

E2n – LOI DE REFROIDISSEMENT DE NEWTON

TI-Nspire™ - TI-Nspire™ CAS

Mots-clés : acquisition de données, expérimentation assistée par ordinateur, refroidissement, équation, différentielle.

Fichiers associés : newton.tns

1. Objectifs

- Utiliser l'unité nomade TI-Nspire reliée à un capteur de mesures pour réaliser une acquisition de données.
- Retrouver en utilisant l'application **Tableur & listes** l'expression de la température en fonction du temps.

2. Commentaires

La conduite des activités de sciences physiques à l'aide de la plate forme scientifique TI-Nspire, nécessite de posséder :

Unité nomade	Ordinateur
Adaptateur « easy link » Capteurs Vernier Capteur de température « easy temp »	Adaptateur « Go ! link » Capteurs Vernier Capteur de température « Go ! temp »

3. Mise en œuvre (50 minutes)

La **loi de refroidissement de Newton**, énoncée par Sir Isaac Newton établit que le taux de perte de chaleur d'un corps est proportionnelle à la différence de température entre le corps et le milieu. Cette formulation n'est pas très précise, et présuppose un milieu et un corps homogènes à températures constantes.

On peut dériver cette loi d'après une décroissance exponentielle. Si T est la température du corps, alors :

$$\frac{dT(t)}{dt} = -r(T - T_{\text{env}})$$

Avec r une constante positive. On en déduit que :

$$T(t) = T_{\text{env}} + (T(0) - T_{\text{env}}) e^{-rt}.$$

Par exemple, des modèles simplifiés pour l'étude de la météorologie peuvent utiliser cette approximation due à Newton plutôt qu'une équation de radiation, plus difficile à calculer.

L'avantage principal de cette méthode est l'absence d'unités : en effet, l'utilisation de Kelvins, de degrés Celsius ou de degrés Fahrenheit n'implique qu'une modification de la constante r .

On se propose de mettre en évidence la loi du refroidissement de Newton.

1) On note la température de l'environnement expérimental avant de réaliser celle-ci :

$$T_{\text{env}} = 19^\circ\text{C}.$$

2) Le capteur de température est plongé dans un becher contenant de l'eau portée à ébullition. Lorsque l'on observe dans l'écran de la console une stabilisation de la température, le capteur est rapidement extrait du becher puis éloigné de celui-ci est déposé sur un support dans un environnement non soumis à de brutales fluctuations de température. Les mesures sont consignées dans le tableau ci-dessous et représentées graphiquement.

La colonne A contient les mesures du temps s .

La colonne B contient les mesures de la température en $^\circ\text{C}$.

a. Acquisition des mesures

Créer une nouvelle page de format identique à celui de l'écran ci-contre en choisissant l'application **Graphiques & géométrie** sur la page de droite et l'application **Tableur & listes** sur celle de gauche.

Connecter la sonde de température au port USB de l'unité nomade.

Appuyer sur les touches **ctrl** **D** pour afficher la console d'acquisition de mesures

Appuyer sur la touche **menu** et paramétrer une acquisition en fonction du temps sur une centaine de secondes avec une prise d'échantillon toutes les secondes.

b. Exploitation des mesures

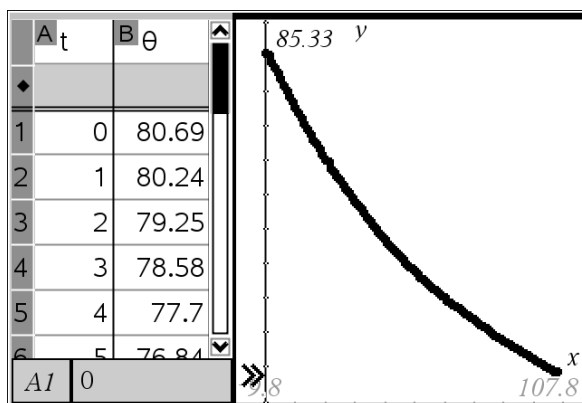
On calcule dans la colonne C, le taux de variation symétrique $\text{var} = \Delta\theta$ en $c1 = \frac{b3-b1}{2}$ et l'on reporte la valeur centrale $tt = \theta$ de l'intervalle en $d1 = b2$.

Ensuite on demande le calcul de la régression linéaire $\frac{\Delta\theta}{\Delta t} = f(\theta)$ après avoir représenté le nuage

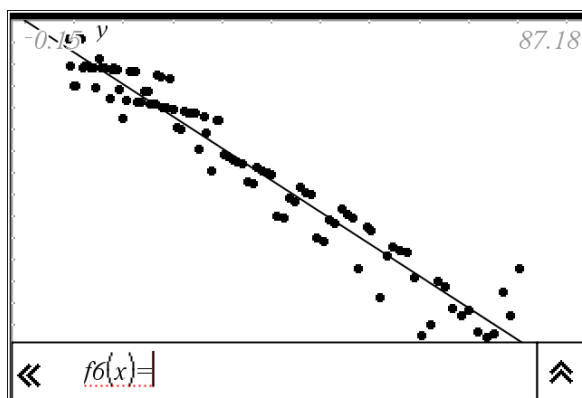
de points (tt, var) et constaté un alignement permettant de penser, lorsque $\Delta t \rightarrow 0$, que $\frac{d\theta}{dt} = a\theta + b$.

La résolution de l'équation différentielle $\theta' = a\theta + b$ conduit à conclure que le refroidissement suit bien une loi exponentielle qu'il est aisé de mettre sous la forme d'une fonction exponentielle de base e .

On rappelle : $a^x = e^{x \ln a}$.



	A _t	B _θ	C _{var}	D _{tt}	E	F
◆						=LinF
1	0	80.69	-0.72	80.24	Titre...	Régre
2	1	80.24	-0.83	79.25	Reg...	m*x+
3	2	79.25	-0.775	78.58	m	
4	3	78.58	-0.87	77.7	b	
5	4	77.7	-0.88	76.84	r ²	
6	5	76.84	-0.885	75.84		



deSolve($y' = \text{stat.m} \cdot y + \text{stat.b}$ and $y(0) = 80.69, x, y$)
 $y = 61.1181 \cdot (.985494)^x + 19.5719$
 $f(x) = 61.1181 \cdot (.985494)^x + 19.5719$ Terminé

