

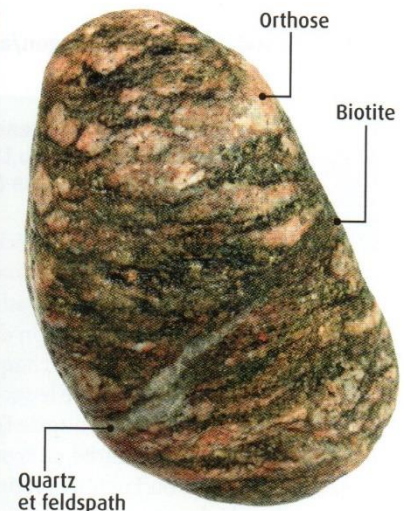
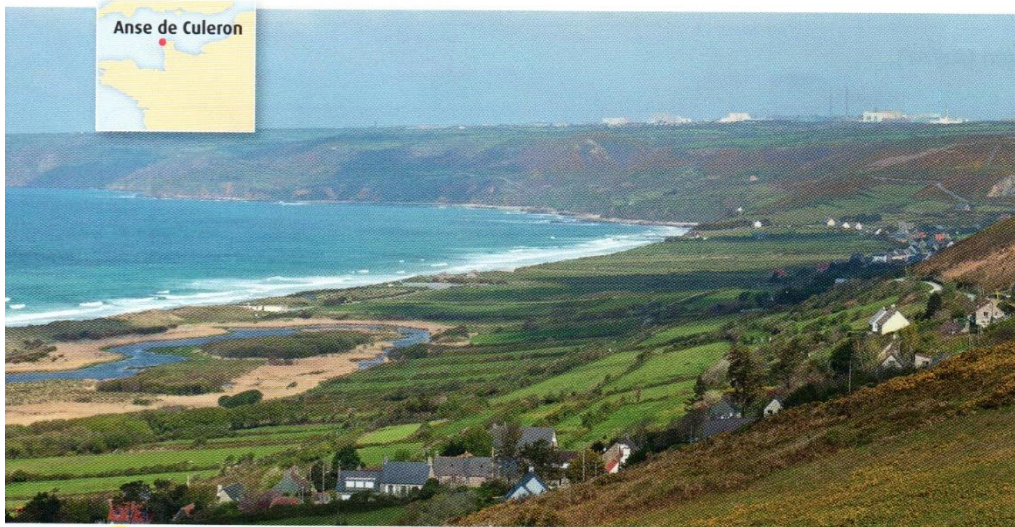
4

UNITÉ

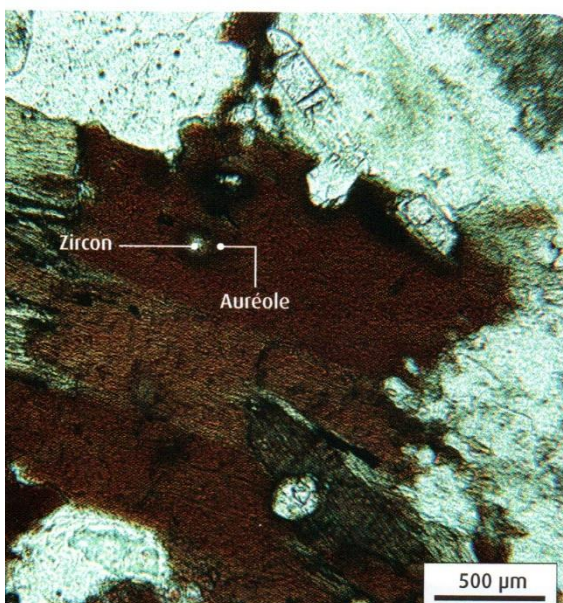
Dater avec le radiochronomètre uranium (U)/plomb (Pb)

Dater des roches formées il y a plusieurs milliards d'années, qui ont subi des déformations ou un métamorphisme importants, nécessite de travailler sur des minéraux très résistants. Le zircon est un bon candidat. Il contient de l'uranium radioactif, qui se désintègre en plomb.

Comment le radiochronomètre U/Pb permet-il de dater les roches ?

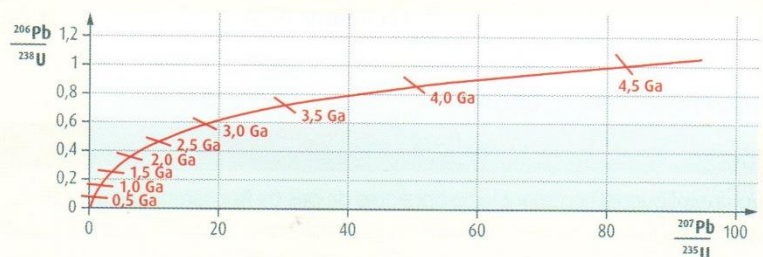


1 Anse de Culeron (Manche) et gros plan sur un gneiss à l'affleurement. Ce gneiss provient de la transformation d'un granite par métamorphisme. Il fait partie des roches les plus vieilles de France. Les gros cristaux roses sont des feldspaths potassiques (ou orthose). Entre ces cristaux, on observe des alternances de minces lits clairs (contenant quartz et feldspaths) et de lits sombres de biotite.

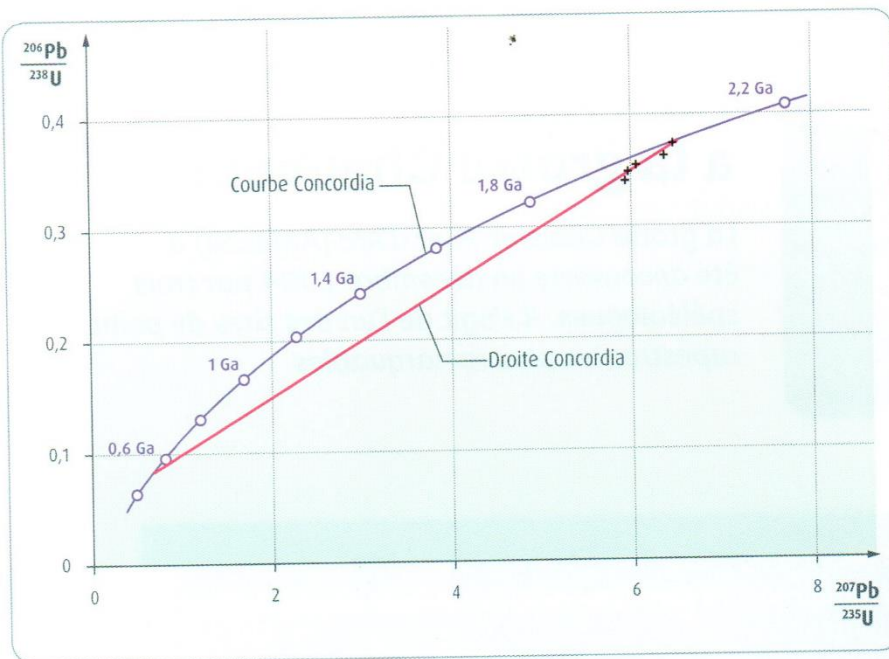


2 Observation au microscope polarisant d'une biotite du gneiss (lumière polarisée non analysée). Cette biotite contient plusieurs cristaux de zircon entourés d'une auréole sombre. Celle-ci est résulte de la désintégration radioactive de l'uranium, contenu dans le zircon.

L'uranium contenu dans le zircon est un élément chimique radioactif majoritairement présent sous la forme de deux isotopes : ^{238}U qui, en plusieurs réactions successives, se désintègre en ^{206}Pb , et ^{235}U qui se désintègre en ^{207}Pb . Les valeurs de λ sont différentes pour ces deux désintégrations. Le plomb ne peut intégrer le réseau cristallin du zircon au moment de sa formation. Le plomb mesuré dans celui-ci provient donc uniquement de la désintégration radioactive de l'uranium. On utilise conjointement les deux radiochronomètres $^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$ et $^{235}\text{U}/^{207}\text{Pb}$ pour dater la formation d'une roche. Toutes les combinaisons possibles de ces rapports sont situés sur une courbe, nommée Concordia, qui indique l'âge correspondant. Si le système n'a pas été perturbé, les valeurs de ces rapports isotopiques d'un échantillon sont situées à un point donné sur la courbe, qui correspond à la durée écoulée depuis que le système est clos.



3 Principe de la technique U/Pb. (Ga = milliards d'années).



4 Datation des gneiss de l'Anse du Culeron. Les mesures des rapports $^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$ et $^{235}\text{U}/^{207}\text{Pb}$ dans les zircons du gneiss ne sont pas regroupées en un point sur la Concordia mais s'alignent sur une droite, nommée « Discordia ». Celle-ci recoupe la Concordia en deux points, nommés intercepts. L'intercept supérieur est donné par les zircons non perturbés. Il indique la durée écoulée depuis la première fermeture du système, correspondant à l'âge de cristallisation de la roche initiale. L'intercept inférieur est donné par les zircons qui se sont réouverts. Cet intercept indique donc le temps écoulé depuis la fermeture consécutive à la ré-ouverture des zircons, donc l'âge de perturbation, due à un métamorphisme par exemple.

J'utilise Excel



Interview de Patrick de Wever, professeur de géologie émérite du Muséum national d'Histoire naturelle de Paris.

Les étages du Phanérozoïque (derniers 541 millions d'années) sont définis par des apparitions et disparitions d'espèces, grâce à l'étude de fossiles stratigraphiques contenus dans des roches sédimentaires. Cette étude fournit des âges relatifs, qui peuvent être corrélés à des âges absolus obtenus par radiochronologie, sur des roches magmatiques et métamorphiques, le plus souvent. Par exemple, la limite Trias/Jurassique, caractérisée par la première apparition de l'ammonite *Psiloceras spelae*, a pu être datée de façon absolue car deux couches de roches volcaniques l'encadrent. Mais il s'agit là d'un cas idéal : on ne dispose parfois que de roches sédimentaires pour délimiter des étages. Et ces roches, qui ne se prêtent pas à la datation absolue, ne contiennent pas forcément de fossiles. Quant au Précambrien, le contenu fossilifère des roches est insuffisant pour faire de la datation relative (sauf pour l'Édiacarien). On définit alors des limites à partir d'âges absolus de roches.

Podcast

5 Le couplage de la datation relative et absolue pour l'établissement de l'échelle chronostratigraphique.

Je manipule

1. Saisir les mesures dans le fichier Excell fourni.
2. En déduire l'âge des deux couches de cendres.

	Couche de cendres à - 4 m		Couche de cendres à + 55 m	
	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$
Zircon n° 1	0,2194	0,0317	0,2171	0,03140
Zircon n° 2	0,2199	0,0318	0,2170	0,03129
Zircon n° 3	0,2205	0,0320	0,2162	0,03132
Zircon n° 4	0,2196	0,0318	0,2174	0,03142
Zircon n° 5	0,2226	0,0322	0,2175	0,03141
Zircon n° 6	0,2202	0,0318	0,2173	0,03144
Zircon n° 7	0,2197	0,0313	0,2172	0,03144
Zircon n° 8	0,2191	0,0318	0,2179	0,03147

5 Datation U/Pb de la limite Trias/Jurassique. Dans la vallée de l'Ucubamba, au nord du Pérou, des travaux de construction d'une nouvelle route ont mis à l'affleurement une formation sédimentaire contenant des fossiles stratigraphiques caractéristiques de la limite Trias/Jurassique. À 4 mètres sous cette limite et 55 mètres au-dessus se trouvent deux couches de cendres volcaniques, contenant des zircons, qui ont été datés par le couple U/Pb.

TÂCHE COMPLEXE

Vous expliquerez sous la forme d'un texte comment le radiochronomètre U/Pb permet de dater les roches. Vous présenterez deux exemples de datation : les gneiss de l'Anse de Culeron et la limite Trias/Jurassique. Vous préciserez l'apport de la datation absolue dans l'échelle chronostratigraphique, établie par datation relative.