



3.2 – L'ÂGE DE LA TERRE

ACTIVITE 2 CONTROVERSES DU XIX^E SIECLE

Le XIX^e siècle est marqué par plusieurs controverses scientifiques.

DOCUMENT 1 : Les approches fondées sur l'étude des dépôts sédimentaires

A la fin du XIX^e siècle, plusieurs géologues ont utilisés ce type de raisonnement pour fournir une estimation de l'âge de la Terre.

Données prises en compte par d'Albert de Lapparent :

Estimation de la vitesse de sédimentation (supposée constante au cours du temps)

0,5 m par million d'année

Estimation de l'épaisseur cumulée de toutes les formations sédimentaires

45 km

Temps nécessaire à toute l'histoire géologique = Âge de la Terre ≈ 90 millions d'années

Données prises en compte par d'autres géologues pour leurs estimations :

Auteur	John Phillips	Archibald Geike	Warren Upham	William Sollas
Date	1860	1892	1893	1900 1909
Épaisseur cumulée des formations sédimentaires (en km)	22	30	80	81 102
Vitesse de sédimentation (en mètres par million d'année)	0,23	0,4	0,8	3,1 1,27

DOCUMENT 2 : Une approche fondée sur la salinité des océans (John Joly – 1899)

Hypothèses

1 Le sodium est apporté aux océans seulement par les rivières

2 Il n'y a pas de perte de sodium dans les océans

3 L'eau des océans ne contenait initialement pas de sodium

Estimations

1 **1,42 · 10¹⁹** kilogrammes de sodium dans les océans

2 **1,43 · 10¹¹** kilogrammes de sodium apportées chaque année par les rivières

DOCUMENT 3 : Une approche fondée sur le temps de refroidissement de la Terre

Le physicien William Thomson (Lord Kelvin) s'appuie sur l'équation de la chaleur publiée en 1807 par Joseph Fourier.

Hypothèses

1 Terre après sa formation

15° Air

3 900° Matériau en fusion

Gradient de température très élevé

2 La Terre s'est refroidie par conduction

La Terre est rigide (aucun transport de matière)

3 Terre actuelle

15° en surface

Gradient de température dans la croûte: 3°C/100 mètres

Perte d'énergie thermique par la surface

Couche superficielle : refroidissement rapide. Plus on s'enfonce plus le matériau en fusion met du temps à se refroidir.

Modèle : Mesures réalisées dans des mines à différents endroits du globe

Raisonnement

L'équation de la chaleur établie par Fourier peut s'appliquer à la Terre

Comparaison du gradient de température avec des modélisations de l'évolution de la température en fonction de la profondeur pour différents âges de la Terre.

Résultats

1862 → Age de la Terre = 10 à 100 millions d'années

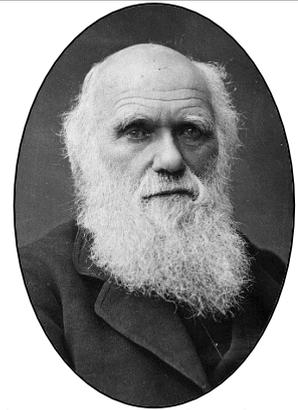
L'équation de Fourier permet de déterminer l'évolution de la température en fonction du temps dans un corps conducteur.

**DOCUMENT 4** : L'approche de Charles Darwin

Charles Darwin estime la vitesse d'érosion des collines du Weald, en Angleterre, à un pouce par siècle et en déduit qu'il fallut 300 millions d'années pour les sculpter. La Terre doit donc être au moins aussi vieille. Il remarque en outre que les fossiles varient peu dans des couches dont l'âge est estimé à plusieurs dizaines de millions d'années. Or, *l'Origine des espèces* qu'il a publié en 1859, implique que l'histoire de la vie est marquée de variations continues de la faune et de la flore sous l'influence de la sélection naturelle. Darwin ne donne pas de chiffre, mais il déduit de tout cela que l'estimation de Thomson est inexacte :

« Thomson's views of the recent age of the world have been for some time one of my sorest troubles. » (*Lettre au naturaliste Alfred R. Wallace, 14 Avril 1869*)

« The brevity of the world troubles me, on account of the pre-silurian creatures which must have lived in numbers during endless ages, else my views would be wrong, which is impossible. » (*Lettre à son fils Georges H. Darwin, 9 Décembre 1868*)

**DOCUMENT 5** : La controverse Darwin-Kelvin

Pour les naturalistes, il avait fallu un temps long pour que les strates se mettent en place. Pour Darwin, l'évolution des espèces fut au moins aussi longue puisque celles-ci ont « enregistré » la transformation des formes vivantes. Un seul mois après la parution de *l'Origine des espèces*, l'illustration par Darwin d'un âge minimal pour la Terre était déjà critiquée. La troisième édition, parue début 1861, fit disparaître le calcul. Mais les attaquants persistèrent. Kelvin était contre la sélection naturelle pour des raisons qui ne tenaient pas dans la durée qu'elle impliquait, mais à son refus du rôle que Darwin donnait au hasard. Les lois de la thermodynamique étaient le levier qu'il allait utiliser pour publier un âge de la Terre... trop jeune. En 1869, Darwin est déstabilisé : sa théorie prévoit une Terre plus ancienne que celle de Kelvin mais les naturalistes n'ont pas les moyens de calculer un temps absolu, ni de réfuter les calculs de Kelvin. Darwin suspend son jugement en 1871 : il a l'intuition que les prémisses utilisées par Kelvin sont insuffisantes et que la Terre doit présenter en son cœur d'autres sources d'énergie. Les prémisses de Kelvin étaient fausses en effet, mais Darwin est mort en 1882 avant d'en avoir eu confirmation.

Interview de Guillaume Lecointre, professeur du Muséum National d'Histoire Naturelle

1. Quelles critiques des méthodes fondées sur l'étude des sédiments et de celles fondées sur la salinité des océans (sources d'incertitudes, hypothèses sujettes à discussion...) peut-on faire ?
2. Expliquer en quoi l'approche et les conclusions de Kelvin pouvaient sembler plus plausibles que celles de Darwin, du point de vue de l'approche scientifique et du point de vue des débats au sein de la communauté scientifique dans la seconde moitié du XIX^e siècle.

Vous répondrez à ces deux questions sous forme d'un dialogue entre Kevin et Darwin.