

Datation de la dernière période de déglaciation Méthode du C¹⁴ - Réflexion sur l'utilisation de cette technique

TP.2b

TS - Datation absolue et variation du niveau des mers – Enseignements obligatoire et de spécialité

A. Présentation

On cherche à évaluer la variation du niveau des mers dans un passé géologique récent.
On utilise pour cela la méthode de datation absolue des coraux par la méthode du Carbone 14.
Pourquoi les coraux sont-ils un bon indicateur du niveau des mers ?

B. Les lieux de prélèvement

Figure 1

Dans l'arc des Petites Antilles, sur l'île de la Barbade (Figure 1), a été étudiée une série de coraux fossiles, en partie émergés. Leur datation les fait remonter au dernier cycle glaciaire. Le plus ancien massif, date de l'avant-dernier interglaciaire (125 000 ans). Il est situé à 40 m au-dessus du niveau de la mer. Les coraux fossiles d'âge correspondant à la dernière déglaciation sont immergés et ont été échantillonnés par forage (Figure 2). Les Petites Antilles constituent un prisme d'accrétion, soulevé par la subduction de l'Atlantique sous la plaque Caraïbes.

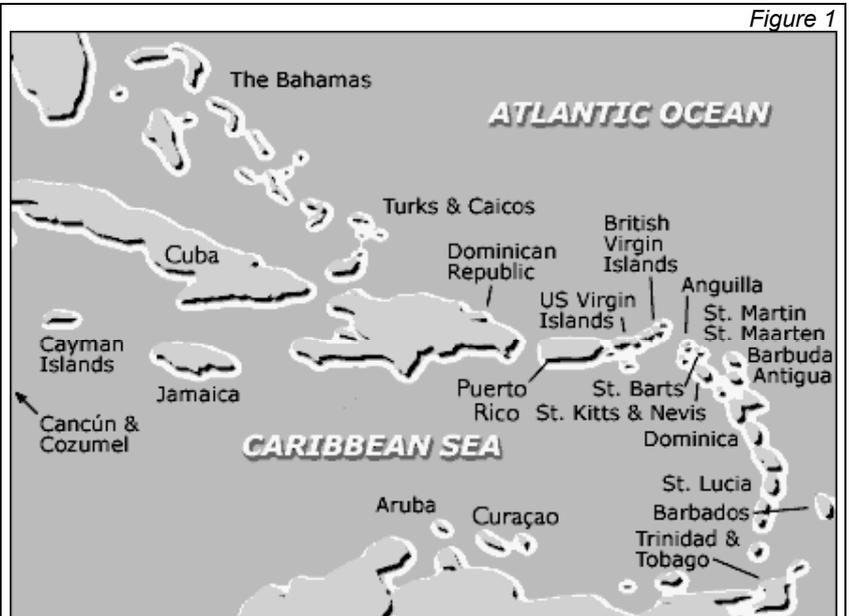


Figure 1

Figure 2

Stratigraphie des carottes sédimentaires forées dans le massif corallien de la Barbade.

La légende indique les différents types de sédiments. Les échantillons datés sont indiqués par une flèche. L'échelle de gauche indique la profondeur (en mètres) des échantillons par rapport au niveau actuel de la mer. Seule l'espèce *Acropora palmata* a été utilisée pour les datations, les autres espèces étant moins fiables pour reconstituer le niveau de la mer. Simplifié de Fairbanks, 1989.

Profondeur (m)

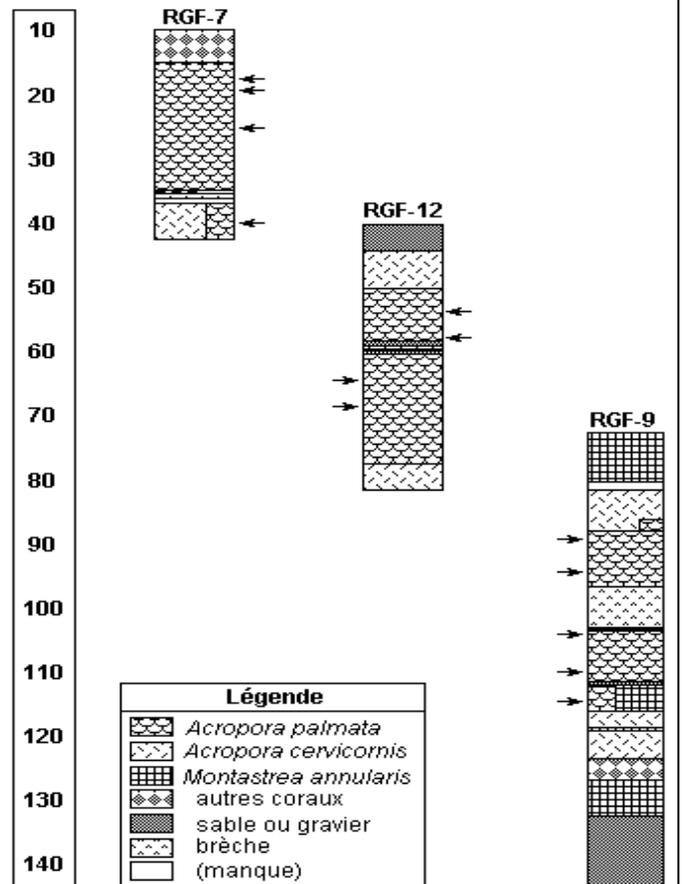


Figure 2

C. Déroulement du travail en 7 étapes

La réponse à la rubrique « Notion à retenir » doit tenir en une ou deux phrases et ne pas dépasser 4 ou 5 lignes.

	Les ressources	Les activités et les notions à retenir
1	<ul style="list-style-type: none"> Figure 2 présentant la stratigraphie des carottes sédimentaires de trois forages dans le massif corallien de la Barbade. Fichier Excel présentant : <ul style="list-style-type: none"> les mesures de radioactivité par comptage Bêta pour les échantillons de trois forages de la Barbade (RGF) ainsi que de quelques îles voisines, la profondeur des échantillons prélevés, par rapport au niveau actuel de la mer. Fichier « Comment calculer un âge avec le carbone 14 ». 	<p>Activité</p> <ul style="list-style-type: none"> Calculer l'âge des échantillons à l'aide de la formule de décroissance radioactive (colonne âge). Entrer la formule (<i>se reporter à la fiche « Comment calculer un âge avec le carbone 14 »</i>) en E3 et recopier la formule dans toutes les cellules de la colonne (<i>demander si nécessaire, un rappel de la fonction d'Excel, savoir-faire B2i</i>). <p>Notion à retenir</p> <ul style="list-style-type: none"> A quoi correspond R_0 ? Sur quelle hypothèse à vérifier s'appuie ce principe ?
2	<ul style="list-style-type: none"> Les carbonates dissous dans l'eau de mer, à partir desquels les coraux fabriquent leurs parois, ne sont pas en équilibre pour le ^{14}C avec l'atmosphère. Le temps d'équilibration du ^{14}C dans la surface est en effet plus long que celui du ^{12}C. Le rapport $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ des coraux vivants est ainsi environ 400 ans plus vieux que le rapport atmosphérique. C'est ce qu'on appelle « l'âge réservoir » de la surface océanique. 	<p>Activité</p> <ul style="list-style-type: none"> Dans la colonne « âge corrigé » effectuer la correction de l'âge précédemment obtenue en fonction de cette nouvelle donnée (<i>savoir-faire tableur de l'activité 1</i>). <p>Notion à retenir</p> <ul style="list-style-type: none"> Pourquoi une correction de l'âge s'avère-t-elle nécessaire ?
3	<ul style="list-style-type: none"> Les coraux fossiles vieux de 125 000 ans sont situés à 40 m au-dessus du niveau de la mer. 	<p>Activité</p> <ul style="list-style-type: none"> En admettant que les coraux vivent juste sous la surface de la mer, proposer deux schémas présentant les deux hypothèses qui expliquent l'altitude de ces coraux âgés de 125 000 ans. Des informations obtenues sur d'autres sites indiquent que le niveau marin il y a 125 000 ans était plus élevé d'environ 3m par rapport à l'actuel. Pour tenir compte de cette nouvelle donnée, corriger votre schéma en indiquant le niveau de la mer lors de l'avant-dernier interglaciaire. De combien de mètre l'île s'est-elle surélevée en 125 000 ans ? Calculer la vitesse moyenne de surrection de l'île de la Barbade (en m pour 1000 ans). <p>Notion à retenir</p> <ul style="list-style-type: none"> De quels types de mouvements, l'altitude actuelle des échantillons est-elle le résultat ?
4		<p>Activité</p> <ul style="list-style-type: none"> D'après les informations mises en évidence dans l'étape 3, représenter, sur un nouveau schéma, le prélèvement RGF-7 de 17,82 m pour l'actuel et pour la période de fermeture du système. Quelle en est l'altitude par rapport au niveau actuel de la mer ? Expliquer comment les coraux pouvaient vivre à cette altitude (par rapport au niveau actuel de la mer). Corriger les profondeurs des échantillons du soulèvement tectonique (colonne profondeur corrigée, <i>savoir-faire tableur de l'activité 1</i>). <p>Notion à retenir</p> <p>Interpréter le résultat après correction des profondeurs en mettant en évidence la cause de la mort des coraux qui correspond à la fermeture du système.</p>

5		<p>Activité</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tracer avec le tableur la courbe de montée du niveau de la mer en âge et profondeurs corrigés. Choisir « nuage de points », saisir le titre du graphique et celui des axes, la légende est inutile dans ce cas (un seul type de valeurs). Concernant les axes, choisir des échelles de graduations principales plus précises et des valeurs en ordre inverse. Imprimer le graphique. • Encadrer la période correspondant à une remontée rapide du niveau de la mer. <p>Notion à retenir</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interpréter la courbe. • Par projection de la courbe, indiquer le niveau probable des mers il y a 20 000 ans. • A quel phénomène correspond cette période encadrée.
6	<ul style="list-style-type: none"> • Une autre technique de datation des carbonates fossiles, basée sur la décroissance radioactive du couple Uranium / Thorium, a permis de montrer que les âges ^{14}C obtenus sont sous-estimés. En effet, ces âges sont basés sur le rapport R/R_0 (cf. tableau), où R_0 est le rapport isotopique actuel dans l'atmosphère. Ce rapport R_0 n'est pas resté constant au cours du temps, ce qui introduit un biais sur l'estimation de l'âge des coraux. Différentes techniques de datation (comme U/Th) permettent de corriger ces âges ^{14}C (on parle de "calibration" des âges). En première approximation, pour l'intervalle considéré, on pourra utiliser la relation de calibration: Age vrai = 1.25 * Age ^{14}C - 667 	<p>Activité</p> <ul style="list-style-type: none"> • Corriger les âges ^{14}C pour obtenir des âges vrais « calibrés » (colonne âge calibré, <i>savoir-faire tableur de l'activité 1</i>). • Compléter la dernière colonne « Profondeur corrigée » en utilisant les nouvelles valeurs de l'âge vrai calibré (<i>savoir-faire tableur de l'activité 1</i>). <p>Notion à retenir</p> <ul style="list-style-type: none"> • Revenir aux notions mentionnées dans l'activité 1 pour les discuter.
7		<p>Activité</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tracer avec le tableur la courbe de montée du niveau de la mer en âges calibrés et profondeurs corrigés. (<i>savoir-faire de l'activité 5</i>). Imprimer la graphique et le tableau complété. • Encadrer la période correspondant à une remontée rapide du niveau de la mer. • Comparer vos résultats graphiques avec ceux obtenus dans l'activité 5. <p>Notion à retenir</p> <ul style="list-style-type: none"> • Après calibration de l'âge, quelle est la valeur de l'erreur sur la période de remontée rapide du niveau de la mer, exprimée en années et en pourcentage.

D. Conclure

1. Le principe de datation absolue.

Le principe de décroissance radioactive est intangible, pourtant des risques non négligeables d'erreurs sont introduits lors de sa mise en œuvre dans la datation absolue. Expliquer.

2. Les variations du niveau des mers lors de la dernière glaciation

En quoi le site de la Barbade est-il difficile à interpréter ?

D'après Gilles Delaygue
Laboratoire de Physique du Climat et de l'Environnement,
Université de Berne
et INRP