

L'âge de la Terre, un sujet de controverses scientifiques

TÂCHE COMPLEXE

Au XIX^e siècle, la question de l'âge de la Terre agite la communauté scientifique. Une controverse oppose alors les physiciens, menés par le très renommé lord Kelvin, aux géologues et aux biologistes, comme Lyell et Darwin.

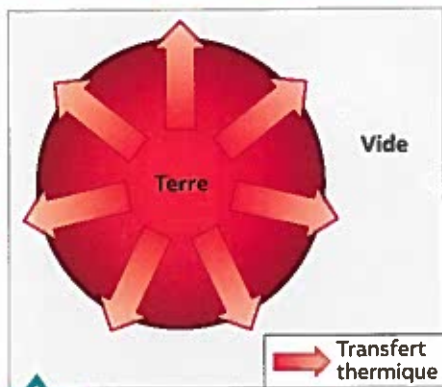
MISSION

Vous incarnez un géologue ou un biologiste du XIX^e siècle et vous devez convaincre un physicien de votre époque que son estimation de l'âge de la Terre semble erronée.

1 Expliquer la méthode expérimentale d'un précurseur: Buffon



a. Georges-Louis Leclerc, comte de Buffon
Naturaliste et mathématicien français (1707-1788).



d. Le protocole expérimental de Buffon

+ Lire le texte original

J'ai fait faire dix boulets de fer forgé [chauffés jusqu'à incandescence]: le premier d'un demi-pouce de diamètre; le second d'un pouce; le troisième d'un pouce et demi [et ainsi de suite procédant par augmentation d'un demi-pouce jusqu'au dixième boulet de 5 pouces].

Avant de rapporter les expériences, j'observerai:

1. Qu'on a laissé refroidir les boulets dans une cave où le thermomètre était à peu près à dix degrés au-dessus de la congélation; et c'est ce degré que je prends ici pour celui de la température actuelle de la Terre.
2. J'ai cherché à saisir deux instants dans le refroidissement: le premier où les boulets ont cessé de brûler, c'est-à-dire le moment où on pouvait les toucher et les tenir avec la main pendant une seconde sans se brûler; le second temps de ce refroidissement est celui où les boulets se sont trouvés refroidis jusqu'au point de la température actuelle, c'est-à-dire à dix degrés au-dessus de la congélation. Et pour connaître le moment de ce refroidissement jusqu'à la température actuelle, on s'est servi d'autres boulets de comparaison de même matière et de même diamètre qui n'avaient pas été chauffés et que l'on touchait en même temps que ceux qui avaient été chauffés.

D'après son œuvre encyclopédique *Histoire naturelle, générale et particulière* en 36 volumes publiés de 1749 à 1804 (les 8 derniers sont posthumes).



VOCABULAIRE

Le **pouce** est une unité de longueur utilisée avant l'introduction du mètre et du système décimal en 1790.
1 pouce = 2,7070 cm

2 Identifier les hypothèses des physiciens

e. Le calcul de l'âge de la Terre par Buffon

Buffon modélise les résultats de ses expériences par une évolution linéaire de la durée de refroidissement avec le diamètre des sphères. En appliquant son modèle à une sphère de 12800 km de diamètre [→ chapitre 8], Buffon déduit en 1774 que la Terre s'est refroidie en 96670 ans et 132 jours.

f. La théorie analytique de la chaleur de Joseph Fourier

En 1822, le mathématicien français Joseph Fourier (1768-1830) établit la théorie décrivant le transport thermique d'énergie dans les solides. Ce transport s'effectue par conduction, c'est-à-dire de proche en proche, sans déplacement de matière. L'évolution de la température est alors fixée par la diffusivité du matériau et sa surface:

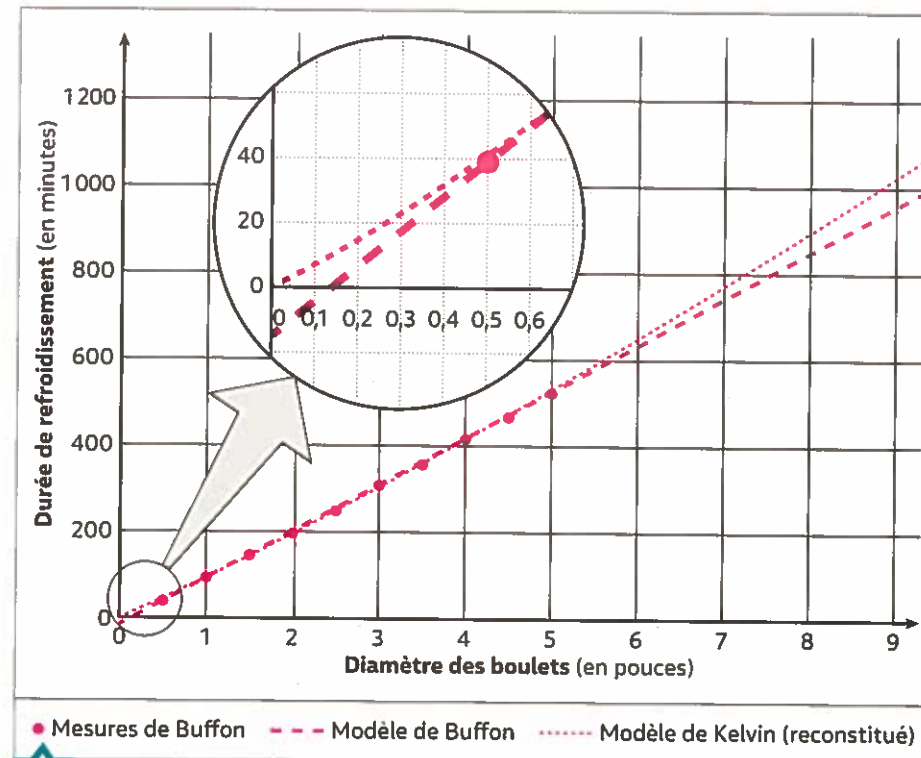
$$D = \frac{\lambda}{\rho c}$$



h. William Thomson, lord Kelvin
Physicien britannique d'origine irlandaise (1824-1907).

🔍 DONNÉES

Paramètres de la diffusivité des matériaux:
 λ est la capacité du matériau à conduire l'énergie par transfert thermique,
 ρ est sa masse volumique,
 c est sa capacité massique à emmagasiner de l'énergie par voie thermique.
 $D_{\text{fer}} = 22,8 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$
 $D_{\text{roche}} = 1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$



g. Comparaison des modèles utilisés par Buffon et par Kelvin pour évaluer l'âge de la Terre

i. Le calcul de l'âge de la Terre par Kelvin

En 1863, lord Kelvin applique la théorie de Fourier au calcul de l'âge de la Terre: il fait l'hypothèse que la Terre se refroidit depuis sa formation sans nouvelle source d'énergie intérieure et que la conduction est le seul mode de transfert thermique d'énergie à l'intérieur de la Terre. Il trouve ainsi un âge compris entre 20 et 400 millions d'années.

j. La convection, un mode de transfert de chaleur efficace

Dans le cas des fluides et des matériaux ductiles, le transport thermique d'énergie s'accompagne d'un mouvement de matière. Ce mode de transfert thermique beaucoup plus efficace que la conduction, se nomme convection. Dès 1895, John Perry (1850-1920), ingénieur britannique et disciple de Kelvin, fait l'hypothèse que l'énergie intérieure de la Terre est transportée par convection à l'intérieur des couches terrestres profondes.