

Nom :

Prénom :

Devoir sur table n°5

SVT, ÉPREUVE SUR SUPPORT DE DOCUMENTS

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 des moyens autres que ceux fournis dans le sujet est interdit. La calculatrice est **interdite**.

Chaque candidat est responsable de la vérification de son sujet d'épreuve : pagination et impression de chaque page. Ce contrôle doit être fait en début d'épreuve. En cas de doute, il doit alerter au plus tôt le surveillant qui contrôlera et éventuellement remplacera le sujet.

Si, au cours de l'épreuve, un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il le signale sur sa copie et poursuit sa composition en expliquant les raisons des initiatives qu'il a été amené à prendre.

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, concises et structurées.

Géologie – Durée conseillée : 1 h 45

Thème : Quelques aspects de la géologie de l'Iran

Partie 1 – Étude géodynamique du Zagros et de la zone Sanandaj-Sirjan

Cette première partie se propose d'étudier à l'échelle du pays les deux régions les plus occidentales de l'Iran que nous allons étudier dans ce sujet : le Zagros et la zone Sanandaj – Sirjan. Les documents 1 à 5 présentent des résultats d'études géophysiques (gravimétrie, mesures sismiques, déformation et tomographie).

Question 1. Le doc 1 présente la position des principales limites de plaques. À partir de ce doc :

- Donnez des arguments permettant d'identifier l'Arabie comme une plaque indépendante.
- Identifiez le type de limite de plaque entre l'Arabie et l'Afrique.

Question 2. Analysez le doc 2 pour déterminer quelques caractéristiques de la croûte de la zone étudiée (Zagros/Sanandaj – Sirjan).

Question 3. À partir du doc 3 :

- Décrivez au premier ordre la norme et la direction des déplacements des stations dans le Zagros en fonction de leur distance à la station BES, et tirez-en des conclusions concernant la région au sud-ouest de la MZRF.
- Pourquoi les incertitudes sont-elles représentées sous la forme d'ellipses ?

Question 4. À partir du doc 4 et des observations faites à la question précédente :

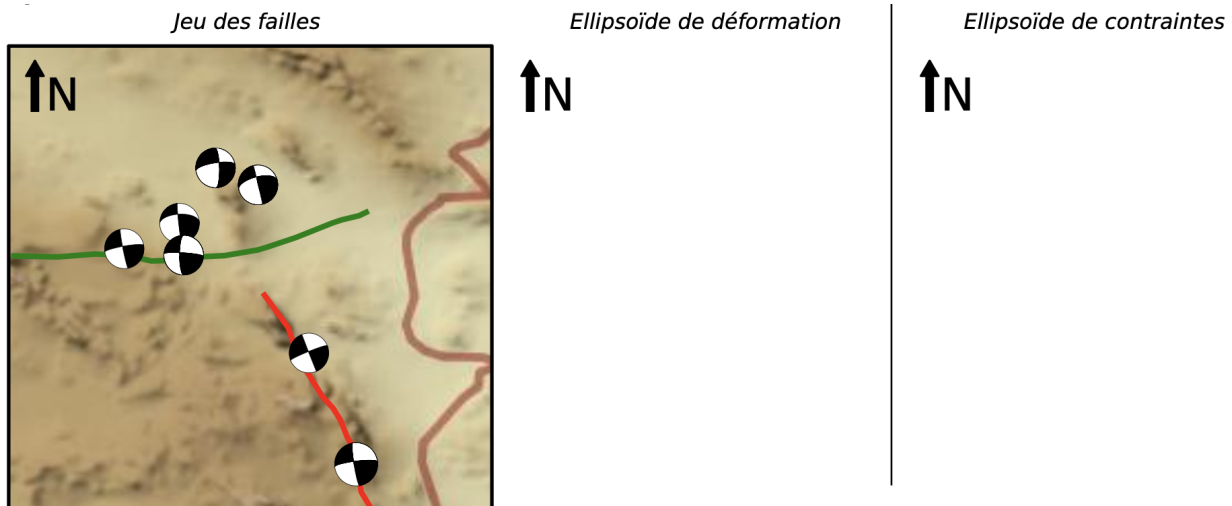
- Identifiez l'orientation et le jeu des principales failles actives dans le Zagros Sud (encart 1 du doc 4).
- Proposez une origine au jeu des séismes dans le Zagros dans son ensemble.

Question 5. Sur l'encart 2 du doc 4, deux failles du nord-est de l'Iran sont présentées ainsi que plusieurs symboles de mécanismes au foyer :

- Dans le cadre ci-dessous, dessinez le jeu des deux failles, puis proposez un lien entre ces deux failles que vous justifierez.
- Dessinez l'ellipsoïde de déformation associé à ces deux failles. Justifiez s'il est possible de représenter l'ellipsoïde des contraintes associé, et, si c'est le cas, représentez-le.
- Justifiez si le jeu de ces failles peut être expliqué par la même cause que les failles du Zagros.

Nom :

Prénom :



Question 6. Le doc 5 présente un interférogramme cosismique, réalisé avant et après un séisme ayant eu lieu dans le région de de Bam de 2006 (localisation dans le doc 4).

- Rappelez brièvement le principe de l'interférométrie radar.
- Pour chacun des deux points A et B, déterminez la valeur du déplacement occasionné par le séisme ; préciser, pour chaque point, s'il s'éloigne ou s'il se rapproche du satellite. Quelle donnée manque pour calculer le rejet de la faille lors du séisme ?

Question 7. Le doc 6 présente une tomographie sismique, dont la position est indiquée dans le doc 2.

- Présentez le principe d'obtention d'une tomographie et précisez ce que signifie « anomalie de vitesse. »
- Interprétez le profil tomographique puis précisez le contexte géodynamique de l'ouest Iranien (zones Zagros et Sanandaj – Sirjan).
- Proposez une hypothèse pour l'origine du mouvement relatif de la plaque Arabie par rapport à la plaque Eurasie.

Partie 2 – Les roches magmatiques et métamorphiques de la zone Sanandaj–Sirjan

Dans la zone Sanadaj – Sirjan, on trouve un complexe de roches magmatiques datées du mésozoïque et du cénozoïque. La composition chimique d'une de ces roches est donnée dans le doc 7.

Question 8

- Placez l'échantillon dans le diagramme du doc 8.
- À partir des diagrammes (docs 8 et 9), indiquez le(s) contexte(s) géodynamique(s) de mise en place de ces roches. Justifiez succinctement.

Question 9. A partir de la carte géologique du doc 10, caractérisez le type de métamorphisme de cette région, et précisez-en les causes.

Question 10. On présente dans le doc 11 des échantillons, à différentes échelles, d'une roche métamorphique (nommée X) prélevée dans le Sud de la région d'Hamadan, à proximité de Sarabi. Son protolithe est un gabbro.

- Montrez que la roche X a subi une fusion partielle lors du métamorphisme. Citez le nom d'une roche vue en cours, et formée par une fusion partielle en cours de métamorphisme. Peut-on donner à la roche X le même nom ?
- Commentez la nature et la genèse du « *mésosome* » et du « *leucosome*. »
- Dans la grille pétrogénétique (doc 12), placez la roche X (en précisant éventuellement les différentes hypothèses s'il y en a). Que pensez-vous de la précision de la détermination de la pression et de la température ?

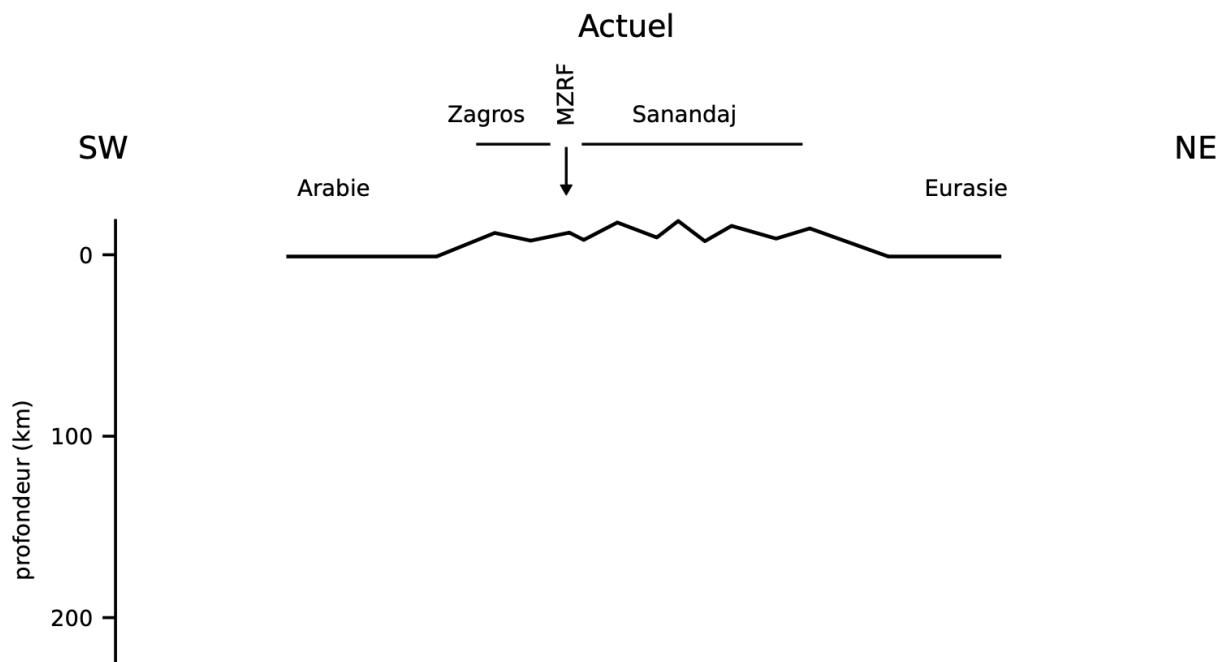
Nom :

Prénom :

Partie 3 – Bilan

Question 11 (POUR LES 2BioA SEULEMENT). À partir de l'ensemble des informations des deux premières parties, réalisez une coupe très simplifiée, qui présente la géodynamique actuelle du Zagros et de la zone Sanandaj-Sirjan. Votre coupe passera approximativement par le trait donné dans le doc 2a et rendra compte des conclusions tirées des différentes questions de cette partie. Un profil topographique approximatif est fourni (ci-dessous). Votre coupe prendra en compte une épaisseur réaliste des croûtes et des lithosphères.

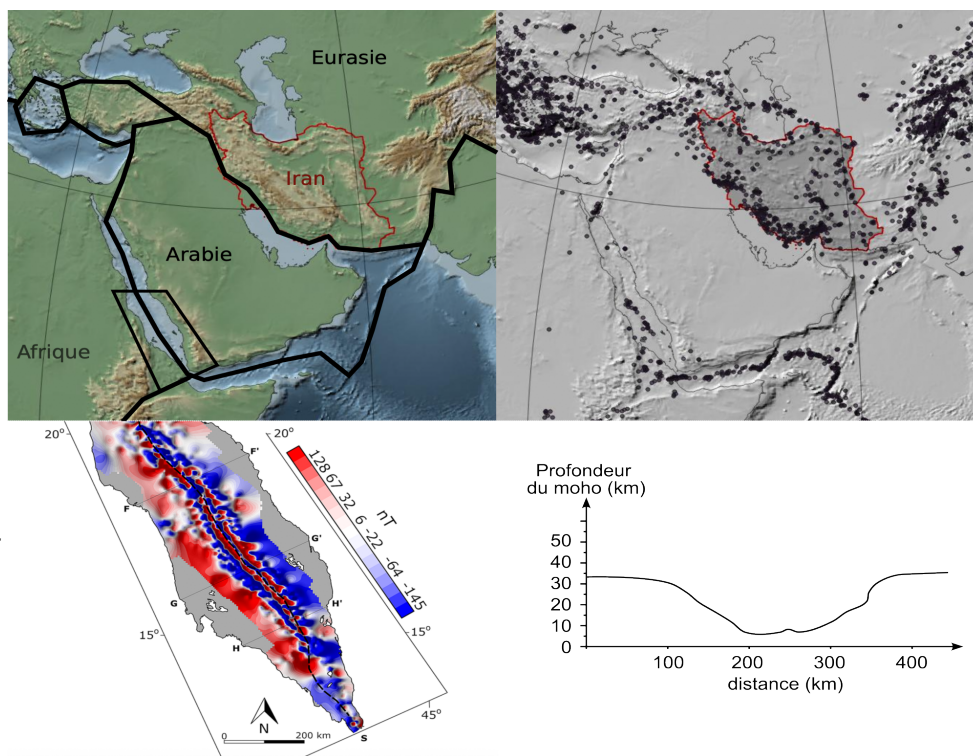
Question 11 (POUR LES 2BioB SEULEMENT). A partir des informations tirées des deux parties, proposez une chronologie des événements menant à la situation actuelle dans la zone Sanandaj–Sirjan.



Document 1. Haut gauche : localisation de l'Iran au sein des plaques de la région. Les trois principales plaques sont nommées : Eurasie, Arabie et Afrique. Le trapèze entre Afrique et Arabie est zoomé dans le doc en bas à gauche.

Haut droite : localisation des séismes dans la région. Bas gauche : anomalies magnétiques au fond de la mer Rouge, dans la zone définie dans la carte en haut à gauche. Bas droite : évolution de la profondeur du moho dans la mer rouge, de l'WSW vers l'ENE.

Anomalies magnétiques : doc couleur distribué à part.



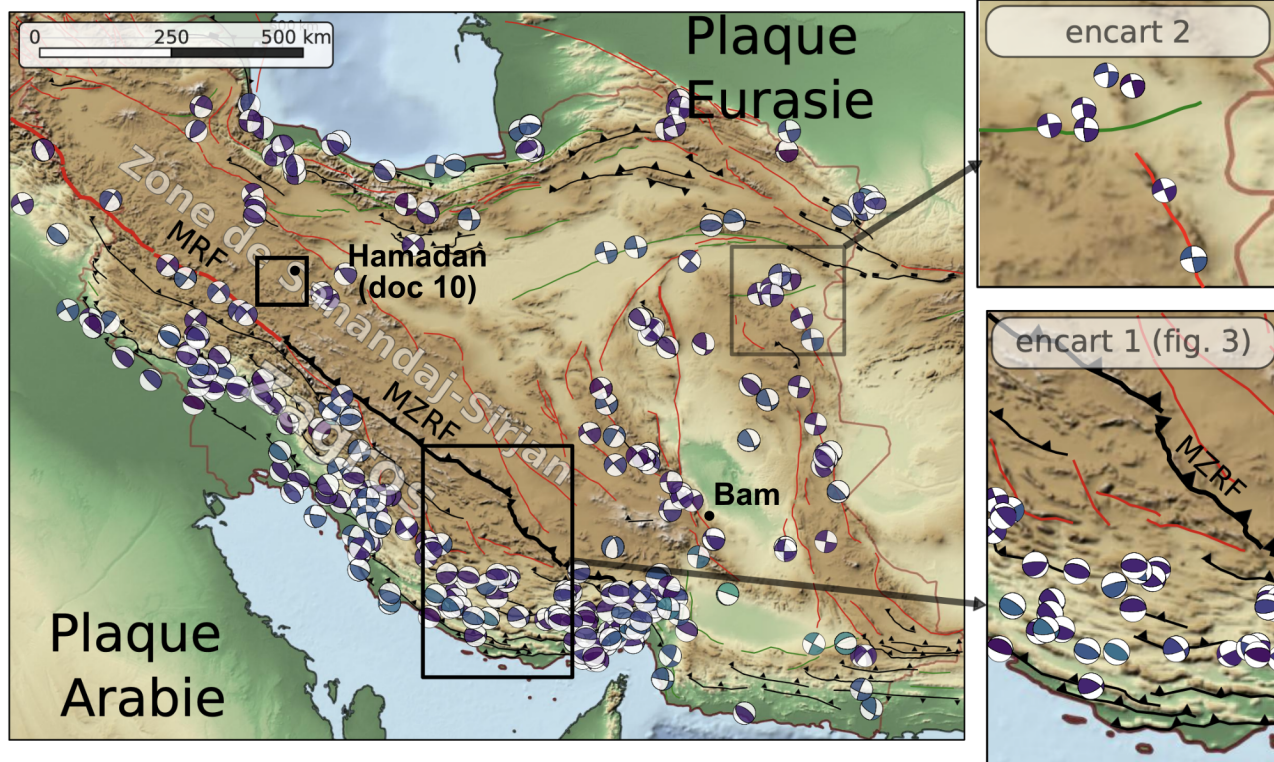
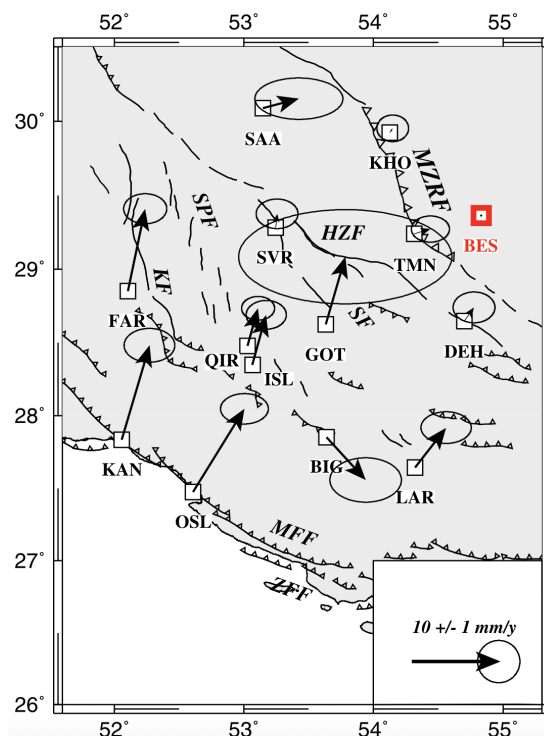
Nom :

Prénom :

Document 2a. Topographie de l'Iran et des alentours. Tracé « tomographie » : tracé de la coupe du doc 6.
Doc couleur distribué à part.

Document 2b. Carte des anomalies gravimétriques de Bouguer. en Iran et aux alentours. **Doc couleur distribué à part.**

Document 3. Résultats de mesures du réseau GPS iranien dans les régions du Zagros/Sanandaj – Sirjan. Les vecteurs vitesse sont représentés relativement à la station BES (dans la région centrale de Iran, au Nord de la MZRF), supposée fixe. Les valeurs sont exprimées en millimètres par an. Les ellipses contiennent l'intervalle de confiance à 95 %. MZRF correspond à un accident majeur de la région (Main Zagros Reverse Fault), et la zone couverte est indiquée dans l'encart 1 du doc 4.

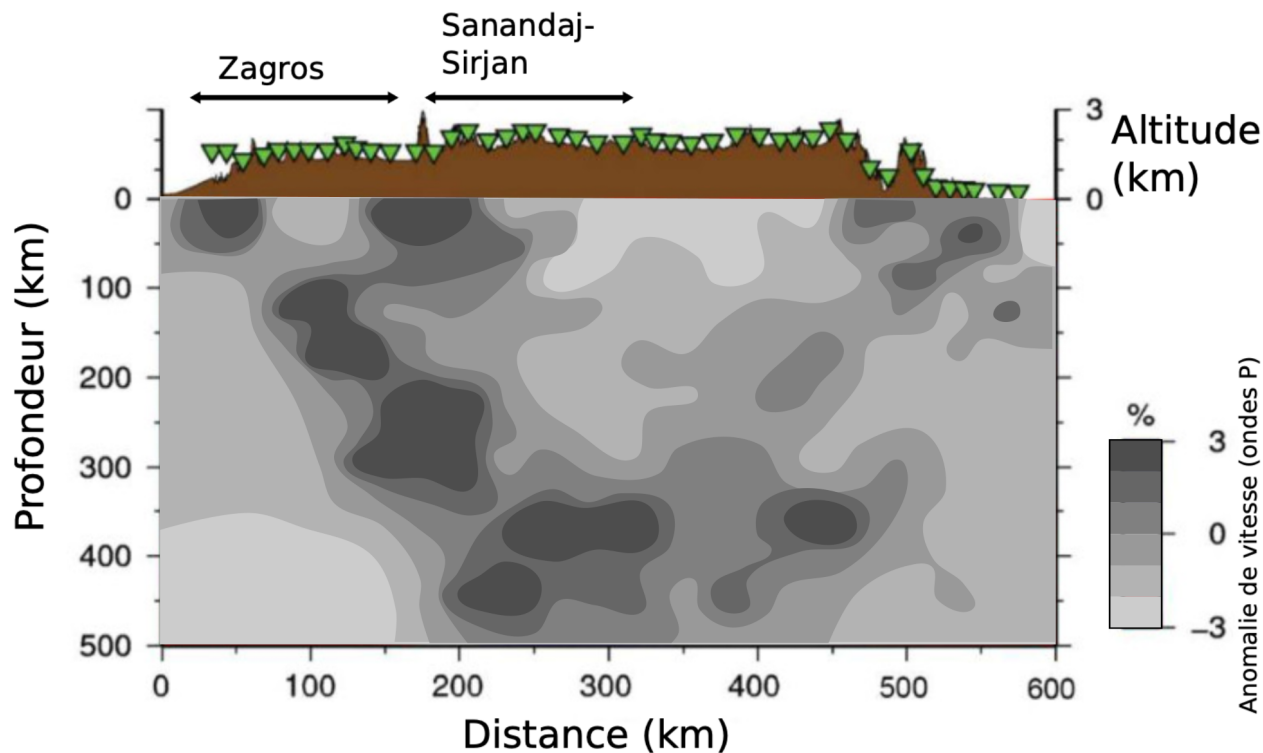


Document 4. Mécanismes au foyer des séismes enregistrés en Iran entre 1976 et 2007. Les failles sont représentées par des traits plus ou moins épais. Quand le jeu est connu, il est précisé. Les accidents majeurs entre le Zagros et la zone de Sanandaj-Sirjan sont indiqués. MZRF : Main Zagros Reverse Fault. MRF : Main Recent Fault. La zone encadrée la plus au sud est détaillée dans le doc 3. Bam : localisation du séisme du doc 5 ; Hamadan : encadré correspondant au doc 10.

Nom :

Prénom :

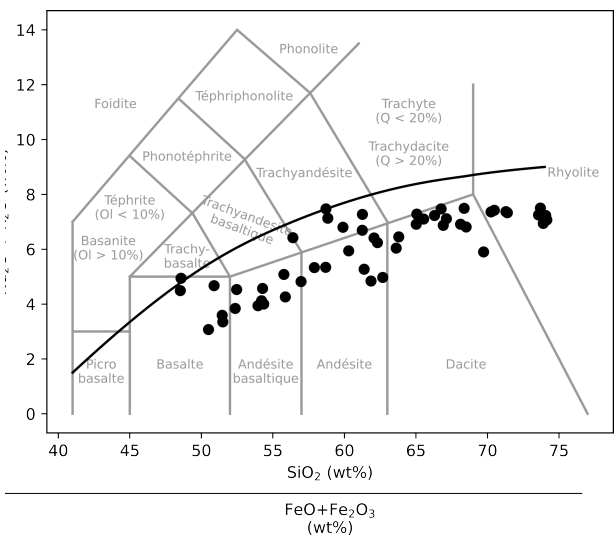
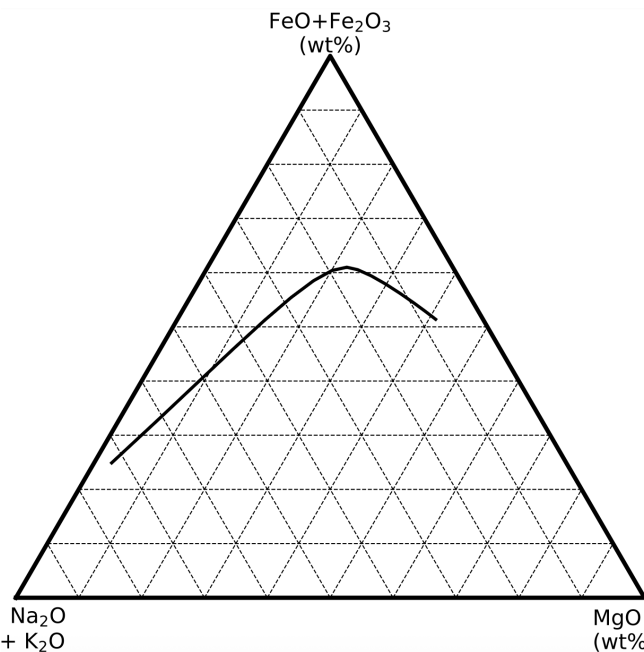
Document 5. Interférogramme InSAR obtenu avec le satellite européen ENVISAR. Il utilise un faisceau micro-onde de longueur d'onde 28 mm. En pointillé, la faille qui a joué pendant ce séisme. **Doc couleur distribué à part.**



Document 6. Profil de tomographie sismique sur les ondes P (tracé de la coupe dans le doc 2a).

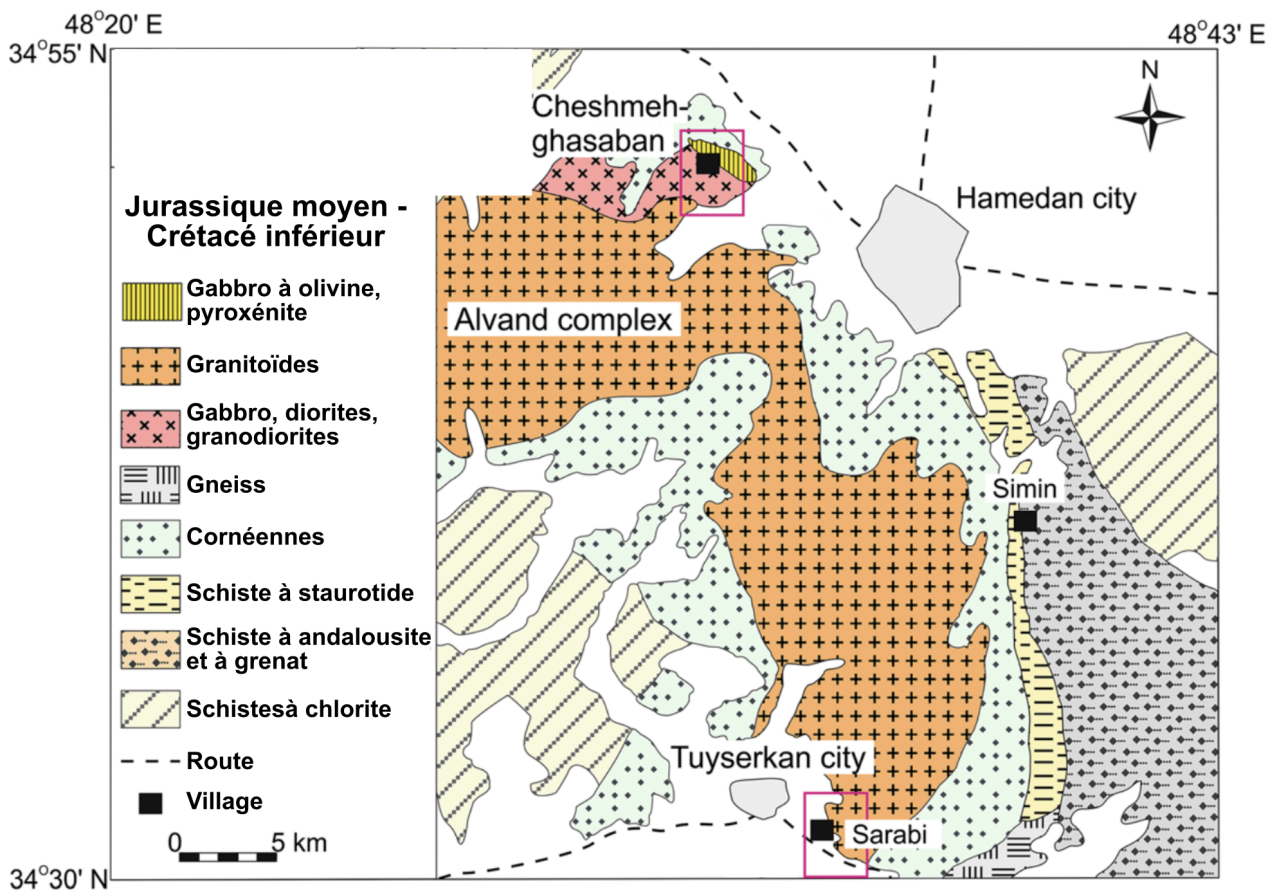
oxyde	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₃
%	51,50	0,89	17,06	2,80	5,58	0,14	5,22	8,24	2,74	0,61	0,17

Document 7. Analyse géochimique d'une roche magmatique plutonique de la zone Sanandaj–Sirjan.



Nom :

Prénom :



Document 10. Carte géologique de la région de Hamedan, dans le Nord du Sanandaj. La zone encadrée au Sud (à proximité de Sarabi) est détaillée dans les docs 11a et 11b.

Document 11a. Détail, en lumière polarisée analysée, de la roche X. Bt : biotite ; Cpx : clinopyroxène ; Hb ; hornblende ; Pl : plagioclase ; Qz : quartz. **Doc couleur distribué à part.**

Document 11b. Deux photographies macroscopiques de la roche X (région de Sarabi). Leucosome : partie claire ; mésosome : partie sombre. La cordiérite est un minéral alumineux et ferreux de basse pression. **Doc couleur distribué à part.**

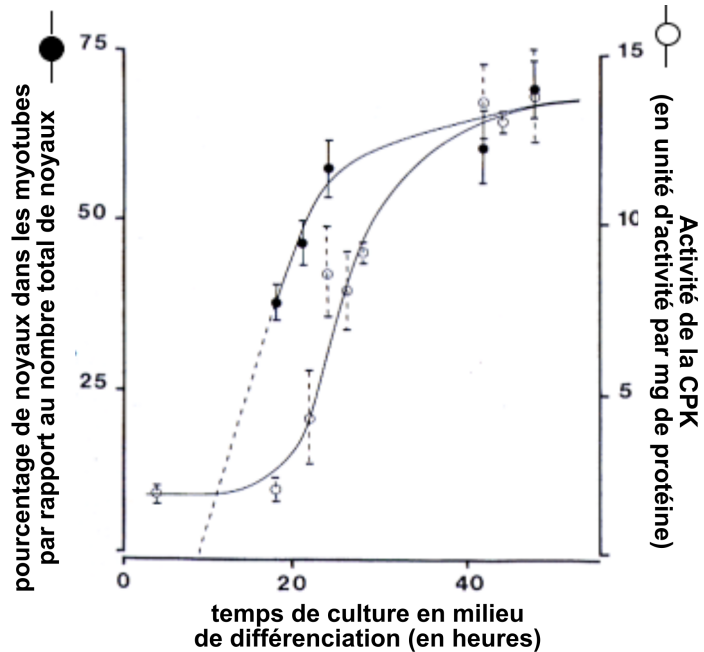
Nom :

Prénom :

DOCUMENT 1 C. Le pourcentage des noyaux qui sont présents dans des myotubes est déterminé en fonction de la durée de culture en milieu de différenciation et exprimé en pourcentage du nombre total de noyaux (●).

L'enzyme créatine phosphokinase (CPK) s'exprime de façon spécifique chez les cellules musculaires différenciées. Son activité est mesurée (en unité d'activité par mg de protéine) en fonction de la durée de culture en milieu de différenciation (○).

Question 2. Analysez le doc 1C et concluez sur la chronologie des événements impliqués dans l'obtention de cellules musculaires différenciées.



DOCUMENT 2 – Cadhérines et formation de myotubes

Chez les vertébrés, le processus d'adhérence cellulaire fait intervenir une famille de molécules, les cadhérines. Ce sont des glycoprotéines membranaires qui, en présence d'ions calcium, adhèrent spécifiquement aux cadhérines d'une autre surface cellulaire.

Des cadhérines musculaires ont été identifiées à la surface des myoblastes. L'implication de ces molécules dans la myogenèse est recherchée.

Une culture témoin de myoblastes de poulet est effectuée dans le milieu de différenciation appelé milieu DMEM contenant 2 mM de Ca^{2+} .

D'autres cultures cellulaires sont effectuées dans des milieux de différenciation modifiés :

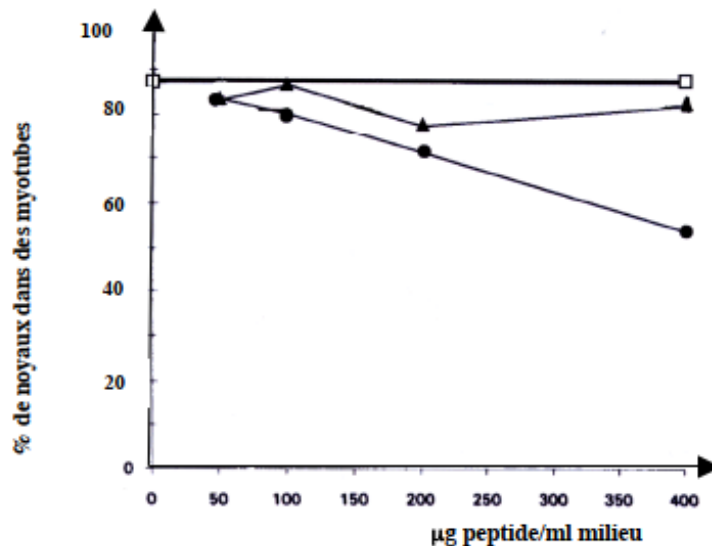
- milieu SMEM : milieu de différenciation à faible concentration de calcium 0,2 mM de Ca^{2+} ,
- milieu DMEM + anticorps anti-cadhérine musculaire à divers taux de dilution (1/500, 1/100, 1/50),
- milieu DMEM + diverses concentrations de peptides synthétiques :
 - peptide 1 : peptide synthétique de 10 acides aminés, identique à une zone de la région extracellulaire d'une cadhérine musculaire.
 - peptide 2 : peptide synthétique de 10 acides aminés, de même composition en acides aminés que le peptide 1 mais de séquence différente, n'existant pas dans la cadhérine.

DOCUMENT 2 A : Le pourcentage des noyaux qui sont présents dans des myotubes, exprimé en pourcentage du nombre total de noyaux, est déterminé 48 heures après le déclenchement de la différenciation en présence ou pas de peptides synthétiques.

Nom :

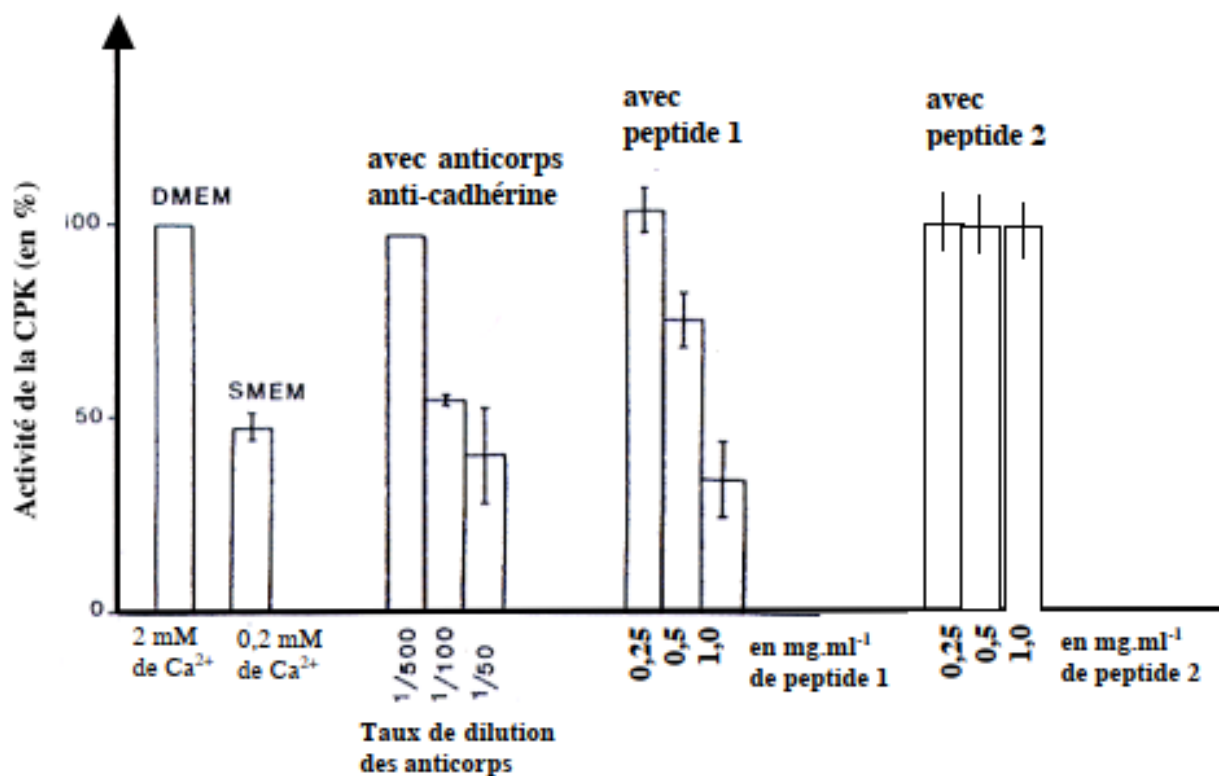
Prénom :

- — en absence de peptides synthétiques dans le milieu DMEM
- milieu DMEM + peptide 1
- ▲ milieu DMEM + peptide 2



Les résultats représentent la moyenne de trois cultures indépendantes dans lesquelles 1000 noyaux ont été comptés.

DOCUMENT 2 B : des myoblastes sont mis en culture dans divers milieux de différenciation. L'activité de l'enzyme créatine phosphokinase (CPK) est mesurée après 48 heures de culture. Cette activité est exprimée en pourcentage de l'activité présentée par l'enzyme dans les cellules de la culture témoin DMEM.



Nom :

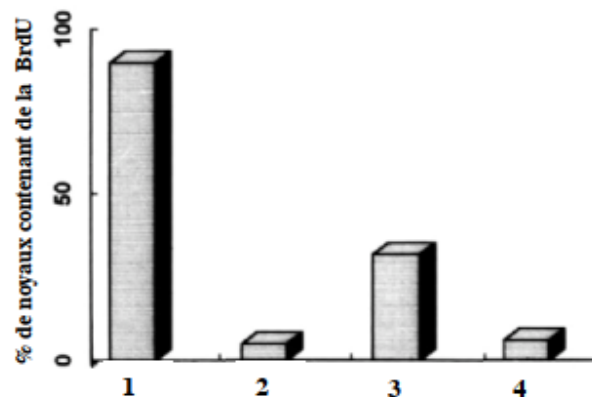
Prénom :

Question 3. Grâce à l'analyse des documents ci-dessus, déterminez quelle condition est nécessaire à la différenciation des cellules musculaires

DOCUMENT 2 C : La 5-bromo-2-déoxyuridine (BrdU), est un nucléotide analogue de la thymidine dans lequel la base azotée thymine est remplacée par la bromo-uracile. La BrdU se substitue à la thymidine lors de la réplication de l'ADN. La BrdU est ajoutée dans différentes conditions de culture et on mesure le pourcentage de noyaux contenant de la BrdU dans l'ADN.

Ajout de la BrdU :

1. Dans le milieu de prolifération, avant induction de la différenciation ;
2. 36 heures après l'induction de la différenciation sans addition de peptides ;
3. 36 heures après l'induction de la différenciation + 400 mg/mL de peptide 1 ;
4. 36 heures après l'induction de la différenciation + 400 mg/mL de peptide 2.



Question 4. Analysez les résultats de cette expérience

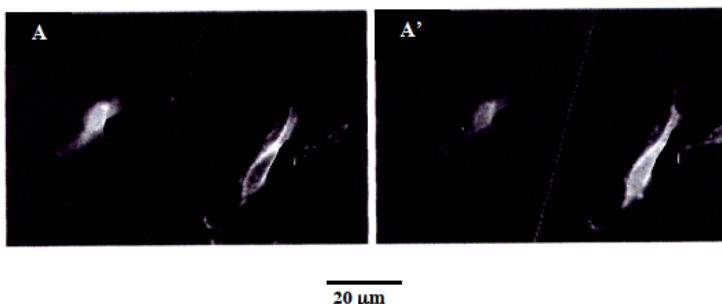
DOCUMENT 3 – Localisation des cadhérines musculaires au cours d'une culture myogénique.

Des cellules en culture sur milieu de différenciation DMEM (contenant 2 mM de calcium) sont fixées. On effectue ensuite un immunomarquage pendant 1 heure avec des anticorps anti-cadhérine musculaire (photographies A et B) et des anticorps dirigés contre un marqueur membranaire présent sur la surface des myoblastes et des myotubes (photographies A' et B').

Les deux types d'anticorps sont marqués par un fluorochrome différent. L'observation est effectuée avec un microscope à fluorescence. Le même champ est observé en A / A' et en B / B'. En A et B, on visualise les cadhérines de la membrane plasmique ; en A' et B', on visualise les marqueurs de la membrane plasmique.

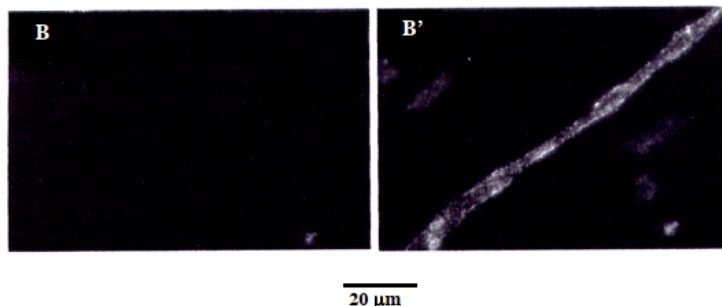
A- Cellules en culture depuis 15 heures sur milieu de différenciation + anticorps anti-cadhérine

A'- Cellules en culture depuis 15 heures sur milieu de différenciation + anticorps anti-marqueur membranaire



B- Cellules en culture depuis 7 jours sur milieu de différenciation + anticorps anti-cadhérine

B'- Cellules en culture depuis 7 jours sur milieu de différenciation + anticorps anti-marqueur membranaire



Question 5. Grâce à l'analyse des photographies obtenues au microscope à fluorescence, émettez une hypothèse sur le rôle de l'expression des cadhérines au cours de la différenciation.

Question 6. Faites un bilan de l'ensemble des documents étudiés

Nom :

Prénom :

Partie II – Les plantes et la hausse de CO₂ atmosphérique

D'après certains modèles prédictifs, la concentration atmosphérique en dioxyde de carbone (CO₂) pourrait doubler d'ici la fin du siècle. Les êtres vivants seraient donc soumis à une concentration atmosphérique en CO₂ jamais atteinte depuis près de 26 millions d'années.

On étudie ici les effets d'un enrichissement de l'atmosphère en CO₂ sur les végétaux chlorophylliens.

L'activité de la ribulose-1,5-biphosphate carboxylase/oxygénase (RuBisCO) a été mesurée (figure 1A) chez deux lots de plantes cultivées en chambre de 30 x 30 x 50 cm :

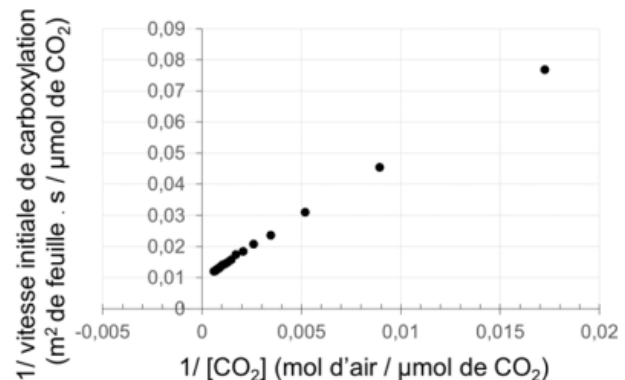
- le lot A sous atmosphère actuelle (400 µmol de CO₂ / mol d'air)
- le lot E sous atmosphère enrichie en CO₂ (700 µmol de CO₂ / mol d'air).

Tous les autres paramètres de culture sont identiques.

Figure 1 (ci-contre) – Activité de la RuBisCO dans les conditions expérimentales A et E.

Question 1. Rappeler les réactions catalysées par la RuBisCO.

Question 2. À partir des données de la figure 1, estimer les paramètres cinétiques de la RuBisCO puis conclure sur le mode de fonctionnement de l'enzyme dans les conditions expérimentales des lots A et E.

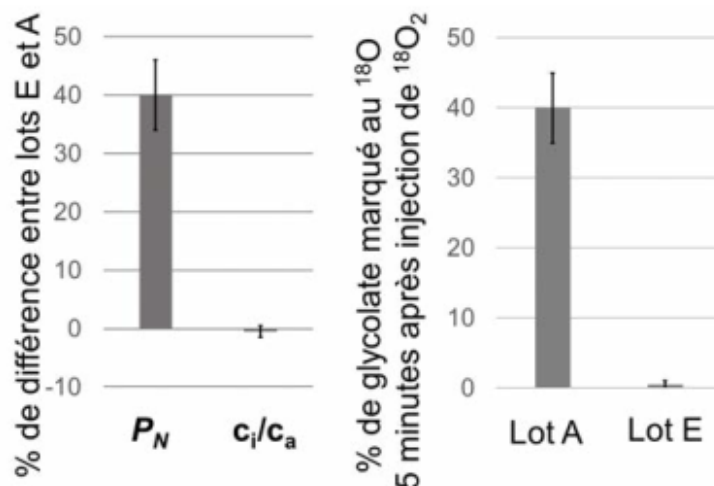


Avant la fin du développement végétatif des plants, on mesure la concentration en CO₂ intercellulaire (c_i) et la production nette (également appelée assimilation journalière de carbone) (PN) (figure 2A). En parallèle, on injecte du dioxygène marqué à l'oxygène lourd (¹⁸O) dans les chambres et on mesure la quantité de glycolate, un acide à deux carbones issu de l'oxygénation du ribulose-1,5-biphosphate (figure 2B).

Figure 2 – à gauche (2A) – Pourcentage moyen de différence entre la valeur du paramètre mesuré sur les plants du lot E et celle mesurée sur les plants du lot A (100 x [Lot E – Lot A] / Lot A).

PN : production nette ; c_i / c_a : ratio de la concentration intercellulaire (c_i) sur la concentration atmosphérique (c_a) en CO₂ ;

Figure 2 à gauche (2B) – Fraction de glycolate marqué à l'oxygène lourd (¹⁸O) mesurée 5 minutes après injection de dioxygène lourd (¹⁸O₂) dans les chambres du lot A et E.



Question 3. Analyser les résultats présentés à la figure 2A.

Question 4. Analyser les résultats présentés à la figure 2B.

Question 5. Conclure sur les conséquences d'une concentration accrue en CO₂.

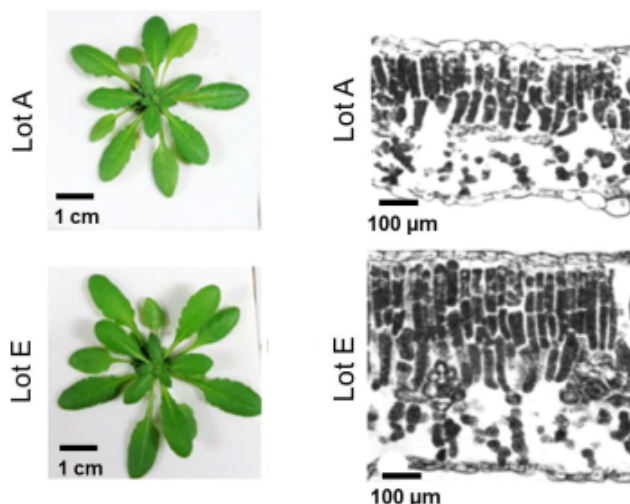
Nom :

Prénom :

Sur les plants de chaque lot, au même stade végétatif, on photographie les plants (figure 3A) et on analyse une coupe transversale de leurs feuilles (figure 3B).

Figure 3A. (deux images de gauche). Photographies de plants représentatifs du lot A et E au même stade végétatif.

Figure 3B. (deux images de droite). Coupes transversales de feuilles en fin de développement de plants représentatifs du lot A et E observées au microscope optique.

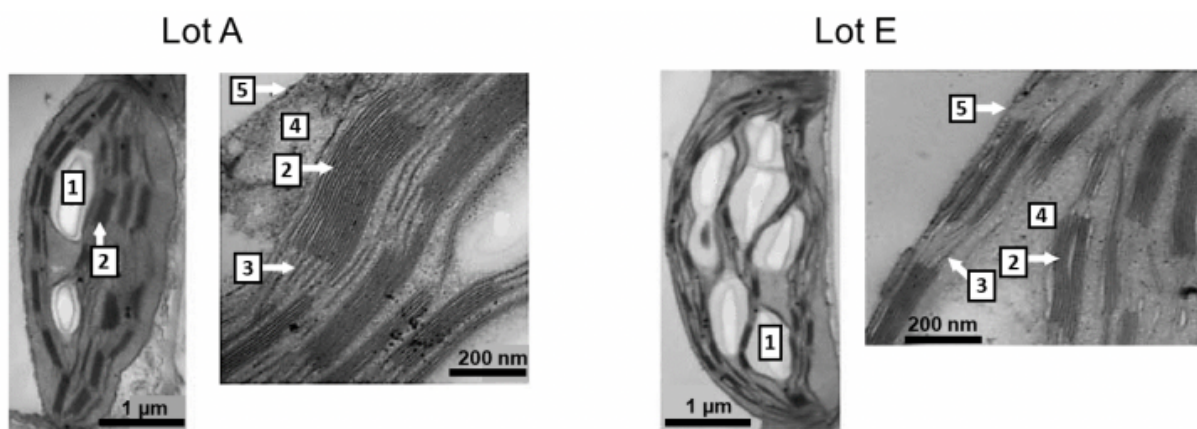


Question. 6 Analyser les résultats présentés figure 3.

Question 7. À partir de vos interprétations, discuter des conséquences potentielles des modifications morphologiques et anatomiques décrites figure 3 sur la production nette des plants cultivés sous atmosphère enrichie en CO₂.

On purifie puis observe par microscopie électronique à transmission les chloroplastes des feuilles des plants des lots A et E (figure 4).

Figure 4 (ci-dessous) – Ultrastructure de chloroplastes extraits de plants du lot A et du lot E (MET).



Question 8. Identifier les structures 1 à 5. Comparer les chloroplastes des 2 lots.

On isole les structures identifiées par les chiffres 2 et 3 sur les électronographies (fractions 2 et 3 respectivement), et on mesure leur composition protéique pour établir la proportion de photosystèmes I et II et leur vitesse de production de dioxygène.

Le tableau ci-dessous présente les résultats de ces mesures pour le lot E ; les résultats pour le lot A sont similaires.

Tableau 5 (page suivante) – Rapports entre les quantités de photosystème I (PSI) et de photosystème II (PSII) et vitesses de production de dioxygène (en µmol d'O₂ par mg de chlorophylle par heure) des structures du lot E légendées par les chiffres 2 et 3 en figure 4.

Nom :

Prénom :

Fraction	Rapport PS I / PS II	Quantité d'O ₂ libérée en $\mu\text{mol.h}^{-1}.\text{mg}^{-1}$ de chlorophylle
2	0,1	249
3	3,2	78

Question 9. Expliquer le lien entre les deux colonnes du tableau 5. Relier les données biochimiques et l'observation de l'ultrastructure du chloroplaste. Proposez une hypothèse pour l'avantage évolutif présenté par les chloroplastes du lot E.

On mesure l'évolution journalière de l'évapotranspiration des plants du lot A et E (figure 6A). En parallèle, on transfère des plants du lot A dans les conditions de culture du lot E pendant 1 heure puis on les replace dans leurs conditions de culture initiales. On mesure leur conductance stomatique (figure 6B) et on observe leurs stomates en microscopie optique (figure 6C) au cours de ces transferts.

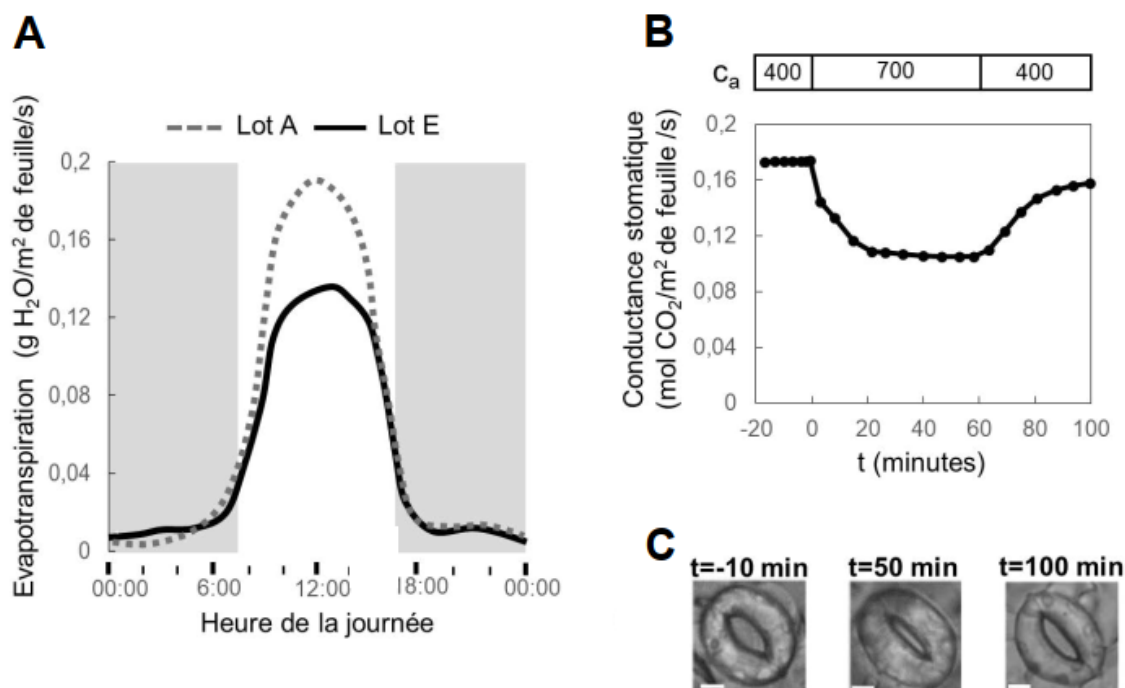
Figure 6 – Évapotranspiration, conductance stomatique et morphologie des stomates de plants du lot A et du lot E.

A. Évapotranspiration moyenne de plants du lot A et E au cours d'une journée. La nuit est repérée par un fond grisé. Quand les courbes ne se superposent pas, les valeurs de l'évapotranspiration sont significativement différentes.

B. Conductance stomatique moyenne de plants du lot A ($c_a = 400 \mu\text{mol de CO}_2/\text{mol d'air}$) lors de leur transfert dans les conditions du lot E ($c_a = 700 \mu\text{mol de CO}_2/\text{mol d'air}$) puis lors de leur retour dans les conditions de culture initiales. La conductance stomatique mesure les flux de gaz à travers les stomates entre l'atmosphère et les cellules de la feuille.

c_a = concentration atmosphérique en CO_2 .

C. Photographies représentatives de stomates de plants du lot A, 10 min avant transfert et 50 ou 100 min après transfert dans les conditions de culture du lot E (figure 7B). Barre d'échelle : 20 μm .



Question 10. Analyser les résultats présentés figure 6.

Question 11. À partir de vos interprétations et de vos connaissances, expliquer en quoi la modification de la conductance stomatique consécutive à l'enrichissement atmosphérique en CO_2 peut avoir des effets antagonistes sur la croissance foliaire des plants.