ce que chaque pixel représente un point de coordonnées entières.

ZoomOut Écran graphique, Y= ou WINDOW : F2 (Zoom) **ZoomAr**

ZoomOut

Affiche l'écran graphique, permet de choisir un point et effectue un zoom arrière, centré sur ce point.

Les facteurs de réduction sont déterminés par les valeurs de xFact et yFact.

(xFact, yFact et zFact en mode graphique 3D).

ZoomPrev Écran graphique, Y= ou WINDOW : F2 (Zoom) **ZoomPréc**

ZoomPrev

Affiche l'écran graphique en rétablissant la fenêtre de tracé utilisée précédemment.

ZoomRcl Écran graphique, Y= ou WINDOW : F2 (Zoom) **ZoomRpl**

ZoomRcl

Affiche l'écran graphique en rétablissant la fenêtre de tracé utilisée lors de la dernière sauvegarde par **ZoomSto**.

ZoomSqr Écran graphique, Y= ou WINDOW : F2 (Zoom) **ZoomOrth**

ZoomSqr

Affiche l'écran graphique, en ajustant les valeurs de xMin et de xMax afin d'avoir $\Delta x = \Delta y$. Cela permet par exemple de construire correctement des cercles.

ZoomStd

Affiche l'écran graphique en utilisant une fenêtre de tracé standard.

En mode FUNCTION :

$x : [-10, 10, 1], y : [-10, 10, 1]$ et $xres=2$

En mode PARAMETRIC :

$t : [0, 2\pi, \pi/24], x : [-10, 10, 1], y : [-10, 10, 1]$

En mode POLAR :

$\theta : [0, 2\pi, \pi/24], x : [-10, 10, 1], y : [-10, 10, 1]$

En mode SEQUENCE :

$nmin=1, nmax=10, plotStrt=1, plotStep=1,$

$x : [-10, 10, 1], y : [-10, 10, 1]$

En mode 3D :

$eye\theta^\circ=20, eye\phi^\circ=70, eye\psi^\circ=0$

$x : [-10, 10, 14], y : [-10, 10, 14],$

$z : [-10, 10], ncontour=5$

En mode DIFF EQUATIONS :

$t : [0, 10, .1, 0], x : [-1, 10, 1], y : [-10, 10, 1],$

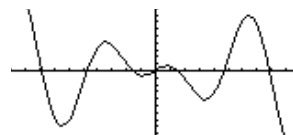
$ncurves=0, Estep=1, diftol=.001, fldres=14,$

$dtime=0$

En mode FUNCTION

$1.25x * \cos(x) \rightarrow y1(x)$

ZoomStd



ZoomSto

Sauvegarde des valeurs des paramètres de la fenêtre de tracé actuelle en vue d'une utilisation future en se servant de **ZoomRcl**.

ZoomTrig

Affiche l'écran graphique en utilisant une fenêtre de tracé adaptée à la représentation des fonctions trigonométriques.

Origine centrée avec :

$\Delta x = \pi/24$ $ymin = -4$ $xres = 2$

$xscl = \pi/2$ $ymin = 4$

$yscl = 0.5$

+	Touche $\boxed{+}$	+
	$expression1 + expression2 \rightarrow expression$	56 \boxed{ENTER} 56
	Retourne la somme de $expression1$ et $expression2$.	ans(1)+4 \boxed{ENTER} 60
		ans(1)+4 \boxed{ENTER} 64
		ans(1)+4 \boxed{ENTER} 68
		ans(1)+4 \boxed{ENTER} 72
<hr/>		
	$liste1 + liste2 \rightarrow liste$	{22, π , $\pi/2$ } \rightarrow L1 \boxed{ENTER} {22 π $\pi/2$ }
	$matrice1 + matrice2 \rightarrow matrice$	{10, 5, $\pi/2$ } \rightarrow L2 \boxed{ENTER} {10 5 $\pi/2$ }
	Retourne la liste (ou la matrice) contenant les sommes des éléments correspondants dans $liste1$ et $liste2$ (ou $matrice1$ et $matrice2$).	L1+L2 \boxed{ENTER} {32 π +5 π }
	Les arguments doivent être de même dimension.	
<hr/>		
	$expression + liste1 \rightarrow liste$	15+{10,15,20} \boxed{ENTER} {25 30 35}
	$liste1 + expression \rightarrow liste$	{10,15,20}+15 \boxed{ENTER} {25 30 35}
	Retourne la liste obtenue en ajoutant $expression$ à chaque élément de $liste1$.	
<hr/>		
	$expression + matrice1 \rightarrow matrice$	[a, b; c, d] \rightarrow m \boxed{ENTER} $\begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix}$
	$matrice1 + expression \rightarrow matrice$	
	Utilisable avec une matrice carrée.	
	Ajoute $expression$ à tous les éléments de la diagonale.	m+1 \boxed{ENTER} $\begin{bmatrix} a+1 & b \\ c & d+1 \end{bmatrix}$
-	Touche $\boxed{-}$	-
	$expression1 - expression2 \rightarrow expression$	6-2 \boxed{ENTER} 4
	Retourne la différence de $expression1$ et $expression2$.	$\pi - \pi/6$ \boxed{ENTER} $5\pi/6$
<hr/>		
	$liste1 - liste2 \rightarrow liste$	{22, π , $\pi/2$ } - {10, 5, $\pi/2$ } \boxed{ENTER} {12 π -5 0}
	$matrice1 - matrice2 \rightarrow matrice$	
	Retourne la liste (ou la matrice) contenant les différences des éléments correspondants dans $liste1$ et $liste2$ (ou $matrice1$ et $matrice2$).	[3,4]-[1,2] \boxed{ENTER} [2 2]
	Les arguments doivent être de même dimension.	
<hr/>		
	$expression - liste1 \rightarrow liste$	15 - {10,15,20} \boxed{ENTER} {5 0 -5}
	$liste1 - expression \rightarrow liste$	{10,15,20} - 15 \boxed{ENTER} {-5 0 5}
	Retourne la liste obtenue en soustrayant chaque élément de $liste1$ à $expression$ ou en soustrayant $expression$ à chaque élément de $liste1$.	
<hr/>		
	$expression - matrice1 \rightarrow matrice$	[a, b; c, d] \rightarrow m \boxed{ENTER} $\begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix}$
	$matrice1 - expression \rightarrow matrice$	
	Utilisable avec une matrice carrée.	
	$matrice1 - expression$ soustrait $expression$ à tous les éléments de la diagonale.	m-1 \boxed{ENTER} $\begin{bmatrix} a-1 & b \\ c & d-1 \end{bmatrix}$
	$expression - matrice1$ est équivalent à $-matrice1 + expression$.	1-m \boxed{ENTER} $\begin{bmatrix} -a+1 & -b \\ -c & -d+1 \end{bmatrix}$

*** (multiplie) Touche \times * (multiplie)**

$expression1 * expression2 \rightarrow expression$	$2 * 3.45$ [ENTER]	6.9
Retourne le produit de $expression1$ et $expression2$	$(-a+b) * \pi$ [ENTER]	$-(a-b) * \pi$
$liste1 * liste2 \rightarrow liste$	$\{1,0,2,3\} * \{4,5,6\}$ [ENTER]	$\{4, 10 18\}$
Retourne la liste contenant les produits des éléments correspondants dans $liste1$ et $liste2$	$\{2/a, 3/2\} * \{a^2, b/3\}$ [ENTER]	$\{2a b/2\}$
Les listes doivent être de même dimension.		
$matrice1 * matrice2 \rightarrow matrice$	$[a, b; c, d] \rightarrow m$ [ENTER]	$\begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix}$
Produit matriciel.	$[p, q; r, s] \rightarrow n$ [ENTER]	$\begin{bmatrix} p & q \\ r & s \end{bmatrix}$
	$m * n$ [ENTER]	$\begin{bmatrix} b \cdot r + a \cdot p & b \cdot s + a \cdot q \\ d \cdot r + c \cdot p & d \cdot s + c \cdot q \end{bmatrix}$
$expression * liste1 \rightarrow liste$	$\pi * \{4, 5, 6\}$ [ENTER]	$\{4\pi 5\pi 6\pi\}$
$liste1 * expression \rightarrow liste$		
Retourne la liste obtenue en multipliant $expression$ par chaque élément de $liste1$.		
$expression * matrice1 \rightarrow matrice$	$[1, 2; 3, 4] * .01$ [ENTER]	$\begin{bmatrix} .01 & .02 \\ .03 & .04 \end{bmatrix}$
$matrice1 * expression \rightarrow matrice$		
Retourne la matrice obtenue en multipliant $expression$ par chaque élément de $matrice1$.		

/ (divise) Touche \div / (divise)

$expression1 / expression2 \rightarrow expression$	$2 / 3.45$ [ENTER]	0.579710
Retourne le quotient de $expression1$ par $expression2$.	$(-a+b) / \pi$ [ENTER]	$\frac{-(a-b)}{\pi}$
$liste1 / liste2 \rightarrow liste$	$\{1,0,2,3\} / \{4,5,6\}$ [ENTER]	$\left[0.25 \quad \frac{2}{5} \quad \frac{1}{2} \right]$
Retourne la liste contenant les quotients des éléments correspondants dans $liste1$ et $liste2$.		
Les arguments doivent être de même dimension.		
$expression / liste1 \rightarrow liste$	$a / \{3, a, \sqrt{a}\}$ [ENTER]	$\left\{ \frac{a}{3} \quad 1 \quad \sqrt{a} \right\}$
$liste1 / expression \rightarrow liste$	$\{a, b, c\} / (a * b * c)$ [ENTER]	$\left\{ \frac{1}{b \cdot c} \quad \frac{1}{a \cdot c} \quad \frac{1}{a \cdot b} \right\}$
Retourne la liste obtenue en divisant $expression$ par chaque élément de $liste1$ ou en divisant chaque élément de $liste1$ par $expression$.		
$matrice1 / expression \rightarrow matrice$	$[a, b, c] / (a \cdot b \cdot c)$ [ENTER]	$\left[\frac{1}{b \cdot c} \quad \frac{1}{a \cdot c} \quad \frac{1}{a \cdot b} \right]$
Retourne la liste obtenue en divisant chaque élément de $matrice1$ par $expression$.		

^ (puissance) Touche \wedge **^ (puissance)**

$expression1 \wedge expression2 \rightarrow expression$	$4 \wedge 2$ <input type="text" value="ENTER"/>	16
$liste1 \wedge liste1 \rightarrow liste$	$\{a, 2, c\} \wedge \{1, b, 3\}$ <input type="text" value="ENTER"/>	$\{a \ 2^b \ c^3\}$
Retourne le premier argument élevé à la puissance définie par le deuxième argument.		
Pour deux listes, on obtient la liste obtenue en effectuant cette opération sur les couples d'éléments occupant les mêmes positions.		
<hr/>		
$expression \wedge liste1 \rightarrow liste$	$p \wedge \{a, 2, -3\}$ <input type="text" value="ENTER"/>	$\left\{ p^a \ p^2 \ \frac{1}{p^3} \right\}$
Retourne la liste obtenue en élevant le premier argument aux puissances définies par les éléments du deuxième argument.		
<hr/>		
$liste1 \wedge expression \rightarrow liste$	$\{1, 2, 3, 4\} \wedge (-2)$ <input type="text" value="ENTER"/>	$\left\{ 1 \ \frac{1}{4} \ \frac{1}{9} \ \frac{1}{16} \right\}$
Retourne la liste obtenue en élevant chaque élément de <i>liste1</i> à la puissance <i>expression</i> .		
<hr/>		
$matrice1 \wedge integer \rightarrow matrice$	$[1, 2; 2, 1] \rightarrow m$ <input type="text" value="ENTER"/>	$\begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 2 & 1 \end{bmatrix}$
Calcule les puissances de <i>matrice1</i> .		
<i>integer</i> doit avoir une valeur numérique entière positive.	$m \wedge 3$ <input type="text" value="ENTER"/>	$\begin{bmatrix} 13 & 14 \\ 14 & 13 \end{bmatrix}$
<i>matrice1</i> doit être une matrice carrée.		

.+ Menu MATH/Matrix/Element ops ou touches \square + **.+**

$matrice1 .+ expression \rightarrow matrice$	$[a, b; c, d] \rightarrow m$ <input type="text" value="ENTER"/>	$\begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix}$
Ajoute <i>expression</i> à tous les éléments de la matrice.	$m .+ 1$ <input type="text" value="ENTER"/>	$\begin{bmatrix} a + 1 & b + 1 \\ c + 1 & d + 1 \end{bmatrix}$

.- Menu MATH/Matrix/Element ops ou touches \square - **.-**

$matrice1 .- expression \rightarrow matrice$	$[a, b; c, d] \rightarrow m$ <input type="text" value="ENTER"/>	$\begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix}$
Soustrait <i>expression</i> à tous les éléments de la matrice.	$m .- 1$ <input type="text" value="ENTER"/>	$\begin{bmatrix} a - 1 & b - 1 \\ c - 1 & d - 1 \end{bmatrix}$

.* Menu MATH/Matrix/Element ops ou touches \square x **.***

$matrice1 .* matrice2 \rightarrow matrice$	$[a, b; c, d] \rightarrow m$ <input type="text" value="ENTER"/>	$\begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix}$
Produit termes à termes des éléments de deux matrices.		
Les deux matrices doivent avoir la même dimension.	$[p, q; r, s] \rightarrow n$ <input type="text" value="ENTER"/>	$\begin{bmatrix} p & q \\ r & s \end{bmatrix}$
	$m .* n$ <input type="text" value="ENTER"/>	$\begin{bmatrix} a \cdot p & b \cdot q \\ c \cdot r & d \cdot s \end{bmatrix}$

./ Menu MATH/Matrix/Element ops ou touches [] ÷ ./

$matrice1 ./ matrice2 \rightarrow matrice$	$[a, b; c, d] \rightarrow m$ [ENTER]	$\begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix}$
Quotient termes à termes des éléments de deux matrices.		
Les deux matrices doivent avoir la même dimension.	$[p, q; r, s] \rightarrow n$ [ENTER]	$\begin{bmatrix} p & q \\ r & s \end{bmatrix}$
	$m. / n$ [ENTER]	$\begin{bmatrix} a / p & b / q \\ c / r & d / s \end{bmatrix}$

.^ Menu MATH/Matrix/Element ops ou touches [] ^ .^

$matrice1 .^ expression \rightarrow matrice$	$[1, 2; 2, 1] \rightarrow m$ [ENTER]	$\begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 2 & 1 \end{bmatrix}$
Calcule les puissances de chaque élément de $matrice1$.		
	$m. ^3$ [ENTER]	$\begin{bmatrix} 1 & 8 \\ 8 & 1 \end{bmatrix}$
$matrice1 .^ matrice2 \rightarrow matrice$	$[1, 2; 3, 4] .^ [1, 2; 3, 4]$ [ENTER]	$\begin{bmatrix} 1 & 4 \\ 27 & 256 \end{bmatrix}$
Matrice obtenue en appliquant la fonction puissance aux couples d'éléments occupant les mêmes positions.		
Les deux matrices doivent être de la même dimension.	$[a, b; c, d] \rightarrow m$ [ENTER]	$\begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix}$
	$[p, q; r, s] \rightarrow n$ [ENTER]	$\begin{bmatrix} p & q \\ r & s \end{bmatrix}$
	$m. ^n$ [ENTER]	$\begin{bmatrix} a^p & b^q \\ c^r & d^s \end{bmatrix}$

^- (opposé) Touche [] -^- (opposé)

$- expression \rightarrow expression$	$- 2.43$ [ENTER]	$- 2.43$
$- liste1 \rightarrow liste$		
$- matrice1 \rightarrow matrice$	$- \{-1, 0.4, 1.2E19\}$ [ENTER]	$\{1 - 0.4 - 1.2E+19\}$
Retourne l'opposé de l'argument.		
Pour une liste ou une matrice, retourne la liste ou la matrice obtenue en prenant l'opposé de chaque élément.	$- a * - b$ [ENTER]	$a \cdot b$

% CATALOG %

$expression \% \rightarrow expression$	13% [ENTER]	0.13
$liste \% \rightarrow liste$		
$matrice \% \rightarrow matrice$	$\{1, 10, 100\}\%$ [ENTER]	$\{0.01 0.1 1.\}$
Retourne $\frac{argument}{100}$.		

=	Touche \square	=
	$expression1 = expression2 \rightarrow expression$	<code>1 = 2</code> \square <code>false</code>
	$liste1 = liste2 \rightarrow liste$	<code>del var x</code> \square <code>done</code>
	$matrice1 = matrice2 \rightarrow matrice$	<code>x = 1</code> \square <code>x = 1</code>
	Retourne true s'il est possible de vérifier que la valeur de <i>expression1</i> est égale à celle de <i>expression2</i> .	<code>{1,2} = {3,2}</code> \square <code>{false true}</code>
	Retourne false s'il est possible de vérifier que la valeur de <i>expression1</i> est différente de celle de <i>expression2</i> .	<code>{x,1} \rightarrow 1</code> \square <code>{x 1}</code>
	Dans les autres cas, retourne une forme simplifiée de cette relation.	<code>when(1 = {x,1}, true, false, undef)</code> \square <code>true</code>
	Pour les listes et les matrices, on obtient la liste ou la matrice formée par les booléens résultats des comparaisons éléments par éléments.	<code>when(1 = {x,2}, true, false, undef)</code> \square <code>false</code>
	Lorsque l'on utilise ce type de liste ou de matrice dans un test, la condition sera considérée comme vrai si, et seulement si, tous les éléments sont égaux à true.	<code>when(1 = {3,2}, true, false, undef)</code> \square <code>undef</code>

\neq (différent)	Menu MATH/Test ou touches \square \square	\neq (différent)
--------------------	---	--------------------

$expression1 \neq expression2 \rightarrow expression$
 $liste1 \neq liste2 \rightarrow expression$
 $matrice1 \neq matrice2 \rightarrow expression$

Retourne true s'il est possible de vérifier que la valeur de *expression1* est différente de celle de *expression2*.

Retourne false s'il est possible de vérifier que la valeur de *expression1* est égale à celle de *expression2*.

Dans les autres cas, retourne une forme simplifiée de cette relation.

Pour les listes et les matrices, on obtient la liste ou la matrice formée par les booléens résultats des comparaisons éléments par éléments.

Lorsque l'on utilise cette condition dans un test avec deux listes ou deux matrices, la condition sera considérée comme vérifiée lorsque tous les éléments correspondants sont différents, ce qui ne correspond pas à l'idée intuitive de différence de deux listes ou de deux matrices.

Touches [2nd] [<]

$expression1 < expression2 \rightarrow expression$
 $liste1 < liste2 \rightarrow expression$
 $matrice1 < matrice2 \rightarrow expression$

Retourne true s'il est possible de vérifier que la valeur de $expression1$ est strictement inférieure à celle de $expression2$.
Retourne false s'il est possible de vérifier que la valeur de $expression1$ est supérieure ou égale à celle de $expression2$.
Dans les autres cas, retourne une forme simplifiée de cette relation.

Utilisation avec des expressions algébriques, des listes ou des matrices : voir =.

Touches [>] [<]

$expression1 \leq expression2 \rightarrow expression$
 $liste1 \leq liste2 \rightarrow expression$
 $matrice1 \leq matrice2 \rightarrow expression$

Retourne true s'il est possible de vérifier que la valeur de $expression1$ est inférieure ou égale à celle de $expression2$.
Retourne false s'il est possible de vérifier que la valeur de $expression1$ est strictement supérieure à celle de $expression2$.
Dans les autres cas, retourne une forme simplifiée de cette relation.

Utilisation avec des expressions algébriques, des listes ou des matrices : voir =.

Touches [2nd] [>]

$expression1 > expression2 \rightarrow expression$
 $liste1 > liste2 \rightarrow expression$
 $matrice1 > matrice2 \rightarrow expression$

Retourne true s'il est possible de vérifier que la valeur de $expression1$ est strictement supérieure à celle de $expression2$.
Retourne false s'il est possible de vérifier que la valeur de $expression1$ est inférieure ou égale à celle de $expression2$.
Dans les autres cas, retourne une forme simplifiée de cette relation.

Utilisation avec des expressions algébriques, des listes ou des matrices : voir =.

$expression1 \geq expression2 \rightarrow expression$
 $liste1 \geq liste2 \rightarrow expression$
 $matrice1 \geq matrice2 \rightarrow expression$

Retourne true s'il est possible de vérifier que la valeur de *expression1* est supérieure ou égale à celle de *expression2*.
 Retourne false s'il est possible de vérifier que la valeur de *expression1* est strictement inférieure à celle de *expression2*.
 Dans les autres cas, retourne une forme simplifiée de cette relation.

Utilisation avec des expressions algébriques, des listes ou des matrices : voir =.

! (factorielle) **TI-89 : touche** \square \square **TI-92 Plus : touches** \square **W** **!** (factorielle)

$expression! \rightarrow expression$
 $liste! \rightarrow liste$
 $matrice! \rightarrow matrice$

$5! \text{ [ENTER]}$
 $[1,2;3,4]! \text{ [ENTER]}$

120
 $\begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 6 & 24 \end{bmatrix}$

Retourne la factorielle de l'argument.
 Pour une liste ou une matrice, retourne la liste ou la matrice obtenue en prenant la factorielle de chaque élément.

& (append) **TI-89 : touche** \square \square (produit) **TI-92 Plus : touches** \square **H** **&** (append)

$chaîne1 \& chaîne2 \rightarrow chaîne$

"Hello " & "Nick" [ENTER]

Hello Nick

Retourne la chaîne de caractères obtenue en ajoutant *chaîne2* à la suite de *chaîne1*.

∫() (intègre) **Menu MATH/Calculus ou touches** \square **[I]** **∫()** (intègre)

$\int(expression, var [, val1] [,val2]) \rightarrow expression$
 $\int(expression, var, val1, val2)$ retourne l'intégrale de *expression* par rapport à la variable *var*, quand *var* varie de *val1* à *val2*.
 $\int(expression, var)$ retourne une primitive.
 $\int(expression, var, val1)$ ajoute la constante d'intégration *val1* à la primitive obtenue en utilisant $\int(expression, var)$.

$\int(x^2, x) \text{ [ENTER]}$ $\frac{x^3}{3}$
 $\int(x^2, x, c) \text{ [ENTER]}$ $\frac{x^3}{3} + c$
 $\int(x^2, x, a, b) \text{ [ENTER]}$ $\frac{b^3}{3} - \frac{a^3}{3}$

Voir chapitre 27.
Note : voir aussi **nInt()** (page A-50).

√() (rac. car) **Touches** \square \square **√()** (rac. car)

$\sqrt(expression1) \rightarrow expression$
 $\sqrt(liste1) \rightarrow liste$

$\sqrt{4} \text{ [ENTER]}$
 $\sqrt{(9, a, 4)} \text{ [ENTER]}$

2
 $\{3\sqrt{a} 2\}$

Retourne la racine carrée de l'argument.
 Pour une liste, retourne la liste obtenue en prenant la racine carrée de chaque élément.

$\Pi()$	Menu MATH/Calculus		$\Pi()$
	$\Pi(\text{expression1}, \text{var}, \text{début}, \text{fin}) \rightarrow \text{expression}$	$\Pi(1/n, n, 1, 5)$ $\boxed{\text{ENTER}}$	$\frac{1}{120}$
	Evalue <i>expression1</i> pour chaque valeur <i>var</i> comprise entre <i>début</i> et <i>fin</i> , et retourne le produit des résultats obtenus.	$\Pi(\{1/n, n, 2\}, n, 1, 5)$ $\boxed{\text{ENTER}}$	$\left\{ \frac{1}{120} \quad 120 \quad 32 \right\}$

$\Sigma()$	Menu MATH/Calculus	TI-92 Plus : touches $\boxed{2nd} [\Sigma]$	$\Sigma()$
	$\Sigma(\text{expression1}, \text{var}, \text{début}, \text{fin}) \rightarrow \text{expression}$	$\Sigma(1/n^2, n, 1, 5)$ $\boxed{\text{ENTER}}$	$\frac{5269}{3600}$
	Evalue <i>expression1</i> pour chaque valeur <i>var</i> comprise entre <i>début</i> et <i>fin</i> , et retourne la somme des résultats obtenus.	$\Sigma(1/n^2, n, 1, \infty)$ $\boxed{\text{ENTER}}$	$\frac{\pi^2}{6}$

# (indirection)	Menu CHAR/Punctuation	TI-92 Plus : touches $\boxed{2nd} T$	# (indirection)
	#Chaîne	Extraits de programme :	
	Ce symbole permet d'utiliser le contenu d'une chaîne de caractères comme s'il s'agissait d'un nom de variable, de fonction, d'instruction ou de dossier.	<pre> : Request "Entrez votre nom", str1 NewFold #str1 : : For I, 1, 5, 1 ClrGraph Graph i*x StoPic #("Pic" & string(i)) EndFor : : </pre>	
	On peut en particulier utiliser cette possibilité pour créer ou modifier des variables dont le nom est construit par un programme.		
	La valeur de <i>Chaîne</i> doit être un nom de variable valide.		
	<i>Chaîne</i> peut être le nom d'une variable contenant une chaîne de caractères, ou une expression permettant de construire un chaîne de caractères.		
	Dans ce cas, l'expression est placée entre parenthèses, comme dans l'exemple ci-contre.		

r (radian)	Menu MATH/Angle		r (radian)
	$\text{expression1}^r \rightarrow \text{expression}$	En mode DEGREE ou RADIAN :	
	$\text{liste1}^r \rightarrow \text{liste}$		
	$\text{matrice1}^r \rightarrow \text{matrice}$	$\cos((\pi/4)^r)$ $\boxed{\text{ENTER}}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$
	En mode DEGREE, multiplie <i>expression</i> par $180/\pi$. En mode RADIAN, retourne <i>expression</i> sans modification.		
	Cette fonction permet d'utiliser un angle exprimé en radians alors que la machine est en mode DEGREE. (Fonctions trigonométriques et conversion polaire/rectangulaire.)		

$^{\circ}$ (degré)	Menu MATH/Angle ou touches $[2\text{nd}][^{\circ}]$	$^{\circ}$ (degré)
$expression^{\circ} \rightarrow valeur$		En mode DEGREE ou RADIAN :
$liste^{\circ} \rightarrow liste$		$\cos(45^{\circ})$ $[ENTER]$
$matrice^{\circ} \rightarrow matrice$		$\frac{\sqrt{2}}{2}$
En mode RADIAN, multiplie $expression$ par $\pi/180$. En mode DEGREE, retourne $expression$ sans modification.		En mode RADIAN :
Ceci permet d'utiliser un angle exprimé en degrés alors que la machine est en mode RADIAN. (Fonctions trigonométriques et conversion polaire/rectangulaire.)		$\cos(\{0, \pi/4, 90^{\circ}, 30.12^{\circ}\})$ $[ENTER]$
		{1 0.707... 0 0.864...}

$^{\circ}, ', ''$	Menu CHAR/Math ou menu CHAR/Punctuation ou touches $[2\text{nd}][^{\circ}]$, $[2\text{nd}][']$, $[2\text{nd}][\"]$	$^{\circ}, ', ''$
$dd^{\circ} mm' ss.ss'' \rightarrow expression$		En mode DEGREE :
dd nombre de signe quelconque		$25^{\circ}13'17.5''$ $[ENTER]$
mm nombre positif ou nul		25.221...
$ss.ss$ nombre positif ou nul		$25^{\circ}30'$ $[ENTER]$
		51/2
Retourne $dd+(mm/60)+(ss.ss/3600)$.		
Ce format d'entrée en base 60 permet		
<ul style="list-style-type: none"> d'entrer un angle en degrés, minutes, secondes quel que soit le mode angulaire en cours d'utilisation. d'entrer un temps exprimé en heures, minutes, secondes. 		
Les trois éléments doivent être des nombres. Il n'est pas possible d'utiliser des expressions ou des noms de variables.		

\sphericalangle (angle)	Touches $[2\text{nd}][\sphericalangle]$	\sphericalangle (angle)
$[rayon, \sphericalangle] \rightarrow vecteur$		En mode RECTANGULAR :
Saisie d'un vecteur en coordonnées polaires.		$[r, \sphericalangle\theta]$ $[ENTER]$
		$[\cos(\theta) \cdot r \sin(\theta) \cdot r]$
$[rayon, \sphericalangle_{\theta}, valeur_Z] \rightarrow vecteur$		
Saisie d'un vecteur en coordonnées cylindriques.		$[r, \sphericalangle\theta, z]$ $[ENTER]$
		$[\cos(\theta) \cdot r \sin(\theta) \cdot r \cdot z]$
$[rayon, \sphericalangle_{\theta}, \sphericalangle_{\phi}] \rightarrow vecteur$		
Saisie d'un vecteur en coordonnées sphériques. (ϕ est mesuré à partir de l'axe Oz, voir fin du chapitre 28.)		$[r, \sphericalangle\theta, \sphericalangle\phi]$ $[ENTER]$
		$[\cos(\theta) \cdot \sin(\phi) \cdot r \sin(\theta) \cdot \sin(\phi) \cdot r \cos(\phi) \cdot r]$
<hr/>		
$(grandeur \sphericalangle angle) \rightarrow valeurComplexe$ (saisie en coordonnées polaires)		En mode RADIAN et en mode Complex Format RECTANGULAR :
Saisit une valeur complexe en coordonnées polaires ($r\angle\theta$). L'angle est interprété suivant le mode angulaire en cours d'utilisation.		$5+3i - (10\angle\pi/4)$ $[ENTER]$
		$5 - 5 \cdot \sqrt{2} + (3 - 5 \cdot \sqrt{2}) \cdot i$
	\square $[ENTER]$	$- 2.071... - 4.071... \cdot i$

(prime)	Touches [2nd] [']	(prime)
	<i>variable'</i> <i>variable''</i>	deSolve(y''+2y'+y=x^2,x,y) [ENTER] $y = (@1 \cdot x + @2) \cdot e^{-x} + x^2 - 4 \cdot x + 6$
	Le symbole “prime” est exclusivement réservé à la saisie des équations différentielles. Voir deSolve , page A-23.	

_ (soulignement)	TI-89 : touches [] [-]	TI-92 Plus : touches [2nd] [-]	_ (soulignement)
	<i>expression_unité</i>	3_m ▶ _ft [ENTER] 9.842..._ft	
	Indique les unités d'une <i>expression</i> . Tous les noms d'unités doivent commencer par un trait de soulignement.		
	Il est possible d'utiliser les unités prédéfinies ou de créer ses propres unités. Vous trouverez une liste des unités prédéfinies dans le chapitre 14 sur les constantes et les unités de mesure. Vous pouvez appuyer sur [2nd] [UNITS] pour sélectionner des unités dans un menu, ou taper directement les noms des unités.		

<p><i>variable_</i></p> <p>Si <i>variable</i> n'a pas de valeur, elle est considérée comme représentant un nombre complexe. Par défaut, sans _ la variable est considérée comme réelle.</p> <p>Si <i>variable</i> a une valeur, le _ est ignoré et <i>variable</i> conserve son type de données initial.</p> <p>Note : vous pouvez mémoriser un nombre complexe dans une variable sans utiliser _ . Toutefois, pour optimiser les résultats dans des calculs tels que cSolve() et cZeros(), l'emploi de _ est recommandé.</p>	<p>En supposant que <i>z</i> est une variable symbolique sans valeur affectée :</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 80%;">real(z) [ENTER]</td> <td style="width: 20%; text-align: right;">z</td> </tr> <tr> <td>real(z_) [ENTER]</td> <td style="text-align: right;">real(z_)</td> </tr> <tr> <td>imag(z) [ENTER]</td> <td style="text-align: right;">0</td> </tr> <tr> <td>imag(z_) [ENTER]</td> <td style="text-align: right;">imag(z_)</td> </tr> </table>	real(z) [ENTER]	z	real(z_) [ENTER]	real(z_)	imag(z) [ENTER]	0	imag(z_) [ENTER]	imag(z_)
real(z) [ENTER]	z								
real(z_) [ENTER]	real(z_)								
imag(z) [ENTER]	0								
imag(z_) [ENTER]	imag(z_)								

▶ (conversion)	Touches [2nd] [▶]	▶ (conversion)
	<i>expression_unité1</i> ▶ <i>unité2</i> → <i>expression_unité2</i>	3_m ▶ _ft [ENTER] 9.842..._ft
	Convertit l'unité d'une expression. Les unités doivent être de la même catégorie.	
	Le trait de soulignement _ indique les unités. Vous trouverez une liste des unités prédéfinies dans le chapitre 14.	
	Pour sélectionner des unités dans un menu, vous pouvez appuyer sur TI-89 : [2nd] [UNITS] TI-92 Plus : [] [UNITS].	
	Vous pouvez aussi taper directement les noms des unités. Pour obtenir le trait de soulignement _ appuyez sur TI-89 : [] [-] TI-92 Plus : [2nd] [-].	
	Note : l'opérateur de conversion ▶ n'est pas en mesure de gérer les unités de température. Voir tmpCnv() et ΔtmpCnv() .	

10^()	CATALOG	10^()
	Voir ^ en remplaçant le premier argument par 10.	10^1.5 [ENTER] 31.622777 10^{0,-2,2,a} [ENTER] {1 1/100 100 10^a}

^-1	CATALOG	TI-92 Plus : touches $\boxed{2nd}$ $\boxed{[x^{-1}]}$	^-1
	$expression1 \wedge -1 \rightarrow expression$	$3.1 \wedge -1 \boxed{ENTER}$	.322581
	$liste1 \wedge -1 \rightarrow liste$	$\{a, 4, -.1, x-2\} \wedge -1 \boxed{ENTER}$	
	Retourne l'inverse de l'argument. Pour une liste, retourne la liste des inverses des éléments de <i>liste1</i> .		$\left\{ \frac{1}{a} \quad \frac{1}{4} \quad -10 \quad \frac{1}{x-2} \right\}$
	$matrice1 \wedge -1 \rightarrow matrice$	$[1, 2; a, 4] \wedge -1 \boxed{ENTER}$	
	Calcule l'inverse de <i>matrice1</i> . <i>matrice1</i> doit être une matrice carrée inversible.		$\begin{bmatrix} \frac{-2}{a-2} & \frac{1}{a-2} \\ \frac{a}{2(a-2)} & \frac{-1}{2(a-2)} \end{bmatrix}$

(sachant que) TI-89 : touche $\boxed{}$	TI-92 Plus : touches $\boxed{2nd}$ $\boxed{[1]}$	(sachant que)
$expression | condition$	$zeros(x \wedge 2 - 1, x) | x > 0 \boxed{ENTER}$	{1}
Simplification de <i>expression</i> en utilisant les conditions présentes dans <i>condition</i> . Cela permet d'effectuer des substitutions, des simplifications valides sur des intervalles spécifiques, ou encore des simplifications valables seulement sous certaines conditions. Voir chapitre 24.	$2x \wedge 2 - 3x + 6 | x = 2.4 \boxed{ENTER}$	10.32
	En mode RADIAN :	
	$j(\sin(a * x) / x, x, 0, 2) | a = 2 \boxed{ENTER}$	1.758...

→ (mémorise) Touche \boxed{STO}		→ (mémorise)
$expression \rightarrow var$	$\pi / 4 \rightarrow myvar \boxed{ENTER}$	$\pi / 4$
$liste \rightarrow var$	$\{1, 2, 3, 4\} \rightarrow Lst5 \boxed{ENTER}$	{1, 2, 3, 4}
$matrice \rightarrow var$	$[1, 2, 3; 4, 5, 6] \rightarrow MatG \boxed{ENTER}$	$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \end{bmatrix}$
Si la variable <i>var</i> n'existe pas, celle-ci est créée par cette instruction et reçoit <i>expression</i> , <i>liste</i> , ou <i>matrice</i> comme valeur initiale. Si la variable <i>var</i> existe déjà, son contenu est remplacé par <i>expression</i> , <i>liste</i> , ou <i>matrice</i> .	$"Hello" \rightarrow str1 \boxed{ENTER}$	"Hello"
$expression \rightarrow NomFonction(paramètre1, ...)$	$2 \cos(x) \rightarrow Y1(x) \boxed{ENTER}$	Done
Définition d'une fonction. Voir aussi l'utilisation de Define , page A-22.		

●
TI-89 : touches $\boxed{\blacklozenge}$ $\boxed{}$
●
TI-92 Plus : touches $\boxed{2nd}$ **X**
Commentaires dans un programme. Voir chapitre 29.

0b, 0h	TI-89 : touches $\boxed{0}$ $\boxed{\alpha}$ B	TI-92 Plus : touches $\boxed{0}$ B	0b, 0h
	TI-89 : touches $\boxed{0}$ $\boxed{\alpha}$ H	TI-92 Plus : touches $\boxed{0}$ H	
0b nombre Binaire			
0h nombre Hexadécimal			
<ul style="list-style-type: none"> — Nombre binaire : jusqu'à 32 chiffres. — Nombre hexadécimal : jusqu'à 8 chiffres. — Zéro (pas la lettre O) suivi de b ou h. 			
Ces préfixes indiquent respectivement un nombre binaire ou hexadécimal. Pour entrer un nombre binaire ou hexadécimal, vous devez entrer le préfixe 0b ou 0h quel que soit le mode Base en cours d'utilisation Tout nombre sans préfixe est considéré comme étant écrit en base 10.			
		Les résultats sont affichés suivant le mode Base en cours d'utilisation. En mode base Dec :	
		$0b10+0hF+10 \boxed{ENTER}$	27
		En mode base Bin :	
		$0b10+0hF+10 \boxed{ENTER}$	0b11011
		En mode base Hex :	
		$0b10+0hF+10 \boxed{ENTER}$	0h1B

Tables de référence



Raccourcis clavier.....	B-2
Lancement d'une application.....	B-2
Déplacement rapide du curseur.....	B-2
Visualisation d'un résultat trop grand pour être affiché.....	B-2
Sélection, couper/coller.....	B-2
Effacement, Insertion, remplacement.....	B-3
Opérations sur les fichiers.....	B-3
Copie des coordonnées du curseur.....	B-3
Mode 3D.....	B-3
Opérations diverses.....	B-3
Lancement rapide d'un programme.....	B-3
Réinitialisation.....	B-3
Caractères spéciaux.....	B-4
Localisation.....	B-5
Accès aux principaux caractères spéciaux.....	B-5
Codes des différentes touches pour la TI-89.....	B-6
Codes des différentes touches pour la TI-92 Plus.....	B-9
Noms réservés.....	B-13
Noms de fonctions et d'instructions.....	B-13
Variables système.....	B-13
Fonctions de l'éditeur Y=.....	B-13
Autres variables réservées.....	B-13
Graphismes.....	B-14
Zooms.....	B-14
Statistiques.....	B-14
Table.....	B-14
Éditeur de données.....	B-14
Divers.....	B-14
Solveurs.....	B-14
Unités.....	B-14
Protection automatique des variables de certains types.....	B-15
Messages d'avertissement.....	B-16
Liste des messages.....	B-16
Messages d'erreurs.....	B-17

Raccourcis clavier

Vous trouverez dans cette section tous les raccourcis-clavier utilisables sur la TI-89 / TI-92 Plus. Ils sont regroupés par type d'utilisation.

Lancement d'une application

	TI-89	TI-92 Plus
Écran de calcul	[HOME]	◆ [HOME]
Éditeur Y=	◆ [Y=]	◆ [Y=]
Écran WINDOW	◆ [WINDOW]	◆ [WINDOW]
Construction de graphiques	◆ [GRAPH]	◆ [GRAPH]
Préparation de la table de valeurs	◆ [TblSet]	◆ [TblSet]
Affichage de la table de valeurs	◆ [TABLE]	◆ [TABLE]
Éditeur de données	[APPS] [6]	[APPS] [6]
Éditeur de programmes	[APPS] [7]	[APPS] [7]
Éditeur de textes	[APPS] [8]	[APPS] [8]
Solveur numérique	[APPS] [9]	[APPS] [9]

Déplacement rapide du curseur

	TI-89	TI-92 Plus
Curseur en début de ligne	[2nd] ⏪	[2nd] ⏩
Curseur en fin de ligne	[2nd] ⏩	[2nd] ⏪
Curseur en première colonne (data/matrix)	◆ ⏪	◆ ⏩
Curseur en dernière colonne (data/matrix)	◆ ⏩	◆ ⏪
Curseur en début d'éditeur ou d'historique	◆ ⏩	◆ ⏩
Curseur en fin d'éditeur ou d'historique	◆ ⏪	◆ ⏪

Visualisation d'un résultat trop grand pour être affiché

	TI-89	TI-92 Plus
Défilement vers la gauche	⏪	⏩
Défilement vers la droite	⏩	⏪
Défilement vers le haut	⏴ + ⏩	⏴ + ⏩
Défilement vers le bas	⏴ + ⏪	⏴ + ⏪

Sélection, couper/coller

	TI-89	TI-92 Plus
Sélection, vers la gauche	⏴ + ⏪	⏴ + ⏩
Sélection, vers la droite	⏴ + ⏩	⏴ + ⏪
Copier	◆ [COPY]	◆ C
Coller	◆ [PASTE]	◆ V
Couper	◆ [CUT]	◆ X
Effacement du bloc sélectionné	[CLEAR]	[CLEAR]

Effacement, Insertion, remplacement

	TI-89	TI-92 Plus
Caractère à gauche du curseur		
Caractère à droite du curseur		
De la position du curseur jusqu'à la fin de la ligne		
Bascule entre insertion et remplacement		

Opérations sur les fichiers

	TI-89	TI-92 Plus
Ouvrir		
Sauver une copie sous un autre nom		
Nouveau		

Copie des coordonnées du curseur

	TI-89	TI-92 Plus
Copie des coordonnées du curseur de l'écran graphique dans l'écran de calcul.		
Copie des coordonnées du curseur de l'écran graphique dans l'éditeur de données et de matrices. (Variable sysdata).		

Mode 3D

	TI-89	TI-92 Plus
Changement de style de construction.		
Vue suivant un axe.		
Zoom avant (et retour au cadrage initial).		
Retour à l'angle de vue initial.		

Opérations diverses

	TI-89	TI-92 Plus
Format		
Tables des caractères spéciaux		
Interruption d'un calcul ou de la construction d'une courbe.		
Pause dans la construction d'une courbe Appuyer à nouveau pour reprendre.		

Lancement rapide d'un programme

Les programmes **kbdprgm1** ... **kbdprgm9** peuvent être lancés directement par une simple combinaison de deux touches :

... .

(Ces programmes doivent être placés dans le dossier main).

Réinitialisation

Voir annexe C, page C-4.

Caractères spéciaux

Vous trouverez dans cette section le code de tous les caractères spéciaux de la TI-89 / TI-92 Plus. Vous pouvez utiliser la fonction **char** pour générer le caractère de votre choix, et la fonction **ord** pour connaître le code d'un caractère.

Par exemple, `char(38)` retourne "&" et `ord("&")` retourne 38.

1. SOH	38. &	75. K	112. p	149. E	186. ø	223. ß
2. STX	39. '	76. L	113. q	150. e	187. »	224. à
3. ETX	40. (	77. M	114. r	151. i	188. d	225. á
4. EOT	41.)	78. N	115. s	152. r	189. j	226. â
5. ENQ	42. *	79. O	116. t	153. T	190. ∞	227. ã
6. ACK	43. +	80. P	117. u	154. x̄	191. ç	228. ä
7. BELL	44. ,	81. Q	118. v	155. ȳ	192. À	229. â
8. BS	45. -	82. R	119. w	156. ≤	193. Á	230. æ
9. TAB	46. .	83. S	120. x	157. ≠	194. Â	231. ç
10. LF	47. /	84. T	121. y	158. ≥	195. Ã	232. è
11. ⤴	48. 0	85. U	122. z	159. ∠	196. Ä	233. é
12. FF	49. 1	86. V	123. {	160. ...	197. Å	234. ê
13. CR	50. 2	87. W	124. |	161. ;	198. Æ	235. ë
14. 🗄	51. 3	88. X	125. }	162. ¢	199. Ç	236. ì
15. ✓	52. 4	89. Y	126. ~	163. £	200. È	237. í
16. ▪	53. 5	90. Z	127. ♦	164. ¤	201. É	238. î
17. ◀	54. 6	91. [	128. α	165. ¥	202. Ê	239. ï
18. ▶	55. 7	92. \	129. β	166. ¦	203. Ë	240. ð
19. ▲	56. 8	93.]	130. Γ	167. §	204. Ì	241. ñ
20. ▼	57. 9	94. ^	131. γ	168. √	205. Í	242. ò
21. ←	58. :	95. _	132. Δ	169. ●	206. Î	243. ó
22. →	59. ;	96. `	133. δ	170. ¢	207. Ï	244. ô
23. ↑	60. <	97. a	134. ε	171. «	208. Ð	245. õ
24. ↓	61. =	98. b	135. ζ	172. ¬	209. Ñ	246. ö
25. ◀	62. >	99. c	136. θ	173. -	210. Ò	247. ÷
26. ▶	63. ?	100. d	137. λ	174. ®	211. Ó	248. ø
27. ↑	64. @	101. e	138. ξ	175. -	212. Ô	249. ù
28. U	65. A	102. f	139. Π	176. °	213. Õ	250. ú
29. ∩	66. B	103. g	140. π	177. ±	214. Ö	251. û
30. C	67. C	104. h	141. ρ	178. ²	215. ×	252. ü
31. €	68. D	105. i	142. Σ	179. ³	216. Ø	253. ý
32. espace	69. E	106. j	143. σ	180. -¹	217. Ù	254. þ
33. !	70. F	107. k	144. τ	181. μ	218. Ú	255. ÿ
34. "	71. G	108. l	145. φ	182. ¶	219. Û	
35. #	72. H	109. m	146. ψ	183. •	220. Ü	
36. \$	73. I	110. n	147. Ω	184. +	221. Ý	
37. %	74. J	111. o	148. ω	185. ¹	222. Þ	

Localisation

- Sur la TI-89, les caractères grecs s'obtiennent en tapant \diamond \square , puis la lettre correspondante.

Exemple : \diamond \square α **S** pour σ , \diamond \square \uparrow **S** pour Σ .

Certains caractères spéciaux sont accessibles en appuyant sur \diamond puis sur une autre touche.

Appuyez sur \diamond \square pour faire apparaître la liste de ces caractères.

- Sur la TI-92 Plus, les caractères grecs s'obtiennent en tapant \square **G**, puis la lettre correspondante.

Exemple : \square **G** **S** pour σ , \square **G** \uparrow **S** pour Σ .

Certains caractères spéciaux sont accessibles en appuyant sur \square puis sur une autre touche.

Appuyez sur \diamond [KEY] pour faire apparaître la liste de ces caractères.

Reportez-vous au chapitre 18 pour des explications plus détaillées sur la saisie des caractères spéciaux.

Accès aux principaux caractères spéciaux

Car.	TI-89	TI-92 Plus	Observation
=	\square	\square	Comparaison.
\neq	\diamond \square	\diamond \square	Comparaison.
$<=$	\square [$<$]	\square [$<$]	Comparaison.
\leq	\diamond [$<$]	\diamond [$<$]	Comparaison.
$>=$	\square [$>$]	\square [$>$]	Comparaison.
\geq	\diamond [$>$]	\diamond [$>$]	Comparaison.
!	\diamond \div	\square W	Ponctuation. Factorielle.
"	\square ["]	\square ["]	Chaînes de caractères. Angles.
'	\square [']	\square [']	Apostrophe. Angles.
●	\diamond \square	\square X	Commentaires dans un programme.
&	\diamond \times	\square H	Concaténation.
$^{\circ}$	\square [$^{\circ}$]	\square [$^{\circ}$]	Saisie d'un angle en degré.
\sphericalangle	\square [\sphericalangle]	\square [\sphericalangle]	Saisie d'un angle (coordonnées polaires...)
►	\square [►]	\square [►]	Écriture des fonctions de conversion.

Codes des différentes touches pour la TI-89

Vous trouverez ici les codes des différentes touches nécessaires à l'utilisation de la fonction **getKey** sur la TI-89. L'utilisation de cette fonction est décrite page 33-9.

Table 1: Code des touches primaires

Touche	Préfixe									
	Normal		\uparrow		2^{nd}		\blacklozenge		α	
	Assoc.	Valeur	Assoc.	Valeur	Assoc.	Valeur	Assoc.	Valeur	Assoc.	Valeur
$F1$	F1	268	F1	268	F6	273	Y=	8460	F1	268
$F2$	F2	269	F2	269	F7	274	WINDOW	8461	F2	269
$F3$	F3	270	F3	270	F8	275	GRAPH	8462	F3	270
$F4$	F4	271	F4	271	F4	271	TblSet	8463	F4	271
$F5$	F5	272	F5	272	F5	272	TABLE	8464	F5	272
\blacklozenge			COPY	24576	CUT	12288				
α					a-lock					
ESC	ESC	264	ESC	264	QUIT	4360	PASTE	8456	ESC	264
$APPS$	APPS	265	APPS	265	SWITCH	4361		8457	APPS	265
$HOME$	HOME	277	HOME	277	CUST	4373	HOME	277	HOME	277
$MODE$	MODE	266	MODE	266	\blacktriangleright	18	$_$	95	MODE	266
$CATALOG$	CATLG	278	CATLG	278	i	151	∞	190	CATLG	278
\leftarrow	BS	257	BS	257	INS	4353	DEL	8449	BS	257
$CLEAR$	CLEAR	263	CLEAR	263	CLEAR	263		8455	CLEAR	263
X	x	120	X	88	LN	4184	e^x	8280	x	120
Y	y	121	Y	89	SIN	4185	SIN^{-1}	8281	y	121
Z	z	122	Z	90	COS	4186	COS^{-1}	8282	z	122
T	t	116	T	84	TAN	4180	TAN^{-1}	8276	t	116
\wedge	\wedge	94	\wedge	94	π	140	θ	136	\wedge	94
I$	$|	124	F	70	$^\circ$	176	Format d/b	8316	f	102
$($	(	40	B	66	{	123			b	98
$)$	)	41	C	67	}	125	\bullet	169	c	99
$,$	,	44	D	68	[	91		8236	d	100
$/$	/	47	E	69	]	93	!	33	e	101
$*$	*	42	J	74	$\sqrt{\quad}$	4138	&	38	j	106
$-$	-	45	O	79	VAR-LNK	4141	Contr. -		o	111
$+$	+	43	U	85	CHAR	4139	Contr. +		u	117

Table 1: Code des touches primaires (Suite)

Touche	Préfixe									
	None		[f]		[2nd]		[♦]		[alpha]	
	Assoc.	Valeur	Assoc.	Valeur	Assoc.	Valeur	Assoc.	Valeur	Assoc.	Valeur
[ENTER]	CR	13	CR	13	ENTRY	4109	APPROX	8205	CR	13
[STO▶]	STO▶	258	P	80	RCL	4354	@	64	p	112
[=]	=	61	A	65	'	39	≠	157	a	97
[EE]	EE	149	K	75	∠	159	SYMB	8341	k	107
[(-)]	-	173	SPACE	32	ANS	4372		8365	SPACE	32
[.]	.	46	W	87	>	62	≥	158	w	119
[0]	0	48	V	86	<	60	≤	156	v	118
[1]	1	49	Q	81	"	34		8241	q	113
[2]	2	50	R	82	\	92		8242	r	114
[3]	3	51	S	83	UNITS	4147		8243	s	115
[4]	4	52	L	76	:	58		8244	l	108
[5]	5	53	M	77	MATH	4149		8245	m	109
[6]	6	54	N	78	MEM	4150		8246	n	110
[7]	7	55	G	71	∫	4151		8247	g	103
[8]	8	56	H	72	d	4152		8248	h	104
[9]	9	57	I	73	;	59		8249	i	105

Table 2: Touches de curseur (y compris déplacement en diagonale)

Touche	Normal	[f]	[2nd]	[♦]	[alpha]
↶	338	16722	4434	8530	33106
⬇	340	16724	4436	8532	33108
↷	344	16728	4440	8536	33112
⬆	337	16721	4433	8529	33105
↶ et ⬆	339	16723	4435	8531	33107
↶ et ⬇	342	16726	4438	8534	33110
⬆ et ↷	345	16729	4441	8537	33113
⬇ et ↷	348	16732	4444	8540	33116

Codes des différentes touches pour la TI-89 (suite)

Table 3: Lettres grecques (préfixées par α \dagger)

Touches	Second préfixe			
	α		\dagger	
	Assoc.	Valeur	Assoc.	Valeur
α [A]	α	128		
β [B]	β	129		
δ [D]	δ	133	Δ	132
ϵ [E]	ϵ	134		
ϕ [F]	ϕ	145		
γ [G]	γ	131	Γ	130
λ [L]	λ	137		
μ [M]	μ	181		
π [P]	π	140	Π	139
ρ [R]	ρ	141		
σ [S]	σ	143	Σ	142
τ [T]	τ	144		
ω [W]	ω	148	Ω	147
ξ [X]	ξ	138		
ψ [Y]	ψ	146		
ζ [Z]	ζ	135		

Codes des différentes touches pour la TI-92 Plus

Vous trouverez ici les codes des différentes touches nécessaires à l'utilisation de la fonction **getKey** sur la TI-92 Plus. L'utilisation de cette fonction est décrite page 33-9.

Table 1: Code des touches primaires

Touche	Modifier							
	None		\uparrow		2nd		\blacktriangledown	
	Assoc.	Valeur	Assoc.	Valeur	Assoc.	Valeur	Assoc.	Valeur
$\boxed{F1}$	F1	268	F1	268	F1	268		8460
$\boxed{F2}$	F2	269	F2	269	F2	269		8461
$\boxed{F3}$	F3	270	F3	270	F3	270		8462
$\boxed{F4}$	F4	271	F4	271	F4	271		8463
$\boxed{F5}$	F5	272	F5	272	F5	272		8464
$\boxed{F6}$	F6	273	F6	273	F6	273		8465
$\boxed{F7}$	F7	274	F7	274	F7	274		8466
$\boxed{F8}$	F8	275	F8	275	F8	275		8467
$\boxed{\text{MODE}}$	MODE	266	MODE	266	MODE	266		8458
$\boxed{\text{CLEAR}}$	CLEAR	263	CLEAR	263	CLEAR	263		8455
$\boxed{\text{LN}}$	LN	262	LN	262	e^X	4358		8454
$\boxed{\text{ESC}}$	ESC	264	ESC	264	QUIT	4360		8456
$\boxed{\text{APPS}}$	APPS	265	APPS	265	SWITCH	4361		8457
$\boxed{\text{ENTER}}$	CR	13	CR	13	ENTRY	4109	APPROX	8205
$\boxed{\text{SIN}}$	SIN	259	SIN	259	SIN^{-1}	4355		8451
$\boxed{\text{COS}}$	COS	260	COS	260	COS^{-1}	4356		8452
$\boxed{\text{TAN}}$	TAN	261	TAN	261	TAN^{-1}	4357		8453
$\boxed{\wedge}$	^	94	^	94	π	140		8286
$\boxed{(}$	(	40	(	40	{	123		8232
$\boxed{)}$	)	41	)	41	}	125		8233
$\boxed{,}$	,	44	,	44	[	91		8236
$\boxed{\div}$	/	47	/	47	]	93		8239
$\boxed{\times}$	*	42	*	42	$\sqrt{\quad}$	4138		8234
$\boxed{-}$	-	45	-	45	VAR-LNK	4141	Contrast -	
$\boxed{+}$	+	43	+	43	CHAR	4139	Contrast +	
$\boxed{\text{STO}\rightarrow}$	$\text{STO}\rightarrow$	258	$\text{STO}\rightarrow$	258	RCL	4354		8450
ESPACE		32		32		32		8224
$\boxed{=}$	=	61	=	61	\	92		8253
$\boxed{\leftarrow}$	BS	257	BS	257	INS	4353	DEL	8449
$\boxed{\theta}$	θ	136	θ	136	:	58		8328
$\boxed{(-)}$	-	173	-	173	ANS	4372		8365
$\boxed{\cdot}$	.	46	.	46	>	62		8238

Codes des différentes touches pour la TI-92 Plus (suite)

Table 1: Code des touches primaires (Suite)

Touche	Modifieur							
	None		↑		2nd		◆	
	Assoc.	Valeur	Assoc.	Valeur	Assoc.	Valeur	Assoc.	Valeur
0	0	48	0	48	<	60		8240
1	1	49	1	49	E	149		8241
2	2	50	2	50	CATLG	4146		8242
3	3	51	3	51	CUST	4147		8243
4	4	52	4	52	Σ	4148		8244
5	5	53	5	53	MATH	4149		8245
6	6	54	6	54	MEM	4150		8246
7	7	55	7	55	VAR-LNK	4151		8247
8	8	56	8	56	∫	4152		8248
9	9	57	9	57	δ	4153		8249
A	a	97	A	65	Table 3			8257
B	b	98	B	66	'	39		8258
C	c	99	C	67	Table 4		COPY	8259
D	d	100	D	68	°	176		8260
E	e	101	E	69	Table 5		WINDOW	8261
F	f	102	F	70	∠	159	FORMAT	8262
G	g	103	G	71	Table 6			8263
H	h	104	H	72	&	38		8264
I	i	105	I	73	i	151		8265
J		106	J	74	∞	190		8266
K	k	107	K	75	|	124	KEY	8267
L	l	108	L	76	"	34		8268
M	m	109	M	77	;	59		8269
N	n	110	N	78	Table 7		NEW	8270
O	o	111	O	79	Table 8		OPEN	8271
P	p	112	P	80	_	95	UNITS	8272
Q	q	113	Q	81	?	63	HOME	8273
R	r	114	R	82	@	64	GRAPH	8274
S	s	115	S	83	β	223	SAVE	8275
T	t	116	T	84	#	35	TblSet	8276
U	u	117	U	85	Table 9			8277
V	v	118	V	86	≠	157	PASTE	8278
W	w	119	W	87	!	33	Y=	8279
X	x	120	X	88	●	169	CUT	8280
Y	y	121	Y	89	►	18	TABLE	8281
Z	z	122	Z	90	Caps Lock			8282

Table 2: Touches de curseur

Direction	Normal	↑	2nd	◆	↩
○	338	16722	4434	8530	33106
◐	342	16726	4438	8534	33110
◑	340	16724	4436	8532	33108
◒	348	16732	4444	8540	33116
◓	344	16728	4440	8536	33112
◔	345	16729	4441	8537	33113
◕	337	16721	4433	8529	33105
◖	339	16723	4435	8531	33107

Note: La touche (↩) ne modifie que les touches du curseur.

Table 3: Lettres avec un accent grave (préfixée par 2nd A)

Touche	Assoc.	Normal	↑
A	à	224	192
E	è	232	200
I	ì	236	204
O	ò	242	210
U	ù	249	217

Table 4: Lettres avec un cédille (préfixées par 2nd C)

Touche	Assoc.	Normal	↑
C	ç	231	199

Table 5: Lettres avec un accent aigu (préfixées par 2nd E)

Touche	Assoc.	Normal	↑
A	á	225	193
E	é	233	201
I	í	237	205
O	ó	243	211
U	ú	250	218
Y	ý	253	221

Codes des différentes touches pour la TI-92 Plus (suite)

Table 6: Lettres grecques (préfixées par $\boxed{2nd}$ G)

Touche	Assoc.	Normal	$\boxed{\uparrow}$
A	α	128	
B	β	129	
D	δ	133	132
E	ε	134	
F	ϕ	145	
G	γ	131	130
L	λ	137	
M	μ	181	
P	π	140	139
R	ρ	141	
S	σ	143	142
T	τ	144	
W	ω	148	147
X	ξ	138	
Y	ψ	146	
Z	ζ	135	

Table 7: Lettres avec un tilde (préfixées par $\boxed{2nd}$ N)

Touche	Assoc.	Normal	$\boxed{\uparrow}$
N	\tilde{n}	241	209
O	\tilde{o}	245	

Table 8: Lettres avec un accent circonflexe (préfixée par $\boxed{2nd}$ O)

Touche	Assoc.	Normal	$\boxed{\uparrow}$
A	\hat{a}	226	194
E	\hat{e}	234	202
I	\hat{i}	238	206
O	\hat{o}	244	212
U	\hat{u}	251	219

Table 9: Lettres avec un tréma (préfixées par $\boxed{2nd}$ U)

Touche	Assoc.	Normal	$\boxed{\uparrow}$
A	\ddot{a}	228	196
E	\ddot{e}	235	203
I	\ddot{i}	239	207
O	\ddot{o}	246	214
U	\ddot{u}	252	220
Y	\ddot{y}	255	

Noms réservés

La TI-89 / TI-92 Plus utilise de nombreuses variables système. Il n'est pas possible d'utiliser un nom identique pour une variable définie par l'utilisateur.

Noms de fonctions et d'instructions

Il n'est pas possible d'utiliser un nom de fonction prédéfinie ou un nom d'instruction. Vous obtiendrez soit un message indiquant une erreur de syntaxe, soit un message

"ERROR. Invalid variable or function name".

Vous pouvez vérifier l'existence d'une fonction ou d'une instruction portant un nom donné dans l'annexe A.

Variables système

Les variables système utilisées lors des calculs statistiques, ou lors des recherches de régressions sont protégées.

Si vous tentez de les utiliser, vous obtiendrez le message

"ERROR. Variable is locked or protected or archived".

Fonctions de l'éditeur Y=

var doit être le nom de la variable normalement associée à ce type de fonction.

$x^2 \rightarrow y1(x)$

est valide, mais pas

$t^2 \rightarrow y1(t)$

Les noms de fonctions ou de suites pouvant être définies dans l'écran de calcul : y1 à y99, y'1 à y'99, yi1 à yi99, xt1 à xt99, yt1 à yt99, r1 à r99, u1 à u99, z1 à z99, sont également des noms réservés.

On ne peut les utiliser que pour la définition de fonction :

- à partir de l'éditeur Y=,
- dans l'écran de calcul :
 - par une instruction **Define**
 - par une instruction de la forme *expression* \rightarrow *nomF(var)*.

On ne peut pas les utiliser pour mémoriser un autre type de donnée.

Il est également impossible de les éditer à partir de l'éditeur de fonctions et de programmes.

Si vous tentez de le faire, vous obtiendrez le message

"ERROR. Reserved Name or system variable".

Autres variables réservées

Les variables accessibles dans l'écran WINDOW ne peuvent recevoir que des valeurs numériques, ou des expressions de calcul pouvant être évaluées numériquement. Il en est de même pour les variables associées à la position du curseur ou celles associées à la construction de la table de valeurs.

D'autres variables système sont également destinées à recevoir des valeurs exclusivement numériques, comme les variables seed1 et seed2 utilisées pour la génération de nombres aléatoires.

Les variables **c1** à **c99** sont également réservées. Elles peuvent être utilisées pour désigner les colonnes du tableau de données en cours d'utilisation dans les instructions **onevar**, **twovar**, etc..

Noms réservés (suite)

Vous trouverez dans cette page le récapitulatif des variables système et des noms de fonctions réservés. Seules les variables dont le nom est suivi d'un astérisque (*) peuvent être effacées en utilisant l'instruction **DelVar**.

Graphismes

$y1(x)-y99(x)^*$	$y1'(t)-y99'(t)^*$	$y1-yi99^*$	$r1(\theta)-r99(\theta)^*$
$xt1(t)-xt99(t)^*$	$yt1(t)-yt99(t)^*$	$z1(x,y)-z99(x,y)^*$	$u1(n)-u99(n)^*$
$ui1-ui99^*$	xc	yc	zc
tc	rc	θc	nc
xfact	yfact	zfact	xmin
xmax	xscl	xgrid	ymin
ymax	yscl	ygrid	xres
Δx	Δy	zmin	zmax
zscl	eye θ	eye ϕ	eye ψ
ncontour	θ min	θ max	θ step
tmin	tmax	tstep	t0
tplot	ncurves	diftol	dtime
Estep	fldpic	fldres	nmin
nmax	plotStrt	plotStep	sysMath

Zooms

zxmin	zxmax	zxsc1	zxgrid
zymin	zymax	zyscl	zygrid
zxres	$z\theta$ min	$z\theta$ max	$z\theta$ step
ztmin	ztmax	ztstep	zt0de
ztmaxde	ztstepde	ztplotde	zzmin
zzmax	zzscl	zeye θ	zeye ϕ
zeye ψ	znmin	znmax	zpltstrt
zpltstep			

Statistiques

\bar{x}	\bar{y}	Σx	σx
Σx^2	Σxy	Σy	σy
Σy^2	corr	maxX	maxY
medStat	medx1	medx2	medx3
medy1	medy2	medy3	minX
minY	nStat	q1	q3
regCoef*	regEq(x)*	seed1	seed2
Sx	Sy	R2	

Table

tblStart	Δ tbl	tblInput
----------	--------------	----------

Éditeur de données

c1-c99	sysData*
--------	----------

Divers

main	ok	errornum
------	----	----------

Solveurs

eqn*	exp*
------	------

Unités

Noms de variables commençant par _.

Protection automatique des variables de certains types

La création de certaines variables peut demander un temps assez important. C'est par exemple le cas de certaines images, ou de certains programmes ou fonctions.

Il serait dommage dans ces conditions d'en perdre le contenu en y plaçant par mégarde une simple expression.

C'est pourquoi vous obtiendrez alors le message

"ERROR. Variable is locked or protected".

Si vous voulez effectivement utiliser ce nom de variable pour y placer un nouveau type de données, commencez par l'effacer avec l'instruction **DelVar** ou à partir de l'écran **VAR-LINK**, voir chapitre 20.

Note. Cette protection ne s'applique pas si l'on place dans la variable une donnée du même type.

Par exemple, après $x \rightarrow f(x)$, $2 \rightarrow f$ provoque une erreur, mais pas $2x \rightarrow f(x)$.

Messages d'avertissement

À votre demande, ou pour poursuivre certains calculs, la TI-89 / TI-92 Plus peut être amenée à effectuer certaines opérations qui risquent de provoquer une imprécision dans le résultat final.
Dans ce cas un message d'avertissement s'inscrit dans le bas de l'écran.

Liste des messages

- ∞^0 or undef^0 replaced by 1
- 0^0 replaced by 1
- 1^∞ or 1^undef replaced by 1
- **cSolve may specify more zeros**
On obtient ce message en mode EXACT lorsque la fonction `cZeros` ne parvient pas à déterminer les solutions d'une équation.
- **May produce false equation**
Dériver une équation risque de donner un résultat incorrect.
- **Expected finite real integrand**
- **May not be fully simplified**
Les simplifications effectuées peuvent être incomplètes en raison de l'encombrement de la mémoire.
- **More solutions may exist**
Il y a peut-être d'autres solutions que celles qui sont affichées.
- **May introduce false solutions**
Cette opération risque d'introduire des solutions incorrectes. (Par exemple, élever au carré deux membres d'une équation.)
- **Operation may lose solutions**
Cette opération risque de faire perdre des solutions.
- **Requires & returns 32 bit value**
Voir description de **and**, **or**, **not**, **xor**... dans l'annexe A.
- **Overflow replaced by ∞ or $-\infty$**
- **Questionable accuracy**
Précision du calcul incertaine. Ce message peut en particulier apparaître lors du calcul approché d'une intégrale impropre.
- **Questionable solution**
La solution obtenue est incertaine.
- **Solve may specify more zeros**
On obtient ce message en mode EXACT lorsque la fonction **Zeros** ne parvient pas à déterminer les solutions d'une équation.
- **Trig argument too big to reduce**
Les arguments des fonctions trigonométriques sont trop grands pour que les règles de simplification (périodicité...) soient utilisées correctement.

Messages d'erreurs

Cette section comporte des indications complémentaires sur les principaux messages d'erreurs susceptibles d'être obtenus sur la TI-89 / TI-92 Plus. Vous trouverez le texte affiché dans la boîte de dialogue, le numéro de code associé puis l'explication de ce texte et des exemples ou des conseils pour éviter l'erreur. Le numéro de code peut être utile pour un traitement de l'erreur dans un programme. Voir chapitre 34.

A function did not return a value

10

Utilisation d'une instruction **return** sans argument dans une fonction.

Suggestion.

L'utilisation de **return** est détaillée dans le chapitre 31.

A test did not resolve to TRUE or FALSE

20

Dans un test, il n'a pas été possible de savoir si la condition était vraie ou fausse.

Exemple.

`If x=2 then ...`
alors que x n'a pas de valeur.

Suggestion.

La fonction **when** permet de gérer ce type de problème.

Argument cannot be a folder name

30

L'argument ne peut pas être un nom de dossier.

Argument error

40

Argument incorrect.

Argument mismatch

50

Arguments de types différents. Certaines fonctions peuvent travailler sur deux nombres, deux listes, ou deux matrices. Il ne faut pas mélanger les deux types d'arguments.

Exemple.

`PtOn 2, {1, 2, 3}`

Argument must be a Boolean expression

60

Le(s) argument(s) de la fonction ou de l'instruction utilisée doivent être des booléens.

Exemple.

Fonction **not**.

Argument must be a decimal number

70

L'argument doit être un nombre décimal.

Exemple.

`Format(a, "f2")`

Argument must be a label name **80**

L'argument doit être un nom de label.

Argument must be a list **90**

La fonction ou l'instruction utilisée nécessite un argument de type liste.

Argument must be a matrix **100**

La fonction ou l'instruction utilisée nécessite un argument de type matrice.

Argument must be a Pic **110**

La fonction ou l'instruction utilisée nécessite un argument de type image.

Exemple.
`Rc1Pic truc`
alors que `truc` n'est pas une image.

Argument must be a Pic or a string **120**

La fonction ou l'instruction utilisée nécessite un argument de type image ou chaîne de caractères.

Argument must be a string **130**

La fonction ou l'instruction utilisée nécessite un argument de type chaîne de caractères.

Exemple.
Les instructions **Text**, **PxlText** et **PtText** permettent d'afficher des chaînes de caractères.
Suggestion.
Utilisez les fonctions **format** ou **string** pour convertir un nombre ou une expression en chaîne de caractères.

Argument must be a variable name **140**

La fonction ou l'instruction utilisée nécessite un argument qui soit un nom de variable.

Exemple.
`Del var 12`

Argument must be an empty folder name **150**

Vous demandez l'effacement d'un dossier, alors que celui-ci contient des variables.

Suggestion.
Effacez au préalable les variables contenues dans ce dossier.

Argument must be an expression **160**

Le(s) argument(s) de la fonction ou de l'instruction utilisée doivent être des expressions.

Exemple.
`zeros(2x+3=0, x)`
Forme correcte :
`zeros(2x+3, x)`

Batteries too low for sending/receiving product code	165
Niveau des piles insuffisant pour envoyer ou recevoir une mise à jour du code.	Remplacez les piles de la calculatrice qui affiche ce message.
Bound	170
Erreurs sur les bornes.	<i>Exemple.</i> Résolution graphique d'une équation avec inversion de l'ordre des bornes (lower bound et upper bound).
Break	180
Interruption dans un calcul, ou dans un programme, provoquée en appuyant sur la touche [ON] .	
Checksum error	185
Erreur lors de la transmission.	
Circular definition	190
Définition d'une variable à partir d'elle même.	<i>Exemple.</i> delvar x suivi de $x+1 \rightarrow x$
Constraint expression invalid	200
Lors de l'utilisation de |, la condition doit être composée d'une ou plusieurs égalités ou inégalités liées par des "and".	<i>Exemple.</i> $x^2 | x=1$ or $x=2$ est invalide.
Data Type	210
Le(s) argument(s) de la fonction ou de l'instruction utilisée doivent être d'un type différent.	<i>Exemple.</i> $\cos([1, 1])$ La fonction cos n'est pas utilisable sur une matrice.
Dependent Limit	220
Une borne d'une intégrale est exprimée en fonction de la variable d'intégration.	<i>Exemple.</i> $\int(x^2, x, 1, x)$
Diff Eq setup	225
Paramètres de résolution graphique d'une équation différentielle incorrects.	

Dimension	230
<p>Erreur sur la dimension des objets (chaînes de caractères, listes, vecteurs, matrices) manipulés.</p>	<p><i>Exemples.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Affichage d'une chaîne de plus de 34 caractères par une instruction Text. • Utilisation de <code>nomList[a]</code>, avec <code>a</code> supérieur à la dimension de la liste. • Déterminant d'une matrice non carrée.
Dimension mismatch	240
<p>Les dimensions utilisées pour les différents arguments d'une fonction ne sont pas compatibles.</p>	<p><i>Exemple.</i></p> <p>Somme de deux matrices de dimensions différentes</p>
Divide by zero	250
<p>Division par zéro.</p>	
Domain error	260
<p>Un argument invalide a été utilisé.</p>	<p><i>Exemple.</i></p> <p><code>d(x^3, x, n)</code> avec <code>n</code> non entier.</p>
Duplicate variable name	270
<p>Nom de variable déjà utilisé.</p>	<p><i>Exemple.</i></p> <p>Création par NewFold d'un nouveau dossier portant le nom d'un dossier déjà existant.</p>
Else and Elseif invalid outside of If...EndIf block	280
<p>Structure conditionnelle incorrecte.</p>	<p><i>Suggestion.</i></p> <p>Cette erreur peut être causée par l'oubli d'un Then dans un If...EndIf.</p>
EndTry is missing the matching Else statement	290
<p>Structure Try...Endtry incorrecte.</p>	
Excessive iteration	295
<p>Nombre excessif d'itérations. Voir chapitre 7.</p>	
Expected 2 or 3-element list or matrix	300
<p>La fonction utilisée travaille sur des listes ou des matrices de dimension 2 ou 3.</p>	<p><i>Exemple.</i></p> <p><code>crossP([1, 2, 3, 4], [a, b, c, d])</code></p>

First argument of nSolve must be a univariate equation 310

Le premier argument de **nSolve** doit être une équation à une inconnue, n'utilisant pas de paramètre.

Exemple.

`nSolve(3x^2-4=0,x)` est valide.

`nSolve(3x^2-4,x)` n'est pas une équation.

`nSolve(3x^2-y=0,x)` n'est pas une équation d'une variable quand y n'a pas de valeur.

First argument of solve or cSolve must be an equation or an inequality 320

Le premier argument des fonctions **solve** et **cSolve** doit être une équation ou une inéquation.

Exemple.

`solve(2x+3,x)`

Syntaxe correcte :

`solve(2x+3=0,x)`

Folder 330

Erreur lors d'une opération sur les dossiers.

Exemple.

Sauvegarde d'une variable dans un dossier qui n'existe pas.

Graph functions y1(x)...y99(x) not available in Diff Equations mode 335

Ces fonctions ne sont pas disponibles en mode Diff Equations.

Inconsistent units 345

Unités incompatibles.

Index out of range 350

Indice non valide.

Exemple.

`newList(3) → 1:10 → 1[2.5]`

On ne peut utiliser ici que les indices 1, 2 ou 3.

Indirection string is not a valid variable name 360

La chaîne de caractères utilisée pour cette indirection n'est pas un nom de variable valide.

Exemple.

`"truc 1" → a : x → #a`

Il faut supprimer l'espace.

Invalid ans() 380

Affectation invalide.

Exemple. Cette erreur peut être produite par l'utilisation de `ans(1)` après l'appel d'une procédure, ou après un calcul ayant provoqué une erreur.

Invalid assignment 390

Affectation invalide.

Invalid assignment value 400

Valeur incorrecte pour une affectation.

Invalid axes	405
Choix des axes invalide.	
Invalid command	410
Commande invalide.	
Invalid folder name	420
Nom de dossier invalide.	<i>Exemple.</i> SetFold(jeux) alors que le dossier jeux n'existe pas.
Invalid for the current mode settings	430
Vous avez demandé une opération incompatible avec le mode en cours d'utilisation.	<i>Exemple.</i> Construction d'une table de valeurs en mode 3D.
Invalid implied multiply	440
Multiplication implicite invalide.	<i>Exemple.</i> $x(x+1)$ <i>Syntaxe correcte :</i> $x*(x+1)$
Invalid in a function or current expression	450
Instruction invalide dans une fonction ou dans l'expression courante.	Exemples d'instructions invalides dans une fonction : <ul style="list-style-type: none"> • Instructions d'entrées/sorties. • Modification d'une variable globale. • Utilisation d'une variable globale comme compteur dans une boucle For. • Utilisation d'instructions comme SortA, Fill...
Invalid in Custom...EndCustm block	460
Instruction invalide dans ce bloc.	
Invalid in Dialog...EndDlog block	470
Instruction invalide dans ce bloc.	<i>Exemple.</i> <pre> Dialog n1&n2→s ... Text s ... EndDlog </pre> à faire avant de débiter le bloc de définition de la boîte de dialogue
Invalid in ToolBar...EndTbar block	480
Instruction invalide dans ce bloc.	
Invalid in Try ... EndTry block	490
Instruction invalide dans ce bloc.	

Invalid label	500
Un label non défini dans le programme, ou la fonction, est utilisé dans un Goto , ou dans une structure ToolBar...EndTBar .	<p><i>Suggestions.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Cette erreur peut être causée par une faute de frappe dans le nom du label. • Un nom de label doit commencer par une lettre.
Invalid list or matrix	510
Liste ou matrice invalide.	<p><i>Exemple.</i> [1,1]→a : {a,2a}→liste. On ne peut pas faire une liste de matrices.</p>
Invalid outside Custom...EndCustm or ToolBar..EndTbar blocks	520
Instruction invalide en dehors de ces structures.	<p><i>Exemple.</i> Item</p>
Invalid outside Dialog..EndDlog, Custom..EndCustm, or Toolbar..EndTbar blocks.	530
Instruction invalide en dehors de ces structures.	<p><i>Exemple.</i> Title</p>
Invalid outside Dialog...EndDlog block	540
Instruction invalide en dehors de cette structure.	<p><i>Exemple.</i> DropDown</p> <p><i>Suggestion.</i> Seules Text, Request et PopUp peuvent être utilisées en dehors d'une boîte de dialogue.</p>
Invalid outside function or program	550
Instruction invalide à l'extérieur d'une fonction ou d'un programme.	<p><i>Exemple.</i> Local</p>
Invalid outside Loop..EndLoop, For..EndFor, or While..EndWhile blocks	560
Une instruction comme Cycle ou Exit a été utilisée à l'extérieur d'une boucle.	<p><i>Suggestion.</i> Utilisez Return, et non Exit, pour sortir d'un programme.</p>
Invalid pathname	570
Chemin d'accès invalide.	<p><i>Exemple.</i> x+main\.</p>
Invalid polar complex	575
Complexe invalide en polaire.	
Invalid program reference	580
Utilisation incorrecte d'un nom de programme.	<p><i>Exemple.</i> 1+p(x) alors que p est le nom d'un programme, et non d'une fonction.</p>

Invalid syntax block 590

Erreur de syntaxe dans l'écriture d'un bloc. *Exemple.*
Un bloc **Dialog...EndDlog** ne peut pas se réduire à une unique instruction **Title**.

Invalid table 600

Table invalide.

Invalid use of units 605

Utilisation invalide des unités.

Invalid variable name in a Local statement 610

Nom de variable invalide dans une instruction **Local**. *Exemple.*
`local 1.`

Invalid variable or function name 620

Nom de variable ou de fonction invalide. *Exemple.*
`1+x+x^2→int(x).`
Int est utilisé pour désigner la fonction partie entière.

Invalid variable reference 630

Référence invalide à une variable.

Invalid vector syntax 640

Erreur de syntaxe dans l'écriture d'un vecteur.

Link transmission 650

Erreur au cours d'une transmission de données. *Suggestion.*
Vérifier que la prise du câble est bien complètement enfoncée sur chaque unité.

Matrix not diagonalizable 665

Matrice non diagonalisable.

Memory 670 673

L'opération en cours a provoqué un dépassement dans l'utilisation de la mémoire de la TI-89 / TI-92 Plus. *Suggestions.*

- Utilisez régulièrement le menu **VAR-LINK** pour effacer les variables devenues inutiles.
- Attention à la taille mémoire utilisée par les listes ou les matrices de tailles importantes, par les tableaux de données et par les images.
- Ce problème peut aussi être lié à une utilisation trop importante d'appels récursifs dans une fonction ou un programme.

Voir chapitre 25, section Erreur de mémoire lors de l'accès à une variable archivée, si ce message se produit à l'occasion de l'utilisation d'une variable archivée.

Missing (		680
	Oubli d'une parenthèse ouvrante.	<i>Exemple.</i> <code>sin x</code>
Missing)		690
	Oubli d'une parenthèse fermante.	<i>Exemple.</i> <code>sin (x</code>
Missing "		700
	Oubli d'un guillemet.	<i>Exemple.</i> <code>Text "bonjour !</code>
Missing]		710
	Oubli d'un crochet.	
Missing }		720
	Oubli d'une accolade.	
Missing start or end of block syntax		730
	Il manque une instruction de début ou de fin de bloc.	<i>Exemple.</i> Oubli d'un EndIf, EndFor...
Missing Then in the If..EndIf block		740
	L'instruction Then est absente dans le bloc If...Endif .	
Name is not a function or a program		750
	Le nom utilisé n'est pas celui d'une fonction ou d'un programme.	<i>Exemple.</i> <code>d (f (x) + g (x) , x)</code> alors que f ou g contient une valeur numérique.
No functions selected		765
	Aucune fonction n'est sélectionnée.	
No solution		780
	Pas de solution. Cette erreur peut se produire lors de l'utilisation des fonctions interactives du menu [F5] Math dans l'écran graphique.	<i>Exemple.</i> Recherche d'un point d'inflexion à la courbe représentant $y=x^2$.
Non-algebraic variable in expression		790
	Vous utilisez une variable non algébrique dans une expression.	<i>Exemple.</i> <code>2 + t r u c</code> alors que truc est un tableau de données, une image ou encore une base de données graphiques.
Non-real result		800
	En mode Complex Format REAL, le résultat obtenu n'est pas un réel.	<i>Exemple.</i> <code>ln (- 1)</code>

Not enough memory to save current variable. Please delete unneeded variables on the Var-Link screen and re-open editor as current OR re-open editor and use F1 8 to clear editor. 810

Mémoire insuffisante pour sauver la variable en cours d'utilisation.

Suggestions.

- Effacez les variables inutiles à partir de l'écran VAR-LINK et ré-ouvrez l'éditeur en choisissant l'option current
- Ré-ouvrez l'éditeur et effacez son contenu en utilisant **F1 8**.

Overflow 830

Dépassement de capacité en mode EXACT. *Exemple.*
`1 0 ^ 7 0 0`

Plot setup 840

Erreur dans la définition des graphiques.

Program not found 850

Appel d'un sous-programme non défini à partir d'un autre programme.

Suggestions.

- Vérifiez l'orthographe du nom du programme non trouvé.
- Si ce programme se trouve dans un dossier autre que celui en cours d'utilisation, vous devez indiquer le chemin d'accès.

Recursion is limited to 255 calls deep 860

Le nombre d'appels récursifs est limité à 255.

Reserved name or system variable 870

Utilisation illicite d'une variable système. *Exemple.*
Voir page B-6 et suivantes. `3 → r 1`

Sequence setup 880

Erreur dans la définition d'une suite.

Exemple.

Définition d'une suite par récurrence, sans préciser la valeur du terme initial.

Signature error 885

Une erreur s'est produite au cours de la transmission.
Le code courant est contaminé.

Il est nécessaire de réinstaller le code via un ordinateur.

Singular matrix 890

La matrice utilisée n'est pas inversible. L'opération demandée ne peut pas être effectuée (inversion, résolution d'un système par **simult**).

Exemple.

```
[ 1 , 2 ; 2 , 4 ] → a  
simult ( a , [ 2 , 3 ] )
```


Slope fields need one selected function and are used for 1st-order equations only 895

Choix inadapté de l'option Slope Fields.

Stat 900

Erreur dans un calcul statistique.

Exemple.

Utilisation d'un coefficient de pondération négatif.

Syntax 910

Écriture incorrecte.

Exemple.

`sin(x)`

Too few arguments 930

Pas assez d'arguments.

Exemple.

`d(f(x))`

Syntaxe correcte :

`d(f(x), x)`

Too many arguments 940

Trop d'arguments.

Exemple.

`sin(x, y)`

Too many subscripts 950

Trop d'indices.

Exemple.

`[1; 2; 3] → m : m[a, b, c]`

Suggestion

Utilisez un signe * pour effectuer le produit.

Too many undefined variables 955

Trop de variables indéfinies.

Undefined variable 960

Utilisation d'une variable indéfinie.

Exemple.

Utilisation d'une variable symbolique dans un programme.

`Graph x + b`

alors que b n'a pas de valeur.

Unlicensed product code 965

Le certificat de la calculatrice réceptrice n'est pas valide pour le code sur la calculatrice émettrice.

Voir chapitre 21

Variable in use so references or changes are not allowed 970

Tentative de création d'un nouveau fichier texte, programme ou tableau par l'option 3:New avec un nom de variable déjà utilisé.

Suggestions.

- Utilisez 2:Open pour ré-ouvrir un fichier.
- Effacez les variables devenues inutiles à l'aide du menu VAR-LINK. Voir chapitre 20.

Variable is locked, protected, or archived**980**

Utilisation illicite d'une variable protégée.

Suggestions.

- Voir page B-6 et suivantes.
- Il n'est pas possible de stocker une expression dans une variable, déjà définie, de type image, fonction, programme...
Un effacement préalable est nécessaire.
- Vérifiez la présence d'une variable portant ce nom dans le menu **VAR-LINK**.

Variable name is limited to 8 characters**990**

Les noms de variables sont limités à 8 caractères.

Exemple.

10 → prixvente

Window variables domain**1000**

Erreur dans le choix des variables de l'écran Window.

*Suggestion.*Vérifier que $x_{min} < x_{max}$ et $y_{min} < y_{max}$.**Zoom****1010**

Erreur lors d'une opération de zoom.



Informations générales



Mise en place et remplacement des piles	C-2
Quand remplacer les piles	C-2
Changement de la pile de sauvegarde sur TI-89.	C-2
Changement de la pile de sauvegarde sur TI-92 Plus	C-2
Précision des calculs	C-3
Calculs.....	C-3
Constructions graphiques.....	C-3
En cas de difficulté	C-4
Informations sur les services et la garantie TI	C-5
Informations sur les produits et les services TI.....	C-5
Informations sur les services et le contrat de garantie.....	C-5

Mise en place et remplacement des piles

Quand remplacer les piles

Note. Après le remplacement des piles, utilisez  /  pour modifier le contraste.

Quand le niveau des piles baisse, l'affichage devient moins lisible, en particulier en cours de calcul, et il est nécessaire d'augmenter le contraste. Si cette modification du contraste devient trop souvent nécessaire, prévoyez de remplacer les piles rapidement.

La procédure de remplacement des piles est décrite au chapitre 2.


Quand le niveau des piles devient trop bas, le mot BATT apparaît dans la partie inférieure droite de l'écran.

Si l'inscription  apparaît, remplacez les piles immédiatement.

Changement de la pile de sauvegarde sur TI-89.


Important. Il ne faut pas changer en même temps les quatre piles alcalines et la pile de sauvegarde. Cela provoquerait la perte des données contenues dans la TI-89.

Le remplacement de cette pile de sauvegarde devrait être effectué tous les trois ans.

1. Pour accéder à la pile de sauvegarde, ouvrez le boîtier de la TI-89 en suivant la procédure décrite dans le chapitre 2.
2. Dévissez et retirez la petite vis du couvercle du compartiment contenant la pile de sauvegarde, et retirez ce couvercle.
3. Dévissez la vis et retirez la languette métallique qui tient la pile lithium.
4. Retirez la pile usagée et installez la nouvelle, de type CR 1616 ou CR 1620, le coté positif (+) vers le haut.
5. Remettez en place la languette et la vis de fixation.
6. Remettez en place le couvercle du compartiment contenant la pile de sauvegarde, fixez-le avec la vis.
7. Remettez ensuite la partie arrière du boîtier.
8. Appuyez sur la touche , et ajustez le contraste si nécessaire.

Changement de la pile de sauvegarde sur TI-92 Plus

Important. Il ne faut pas changer en même temps les quatre piles alcalines et la pile de sauvegarde. Cela provoquerait la perte des données contenues dans la TI-92 Plus.

1. Pour accéder à la pile de sauvegarde, ouvrez le boîtier de la TI-92 Plus en suivant la procédure décrite dans le chapitre 2.
2. Dévissez la vis et retirez la languette métallique qui tient la pile lithium.
3. Retirez la pile usagée et installez la nouvelle, de type CR 2032, le coté positif (+) vers le haut.
4. Remettez en place la languette et la vis de fixation.
5. Remettez ensuite la partie arrière du boîtier.
6. Appuyez sur la touche , et ajustez le contraste si nécessaire.

Attention : Ne laissez pas les piles usagées à portée des jeunes enfants. Ne les incinerez pas.

Précision des calculs

En mode exact, la précision de la calculatrice est absolue.
En mode de calcul approché, les calculs sont effectués avec un nombre de décimales supérieur à celui utilisé pour l'affichage.

Calculs

Les valeurs décimales sont stockées en utilisant 14 chiffres significatifs et un exposant de 3 chiffres.

- Pour les paramètres de cadrage de l'écran graphique, (x_{\min} , x_{\max} , y_{\min} , y_{\max} , etc.), vous pouvez mémoriser une valeur utilisant jusqu'à 12 chiffres significatifs. Les autres variables de l'écran WINDOW utilisent 14 chiffres.
- La valeur affichée pour un nombre décimal est arrondie en fonction des choix effectués dans le menu **MODE** (Display Digits, Exponential Format, etc.), avec un maximum de 12 chiffres significatifs.

Les valeurs entières sont stockées en utilisant jusqu'à 614 chiffres.

Constructions graphiques

La variable x_{\min} correspond à l'abscisse des centres des pixels de la première colonne, x_{\max} est l'abscisse des centres des pixels de la dernière colonne. Δx est la distance séparant les centres de deux pixels consécutifs d'une même ligne.

Note. Voir le chapitre 37, pour plus d'information sur le nombre de pixels disponibles.

- Δx est égal à $(x_{\max} - x_{\min}) / (\text{nombre de pixels par ligne} - 1)$.
- Lorsque l'on définit Δx à partir de l'écran de calcul ou dans un programme, x_{\max} est automatiquement mis à jour.

La variable y_{\min} correspond à l'ordonnée des centres des pixels de la dernière ligne, y_{\max} est l'ordonnée des centres des pixels de la première ligne. Δy est la distance séparant les centres de deux pixels consécutifs d'une même colonne.

- Δy est égal à $(y_{\max} - y_{\min}) / (\text{nombre de pixels par colonne} - 1)$.
- Lorsque l'on définit Δy à partir de l'écran de calcul ou dans un programme, y_{\max} est automatiquement mis à jour.

Les coordonnées du curseur sont affichées en utilisant 8 caractères, (y compris signe éventuel, point décimal et exposant).

Les variables contenant ces coordonnées (x_c , y_c , z_c , etc.) sont mises à jour avec une précision maximale de 12 chiffres significatifs.

En cas de difficulté

En cas de problèmes de fonctionnement de la calculatrice, les suggestions qui suivent peuvent vous aider à trouver une solution. Si le problème persiste, consultez votre revendeur Texas Instruments.

Suggestions

Situation	Suggestion
Vous ne pouvez rien voir à l'écran.	Utilisez \blacklozenge \blacklozenge pour foncer ou \blacklozenge \square pour éclaircir le contraste.
L'indicateur BATT est affiché.	Remplacez les piles comme indiqué dans le chapitre II.
L'indicateur BUSY est affiché.	Un calcul est en cours. Pour l'interrompre, appuyez sur \square .
L'indicateur PAUSE est affiché.	La construction d'un graphique, ou l'exécution d'un programme, est suspendue. Appuyez sur \square .
Un message d'erreur est affiché.	Voir l'annexe B. Appuyez sur \square pour l'effacer.
La TI-89 / TI-92 Plus ne semble pas fonctionner correctement.	Appuyez sur \square pour sortir des boîtes de dialogue et des menus ouverts et replacer le curseur dans la ligne de saisie. — ou — Vérifiez que les piles sont bien installées, et qu'elles ne sont pas déchargées.
La calculatrice semble "bloquée" et ne répond plus quand on appuie sur les touches du clavier.	<ol style="list-style-type: none">1. Retirez une des quatre piles principales (AAA sur la TI-89 , AA sur la TI-92 Plus). Voir chapitre II.2. Appuyez, et maintenez enfoncées, les touches \square et \square pendant que vous remettez la pile en place.3. Continuez à maintenir ces deux touches enfoncées pendant cinq secondes avant de les relâcher.

Note. La procédure décrite ci-contre réinitialise complètement la TI-89 / TI-92 Plus et efface le contenu de la mémoire.

Informations sur les services et la garantie TI

Pour des informations supplémentaires concernant les produits TI, le service et la garantie, veuillez lire les indications ci-après.

Informations sur les produits et les services TI

Vous obtiendrez des informations régulièrement mises à jour en consultant le site Internet de Texas Instruments :

<http://www.ti.com/calc>

Si vous le souhaitez, vous pouvez aussi accéder directement à des informations en français, et en particulier à une importante base de documentation spécialement conçue pour les lycéens, étudiants et enseignants français en vous connectant à l'adresse :

<http://www.ti.com/calc/france/france.htm>

Informations sur les services et le contrat de garantie

Pour plus d'informations sur la durée et les termes du contrat de garantie ou sur les services liés aux produits TI, consultez la garantie fournie avec ce produit ou contactez votre revendeur Texas Instruments habituel.

Index

A

Accents, 4–40

Affichage

à un emplacement spécifique, **Output**, 33–4

d'une expression volumineuse, **Pause**, 33–4

de la table des valeurs, **DispTbl**, A–25

de l'écran de calcul, **DispHome**, 33–3; A–24

de l'écran graphique, **DispG**, A–24

du contenu d'une variable, écran VAR-LINK,
20–13

d'un entier long dans l'écran VAR-LINK, 22–3

d'un texte dans l'écran graphique, **PtText**,
33–10

d'un texte dans l'écran graphique, **PxlText**,
33–10

d'un texte dans l'écran IO, **Disp**, 33–3

d'un texte dans une boîte de dialogue, **Text**,
33–6

d'une expression dans l'écran graphique,
33–10

d'une expression dans l'écran IO, **Disp**, 33–3

d'une liste de choix, **DropDown**, 33–7

d'une liste de choix, **PopUp**, 33–8

résultats statistiques, **ShowStat**, A–73

Aide en ligne, 4–24; 4–25

Ajustement

à partir de l'écran de calcul, 16–31

équation de la courbe d'ajustement, **RegEq**,
16–26

exponentiel, éditeur de données, 16–28

exponentiel, **ExpReg**, A–30

med-med, A–45

linéaire, éditeur de données, 16–26

linéaire, exemple, 16–2

linéaire, **LinReg**, A–40

logarithmique, éditeur de données, 16–28

logarithmique, **LnReg**, A–42

logistique, éditeur de données, 16–29

logistique, **Logistic**, A–43

med-med, éditeur de données, 16–29

par un polynôme de degré 2, **QuadReg**, A–60

par un polynôme de degré 3, **CubicReg**, A–19

par un polynôme de degré 4, **QuartReg**, A–61

par un polynôme, éditeur de données, 16–28

puissance, éditeur de données, 16–28

puissance, **PowerReg**, A–55

SinReg, éditeur de données, 16–29

sinusoïdal, **SinReg**, A–76

Annulation

de la communication entre deux calculatrices,
21–14

de la construction d'une courbe, 5–14

d'un calcul, 4–39

Applications Flash, 21–10

achats groupés, 4–42

catalogue des fonctions, 4–25

choix, 4–28

échange entre deux calculatrices, 21–4

Approximation décimale, **approx()**, 22–4; A–12

Approximation rationnelle, **exact()**, 22–4; A–29

Arc cosinus hyperbolique, **cosh⁻¹()**, A–18

Arc cosinus, **cos⁻¹()**, A–17

Arc sinus hyperbolique, **sinh⁻¹()**, A–75

Arc sinus, **sin⁻¹()**, A–74

Arc tangente hyperbolique, **tanh⁻¹()**, A–82

Arc tangente, **tan⁻¹()**, A–81

Archivage des variables

instruction **Archive**, 20–6; A–12

instruction **Unarchiv**, A–84

Archives de données utilisateur, écran VAR-LINK,
20–17

Argument d'un complexe, **angle()**, 23–3; A–11

Arrangements, **nPr()**, A–51

Arrêt dans un programme, **Stop**, 34–12

Arrondi, **round()**, 22–6; A–66

Assembleur, **Exec**, 38–4

Attributs de la calculatrice, **getConfig()**, A–33

B

Barre d'outils personnalisée, 35–1

activation, **CustmOn**, 35–2; A–20

désactivation, **CustmOff**, 35–2; A–20

menu par défaut, 35–2

Barycentre, 28–5

Bits. *Voir* Nombres binaires

Boîte à moustaches. *Voir* Graphiques statistiques

Boîtes de dialogue

Mode, 14–7

UNITS, 14–3; 14–4; 14–10

Valeurs par défaut unités personnalisées, 14–7

Boîtes de dialogue, **Dialog...EndDialog**, 33–5

Boucles

For...EndFor, 34–7

Loop...EndLoop, 34–6

retour au début de la boucle, **Cycle**, 34–10

sortie de boucle, **Exit**, 34–6

While...EndWhile, 34–9

Branchements, **GoTo**, 34–11

Index (suite)

C

- Cadrage d'une courbe, 5–12
- Calcul
 - approché, 4–19
 - exact, 4–19
- Calculs statistiques. *Voir aussi* Écart-type, Maximum, Médiane, Minimum, Moyenne, Quartiles
 - cumul croissant, 16–10
 - fréquences, 16–10
 - pourcentages, 16–10
- Caractères
 - accentués, 4–40
 - caractère de code donné, **char()**, 36–2; A–14
 - cédille, 4–40
 - grecs, 4–41
 - spéciaux, 4–40; 4–41; B–4
- Catalogue des fonctions et instructions, 4–24; 4–25
- Catégories, 16–19
- Cédille, 4–40
- Cercle, construction, **Circle**, A–14
- Cercle, construction, **PxlCrcl**, A–57
- Certificat logiciel, 21–11
- Chaînes de caractères
 - code d'un caractère, **ord()**, 36–2; A–52
 - concaténation (&), 36–2; A–96
 - conversion d'un réel, **format()**, 36–4; A–32
 - conversion d'une expression en chaîne de caractères, **string()**, 33–6; 36–4; A–78
 - conversion en expression, **expr()**, 33–7; 36–5; A–30
 - début, **left()**, 36–3; A–38
 - décalage, **shift()**, 36–3; A–72
 - fin, **right()**, 36–3; A–65
 - longueur, **dim()**, 36–3; A–24
 - recherche d'une sous-chaîne, **inString()**, 36–3; A–37
 - rotation, **rotate()**, 36–3; A–65
 - sous-chaîne, **mid()**, 36–3; A–46
- Changement des piles
 - TI-89, 2–2
 - TI-92 Plus, 2–3
- Chemins d'accès, 20–3
- Clavier
 - Les principales touches, 4–9
 - TI-89, 4–3
 - TI-92 Plus, 4–6
- Code ASCII, **ord()**, 36–2; A–52
- Code des touches
 - sur TI-89, B–6
 - sur TI-92 Plus, B–9
- Combinaisons de touches, B–2
- Combinaisons, **nCr()**, A–47
- Commentaires dans un programme, 32–9; A–100
- Communication
 - avec CBL, **Get**, A–33
 - avec CBL, **Send**, A–67
 - avec une autre TI-89 / TI-92 Plus ou une TI-92, **SendChat**, A–67
 - avec une autre TI-89 / TI-92 Plus, **GetCalc**, A–33
 - avec une autre TI-89 / TI-92 Plus, **SendCalc**, A–67
- Compatibilité avec la TI-92, 21–8
- Complexes
 - argument, **angle()**, 23–3; A–11
 - conjugué, **conj()**, A–16
 - conversion en rectangulaire, opérateur **►Rect**, A–63
 - écriture polaire, 4–32; 4–33; 4–34; 23–2
 - écriture rectangulaire, 4–32; 4–33; 23–2
 - factorisation, **cFactor()**, A–14
 - module, **abs()**, 23–3; A–10
 - partie imaginaire, **imag()**, 23–3; 23–6; A–37
 - partie réelle, **real()**, 23–3; 23–6; A–63
 - symboliques (_), 23–6; A–99
- Conditions, **when()**, A–85
- Configuration de la calculatrice, **getConfig()**, A–33
- Connexion de deux calculatrices
 - exemple de programme, 21–6
 - GetCalc**, A–33
 - préparation, 21–3
 - SendCalc**, A–67
 - SendChat**, A–67
 - transmission de variables, 21–3
- Constantes
 - dénomination - conventions, 14–3
 - entrée, 14–3
 - sélection à partir d'un menu, 14–3
 - valeurs par défaut, 14–10
 - valeurs par défaut personnalisées, 14–7
- Construction d'une courbe ou d'une surface, **Graph**, A–36
- Constructions, A–27
- Contraste, 4–2

Conversion

- de chaînes de caractères en expression, **expr()**, 33–7; 36–5; A–30
- de liste en matrice, **listmat()**, 17–5; A–41
- de liste en polynôme, **polyEval()**, A–54
- de matrice en liste, **matlist()**, 17–5; A–44
- d'expression en chaînes de caractères, **string()**, 36–4
- d'un réel en chaînes de caractères fonction **format()**, 36–4; A–32
- en base 10, opérateur **▶Dec**, A–22
- en base 16, opérateur **▶Hex**, A–36
- en binaire, opérateur **▶Bin**, A–13
- en coordonnées cylindriques, opérateur **▶Cylind**, 28–10; A–20
- en coordonnées sphériques, opérateur **▶Sphere**, 28–10; A–77
- en degrés, minutes, secondes, opérateur **▶DMS**, A–25
- en polaire, opérateur **▶Polar**, 28–10; A–54
- en rationnel, **exact()**, 22–4; A–29
- en rectangulaire, opérateur **▶Rect**, A–63
- expression en liste, **explist()**, A–29
- opérateur de conversion, (**▶**), A–99
- plage de température, **ΔtmpCnv()**, 14–6; A–83
- système de coordonnées, 28–10
- système de coordonnées, **▶Rx()**, A–53
- système de coordonnées, **▶Ry()**, A–53
- système de coordonnées, **▶Rθ()**, A–61
- système de coordonnées, **▶Pr()**, A–61
- unités, 14–5
- valeur de température, **tmpCnv()**, 14–6; A–83
- valeur décimale d'un angle, opérateur **▶DD**, A–21

Coordonnées

- cylindriques, 28–9
- sphériques, 28–9

Copie

- de la valeur d'une variable, **Sto**, 20–19
- du contenu d'une variable, **CopyVar**, 20–18; 20–19; A–16
- d'un dossier à un autre, écran VAR-LINK, 20–15

Copie d'un bloc de texte, 18–6

Correction des erreurs de frappe, 4–10

Cosinus d'un complexe, 23–5

Cosinus hyperbolique, **cosh()**, A–18

Cosinus, **cos()**, A–16

Courbes

- paramétrées, 9–2
- polaires, 10–2

Courbes (suite)

- asymptotes, 10–4
- points doubles, 10–3
- $y=f(x)$, 5–2

Courbes implicites, 13–1; 13–6

- algorithme, 13–8
- choix du style Implicit Plot, 13–6

Cumul, A–19

Custom, menus personnalisés, 35–1

D

Décomposition

- d'un entier en facteurs premiers, **factor()**, 22–2
- d'une fraction rationnelle en éléments simples, 24–12
- sous la forme $A+B/C$, **propFrac()**, 24–12; A–56

Décomposition LU, **LU**, 29–14; A–44

Degrés, 22–7

Degrés (°), A–98

degrés, minutes, secondes (°, ', ") , A–98

Dénominateur, **getDenom()**, 22–4; 24–11; A–34

Déplacement dans l'éditeur de texte, 18–5

Déplacement du curseur

- TI-89, 4–5
- TI-92 Plus, 4–8

Dérivation

- approximation numérique, **nDeriv()**, A–47
- étude graphique, 5–16
- fonction de plusieurs variables, 27–17
- symbolique, **d()**, 27–3; A–21

Dérivées partielles, 27–17

Dernière expression saisie, **entry()**, A–29

Dernière réponse, **ans()**, A–11

Désarchivage des variables

- instruction **Unarchiv**, 20–6; A–84

Dé-sélection d'un graphique statistique, **PlotsOff**, A–53

Dé-sélection d'une fonction, **FnOff**, A–32

Déterminant, **det()**, 29–7; A–23

Développement

- d'une expression, **expand()**, 24–2; A–30
- expressions trigonométriques, **tExpand()**, 24–9; 24–10; A–82
- par rapport à une variable, 24–2

Développements asymptotiques, 27–12

Développements limités, **taylor()**, 27–12; A–82

Dimension

- d'une chaîne de caractères, **dim()**, 36–3; A–24
- d'une liste, **dim()**, A–24
- d'une matrice, **dim()**, A–24

Distance, 28–5

Diviseur commun, **gcd()**, A–33

Division euclidienne, **intDiv()**, 22–3; A–37

Dossiers

- changement de nom, écran VAR-LINK, 20–15
- changement de nom, **Rename**, 20–18
- choix du dossier actif, boîte de dialogue Mode, 20–3
- choix du dossier actif, **setFold()**, 20–18; A–68
- copie d'un dossier à l'autre, écran VAR-LINK, 20–15
- création, écran VAR-LINK, 20–16
- création, **NewFold**, 20–2; 20–18; A–48
- développement ou réduction, 20–12
- nom du dossier actif, 20–3
- nom du dossier actif, **getFold()**, 20–18; A–34
- suppression, **DelFold**, 20–18; A–22
- suppression, écran VAR-LINK, 20–14

E

Écart-type, écran HOME, 16–18

Écart-type, éditeur de données, 16–15

Écart-type, **ShowStat**, 16–32

Échange de données entre deux calculatrices, 21–3

Écran ABOUT, 4–42

Écran de calcul, 4–11

Éditeur

- de données, 16–1; 16–5; 16–7
- de matrices, 29–5
- de programmes, 32–1

de textes, 18–1

Effacement

- de la table de valeurs, **ClrTable**, A–15
- de l'écran HOME, **ClrHome**, A–15
- de l'écran IO, **ClrIO**, 33–3
- d'un dossier, **DelFold**, A–22
- d'une variable, **DelVar**, 20–18; A–23
- d'une variable, écran VAR-LINK, 20–14
- pour un nouveau problème, **NewProb**, 4–14; A–49
- rapide, Clear a-z, 4–14

Entry, 3–11; 3–12

Équation

- d'un plan, 28–6
- d'une droite, 28–4; 28–6

Équations. *Voir aussi* Solveur Numérique

- équations faisant intervenir des nombres complexes et leurs conjugués, 25–8
- étude graphique, 5–15; 25–2

Équations (suite)

- manipulations, 25–15
- membre de droite, **right()**, 25–15; A–65
- membre de gauche, **left()**, 25–15; A–38
- résolution approchée, **nSolve()**, 25–6; A–51
- résolution dans **C**, **cSolve()**, 25–7; A–19
- résolution dans **C**, **cZeros()**, A–21
- résolution dans **R**, **solve()**, 25–5; A–76
- résolution dans **R**, **zeros()**, 25–5; A–87
- systèmes dégénérés, 25–10

Équations différentielles

- champ des directions, SLPFLD, 11–6; 11–10; 11–11; 11–22
- champ des tangentes, DIRFLD, 11–6; 11–10; 11–11; 11–18; 11–22
- choix des axes, 11–16
- choix du format Fields, 11–22
- conditions initiales, 11–10
- construction de plusieurs solutions, 11–10
- définition dans l'éditeur Y=, 11–5
- étude graphique, 11–2; 11–4
- étude graphique du modèle prédateurs-proies, 11–17
- étude graphique d'un système, 11–12
- étude graphique d'une équation d'ordre 2, 11–13
- étude graphique d'une équation d'ordre 3, 11–15
- étude graphique d'une équation d'ordre supérieur à 1, 11–12
- FLDOFF, 11–10; 11–22
- la variable fldpic, 11–9
- méthode de résolution, EULER, 11–6; 11–19
- méthode de résolution, RK, 11–6; 11–19
- outils de l'écran **Graph**, 11–9
- paramètres de l'écran Window, 11–7
- résolution symbolique, **deSolve()**, 27–13; A–23
- saisie interactive des conditions initiales, 11–11
- utilisation de **BldData**, 11–19

Erreurs

- messages, B–17
- traitement dans un programme, 34–15
- traitement dans un programme, **Try**, 34–15

Évaluation

- des arguments de la fonction de dérivation, 27–4
- des arguments d'une fonction ou d'un programme, 31–3
- lors d'une substitution, 24–8

Exécution d'un programme en assembleur, **Exec**, 38–4
Exponentielle, **e^()**, 22–8; A–27
Expressions, 4–15
Extremum
d'une fonction, 27–5

F

Factorielle, 22–3
Factorisation
complexe, **cFactor()**, 24–4; A–14
d'un entier, **factor()**, 22–2; A–30
d'une expression, 24–4
d'une expression, **factor()**, 24–3; A–30
Factorisation QR Householder, **QR**, 29–14; A–60
Famille de courbes, 17–4
Fenêtre active, **switch()**, A–80
fldpic, variable système, 11–9
Fonctions, 4–15
calcul des valeurs, 6–1; 26–7
contraintes de programmation, 31–5
de deux variables. *Voir* Graphismes 3D
de plusieurs variables, 26–8
définies par morceaux, 26–5
définies par une intégrale, 27–10
définition, 26–4
définition avec l'instruction **Define**, A–22
définition dans l'écran **Y=**, 5–9
dé-sélection des fonctions à représenter,
FnOff, A–32
sélection des fonctions à représenter, 5–9
sélection des fonctions à représenter, **FnOn**,
A–32

G

Graphiques statistiques
boîte à moustaches, éditeur de données, 16–20
création, **NewPlot**, A–49
définition, éditeur de données, 16–20
histogramme, éditeur de données, 16–21
ligne polygonale, éditeur de données, 16–20
nuage de points, éditeur de données, 16–20
utilisation dans l'écran **Y=**, 16–25

Graphismes

affiche un texte, **PtText**, 33–10; A–57
affiche un texte, **PxlText**, 33–10; A–59
animation, **CyclePic**, 37–6; A–20
animation, exemple, 37–6
change l'état d'un pixel, **PtChg**, A–56
change l'état d'un pixel, **PxlChg**, A–57

Graphismes (suite)

construction

de lignes de niveau, **DrwCtour**, A–27
d'un cercle, **Circle**, A–14
d'un cercle, **PxlCrcl**, A–57
d'un segment, **Line**, A–39
d'un segment, **PxlLine**, A–58
d'une courbe paramétrée, **DrawParm**, A–26
d'une courbe polaire, **DrawPol**, A–26
d'une droite de pente donnée, **DrawSlp**, A–26
d'une droite horizontale, **LineHorz**, A–39
d'une droite horizontale, **PxlHorz**, A–58
d'une droite verticale, **LineVert**, A–40
d'une droite verticale, **PxlVert**, A–59
d'une fonction réciproque, **DrawInv**, A–25
d'une fonction, **DrawFunc**, A–25
d'une tangente, **LineTan**, A–40
en coordonnées absolues, 37–3
en coordonnées relatives, 37–3
création d'une série d'images, 37–6
différents types d'affichage, 37–5
efface un pixel, **PtOff**, A–56
efface un pixel, **PxlOff**, A–58
effacer l'écran graphique, **ClrDraw**, A–14
effacer l'écran graphique, **ClrGraph**, A–14
instruction **Trace**, A–84
marque un pixel, **PtOn**, A–56
marque un pixel, **PxlOn**, A–58
mémorisation, **StoPic**, A–78
nombre de pixels, 37–2
ombrage, **Shade**, A–71
opérateur **AndPic**, A–11
opérateur **XorPic**, A–86
rappel d'une image mémorisée, **RplcPic**, A–67
rappel ou superposition d'images, 37–4
style de construction d'une fonction, **Style**,
A–79
superposition image mémorisée, **RcPic**, A–63
teste l'état d'un pixel, **ptTest()**, A–57
teste l'état d'un pixel, **pxlTest()**, A–59

Graphismes 3D, 12–1

angle de vue, 12–5; 12–9; 12–10
animation, 12–11
axes, 12–8
choix du cadrage, 12–4
définition des fonctions, 12–4
déplacement sur la surface, 12–7
lignes de niveau. *Voir* Lignes de niveau
rotation, 12–9; 12–10
valeurs en un points, 12–6

H

- Histogramme. *Voir* Graphiques statistiques
- Historique des calculs, 4–11
 - changement du nombre de paires mémorisées, 4–13
 - sauvegarde, 4–13
- Homothétie, 28–7

I

- ID list, liste de numéros d'identification
 - électronique, 4–42
- Identification électronique, 4–42
- Images
 - animation, **CyclePic**, A–20
 - construction à partir d'une matrice, **NewPic**, A–48
 - mémorisation, **StoPic**, A–78
 - opérateur **AndPic**, A–11
 - opérateur **XorPic**, A–86
 - rappel d'une image mémorisée, **RplcPic**, A–67
 - superposition d'une image mémorisée, **RclPic**, A–63
- Indicateurs de la ligne d'état, 4–38
- Indirections (#), 36–6; A–97
- Inéquations, 25–16
 - étude graphique, 5–11
 - programme de résolution symbolique, 38–9
- informations
 - de garantie, C–5
 - sur le support TI, C–5
- Insertion d'un bloc de texte, 18–6
- Instructions, 4–15
- Instructions conditionnelles, 26–5
- Instructions et fonctions
 - recherche par thèmes
 - algèbre, A–2; A–6
 - analyse, A–2; A–6
 - chaînes de caractères, A–2; A–6
 - listes, A–3; A–7
 - math, A–3; A–7
 - matrices, A–3; A–7
 - programmation, A–4; A–8
 - statistiques, A–4; A–8
- Intégrales
 - calcul approché, 27–8
 - calcul approché, **nInt()**, A–50
 - calcul exact, 27–8; A–96
 - doubles, 27–18
 - étude graphique, 5–16
 - fonctions définies par, 27–10

- Intégrales (suite)
 - impropres, 27–9
 - triples, 27–18
- Interface, A–33; A–67
- Interface CBL, **Get**, A–33
- Interface CBL, **Send**, A–67
- Interruption
 - de la construction d'un graphique, 5–14
 - d'un calcul, 4–39
- Intersection de deux courbes, 5–15

L

- Labels, **Lbl**, 34–11
- Langue
 - choix dans le menu MODE, 4–31
 - sélection des langues installées, 2–4
- Laplacien, 27–17
- Largeur des colonnes, éditeur de données, 16–7
- Ligne polygonale. *Voir* Graphiques statistiques
- Lignes de commandes dans l'éditeur de texte, 18–8
- Lignes de niveau, 13–1
 - algorithme, 13–8
 - choix de valeurs particulières, 13–4
 - construction par défaut, 13–3
 - nombre, 13–3
 - passant par un point, 13–3
- Limites, **limit()**, 27–2; A–39
- Linéarisation, **tCollect()**, 24–9; 24–10; A–82
- Listes
 - accès aux éléments, 17–2
 - calculs sur les éléments, 17–4
 - concaténation, **augment()**, 17–5; A–12
 - construction, fonction **seq()**, 17–3; A–68
 - création d'une nouvelle liste, **newList()**, 17–3; A–48
 - cumul croissant, **cumSum()**, 17–5; A–19
 - début, **left()**, A–38
 - décalage, **shift()**, 17–5; A–72
 - définition directe, 17–2
 - dimension, **dim()**, 17–5; A–24
 - écart type, **stdDev()**, A–77
 - extraction d'une sous-liste, 17–5
 - fin, **right()**, A–65
 - fonctions statistiques, 17–5
 - liste à termes constants, **Fill**, 17–3; A–31
 - liste des différences entre les éléments
 - consécutifs, **Δlist()**, 17–5; A–41
 - maximum, **max()**, 17–5; A–44
 - médiane, **median()**, A–45

Listes (suite)

minimum, **min()**, 17–5; A–46
moyenne, **mean()**, A–45
nombre d'éléments, **dim()**, 17–5; A–24
produit des éléments, **product()**, 17–5; A–55
rotation, **rotate()**, A–65
somme des éléments, **sum()**, 17–5; A–79
tri des éléments, **SortA**, 17–5; A–77
tri des éléments, **SortD**, A–77
variance, **variance()**, A–85

Logarithme

décimal, **log()**, A–42
d'un complexe, 23–5
népérien, **ln()**, A–41

Logarithme, **ln()**, 22–8

Logarithme, **log()**, 22–8

Logiciel de base, 21–10

mise à jour, 21–11
mise à jour de plusieurs calculatrices, 21–13

Logique

opérateur **and**, 34–5; A–10
opérateur **not**, 34–5; A–50
opérateur **or**, 34–5; A–52
opérateur **xor**, 34–5; A–86

Longueur d'un arc

calcul symbolique, **arcLen()**, A–12
étude graphique, 5–16

M

Matrices

addition d'un terme à chaque élément,
opération **+**, A–92
adjointe, opérateur **T**, 29–7; A–80
construction, 29–8
construction à partir d'une formule, 29–10
création d'une nouvelle liste, **newMat()**, A–48
Décomposition LU, **LU**, 29–14; A–44
définition, 29–4
déterminant, **det()**, 29–7; A–23
diagonales, **diag()**, 29–7
diagonales, **diag()**, A–24
dimension, **dim()**, A–24
éditeur, 29–5
élément maximal, **max()**, A–44
élément minimal, **min()**, A–46
exponentielle, **e^()**, A–27
extraites, **subMat()**, 29–10; A–79
factorisation QR, **QR**, 29–14; A–60
inverse, 29–7
juxtaposition, **augment()**, 29–10; A–12

Matrices (suite)

logarithme, **ln()**, A–41
logarithme, **log()**, A–42
matrice à coefficients égaux, **Fill**, A–31
matrice unité, **identity()**, 29–7; A–37
matrices par blocs, **augment()**, 29–10; A–12
médiante de chaque colonne, **median()**, A–45
moyenne de chaque colonne, **mean()**, A–45
nombre de colonnes, A–15
nombre de lignes, **rowdim()**, A–66
nombres aléatoires, **randMat()**, A–62
norme, **colNorm()**, A–15
norme, **norm()**, A–50
norme, **rowNorm()**, A–66
opérations élémentaires, 29–8; 29–9
mRow(), A–47
mRowAdd(), A–47
rowAdd(), A–66
rowswap(), A–66
polynôme caractéristique, 29–11
produit des éléments de chaque colonne,
product(), A–55
produits termes à termes, opération *****, A–92
puissance de chaque élément, opération **^**,
A–93
puissances, 29–7
quotient termes à termes, opération **/**, A–93
réduction de Gauss pas à pas, 29–9
réduction de Gauss, **ref()**, 29–9; A–64
réduction de Gauss-Jordan, **rref()**, A–67
somme des colonnes, **sum()**, A–79
soustraction d'un terme à chaque élément,
opération **-**, A–92
superposition, **augment()**, 29–10; A–12
termes de la diagonale, **diag()**, A–24
tolérance dans les calculs matriciels, 29–13;
A–23; A–64
transposition, 29–7
unité, **identity()**, 29–7; A–37
valeurs propres symboliques, 29–12
valeurs propres, **eigVl()**, 29–12; A–28
variance de chaque colonne, **variance()**, A–85
vecteurs propres symboliques, 29–12
vecteurs propres, **eigVc()**, 29–12; A–28

Maximum

de deux nombres, **max()**, A–44
d'une fonction, **fmax()**, 27–5; A–31
d'une liste, **max()**, 17–5; A–44
d'une matrice, **max()**, A–44
étude graphique, 5–15

- Maximum, écran HOME, 16–18
- Maximum, éditeur de données, 16–15
- Médiane, écran HOME, 16–18
- Médiane, éditeur de données, 16–15
- Médiane, **median()**, A–45
- Médiane, **ShowStat**, 16–32
- Mémoire Archive, 20–6
- Mémoire Flash, 20–6
- Mémoire RAM, 20–6
- Mémorisation
 - bases de données graphiques, 5–19
 - bases de données graphiques, **StoGDB**, A–78
 - d'une expression, 3–13; 4–36
 - d'une partie d'une image, 5–20
 - d'une représentation graphique, 5–19
- Menu mode Base
 - affichage, 15–4
 - sélection, 15–4
- Menu personnalisé. *Voir* Barre d'outils personnalisée
- Menus
 - création de menus personnalisés, 35–1
 - utilisation, 4–21
 - utilisation dans un programme, **ToolBar**, 34–14
- Messages d'erreurs, B–17
- Mesure des angles, 22–7
- Méthodes de conversion, 15–3
- Minimum
 - de deux nombres, **min()**, A–46
 - d'une fonction, **fmin()**, 27–5; A–31
 - d'une liste, **min()**, 17–5; A–46
 - d'une matrice, **min()**, A–46
 - étude graphique, 5–15
- Minimum, écran HOME, 16–18
- Minimum, éditeur de données, 16–15
- Mises à niveau
 - Applications Flash, 21–10
 - certificats logiciels, 21–11
 - de plusieurs calculatrices, 21–13
 - depuis une autre calculatrice, 21–14
 - logiciel de base, 21–10
 - où les obtenir ?, 21–12
- Modes, 4–29
 - affichage dans la ligne d'état, 4–38
 - changement, 4–29
 - choix d'une langue, 4–31
 - choix des unités, **setUnits()**, A–70
 - choix du mode de construction de la table de valeurs, **setTable()**, A–70
 - choix du mode graphique, **setGraph()**, A–68
- Modes (suite)
 - description des modes disponibles, 4–30
 - en cours d'utilisation, 4–29
 - en cours d'utilisation, **getMode()**, A–34
 - programmation, 32–9
 - programmation, **setMode()**, A–69
- Module, **abs()**, 23–3; A–10
- Modulo, **mod()**, 22–3; A–46
- Moyenne, écran HOME, 16–18
- Moyenne, éditeur de données, 16–15
- Moyenne, **mean()**, A–45
- Moyenne, **ShowStat**, 16–32
- Multiplication implicite, 4–17
- N**
- Niveau supérieur ou opérateur, fonction **part()**, 38–5; A–53
- Nombre de chiffres après la virgule, 4–20
- Nombre de pixels, 37–2
- Nombres aléatoires
 - génération **rand()**, A–62
 - initialisation, **randSeed()**, A–62
 - suivant une loi normale, **randNorm()**, A–62
- Nombres binaires
 - conversion en nombre binaire, opérateur **Bin**, A–13
 - décalage, **shift()**, 15–6; A–72
 - division, 15–4
 - entrée, 15–3
 - entrée avec préfixe 0b, A–100
 - format, 15–1
 - limites de taille, 15–4
 - opérateur **and**, 15–5; A–10
 - opérateur **not**, 15–5; A–50
 - opérateur **or**, 15–5; A–52
 - opérateur **xor**, 15–5; A–86
 - préfixe (0b), 15–2
 - rotation, **rotate()**, 15–6; A–65
- Nombres hexadécimaux
 - division, 15–4
 - entrée, 15–3
 - entrée avec préfixe 0h, A–100
 - format, 15–1
 - limites de taille, 15–4
 - préfixe (0h), 15–2
- Nombres premiers, **isPrime()**, 22–2; A–38
- Noms de variables
 - noms réservés, 4–35; B–13
 - noms valides, 4–35
- None comme unité par défaut, 14–7

Norme, 28–3

Norme matricielle

- colNorm()**, A–15
- rowNorm()**, A–66

Notation

- ingénieur, 4–20
- polaire (\angle), A–98
- scientifique, 4–16; 4–20
- scientifique, E, A–27

Nuage de points. *Voir* Graphiques statistiques

Numérateur, **getNum()**, 22–4; 24–11; A–34

Numéro d'identification électronique, 4–42

Numéro de version, 4–42

O

Ombrage, 5–11; 5–16

Opérateurs

- Booléen, 15–5

Opérateurs logiques, 34–5

Opérations sur les bits, 15–5; 15–6

P

Paramètres de mode

- Base, 15–2

Parenthèses avec unités, 14–4

Partage d'écran

- programmation, 32–9

Partage d'écran, 19–1

- activation, 19–3
- application active, 19–5
- changement d'application active, 19–5
- dans l'éditeur de texte, 18–9
- suppression, 19–3
- utilisation d'un deuxième type de courbe, 19–4; 19–7

Partie entière

- différences, 22–6
- floor()**, 22–6; A–31
- int()**, 22–6; A–37
- ipart()**, 22–6; A–38

Partie fractionnaire, **fPart()**, 22–6; A–32

Partie imaginaire, **imag()**, 23–3

Partie réelle, **real()**, 23–3

Parties d'une expression, extraction, **part()**, 38–5; A–53

Pause

- après l'affichage d'un résultat, **Pause**, 33–4
- dans la construction d'une courbe, 5–14
- dans un programme, **Pause**, 34–12

Permutations, **nPr()**, A–51

PGCD, **gcd()**, 22–2; A–33

Piles

- niveau de charge, 4–38; 4–39; C–2
- pile de sauvegarde, C–2
- TI-89, 2–2
- TI-92, 2–3

Plan tangent, 27–17

Plus grand diviseur commun, **gcd()**, A–33

Plus petit multiple commun, **lcm()**, A–38

Point d'inflexion, 5–16

Polynôme à coefficients aléatoires, **randPoly()**, A–62

PPCM, **lcm()**, 22–2; A–38

Pretty-print, 4–20

Primitives, 27–7; A–96

Produit

- scalaire, **dotP()**, 28–3
- vectorel, **crossP()**, 28–3

Produits, **PI()**, A–97

Programmation

- d'un menu personnalisé, 35–2
- des écrans actifs, 32–9
- des modes, 32–9
- des unités, 32–9

Projection, 28–8

Puissances, 22–8

Q

Quartiles, écran HOME, 16–18

Quartiles, éditeur de données, 16–15

R

Raccourcis clavier, B–2

Racine carrée d'un complexe, 23–4

Racine carrée, $\sqrt{\quad}$, 22–5; A–96

Radians, 22–7

Radians ($^\circ$), A–97

Rappel

- bases de données graphiques, 5–20
- bases de données graphiques, **RclGDB**, A–63
- du contenu d'une variable, 4–36
- d'une image, 5–20
- d'une image, **RpicPic**, A–67

Rapport, 18–10

Récurtivité, 31–9; 38–2

Réduction au même dénominateur, **comDenom()**, 24–11; A–16

Réduction de Gauss, **ref()**, A–64

Réduction de Gauss-Jordan, **rref()**, A–67

Réglage du contraste, 4–2

Régression. *Voir* ajustement

Réinitialisation, B-3

Réinitialisation, écran MEMORY, 20-20

Reste d'une division

différence entre **mod()** et **remain()**, 22-3

mod(), 22-3; A-46

remain(), 22-3; A-64

S

Saisie

de la frappe d'une touche, **getKey()**, 33-9

des coordonnées du curseur, **Input**, 33-10

d'un texte dans l'écran IO, **InputStr**, 33-2

d'un texte dans une boîte de dialogue,

Request, 33-6

d'une expression dans l'écran IO, **Input**, 33-2

d'une expression dans l'écran IO, **Prompt**, 33-3

d'une expression dans une boîte de dialogue,
33-7

Sauts, **Goto**, 34-11

Sélection

d'une fonction dans l'écran Y=, 5-9

d'une partie de l'écran graphique, 5-18

d'une partie d'une formule, 3-8

Sélection dans l'éditeur de texte, 18-5

Sélection d'une fonction, **FnOn**, A-32

Séries

de Fourier, 27-11

de Taylor, 27-12

numériques, 30-4; 30-5

statistiques doubles, 16-17

statistiques doubles pondérées, 16-17

statistiques simples, 16-15

statistiques simples pondérées, 16-16

Signe d'une expression, **sign()**, A-73

Simplification

automatique, 24-5

d'une valeur absolue, 24-6

expressions trigonométriques, 24-5; 24-9;
24-10

fonctions rationnelles, 24-5; 24-12

fractions rationnelles, 22-4

sous conditions, 24-6

Sinus d'un complexe, 23-5

Sinus hyperbolique, **sinh()**, A-75

Sinus, **sin()**, A-74

Solveur numérique

choix de l'intervalle de recherche, 7-6

effacement des variables, 7-10

erreurs classiques, 7-5

Solveur numérique (suite)

interruption du calcul, 7-7

mémorisation d'une équation, 7-4

messages d'erreurs, 7-7

mode partage d'écran, 7-8

rappel d'une équation, 7-3

recherche de la solution, 7-7

représentation graphique, 7-8

utilisation, 7-2

valeurs des variables, 7-5

Somme cumulative, **cumSum()**, A-19

Sommes, **Σ()**, A-97

Sortie d'une boîte de dialogue, 33-8

Sous-expressions, extraction, **part()**, 38-5; A-53

Sous-programmes, 31-10

Statistiques à deux variables, **TwoVar**, A-84

Statistiques à une variable, **OneVar**, A-51

Statistiques, écran HOME, 16-30

Structures conditionnelles, 26-5; 34-2

Structures de boucles, 34-6

Style

représentation d'une fonction, 5-10

représentation d'une fonction, **Style**, A-79

Substitutions, 24-7, A-100

Suites

calcul exact des termes, 30-3

choix des premiers termes, 8-8

complexes, 30-6

convergence, 30-2

définition, 8-7

étude graphique, 8-2

indice initial, 8-8

récurrentes doubles, 8-5

récurrentes simples, 8-2

représentation graphique, 8-9

somme des termes, 30-4; 30-5

système de suites récurrentes, 8-6

table de valeurs des termes, 8-3

Suppression de l'affichage des courbes, **FnOff**,
37-4

Suppression de l'affichage des graphiques
statistiques, **PlotsOff**, 37-4

Suppression d'un bloc de texte, 18-6

Surfaces. *Voir* Graphismes 3D

Symbole prime, A-99

Symétrie, 28-8

Systèmes d'équations

réduction des systèmes linéaires, **ref()**, 25-14

résolution approchée, 25-13

résolution dans **C**, **cSolve()**, 25-10; A-19

Systèmes d'équations (suite)
résolution dans **C**, **cZeros()**, 25–10; A–21
résolution dans **R**, **solve()**, 25–9; A–76
résolution dans **R**, **zeros()**, 25–9; A–87
systèmes dégénérés, 25–10
systèmes dépendant d'un paramètre, 25–11
systèmes linéaires, **simult()**, 25–11; A–73

Systèmes de numération, 15–1
affichage, 15–2
conversions, 15–2; 15–3

T

Table de données
création à partir d'un graphique, **BldData**, 5–19;
A–13
création, **NewData**, A–48

Table de valeurs, 6–1
choix des paramètres, 6–3
construction, **Table**, A–80
largeur des colonnes, 6–5
mode automatique, 6–4
mode manuel, 6–6
modification des fonctions, 6–8

Table des dérivées, 16–13

Tangente, 5–16

Tangente hyperbolique, **tanh()**, A–81

Tangente, **tan()**, A–81

Taux d'accroissement, **avgRC()**, A–13

Taux de change moyen, **avgRC()**, A–13

Température
conversion d'une plage, **ΔtmpCnv()**, 14–6; A–83
conversion d'une valeur, **tmpCnv()**, 14–6; A–83

Titre des colonnes, éditeur de données, 16–7

Tolérance dans les calculs matriciels, 29–13;
A–23; A–64

Touches importantes
TI-89, 4–4
TI-92 Plus, 4–7

Tours de Hanoi, 38–2

Trait de soulignement, (_), A–99

Translation, 28–7

Tri croissant, **SortA**, A–77

Tri décroissant, **SortD**, A–77

Tri, éditeur de données, 16–14

Type d'une variable, dans l'écran VAR-LINK,
20–11

Type d'une variable, **getType()**, A–35

U

Undefined variable, 31–7

Unités

choix, **setUnits()**, A–70

combinaison multiple, 14–4

conventions de dénomination, 14–9

conversion, 14–5

conversion d'une plage de température,
ΔtmpCnv(), 14–6; A–83

conversion d'une valeur de température,
tmpCnv(), 14–6; A–83

création, 14–9

dénomination - conventions, 14–3

entrée, 14–3

noms (_), A–99

opérateur de conversion, (▶), A–99

programmation, 32–9

sélection à partir d'un menu, 14–3

valeurs par défaut, 14–10

valeurs par défaut personnalisées, 14–7

Unités en cours d'utilisation, **getUnits()**, A–35

V

Valeur
absolue, **abs()**, 22–5; A–10
approchée, 3–4; 4–19
approchée, **approx()**, 22–4; A–12
exacte, 4–19

Valeurs propres symboliques, 29–12

Valeurs propres, **eigVI()**, 29–12; A–28

Variables
affichage des noms de toutes les variables
utilisées, 20–9
archivage, **Archive**, 20–6; A–12
archivage, écran VAR-LINK, 20–17
changement de nom, écran VAR-LINK, 20–15
changement de nom, **Rename**, 20–18; A–64
choix du nom, 4–35
complexes symboliques (_), 23–6; A–99
contenu et valeur, 4–36
copie, **CopyVar**, 20–19; A–16
création d'un tableau à partir d'un graphique,
BldData, 5–19; A–13
définition, 4–36
déplacement, **MoveVar**, A–47
désarchivage, écran VAR-LINK, 20–17
effacement rapide, 4–36
effacement, Clear a-z, 4–14
effacement, **DelVar**, 4–36; 20–18; A–23
effacement, écran VAR-LINK, 20–14
globales, 31–7
locales, 31–4

Variables (suite)

- locales symboliques, 31–7
- locales, **Local**, 31–7
- mémorisation, 4–36
- noms réservés, 4–35; B–13
- protection contre l'effacement, écran VAR-LINK, 20–16
- protection contre l'effacement, **Lock**, 20–18; A–42
- rappel de la valeur, 4–36
- rappel du contenu, 4–36
- suppression du verrouillage, **UnLock**, A–85
- système, B–13
- types, écran VAR-LINK, 20–11
- types, **getType()**, A–35
- verrouillage, **Lock**, 20–18; A–42
- visualisation du contenu à partir de l'écran VAR-LINK, 20–13

Variance, **ShowStat**, 16–32

Variance, **variance()**, A–85

Vecteurs

- colonnes, 28–2
- conversion en coordonnées cylindriques, opérateur **►Cylind**, 28–10; A–20
- conversion en coordonnées rectangulaire, opérateur **►Rect**, A–63

Vecteurs (suite)

- conversion en polaire, opérateur **►Polar**, 28–10; A–54
- coordonnées sphériques, opérateur **►Sphere**, 28–10; A–77
- lignes, 28–2
- norme, **norm()**, 28–3; A–50
- Produit par un scalaire, 28–3
- Produit par un scalaire, 28–3
- produit scalaire, **dotP()**, 28–3; A–25
- produit vectoriel, **crossP()**, 28–3; A–18
- somme, 28–3
- unitaire, **unitV()**, A–84
- Vecteurs propres symboliques, 29–12
- Vecteurs propres, **eigVc()**, 29–12; A–28
- Visualisation de résultats volumineux, 22–3

Z

Zooms, 5–13

- ajustement automatique, 5–13
- instructions, A–87; A–88; A–89
- mémorisation, 5–13
- programmation, 37–4

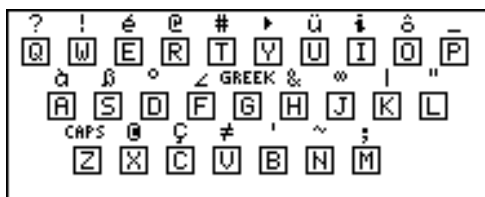
Touches de raccourcis TI-92 Plus

Généralités

◆ [APPS]	Liste des applications Flash
[2nd] [←→]	Basculer entre les deux dernières applications choisies ou les deux derniers écrans divisés choisis
◆ D	Copier les coordonnées du graphique dans sysdata
◆ F	Afficher la boîte de dialogue FORMATS
◆ H	Copier les coordonnées du graphique dans l'historique de l'écran Origine
◆ N	Créer une nouvelle variable
◆ O	Ouvrir une variable existante
◆ S	Enregistrer sous
◆ [□], ◆ [+	Contraste plus clair ou plus foncé
◆ [ENTER]	Calculer la réponse approximative
◆ [ON]	Mettre l'unité hors tension de manière à revenir à l'application en cours lors de la prochaine mise sous tension
◆ 1 - ◆ 9	Exécuter les programmes kbdprgm1() à kbdprgm9()

Plan du clavier à l'écran (◆ [KEY])

Appuyez sur [ESC] pour sortir du plan.



Pour les raccourcis non indiqués sur le clavier de la TI-92 Plus, voir le tableau ci-dessous. Pour les lettres accentuées et grecques, voir la colonne suivante.

[2nd] Q	?
[2nd] W	! (factorielle)
[2nd] R	@
[2nd] T	# (adressage indirect)
[2nd] H	& (ajouter)
[2nd] X	● (commentaire)
◆ [=]	≠
◆ [0] (zéro)	≤
◆ [.]	≥

Edition

◆ ◀	Déplacer le curseur vers le haut
◆ ▶	Déplacer le curseur vers le bas
[2nd] ◀	Déplacer le curseur vers la gauche
[2nd] ▶	Déplacer le curseur vers la droite
[↵] ◀, [↵] ▶	Faire défiler les grands objets dans l'historique
[2nd] ◀, [2nd] ▶	Défilement vers le haut et vers le bas
◆ X	Couper
◆ C	Copier
◆ V	Coller

Graphisme 3D

◀, ▶, ◀, ▶	Graphique animé
[+], [-]	Modifier la vitesse d'animation
X, Y, Z	Visualiser l'axe
[0] (zéro)	Revenir à la vue originale
F	Changer le style de format du graphique
[X]	Vue agrandie/normale

Lettres accentuées

[2nd] A+ lettre	à, è, i, ò, ù, À, È, Ì, Ò, Ù
[2nd] C+ lettre	ç, Ç
[2nd] E+ lettre	á, é, í, ó, ú, ý, Á, É, Í, Ó, Ú, Ý
[2nd] N+ lettre	ã, ñ, õ, Ã, Ñ, Õ
[2nd] O+ lettre	â, ê, î, ô, û, Â, Ê, Î, Ô, Û
[2nd] U+ lettre	ä, ë, ì, ö, ù, ÿ, Ä, È, Ì, Ö, Ù

Lettres grecques

[2nd] G	Pour accéder au jeu de caractères grecs
[2nd] G + lettre	Pour accéder aux lettres minuscules grecques. Exemple : [2nd] G W pour afficher ω
[2nd] G [↑] + lettre	Pour accéder aux lettres majuscules grecques. Exemple : [2nd] G [↑] W pour afficher Ω

Si vous appuyez sur une combinaison de touches qui ne permet pas d'accéder à une lettre grecque, vous obtiendrez la lettre normale correspondant à cette touche.

