

Les calculatrices formelles en classes de baccalauréat professionnel

Didier ROUSSEL – Jérôme POUSSOU – François MOUSSAVOU

Groupe lycée professionnel

IREM d'Aix – Marseille

Présentation des objectifs :

Le projet « *calculatrices formelles en classes de baccalauréat professionnel* » consistait au prêt de plates-formes de calcul formel TI 89 Titanium[©] à des élèves de trois classes de terminales bac professionnel :

Terminale Bac Pro MRIM : Micro-informatique et réseau, installation et maintenance.

Didier ROUSSEL.

Terminale Bac Pro EIE : Equipement et installations électriques.

Jérôme POUSSOU.

Terminale Bac Pro énergétique option A : installation et mise en oeuvre des systèmes énergétiques et climatiques

François MOUSSAVOU.

Ces machines étaient prêtées sur année scolaire complète, y compris pour l'examen.

Cette expérimentation part du constat suivant:

en bac professionnel le travail sur les études de fonctions et calcul intégral se heurte souvent à la barrière du simple calcul de fonctions dérivées ou de primitives à partir du formulaire bac.

Pour beaucoup d'élèves, cette partie purement technique devient le principal objet du cours et vient masquer la partie interprétation (étude du signe de la dérivée et lien avec les variations de la fonction – calcul de la valeur d'une intégrale à partir d'une primitive de la fonction), qui est au centre du cours pour l'enseignant.

Le projet avait donc comme objectifs:

D'observer le comportement des élèves face à l'outil « calcul formel ».

D'observer si une appropriation suffisamment rapide et suffisamment maîtrisée des principales fonctionnalités de la calculatrice, permet aux élèves de s'affranchir de la contrainte « calcul formel » pour s'investir sur l'utilisation mathématiques des outils « fonction dérivée - fonction primitive ».

Comportement des élèves face au prêt des machines :

Les élèves des trois classes où les calculatrices ont été distribuées, ont tous effectué leur premier cycle d'enseignement secondaire dans des collèges des bouches - du - Rhône. Tous les collégiens de ce département se voient offrir depuis de nombreuses années par le conseil général, une calculatrice scientifique à leur entrée en sixième ; le fait de travailler avec un outil qu'ils n'ont pas eu à acheter n'est donc pas une nouveauté pour eux.

Pourtant, le prêt des TI 89 a été accueilli avec un très grand enthousiasme par les élèves ; ces machines étant notamment référencées dans des catalogues de VPC à large diffusion, les élèves ont rapidement pris conscience de leur valeur marchande et se sont senti extrêmement valorisés : on avait suffisamment confiance en eux et en leurs capacités pour leur prêter des objets dont le prix semblait garant de la haute complexité.

Les périphériques utilisés lors de séances de cours (matériel de rétro et vidéo projection) ont eux aussi fait forte impression :

« On est trop à la pointe de la technologie » (*sic*)

Utilisation du calcul formel :

Il ressort de façon claire que l'apport de ce nouvel outil, inhabituel et même souvent inconnu, a créé une rupture entre les élèves; la volonté de s'investir en mathématiques étant un facteur déterminant.

On peut distinguer trois types de réaction :

- les bons élèves se sont investis fortement dans l'exploration de la machine
- les élèves en grande difficulté ont vite été découragés par un « nouvel apprentissage »
- les élèves en difficulté pour lesquels la machine a été fortement motivante voir salutaire.

En effet l'aspect calculatoire est trop souvent un obstacle pour ces élèves, et le fait de pouvoir confirmer l'expression d'une dérivé semble très positif.

Il a fallu par contre passer beaucoup de temps pour préparer les élèves à ne pas donner un résultat brut, car les sujets de bac professionnel s'y prêtent aisément notamment pour les calculs d'intégrales

Un aspect surprenant : les élèves se sont facilement approprié les outils de calculs statistique de la machine. Les chapitres de cours concernant la statistique ont été traités en fin d'année, c'est à dire après la phase d'utilisation intensive des calculatrices pour le calcul formel.

Toutes les calculatrices scientifiques possèdent ces outils, et pourtant, aucun élève ne s'en était jamais servi. Les efforts fournis pour l'utilisation du calcul formel ont permis aux élèves d'aborder le traitement des séries statistiques à la machine de manière très naturelle.

Nous avons par contre observer une totale dépendance de l'outil, ce qui nous a été fortement problématique lorsque certaines machines ont été dérobées. (merci à Texas Instrument qui nous a renvoyé dans l'urgence un lot de machines pour le bac !!).

Le bilan élève :

Questionnaire de satisfaction rempli par les élèves le jour de l'épreuve du bac (20/06/06).

Nous avons collecté 42 réponses correspondant aux trois classes de terminales Bac pro :

acheter une Texas Instrument et plus particulièrement une 89 dans le cas d'une poursuite d'étude vers un BTS.

Dans la classification des fonctions « les plus utiles » on trouve en premier la détermination des fonctions dérivées et primitives, le calcul d'intégrale, la fonction table et le graphe de fonction.

Pour le rajout de programmes extérieurs, il semblerait que l'effet de groupe est beaucoup joué car une classe a massivement rajouté quelques programmes comme la détermination d'un tableau de variation ou la décomposition des équations du second degré avec l'apparition du discriminant ainsi que l'écriture en toutes lettres des deux solutions. La même classe s'est beaucoup servi de la machine dans les autres matières technologiques, mais principalement dans la fonction de éditeur de texte pour y rentrer une partie du cours...

Les autres classes n'ont étonnamment pas investi cet aspect de l'outil. Ils ont perçu la calculatrice comme un outil de la classe de mathématiques. Ce qui est surprenant car une classe « d'informaticiens » avait très vite manifesté l'envie et le besoin de posséder l'outil « à temps complet » l'ayant perçu comme un « petit ordinateur ». Passé la phase de découverte, l'engouement est vite retombé et à ma connaissance il n'y a pas eu d'utilisation transversale si ce n'est la conversion binaire hexadécimal pour les meilleurs.

Enfin pour terminer sur le questionnaire, l'expérience a été perçue comme intéressante mais beaucoup d'élèves ont regretté le fait de ne pas disposer de cet outil pendant les deux ans de formation.

Analyse d'un sujet

Nous avons observé plus précisément le comportement d'une classe (bac pro énergétique) aussi bien pendant l'épreuve et surtout sur l'historique de leurs machines relevées après l'épreuve !!

Voici la partie mathématique du sujet:

MATHEMATIQUES

(15 points)

Les deux exercices sont indépendants et peuvent être traités séparément

EXERCICE 1 : (10 points)

Un système de régularisation de température dans un atelier est constitué de plusieurs climatiseurs industriels.

Un programmeur commande ce système de régulation.

Deux paramètres doivent être entrés dans les données du programmeur : la température initiale K et le coefficient d'atténuation a .

lors de la mise en route, la régularisation peut être modélisée par une équation différentielle de la forme : $y' + ay'' = 0$.

Partie A : (1,5 points)

l'expression de la solution générale de l'équation différentielle $y' + ay'' = 0$ est $y(t) = K e^{at}$ ou K désigne la température initiale de l'atelier (en °C), a est le coefficient d'atténuation et t le temps exprimé en minutes.

1. A de partir de $y(t) = K e^{at}$, exprimer $y'(t)$.

Les élèves utilisent la fonction dériv de la calculatrice. Plusieurs ont le réflexe de prendre x comme variable, mais devant le résultat (fonction nulle) ils rectifient .

2. Déterminer les valeurs de K et a qui correspondent aux conditions initiales :
 $y(0) = 45$ et $y'(0) = -2,25$

Cette question est traitée « à la main ».

Partie B : (5,5 points)

Dans la suite du problème, on étudie la fonction f définie sur l'intervalle $[0 ; 15]$ par :

$$f(x) = 45 e^{-0,05x}$$

1. La dérivée de la fonction f est notée f' vérifier que $f'(x) = -2,25 e^{-0,05x}$

Typiquement le genre de question qui met en difficulté un élève trop dépendant de sa calculatrice...

2. Etudier le signe de $f'(x)$ sur l'intervalle $[0 ; 15]$.

Question de cours sur les propriétés de l'exponentielle; plusieurs élèves vont néanmoins tester une ou deux valeurs de la fonction dérivée à la calculatrice pour s'assurer du résultat.

3. Compléter le tableau de variation de la fonction f situé en annexe 1.

Aucun élève n'a rajouté de programme de détermination d'un tableau de variation dans sa calculatrice. Aucun ne pense à tracer la représentation graphique avec la machine pour avoir une idée des variations de la fonction. Le fait que la fonction étudiée soit monotone explique sans doute le peu de précautions prises par les élèves pour la rédaction de cette question; tous les élèves qui répondent trouvent une fonction monotone mais pour à peu près un quart d'entre eux, elle est croissante...

4. Compléter le tableau de valeurs en annexe 1. Les résultats seront arrondis au dixième.

Le tableur est utilisé par la quasi totalité des élèves. Les paramètres du tableau sont intégrés sans difficulté dans la fonction tbset

5. Tracer la courbe représentative C de la fonction f dans le repère orthogonal situé en annexe 1.

Aucun élève n'utilise la fonction Graph de la calculatrice; tous reprennent le tableau de valeurs de l'annexe 1 et certains calculent des valeurs supplémentaire avec le tableur. Les élèves qui s'étaient trompés à la question 3. ne pensent pas à rectifier leur erreur. Le lien entre la représentation graphique et le tableau de variation n'est pas fait.

Partie C : (2 points)

Les traits de constructions devront apparaître sur le schéma.

1. En utilisant la courbe C , déterminer la température de l'atelier au bout de 5 minutes.

Cette question est faite sans la calculatrice, aucun élèves n'ayant tracé la courbe sur la machine.

2. a) A partir de cette même courbe, déterminer le temps au bout duquel, la température est égale à $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. On donnera le résultat en minutes.

Idem

- b) Résoudre l'équation suivante : $45e^{-0,05x} = 25$ et comparer la solution avec le résultat obtenu à la question précédente.

Les élèves utilisent la fonction Resol(de la calculatrice. La majorité vont donner un résultat brut; certain vont jongler avec les mode Approx et Exact pour proposer un résultats intermédiaire: $x = -20 \ln(5/9)$, avant de donner un résultat décimal.

Partie D : (1 point)

la valeur moyenne de la température est donné par la relation :

$$\theta_{\text{moy}} = \frac{1}{15} \int_0^{15} 45 e^{-0,05t} dt$$

Calculer la valeur moyenne de θ_{moy} arrondie au dixième.

Les élèves qui ont traité cette question, ont donné un résultat brut. Aucun n'a préalablement calculé une primitive de la fonction. Plusieurs élèves ont inversé les bornes de l'intégrale, et ont rectifié leur erreur en constatant qu'ils obtenaient une température moyenne négative.

EXERCICE 2 :(5 points)

Un artisan en génie climatique veut faire des statistiques sur le coût de ses installations auprès de ces clients sur une année.

Les données sont rassemblées dans le tableau suivant :

<i>coût en €</i>	<i>Nombre d'installations</i>
[0 ; 1000[25
[1000 ; 2000[45
[2000 ; 3000[95
[3000 ; 4000[88
[4000 ; 5000[65
[5000 ; 6000[32

1. Tracer l'histogramme de cette série statistique dans le repère en annexe 2.

Aucun élève n'utilise la calculatrice pour répondre à cette question.

2. Calculer le coût moyen \bar{x} d'une installation. (Arrondir le résultat à l'unité).

Un seul élève va utiliser le formulaire pour calculer la moyenne. Les autres utiliser la calculatrice en saisissant la liste. Le sujet ne précisait pas que les classes étaient assimilées à leur centre pour les calculs. Beaucoup d'élèves, déstabilisés, n'ont pas traité cet exercice.

3. Calculer l'écart type σ de cette série statistique. (Arrondir le résultat à l'unité).

Les élèves qui ont choisi de traiter la série statistique avec leur calculatrice vont répondre à cette question immédiatement; celui qui utilise son formulaire ne va pas réussir à saisir le bon calcul malgré plusieurs tentative, et va finalement donner un résultat faux.

4. Déterminer le pourcentage des installations dont le coût est compris dans l'intervalle $[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]$.

Aucun élève n'a réussi à traiter cette question. Deux seulement l'ont abordée.

ANNEXE 1

EXERCICE 1 :

Tableau de variation : (partie B)

x	0	15
$f'(x)$		
f		

Tableau de valeurs (partie B).

x	0	2	4	6	8	10	12	15
$f(x)$								

Conclusion:

L'année scolaire 2005/2006 a été fortement perturbée par les mouvements sociaux et il est très probable que cela a entaché l'observation. Il est difficile de savoir si le désengagement de certains élèves suite à une première phase d'engouement général, est due à une lassitude face à un objet qui n'a plus été perçu comme une nouveauté, ou si elle est le résultat d'une démobilisation plus profonde, contre coup de l'agitation qui a régné pendant plus d'un mois dans les établissements.

Suite à l'expérimentation il semble ressortir des points intéressants du point de vue pédagogique. Le fait de posséder un parc de machines identiques est très favorable à un apprentissage « en douceur » dans l'utilisation de fonctions un peu plus complexes que les fonctions de base. Bien sûr cet aspect n'est pas nouveau mais à notre connaissance il n'a jamais été repensé pour nos élèves qui peuvent sembler « grands et autonomes » mais la réalité du terrain est toutefois très différente... (surtout dans un lycée classé ZEP et sensible !)

Dans cette démarche il semblerait plus adapté de fournir la machine sur l'ensemble du cycle de bac pro (2 ans) ; nous avons pensé qu'il était nécessaire d'acquérir un savoir faire « à la main » avant d'aborder la machine. Il semblerait que cela soit inutile dans le sens où lorsque l'élève investit la démarche avec la machine, il oublie l'ancienne méthode. L'aspect très volatil des connaissances est une très grande constante de nos élèves (sont-ils les seuls ?).

Il est certain que les enseignants ont passé moins de temps sur des tâches répétitives, ce qui a permis d'investir un peu mieux certains aspects du programme. Par contre il semble indispensable d'écrire un guide de prise en main destiné à nos élèves, afin de se débarrasser des problèmes récurrents comme la touche « approx » ou l'écriture des puissances de 10 (la touche EE est totalement inconnue..).

Pour conclure il semble que ce type d'outil ne peut se dissocier de la classe de mathématiques. Pris en charge suffisamment tôt dans les apprentissages il peut s'avérer tout à fait pertinent. Malheureusement la calculatrice est encore perçue par la majorité des élèves comme objet « pour calculer » ; elle est donc, pour eux, éventuellement remplaçable par un téléphone ! Le fait de procurer un outil différent et approprié à nos élèves permet de casser cette représentation et d'amorcer une démarche qui permettra de *faire* des mathématiques et non plus de *subir* les Mathématiques.