

Comment dater l'heure d'un décès ?

Dater l'heure du décès d'une personne est souvent une étape capitale lors d'une investigation policière.

La mort se caractérise par une décomposition du corps, mais cette décomposition peut ne pas commencer tout de suite après le décès : c'est par exemple le cas de la mort cérébrale, l'activité cardiaque étant présente encore quelques heures pendant lesquelles la décomposition ne se produit pas.

La datation d'un cadavre ne peut estimer que la date à partir de laquelle la décomposition commence.

La police criminelle et la médecine légale collaborent ainsi entre elles. Deux phases peuvent être distinguées :

- La phase post mortem précoce (jusqu'à quelques jours après le décès).
- La phase post mortem moyenne (jusqu'à un mois).

I – Technique de datation d'un cadavre en phase post mortem précoce

a) Deux pistes explorées par le passé

- Sous les climats tempérés comme le nôtre, la température de la peau rejoint celle du milieu environnant en 8 à 12 heures en moyenne mais la température centrale du cadavre nécessite pour se faire un délai deux à trois fois plus important. Ces constatations ont mené à un certain nombre de simplifications abusives selon lesquelles :
 - La température s'égaliserait avec celle du milieu ambiant en 24 heures.
 - La vitesse de refroidissement serait de 1 °C par heure pendant les 24 premières heures.

Ces simplifications reposaient sur l'idée que le refroidissement cadavérique pouvait être une fonction linéaire du temps. On sait aujourd'hui qu'il n'en est rien.

- Une deuxième approche, dite approche thermodynamique basique, plus vraisemblable, considère que plus l'écart entre la température du corps et la température ambiante est important, et plus la baisse de température du corps est rapide.

Il en résulte que la vitesse de refroidissement du corps diminue avec le temps.

Nous allons commencer par explorer cette dernière piste.

b) La fonction exponentielle

La **fonction exponentielle** est étudiée en détail en classe de terminale. C'est l'une des fonctions les plus importantes en mathématiques.

- Cette fonction est définie sur \mathbb{R} .
- L'exponentielle du réel x est notée e^x .

Par exemple, $e^0=1$ et $e^1 \approx 2,7182818284590452353602874$

Nous allons nous contenter d'utiliser les valeurs données par la calculatrice.

Pour calculer une exponentielle :

- Sur TEXAS INSTRUMENTS, il faut appuyer sur la touche *2nde* puis sur la touche *ln*.
- Sur CASIO, il faut appuyer sur *SHIFT* puis sur *ln*.

Application : Donner une valeur approchée à 10^{-3} près de $e^{3,5}$:

$e^{3,5} \approx$

c) Approche thermodynamique basique

On a dans un premier temps estimé que la température ambiante T_a , la température du corps T_c , le temps écoulé depuis le décès t (en heures) étaient liés par cette relation :

$$\frac{T_c - T_a}{37,2 - T_a} = e^{-kt}$$

où les températures sont en °C, et k un coefficient qui dépend de la masse de l'individu.

Exprimer, à l'aide de la relation précédente, T_c en fonction de t , k et T_a :

.....
.....
.....
.....

Application : Pour un individu dont la masse est de 80 kg, $k \approx 0,0544$. On considère que le corps a été laissé à une température ambiante de 13 °C.

À l'aide de la question précédente, exprimer T_c en fonction de t dans ce cas :

.....

.....

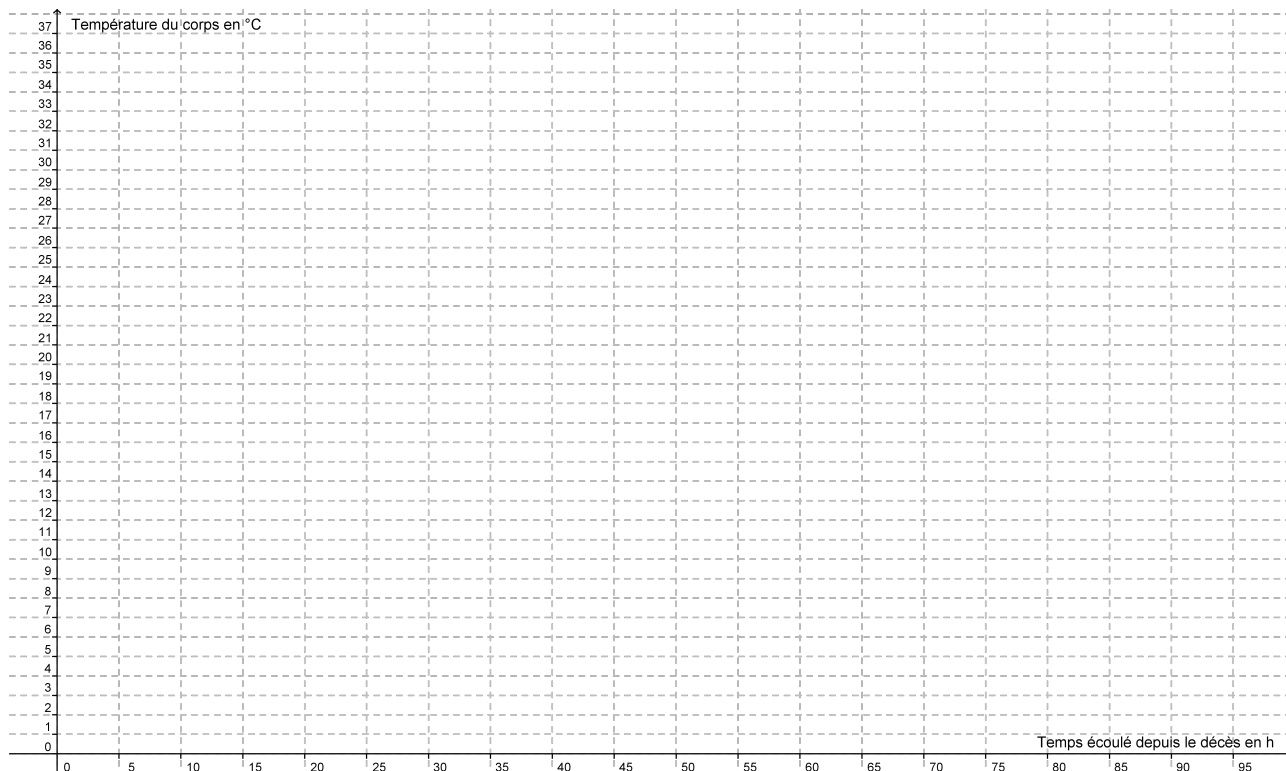
.....

À l'aide du logiciel Geogebra, compléter ce tableau de valeurs. On arrondira les températures au dixième, et on pourra utiliser le tableur de Geogebra, après avoir entré la fonction nécessaire.

Temps écoulé depuis le décès (h)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
Température du corps (°C)										

Temps écoulé depuis le décès (h)	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
Température du corps (°C)										

Compléter ce graphique, on pourra ensuite comparer avec le tracé donné par l'ordinateur, après avoir réglé la fenêtre (clic droit sur le graphique, puis « Graphique ... ») :



d) L'approche du docteur Claus Henssge

L'expérience en matière légiste a permis de déterminer que la baisse de température s'effectue en trois phases :

- Une phase dite de plateau thermique initial (durée de 0,5 à 3 heures, avec d'importantes variations interindividuelles) : pendant cette période et pour des raisons encore mal connues, la température du cadavre décroît très peu.
- Une phase intermédiaire de décroissance rapide, à-peu-près linéaire.
- Une phase terminale de décroissance lente où la température du corps finit par s'égaliser très progressivement avec celle du milieu ambiant.

En observant la courbe précédente, retrouve-t-on ces 3 phases ?

.....
.....
.....
.....
.....

Le docteur Claus Henssge, professeur de médecine légale à l'université de Essen (Allemagne) a cherché à modéliser la décroissance thermique et a proposé alors la modélisation suivante, encore utilisée actuellement :

$$\frac{T_c - T_a}{37,2 - T_a} = 1,25 e^{-kt} - 0,25 e^{-5k t}$$

où les températures sont en °C, et le coefficient k se calcule par cette formule :

$$k = \frac{1,2815}{M^{0,625}} - 0,0284$$

avec M la masse de l'individu en kg.

Application : On considère que le corps d'un individu de masse 70 kg a été laissé à une température ambiante de 12 °C.

Calculer une valeur approchée de k à 10^{-4} près :

$k =$

À l'aide de la question précédente, exprimer T_c en fonction de t dans ce cas :

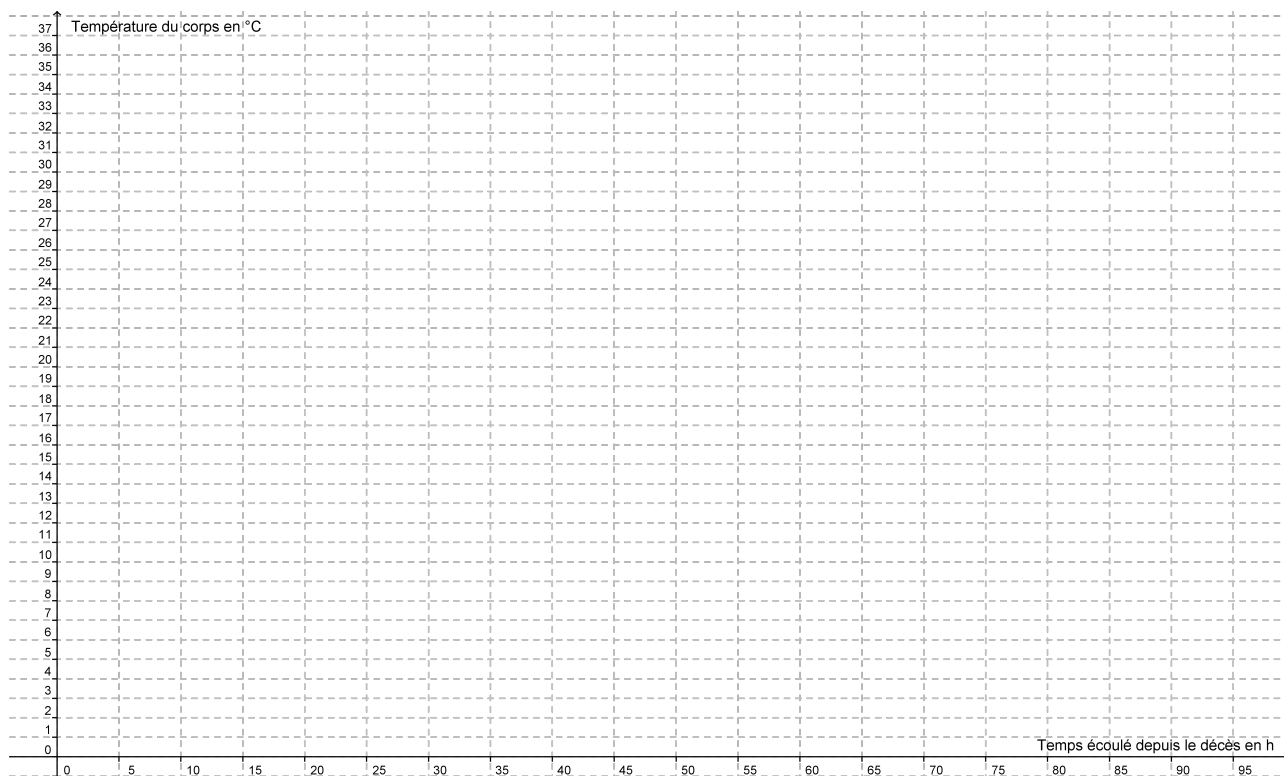
.....
.....
.....

À l'aide de Geogebra, compléter ce tableau de valeurs. On arrondira les températures au dixième, et on pourra utiliser le tableur de Geogebra, après avoir entré la fonction nécessaire.

Temps écoulé depuis le décès (h)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
Température du corps (°C)										

Temps écoulé depuis le décès (h)	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
Température du corps (°C)										

Compléter ce graphique, on pourra ensuite comparer avec le tracé donné par l'ordinateur, après avoir réglé la fenêtre :



En observant la courbe précédente, retrouve-t-on ces 3 phases ?

.....

.....

.....

.....

II – Faites progresser l'enquête !

Le corps de Marcel, 58 kg, a été retrouvé le 11 novembre sans vie dans un fossé. Visiblement, il s'agit d'un assassinat !

Le 11 novembre, à 10 h, le médecin légiste Noémie mesure la température du corps à 20 °C, alors que la température extérieure est de 10 °C.

De leur côté, après une enquête de l'inspecteur Lapraline, quatre suspects habitant le village ont été interpellés.

Voici leurs emplois du temps :

André	Le 10 novembre, a servi les clients dans sa boulangerie de 8 h à 19 h. De nombreux clients l'ont vu. Il a fait un pause repas à 12 h pendant 30 minutes. La boulangerie a fermé à 19 h, André est rentré chez lui, où il habite seul. Il dit avoir regardé le début du match de football Lyon – Saint-Étienne. À 22 h, il dit s'être couché, puis se serait levé à 5 h le 11 novembre pour aller travailler. Il a fait sa pause repas au même horaire.
Gustave	Le 10 novembre, il s'est levé à 9 h, est resté chez lui et y a mangé (il est au chômage). À 14 h, il est parti pour Pôle Emploi où il avait rendez-vous. Arrivé à 14 h 30, il a attendu une demi-heure, a été reçu pendant une heure, sa conseillère en est témoin. Il dit être rentré chez lui, a mangé le soir avec son épouse qui rentrait de son travail. Il dit s'être endormi vers 23 h. Le lendemain, il dit s'être levé à 8 h, et être parti au marché à 9 h.
Michel	Le 10 novembre, il dit être parti à son travail en voiture à 7 h 30. Victime d'un accident de la route, il a été amené à l'hôpital à 9 h. Après examens, jugeant son état peu inquiétant, on l'a déposé chez lui à 20 h. Il dit s'être reposé chez lui, s'être couché tôt sans préciser l'horaire, et être parti normalement au travail le 11 novembre à 7 h 30, amené par son épouse.
Pascal	Le 10 novembre, il dit être rentré du travail à 10 h (il travaille de nuit). Il dit s'être reposé, puis être sorti pêcher seul à l'étang de la commune à 15 h. Il dit avoir cuisiné une carpe à 19 h, heure supposée de son retour, et être parti travailler à 2 h du matin le 11 novembre.

Estimez l'heure du crime, et analysez les dépositions faites. Il sera préférable de travailler au brouillon au préalable !

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

