

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

ÉPREUVE D'ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

SESSION 2021

SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

Durée de l'épreuve : **3 h 30**

L'usage de la calculatrice et du dictionnaire n'est pas autorisé.

Dès que ce sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Ce sujet comporte 13 pages numérotées de 1/13 à 13/13.

Le candidat traite au choix :

L'un des deux exercices 1

ET

L'un des deux exercices 2

**Vous traiterez au choix un des deux exercices 1
Vous préciserez l'exercice choisi sur votre copie**

EXERCICE 1 : Le temps géologique (7 POINTS)

Un objet géologique comme le Grand Canyon du Colorado témoigne d'une histoire géologique que l'on peut reconstituer.

QUESTION :

Exposer les principes et les méthodes qui permettent de reconstituer la chronologie des événements enregistrés et des structures présentes dans un objet géologique.

Vous rédigerez un texte argumenté. Vous appuierez votre exposé éventuellement à partir du document proposé et/ou d'observations et/ou d'exemples judicieusement choisis.

Document : Le Grand Canyon du Colorado, matérialisation du temps géologique

Pour nous, le temps, notion abstraite, se matérialise le plus souvent par la trotteuse de l'horloge qui marque les secondes, les minutes ou les heures, le calendrier qui indique les jours, les mois, les années. En géologie, le temps est le plus souvent matérialisé par une séquence de roches, comme cet empilement de couches bien visibles sur les parois du Grand Canyon du Colorado : temps de dépôt d'une première succession de couches, métamorphisme de ces couches conduisant à la formation de roches métamorphiques, soulèvement et longue période d'érosion de ce massif concrétisée par une discordance, dépôt d'une seconde succession de couches sédimentaires, puis basculement et érosion, puis à nouveau succession de périodes de sédimentation entrecoupées de périodes d'érosion. Enfin, une période d'érosion récente est responsable du spectacle que nous offre aujourd'hui le Grand Canyon.

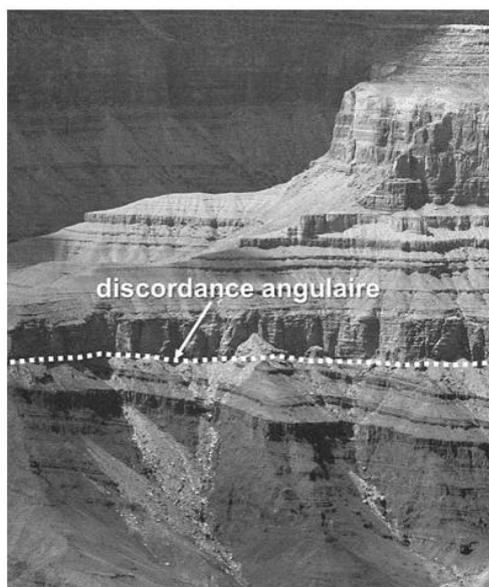
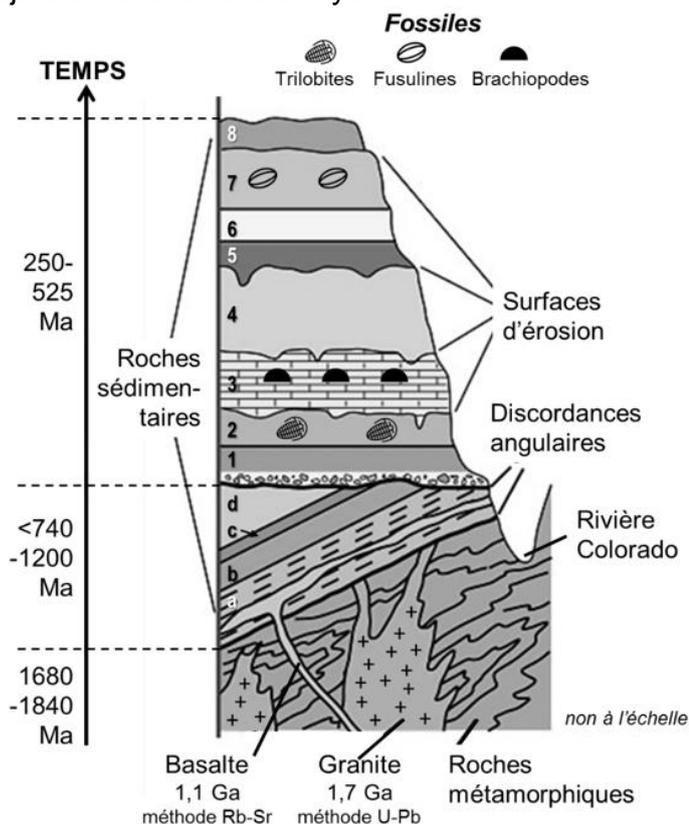


Photo de la paroi du Grand Canyon montrant la discordance angulaire entre deux séries de roches sédimentaires



Coupe schématique montrant la succession des roches visibles dans le Grand Canyon du Colorado

Sources : d'après Pierre André Bourque, Introduction au Chapitre « Le temps Géologique » – www2.ggl.ulaval.ca/personnel/bourque/intro.pt/planete_terre.html et Wikipedia Commons

EXERCICE 1 : Lésion cérébrale et motricité**(7 POINTS)**

Un accident vasculaire cérébral, ou AVC, est une atteinte des tissus cérébraux suite à une interruption brusque du flux sanguin vers une partie du cerveau. Il peut affecter une ou plusieurs fonctions cérébrales et entraîner notamment une perte de sensibilité et/ou de motricité de certaines parties du corps.

QUESTION :

Expliquer la perte de la motricité volontaire des membres situés du côté gauche du corps mais la persistance des réflexes myotatiques sur les mêmes membres chez un patient touché par un AVC dans l'hémisphère cérébral droit.

Vous rédigez un texte structuré. Votre argumentation s'appuiera sur des expériences et/ou des observations et/ou des exemples judicieusement choisis.

**Vous traiterez au choix un des deux exercices 2
Vous préciserez l'exercice choisi sur votre copie**

EXERCICE 2 : Le phototropisme chez les végétaux (8 POINTS)

Les parties aériennes de la plante sont les lieux de production de matière organique par photosynthèse. Cette réaction nécessite la présence de lumière. Différentes adaptations permettent aux végétaux d'optimiser la capture de la lumière. L'une d'elles est le phototropisme positif, qui correspond à la capacité de certains organes à s'orienter vers la lumière.

QUESTION :

Expliquer les mécanismes qui permettent à certaines plantes à fleurs d'orienter leur croissance vers la lumière.

Vous organiserez votre réponse selon une démarche de votre choix intégrant des données des documents et les connaissances utiles.

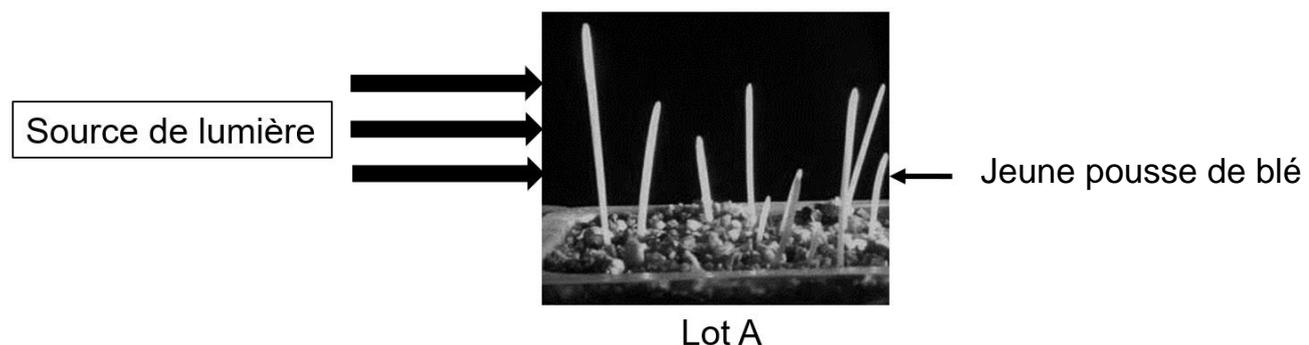
Document 1 : une croissance différentielle au sein du végétal

Pour tester l'action de l'orientation de la lumière sur la croissance des végétaux, on utilise deux lots de jeunes pousses de blé. Le lot A est initialement éclairé avec une lumière uniforme venant de toutes les directions. On lui applique ensuite une lumière unilatérale pendant 30 secondes. A la fin du protocole, ce lot est à nouveau placé sous une lumière uniforme. Le lot B est éclairé pendant toute la durée de l'expérience avec une lumière uniforme.

On mesure la croissance du côté éclairé et non éclairé des jeunes pousses du lot A et la croissance des jeunes pousses du lot B.

Document 1a : protocole expérimental

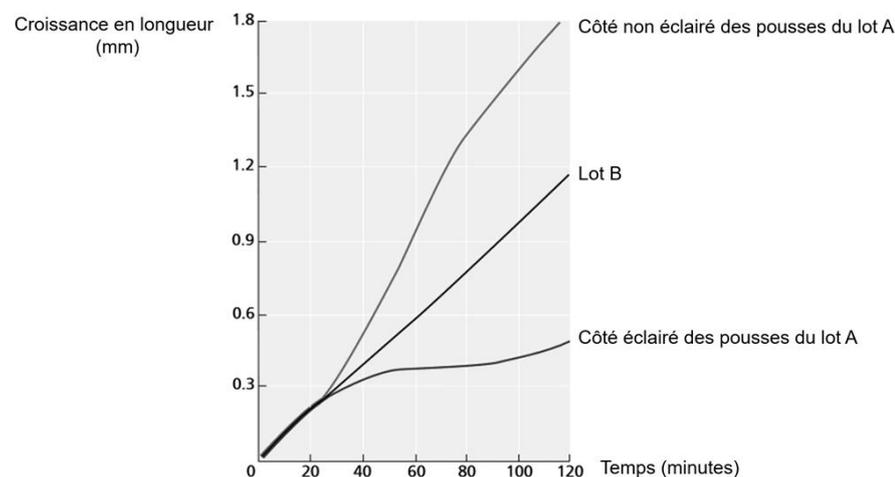
Schéma du protocole expérimental appliqué au lot A



Source : www.snv.jussieu.fr

Document 1b : résultats

Evolution de la croissance en longueur des jeunes pousses de blé des lots A et B



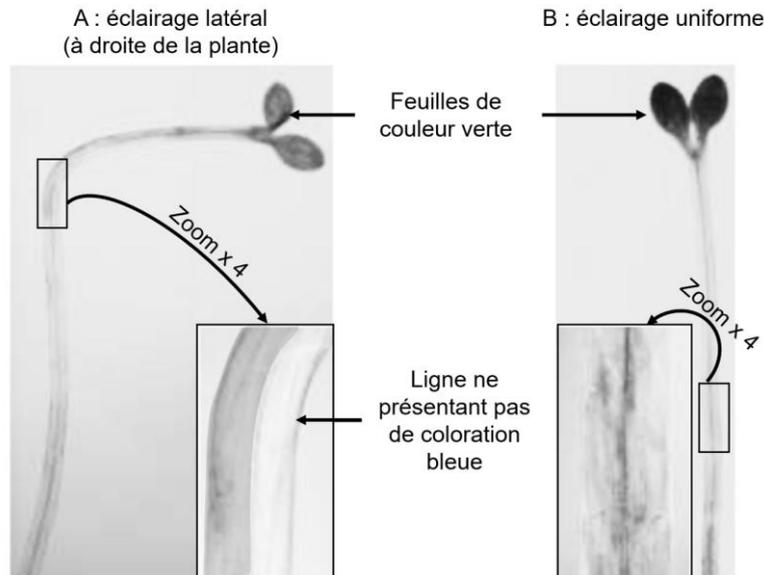
Source : d'après *lino et Briggs 1984*

Remarque : les résultats obtenus pour les pousses du lot B sont similaires quel que soit le côté considéré.

Document 2 : la distribution de l'auxine au sein du végétal

L'auxine est une hormone végétale jouant un rôle essentiel dans le développement des végétaux. Une technique permet de révéler la présence d'auxine par une coloration bleue. Les résultats obtenus sont présentés ci-dessous.

Localisation de l'auxine dans des plants d'*Arabidopsis thaliana* en fonction de l'orientation de l'éclairage



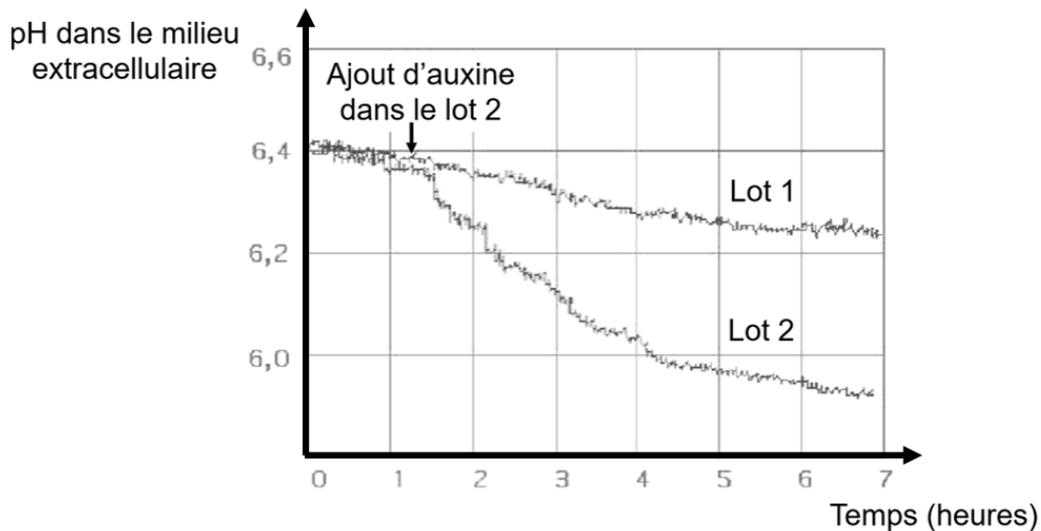
Source : d'après Plant Physiology Taiz et Zeiger 2002

Remarque : au niveau des zooms, toutes les zones relevées en gris au sein du végétal apparaissent en bleu sur les photographies en couleur.

Document 3 : action de l'auxine sur le pH extracellulaire

Pour déterminer les mécanismes d'action de l'auxine sur la croissance cellulaire végétale, on a mesuré l'évolution de différents paramètres physico-chimiques, dont le pH, suite à l'injection d'auxine. Dans les résultats présentés ci-dessous, le pH du milieu extracellulaire des cellules de soja a été mesuré. Dans le lot 2 on a ajouté de l'auxine dans le milieu, contrairement au lot 1 où aucune modification n'a été apportée.

Evolution du pH du milieu extracellulaire en fonction du temps et de l'injection d'auxine

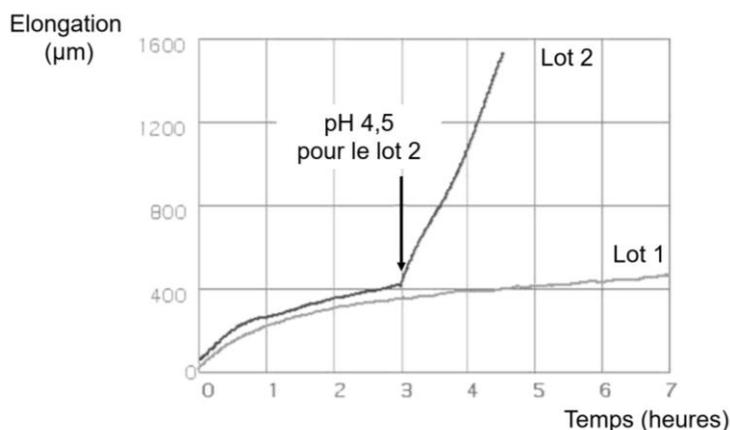


Source : d'après *Biologie et multimédia*, Roger Pratt

Document 4 : action du pH sur l'élongation cellulaire

On mesure l'élongation de segments de plants de soja incubés dans un milieu tampon à pH = 6,4. Le pH du milieu du lot 2 est modifié au bout de 3 heures, alors que celui du lot 1 est maintenu constant.

Evolution de l'élongation de segments de plants de soja en fonction du temps



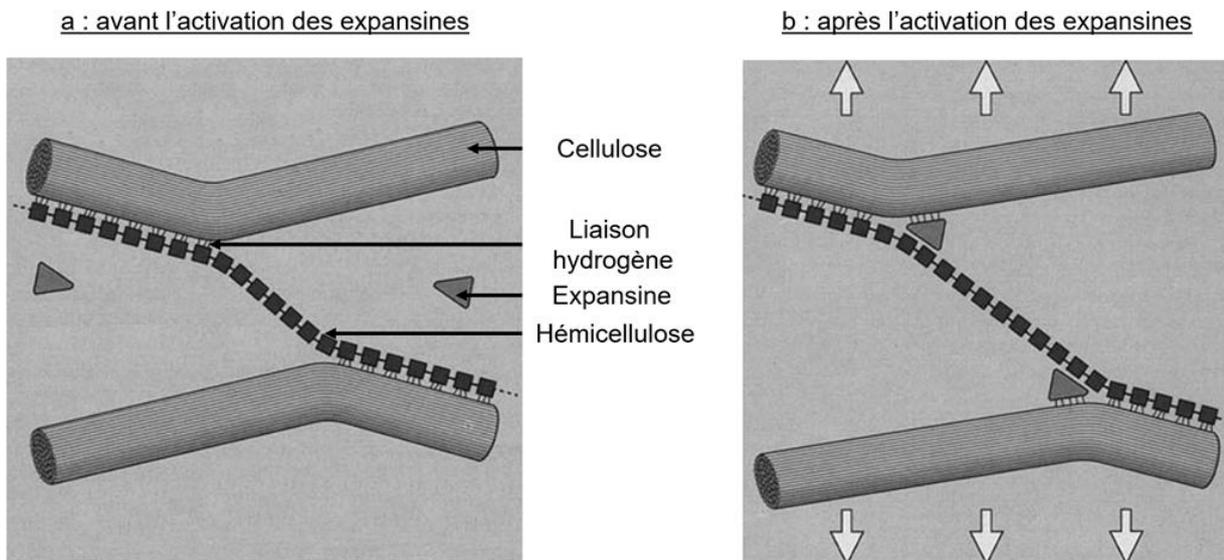
Source : d'après *Biologie et multimédia*, Roger Pratt

Document 5 : le rôle des expansines dans l'élongation cellulaire

Document 5a : mode d'action des expansines

Les cellules végétales sont entourées par une matrice extracellulaire (la paroi), qui est composée de nombreuses molécules dont la cellulose et l'hémicellulose. Des liaisons hydrogènes relient ces 2 composants et confèrent à la paroi une forte résistance à l'étirement. Par conséquent, la croissance des cellules végétales ne peut se faire que si ces liaisons sont fragilisées. Les expansines sont des protéines capables, dans certaines conditions de se fixer à des molécules de la paroi comme la cellulose et de s'intercaler entre les molécules d'hémicellulose et de cellulose en cassant les liaisons hydrogènes.

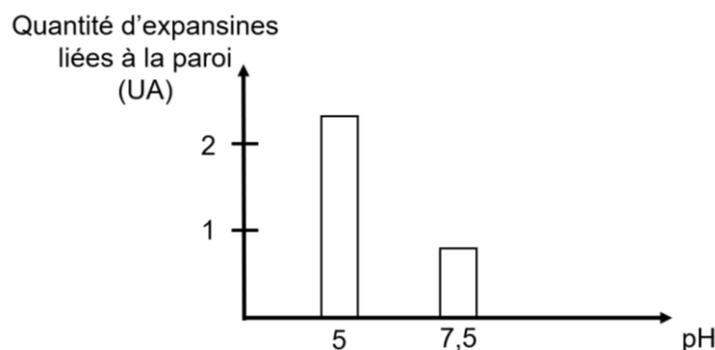
Schéma simplifié montrant le rôle des expansines



Source : d'après www.cell.com

Document 5b : l'action du pH sur l'activité des expansines

Le graphique ci-dessous indique la quantité d'expansines liées à des molécules de la paroi des cellules de blé pour différents pH extracellulaires.



Source : d'après National Center for Biotechnology Information

EXERCICE 2 :**La Grande Coupure****(8 POINTS)**

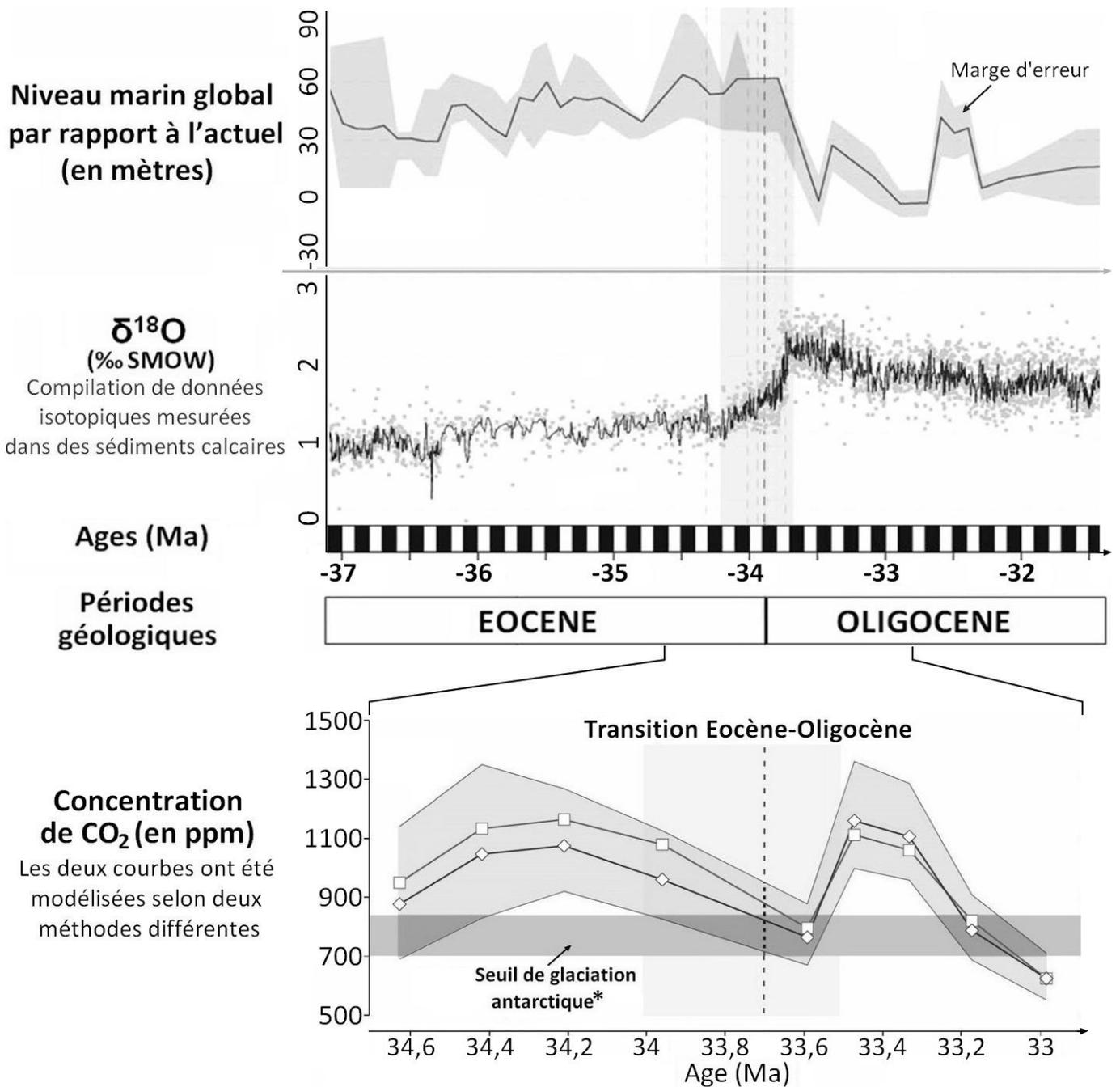
Au début du XX^{ème} siècle, les paléontologues ont décrit de grandes modifications de la biodiversité à la limite de l'Éocène et de l'Oligocène, il y a environ 34 millions d'années. Cet événement, connu depuis sous le nom de "grande coupure", a rapidement été expliqué par un important changement climatique que l'on cherche à reconstituer ici.

QUESTION :

Caractériser le changement climatique ayant eu lieu lors de la transition Éocène-Oligocène et proposer des explications sur son origine.

Vous organiserez votre réponse selon une démarche de votre choix intégrant des données des documents et les connaissances utiles.

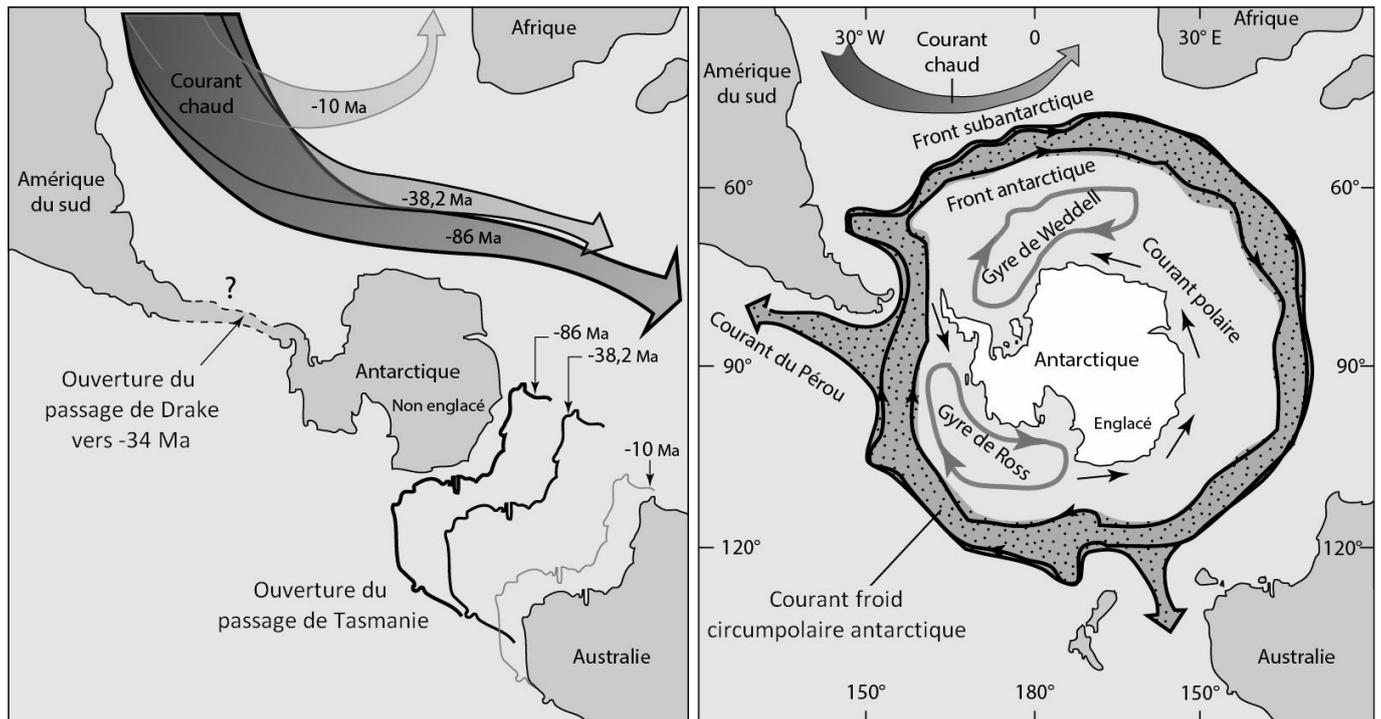
Document 1 : synthèse de données sur la transition Éocène - Oligocène.



* Concentrations maximales de CO_2 pour lesquelles la glaciation de l'Antarctique est possible.

Sources : Ghirardi, J., Thèse, (2016)
et Pearson, P. N., Nature, (2009)

Document 2 : reconstructions paléogéographiques et océanographiques autour du pôle Sud, depuis 86 Ma (à gauche) et situation actuelle (à droite).



Source : Schaaf, A. Boesch, Q. Sciences de la Terre et de l'Univers (Vuibert éd.). p.315

Document 3 : albédo de différentes surfaces terrestres.

Type de surface	Mer	Forêts	Champs cultivés	Sable	Glace	Neige fraîche
Albédo	0,1	0,1	0,2	0,2	0,5	0,85

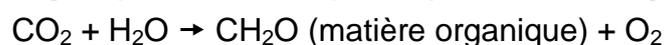
Document 4 : processus majeurs d'échanges de carbone entre atmosphère et géosphère.

L'altération des carbonates : $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^-$

L'altération des silicates : $\text{CaSiO}_3 + 2\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SiO}_2 + \text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^-$

La précipitation des carbonates dans les océans : $\text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Le piégeage de la matière organique issue de la photosynthèse des végétaux, dans les roches :

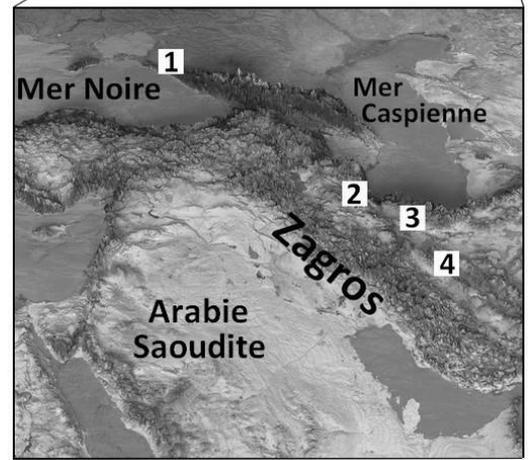
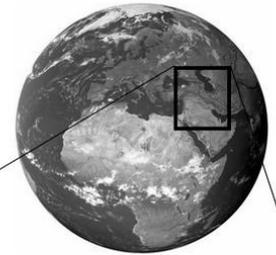
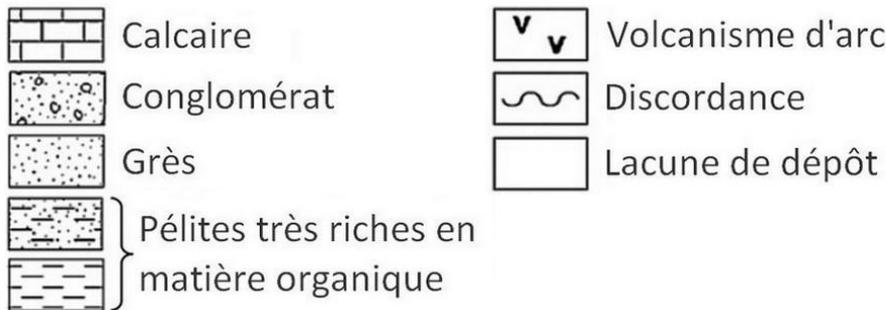
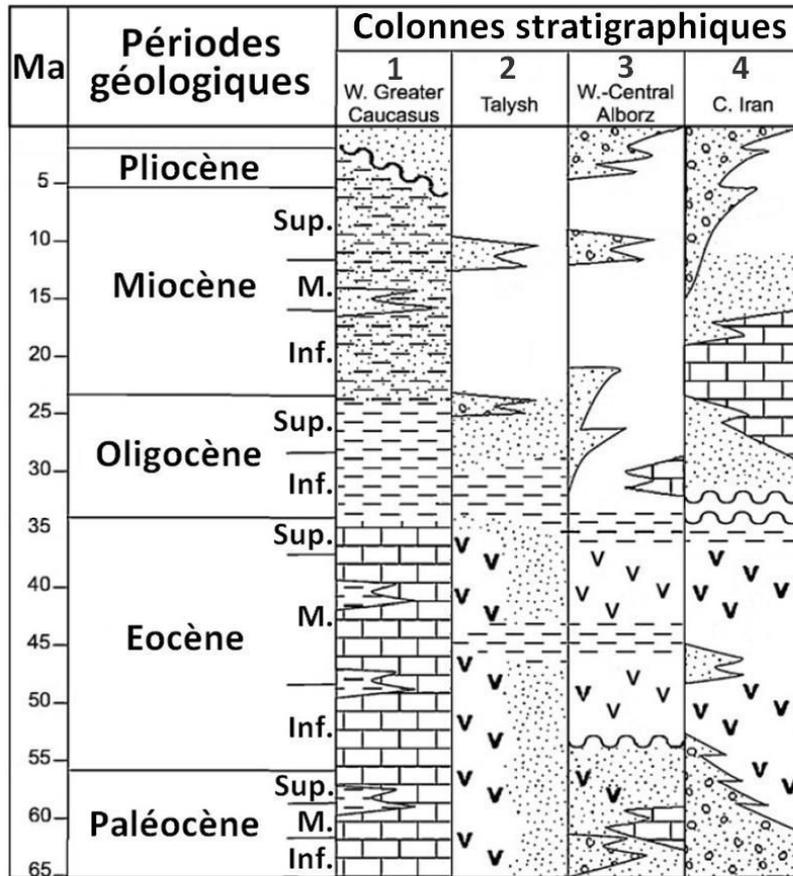


Le dégazage du manteau par le volcanisme libère du CO_2

Source : www.cnrs.fr

Document 5 : colonnes stratigraphiques montrant la succession des roches et leurs localisations dans la chaîne du Zagros.

Les événements géologiques observés ici sont représentatifs de ceux qui se sont déroulés, à la même époque, des Alpes jusqu'à l'Himalaya.



Emplacements des colonnes stratigraphiques

Source : Allen, M. B., *Palaeoclimatology* (2008)

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

ÉPREUVE D'ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

SESSION 2021

SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

Durée de l'épreuve : **3 h 30**

L'usage de la calculatrice et du dictionnaire n'est pas autorisé.

Dès que ce sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Ce sujet comporte 14 pages numérotées de 1/14 à 14/14.

Le candidat traite au choix :

L'un des deux exercices 1

ET

L'un des deux exercices 2

**Vous traiterez au choix un des deux exercices 1
Vous préciserez l'exercice choisi sur votre copie**

EXERCICE 1 : Climats et dioxyde de carbone (7 POINTS)

Depuis le début du Paléozoïque, la température globale n'a cessé d'évoluer et ce, à différentes échelles de temps.

QUESTION :

Montrer que les variations du taux de CO₂ atmosphérique et les perturbations du cycle du carbone depuis le Paléozoïque jusqu'à l'actuel permettent d'expliquer en partie l'évolution de la température mondiale.

Vous rédigez un texte argumenté. On attend des expériences, des observations, des exemples pour appuyer votre exposé et argumenter votre propos.

EXERCICE 1 : (7 POINTS)

Les sèves des plantes à fleurs

Les végétaux présentent une organisation fonctionnelle adaptée à un mode de vie fixée. Ils sont dotés de structures d'échanges et de transport.

QUESTION :

Expliquer les mécanismes permettant la production des sèves.

Vous rédigerez un texte argumenté qui s'appuiera sur le document proposé, complété si besoin d'expériences et/ou d'observations et/ou d'exemples judicieusement choisis.

Document : composition moyenne comparée de quelques éléments de la sève brute et de la sève élaborée.

	Sève brute	Sève élaborée
H₂O (en %)	99	80
Glucides (saccharose et autres glucides solubles) (en g/L)	Traces	100 à 300
Ions minéraux (en g/L)	0,2 à 4	1 à 5

Source : D'après R. Jones et al, 2013 et S.Satoh, 2006

Vous traiterez au choix un des deux exercices 2
Vous préciserez l'exercice choisi sur votre copie

EXERCICE 2 : Le mode d'action des venins de serpents (8 POINTS)

La plupart des venins de serpents ont entre autres un effet paralysant (impossibilité de contracter les muscles volontairement), qui peut entraîner la mort par arrêt du fonctionnement des muscles respiratoires de leur victime. On s'intéresse au mode d'action de deux de ces toxines : la fasciculine, présente dans le venin du serpent mamba, et l' α -bungarotoxine, présente dans le venin du serpent bongare.

QUESTION :

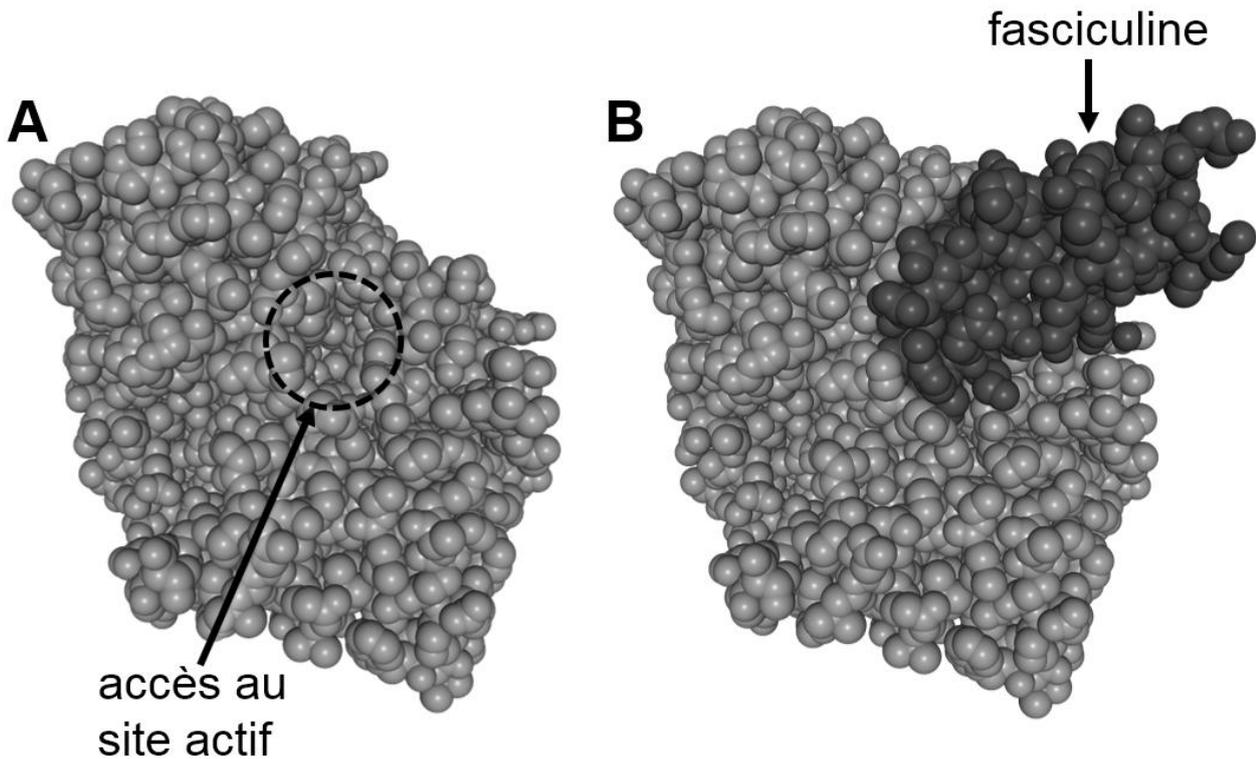
Expliquer l'effet paralysant de la fasciculine et de l' α -bungarotoxine.

Vous organiserez votre réponse selon une démarche de votre choix intégrant des données des documents et les connaissances utiles.

Document 2 : Modèle moléculaire de l'acétylcholinestérase

La molécule d'acétylcholinestérase forme en son sein une sorte de poche étroite ouverte vers l'extérieur, au fond de laquelle se trouve le site actif. Le site actif d'une enzyme est la zone de la molécule qui assure la réaction chimique catalysée, il est donc indispensable à l'activité enzymatique.

Diverses molécules peuvent se lier à l'acétylcholinestérase par un site de liaison périphérique.

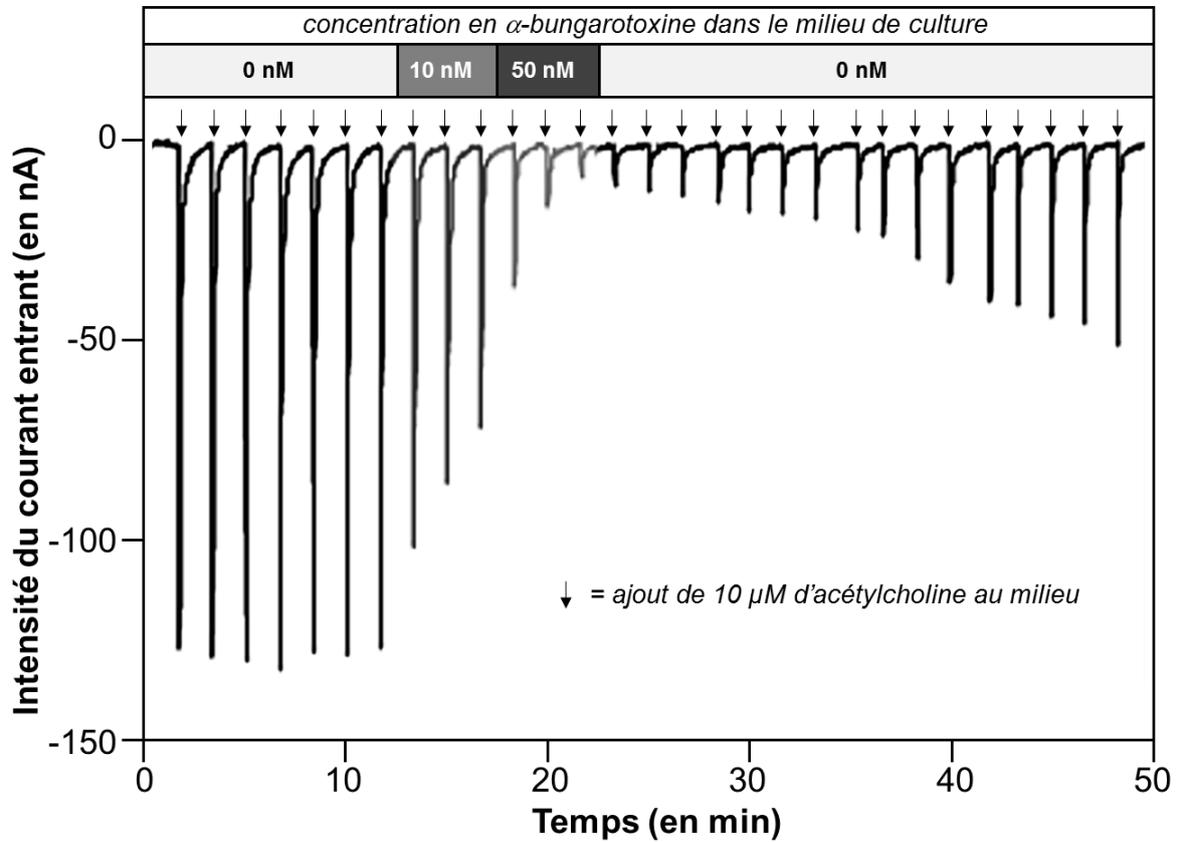


Modèles de la molécule d'acétylcholinestérase : A : molécule seule, montrant l'accès au site actif ; B : molécule liée à la fasciculine. Ces modèles moléculaires sont obtenus par reconstruction numérique avec le logiciel Libmol à partir de données expérimentales issues d'études de la molécule par diffraction aux rayons X.

Source : d'après Soreq H & Seidman S (2001). *Nature Reviews Neuroscience*, volume 2, 294–302 et Libmol.

Document 3 : Action de l' α -bungarotoxine

L'action de l' α -bungarotoxine a été mesurée *in vitro*, sur des cellules en culture portant des récepteurs à l'acétylcholine. On a mesuré le courant électrique entrant dans les cellules (en nA), en réponse aux ajouts successifs de 10 μ M d'acétylcholine dans le milieu, en l'absence et en présence d' α -bungarotoxine (10 et 50 nM).



Source : d'après www.alomone.com/p/bungarotoxin/B-100

Document 4 : Le récepteur musculaire à l'acétylcholine et l' α -bungarotoxine

Les récepteurs musculaires à l'acétylcholine sont présents dans la membrane plasmique de la cellule musculaire au niveau des synapses neuro-musculaires. Ils sont formés de 5 sous-unités protéiques, qui forment une sorte de canal à travers la membrane. Lorsque l'acétylcholine se fixe sur ses récepteurs, le canal s'ouvre, ce qui permet l'entrée d'ions positifs dans la cellule musculaire. C'est cette entrée d'ions qui provoque l'excitation de la cellule musculaire et sa contraction. D'autres substances que l'acétylcholine peuvent se lier à ces récepteurs. C'est le cas de l' α -bungarotoxine.

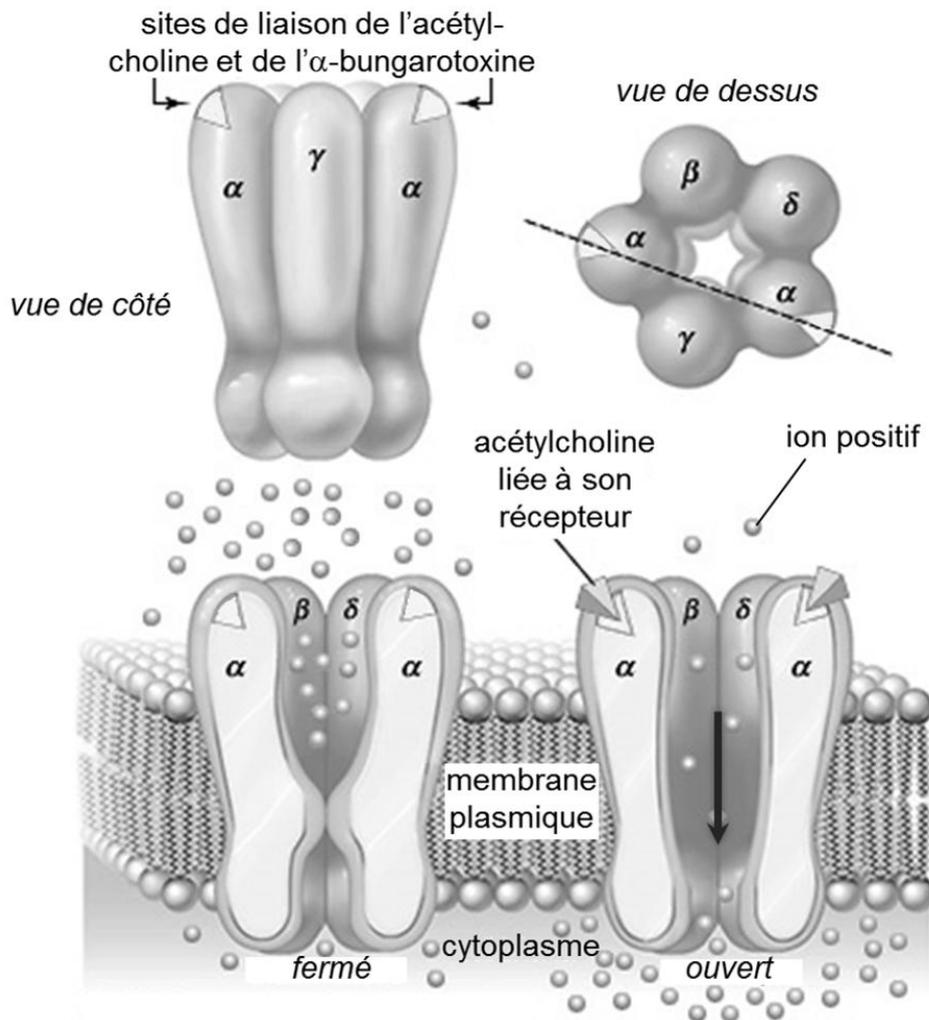


Schéma et fonctionnement du récepteur musculaire à l'acétylcholine

Source : d'après *Encyclopaedia Britannica* et Jones RA et al. (2016). *Open Biol.* 6: 160240

EXERCICE 2 :

Le passé mouvementé du Massif central

(8 POINTS)

Le Massif central, vestige d'un ancien orogène, se dresse à l'ouest des Alpes, grande chaîne de montagnes géologiquement récente, comme cela est visible sur le document de référence.

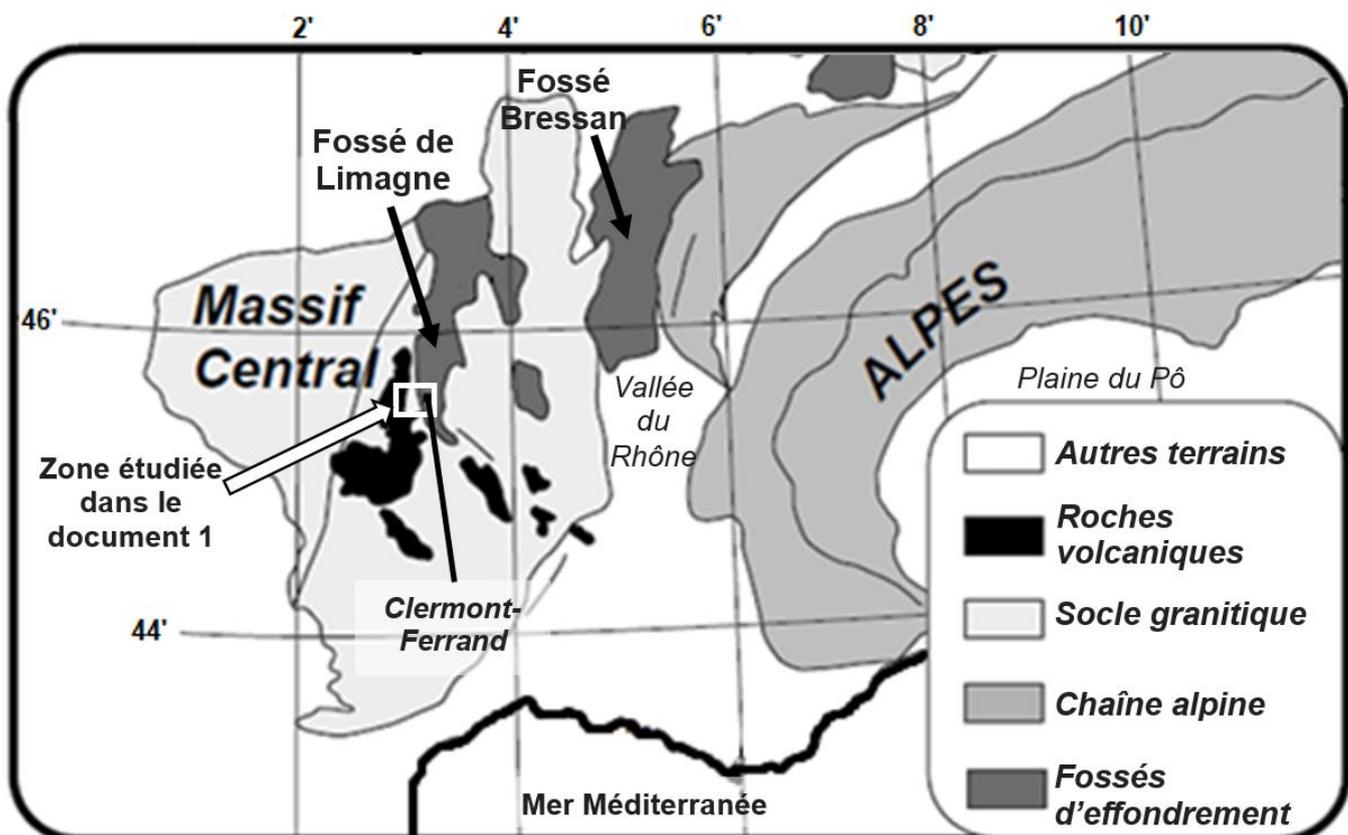
Le Massif central comporte aujourd'hui la chaîne des Puys, un ensemble d'environ 80 volcans s'étirant le long d'un axe nord-sud. A l'est de cet alignement se trouve le fossé d'effondrement de Limagne délimité par la faille de Limagne.

QUESTION :

Proposer une reconstitution de l'histoire du Massif central en datant ses principales formations géologiques (socle granitique, roches volcaniques et faille de Limagne) et en montrant sa relation avec l'orogène alpine.

Vous organiserez votre réponse selon une démarche de votre choix intégrant des données des documents et les connaissances utiles.

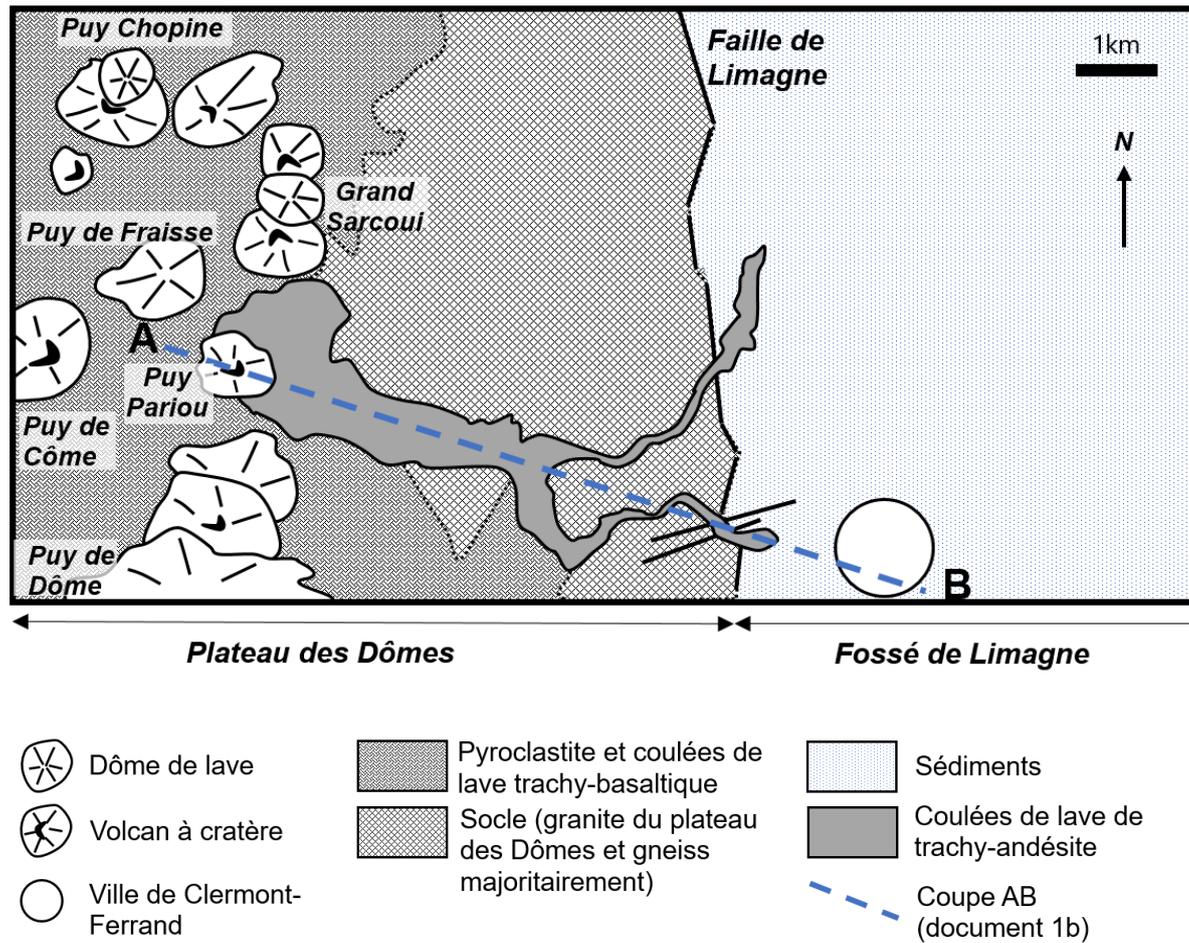
Document de référence : situation de la zone étudiée au sein des grands ensembles géologiques régionaux



Source : d'après thèse de Laurent Michon, 2000

Document 1 : carte et coupe géologique de la zone étudiée

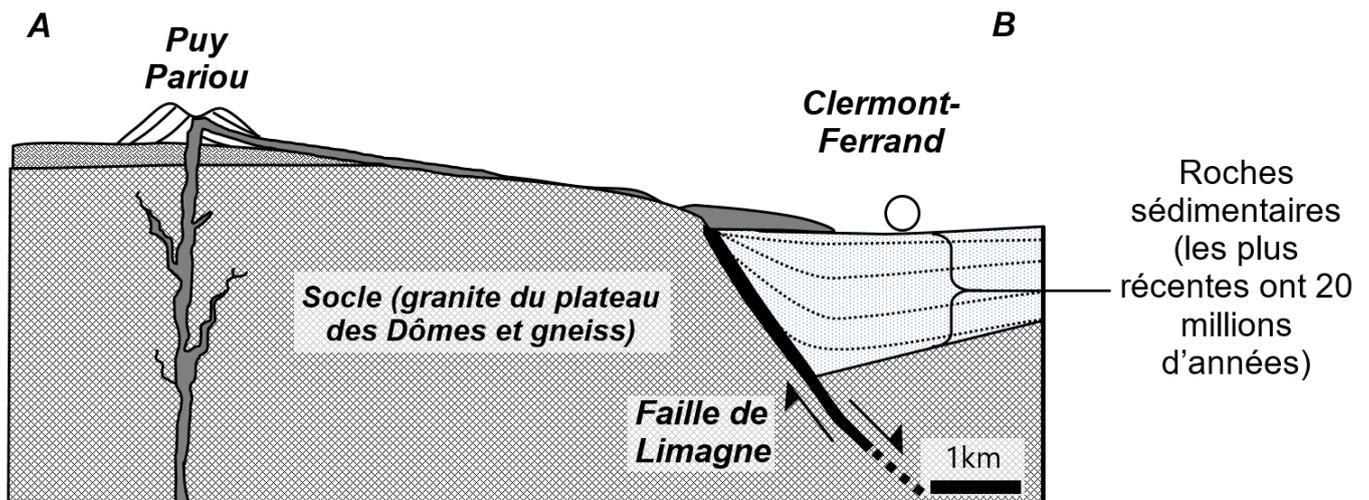
Document 1a : carte simplifiée des principales formations géologiques de la zone étudiée



Source : Parc naturel régional des Volcans d'Auvergne

Remarque : une pyroclastite est une roche constituée par l'accumulation de débris de roches magmatiques éjectés par les volcans lors des éruptions.

Document 1b : coupe géologique simplifiée selon le tracé AB présent sur le document 1a.



Remarques :

- La faille de Limagne est une faille normale bordant le fossé d'effondrement de Limagne sur son bord ouest.
- La légende des terrains en présence est identique au document 1a.

Source : modifié d'après Sorel et Vergely (2010)

Document 2 : datation d'un granite du Massif central.

Document 2a : principe de la datation par le couple Rubidium/Strontium

Certains minéraux du granite ont incorporé lors de leur formation du rubidium ^{87}Rb ainsi que du strontium ^{87}Sr et ^{86}Sr . Au cours du temps, la quantité de strontium ^{87}Sr dans le granite augmente. Elle provient de la désintégration du rubidium ^{87}Rb . On a mesuré à l'aide d'un spectromètre de masse les nombres d'atomes (N) de ^{87}Sr , ^{86}Sr et ^{87}Rb présents dans les minéraux du granite ou dans différents échantillons du même granite. Les résultats sont exprimés sous la forme d'un rapport isotopique.

On peut alors déterminer l'âge de ce granite en utilisant la méthode des isochrones.

On construit une droite à partir des rapports isotopiques ($^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$; $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) de certains minéraux du granite (orthose, mica blanc, mica noir) ou de plusieurs échantillons du même granite. La droite obtenue est nommée droite isochrone. Son équation ci-dessous est du type $y = a x + b$.

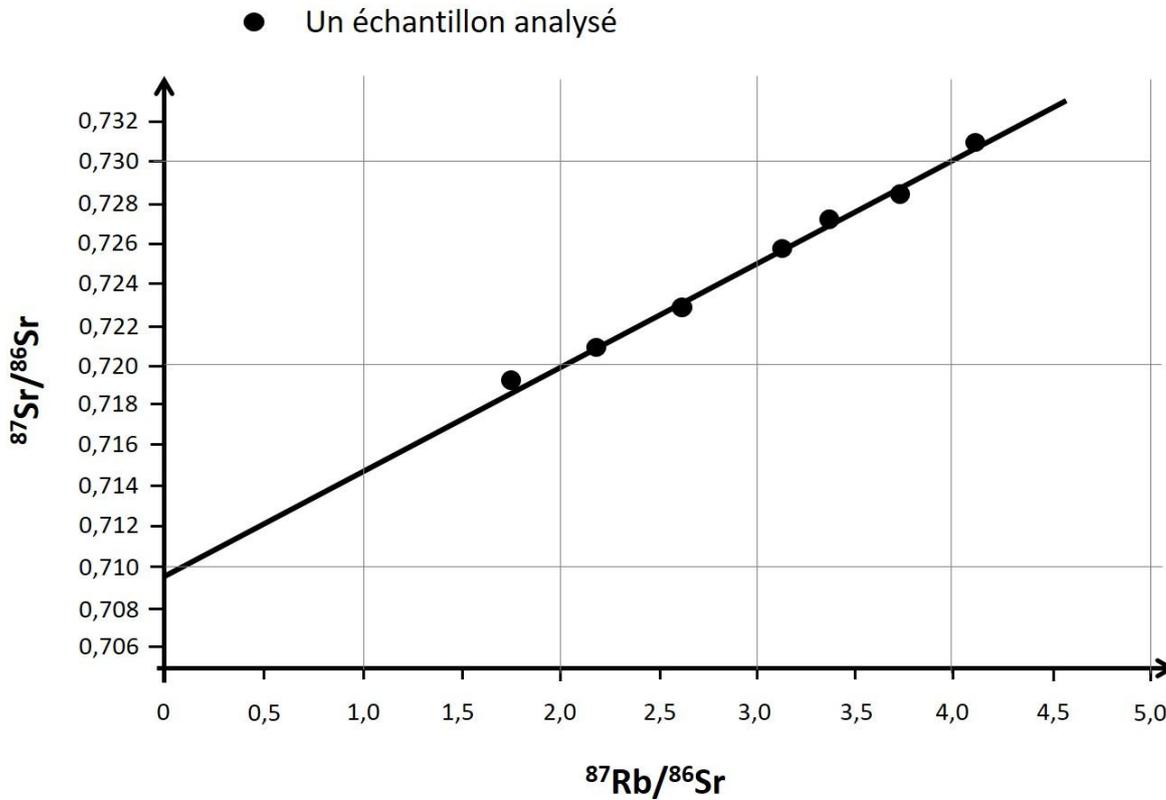
$$\left(\frac{^{87}\text{Sr}}{^{86}\text{Sr}}\right)_{\text{mesuré}} = (e^{\lambda t} - 1) \left(\frac{^{87}\text{Rb}}{^{86}\text{Sr}}\right)_{\text{mesuré}} + \left(\frac{^{87}\text{Sr}}{^{86}\text{Sr}}\right)_{\text{initial}}$$

Avec la constante de désintégration $\lambda = 1,42 \cdot 10^{-11} \text{ an}^{-1}$.

On peut alors retrouver t en calculant « a » à partir de la droite isochrone à l'aide de la formule suivante :

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

Document 2b : droite isochrone issue de l'étude de différents échantillons d'un même granite du Massif central.



Source : d'après *planet-terre.ens-lyon.fr*

Document 2c : tableau de valeur de la fonction $t = \frac{\ln(a + 1)}{\lambda}$

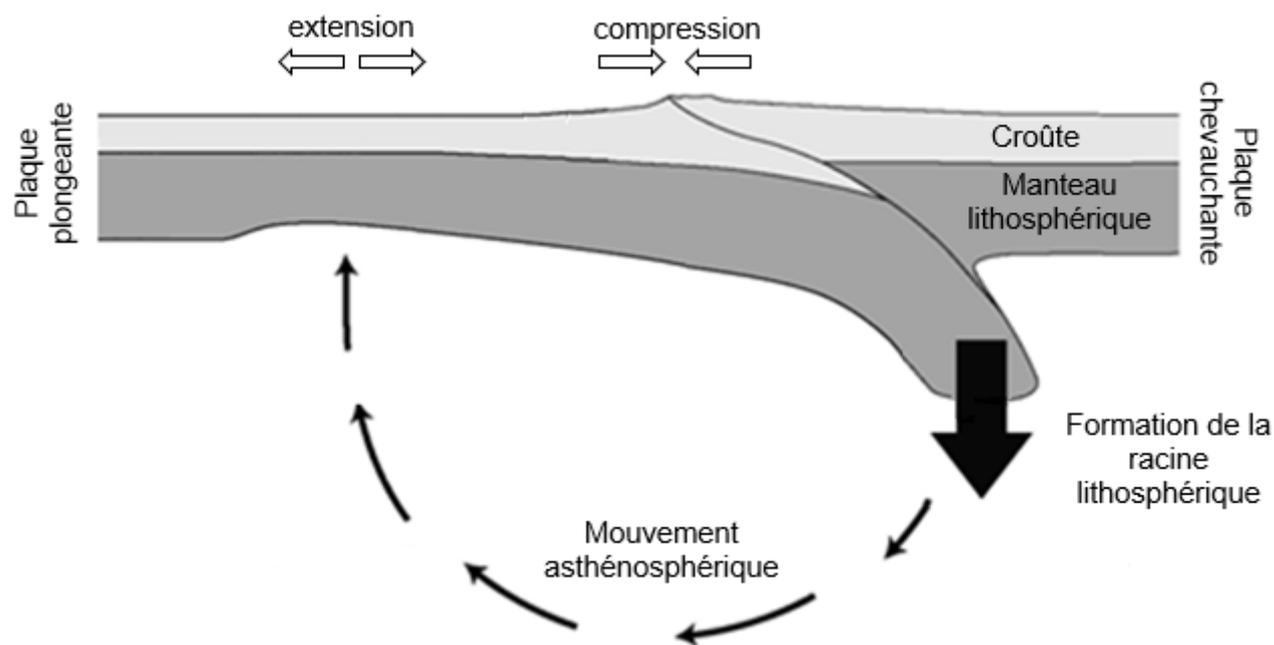
Coefficient directeur de l'isochrone noté « a »	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	0,010
Age du granite noté « t » en millions d'années	141	211	281	351	421	491	561	631	701

On considérera que le granite du plateau des Dômes (visible sur le doc 1a et 1b) s'est formé à la même époque que le granite étudié ici.

Document 3 : conséquence de la formation d'un nouvel orogène

La naissance d'une nouvelle chaîne de montagnes par la collision continentale amène à la formation d'une racine lithosphérique.

Des simulations numériques ont montré que la formation d'une profonde racine peut parfois engendrer un mouvement de l'asthénosphère à l'origine d'une extension dans la lithosphère plongeante.



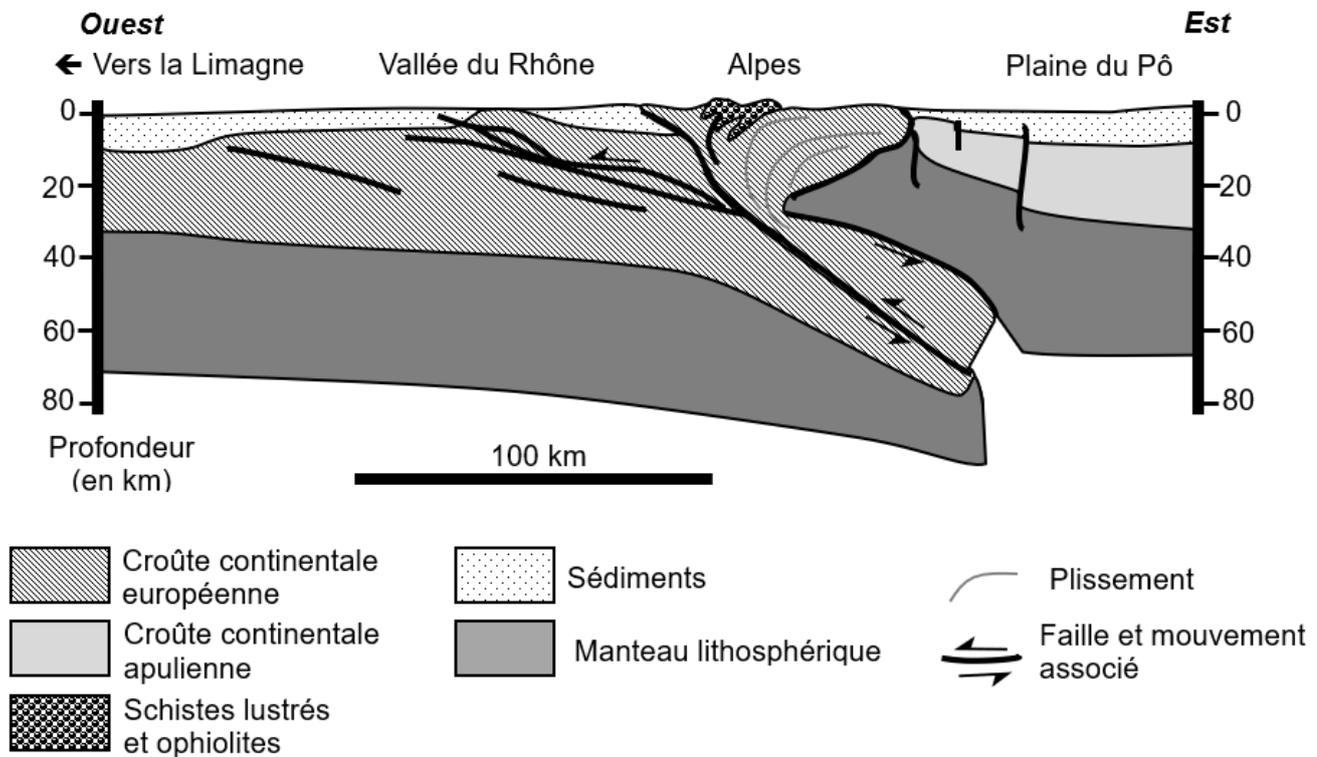
Source : d'après planet-terre.ens-lyon.fr

Document 4 : schéma d'une coupe interprétative de la vallée du Rhône à la plaine du Pô

De nombreux indices géologiques ont permis de reconstituer l'histoire de l'orogène alpin.

Au Crétacé supérieur, il y a -100 millions d'années environ, débute la subduction de l'océan alpin. Sa fermeture amène à la collision des lithosphères continentales européenne et apulienne, il y a environ 30 millions d'années, au cours de l'Oligocène. Les Alpes se forment alors.

Une coupe actuelle simplifiée des Alpes occidentales est présentée ci-dessous.



Source : d'après www.osug.fr