

# Géodynamique Externe : Corrigé du TD 2

## 1 Composition isotopique de l'eau de mer

a.

$$\delta^{18}O = \frac{(^{18}O/^{16}O)_{ech} - (^{18}O/^{16}O)_{std}}{(^{18}O/^{16}O)_{std}} \quad \text{donc ici} \quad \delta^{18}O = -20 \text{ ‰}.$$

b.

Pendant les périodes glaciaires, une partie des océans est transformée en glace dans les calottes polaires, donc le niveau des eaux baisse. Par ailleurs, les glaces qui se sont formées sont plutôt enrichies en  $^{16}O$  (plus léger que le  $^{18}O$ ), donc  $\delta^{18}O$  sera négatif. Symétriquement les océans seront enrichis en  $^{18}O$  donc la valeur de  $\delta^{18}O$  pour les océans sera positive.

A cet âge glaciaire dont on parle, la mesure des glaces polaires donne un  $\delta^{18}O$  négatif, donc les glaces sont appauvries et les eaux enrichies en  $^{18}O$ .

c.

On cherche le  $^{18}O$  de l'eau à cette période : en rappelant que  $\delta^{18}O_{eau} = 0$  aujourd'hui

$$\delta^{18}O_{eau} \times \text{hauteur d'eau} + \delta^{18}O_{glace} \times \text{hauteur manquante} = 0.$$

$$\delta^{18}O_{eau} (H-h) = \delta^{18}O_{glace} h \quad \text{avec } h=120 \text{ et } H = 3810\text{m}.$$

$$\text{Soit } \delta^{18}O_{eau} = 1.3 \text{ ‰}.$$

## 2 Réchauffement climatique et niveau des océans

a.

On regarde le volume immergé par rapport au volume total :

$$\text{Poids du glaçon} = \rho_{glace} \times \text{volume glaçon} \times g$$

$$\text{Poussée d'Archimède} = \rho_{eau} \times \text{volume immergé} \times g$$

Donc à l'équilibre, volume immergé = 90% volume total.

Ensuite lorsque le glaçon fond, on a conservation de la masse :

$$\text{masse} = \rho_{glace} \times \text{volume glaçon} = \rho_{eau} \times \text{volume fondu}$$

$$\text{donc volume fondu} = 90\% \text{ volume total} = \text{volume immergé}.$$

Si le glaçon fond, le niveau ne change absolument pas ! De même les banquises qui sont des blocs de glace flottant sur l'océan ne font pas varier le niveau des eaux lorsqu'elles fondent.

b.

Si le volume des glaces total est de 30 millions de  $\text{km}^3$ , le volume correspondant en eau liquide est de  $V = 0.9 \times 30 \times 10^6 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ . Ainsi le volume des océans est augmenté de  $V$  et l'augmentation en hauteur  $h$  s'écrit :

$h = V/S$  où  $S$  est la surface des océans. On peut estimer  $S$  en se rappelant que les océans couvrent environ 70 % de la surface de la Terre :  $S = 0.70 \times 4\pi R^2$  avec  $R$  le rayon de la Terre (attention aux unités S.I.!!)

$$\text{Ainsi } h = (0.9 \times 30 \times 10^6 \cdot 10^9) / (0.7 \times 4\pi(6400 \cdot 10^3)^2) \simeq 75 \text{ m.}$$

c. Définition du coefficient de dilatation thermique  $\alpha$  :  $V_{chaud} - V_{initial} = \alpha \Delta T V_{initial}$ .

Le volume des océans est de  $V_O = S \times H$  avec  $S$  toujours la surface des eaux sur le globe, et  $H$  la profondeur moyenne. La dilatation volumique entraîne une augmentation de volume de  $\Delta V = \alpha \Delta T \times V_O$  et donc une élévation de  $\Delta H = \Delta V/S$ . Soit au final :

$$\Delta H = \alpha \Delta T \times H = 2.57 \cdot 10^{-4} \times 5 \times 3810 \simeq 5 \text{ m.}$$

### 3 Séquestration du CO<sub>2</sub> anthropique

a.

Pour tracer les droites sur le graphique : on trouve environ  
période 1) 1850-1950  $Y = 0.015X - 27.75$  ; période 2) 1950-2000  $Y = 0.11X - 213$ .

Pour trouver la quantité de carbone produite, on intègre l'aire sous la courbe à partir de cette modélisation par les segments ce qui revient à calculer les aires des triangles et des rectangles.

$$P1 \simeq 75 \text{ GtC et } P2 \simeq 200 \text{ GtC. Total} = 275 \text{ GtC.}$$

b.

On ajoute 100 à 200 PgC à la quantité trouvée précédemment ; on obtient alors 375 à 475 PgC dans l'atmosphère. Pour transformer cette masse en teneur volumique, il faut calculer le volume de CO<sub>2</sub> correspondant et regarder le rapport entre volume de CO<sub>2</sub> et volume de l'atmosphère :

$V_{CO_2} = \text{Nbr de moles de CO}_2 \times \text{Volume molaire de CO}_2$ . Et Nbr de moles de CO<sub>2</sub> = Nbr de moles de C = Masse de C / Masse molaire de C.

$$\text{Soit } V_{CO_2} = 7 \text{ à } 9 \cdot 10^{17} \text{ L} = 7 \text{ à } 9 \cdot 10^5 \text{ km}^3.$$

Puis la teneur en CO<sub>2</sub> est donc  $V_{CO_2}/V_{atm} = 180 \text{ à } 230 \text{ ppmV}$ .

Cette valeur correspond à l'apport de l'homme depuis 1850. La teneur totale en 2000 est donc celle de 1850 + celle que l'on vient de calculer, soit un total de 460 à 510 ppmV de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère. Or il n'y en a que 365. Cela signifie que 30 à 40% du CO<sub>2</sub> produit par l'homme n'est plus dans l'atmosphère.

c.

Masse = nombre de moles x masse molaire du C et nombre de moles = concentration x volume de l'océan.

Donc  $M = 7.2 \cdot 10^{-6} \times 1.14 \cdot 10^{21} \times 12 \simeq 100 \text{ PgC}$  stockés dans les océans, à comparer avec les 375-475 PgC produits par l'homme depuis 1850, soit 20 à 25% du carbone anthropogénique.

*d. Faire un bilan du carbone libéré par les activités humaines, entre quantité émise, quantité accumulée dans l'atmosphère, quantité séquestrée dans l'océan. Où est le carbone manquant ?*

Emission de carbone entre 1850 et 2000 (460 à 510 ppmV soit 950 à 1000 PgC)

= quantité atmosphère (~ 750 PgC) + quantité océans (100PgC) + puits manquant X.

Pour évaluer cette quantité  $X = 1000 \text{ à } 950 - 750 - 100 = 100 \text{ à } 150 \text{ PgC}$  manquants. Ils sont sûrement dans la biomasse et la matière organique des sols.