

Thème 1 B- Le domaine continental et sa dynamique.

Chapitre 1 - La croûte terrestre et ses caractéristiques.

Exercices d'application

Fiche 1

Exercice 1 : Avez-vous compris?

Indiquez les caractéristiques de cette roche associée à la lame mince ci-dessous, puis identifiez-la.



Lame mince de
la roche étudiée
1 : feldspaths, 2 : micas ;
3 : quartz

Texture :

grenue



Refroidissement lent

Donc roche magmatique de
profondeur

Minéraux :

Feldspaths, micas, quartz



Donc granite

Exercice 2 : Avez-vous retenu ?

Réalisez un tableau comparatif des lithosphères océanique et continentale. Votre tableau doit mettre en évidence les différences et les similitudes de ces deux lithosphères.

Tableau comparatif des lithosphères océanique et continentale.

		Lithosphère océanique	Lithosphère continentale
Similitudes	Définition	Croute + partie supérieure du manteau sup	
	Limite	MOHO sépare la croute du manteau	
	Composition	Gabbros basalte	granitoïde
Différences	Densité de la croute	3	2,7 à 2,9
	Épaisseur	70 km	100 à 140 km

Exercice 3 : Croûtes et densité

Lors d'un TP, un groupe d'élèves doit démontrer que la croûte continentale est moins dense que la croûte océanique.

Question : Après avoir expliqué leur démarche et leur protocole, utilisez les mesures obtenues afin de répondre au problème.

Résultats de mesures de la masse et du volume d'échantillons de roches.

	granite	basalte
Masse (g)	85	110
Niveau initial de l'eau dans l'éprouvette (mL)	150	150
Niveau final de l'eau dans l'éprouvette (échantillon immergé) (mL)	182	188

Calcul de la densité du granite:

Calcul de la masse volumique :
 $85 / (182 - 150) = 2,7 \text{ g/mL}$

Or la masse volumique de l'eau :
 1 g/mL

La densité du granite = masse volumique du granite / masse volumique de l'eau donc :
 $2,7 / 1 = 2,7$

Calcul de la densité du basalte:

Calcul de la masse volumique :
 $110 / (188 - 150) = 2,9 \text{ g/mL}$

Or la masse volumique de l'eau :
 1 g/mL

La densité du basalte = masse volumique du basalte / masse volumique de l'eau donc :
 $2,9 / 1 = 2,9$

Exercice 3 : Croûtes et densité

Lors d'un TP, un groupe d'élèves doit démontrer que la croûte continentale est moins dense que la croûte océanique.

Question : Après avoir expliqué leur démarche et leur protocole, utilisez les mesures obtenues afin de répondre au problème.

Résultats de mesures de la masse et du volume d'échantillons de roches.

	granite	basalte
Masse (g)	85	110
Niveau initial de l'eau dans l'éprouvette (mL)	150	150
Niveau final de l'eau dans l'éprouvette (échantillon immergé) (mL)	182	188

Donc

Densité granite = 2,7 et densité basalte = 2,9

Or

Granite = principal constituant de la croûte continentale

Basalte = principal constituant de la croûte océanique

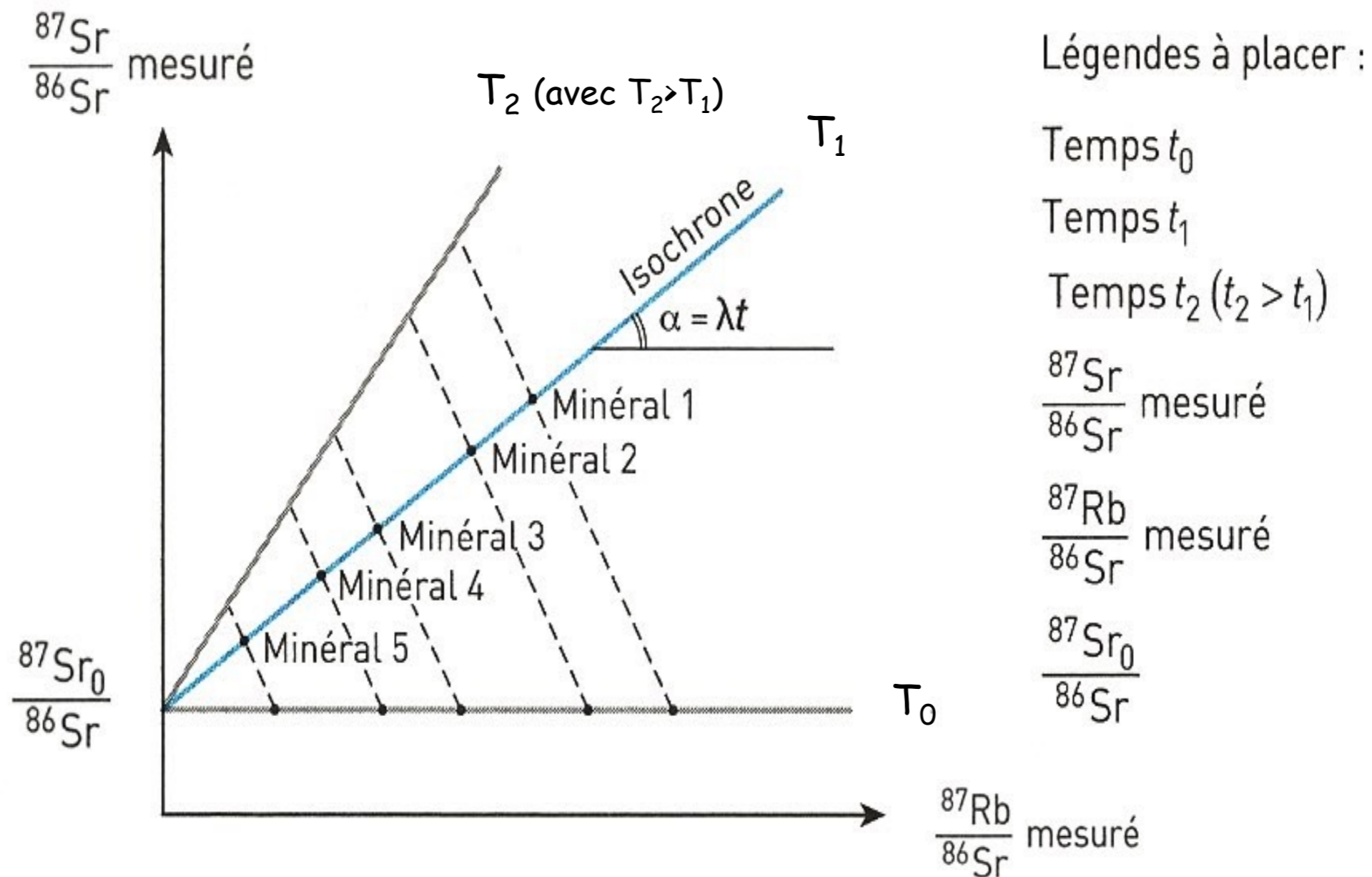
Donc

Densité CC < densité CO

Exercice 4 : Comprendre la signification d'une courbe isochrone par la méthode Rb/Sr

On a mesuré l'âge d'un granite par la méthode Rb/Sr. Les droites hypothétiques correspondant aux hypothèses : le granite est plus vieux (temps T_2) ou le granite vient de se former (temps T_0) sont également représentées.

Placez sur le graphique obtenu les légendes nécessaires.



Document 1 : Diagramme isochrone à compléter.

Fiche 2

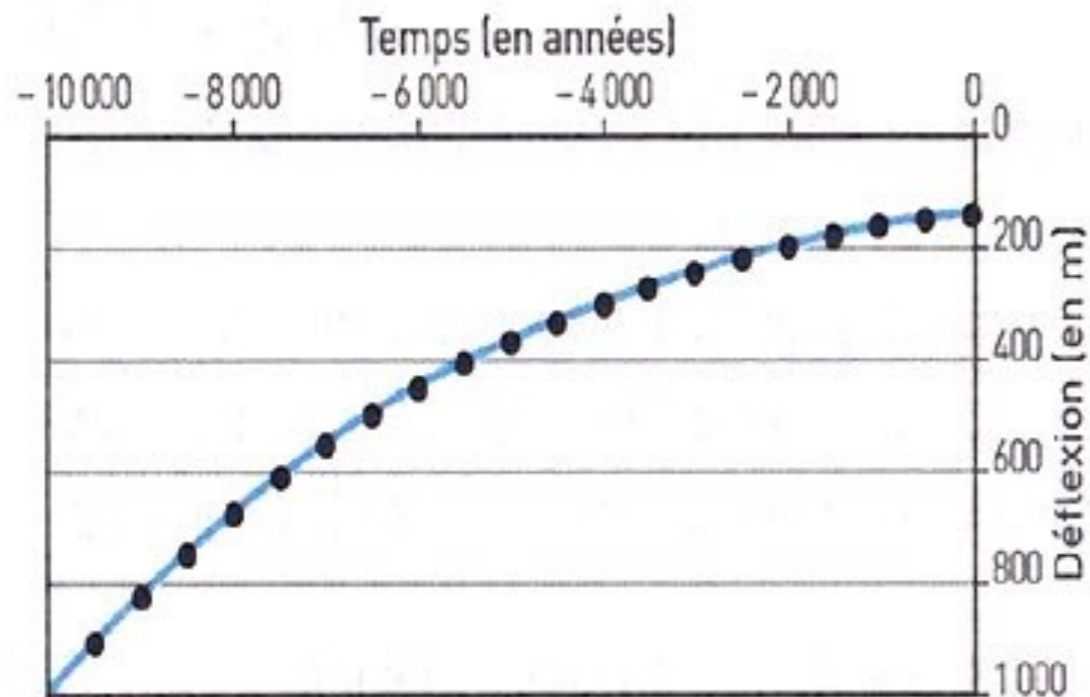
Exercice 5 : Le bouclier scandinave

Les indices géologiques montrent qu'il y a 20 000 ans la Scandinavie (Norvège et Suède) était recouverte de glace. Une déglaciation s'est produite entre 15 000 et 10 000 ans. Des plages datées de 12 000 ans se retrouvent aujourd'hui situées à 400 m d'altitude alors qu'on note une augmentation du niveau de la mer depuis 10 000 ans.

Après avoir **indiqué** le paradoxe indiqué dans le texte, vous **l'expliquerez** à l'aide du document ci-dessous.

La déflexion est le déplacement d'un corps obtenu sous l'effet d'une charge et mesurée par rapport à la position de ce même corps au repos. La croûte scandinave avait au « repos » (= avant d'avoir subi le poids de la glace) une déflexion de 0 ; depuis elle revient vers cet état.

La déflexion de la Scandinavie est indiquée dans le document ci-dessous :



Déflexion de la croûte au niveau de la Scandinavie au cours des derniers milliers d'années.

Introduction :

Des plages anciennes se retrouvent à 400 m d'altitude alors que le niveau des mers augmente (elles devraient donc se retrouver en dessous du niveau de la mer!). On cherche à comprendre ce fait.

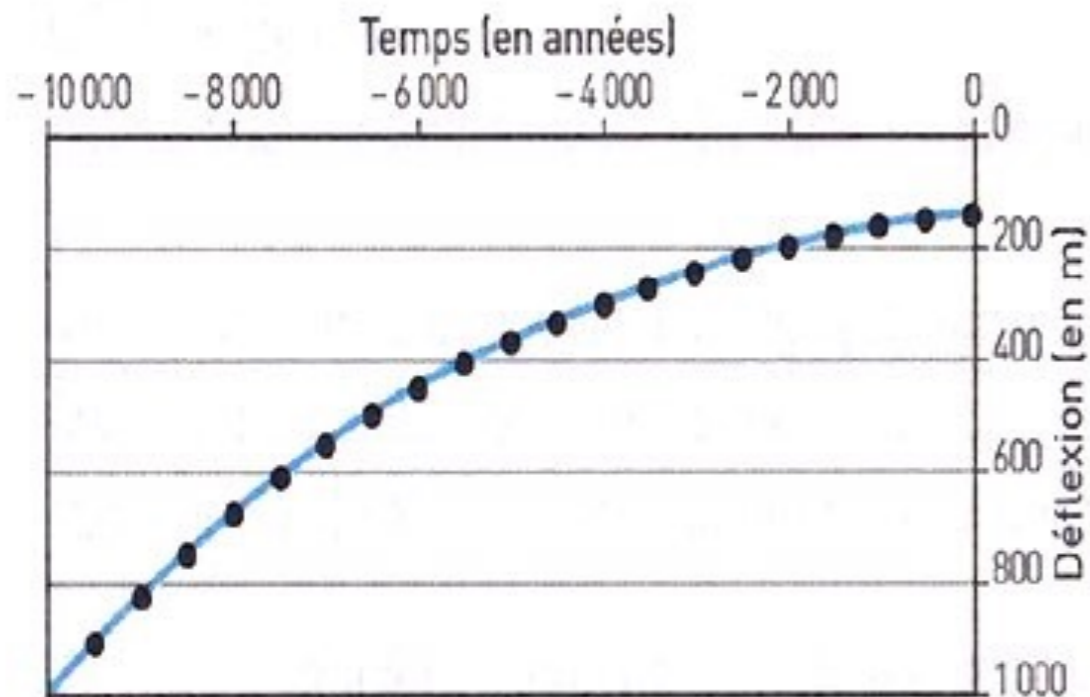
Exercice 5 : Le bouclier scandinave

Les indices géologiques montrent qu'il y a 20 000 ans la Scandinavie (Norvège et Suède) était recouverte de glace. Une déglaciation s'est produite entre 15 000 et 10 000 ans. Des plages datées de 12 000 ans se retrouvent aujourd'hui situées à 400 m d'altitude alors qu'on note une augmentation du niveau de la mer depuis 10 000 ans.

Après avoir **indiqué** le paradoxe indiqué dans le texte, vous **l'expliquerez** à l'aide du document ci-dessous.

La déflexion est le déplacement d'un corps obtenu sous l'effet d'une charge et mesurée par rapport à la position de ce même corps au repos. La croûte scandinave avait au « repos » (= avant d'avoir subi le poids de la glace) une déflexion de 0 ; depuis elle revient vers cet état.

La déflexion de la Scandinavie est indiquée dans le document ci-dessous :



Déflexion de la croûte au niveau de la Scandinavie au cours des derniers milliers d'années.

Analyse:

la croûte scandinave s'élève depuis 10 000 ans de quelques cm/an:

- de 10 000 à 7 000 ans : la déflexion passe de 1000 à 500 m soit 17 cm/an

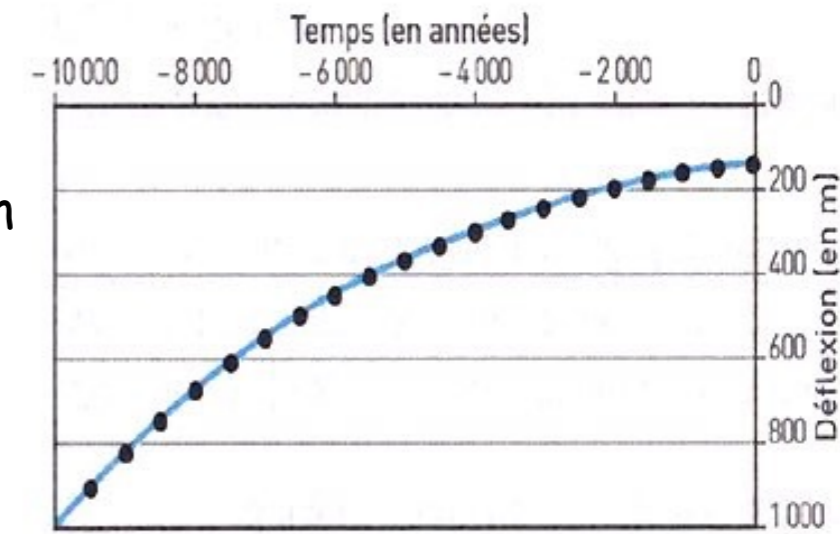
- de 7000 à 5 000 ans : la déflexion passe de 500 à 300 m soit 10 cm/an

- de 5 000 à aujourd'hui : la déflexion passe de 300 à 100 m soit 5 cm/an.

Analyse:

la croûte scandinave s'élève depuis 10 000 ans de qq cm/an:

- de 10 000 à 7 000 ans: la déflexion passe de 1000 à 500 m soit 17 cm/an
- De 7000 à 5 000 ans: la déflexion passe de 500 à 300 m soit 10 cm/ an
- De 5 000 à aujourd'hui: la déflexion passe de 300 à 50 m soit 5 cm/an.



Déflexion de la croûte au niveau de la Scandinavie au cours des derniers milliers d'années.

Interprétation :

L'installation de la calotte glaciaire a augmenté la masse du continent qui s'est donc enfoncé.

Lors de la déglaciation (réchauffement climatique), la masse de l'ensemble s'est allégée, le continent remonte donc sous l'effet de la poussée de l'asthénosphère permettant de conserver l'équilibre isostatique.

C'est un phénomène relativement lent (du à la nature de l'asthénosphère).

L'eau libérée par le réchauffement climatique (au niveau mondial) fait augmenter le niveau de la mer mais moins vite que l'élévation isostatique du continent.

Exercice 6 : Savoir appliquer la méthode Rb/Sr.

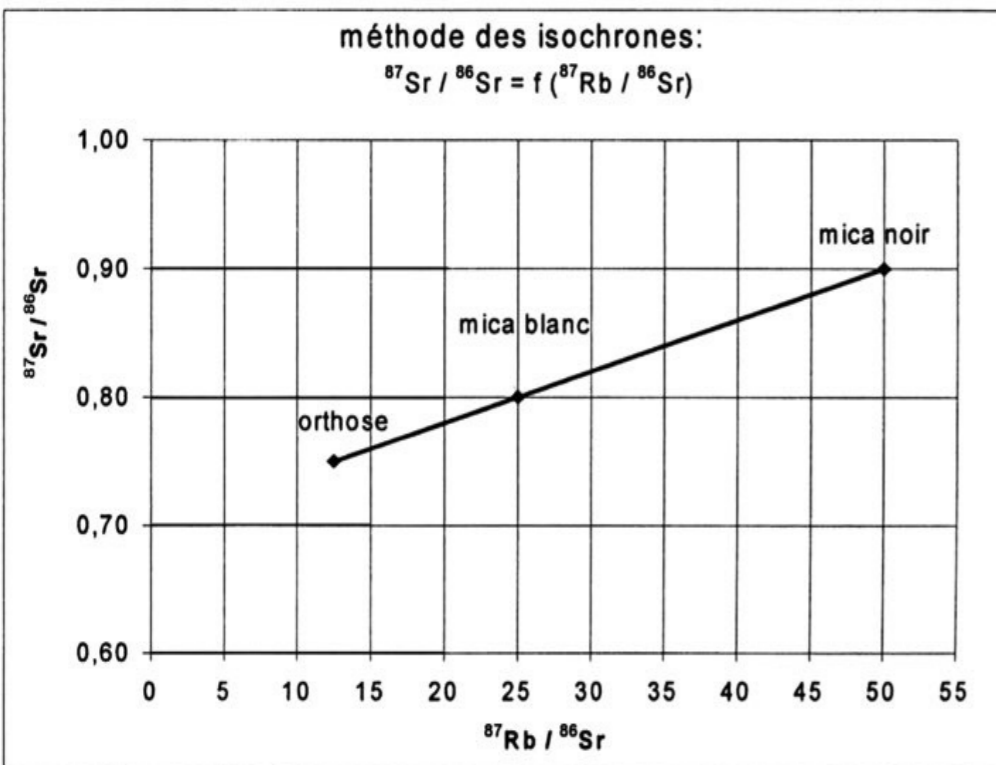
Certains minéraux du granite comme les feldspaths potassique (orthose) et les micas (noirs et blancs) incorporent lors de leur formation du ^{87}Rb , un isotope radioactif du rubidium. A l'aide d'un spectromètre de masse, on a pu mesurer les rapports $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ et $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ dans trois minéraux d'un granite. La droite isochrone obtenue est indiquée dans le graphique ci-dessous.

Après avoir expliqué pourquoi les trois minéraux pouvaient provenir d'un même magma, vous déterminerez l'âge absolu de ce granite à partir des documents à votre disposition.

Document 2 : Table de valeurs de la fonction $t = \ln(a+1)/\lambda$

Grâce à la méthode des isochrones rubidium/strontium, ON SAIT QUE_si les points obtenus pour les minéraux sont alignés, cela signifie qu'ils ont le même âge.

Document 1 : Courbe isochrone du granite étudié.



$$t = \frac{\ln(a+1)}{\lambda}$$

Coefficient directeur de l'isochrone noté a	Âge du granite noté t en millions d'années
0,001	70,4
0,002	141
0,003	211
0,004	281
0,005	351
0,006	421
0,007	491
0,008	561
0,009	631
0,01	701

ON VOIT QUE, sur le document 1, les valeurs des minéraux forment une droite.

DONC on peut penser que les minéraux proviennent d'un même magma.

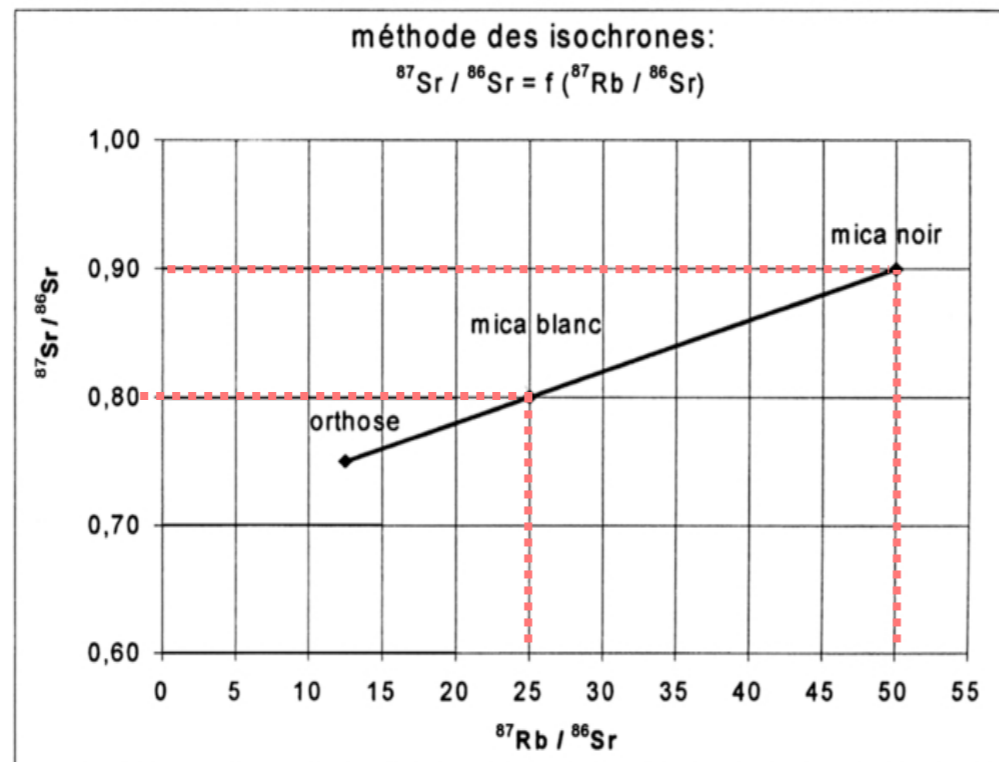
Exercice 6 : Savoir appliquer la méthode Rb/Sr

Certains minéraux du granite comme les feldspaths potassique (orthose) et les micas (noirs et blancs) incorporent lors de leur formation du ^{87}Rb , un isotope radioactif du rubidium. A l'aide d'un spectromètre de masse, on a pu mesurer les rapports $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ et $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ dans trois minéraux d'un granite. La droite isochrone obtenue est indiquée dans le graphique ci-dessous.

Après avoir expliqué pourquoi les trois minéraux pouvaient provenir d'un même magma, vous déterminerez l'âge absolu de ce granite à partir des documents à votre disposition.

Document 2 : Table de valeurs de la fonction $t = \ln(a+1)/\lambda$

Document 1 : Courbe isochrone du granite étudié.



$$t = \frac{\ln(a+1)}{\lambda}$$

Coefficient directeur de l'isochrone noté a	Âge du granite noté t en millions d'années
0,001	70,4
0,002	141
0,003	211
0,004	281
0,005	351
0,006	421
0,007	491
0,008	561
0,009	631
0,01	701

Pour déterminer l'âge de la roche, il faut trouver le coefficient directeur de la droite du document 1 puis lire la correspondance dans le document 2.

$$a = 0,9 - 0,8 / 50 - 25 = 0,004.$$

D'après le document 2, on obtient un âge de 281 millions d'années.

Fiche 3

Exercice 7 : Croûte continentale, croûte océanique, manteau.

Document A : Proportion d'éléments chimiques dans les croûtes continentale et océanique, et dans le manteau supérieur.

Croûtes				Manteau supérieur	
Continentale		océanique			
O	41,2	O	43,7	O	44,7
Si	28	Si	23	Si	21,1
Al	14,3	Al	8,5	Al	24,7
Fe	4,7	Fe	7,6	Fe	5,6
Ca	3,9	Ca	7,5	Ca	1,9
K	2,3	K	7,1	K	1,4
Na	2,2	Na	1,6	Na	0,15
Mg	1,9	Mg	0,33	Mg	0,08

Document B : Composition chimique de quelques minéraux.

Quartz	SiO_2
Olivine	$\text{SiO}_4(\text{Fe}, \text{Mg})_2$
Pyroxènes	$\text{SiO}_3(\text{Fe}, \text{Mg})$
Feldspaths alcalins	$\text{SiAlO}_8(\text{K}, \text{Na})$
Feldspaths plagioclases calciques	$\text{Si}_2\text{Al}_2\text{O}_8\text{Ca}$

Q1 - A partir de l'analyse des documents et à l'aide de vos connaissances, comparez les compositions chimiques des croûtes et du manteau et établissez un lien avec les minéraux du document B.

La croûte océanique se forme au niveau de la dorsale à partir de la fusion du manteau asthénosphérique.

Q2 - Indiquez ce qui prouve que la fusion du manteau à l'origine du magma dont le refroidissement engendre la croûte océanique n'a pas été total.

Exercice 7 : Croûte continentale, croûte océanique, manteau.

Q1 - A partir de l'analyse des documents et à l'aide de vos connaissances, comparez les compositions chimiques des croûtes et du manteau et établissez un lien avec les minéraux du document B.

Document A : Proportion d'éléments chimiques dans les croûtes continentale et océanique, et dans le manteau supérieur.

Croûtes				Manteau supérieur	
Continental		océanique			
O	41,2	O	43,7	O	44,7
Si	28	Si	23	Si	21,1
Al	14,3	Al	8,5	Al	24,7
Fe	4,7	Fe	7,6	Fe	5,6
Ca	3,9	Ca	7,5	Ca	1,9
K	2,3	K	7,1	K	1,4
Na	2,2	Na	1,6	Na	0,15
Mg	1,9	Mg	0,33	Mg	0,08

Attention: ne pas paraphraser les docs!

On cherche à établir le lien entre la composition minéralogique et la composition chimique des croûtes océanique et continentale.

Analyse doc A:

Dans croûtes et manteau, éléments les plus présents = O et Si (en masse).

Dans croûtes et manteau, éléments identiques mais proportions variables.

Croûte continentale + riche en Al, K et Na.

Manteau + riche en Fe et Mg.

Croûte océanique est intermédiaire

Riche en Al (id à CC)

riche en Fe et Mg (id à manteau)

+ riche en Ca

Exercice 7 : Croûte continentale, croûte océanique, manteau.

Q1 - A partir de l'analyse des documents et à l'aide de vos connaissances, comparez les compositions chimiques des croûtes et du manteau et établissez un lien avec les minéraux du document B.

Document B : Composition chimique de quelques minéraux.

Quartz	SiO_2
Olivine	$\text{SiO}_4(\text{Fe}, \text{Mg})_2$
Pyroxènes	$\text{SiO}_3(\text{Fe}, \text{Mg})$
Feldspaths alcalins	$\text{SiAlO}_8(\text{K}, \text{Na})$
Feldspaths plagioclases calciques	$\text{Si}_2\text{Al}_2\text{O}_8\text{Ca}$

Analyse doc B:

On sait que la croûte continentale est riche en granitoïdes

Les granitoïdes sont principalement du quartz et du feldspaths alcalins type orthose (et micas non mis dans le tableau du doc!).

D'après tableau ces minéraux sont riches en Al, K et Na.

Ce qui explique la richesse de la CC en ces atomes.

Exercice 7 : Croûte continentale, croûte océanique, manteau.

Q1 - A partir de l'analyse des documents et à l'aide de vos connaissances, comparez les compositions chimiques des croûtes et du manteau et établissez un lien avec les minéraux du document B.

Document B : Composition chimique de quelques minéraux.

Quartz	SiO_2
Olivine	$\text{SiO}_4(\text{Fe}, \text{Mg})_2$
Pyroxènes	$\text{SiO}_3(\text{Fe}, \text{Mg})$
Feldspaths alcalins	$\text{SiAlO}_8(\text{K}, \text{Na})$
Feldspaths plagioclases calciques	$\text{Si}_2\text{Al}_2\text{O}_8\text{Ca}$

Analyse doc B:

On sait que le manteau est riche en péridotite donc olivine et pyroxène.

D'après tableau ces minéraux sont riches en Fe et Mg.

Ce qui explique la richesse du manteau en ces atomes.

Exercice 7 : Croûte continentale, croûte océanique, manteau.

Q1 - A partir de l'analyse des documents et à l'aide de vos connaissances, comparez les compositions chimiques des croûtes et du manteau et établissez un lien avec les minéraux du document B.

Document B : Composition chimique de quelques minéraux.

Quartz	SiO_2
Olivine	$\text{SiO}_4(\text{Fe}, \text{Mg})_2$
Pyroxènes	$\text{SiO}_3(\text{Fe}, \text{Mg})$
Feldspaths alcalins	$\text{SiAlO}_8(\text{K}, \text{Na})$
Feldspaths plagioclases calciques	$\text{Si}_2\text{Al}_2\text{O}_8\text{Ca}$

Analyse doc B:

On sait que la croûte océanique est riche en basalte et gabbros

Or basalte et gabbros = pyroxènes, plagioclases et olivine (un peu)

D'après tableau ces minéraux sont riches en Fe et Mg (pour pyroxène et olivine) et Ca (plagio).

Ce qui explique la richesse intermédiaire de la CO en ces atomes.

Exercice 7 : Croûte continentale, croûte océanique, manteau.

La croûte océanique se forme au niveau de la dorsale à partir de la fusion du manteau asthénosphérique.

Q2 - Indiquez ce qui prouve que la fusion du manteau à l'origine du magma dont le refroidissement engendre la croûte océanique n'a pas été total.

Document B : Composition chimique de quelques minéraux.

Quartz	SiO_2
Olivine	$\text{SiO}_4(\text{Fe}, \text{Mg})_2$
Pyroxènes	$\text{SiO}_3(\text{Fe}, \text{Mg})$
Feldspaths alcalins	$\text{SiAlO}_8(\text{K}, \text{Na})$
Feldspaths plagioclases calciques	$\text{Si}_2\text{Al}_2\text{O}_8\text{Ca}$

Question 2:

Si fusion du manteau totale alors on aurait un magma au niveau des dorsales = à composition de péridotite et roches de la croûte = péridotite dans composition.

Or croûte océanique pas = à manteau.

Donc fusion du manteau pas totale mais partielle

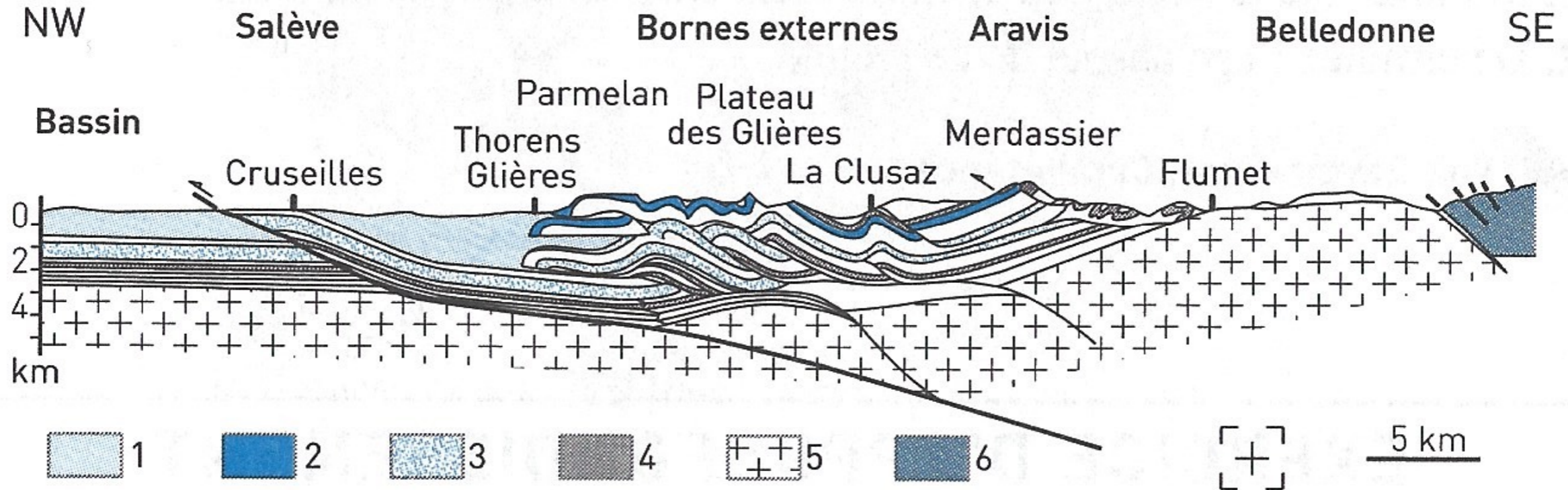
Donc magma de composition un peu diff de péridotite

Ce qui explique que CO diff à manteau mais composition pas totalement diff non plus.

Exercice 8 : Epaissement et raccourcissement dans les Alpes.

À partir des informations extraites du document, décrivez les déformations subies par la croûte d'une chaîne de montagnes.

Document : Coupe dans les Alpes du Salève au massif de Belledonne.



1. Sédiments du Tertiaire, de – 65 Ma à aujourd’hui
2. Calcaires de l’Urgonien, de – 130 à – 112 Ma
3. Calcaires du Tithonien, de – 150 à – 145 Ma
4. Calcaires du Jurassique moyen, de – 175 à – 150 Ma
5. Socle hercynien (rameau externe de Belledonne), de – 400 à – 245 Ma
6. Socle hercynien (rameau interne de Belledonne), de – 400 à – 245 Ma

On observe sur le socle une succession de couches sédimentaires du Jurassique au crétacé non déformés.

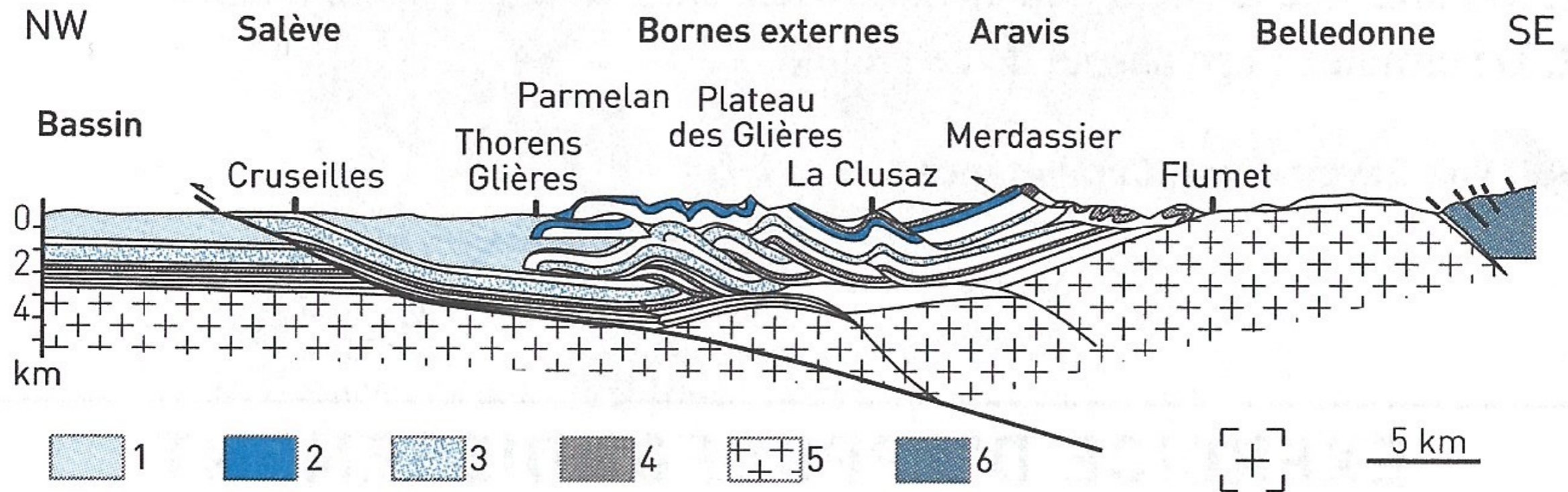
On observe que les terrains du Tithonien recouvrent les sédiments tertiaires donc plus jeunes du bassin.

==> Cela montre l'existence à ce niveau d'un contact anormal qui a provoqué la superposition de terrains âgés sur des terrains plus récents : C'est un chevauchement.

Exercice 8 : Epaissement et raccourcissement dans les Alpes.

À partir des informations extraites du document, décrivez les déformations subies par la croûte d'une chaîne de montagnes.

Document : Coupe dans les Alpes du Salève au massif de Belledonne.



1. Sédiments du Tertiaire, de – 65 Ma à aujourd’hui
2. Calcaires de l’Urgonien, de – 130 à – 112 Ma
3. Calcaires du Tithonien, de – 150 à – 145 Ma
4. Calcaires du Jurassique moyen, de – 175 à – 150 Ma
5. Socle hercynien (rameau externe de Belledonne), de – 400 à – 245 Ma
6. Socle hercynien (rameau interne de Belledonne), de – 400 à – 245 Ma

Les massifs des Bornes et d'Aravis sont constitués de sédiments d'âge jurassique plissés et découpés en écailles qui se chevauchent du sud-est vers le nord-ouest. Certains de ces chevauchements affectent également le socle. Le massif de Belledonne est constitué du socle qui se prolonge sous les sédiments du massif d'Aravis.