

Devoir sur table n°3

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

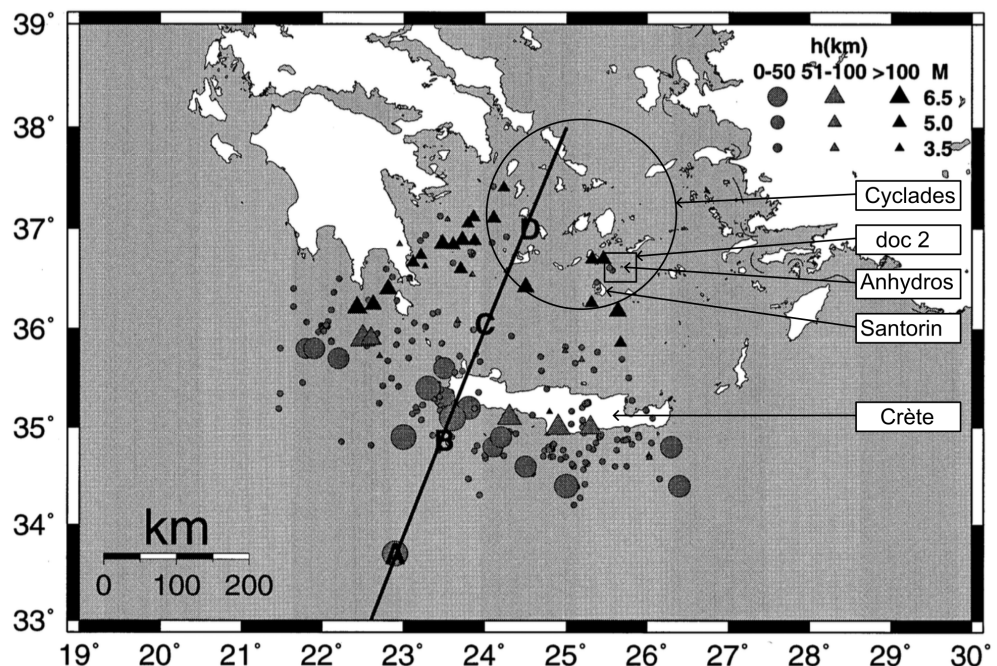
Thème : la mer Egée

Alain et Harun veulent passer des vacances dans un coin sympa pour corriger leurs copies, mais ne sont pas d'accord sur la destination : Alain aime les sensations fortes, alors que Harun préfère se faire dorer la pilule au soleil. Vont-ils trouver un terrain d'entente ? Et pourquoi pas les Cyclades ?

La mer Egée est une mer située entre la Grèce continentale et la Turquie. On s'intéresse ici en particulier aux Cyclades (en grec Κυκλάδες), qui sont un archipel d'îles continentales, dont certaines sont volcaniques.

Partie 1. La sismicité en mer Egée

Document 1a.
Enregistrement sismique en mer Egée. Ne sont représentés que les séismes à proximité du trait de coupe (A-B-C-D). La forme du symbole représente la profondeur en km, et leur taille représente la magnitude (voir légende en haut à droite). On précise également la localisation de quelques îles.

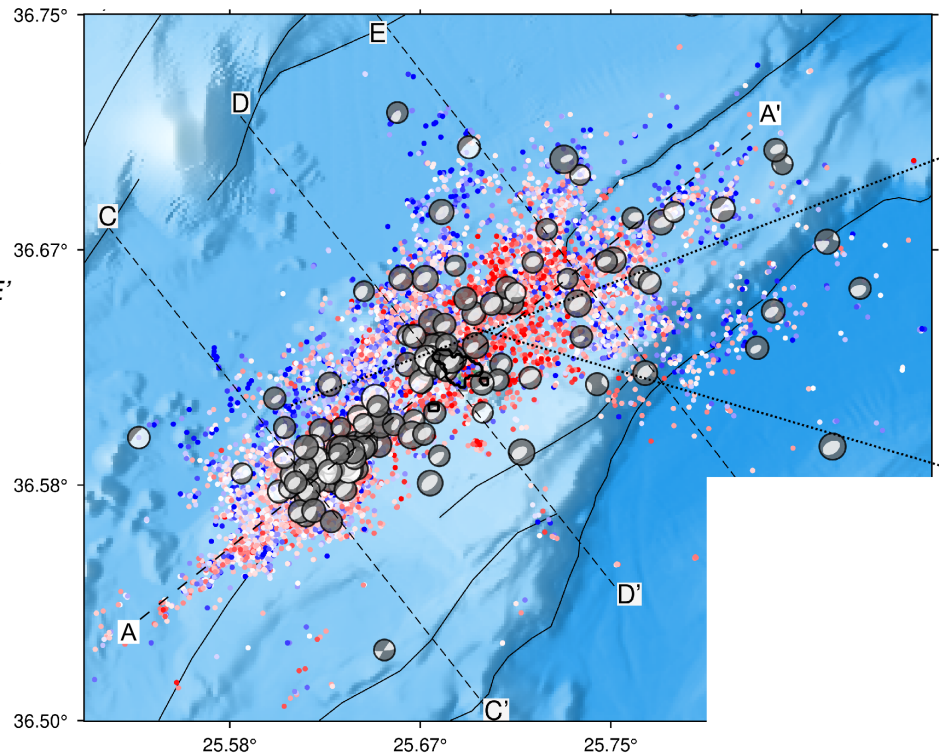


Document 1b. Voir planche couleur

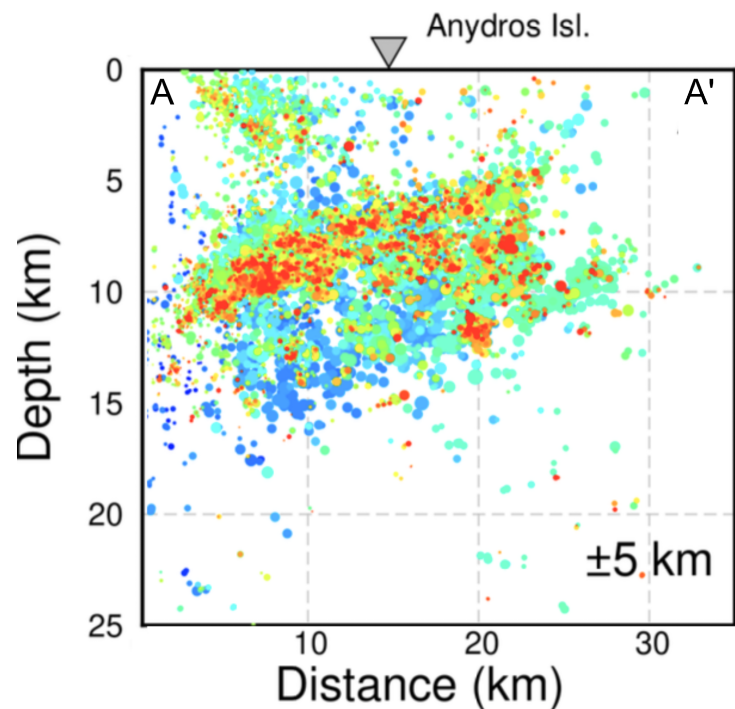
Question 1. A l'aide du doc 1, montrer que la mer Egée correspond à une zone de subduction, dont on précisera les caractéristiques (notamment, direction et ordre de grandeur du pendage du panneau plongeant).

Entre le 26 janvier et début mars 2025, une série de séismes (plusieurs milliers) a été enregistrée à proximité de l'île de Santorin (en grec, Σαντορίνη), dont le plus important a atteint une magnitude de 5,2.

Document 2a. Vue cartographique de l'archipel d'Anhydros, à proximité de Santorin. Les points représentent les séismes enregistrés début 2025, et on donne pour certains d'entre eux les mécanismes au foyer. Les droites AA', CC', DD' et EE' correspondent à des coupes ; la coupe AA' est détaillée dans le doc 2. Pour la localisation, se reporter au cadre sur le doc 1a.



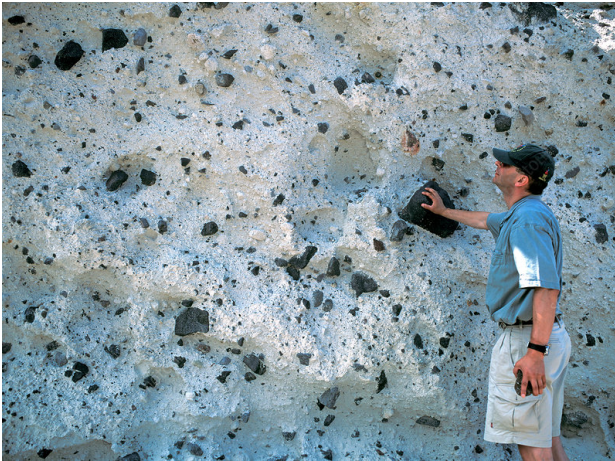
Document 2b. Représentation en coupe des séismes de début 2025 selon le tracé AA' du doc 2a. Chaque tache correspond à un séisme, et la taille de la tache est proportionnelle à la magnitude. On donne la profondeur (depth, en km) en fonction de la distance (km) selon la ligne AA' (doc 2a). La position de l'île d'Anhydros est indiquée.



Question 2. Analysez le doc 2. La localisation, la profondeur et les mécanismes au foyer des séismes peuvent-ils être expliqués par la subduction égéenne ?

Partie 2. Une éruption cataclysmique

Santorin est une île volcanique des Cyclades. Au cours du 2^e millénaire avant notre ère a eu lieu sur l'île de Santorin une éruption volcanique, connue sous le nom d'éruption minoenne.



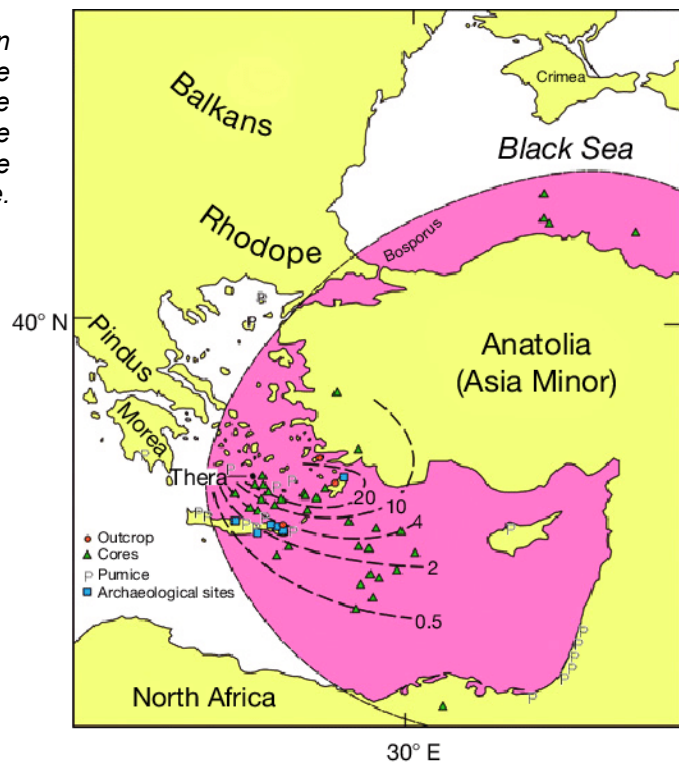
Document 3a. Un affleurement sur l'île de Santorin. Les éléments sont datés de l'éruption minoenne. Un touriste fasciné donne l'échelle.



Document 3b. Un détail d'un échantillon de couleur sombre de la falaise du doc 3a.

Document 3c. Voir **planche couleur**

Document 3d. Carte de dépôts de l'éruption minoenne. Les isopaques (courbes d'égale épaisseur) sont en cm. Thera = Santorin. La zone grisée en mer correspond à la zone dans laquelle ont été découverts des traces de dépôts de l'éruption minoenne.



Question 3a.

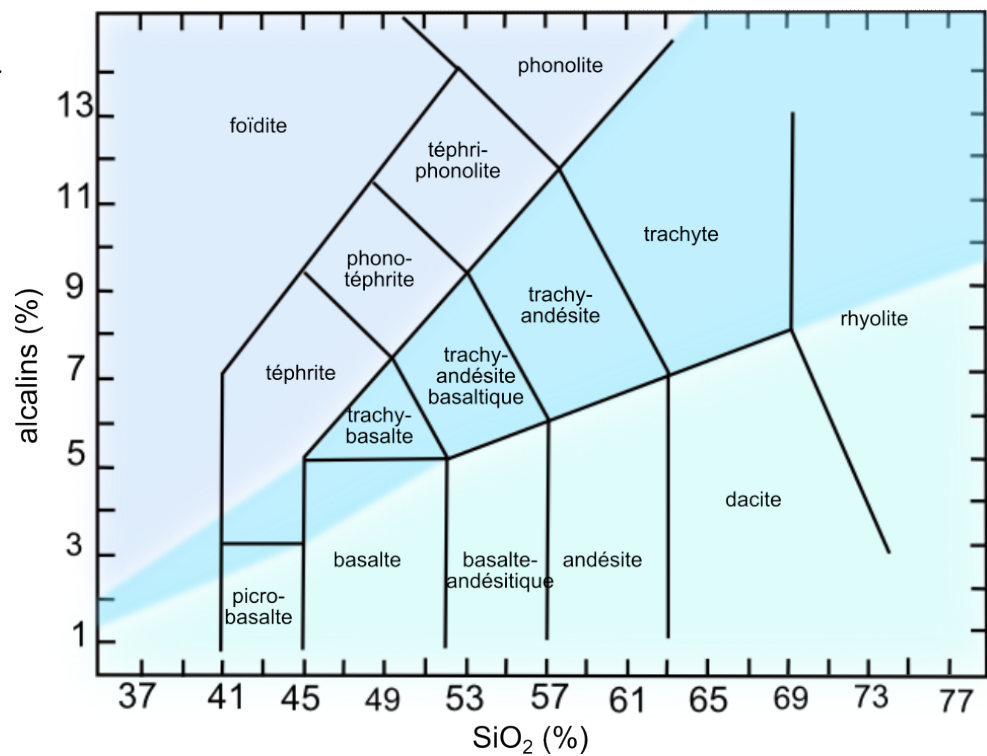
- Déterminez la nature de la roche (doc 3b et 3c).
- A partir de l'ensemble des docs 3a, 3b, 3c et 3d, discutez le dynamisme éruptif correspondant à l'éruption minoenne.

Question 3b – bilan des parties 1 et 2. Discutez le risque géologique correspondant à la correction d'un paquet de copies de maths sur une île des Cyclades.

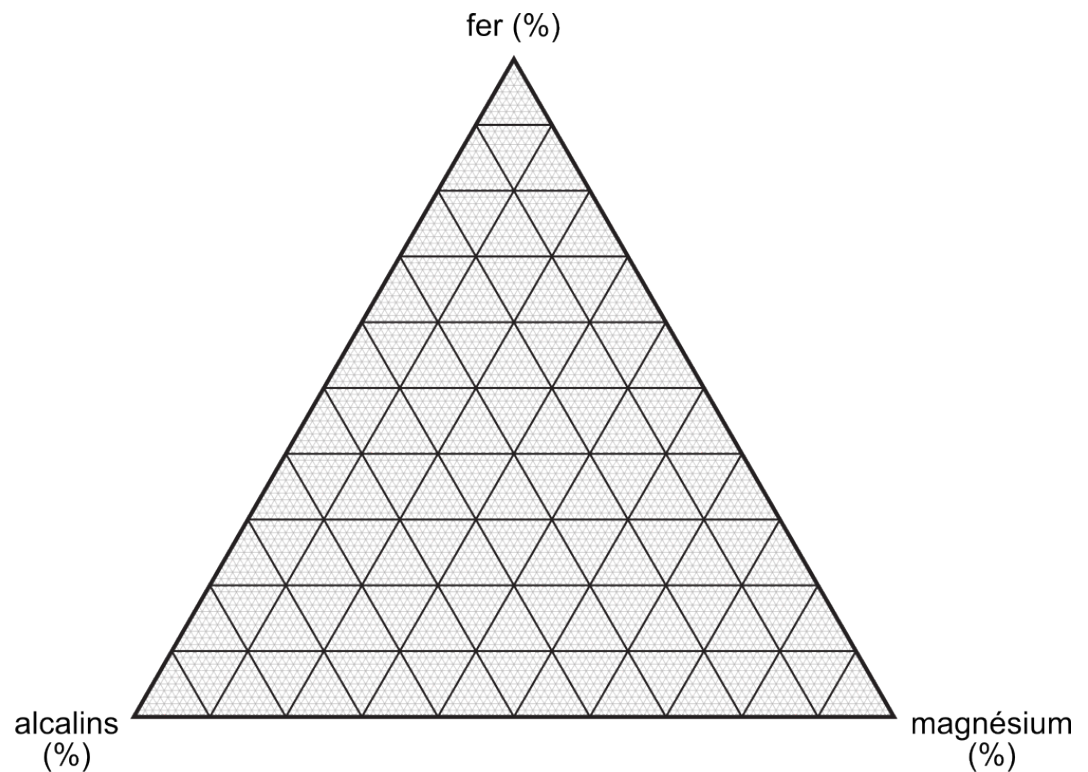
Partie 3. Quand les matheux se mettent à la géologie

Devant le niveau calamiteux des copies, Alain et Harun décident de faire une pause pour aller parfaire leurs connaissances en géologie, et se la pêter auprès de leurs collègues de SVT à leur retour de vacances. Ils trouvent deux roches sur la plage, qu'ils décident d'analyser.

Document 4a.
Diagramme de Harker.
A compléter.



Document 4b.
Diagramme
AFM. A
compléter



Question 4.

- Placez les deux roches dans le diagramme de Harker et le diagramme AFM (doc 4a et 4b).
- Comment expliquer l'évolution de la composition chimique de ces deux roches ?
- A l'aide du diagramme AFM, discuter la série magmatique à laquelle appartiennent ces roches. Cela est-il cohérent avec la question 1 ?

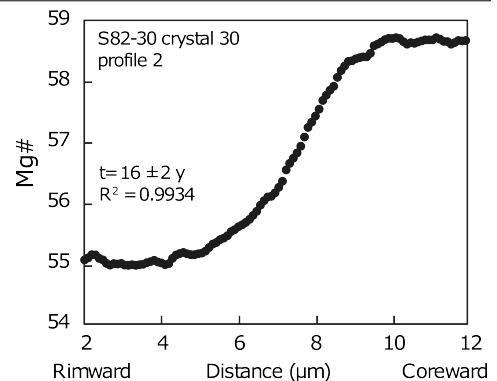
oxyde	roche SA-14	roche SA-04
SiO ₂	64 %	53 %
TiO ₂	0,5 %	1 %
Al ₂ O ₃	16 %	18 %
FeO + Fe ₂ O ₃	5 %	9 %
MnO	0,1 %	0,2 %
MgO	3 %	6 %
CaO	5 %	11 %
Na ₂ O	4 %	2 %
K ₂ O	3 %	1 %

Document 4c. Composition chimique de deux roches

Dans un minéral ferromagnésien, on

note $Mg\# = \frac{n_{Mg}}{n_{Mg} + n_{Fe}} \times 100$ (avec n_{Mg} et n_{Fe} la quantité de matière de Mg et de Fe respectivement), soit le pourcentage relatif de Mg par rapport au Fe. On rappelle que le fer est moins compatible que le magnésium.

Document 5. Dans un cristal de clinopyroxène ferromagnésien trouvé dans une roche volcanique de Santorin, on mesure $Mg\#$ depuis la périphérie (rimward) vers l'intérieur (coreward).



Question 5. Analysez les résultats du doc 5. Comment appelle-t-on ce type de cristal ?

On donne dans le doc 6a quelques données isotopiques concernant des roches des Cyclades. On précise que le schiste fait partie du socle de la croûte continentale des Cyclades.

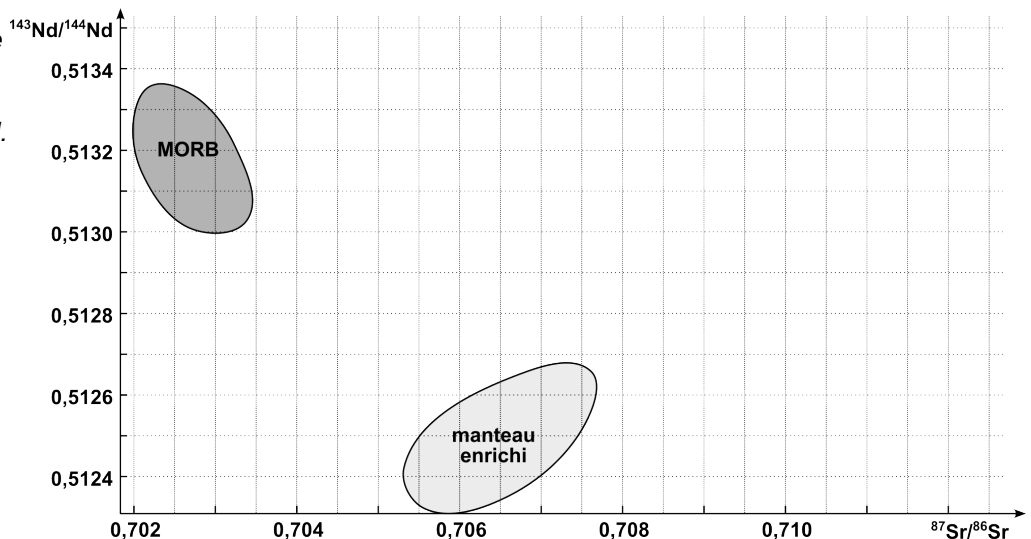
Question 6.

- Dans le doc 6b, que signifie « MORB » et « manteau enrichi » ?
- Placer les trois roches sur le diagramme du doc 6b.
- Proposez des hypothèses pour expliquer ce résultat.

roche	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr	¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd
basalte	0,703805	0,512873
rhyolite	0,706140	0,512589
schiste	0,709940	0,512391

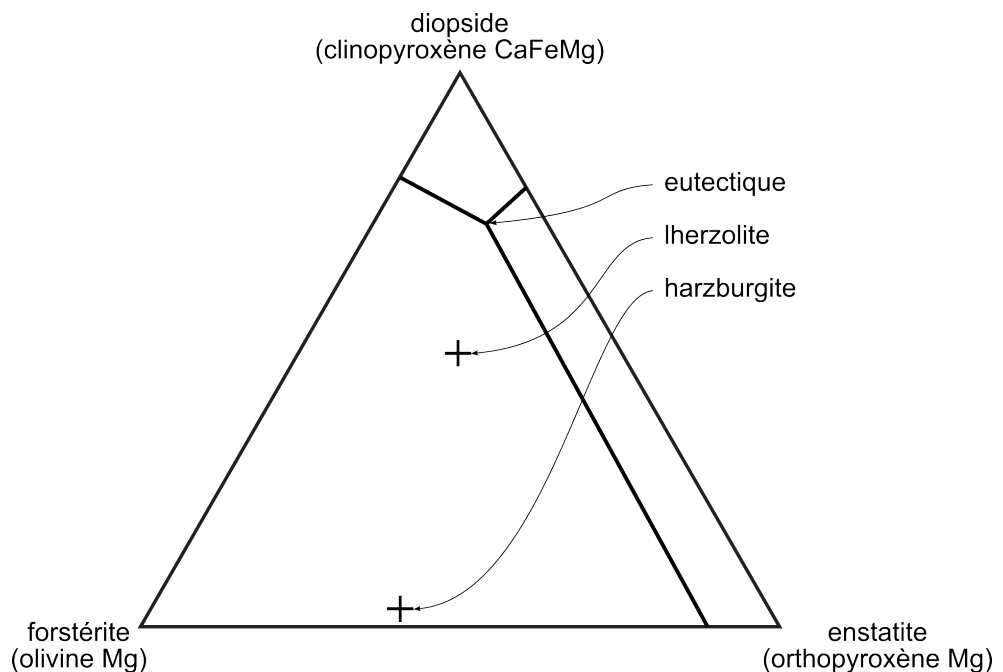
Document 6a. Quelques rapports isotopiques mesurés dans des roches des Cyclades.

Document 6b. Graphe des rapports isotopiques initiaux $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ et $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$. A compléter.



On considère une lherzolite mantellique subissant une fusion partielle.

Document 7. Diagramme ternaire pour le système olivine-clinopyroxène-orthopyroxène. Trois points particuliers sont indiqués.



Question 7. En supposant la réaction *lherzolite* → *liquide* + *harzburgite*, tracez sur le diagramme du doc 7 l'évolution de la composition du liquide et du solide en cours de fusion.

L'éruption minoenne a été datée par les archéologues, qui ont découvert des traces d'une civilisation antique détruite par l'éruption ; cet âge est estimé à 1 600 ans avant notre ère. Il a depuis été confirmé par les géochimistes, par des méthodes de radiochronologie.

Question 8. Indiquez en quelques lignes quelle méthode de radiochronologie a pu être utilisée, et quel est son principe.

Finalement, le volcan n'a pas explosé et aucun gros séisme n'est venu perturber les vacances au soleil d'Alain et Harun. Vous pouvez désormais, comme eux, profiter d'un week end bien mérité.

Sources :
 Flaherty et al. 2018. Contributions to Mineralogy and Petrology
 Fountoulakis et Evangelidis, 2025. Seismica
 Mitropoulos et Tarney, 1992. Journal of Volcanology and Geothermal Research
 Papazachos et al, 2000. Tectonophysics

Biologie – Durée conseillée : 1 h 45

Thème : les gibbérellines chez les végétaux

Les gibbérellines, désignées sous le sigle GA, sont une famille d'une centaine de molécules de formule chimique proche. Cependant seul un petit nombre de ces molécules sont biologiquement actives. Les autres isoformes de GA peuvent être des précurseurs des formes actives ou des formes inactives. Leur numéro GA3, GA20... reflète leur ordre de découverte et n'a aucune signification biologique. Les gibbérellines sont présentes chez tous les végétaux.

Partie 1 : action biologique des gibbérellines

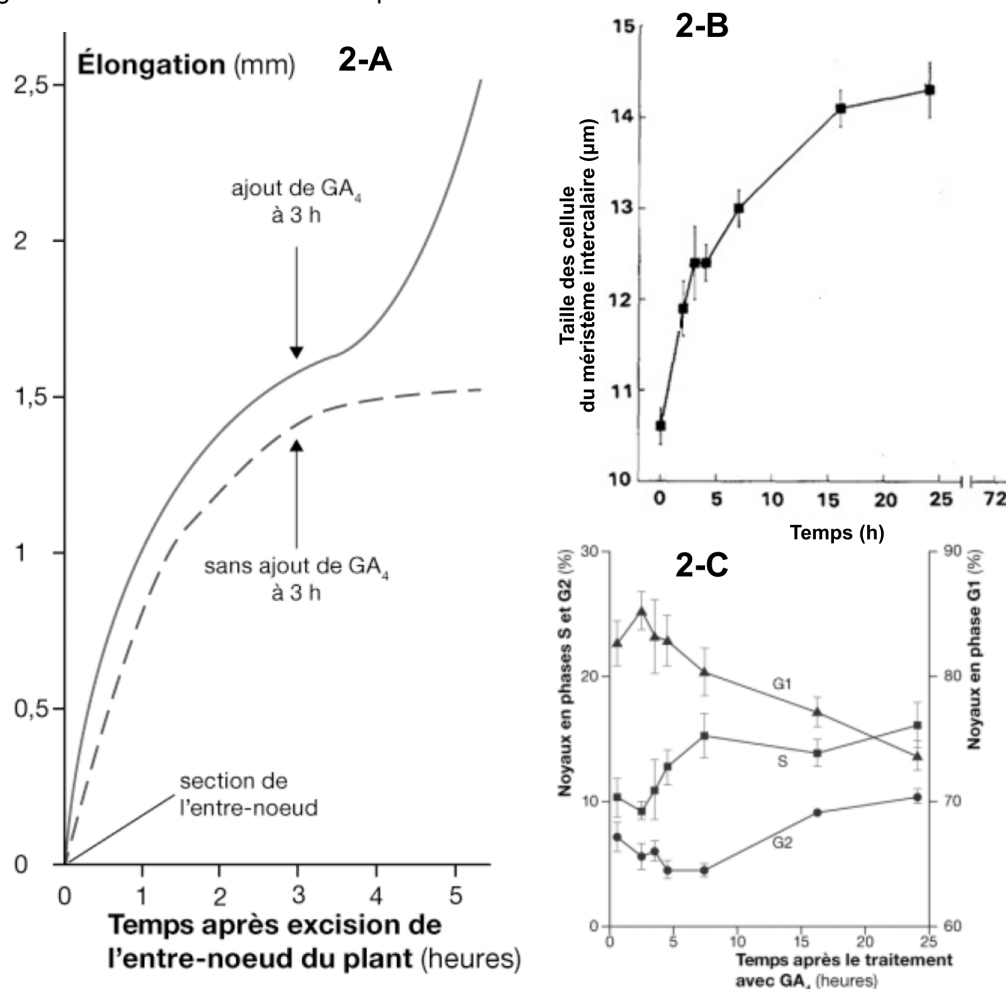
On utilise le pois (*Pisum sativum*) pour comprendre l'effet des gibbérellines. Le **document 1** présente deux mutants affectant la voie de biosynthèse des gibbérellines.

Génotype	Longueur de la tige (cm)		Taux de gibbérellines dans les tissus (pg.plante ⁻¹)	
	Total	Entre les nœuds 4 et 6	GA1	GA8
sauvage	26,9 ± 0,8	13,2 ± 0,3	830	750
le-1	9,4 ± 0,4	4,4 ± 0,2	44	120
le-2	4,0 ± 0,2	1,6 ± 0,1	7	13

Document 1 : Longueur de la tige et taux de deux gibbérellines (GA1 et GA8) chez les mutants du gène *le* de pois. GA1 est une forme active et GA8 est une forme inactivée des gibbérellines.

Question 1. Analyser le document 1 afin de proposer un rôle pour les gibbérellines.

Notre étude se porte sur la tige du riz (*Oryza sativa*) qui présente des méristèmes au niveau des premiers entre-nœuds de la tige, appelés **méristèmes intercalaires**. Par deux sections, on isole une portion de tige de 20 cm de long, comprenant un méristème intercalaire et deux nœuds. On mesure alors la réponse au niveau de cet entre-nœud en absence (contrôle) ou en présence de 50 µM de GA4. GA4 est une forme active des gibbérellines. Les résultats sont présentés dans le **document 2**.



Document 2 : conséquences de l'application de gibbérellines au niveau d'un entre-nœud de la tige de riz.

Document 2-A : mesures de l'élongation de l'entre-nœud au cours du temps.

Document 2-B : Mesure de la taille des cellules du méristème intercalaire au cours du temps après application de 50 μM de GA4 à $t = 0$. Remarque : la taille des cellules du méristème intercalaire d'une tige non traitée par GA4 reste constante.

Document 2-C : distribution relative des noyaux en phase G1, S et G2, dans le méristème intercalaire de l'entre-nœud traité avec 50 μM de GA4 en fonction du temps.

Remarque : les pourcentages des noyaux dans les différentes phases ne changent pas sans traitement en GA4.

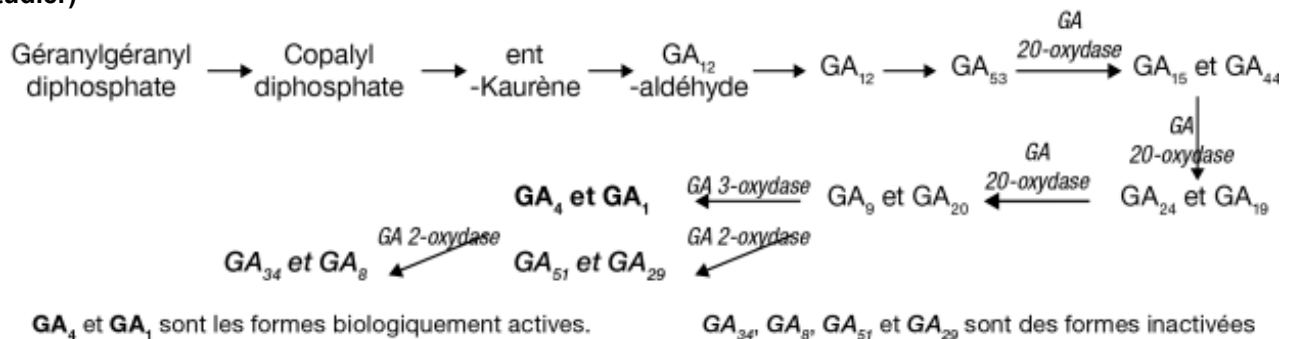
Question 2a. Rappeler la définition d'un phytomère.

Question 2b. Analyser l'ensemble des documents 2-A, 2-B et 2-C afin de proposer les mécanismes cellulaires de l'effet physiologique des gibbérellines.

Partie 2 : Régulation de la synthèse des gibbérellines

2.1 Synthèse de gibbérellines : facteurs internes

Le document ci-dessous présente la voie de synthèse simplifiée des gibbérellines (**document non à étudier**)



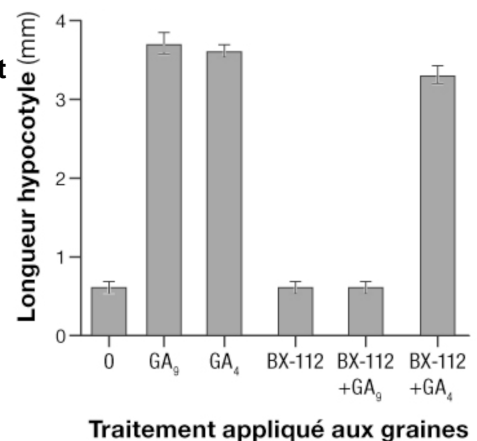
On utilise des graines d'un mutant d'*Arabidopsis thaliana* qui ne synthétise pas d'ent-Kaurène. Des graines sont placées sur un milieu de germination modifié par l'ajout de substances, telles des gibbérellines (GA4 ou GA9) ainsi que BX-112, inhibiteur de la GA 3-oxydase.

Deux semaines après germination, on mesure la longueur de l'hypocotyle (la jeune tige issue de la germination de la graine). Les résultats sont présentés dans le document 3.

Document 3 : effets de divers traitements sur le développement de mutants d'*A. thaliana*.

Concentrations utilisées :

GA₄ et GA₉ : 10^{-7} mol.L⁻¹ ; BX-112 : 10^{-4} mol.L⁻¹



Question 3. Les résultats expérimentaux confirment-ils vos conclusions quant au rôle des gibbérellines ?

Le **document 4** utilise des plants d'*A. thaliana* ne synthétisant pas d'ent-Kaurène. Selon la présence ou l'absence de GA, on mesure l'intensité de la transcription du gène de la GA 2-oxydase, responsable de la transformation de GA actives en formes biologiquement inactives grâce à la réalisation d'un *northern blot*. On réalise aussi un *northern blot* d'ARNm codant une autre enzyme de la voie de biosynthèse des gibbérellines.

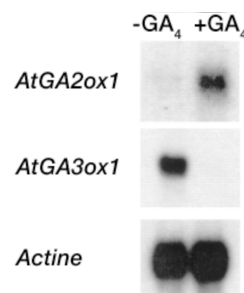
Document 4 : northern blot de mutants d'*Arabidopsis thaliana*

AtGA2ox1 code la GA 2-oxydase, produisant GA₅₁, GA₂₉, GA₃₄ et GA₈.

AtGA3ox1 code l'enzyme GA 3-oxydase, produisant GA₄ et GA₁.

+GA₄ : présence de 10 µmol.L⁻¹ de GA₄ pendant les 24 heures précédant l'extraction à partir de bourgeons floraux immatures.

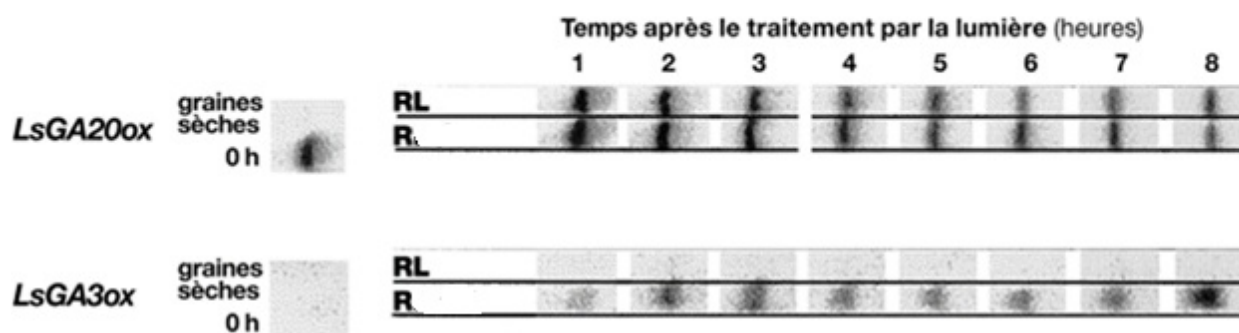
-GA₄ : aucun traitement avec GA₄.



Question 4. A l'aide du document 4, montrer que GA₄ est responsable de la régulation de sa propre synthèse.

2.2 Synthèse de gibbérellines : facteurs internes

On utilise des graines de laitue (*Lactuca sativa*) pour doser la quantité d'ARNm codant pour deux enzymes impliquées dans la biosynthèse des gibbérellines. Les résultats sont décrits dans le **document 5**.



Document 5 : effet de la lumière sur la transcription de divers gènes impliqués dans le métabolisme des gibbérellines chez une graine sauvage de laitue.

L'ARNm LsGA20ox code pour la GA 20-oxydase, produisant GA₉ et GA₂₀.

L'ARNm LsGA3ox code pour l'enzyme GA 3-oxydase, produisant GA₄ et GA₁, formes biologiquement actives des gibbérellines.

Graines sèches : dosage des ARNm dans des graines matures sèches. Le taux d'ARNm n'évolue pas au cours du temps.

0 h : dosage des ARNm dans des graines matures après 3 heures d'imbibition par l'eau, dans le noir, juste avant les traitements lumineux.

RL : graines éclairées par du rouge lointain (RL ; maximum d'absorption à 730 nm ; 4,5 W.m⁻²).

R : graines éclairées par du rouge (R ; maximum d'absorption à 660 nm ; 5 W.m⁻²).

Il a été vérifié que les quantités d'ARN totaux sont les mêmes (50 µg) pour chaque échantillon.

Question 5a. Analyser l'effet de l'imbibition des graines. Analyser les autres résultats et discuter du rôle de la lumière sur la levée de dormance.

Question 5b. Proposer une hypothèse sur la nature du récepteur de la lumière impliqué dans ce mécanisme.

Question 5c. Indiquer un autre phénomène régulé par le même type de récepteur.

Partie 3 : Mode d'action cellulaire des gibbérellines

On s'intéresse à deux gènes, les gènes rga et ga 1-2 . On dispose pour ces deux gènes de mutants perte de fonction, soit des mutants pour un seul des deux gènes (ga 1- 2) soit des mutants pour les deux gènes (ga 1-2 rga).

Le gène ga 1-2 code pour une GA-oxydase impliquée au début de la voie de biosynthèse des gibbérellines. Ainsi, le mutant ga1-2 ne synthétise pas d'ent-Kaurène (comme dans le document de la partie 2).

Génotype	Rayon de la rosette (mm)	Hauteur 105 j après plantation (cm)	Quantité de GA ₄ (ng.g ⁻¹ matière sèche)
Sauvage	27,8 ± 0,8	32,32 ± 0,59	22,5
ga1-2	16,1 ± 0,4	1,50 ± 0,16	Non détectable
ga1-2 rga	21,9 ± 0,5	18,21 ± 0,31	Non détectable

Document 6 : phénotype de deux mutants du développement végétatif d'*A. thaliana*

Remarque : une **rosette** est un ensemble de feuilles étalées en cercle à la base de la tige.

Question 6. Analyser le document 6 afin de proposer des hypothèses sur le mode d'action de rga.

On transforme une lignée double mutante *ga1-2 rga* d'*A. thaliana* par une séquence génétique formée d'un promoteur fort, le promoteur du virus 35S du chou-fleur, suivie de la séquence codant pour la protéine chimère GFP-RGA (sigle de cette construction génétique = 35S::GFP-RGA). RGA est la version fonctionnelle (sauvage) dans la construction GFP-RGA.

Document 7 : phénotypes de divers mutants d'*A. thaliana*.

Les différents mutants sont âgés de 50 jours, ce qui a permis pour le double mutant *ga1-2 rga* la formation de fleurs dont on ne tiendra pas compte.

Question 7. Analyser le document 7 afin de confirmer le rôle de la mutation *rga*.



La protéine GFP est une protéine verte fluorescente, ce qui permet de visualiser son expression à l'échelle cellulaire. Afin de mieux comprendre le rôle de la protéine RGA, on transforme des cellules d'oignon avec la construction génétique GFP-RGA ou avec une construction génétique ne comprenant que la protéine GFP. La séquence de la protéine RGA présente dans la protéine GFP-RGA correspond à la version sauvage. Les résultats des observations par microscope à épifluorescence sont présentés dans le **document 8** (voir planche couleur)

Question 8. Analyser le document 8 afin de caractériser la localisation de la protéine RGA dans la cellule. Emettez une hypothèse quant au rôle de cette protéine.

Le rôle de la protéine RGA dans la croissance végétale est étudié sur des racines de plants d'*A. thaliana* exprimant la construction génétique 35S::GFP-RGA. Des racines de plants transgéniques âgés de 8 jours sont observées au microscope, montées dans de l'eau en absence (-GA4) ou en présence de 100 μ M de GA4 (+GA4). Les photographies sont prises à intervalles réguliers et présentées dans le **document 9** (voir planche couleur).

Question 9. Analyser le document 9 afin de caractériser l'action de GA4 sur la protéine RGA.

Question 10. A partir de vos connaissances et de ces documents, proposer une définition d'hormone végétale. Fournir deux autres noms d'hormones végétales.

Question 11. Réaliser un schéma-bilan résumant les connaissances acquises sur les interactions entre les gibbérellines GA4, GA9, la protéine RGA et la lumière rouge, permettant une régulation de la croissance des végétaux.