

Devoir surveillé de SVT n°6
Epreuve sur support de documents

Durée de l'épreuve : 3 heures 30

L'usage d'abaques, de tables, et de tout instrument électronique susceptible de permettre au candidat d'accéder à des données et de les traiter par les moyens autres que ceux fournis dans le sujet est interdit.

Pour le sujet de géologie, les calculatrices programmables et alphanumériques sont autorisées.

- Le sujet de géologie et le sujet de biologie sont traités sur **deux jeux de copies**, remises ensemble en fin d'épreuve.

- Le plus grand soin sera apporté à la présentation et l'orthographe, ainsi qu'à la clarté et la concision de vos réponses.

Aucune abréviation non conventionnelle ne sera utilisée sans que n'en soit mentionnée la signification.

Le sujet comporte 17 pages NB (dont 1 feuille annexe à rendre avec la copie) et 3 pages couleur.

Il vous est conseillé de prendre connaissance de la totalité du sujet avant de commencer.

Géologie :

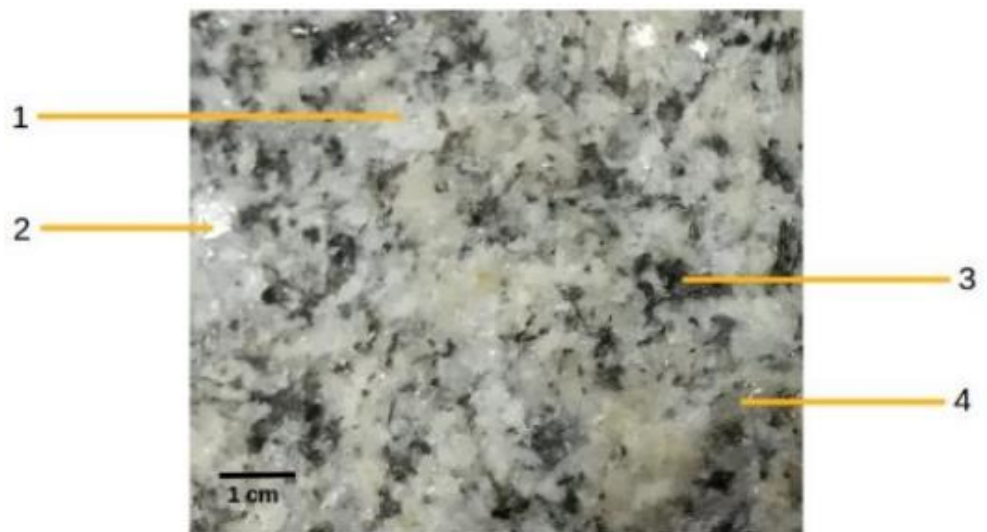
Durée conseillée : 1 h 45

Le sujet comporte **5 exercices indépendants** mais qui traitent de différentes approches des chaînes de montagnes anciennes comme la chaîne Hercynienne ou récentes comme les Alpes et la chaîne Himalayenne.

- Vous répondrez aux questions posées en construisant méthodiquement votre argumentation sur l'analyse des documents proposés et sur vos connaissances et en adéquation avec les consignes explicites propres à chaque question. Les réponses seront **précises, structurées et BRÈVES**.
- Au sein de chaque exercice, il est conseillé de traiter les **questions dans l'ordre** du sujet. Les **numéros** des questions et des documents étudiés seront clairement indiqués.
- Aucune introduction, ni conclusion ne sont demandées.
- Aucun document ne peut être découpé et collé sur la copie. Seule **l'ANNEXE** sera rendue avec la copie après avoir été complétée.

EXERCICE 1 – QUELQUES EXEMPLES DE ROCHES PRÉSENTES DANS LES CHAÎNES DE MONTAGNES FRANÇAISES

Les documents suivants présentent 4 roches trouvées à l'affleurement sur le territoire métropolitain dans des massifs montagneux anciens et/ou récents.



Document 1a. Echantillon A :
observation macroscopique
d'une roche échantillonnée
dans le Massif armoricain.
Les numéros indiquent les
minéraux à identifier.




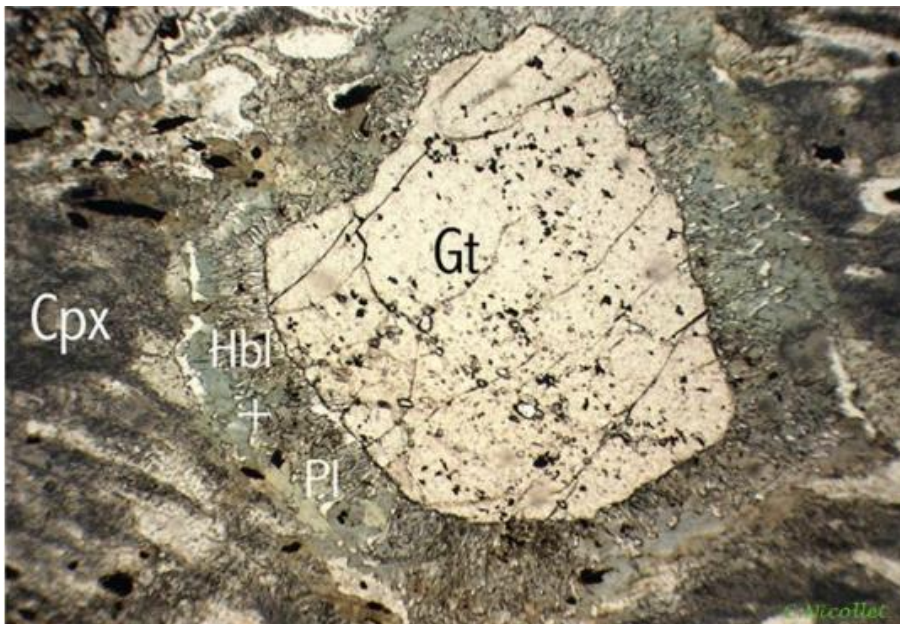
Document 1b. Echantillon macroscopique B d'une roche extraite du Bas-Limousin (Massif central).
Les numéros indiquent les minéraux à identifier.



Document 1c. Observation sur le terrain de l'échantillon C.


La roche fait effervescence à l'acide.

Barre d'échelle : 1 cm 



Document 1d. Observation microscopique de l'échantillon D.

Lumière polarisée non analysée (microscope polarisant).

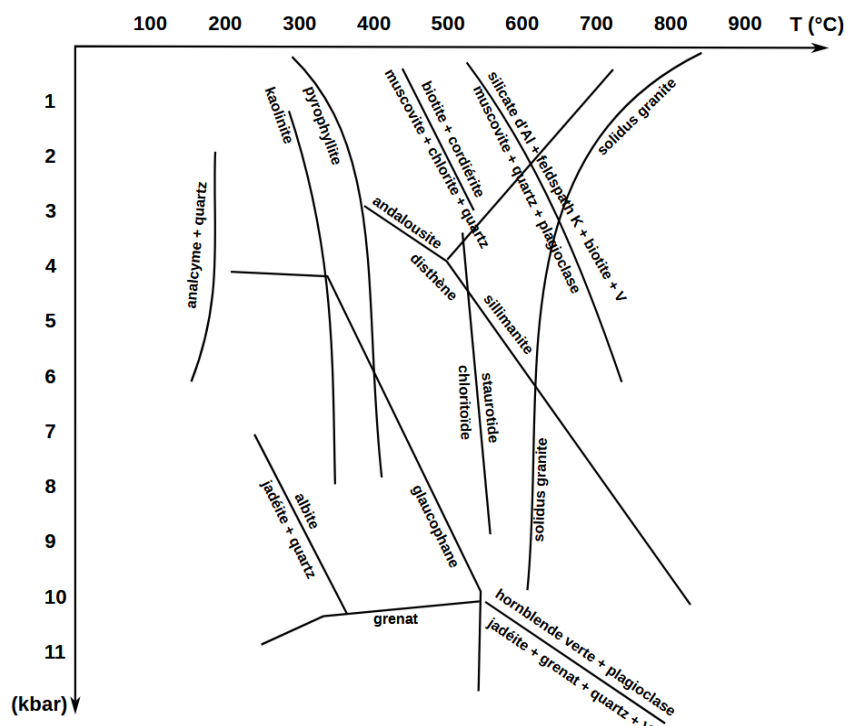
Barre d'échelle : 1 mm 

Cpx : clinopyroxène (jadéite),
Gt : grenat, Hbl : hornblende,
Pl : plagioclase.

Document 1e. Diagramme Pression-Température (en kbar et °C).

Silicate d'Al = silicates d'alumine (andalousite, disthène, sillimanite) ;
V = vapeur d'eau.

Ce document se trouve en annexe p.17



Question 1a : A quelle(s) catégorie(s) de roches appartiennent ces échantillons ? **Justifiez** brièvement.

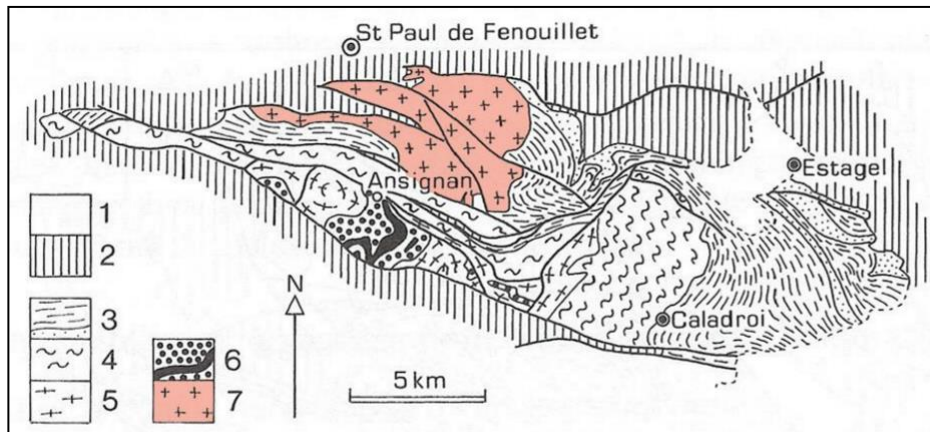
Question 1b : A partir de l'analyse structurale et minéralogique de chaque échantillon, **déterminez** le plus précisément possible les conditions de leur genèse.

Votre analyse s'accompagnera de l'identification des minéraux fléchés pour les échantillons A et B. Pour certains échantillons le **document 1e** doit vous permettre de préciser votre analyse.

Question 1c : Les roches C et D proviennent des Alpes, **précisez** en le justifiant dans quelle(s) grande(s) zone(s) structurale (s) elles ont été échantillonnées.

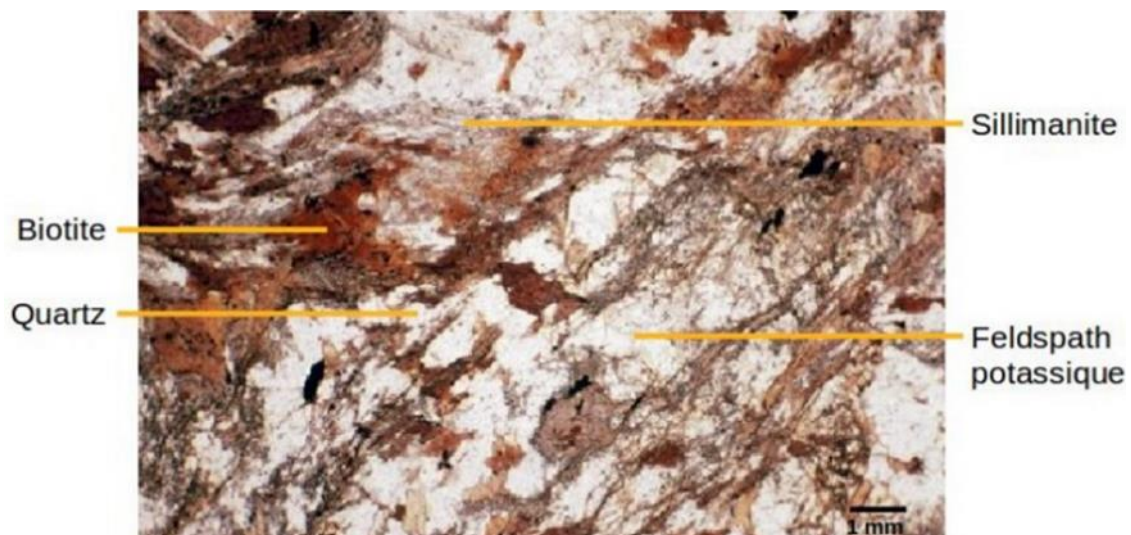
EXERCICE 2 - LE GRANITE DE SAINT ARNAC

Le granite de Saint Arnac se situe dans le massif de l'Agly, au sein des Pyrénées orientales



Document 2a. Carte du massif paléozoïque de l'Agly (Pyrénées orientales).

1 : Quaternaire ; 2 : terrains secondaires ; 3 : terrains paléozoïques quartzo-pélitiques plus ou moins métamorphiques ; tirets : métapélites ; pointillés : quartzites siluriens ; 4 : gneiss migmatitique de Belesta ; 5 : gneiss migmatitique de Caramany ; 6 : charnockite d'Ansignan et roches mafiques associées (noir) ; 7 : granite de Saint Arnac.



Document 2b. Lame mince d'une roche extraite du massif paléozoïque de l'Agly (terrain n°3 (tirets) du document 2a), observée en lumière polarisée non analysée au microscope polarisant.

Question 2a : Sur la carte (document 2a), **identifiez** le lien entre la roche présentée dans le document 2b et le granite de Saint Arnac.

Question 2b : Grâce aux informations du document 2b, **placez** cette roche dans le diagramme Pression-Température (document 1e) en annexe (à compléter et à rendre avec la copie) ; **argumentez** votre réponse.

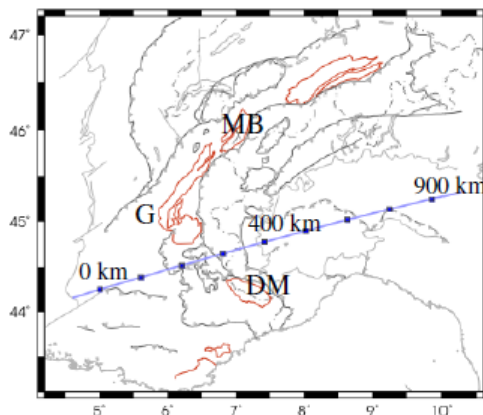
Question 2c : En vous aidant de ce diagramme et vos analyses précédentes, **formulez** une hypothèse sur la formation du granite de Saint Arnac.

EXERCICE 3 - DES DONNÉES GÉOPHYSIQUES SUR LES ALPES

Une étude sismique a été réalisée à travers les Alpes.

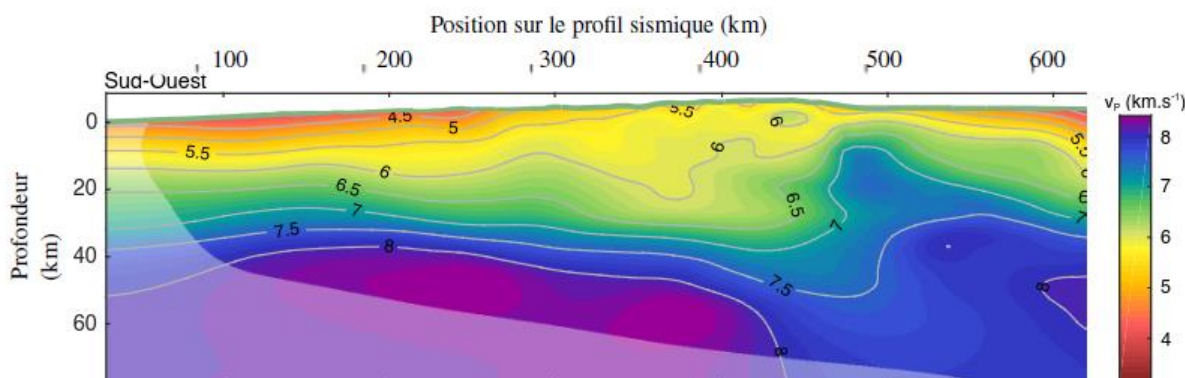
Document 3.1. Tomographie présentant la vitesse des ondes P entre 0 et 80 km.

(source : Bertrand Potin. « Les Alpes occidentales : tomographie, localisation de séismes et topographie du Moho ». Thèse de Doctorat, Géophysique Université Grenoble Alpes, 2016).



Tracé du profil sismique
Les points correspondent au calage kilométrique

MB Mont Blanc
G Grenoble
DM Dora Maira



Question 3.1a : Expliquez de manière concise le principe de la tomographie sismique.

Question 3.1b : Proposez une hypothèse sur la nature du matériau ayant des vitesses v_p inférieures à 6,5 km/s et sur le matériau ayant des vitesses v_p supérieures à 7,0 km/s.

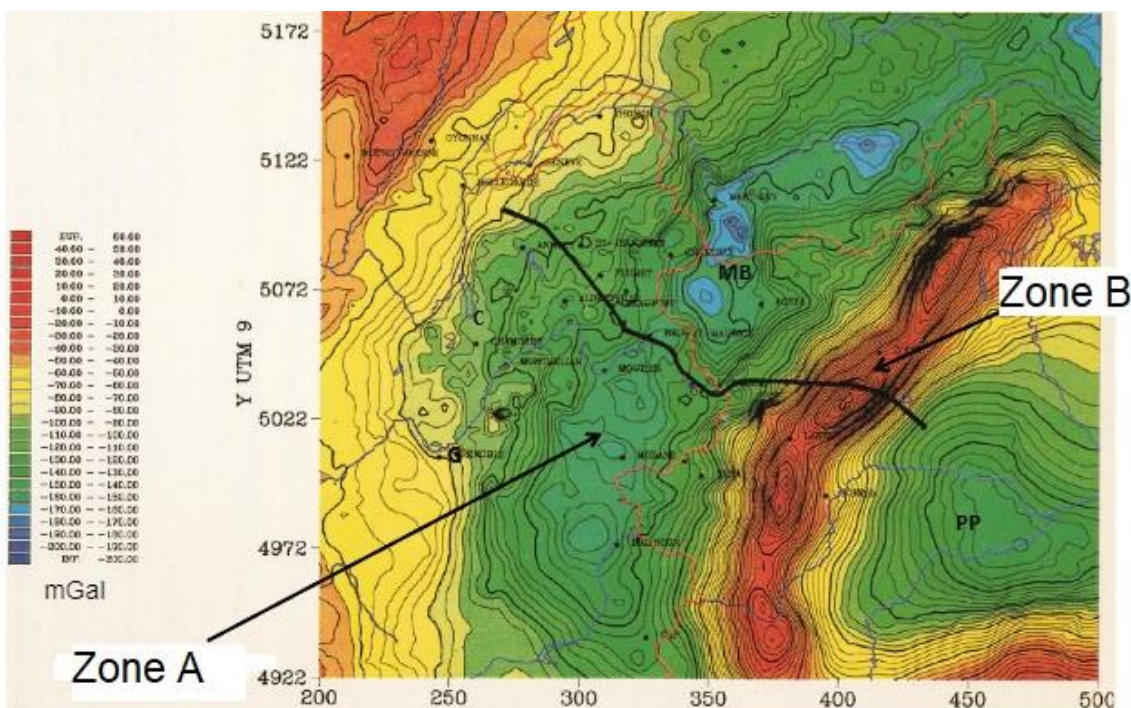
Question 3.1c : Dégagez l'information essentielle de l'analyse du document 3.1.

On dispose également de données gravimétriques.

Document 3.2. Carte des anomalies de Bouguer dans les Alpes franco-italo-suisse (ne pas tenir compte du trait noir sur la carte).

G Grenoble,
C Chambéry,
MB Mont Blanc (4810 m),
PP plaine du Pô.

(Source : Bouligand Claire, université Joseph Fourier, Grenoble)



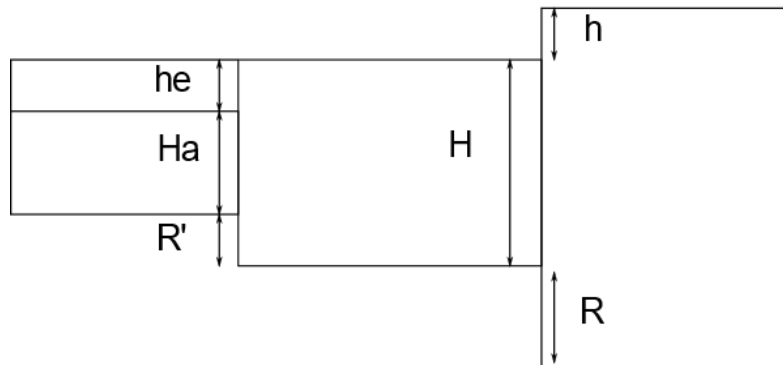
Question 3.2a : Expliquez brièvement ce qu'est l'anomalie de Bouguer. Indiquez quelle est la signification d'anomalies négatives et d'anomalies positives.

Question 3.2b : Formulez une hypothèse pour expliquer les zones A et B désignées par les flèches sur le document 3.2.

Le schéma ci-dessous présente une croûte continentale épaissie, normale et amincie.

Grâce à l'équilibre isostatique, la croûte épaissie a une altitude h et une racine d'épaisseur R .

La croûte amincie présente une épaisseur H_a , plus faible que H , un déficit de relief comblé par de l'eau (profondeur h_e) et présente une anti-racine d'épaisseur R' .



Question 3.3a : Définissez en une phrase l'isostasie. Indiquez quel modèle isostatique est ici utilisé.

Question 3.3b : Exprimez la relation existant entre la racine R et l'altitude h dans le cas de la croûte épaissie à l'équilibre isostatique.

Application numérique : densité de la croûte continentale $\rho_c = 2,8$; densité du manteau lithosphérique $\rho_m = 3,3$

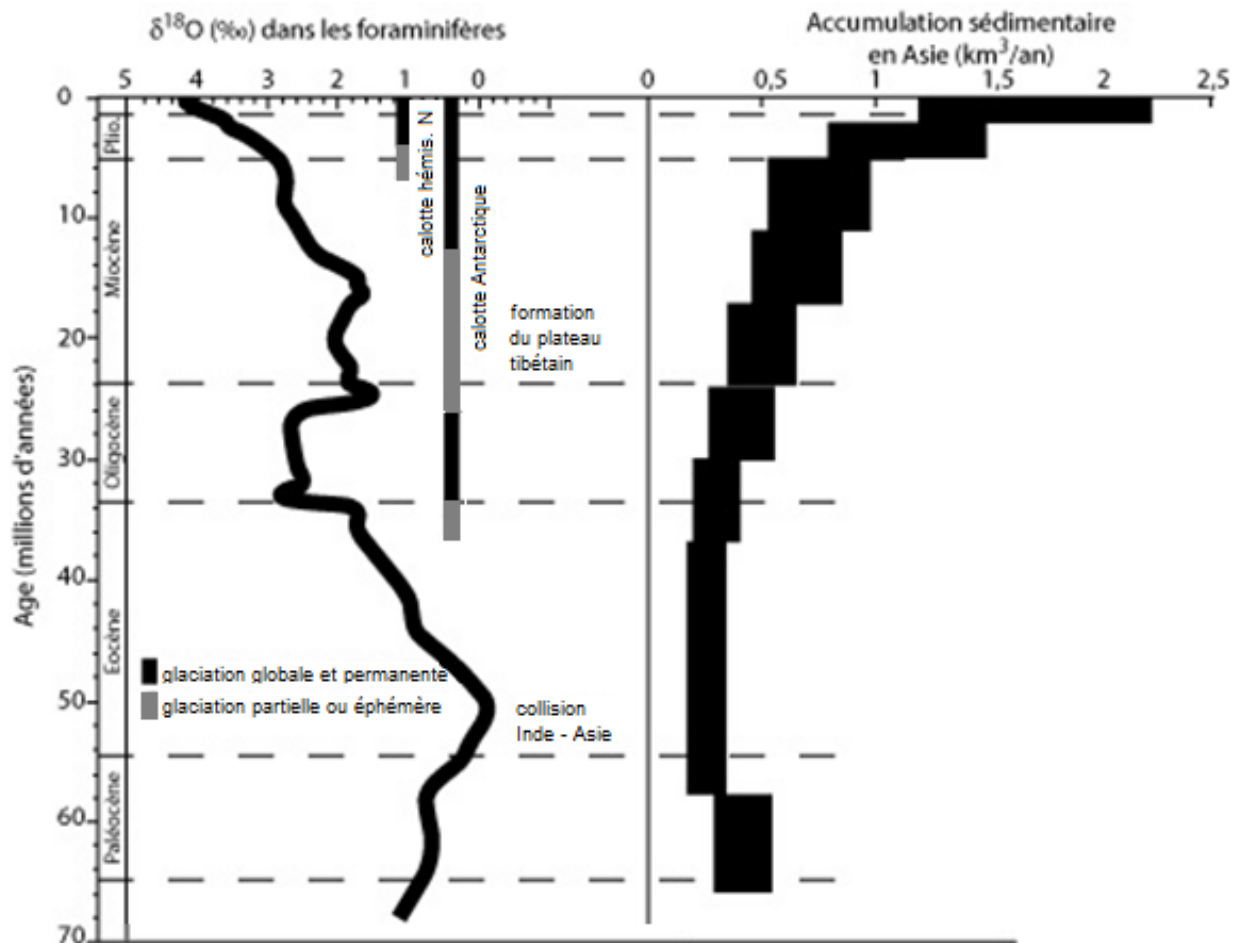
Question 3.3c : Déterminez l'épaisseur de la racine R attendue dans une région où l'altitude est de 4000 m. Indiquez si votre résultat est en accord avec les données du document 3.1. Justifiez votre réponse.

EXERCICE 4 – FORMATION DES CHÂÎNES DE MONTAGNES ET VARIABILITÉ CLIMATIQUE

Le document 4 montre l'évolution du rapport isotopique de l'oxygène des coquilles de Foraminifères benthiques depuis la limite Crétacé-Tertiaire, ainsi que la température des eaux profondes de l'océan.

Quelques évènements climatiques et tectoniques majeurs sont indiqués.

À droite, se trouve la courbe donnant la masse de sédiments accumulés dans les bassins sédimentaires asiatiques sur la même période.



Document 4. Evolution climatique depuis le Crétacé et accumulation sédimentaire.

La collision Inde-Asie est à l'origine de la formation de la chaîne Himalayenne.
(source sujet ENS 2006)

Question 4.1 : Rappelez la définition du $\delta^{18}O$. **Précisez** la nature des informations déduite de l'évolution du rapport isotopique de l'oxygène des coquilles de Foraminifères benthiques.

Question 4.2 : Équilibrez la réaction d'altération d'un feldspath plagioclase de type albite ($NaAlSi_3O_8$) en minéral argileux ($Si_2Al_2O_5(OH)_4$).

Question 4.3 : En utilisant les informations fournies par le document 4 et la réaction d'altération établie à la question précédente, **expliquez** comment la formation de chaînes de montagne peut influencer le climat à l'échelle des temps géologiques.

Question 4.4 : Indiquez quels autres facteurs non liés à la géodynamique interne sont susceptibles d'expliquer les variations climatiques à l'échelle des temps géologiques (dix lignes maximum).

EXERCICE 5 – DES DONNÉES STRUCTURALES DANS LES CHAÎNES DE MONTAGNES

A partir de l'extrait de carte de Charpey au 1/50 000 (voir carte et légende couleur fournies) :
Voir carte en NB sur l'annexe p. 16 pour la localisation de la faille A et de la strate m1.

Question 5.1 : Analysez le pendage de la faille A. **Indiquez** la nature de cette faille.

Question 5.2 : Repérez sur quels terrains repose la strate m1. Que pouvez-vous conclure ?

Question 5.3 : Réalisez un schéma structural de cet extrait de carte

Biologie

Durée conseillée : 1 h 45

« Quelques éléments de la physiologie des Téléostéens (à différentes échelles) »

Vous répondrez aux questions posées en construisant méthodiquement votre argumentation sur l'analyse des documents proposés et sur vos connaissances, en adéquation avec les **consignes explicites** propres à chaque question. Les réponses seront **précises, concises, et structurées**.

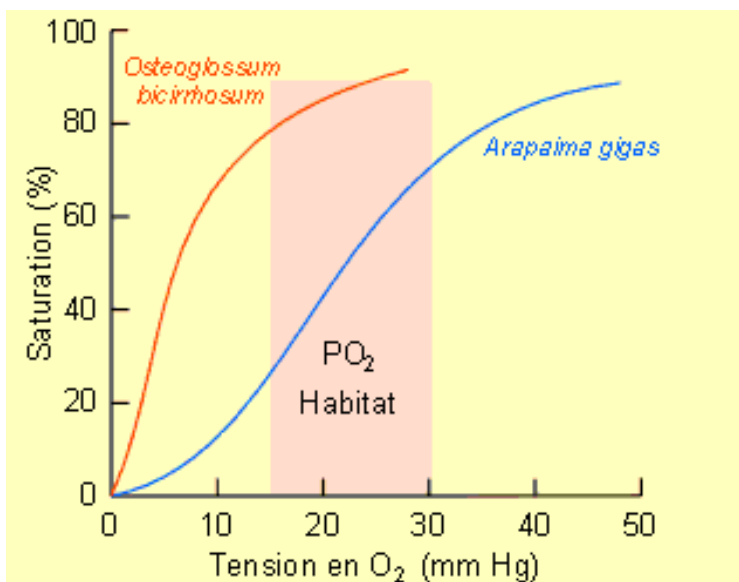
Le sujet comporte 4 thèmes. Les thèmes 2 et 3 ne sont pas indépendants Il est conseillé de traiter les questions dans l'ordre du sujet. Les numéros des questions et des documents étudiés seront clairement indiqués.

Les barres verticales sur les graphes et histogrammes représentent l'écart-type ou l'erreur standard à la moyenne. On admettra que les résultats sont différents si les barres d'erreurs ne se chevauchent pas.

« UA » signifie « unité arbitraire ».

THEME 1 : L'APPROVISIONNEMENT EN DIOXYGENE DES TÉLÉOSTÉENS

- **Certaines espèces de Téléostéens vivant dans les eaux douces d'Amazonie possèdent une respiration bimodale** : ils sont capables de respirer dans l'air et dans l'eau. C'est le cas d'une des deux espèces dont les courbes de dissociation du dioxygène sont présentées par le document 1.



Document 1 : Courbes de dissociation du dioxygène du sang à pH 7,4 et à 28 °C de deux espèces de Téléostéens amazoniens, l'une strictement aquatique, l'autre à respiration bimodale : une respiration aérienne obligatoire s'ajoute à la respiration aquatique. La PO_2 dans l'eau varie entre 15 et 30 mm Hg, dans l'air elle est de 150 mm Hg.

Question 1 : En utilisant uniquement vos connaissances, donnez trois caractéristiques des surfaces d'échanges respiratoires des Téléostéens.

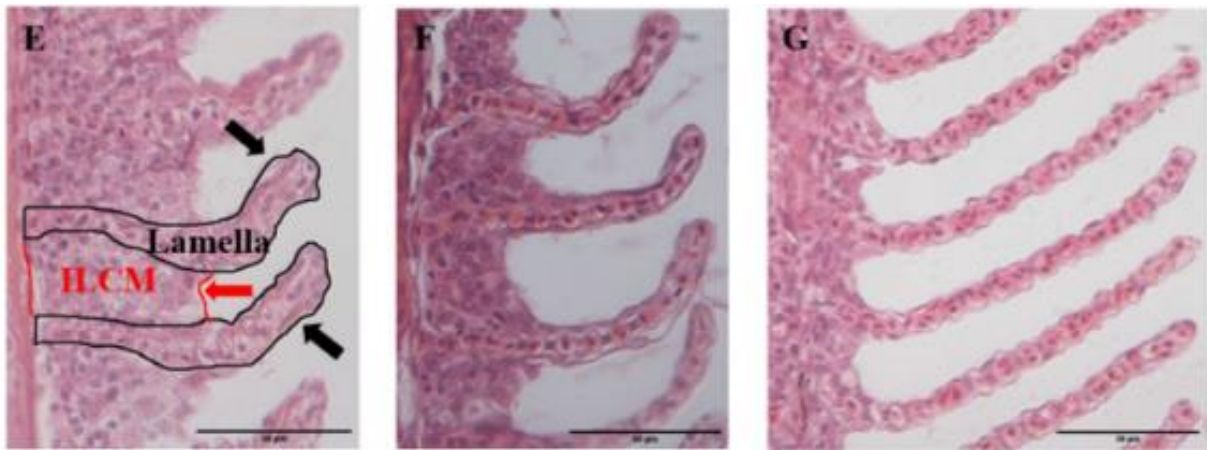
Question 2 : A partir de l'analyse quantifiée du document 1, précisez en le justifiant quelle espèce, *Arapaima* ou *Osteoglossum*, possède une respiration bimodale.

- **L'acclimatation à des conditions variables de disponibilité en O_2**

Megalobrama amblycephala est une espèce de Téléostéen d'eau douce que l'on trouve dans les lacs du bassin du Yangtze, en Chine, où la teneur en O_2 est susceptible de varier. Cette espèce est de plus élevée en pisciculture.

Des individus de cette espèce ont été placés provisoirement dans des conditions d'hypoxie. Certains individus sont prélevés à J0 (situation initiale : normoxie), J+4 (après 4 jours d'hypoxie) et J+7 (après 7 jours d'hypoxie).

L'organisation de leurs branchies est observée au microscope (document 2).



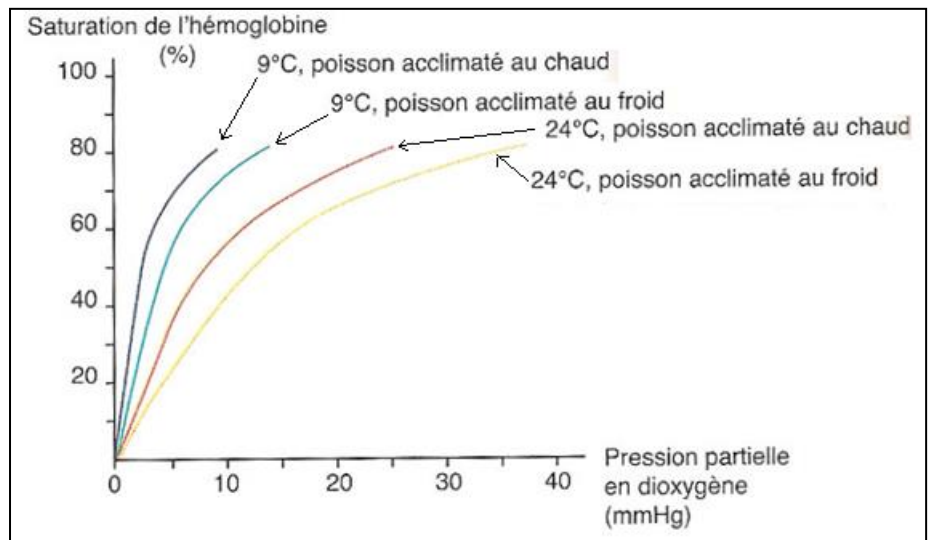
Document 2 : Observation microscopique des lamelles branchiales chez le Téléostéen *Megalobrama amblycephala* après 4 (F) et 7 (G) jours d'hypoxie. L'image E correspond à la situation initiale. Barre d'échelle : 100 μ m

Question 3 : Décrivez les modifications observées.

Question 4 : Expliquez-en quoi ces modifications traduisent une acclimatation à l'hypoxie.

• **L'acclimatation à des conditions variables de température**

Des poissons téléostéens sont maintenus pendant plusieurs semaines dans des conditions de température hivernales (« acclimaté au froid ») ou estivales (« acclimaté au chaud »), puis transférés dans une eau à 9 °C ou à 24 °C.



Document 3. Courbes de dissociation de l'hémoglobine de poissons téléostéens acclimatés au froid ou au chaud, placés dans différentes conditions de température.

Question 5 : A partir de l'analyse du document 3, dégagez l'effet de la température du milieu de vie sur l'hémoglobine.

Question 6 : Formulez une hypothèse expliquant les différences observées en vous appuyant sur vos connaissances concernant les Mammifères.

Température d'acclimatation	Concentration sanguine en hémoglobine (mmol.L ⁻¹)	Concentration sanguine en nucléosides tri-phosphates (mmol.L ⁻¹)	Rapport des concentrations sanguines en hémoglobine et nucléosides tri-phosphate
5°C	1,36 ± 0,39	1,04 ± 0,15	1,31 ± 0,42
22°C	1,43 ± 0,22	1,19 ± 0,12	1,21 ± 0,21

Document 4. Concentration sanguines en hémoglobine et en nucléosides triphosphate (dont 90 % d'ATP) chez deux lots de truites acclimatées pendant 12 semaines respectivement à 5 °C et 22 °C. L'ATP joue un rôle similaire chez les poissons téléostéens à celui du 2,3 BPG chez les Mammifères.

Question 7 : Les données du document 4 vous permettent-elles de valider votre hypothèse ? Que pouvez-vous conclure concernant les modalités d'acclimatation à la température pour l'approvisionnement en O₂ ?

THEME 2 : ORIGINE DE LA TTX CHEZ LES TÉTRAODONTIDÉS

Ces informations importantes sont à prendre en compte pour répondre aux questions.

Les poissons téléostéens de la famille des Tétrodontidés ont la capacité à se gonfler d'eau en cas d'exposition à un danger, ce qui explique qu'ils soient communément appelés « poissons-globes ».

Cette capacité s'accompagne d'adaptations au niveau de la peau, qui est en particulier dépourvue d'écaillés.

Certaines espèces, appartenant en particulier aux genres *Takifugu* et *Tetraodon*, présentent une toxicité pour l'être humain, par contact ou par ingestion. Les premiers symptômes sont des picotements et fourmillement dans la bouche, puis une paralysie des doigts et des membres.

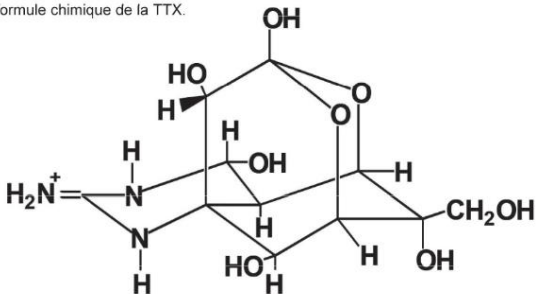
Ils sont ainsi responsables de plusieurs accidents mortels chaque année.



Poisson-globe de l'espèce *Takifugu niphobles*

<https://animalia.bio/fr/grass-puffer>

formule chimique de la TTX.



Cette toxicité est corrélée à la présence de tétrodotoxine (TTX), dont on se propose ici d'étudier l'origine et le mode d'action.

Les toxines sont présentes dans les ovaires, l'intestin, le foie et la peau de ces poissons.

L'abréviation "TTX" pour "tétrodotoxine" est autorisée.

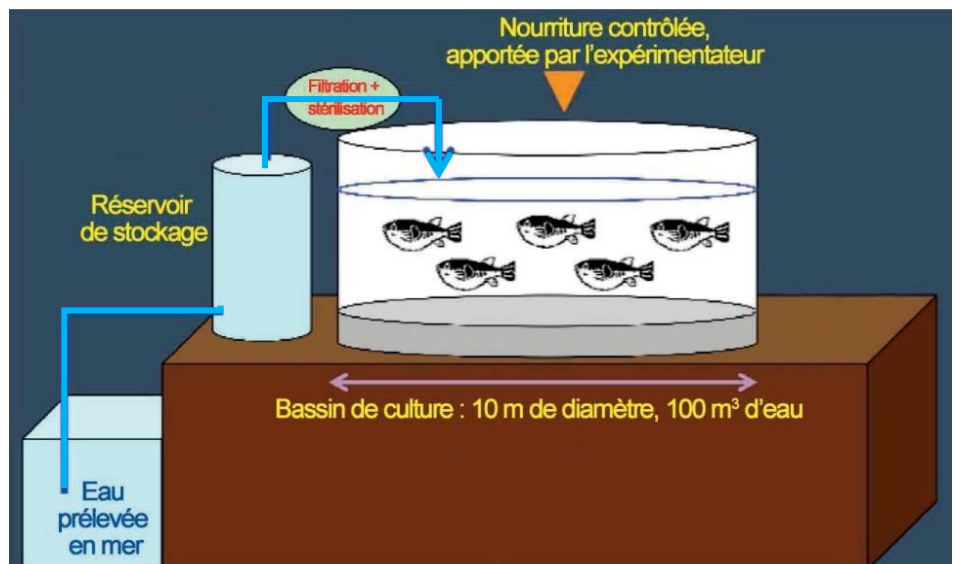
Les analyses présentées ont été effectuées sur plusieurs espèces de poissons-globes toxiques. Sauf mention contraire, les résultats obtenus peuvent être considérés comme valables pour l'ensemble des espèces étudiées.

Les poissons-globes juvéniles se nourrissent de plancton (zooplancton surtout). Les adultes se nourrissent de petits animaux (Mollusques, Arthropodes...).

L'origine de la TTX présente chez les poissons-globes a longtemps été discutée, avec deux hypothèses principales :

- hypothèse A = une origine endogène : les poissons-globes produisent eux-mêmes la TTX ;
- hypothèse B = une origine exogène : les poissons-globes ne produisent pas la TTX eux-mêmes, mais sont capables de l'accumuler à partir d'aliments ingérés qui en contiennent.

Afin de tester ces hypothèses, des chercheurs japonais ont mis au point un système expérimental permettant d'élever des poissons-globes en captivité. Le système est schématisé ci-contre.

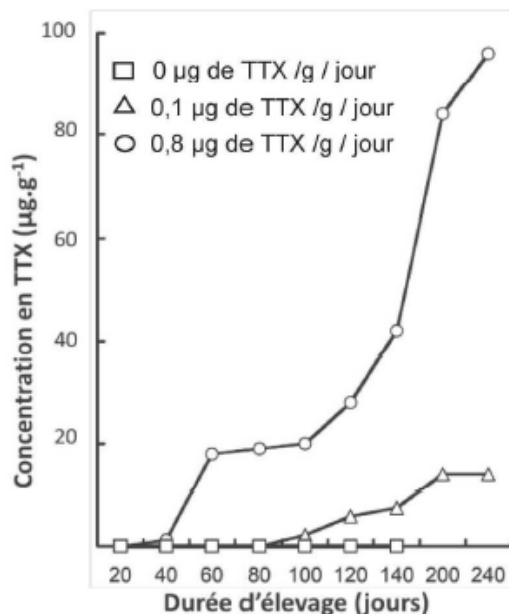


Question 8 : Ce dispositif permet-il de tester les deux hypothèses ? Justifiez votre réponse.

Dans trois bassins similaires à celui présenté précédemment, les chercheurs japonais ont élevé pendant 240 jours des poissons-globes de l'espèce toxique *Takifugu rubripes* en leur fournissant des aliments contenant de la TTX en dose variable. Ils ont régulièrement prélevé des poissons dans chaque bassin, et ont mesuré la concentration en TTX présente dans leur foie.

Document 5. Concentration en TTX dans le foie de *Takifugu* élevés dans différentes conditions :

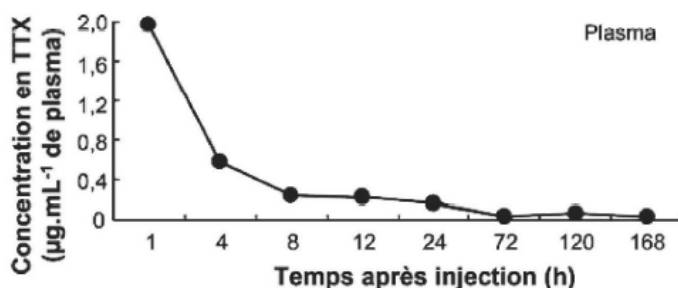
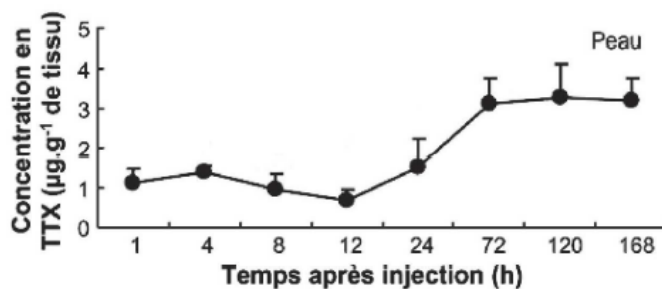
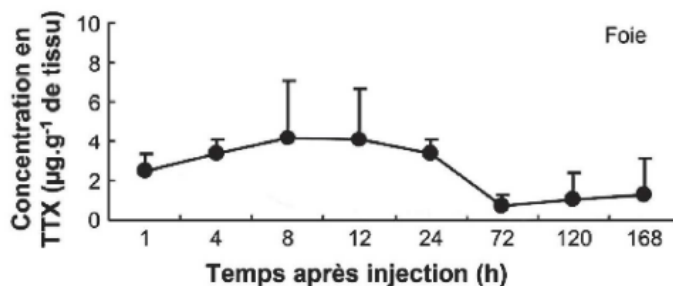
- Expérience 1 (carrés blancs) : apport alimentaire de 0 pg de TTX / g de masse corporelle / jour.
 - Expérience 2 (triangles blancs) : apport alimentaire de 0,1 pg de TTX / g de masse corporelle / jour.
 - Expérience 3 (ronds blancs) : apport alimentaire de 0,8 pg de TTX / g de masse corporelle / jour.
- (n = 5 individus par point).



Question 9 : A partir de l'exploitation du document 5, déterminez l'origine de la TTX présente chez *Takifugu rubripes*.

Document 6. Etude de la teneur en TTX de différents tissus après injection intramusculaire de TTX.

Chez des poissons-globes élevés dans les conditions de l'expérience 1 du document 5, les chercheurs ont réalisé des injections intramusculaires de 10 pg de TTX. À intervalles réguliers après l'injection, des poissons sont prélevés et les concentrations en TTX sont mesurées dans le foie, la peau et le plasma sanguin. Les résultats sont présentés ci-dessous, chaque point correspondant à la moyenne de 5 mesures. Pour le plasma, les barres d'erreur ne sont pas présentées car extrêmement réduites.



Question 10a : Dans l'expérience du document 6, justifiez l'intérêt d'apporter la TTX par une injection intramusculaire.

Question 10b : A partir de l'exploitation des résultats présentés, proposez une succession d'étapes permettant d'expliquer ces résultats.

THEME 3 : FONCTION DE LA TTX CHEZ LES TÉTRAODONTIDÉS ET MÉCANISME À L'ORIGINE DE SA TOXICITÉ

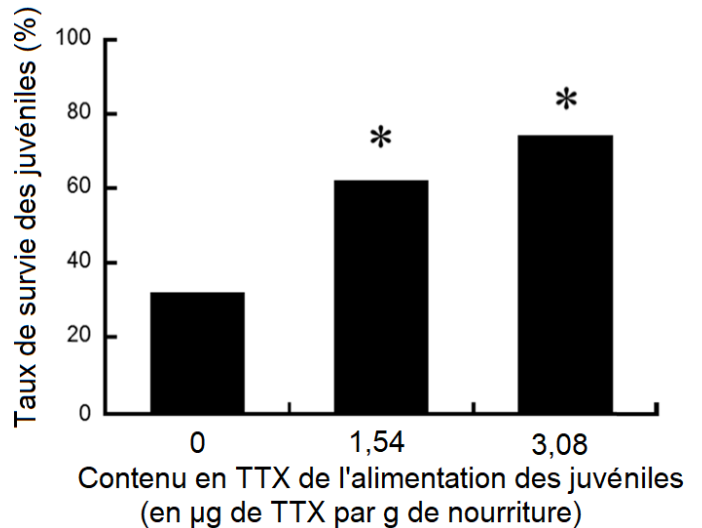
L'injection de 20 pg de TTX conduit en 2 h à la mort d'une souris adulte d'environ 20 g. On considérera que les résultats obtenus pour la souris sont transposables au xénope et au homard.

Document 7.

Des juvéniles de poissons-globes sont élevés dans 3 bassins similaires, contenant de l'eau de mer non filtrée riche en phytoplancton et en zooplancton.

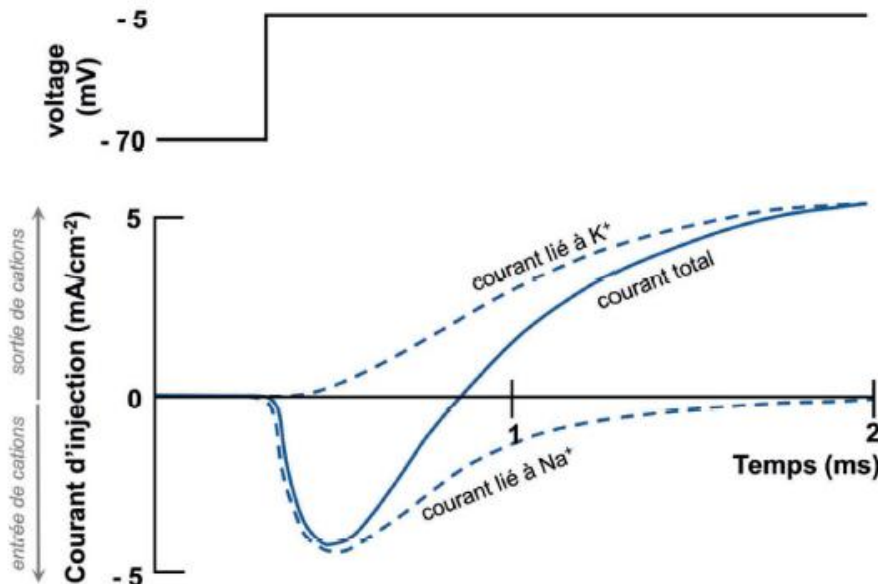
Chaque groupe (n = 100 juvéniles) est alimenté pendant 10 jours avec une nourriture contenant ou non de la TTX. Après 10 jours, 50 poissons prédateurs (bar japonais, *Lateolabrax japonicus*) sont introduits dans chacun des bassins. Au bout de 5 jours de coexistence, le nombre de juvéniles survivants est compté.

Les astérisques indiquent des résultats significativement différents, par rapport à la condition où l'apport alimentaire en TTX est nul.



Question 11 : Présentez brièvement les résultats du document 7 et proposez une hypothèse concernant la fonction de la TTX chez les poissons-globes.

Afin de comprendre les mécanismes à l'origine de la toxicité de la TTX, des études sont menées sur des axones de différents animaux.



Document 8. Résultats d'études d'axones de Xénope réalisées par la méthode du voltage imposé.

Le graphique correspond à une synthèse construite à partir des résultats de plusieurs expériences, qui ont permis de distinguer la part du courant liée aux ions Na⁺ et la part du courant liée aux ions K⁺.

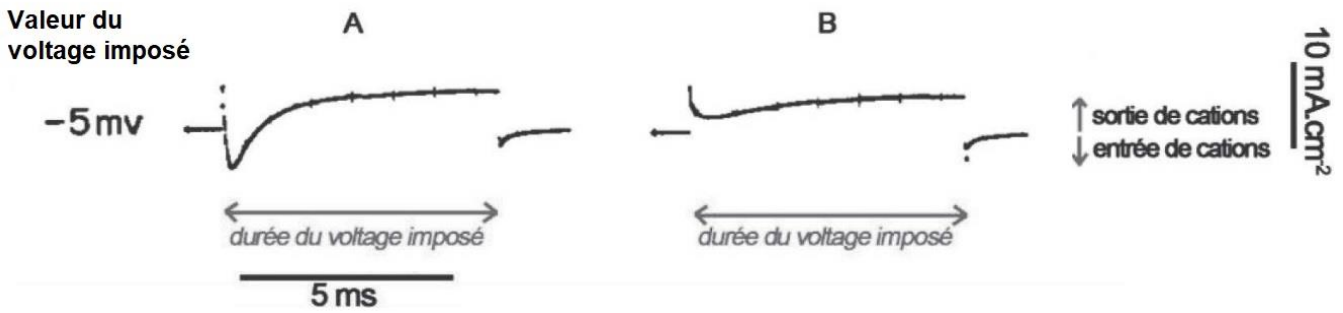
Question 12a : Expliquez brièvement le principe de la méthode du voltage imposé.

Question 12b : Mettez en relation les résultats du document 8 et les variations de la perméabilité membranaire de l'axone.

Document 9.

Des expériences similaires de voltage imposé sont réalisées sur des axones de homard. Les graphiques ci-dessous présentent les courants globaux (sans distinction de la part liée à Na⁺ et de la part liée à K⁺) mesurés pour un voltage imposé de -5 mV.

- A : en l'absence de TTX
- B : en présence de TTX à 30 ng.mL⁻¹



Question 13 : A partir de l'exploitation du document 9, déterminez les effets de la TTX sur les courants transmembranaires d'ions, puis proposez un mode d'action permettant d'expliquer la toxicité de la TTX observée chez l'être humain.

Document 10.

Des expériences de mutagenèse dirigée ont été réalisées chez le rat. On obtient ainsi des versions du canal Na⁺ voltage-dépendant Nav1.2, différant de la protéine sauvage par un seul acide aminé.

Chaque variant protéique est nommé d'après l'acide aminé présent initialement dans la séquence sauvage, sa position dans la séquence, et l'acide aminé qui le remplace. Le variant R379Q correspond par exemple à une mutation de l'arginine 379 en glutamine.

Les formules des acides aminés et leur code à une lettre sont fournis en annexe p. 16.

Des ovocytes de Xénope ont été transfectés par un protocole de transgénèse, chacun exprimant une des versions du canal Nav1.2 du rat. Grâce à des expériences de voltage imposé réalisées sur ces ovocytes, il a été possible de déterminer la concentration en TTX nécessaire pour obtenir une réduction de 50 % du courant entrant de Na⁺, notée IC₅₀.

Version	IC ₅₀ (nmol.L ⁻¹)
Sauvage	18 ± 4
R379Q	17 ± 2
Q383E	28 ± 3
D384E	55 ± 30
D384N	> 10 000
E387Q	> 10 000
E387S	> 10 000
N388R	37 ± 11
Q391K	28 ± 8
E942Q	> 10 000

Version	IC ₅₀ (nmol.L ⁻¹)
E945Q	2 800 ± 180
E945K	> 10 000
K1422E	> 10 000
M1425Q	240 ± 90
M1425K	> 10 000
D1426Q	9,8 ± 2,3
D1426K	7,1 ± 3,0
A1714E	990 ± 220
D1717Q	> 10 000
D1717K	4 100 ± 1 900

Question 14a : Justifiez l'intérêt des expériences de mutagenèse dirigée, dans le cadre de l'étude du mode d'action de la TTX.

Question 14b : Interprétez les résultats obtenus pour les versions sauvage, D384E et D384N.

**THEME 4 : ÉTUDE D'UNE PROTÉINE PRÉSENTE
DANS LES CELLULES ÉLECTRIQUES DU POISSON TORPILLE**

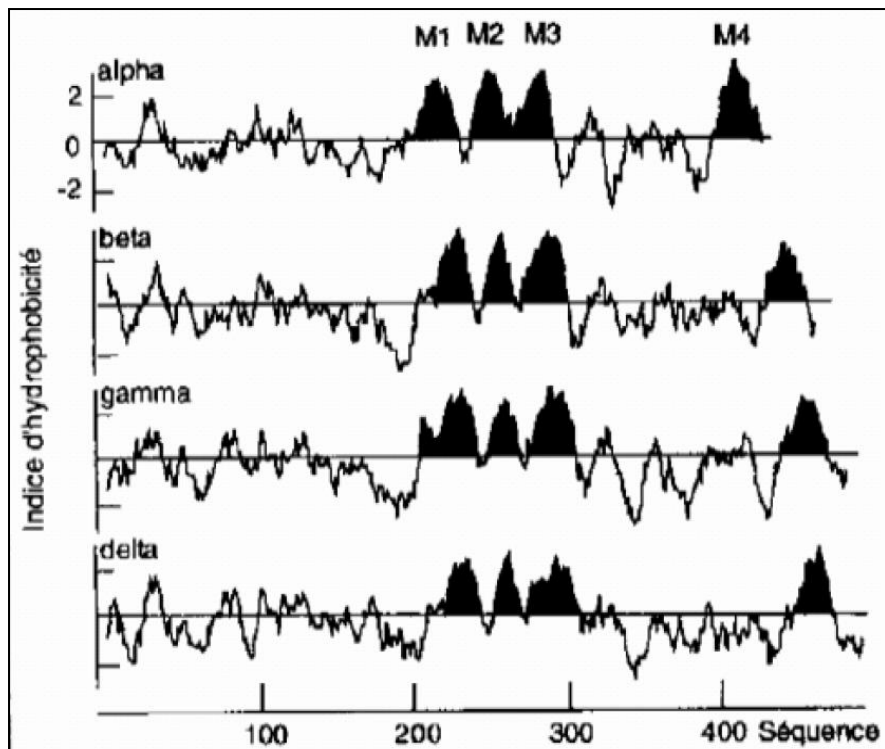
Les poissons torpille sont dotés d'organes électriques qui leur permettent de produire des décharges électriques de forte intensité. Ces organes sont composés de cellules électriques qui sont des cellules musculaires modifiées, et de terminaisons de neurone moteur libérant de l'acétylcholine.

La décharge simultanée de centaines de milliers de cellules musculaires modifiées correspond à une décharge électrique pouvant atteindre plusieurs ampères d'intensité, et plusieurs centaines de volts de tension (jusqu'à 220 V chez la torpille).



Torpille marbrée *Torpedo marmorata*
(longueur 40 cm)

On isole, dans les cellules électriques du poisson torpille, une protéine X constituée de 5 sous-unités (α , β , γ , δ). Une molécule d'acétylcholine peut se fixer sur chaque sous-unité α . La séquence de chaque sous-unité a été déterminée et comprend environ 500 résidus (i.e. acides aminés). Les différentes unités montrent des domaines homologues notés M (M1 à M4).

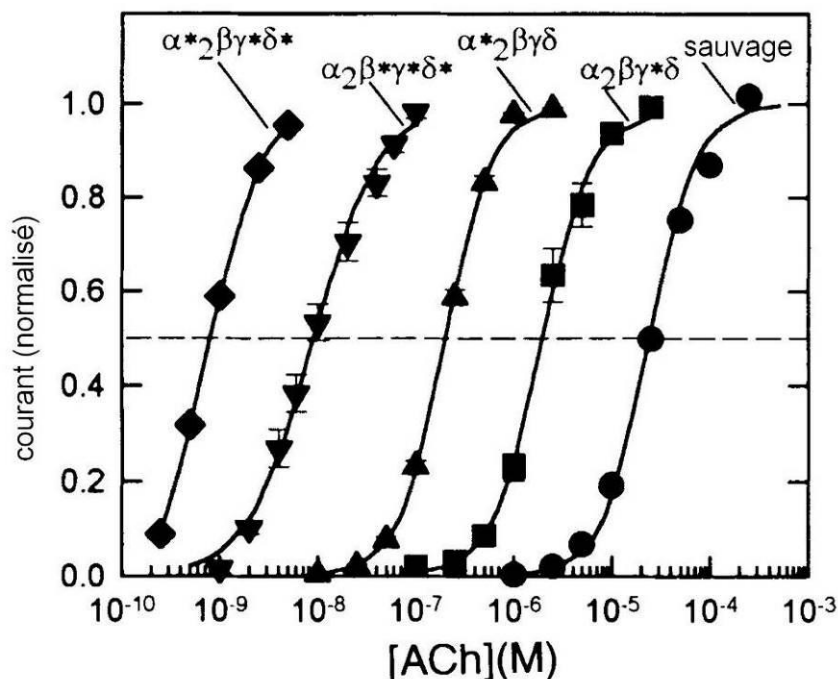


Document 11. Profil d'hydrophobicité des sous-unités de la protéine X.

Question 15 : Quelles informations apporte l'exploitation du document 11 sur la structure de cette protéine X et quelle hypothèse peut-on formuler concernant sa localisation ?

On étudie maintenant le fonctionnement des protéines X dont une ou plusieurs sous-unités présentent la même mutation : remplacement d'une leucine par une sérine en position 251, dans le domaine M2.

A l'aide de techniques appropriées, on mesure, sur la cellule entière, les courants ou les variations de potentiel membranaire obtenus pour des concentrations différentes d'acétylcholine dans le cas de protéines X sauvages (non mutées) et de protéines X diversement mutées. Les sous-unités mutées sont repérées par un astérisque.

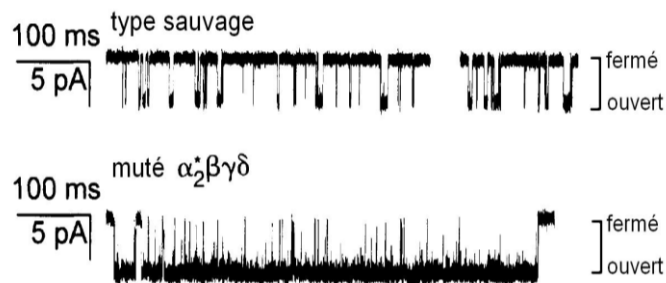


Document 12 : Enregistrements de courants transmembranaires en présence de différentes concentrations d'acétylcholine (ACh). Les résultats obtenus sont normalisés c'est-à-dire rapportés à la valeur maximale relevée avec la protéine sauvage (non mutée).

Question 16 : Analysez les effets de l'acétylcholine sur les différentes versions de la protéine X. Quelle caractéristique de cette protéine pouvez-vous en déduire ?

Les activités de deux protéines X isolées, l'une sauvage et l'autre mutée sur la sous-unité α (remplacement d'une leucine par une sérine en position 251, dans le domaine M2), sont comparées en présence d'une concentration d'acétylcholine de 25 μM .

Le temps est lu horizontalement, la barre 100 millisecondes (100 ms) indiquant l'échelle de temps. L'intensité des courants transmembranaires est lue verticalement, la barre 5 picoampères (5 pA) indiquant l'échelle des courants. On rappelle qu'une déviation vers le bas indique un courant entrant, une déviation vers le haut un courant sortant.



Document 13. Résultats de patch-clamp pour deux protéines X isolées en présence d'acétylcholine.

Question 17 : A partir de l'analyse précise des résultats observés, déterminez le rôle des domaines M2.

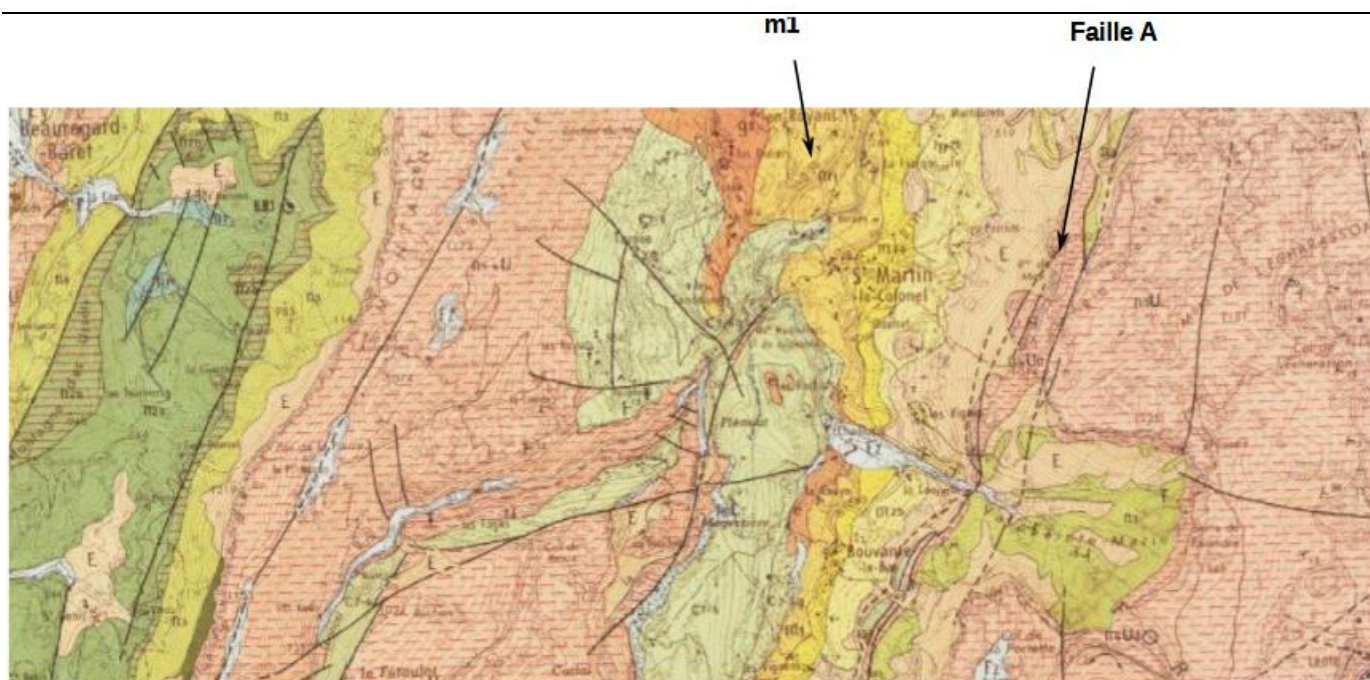
Question 18 : Expliquez l'effet de la mutation sur la protéine X.

Annexe

Formule chimique et code à une lettre des acides aminés.

Ce document n'est pas à analyser pour lui-même

Glycine G	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	Phénylalanine F	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_5 \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	Cystéine C	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{SH} \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$
Alanine A	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	Tryptophane W	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}_8\text{H}_6\text{N}_2 \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	Lysine K	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_3^+ \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$
Valine V	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH}(\text{CH}_3)_2 \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	Sérine S	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{OH} \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	Arginine R	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}-\text{C}(\text{NH}_2)=\text{NH}_2^+ \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$
Leucine L	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)_2 \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	Thréonine T	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}^*(\text{H})(\text{OH})-\text{CH}_3 \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	Histidine H	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}_4\text{H}_3\text{N}_2^+ \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$
Isoleucine I	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	Asparagine N	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})\text{NH}_2 \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	Aspartate D	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})\text{O}^- \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$
Méthionine M	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{S}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	Glutamine Q	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})\text{NH}_2 \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	Glutamate E	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})\text{O}^- \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$
Proline P	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}_2\text{C} \\ \\ \text{C}^2 \\ \\ \text{H} \end{array}$	Tyrosine Y	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OH} \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$		



Extrait de la carte de Charpey au 1 / 50 000 pour localisation de m1 et de la faille A.

NOM : Prénom :

Annexe à compléter et à rendre avec votre copie

