

**Exercice n°1**

- a. Combien de moles de Nd (Masse Molaire de Nd = 144,24 g/mol) y a-t-il dans 50g de Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Masse Molaire de O = 15,999 g/mol) ?
- b. Combien d'atomes de Nd y a-t-il dans ces mêmes 50g ?  
 $N = 6,02252 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

**Exercice n°2**

Calculer l'énergie  $\beta$ - maximum dans la décroissance  $^{87}\text{Rb} \rightarrow ^{87}\text{Sr}$ . La masse atomique du  $^{87}\text{Rb}$  est de 86.9091836 uma et celle du  $^{87}\text{Sr}$  est de 86.9088902 uma.  
 $1\text{eV} = 1,60210 \cdot 10^{-19}\text{J}$   $1 \text{ uma} = 1,4924 \times 10^{-10} \text{ J} = \mathbf{931,5 \text{ MeV}}$

**Exercice n°3**

Quelle est la constante de désintégration ( $\lambda$ ) du  $^{152}\text{Gd}$  si sa demi-vie est de  $1,1 \cdot 10^{14}$  ans ?

**Exercice n°4**

Calcul de dilution isotopique :

On attaque 0,4506 g de roche en poudre. La solution est amenée à 100 ml. On prélève 10 ml de solution et on ajoute 1 ml de spike. Le rapport  $^{85}\text{Rb}/^{87}\text{Rb}$  mesuré est, après correction pour le fractionnement de masse, de 0,101779

	$^{85}\text{Rb}$	$^{87}\text{Rb}$
Rb naturel (échantillon)	72,15%	27,85%
Spike Rb en micromoles/ml	$0,009899 \cdot 10^{-2}$	$2,739988 \cdot 10^{-2}$

Calculer la teneur en Rb de l'échantillon.

**Exercice n°5**

Calcul d'une isochrone Rb-Sr sur 9 échantillon

a Calculer les rapports  $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$

b Isochrone:

Calculer l'âge d'après la pente

Estimer graphiquement le rapport initial ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ )<sub>0</sub>

Abondance isotopique :

$^{85}\text{Rb}$ : 72,15%                       $^{87}\text{Rb}$ : 27,85%

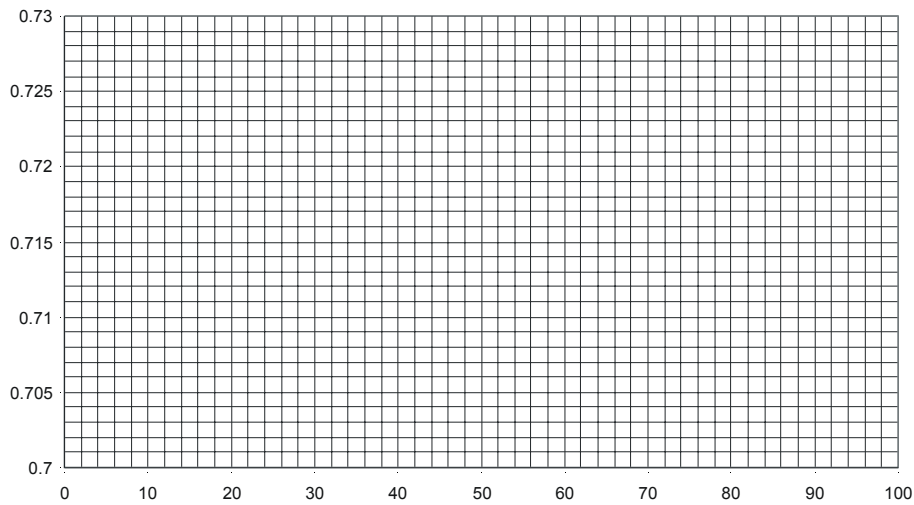
$^{88}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ : 8,3752                       $^{84}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  : 0,0558

Masse Molaire: Rb = 85,47 g.mol<sup>-1</sup>                      Sr = 87,62 g.mol<sup>-1</sup>

$\lambda \text{ } ^{87}\text{Rb} = 1,42 \cdot 10^{-11} \text{ an}^{-1}$

	Rb ppm	Sr ppm	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} \text{ m}$	$^{87}\text{Rb}$	$^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$
Roche A	37,7	1066	0,70544			
Roche B	52,5	1045	0,70554			
Roche C	88,9	645	0,70571			
Roche D	69,0	791	0,70557			
Roche E	229	7,7	0,72438			
Roche F	251	22,7	0,71224			
Roche G	213	36,7	0,70947			
Roche H	260	30,4	0,71087			
Roche I	185	429	0,70563			

Pour une résolution le graphique utiliser le canevas ci-dessous :



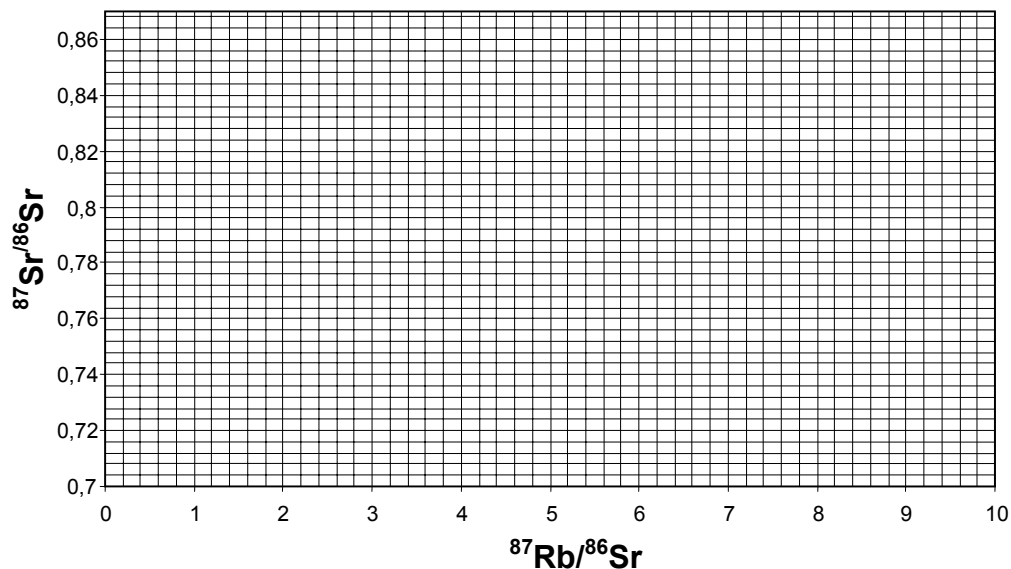
### Exercice n°6

Les données suivantes (roche totale et minéraux séparés) proviennent du gneiss de Baltimore.

Echantillon	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$
Roche 1	2,244	0,7380
Roche 2	3,642	0,7612
Roche 3	6,59	0,7992
Biotite	289,7	1,969
Feldspaths K	5,6	0,8010
Plagioclase	0,528	0,7767
Roche 4	0,2313	0,7074
Roche 5	3,628	0,7573
Biotite	116,4	1,2146
Feldspaths K	3,794	0,7633
Plagioclases	0,2965	0,7461

- Interpréter les données au moyen des diagrammes isochrones adéquats.
  - Déterminer les âges et les rapports  $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_0$  initiaux (si la séance s'effectue sur support informatique : calculer les erreurs associées).
- Spéculer à propos de l'histoire géologique de ces roches et minéraux.

Pour une résolution le graphique utiliser le canevas ci-dessous :



Pente sur « roches totales » =  $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_{\text{initial}} =$   
 Pente sur « roche3 » =  $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_{\text{initial}} =$   
 Pente sur « roche4 » =  $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_{\text{initial}} =$

Age sur roches totales =

Age sur roche3 =

Age sur roche4 =

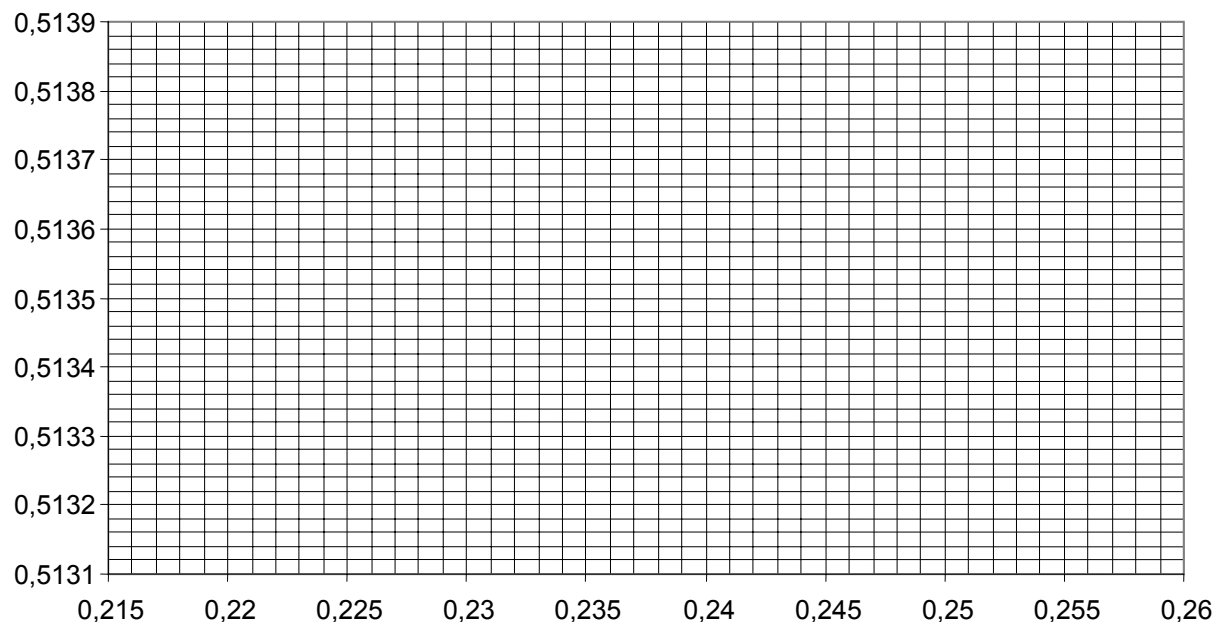
### Exercice n°7

Ces données ont été obtenues sur une coulée de komatiite au Canada.

Echantillon	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$
M654	0,2427	0,513586
M656	0,2402	0,513548
M663	0,2567	0,513853
M657	0,2381	0,513511
AX14	0,2250	0,513280
AX25	0,2189	0,513174
M666	0,2563	0,513842
M668	0,2380	0,513522

- Reporter ces données dans un diagramme isochrone.
- Calculer l'âge Sm-Nd (si la séance s'effectue sur support informatique : calculer les erreurs associées).
- Calculer la valeur de  $\epsilon\text{Nd}$  (+ erreur).

Pour une résolution le graphique utiliser le canevas ci-dessous :



Equation de l'isochrone :

Age de la roche =

Intersection à l'origine et détermination de  $(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_{\text{initial}} =$

Valeur de  $\epsilon\text{Nd} =$

**Exercice n°8**

Nicolaysen et al. (1962) ont obtenu les données suivantes sur un conglomérat renfermant de l'or de la région du Witwatersrand en Afrique du Sud, le but de l'exercice est de calculer l'âge de ces échantillons au moyen du diagramme Concordia ( $^{206}\text{Pb}^*/^{238}\text{U}$  versus  $^{207}\text{Pb}^*/^{235}\text{U}$ ).

Echantillon	U %	Pb %	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$
B153	2,46	1,77	571	142	52,6
KCGI	0,201	0,112	249	68,3	62,6
KCGIV	0,520	0,350	326	84,7	69,1

Les rapports initiaux du Pb sont respectivement :

$$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 12,4$$

$$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 14,5$$

$$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 32,7$$

a. Calculer l'abondance relative de chaque isotope dans les échantillons analysées.

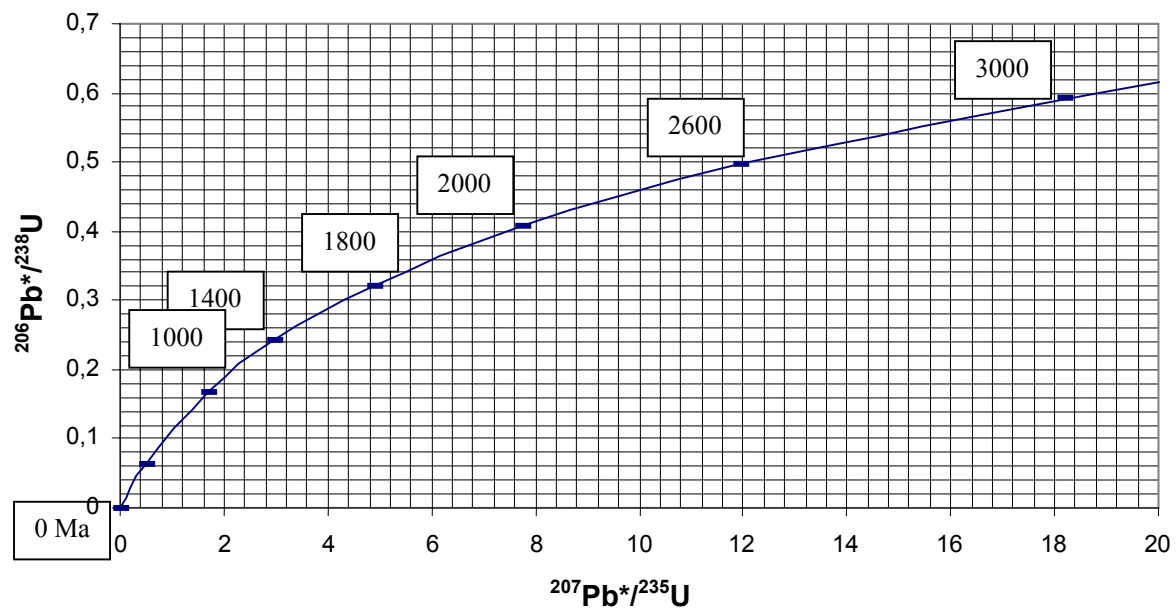
Echantillon	Ab $^{204}\text{Pb}$	Ab $^{206}\text{Pb}$	Ab $^{207}\text{Pb}$
B153			
KCGI			
KCGIV			

b. Calculer l'abondance (en % du Pb total normé à 100) de  $^{206}\text{Pb}^*$  (radiogénique) et de  $^{207}\text{Pb}^*$  (radiogénique) et la fraction de  $^{206}\text{Pb}^*$  et  $^{207}\text{Pb}^*$  (en % des échantillons).

Echantillon	Ab $^{206}\text{Pb}^*$	Ab $^{207}\text{Pb}^*$	[ ] $^{206}\text{Pb}^*$	[ ] $^{207}\text{Pb}^*$
B153				
KCGI				
KCGIV				

c. Calculer les rapports  $^{206}\text{Pb}^*/^{238}\text{U}$  et  $^{207}\text{Pb}^*/^{235}\text{U}$  sachant que le rapport  $^{238}\text{U}/^{235}\text{U}$  est de 137,88, puis tracer la discordia sur le graphique Concordia ci-dessous. Donner une estimation graphique des deux âges caractérisant la formation étudiée

Echantillon	[ ] $^{238}\text{U}$	$^{206}\text{Pb}^*/^{238}\text{U}$	[ ] $^{235}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}^*/^{235}\text{U}$
B153				
KCGI				
KCGIV				



d. Résolution analytique, rappelons que les rapports  $^{206}\text{Pb}^*/^{238}\text{U}$  et  $^{207}\text{Pb}^*/^{235}\text{U}$  sont liés au temps par les équations suivantes :

$$^{206}\text{Pb}^*/^{238}\text{U} = \exp(\lambda_8 t) - 1 \text{ et } ^{207}\text{Pb}^*/^{235}\text{U} = \exp(\lambda_5 t) - 1$$

$$\lambda_8 = 0,155125 \cdot 10^{-9} \text{ an}^{-1}$$

$$\lambda_5 = 0,98485 \cdot 10^{-9} \text{ an}^{-1}$$

La concordia est la courbe où l'âge  $^{206}\text{Pb}^*/^{238}\text{U}$  est le même que l'âge  $^{207}\text{Pb}^*/^{235}\text{U}$ . Donner l'expression analytique de la concordia ainsi que l'équation de la discordia, puis l'équation solution de l'interception des deux. Cette dernière ne peut être résolue directement, déterminer les solutions par itérations successives.

Quelles sont alors les âges calculés à partir de ces résultats ? Commenter géologiquement les résultats.

### Exercice n°9

Ces données ont été obtenues sur une coulée de komatiite au Canada.

Echantillon	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$
M655	15,718	14,920	35,504
M654	15,970	14,976	35,920
M656	22,563	16,213	41,225
M663	16,329	15,132	35,569
M657	29,995	17,565	48,690
AX14	32,477	17,730	49,996
AX25	15,869	14,963	35,465
M667	14,219	17,717	33,786
M666	16,770	15,110	35,848
M668	16,351	15,047	36,060
M658	20,122	15,700	39,390

a. Reporter ces données dans un diagramme Pb-Pb et calculer la pente au moyen d'une régression linéaire simple.

- b. Calculer l'âge Pb-Pb et l'erreur sur cet âge.
- c. Connaissant l'âge de la roche, calculer le rapport  $\kappa = {}^{232}\text{Th}/{}^{238}\text{U}$  de ces échantillons

**Exercice n°10**

Les données suivantes ont été obtenues pour une coulée de lave, Cheire de Mazaye, dans le massif central français.

Analyse	${}^{238}\text{U}/{}^{232}\text{Th}$	${}^{230}\text{Th}/{}^{232}\text{Th}$
Roche totale	0,744	0,780+/-0,012
Magnétite M1 (80-23 $\mu$ )	0,970	0,864+/-0,017
Magnétite M2 (23-7 $\mu$ )	1,142	0,904+/-0,017
Clinopyroxène	0,750	0,791+/-0,019
Plagioclase	0,685	0,783+/-0,018

- a. Calculer l'âge de la coulée.
- b. Déterminer le rapport initial  ${}^{232}\text{Th}/{}^{238}\text{U}$ .

**Exercice n°11**

Un échantillon granitique a des rapports  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  et  $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$  respectivement de 0.51215 et de 0.1342. Les valeurs actuelles chondritiques sont respectivement 0.512638 et 0.1967. La constante de désintégration du  $^{147}\text{Sm}$  est de  $6,54 \cdot 10^{-12} \text{ an}^{-1}$ .

Calculer le  $t_{\text{CHUR}}$  pour ce granite, c'est à dire le temps de résidence crustal de ce granite par rapport à un manteau chondritique.

**Exercice n°12**

Les glaciers comprennent actuellement environ 2.1% de l'eau présente à la surface de la Terre et ont un  $\delta^{18}\text{O}$  de  $\approx -30$ . Les océans contiennent essentiellement tout le reste de l'eau.

- Calculer  $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$  des glaciers et de l'océan
- Si la masse des glaciers était double de ce qu'elle est, comment changerait la composition isotopique de l'océan (tout en assumant que la composition de la glace reste constante) ?
- Commenter la courbe de la figure 1 :

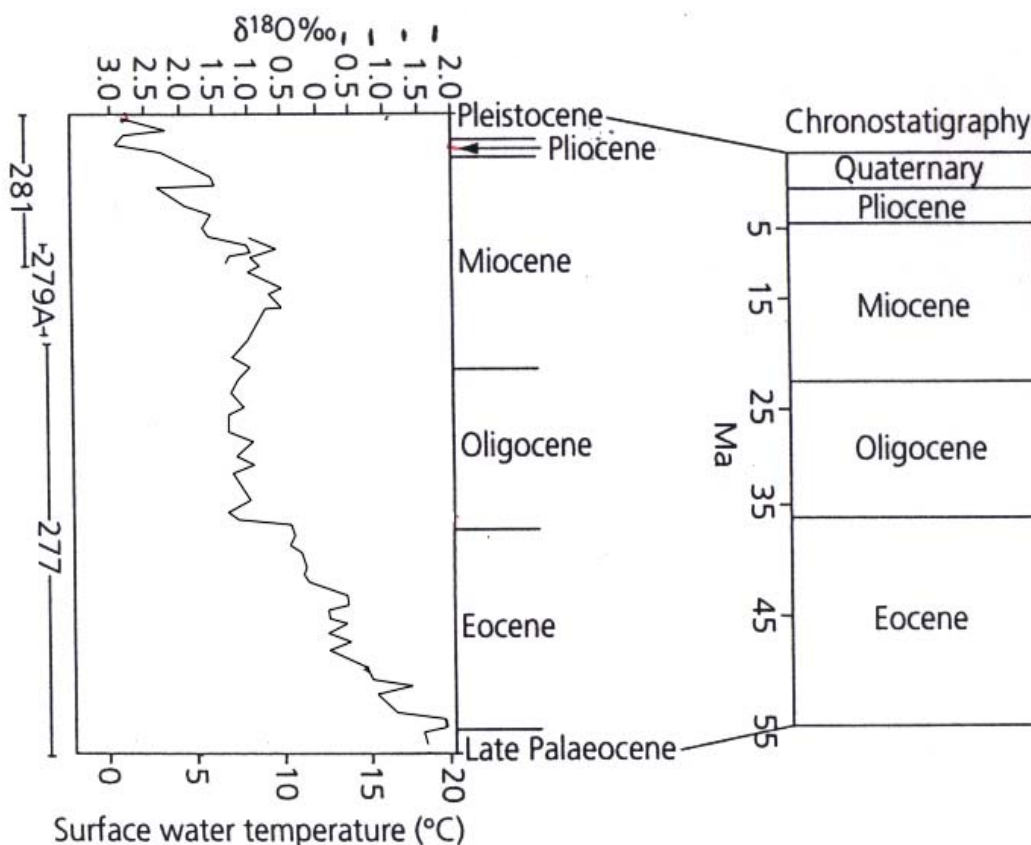


Figure 1 : The decline in climate during the Cenozoic indicated by the isotopic composition of the shells of planktonic foraminifera at three sub-Antarctic sites 277, 279 and 281, and interpreted surface water paleotemperatures. Data from Kennett & Shackleton (1975).