

SVT, ÉPREUVE SUR SUPPORT DE DOCUMENTS

Samedi 19 septembre 2026

Durée totale : 3 h 30

Pour réduire les tirages couleurs, le sujet est tiré en noir et blanc et certains documents sont dans le cahier couleur en annexe.

Partie géologie

Durée indicative : 1 h 45

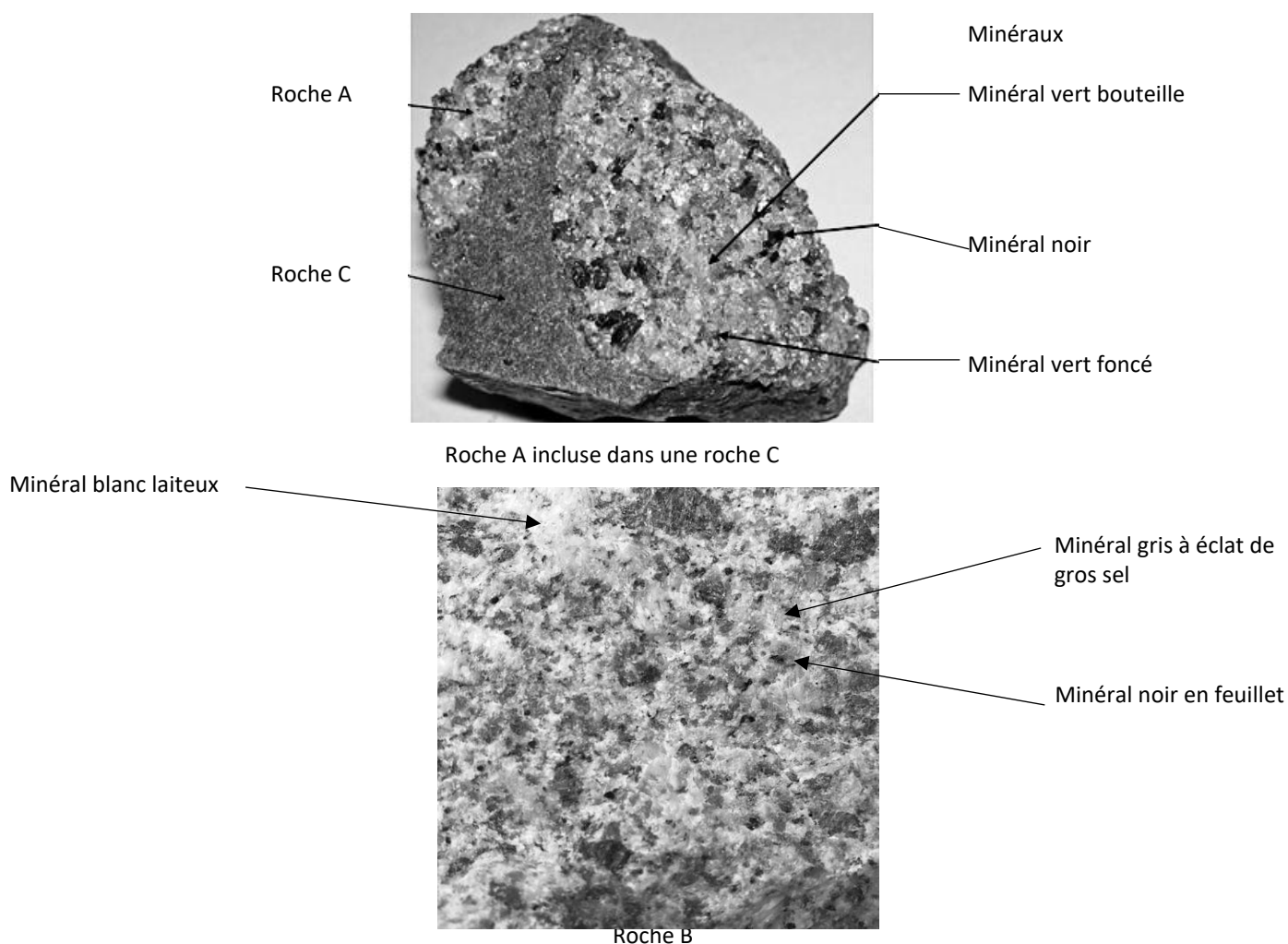
Chaque candidat est responsable de la vérification de son sujet d'épreuve : pagination et impression de chaque page. Ce contrôle doit être fait en début d'épreuve. En cas de doute, il doit alerter au plus tôt le surveillant qui contrôlera et éventuellement remplacera le sujet.

Le sujet comporte deux parties indépendantes : une partie géologie et une partie biologie.

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.

Thème 1 : magmatisme

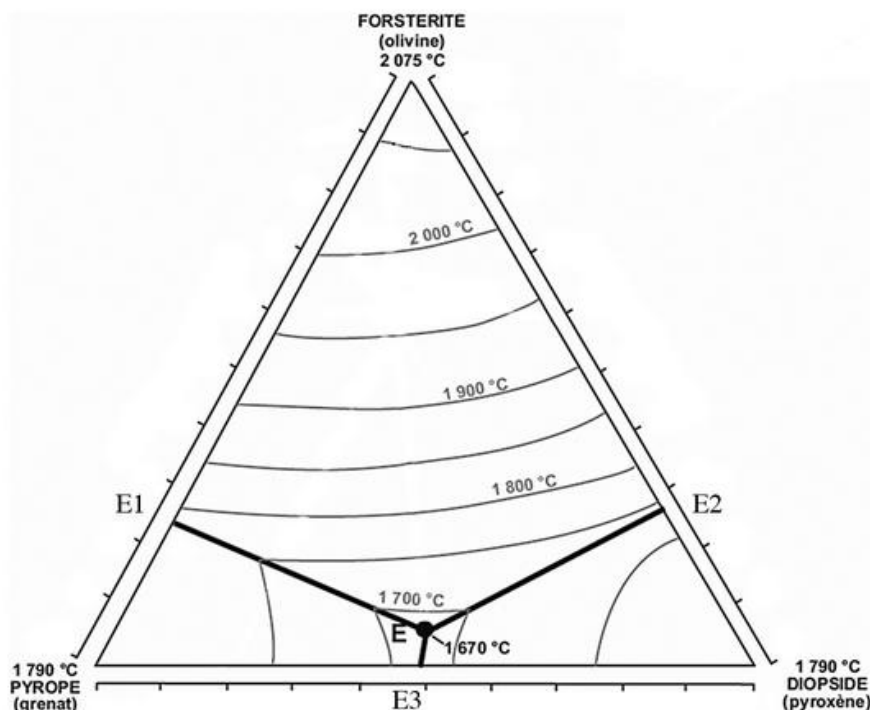
Document 1.1. Voici deux photographies de macro-échantillons de roche :



Question 1.1 :

- Sur l'**annexe 1** à rendre avec votre copie, indiquer le nom des minéraux légendés, la texture des roches A, B, C ainsi que leur nom.
- Comment la roche A peut-elle être incluse dans la roche C ?
- « Quels magmas primaires pourraient engendrer la fusion de ces roches A et B ?

Document 1.2. Diagramme ternaire olivine, pyroxène, grenat.



Question 1.2 :

- Pourquoi ce diagramme permet d'étudier la fusion d'une péridotite ?
- Quelle est la signification des points E, E₁, E₂, E₃ ?
- Quelle est la composition minéralogique (normative) de E ?
- On considère une roche formée de 60 % d'olivine, 25 % de grenat et 15 % de pyroxène. Représenter cette roche sur le triangle en **annexe 2**, à rendre avec la copie, et tracer le trajet lors de la fusion partielle indiquant la composition du liquide et du solide (utiliser deux couleurs différentes). Quel minéral disparaît en premier ? Quel sera la composition du solide résiduel ce minéral aura totalement disparu ?
- Quelle est la température au début de la fusion de la roche ?

Document 1.3. Volcanisme en Sardaigne (Italie) : le volcan du Mont Seda Oro.

Le volcan du Mont Seda Oro est un volcan en Sardaigne. Un prélèvement sur le terrain permet d'analyser plusieurs échantillons de roches volcaniques. Le tableau ci-dessous indique la composition minéralogique en % (normes) :

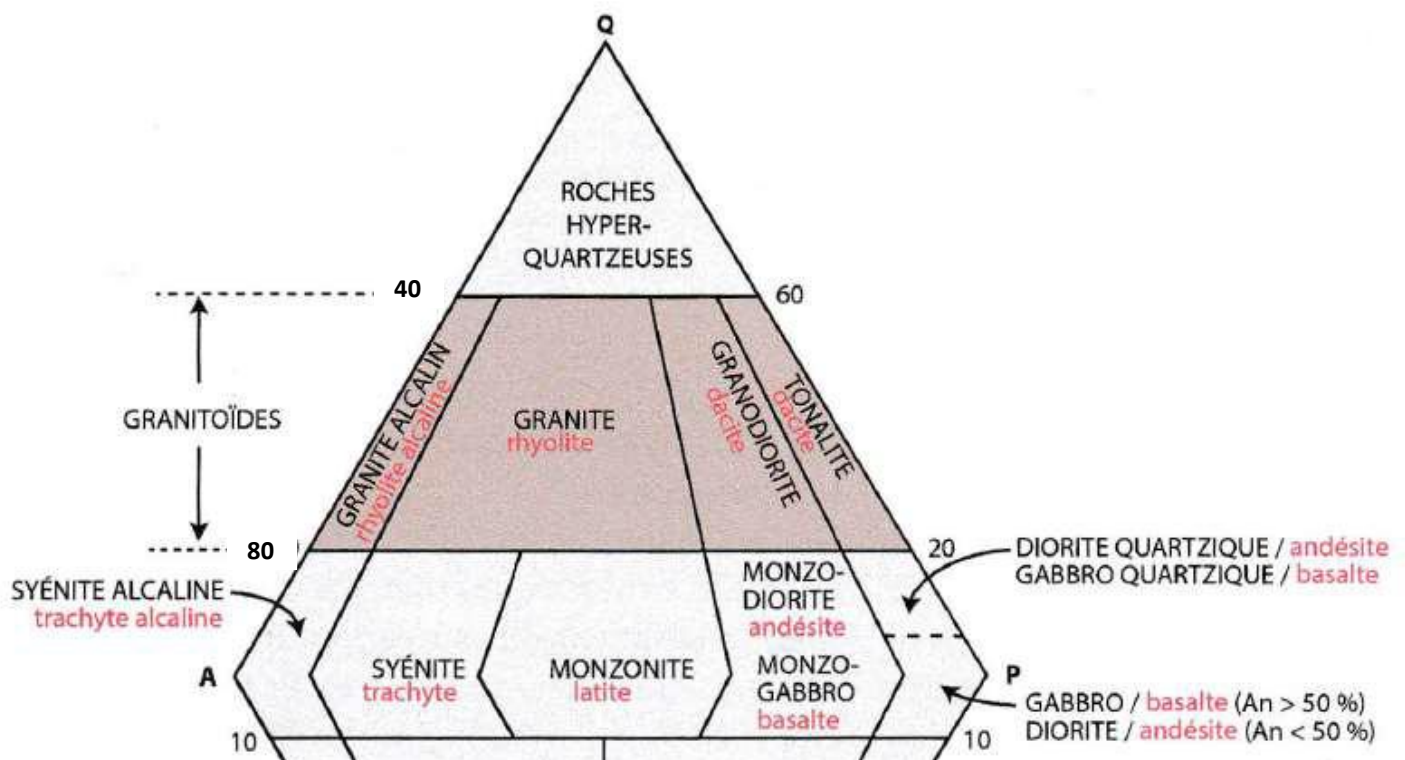
	Roche 1	Roche 2	Roche 3
Quartz	0,78	5,76	18,18
Feldspaths alcalins (orthose)	6,12	16,68	19,2
Feldspaths plagioclases, plutôt pôle albite	21,48	25,3	33,01
Feldspaths plagioclases plutôt pôle anorthite	51	25,3	18,6
Autres minéraux	20,62	27,63	11,01
Total	100	100	100

On analyse également les % d'oxydes dans le tableau ci-dessous :

	Péridotite type lherzolite	Péridotite type harzburgite	Roche 1
SiO ₂	44,45	42,3	58,96
MgO	40,71	47,4	5,65
Al ₂ O ₃	3,31	0,45	15,66
K ₂ O	0,1	0,0005	0,67

Question 1.3 :

- En utilisant la classification de Streckeisen donnée ci-dessous, déterminer le nom des roches 1, 2 et 3 ?
- En imaginant une origine mantellique à la roche 1, calculer le % de fusion partielle ayant conduit à l'échantillon n°1 par la méthode de votre choix en justifiant votre calcul.
- Comment expliquer la présence de ces différentes roches au niveau de ce volcan ? Quelles sont les conditions pour qu'elles forment une même série magmatique ?



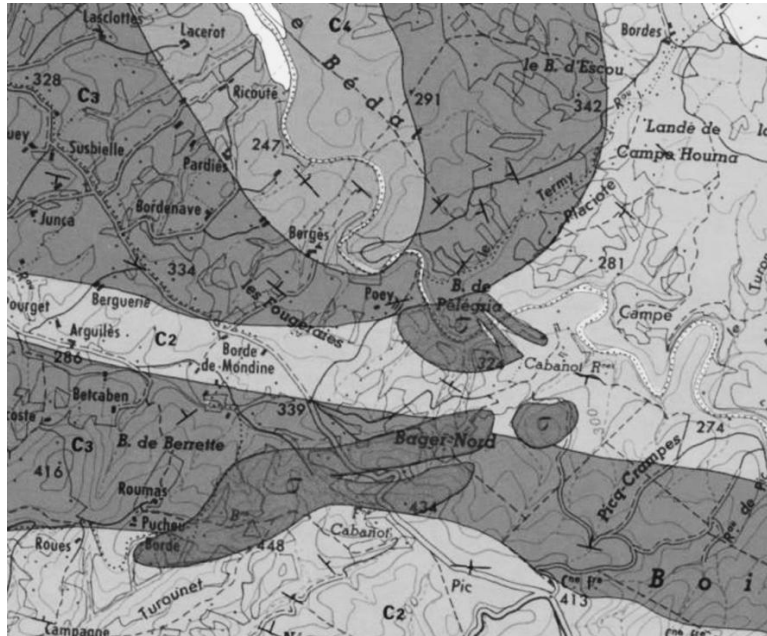
Thème 2 : L'histoire d'une roche basque

Document 2.1. Enseignements tirés de l'étude d'un extrait de la carte géologique au 1 / 50 000^e d'Oloron-Sainte-Marie :

La roche que l'on souhaite étudier est ici représentée par le symbole σ .

On donne les autres informations suivantes :

C₂, C₃, C₄ correspondent toutes les trois à une formation sédimentaire marine qu'on appelle un flysch. Le mode de dépôt des sédiments à l'origine d'un flysch est à rapprocher de celui des dépôts actuels au niveau des deltas sous-marins profonds. C₂, C₃, C₄, lithologiquement identiques, se distinguent par leur âge. C₂ étant la formation la plus ancienne : C₂ (= Cénomaniens) > C₃ (= Turonien) > C₄ (= Coniacien).



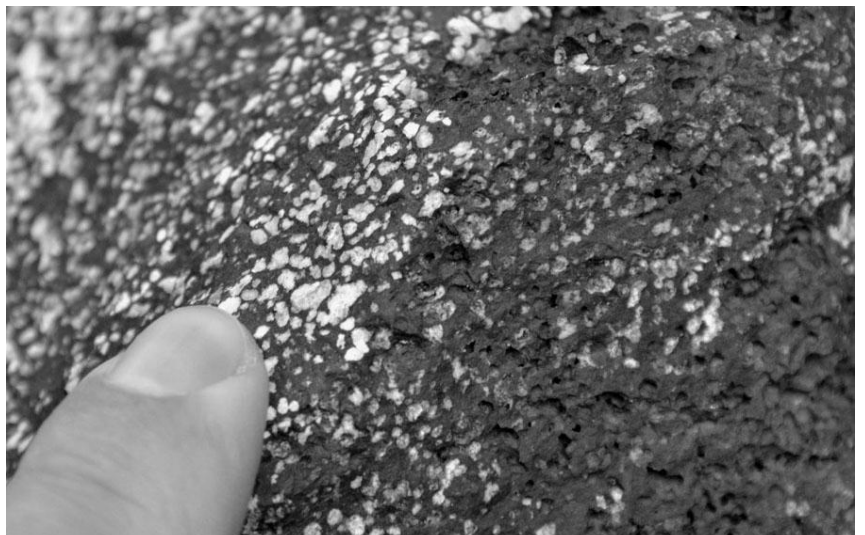
Question 2.1. : Quelles informations sur la roche pouvez-vous tirer de la carte géologique ?

Document 2.2 : Détermination raisonnée de la roche

Remarque préliminaire : en dehors de ses caractéristiques générales que vous devez ici analyser, la roche présente la particularité d'avoir à sa surface des vacuoles, parfois vides, souvent remplies d'un minéral blanc. Le contenu de ces vacuoles fait l'objet de la question 2.3, et ne doit pas être pris en compte dans cette question 2.2.

Observation macroscopique

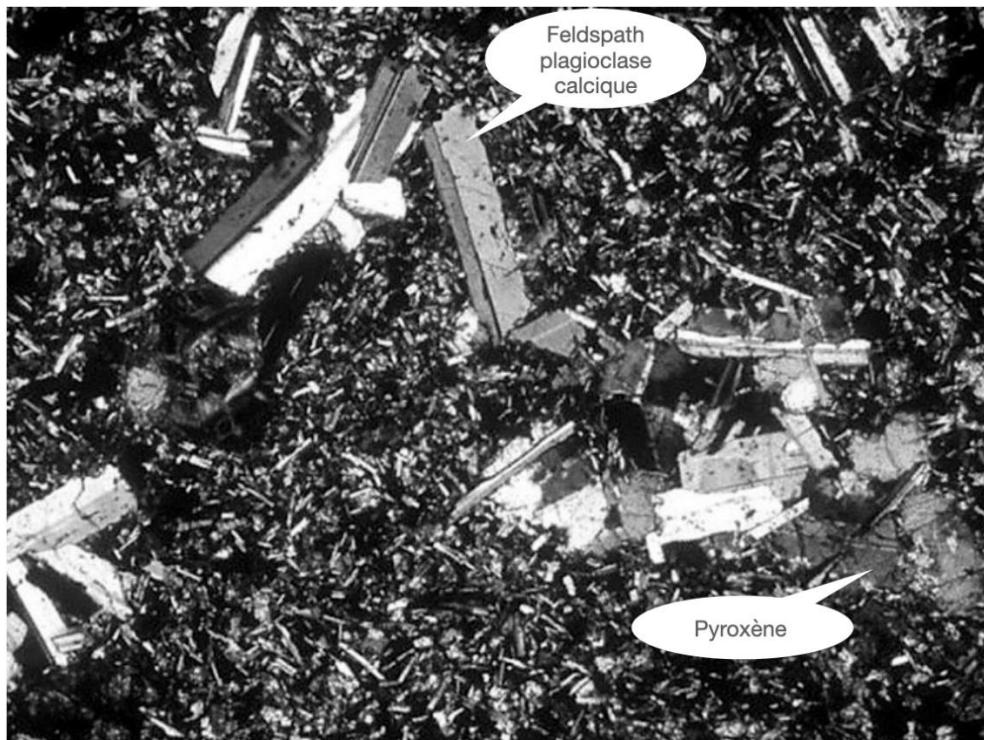
(L'échantillon à gauche mesure 5 cm de diamètre)



Analyse chimique en pourcentage d'oxydes de la roche comparée à quelques autres :

	Roche	Andésite	Lherzolite	Rhyolite	Basalte tholéitique
SiO ₂	46,2	62,1	45,4	75,7	50,6
MgO	9,6	3,3	41,3	0,3	8,4
FeO + Fe ₂ O ₃	11,9	3,5	7,3	2,0	8,6
Al ₂ O ₃	14,7	17,3	3,6	13,5	16
CaO	10,7	6,3	1,9	1,1	11,3
TiO ₂	2,7	0,9	0,2	0,2	2,3
K ₂ O	1,1	2,0	0,1	5,4	0,4
Na ₂ O	2,9	3,8	0,2	0,8	2,2
H ₂ O	0,2	0,8	0	1,1	0,2

Observation en lumière polarisée et analysée de la roche (avec quelques noms de minéraux les plus représentatifs) :



Question 2.2 : À l'aide des données précédentes, précisez les caractéristiques générales de la roche

Document 2.3 : Réflexion autour du contenu des « vacuoles » de la roche

On cherche donc ici à préciser les conditions d'apparition du minéral blanc qui occupe les « vacuoles ». Vous disposez d'un tableau de la composition standard de l'eau de mer en ions dissouts et de quelques réactions chimiques.

Composition de l'eau de mer (g/L)	
Sodium	11,035
Magnésium	1,330
Calcium	0,418
Potassium	0,397
Strontium	0,014
Chlorures	19,841
Sulfates	2,769
Bicarbonates	0,146
Bromures	0,068
Fluorures	0,001
Total	36,02

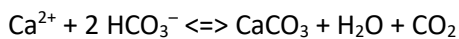
Tableau de la composition standard de l'eau de mer en ions dissouts

Quelques réactions chimiques :

Plagioclase calcique (anorthite) + Na^+ $\rightleftharpoons$ plagioclase sodique (albite) + Ca^{2+}

Pyroxène calco-magnésien (diopside) + Mg^{2+} $\rightleftharpoons$ pyroxène magnésien (enstatite) + Ca^{2+}

L'ion hydrogénocarbonate HCO_3^- est à la base de la formation du carbonate de calcium, CaCO_3 qui est faiblement soluble dans l'eau et est le constituant principal du calcaire :

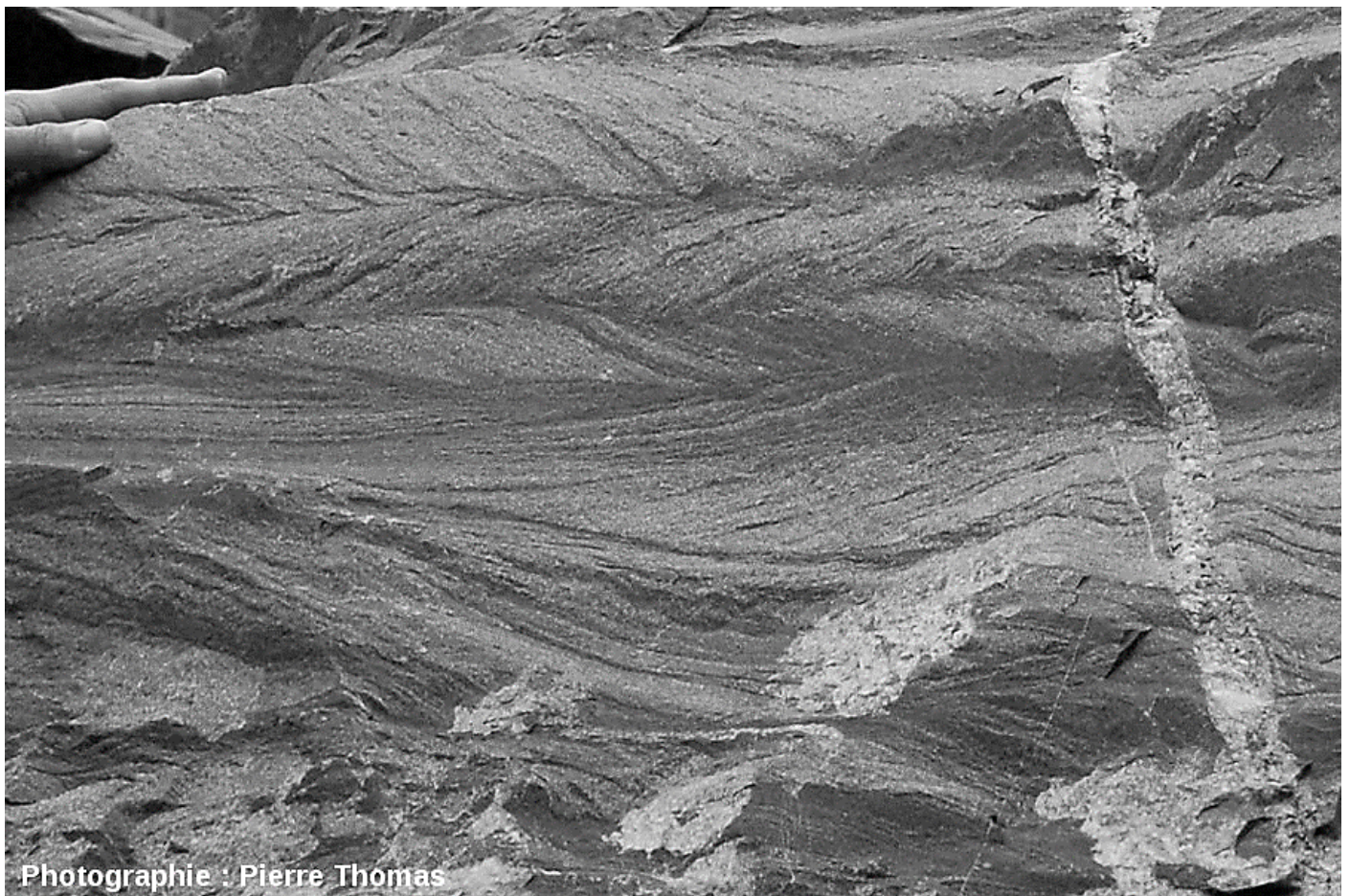


Question 2.3 : à l'aide des données précédentes, proposez un scénario qui pourrait rendre compte de la formation des « vacuoles » de la roche.

Thème 3 : autour du phénomène sédimentaire

Document 3.1

La photographie ci-dessous montre un échantillon d'une roche sédimentaire détritique terrigène (= à composants détritiques d'origine continentale).



Photographie : Pierre Thomas

Question 3.1

3.1 a) Indiquer un nom possible pour cette roche. Justifier.

3.1 b) Faire un schéma de l'échantillon et le légender.

3.1 c) Quelles caractéristiques apportent des informations sur son milieu de dépôt.

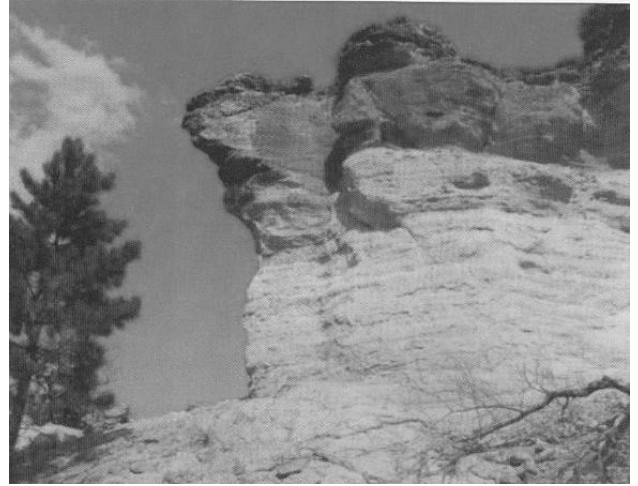
Document 3.2

Deux paysages sur sous-sol granitique :

Affleurement A :



Affleurement B



Question 3.2 :

- Faire un schéma légendé des deux affleurements.
- A partir de vos connaissances, expliquer les relations entre altération et climat. Répondre sous forme d'un ou deux schémas.
- A partir de vos connaissances, expliquer le résultat de l'hydrolyse d'un feldspath en fonction de l'intensité de l'altération (faible, moyenne, forte). Nommer les types d'argiles formées et les noms des processus d'altération.
- Environ la moitié de la masse sédimentaire actuelle est âgée de moins de 500 millions d'années (500 Ma). On considère que cette proportion est une constante au cours des temps géologiques, quelle que soit la date à laquelle en se place (actuellement ou dans le passé).
Quelle peut être, dans la masse sédimentaire actuelle, la proportion de RS datant de l'Archéen (c'est-à-dire de 2500 Ma et plus) ? Que pouvez-vous en conclure ?

Document 3.3 : Extrait d'une carte géologique (sur l'annexe).

Question 3.3.

- Effectuez la coupe géologique A-A' en utilisant **l'annexe 3 à rendre avec la copie**.
- Racontez brièvement l'histoire géologique de la région.

SVT, ÉPREUVE SUR SUPPORT DE DOCUMENTS

Partie biologie

Durée indicative : 1 h 45

DU SOL À L'ATMOSPHÈRE

ABSORPTION RACINAIRE ET CONTRÔLE DES STOMATES

L'eau et les ions minéraux prélevés dans le sol gagnent les tissus conducteurs de la racine. La transpiration foliaire contribue ensuite à leur circulation dans le xylème, tandis que les stomates règlent les pertes d'eau. Les documents permettent d'étudier comment l'approvisionnement racinaire et les échanges foliaires sont coordonnés lorsque les conditions hydriques varient.

Consignes

- Le candidat s'appuiera essentiellement sur l'analyse des documents pour répondre aux questions.
- Les réponses feront apparaître les observations, leur interprétation et, lorsque cela est pertinent, une exploitation quantitative.
- Les comparaisons statistiques et les barres d'erreur sont précisées dans les légendes.
- Une même série de données peut être mobilisée dans plusieurs questions. Les réponses attendues sont concises.
- L'usage d'abaques, de tables, de calculatrice 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.

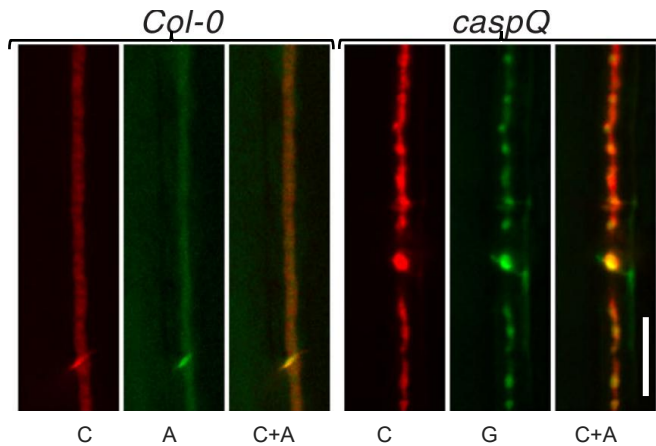
Les documents sont organisés selon une progression allant de l'entrée dans la racine au réglage des pertes d'eau par les feuilles.

Partie 1 – La bande de Caspary : organisation et fonction

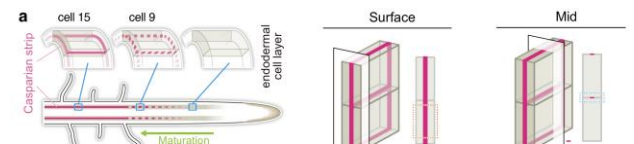
Document 1 Organisation et fonctionnement de l'endoderme

La bande de Caspary est un domaine spécialisé des parois radiales et transversales des cellules de l'endoderme. Les documents suivants permettent d'étudier le rôle joué par les protéines CASP dans l'organisation, la fonction de barrière et les relations entre la paroi et la membrane plasmique des cellules endodermiques. Les protéines CASP1 à CASP5 sont des protéines du domaine membranaire associé à la bande de Caspary. Les conséquences de mutations affectant les gènes codant les CASP sont étudiées. Les mutants sont désignés selon la protéine affectée (*casp1*, *casp3*...). Des mutants multiples ont également été obtenus (exemple mutant triple : *casp135* ; le mutant quintuple ayant les 5 gènes *casp* mutés est noté *caspQ*).

Document 1a Structure de la bande Caspary



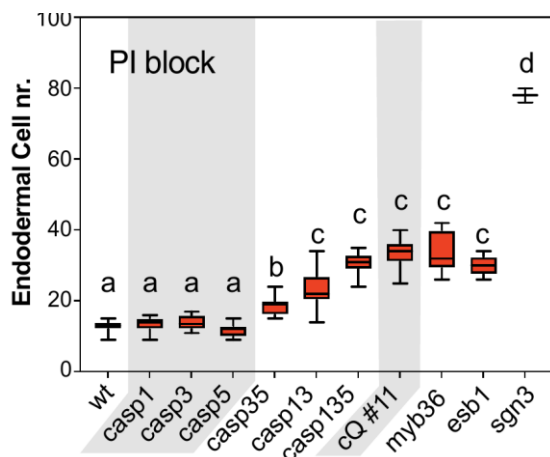
Orientation des observations



Organisation longitudinale de l'endoderme et orientation des vues de surface et médiane. La vue de surface correspond à celle utilisée dans le document 1a. Barbosa et al. (2023).

Des racines d'*Arabidopsis thaliana* sont étudiées chez le type sauvage Col-0 = WT et chez le mutant quintuple *caspQ*, affecté pour les protéines CASP1 à CASP5. Une portion de l'endoderme est observée en microscopie confocale dans la région de la racine où se met en place la bande de Caspary. L'observation est réalisée selon l'axe longitudinal de la racine, en vue de surface de l'endoderme (voir « orientation des observations ci-contre). ESB1 est une protéine associée au domaine de la bande de Caspary, distincte des protéines CASP ; ESB1-mCherry (C) permet de localiser ESB1 en rouge. L'auramine (A) révèle la lignine en vert. Racines âgées de cinq jours ; images représentatives de trois individus et de trois expériences indépendantes ; barre d'échelle : 10 µm. D'après Barbosa et al. (2023).

Document 1b

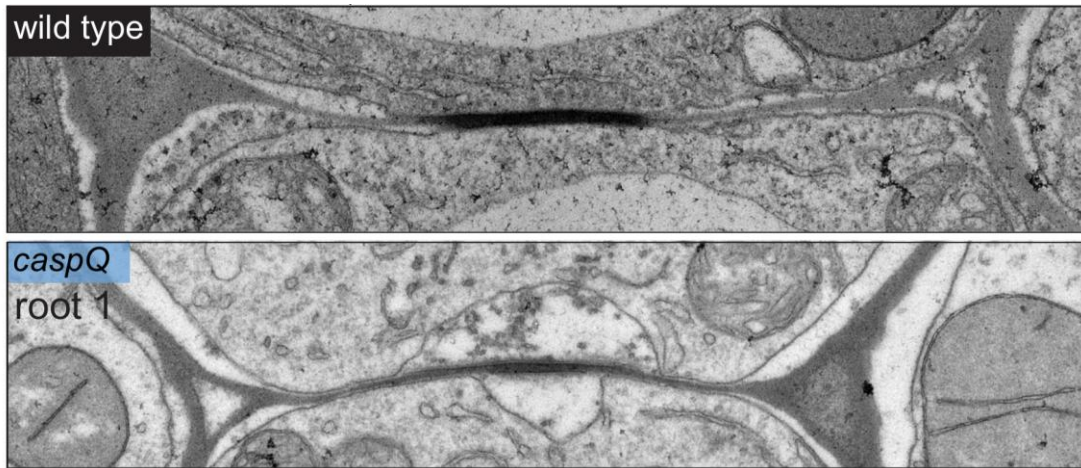


CaspQ est notée CQ#11 dans ce graphique. WT désigne le type sauvage = Col-0. Le propidium iodure (PI) est appliqué à l'extérieur de la racine. PI est un fluorophore polaire, chargé positivement, qui ne traverse pas librement les membranes plasmiques. Le numéro de cellule endodermique, compté depuis le début de la zone d'élongation, indique la position à laquelle le PI ne pénètre plus dans le cylindre central. « PI block » : blocage de la pénétration du PI. Boîtes : 25e–75e percentiles ; trait central : moyenne ; moustaches : minimum–maximum ; n = 10 individus. Des lettres différentes indiquent une différence significative avec le type sauvage. D'après Barbosa et al. (2023)

Question 1A - Comparer dans le document 1a les observations réalisées chez Col-0 et *caspQ* et préciser ce qu'elles permettent de conclure sur le rôle des protéines CASP dans l'organisation des domaines lignifiés de l'endoderme.

Question 1B - À partir des résultats du document 1b, préciser le rôle des protéines CASP dans la mise en place de la barrière endodermique et les conséquences de cette barrière sur le trajet radial de l'eau et des ions.

Document 1c Ultrastructure de la région de la bande de Caspary



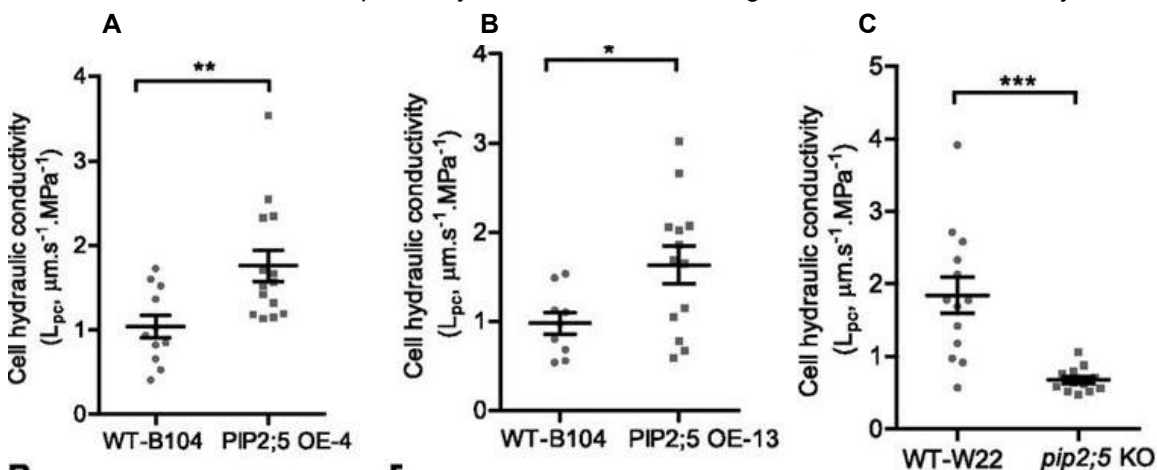
Document 1c : micrographies électroniques à transmission représentatives de contacts entre cellules endodermiques de Col-0 et caspQ, sur des coupes transversales réalisées à environ 1,8 mm de l'extrémité de racines âgées de cinq jours. Les coupes ont été traitées au permanganate de potassium (KMnO_4), qui augmente le contraste de la lignine en MET ; les domaines lignifiés apparaissent ainsi plus sombres que les autres composants pariétaux. Barre d'échelle : 1 μm . D'après Barbosa et al. (2023)

Question 1C – Comparer l'organisation ultrastructurale de la région de la bande de Caspary chez Col-0 et caspQ. À partir notamment des relations observées entre paroi et membrane plasmique, proposer une hypothèse sur l'importance de ces relations pour le fonctionnement de la bande de Caspary.

Partie 2 – La circulation de l'eau au sein de la plante

Document 2 Effet de l'expression de l'aquaporine PIP2;5

Chez le maïs *Zea mays*, deux lignées surexprimant PIP2;5, OE-4 et OE-13, sont comparées à leur témoin génétique B104. Une lignée dans laquelle l'expression de PIP2;5 est fortement diminuée, pip2;5 KO, est comparée à son témoin W22. Les plantes sont cultivées en hydroponie (hors-sol). La conductivité hydraulique caractérise la facilité avec laquelle l'eau traverse le système considéré sous l'effet d'une différence de potentiel hydrique : une valeur plus élevée traduit, toutes choses égales par ailleurs, un flux d'eau plus important. La conductivité hydraulique membranaire Lpc est ici mesurée dans des cellules du parenchyme cortical de racines âgées d'une semaine au moyen d'une sonde de pression.



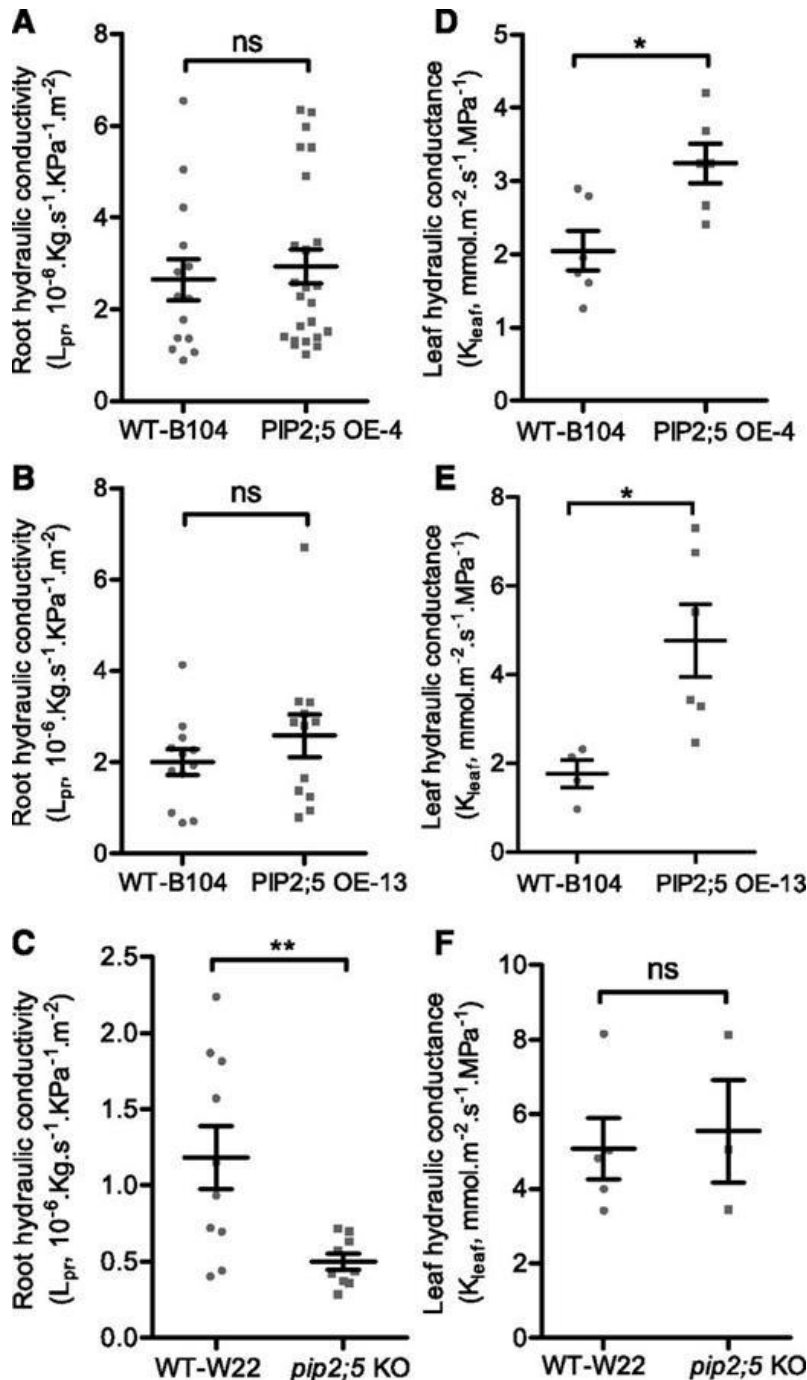
Lpc de cellules corticales chez les deux lignées surexprimant PIP2;5 et chez la lignée pip2;5 KO, chacune comparée à son témoin de même fond génétique. Chaque point correspond à une cellule ; trait horizontal : moyenne ; barres : erreur standard. WT : type sauvage ; OE : surexpression ; KO : invalidation du gène. *, **, *** différences statistiquement significatives. Hachez et al. (2020), Plant Physiology 182, 2154–2165. DOI 10.1104/pp.19.01183.

Question 2A - Quantifier l'effet de la surexpression et de la diminution d'expression de PIP2;5 sur Lpc. En déduire une fonction de cette protéine.

Question 2B - En mobilisant les documents 1 et 2, représenter sur un trajet radial simplifié les voies apoplasmique et symplasmique de l'eau et des ions. Indiquer où un transport membranaire devient obligatoire et où PIP2;5 peut modifier le flux d'eau.

Document 3 Propriétés hydrauliques de la racine et de la feuille

La conductivité hydraulique de racines entières L_{pr} est mesurée sur des plantules de maïs âgées de deux semaines. La conductance hydraulique foliaire K_{leaf} est mesurée sur des feuilles nouvellement déployées de plantes âgées de trois semaines. Les génotypes et les conditions de culture sont ceux du document 2. Conductance et conductivité hydrauliques diffèrent par leur mode de calcul et de normalisation, mais ont ici la même signification biologique : elles caractérisent la facilité avec laquelle l'eau traverse le système considéré sous l'effet d'une différence de potentiel hydrique.



A–C : L_{pr} , conductivité hydraulique de la racine entière. D–F : K_{leaf} , conductance hydraulique foliaire. Chaque point représente un organe ; trait horizontal : moyenne ; barres : erreur standard, $n = 4$ à 6 plantes. *, **: différences statistiquement significatives ; ns : différence non significative. D'après Hachez et al. (2020).

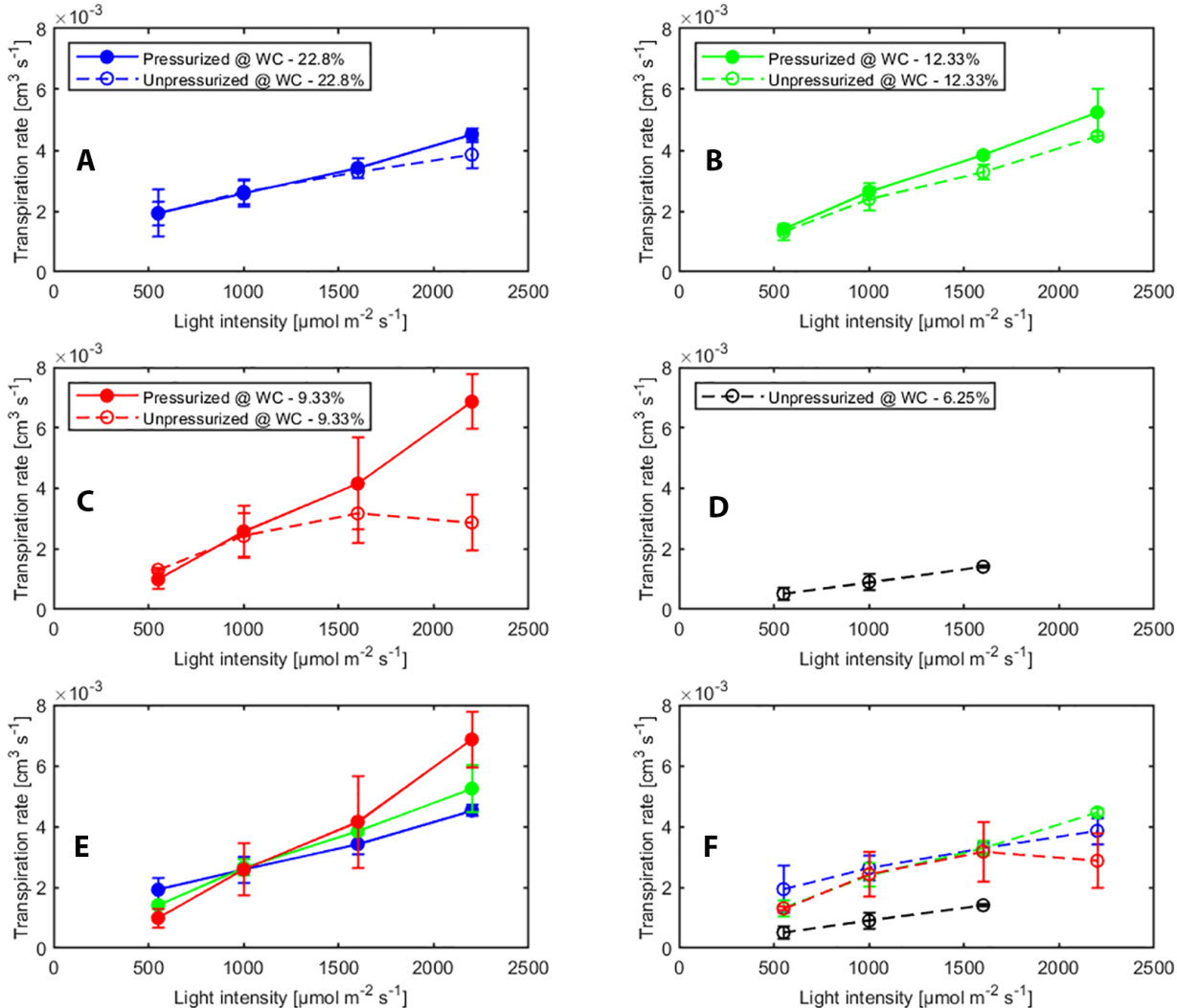
Question 3A - Comparer, pour chaque modification de PIP2;5, les réponses observées à l'échelle de la cellule corticale, de la racine entière et de la feuille. Appuyer la réponse sur des valeurs ou rapports lus sur les graphiques.

Question 3B - Expliquer pourquoi les modifications de la conductivité hydraulique observées à l'échelle des cellules corticales ne se retrouvent pas nécessairement à l'échelle de la racine entière.

Partie 3 – La transpiration : influence de l'état hydrique du sol et de la demande atmosphérique

Document 4 Effet d'une pressurisation du compartiment racinaire

Des plants de maïs âgés de 40 jours sont cultivés dans des colonnes contenant un mélange sol limoneux-sable de quartz. Quatre teneurs en eau massiques sont étudiées : 22,8 %, 12,33 %, 9,33 % et 6,25 %. L'intensité lumineuse est augmentée par paliers de 1 h 30. Dans certaines conditions, une pression est appliquée au compartiment sol-racines de façon à maintenir le potentiel de pression du xylème foliaire au voisinage de la pression atmosphérique. La transpiration est mesurée par des capteurs de flux de sève.



A–D : effet de la pressurisation sur la transpiration aux différentes teneurs en eau du sol. E–F : comparaison des teneurs en eau, respectivement chez les plantes pressurisées et non pressurisées. La nature des barres de dispersion n'est pas précisée dans la légende originale. Dans les graphiques, WC désigne la teneur en eau du sol ; « Pressurized » et « Unpressurized » signifient respectivement pressurisé et non pressurisé. D'après Hayat et al. (2020) *Frontiers in Plant Science* 10, 1695. DOI 10.3389/fpls.2019.01695.

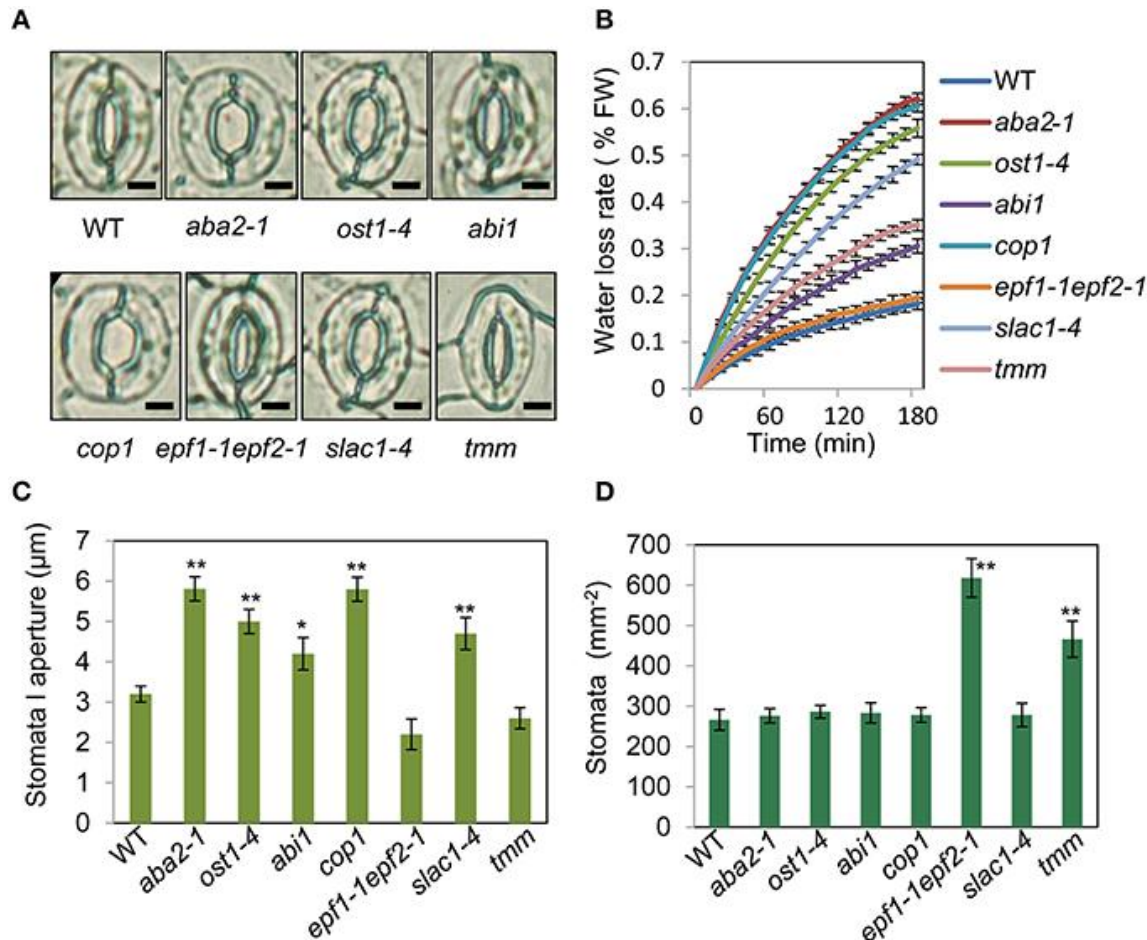
Question 4A - Justifier que le flux de sève constitue un indicateur pertinent de la transpiration foliaire. Rappeler le rôle de la transpiration dans la circulation de la sève brute.

Question 4B - Décrire et quantifier l'effet de la pressurisation sur la transpiration en fonction de la teneur en eau du sol et de l'intensité lumineuse.

Question 4C - Expliquer l'intérêt de la pressurisation dans ce protocole et en déduire un facteur limitant de la transpiration mis en évidence par cette expérience.

Document 5 Ouverture stomatique et perte d'eau chez des mutants

Des feuilles d'*Arabidopsis thaliana* âgées de 35 jours sont étudiées. Le mutant *aba2-1* est déficient dans la synthèse de l'ABA. Les mutations *ost1-4* et *slac1-4* affectent respectivement une protéine kinase et un canal anionique impliqués dans la réponse à l'ABA et exprimés notamment dans les cellules de garde. D'autres mutants affectant le fonctionnement ou le développement des stomates sont également étudiés ; la nature précise des mutations n'est pas nécessaire à l'analyse. Les pertes d'eau sont mesurées sur les feuilles 5 et 6 détachées. L'ouverture et la densité stomatiques sont déterminées sur l'épiderme abaxial de la cinquième feuille développée.



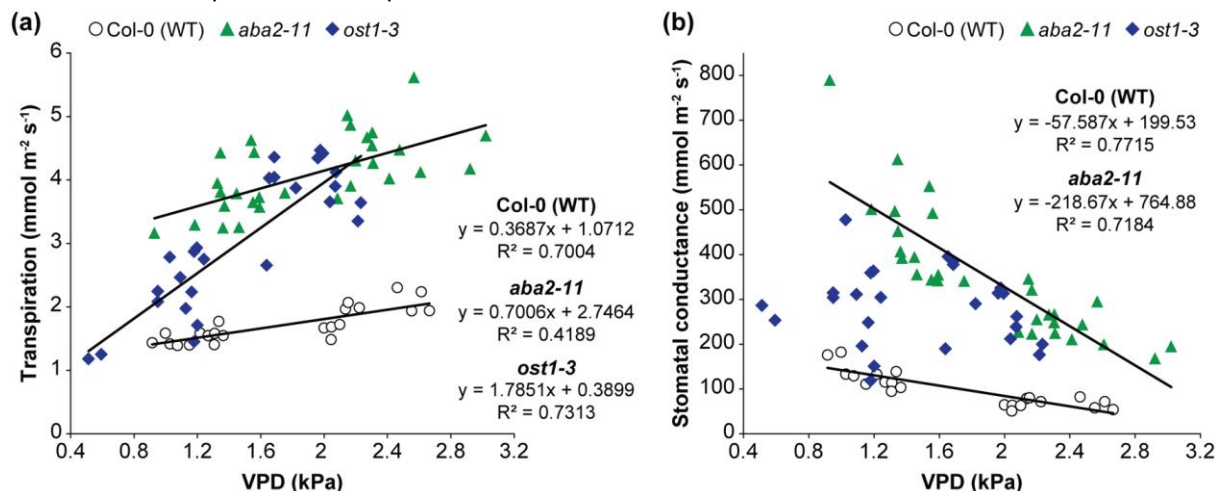
A : stomates observés à midi sur des plantes non stressées cultivées en sol ; barre = 10 μm . B : perte d'eau en pourcentage de la masse fraîche initiale, $n = 5$; FW désigne la masse fraîche et WT le type sauvage. C : ouverture stomatique. D : densité stomatique. Barres : erreur standard ; astérisques : différences statistiquement significatives avec le type sauvage par test de Student (* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$). D'après Song et al. (2016), *Frontiers in Plant Science* 7, 181. DOI 10.3389/fpls.2016.00181.

Question 5A - À partir des documents B, C et D, mettre en relation l'ouverture et la densité stomatiques avec les pertes d'eau observées chez les différents génotypes.

Question 5B - À partir de vos connaissances, expliquer comment les mutations affectant la synthèse de l'ABA ou le fonctionnement de protéines impliquées dans la réponse à l'ABA permettent de rendre compte des phénotypes observés chez *aba2-1*, *ost1-4* et *slac1-4*.

Document 6 Effet du déficit de pression de vapeur

Le déficit de pression de vapeur (VPD) correspond à la différence entre la pression de vapeur d'eau à saturation et la pression réelle de vapeur d'eau de l'air. Plus le VPD est élevé, plus l'air est desséchant et la demande évaporative importante. Des plants intacts d'*Arabidopsis thaliana* sont placés successivement à différents VPD jusqu'à obtention d'un état stationnaire. Le type sauvage Col-0 est comparé au mutant *aba2-11*, déficient en ABA (fonctionnellement comparable au mutant *aba2-1* du document 5), et au mutant *ost1-3* (fonctionnellement comparable au mutant *ost1-4*), affecté dans la réponse stomatique à l'ABA.



A : transpiration de la rosette entière en fonction du VPD. B : conductance stomatique en fonction du VPD. Les points correspondent aux états stationnaires. Les droites et leurs équations sont les régressions linéaires publiées. La conductance stomatique de *ost1-3* n'est pas corrélée au VPD. Données de Merilo et al. (2018), reprises dans Jalakas et al. (2021), *New Phytologist* 232, 468–475. DOI 10.1111/nph.17592.

Question 6A - Décrire et quantifier les effets d'une augmentation du VPD sur la transpiration et la conductance stomatique chez les trois génotypes.

Question 6B - À partir de ces résultats et de ceux du document 5, préciser le rôle de la protéine kinase OST1 et de l'ABA dans la réponse stomatique à une augmentation de la demande évaporative.

Question 6C - À partir de vos connaissances, réaliser un schéma fonctionnel du contrôle de la fermeture stomatique intégrant les résultats des expériences présentées dans les documents 4 à 6.

Références scientifiques

- Barbosa I.C.R., De Bellis D., Flückiger I. et al. (2023). *Nature Communications* 14, 1626. DOI 10.1038/s41467-023-37265-7.
- Hachez C. et al. (2020). *Plant Physiology* 182, 2154–2165. DOI 10.1104/pp.19.01183.
- Hayat F. et al. (2020). *Frontiers in Plant Science* 10, 1695. DOI 10.3389/fpls.2019.01695.
- Song Y. et al. (2016). *Frontiers in Plant Science* 7, 181. DOI 10.3389/fpls.2016.00181.
- Jalakas P. et al. (2021). *New Phytologist* 232, 468–475. DOI 10.1111/nph.17592.