

I.4 La mesure du temps dans l'histoire de la Terre et de la vie (2 semaines)

Si les outils de mesure des durées des phénomènes biologiques actuels sont relativement familiers des élèves, il n'en est pas de même de ceux qui permettent d'apprécier les événements *longs* (par rapport à l'échelle humaine) et *anciens* (par rapport à l'approche historique). La mesure du temps au-delà des époques historiques se fait en interprétant des phénomènes géologiques et biologiques enregistrés dans les roches et les fossiles. Pour cela les géologues utilisent des outils de datation relative et absolue.

Selon son choix, le professeur peut consacrer un bloc de deux semaines à l'étude de ce chapitre ou le répartir sur une durée équivalente dans d'autres chapitres. Il est suggéré d'illustrer les méthodes de chronologie relative et absolue à partir d'exemples choisis dans les chapitres "convergence (subduction, collision)", "parenté entre êtres vivants actuels et fossiles - phylogénèse – évolution". Quelle que soit la solution pédagogique choisie, les objectifs cognitifs à atteindre sont ceux énoncés ci-dessous.

ACTIVITÉS ENVISAGEABLES	NOTIONS ET CONTENUS
<p>Datation relative d'événements à partir d'exemples et d'observations :</p> <ul style="list-style-type: none"> - sur le terrain (superposition, discordance et déformation des couches) ; - sur des échantillons (fossiles, minéraux) ; - sur des coupes géologiques (discordances, intrusions) ; - sur des photographies et des images à diverses échelles (discordances). 	<p>Datation relative</p> <p>La datation relative permet d'ordonner les uns par rapport aux autres des structures (strates, plis, failles, minéraux) et des événements géologiques variés (discordance, sédimentation, intrusion, orogénèse).</p> <p><i>Limites :</i> <i>Le détail des structures, leur inventaire exhaustif et les mécanismes de déformation ne sont pas au programme.</i></p> <p>La datation relative repose sur les principes de la chronologie relative qui ont permis d'établir l'échelle stratigraphique des temps géologiques. Ces principes sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> - superposition, - continuité, - recoupement, - identité paléontologique. <p><i>Limites :</i> <i>L'utilisation de ces principes pour l'établissement de l'échelle stratigraphique internationale n'est pas au programme.</i> <i>La connaissance de l'échelle stratigraphique internationale des temps géologiques n'est pas au programme.</i> <i>La reconstitution de l'histoire géologique d'une région n'est pas au programme, on se limitera à l'étude de successions simples d'événements géologiques.</i></p>
<p>Calcul de l'âge d'une couche à partir de résidus de bois carbonisés (traces de peuplement, coulées volcaniques récentes ayant brûlé une végétation).</p> <p>Utilisation de datations absolues K-Ar pour encadrer l'âge de gisements fossilifères d'hominiés dans les séries volcanosédimentaires du rift est-africain.</p>	<p>Datation absolue</p> <p>La chronologie absolue, en donnant accès à l'âge des roches et des fossiles, permet de mesurer les durées des phénomènes géologiques. Elle permet aussi de situer dans le temps l'échelle relative des temps géologiques.</p> <p>La chronologie absolue est fondée sur la décroissance radioactive de certains éléments chimiques : elle exploite la relation qui existe entre rapports isotopiques et durée écoulée depuis la "fermeture du système" contenant les isotopes. Les radio-chronomètres sont choisis en fonction de la période de temps que l'on cherche à explorer.</p> <p>Pour les derniers millénaires on utilise le carbone 14 (^{14}C) dont la quantité lors de la fermeture du système est connue. La mesure de la quantité de ^{14}C restante dans l'échantillon permet de trouver un âge. Lorsque tous les éléments radioactifs ont disparu de l'échantillon, la datation n'est plus possible.</p> <p>Pour des périodes plus anciennes on peut, par exemple, utiliser le couple potassium-argon (K-Ar). La quantité initiale lors de la fermeture du système est négligeable. La contamination par l'argon de l'atmosphère rend difficile la détection de l'argon issu de la désintégration du potassium avant que la roche ait atteint un certain âge. On utilise aussi le couple rubidium-strontium (Rb-Sr). Pour trouver l'âge d'une roche il est alors nécessaire de mesurer les rapports isotopiques de plusieurs minéraux de la même roche ayant cristallisé au même moment (les quantités initiales des éléments et le moment de la fermeture du système étant inconnus).</p> <p><i>Limites :</i> <i>La signification des rapports isotopiques initiaux n'est pas au programme.</i></p>

Remarque : la datation absolue des objets naturels en sciences de la Terre est une illustration pratique du principe de la décroissance radioactive étudié en sciences physiques et de la fonction exponentielle étudiée en mathématiques : une coordination entre les enseignants des disciplines scientifiques pourra être développée à ce sujet.