

SVT, EPREUVE SUR SUPPORT DE DOCUMENTS

Biologie

Durée conseillée : 1h45

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 les moyens autres que ceux fournis dans le sujet est interdit.

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 le vérifiera et, éventuellement, remplacera le sujet.

Ce sujet comporte 8 pages numérotées de 13 à 20.

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.

Les végétaux pyrophytes

Certains végétaux dits « pyrophytes » ont des caractéristiques histologiques-anatomiques, physiologiques et génétiques issues d'une sélection par le feu. Ces espèces ont le plus souvent des traits phénotypiques adaptés au feu.

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

Le sujet comporte 3 thèmes qui 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. Un schéma-bilan est attendu en fin d'épreuve.

Aucune introduction, aucune conclusion n'est demandée.

Références :

Thème 1 :

Burrows and Chisnall (2016). *Trees* 30(1), 241-254.
Habrouk *et al.* (1999). *Plant Ecology* 145, 91–99.
Hengst and Dawson (1994). *Can. J. For. Res.* 24, 688–696.
Pausas (1997). *J. Veg. Sci.* 8: 703-706
Proenca *et al.* (2010). *Acta Oecologica*, 36(6), 626-633.

Thème 2 :

Flematti *et al.* (2015). *BMC Biol* 13, 108
Gutjahr *et al.* (2015). *Science* 18;350(6267):1521-4.
Li *et al.* (2017). *PLoS Genet* 13(11): e1007076.
Nelson *et al.* (2010). *PNAS* 107:7095–7100.

Thème 3 :

Guo *et al.* (2014) *PNAS* 110 (20) 8284-8289
Toh *et al.* (2014). *Chem Biol.* 21(8):988-98.
Xu *et al.* (2016). *Sci. Rep.* 2016; 6: 31386
Lee *et al.* (2018). *J. of Exp. Bio.* 69(15), 3609-3623

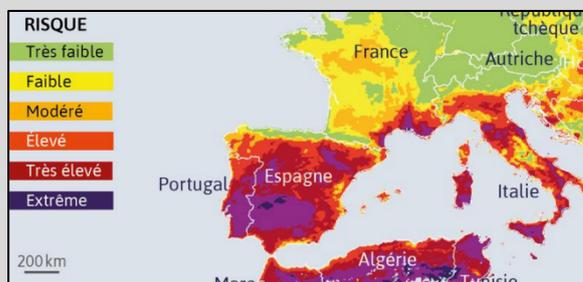
Thème 1 : Ecologie des végétaux pyrophytes en réponse au feu

Ces **informations importantes** sont à prendre en compte pour répondre aux questions. Elles ne sont pas à étudier pour elles-mêmes.

On trouve sur le pourtour méditerranéen une espèce appelée Chêne-liège *Quercus suber*. Cette espèce peut être cultivée afin de récupérer son liège, en quantité abondante.



Plantation de *Quercus suber* (à gauche) et détail de l'écorce (à droite).

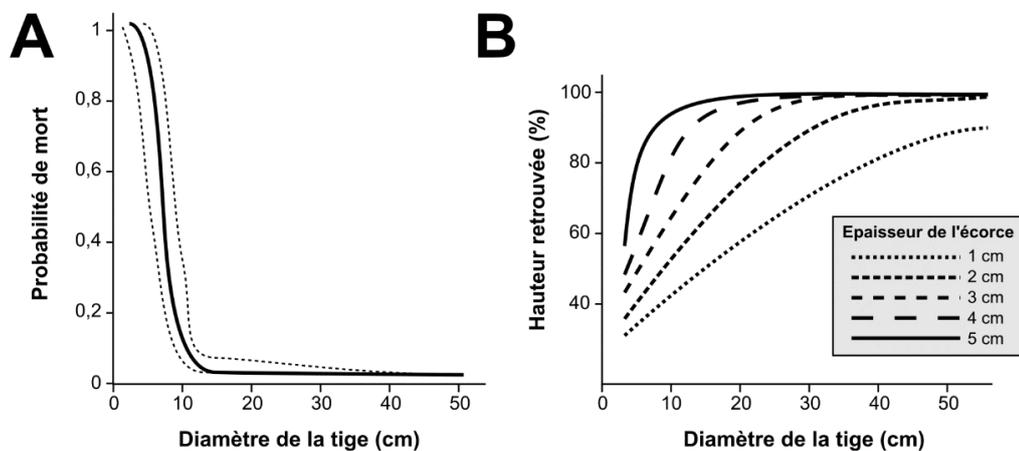


Carte du risque incendie naturel (gauche) et aire de distribution de *Quercus suber* (droite)

Document 1 : Après un incendie, on mesure un an plus tard divers paramètres sur plus de 100 chênes-lièges.

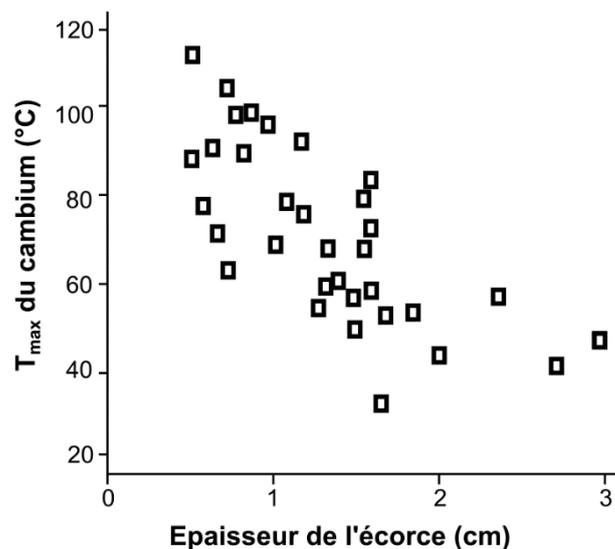
(A) Probabilité de mort d'une tige en fonction de son diamètre. Les courbes en pointillés correspondent aux intervalles de confiance à 95 %.

(B) Hauteur de l'arbre retrouvée au bout d'un an après l'incendie, en pourcentage de la hauteur initiale pré-incendie (100 % = l'ensemble de la hauteur de l'arbre avant l'incendie a été retrouvée après l'incendie). Les courbes correspondent à différentes épaisseurs d'écorces.



Question 1 : Analysez le document 1.

Document 2 : Au cours de feux simulés en forêt, on mesure la température maximum atteinte par le cambium en fonction de l'épaisseur de l'écorce pour divers individus appartenant à 11 espèces différentes (une observation correspond à un individu).



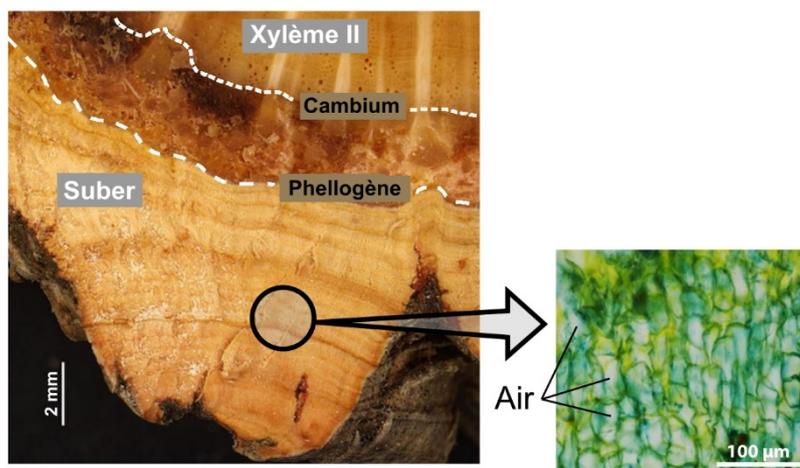
Question 2 :

a – En tenant compte des informations apportées par le document 2, **proposez** une explication aux conclusions de la question 1.

b – **Proposez** une amélioration possible à ce document.

Document 3 : Histologie du suber de *Quercus suber*. L'encadré est un détail observé au microscope optique de suber coloré triplement au Bleu Astra, à la chrysoïdine et au Soudan IV.

On donne la conductivité thermique :
 - de l'air : 0,03 W/K/m
 - de l'eau : 0,6 W/K/m.



Question 3 :

Le liège très développé est absent de la quasi-totalité des autres espèces de Chênes, quelles que soient les latitudes auxquelles on les trouve.

En utilisant les informations dont vous disposez, **expliquez** en quoi cette particularité anatomique favorise une adaptation au climat méditerranéen.

On s'intéresse désormais à une espèce de pin méditerranéen, le Pin d'Alep, *Pinus halepensis*.

Ces **informations importantes** sont à prendre en compte pour répondre aux questions. Elles ne sont pas à étudier pour elles-mêmes.

On trouve également sur le pourtour méditerranéen de nombreuses espèces de Pins (genre *Pinus*). Celles-ci produisent des cônes, constitués d'écailles qui renferment des graines. À maturité, les écailles s'ouvrent et libèrent les graines.

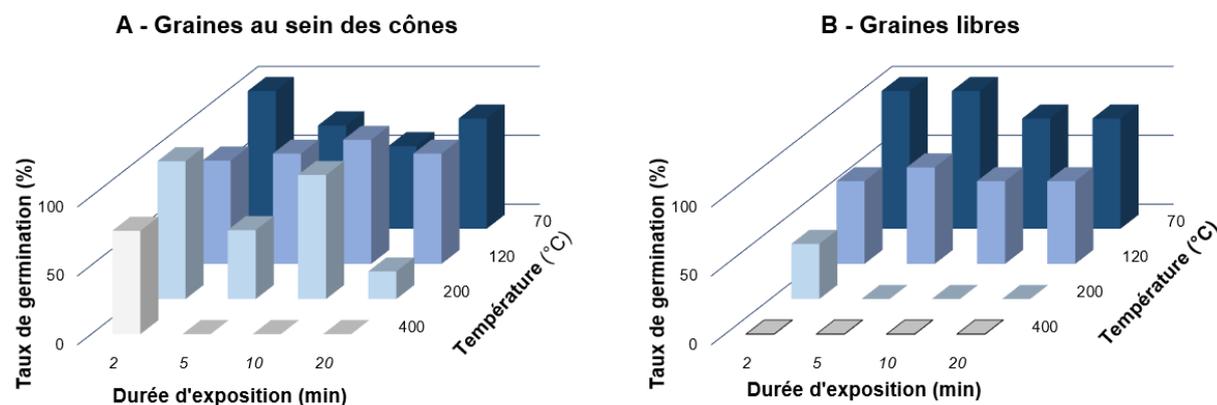


Document 4 : Pourcentage de cônes ouverts chez *P. halepensis* en fonction du temps d'exposition à diverses températures. (10 cônes pour chaque durée d'exposition)

Durée d'exposition	Température (°C)			
	70	120	200	400
2'	0	0	0	0
5'	0	0	0	100
10'	0	0	100	100
20'	0	100	100	100

Question 4 : Déterminez les paramètres à l'origine de l'ouverture des cônes (une réponse succincte est attendue).

Document 5 : On teste le taux de germination de graines dans des cônes (A) ou libres (B), après exposition des cônes (A) ou des graines libres (B) à diverses températures et durées. Dans le cas où le cône n'a pas été ouvert suite à l'exposition, on ouvre le cône et on en libère les graines. Dans chaque situation, le nombre de graines est supérieur à 200.

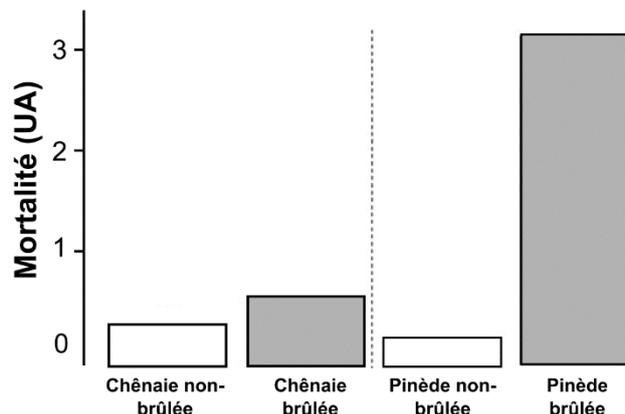


Question 5 :

a - En cas d'exposition à des hautes températures (> 120 °C), **déterminez** si les graines de pins germent mieux libres ou dans des cônes.

b - En faisant le lien avec le document 4, **déterminez** la séquence d'événements ayant lieu entre un feu et la germination d'une graine de pin d'Alep.

Document 6 : On compare la survie de plantations de pins (pinèdes) et de chênes (chênaies) dans des zones incendiées ou non.



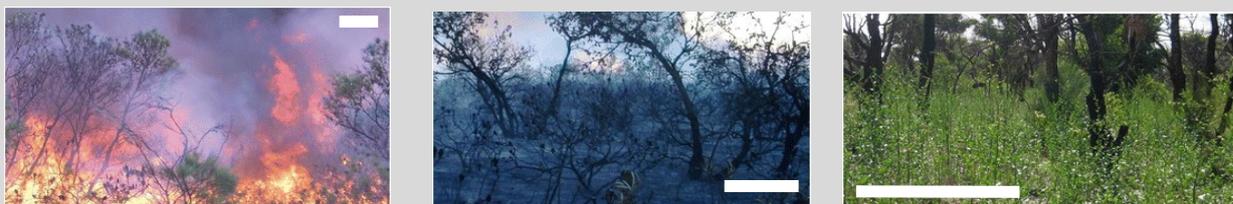
Question 6 :

- a – **Comparez** les survies des différents types de communautés végétales après un feu.
- b – **Discutez** de la validité des résultats.
- c – **Discutez** de l'application des concepts de stratégies r et K pour le Pin d'Alep et le Chêne liège dans un environnement où les feux sont fréquents.

Thème 2 : Physiologie de la germination après un feu

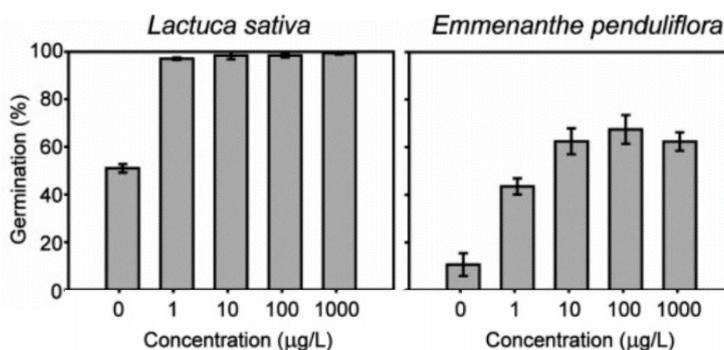
Ces **informations importantes** sont à prendre en compte pour répondre aux questions. Elles ne sont pas à étudier pour elles-mêmes.

Après un feu (ci-dessous, à gauche), des dépôts de cendres se forment sur le sol (milieu). La végétation y trouve des conditions favorables à sa germination (droite). (Barre = 1 m)



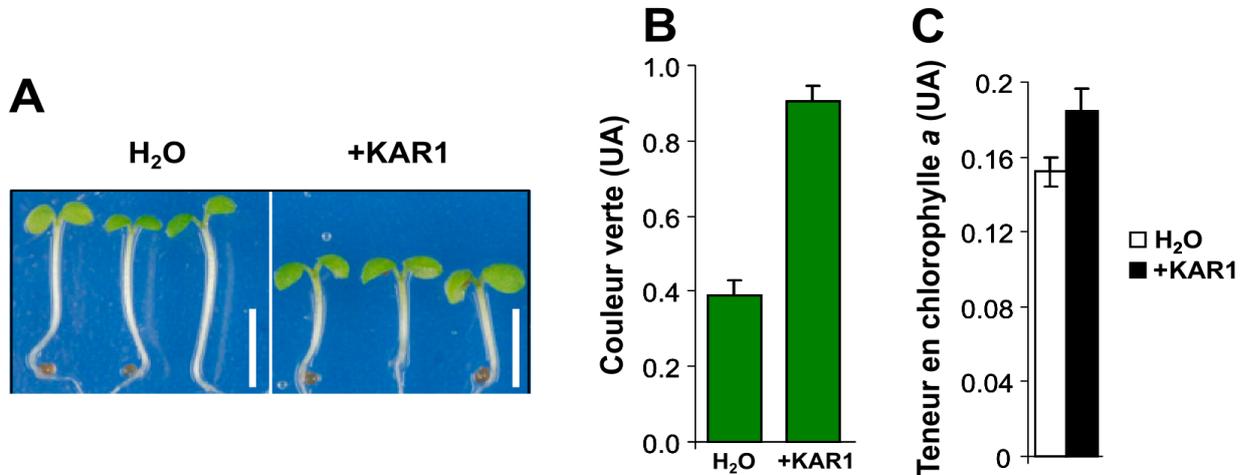
On s'intéresse ici à la germination des végétaux pyrophytes en présence de composés appelés « **karrikines** », issus de la combustion des molécules des parois végétales. Les karrikines sont retrouvées dans les cendres déposées en surface du sol après un feu.

Document 7 : Taux de germination de graines de deux espèces différentes en fonction de la teneur en KAR1 (principale karrikine) du milieu.



Question 7 : Analysez le document 7 et **concluez** sur le rôle de KAR1.

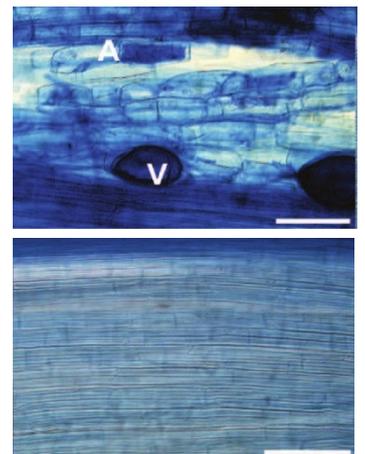
Document 8 : Effet de KAR1 sur la croissance de jeunes plantules d'*Arabidopsis thaliana*. (A) Traitement avec ou sans KAR1 (barre = 3 mm). (B) Couleur verte des cotylédons de jeunes plantules. (C) Teneur en chlorophylle a de jeunes plantules.



Question 8 : À partir de la description du document 8, **précisez** l'effet des karrikines sur de jeunes plantules.

Document 9 :

Haut : Coloration au bleu Trypan (colorant spécifique de la paroi des cellules de champignons) d'une racine de riz 6 semaines après inoculation du plant par le champignon endomycorhizien *Rhizophagus irregularis*. A = arbuscule, V = vésicule.



Bas : Même protocole réalisé sur un plant de riz mutant pour la voie de transduction du récepteur aux karrikines.

Barre : 50 µm.

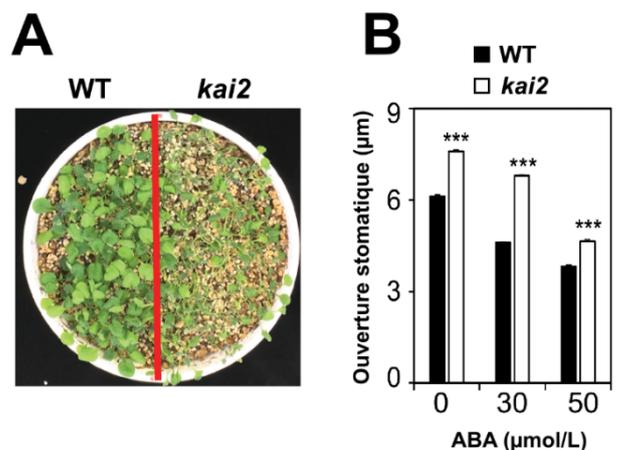
Question 9 : Analysez le document 9.

Document 10 :

(A) Plantules sauvages d'*A. thaliana* et mutantes (*kai2*) après 14 jours sans arrosage.

(B) Ouverture stomatique pour divers traitements à l'acide abscissique (ABA). *** signifie que les différences WT/*kai2* sont significatives.

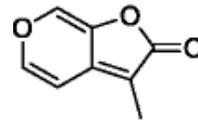
Note : *kai2* est le récepteur aux karrikines. Sa mutation bloque la voie de réponse aux karrikines.



Question 10 : Montrez en vous appuyant sur le document 10 que les karrikines jouent un rôle dans la résistance à la sécheresse des plants d'*Arabidopsis thaliana*. Vous **proposerez** un **mécanisme** incluant l'ouverture stomatique.

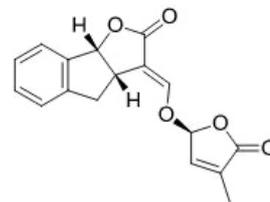
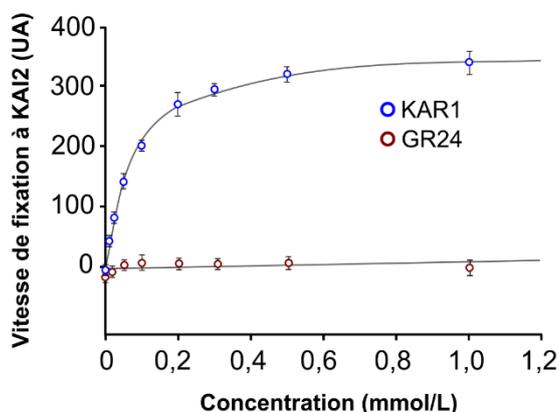
Thème 3 : Mode d'action des karrikines à l'échelle moléculaire

Document 11 : Structure moléculaire d'une karrikine, KAR1.



Question 11 : Reproduisez KAR1 sur votre copie puis **justifiez** à l'aide d'une légende judicieusement choisie que cette molécule peut diffuser simplement depuis le milieu extracellulaire jusque dans le cytosol.

Document 12 : On s'intéresse au récepteur de KAR1 appelé KAI2 et on mesure la fixation à KAI2 de 2 molécules : KAR1 ainsi qu'une molécule de structure proche, la strigolactone GR24.

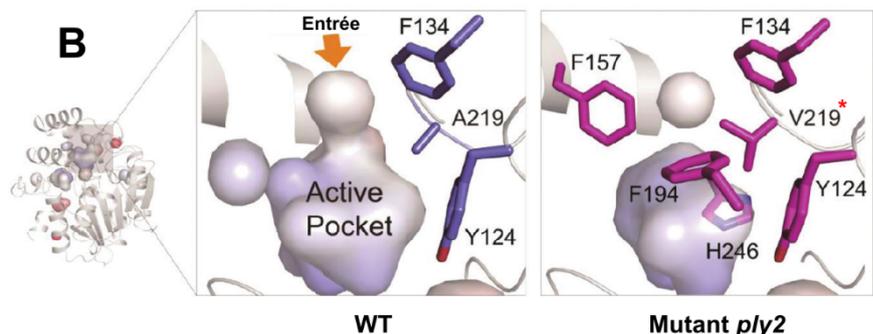
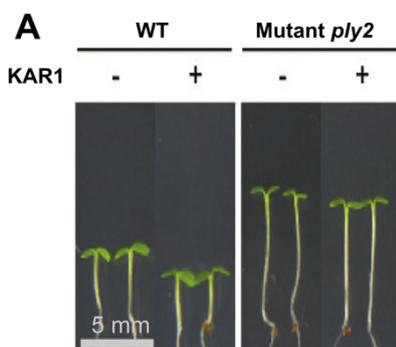


Structure de GR24

Question 12 :

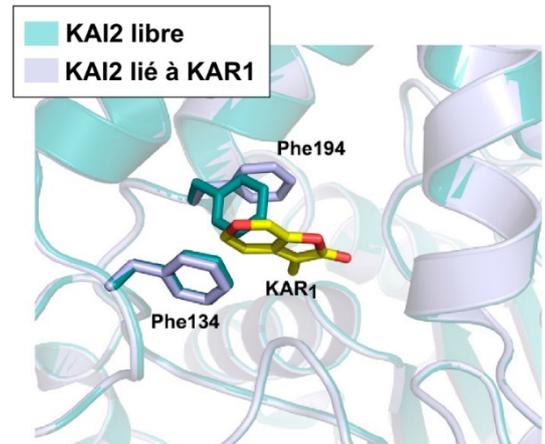
- a - À partir d'une exploitation du document 12, **justifiez** que KAR1 se fixe sur son récepteur au niveau d'un seul site de fixation selon des facteurs cinétiques que vous préciserez.
 b - Complétez votre schéma de la question 11 pour préciser par quelle partie de la molécule KAR1 se fixe à KAI2.

Document 13 : On étudie le mutant *ply2* du récepteur KAI2 : une valine (acide aminé) de la protéine KAI2 est substituée à une alanine en position 219. (A) Individus sauvages (WT) ou mutants cultivés avec (+) ou sans (-) KAR1. (B) Site de fixation (« active pocket ») de KAI2. La voie d'entrée de KAR1 est indiquée, ainsi que divers acides aminés. A219 et V219* correspondent respectivement à l'alanine et à la valine en position 219.

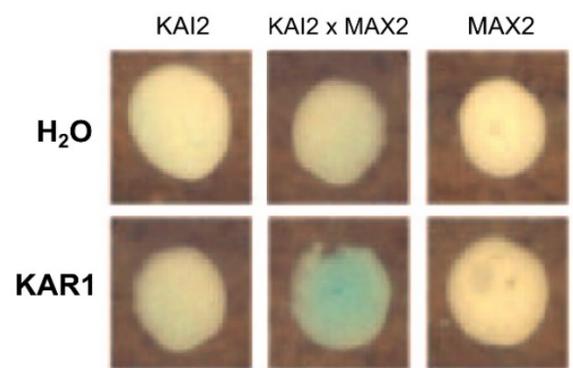


Question 13 : À partir d'une analyse du document 13, **soulignez le rôle de l'alanine 219** dans l'interaction entre KAR1 et KAI2 ainsi que les conséquences de cette interaction.

Document 14 : Positions de 2 acides aminés de KAI2 (Phe134 et Phe194) avant (« KAI2 libre ») ou après (« KAI2 lié à KAR1 ») la liaison de KAR1 à KAI2.



Document 15 : On transfecte des levures avec un vecteur permettant d'exprimer la protéine KAI2 seule (KAI2), MAX2 seule (MAX2), ou les protéines KAI2 et MAX2 (KAI2 x MAX2). On met ensuite ces levures en présence d'eau ou de KAR1. Une couleur bleue correspond à une interaction entre 2 protéines. MAX2 est une protéine assurant l'adressage de protéines cibles vers le protéasome (complexe de dégradation spécifique des protéines cellulaires).



Question 14 : À partir de l'analyse des documents 14 et 15, **expliquez** les conséquences de la fixation de KAR1 sur KAI2. Vous expliquerez notamment pourquoi KAI2 ne se fixe pas à MAX2 en absence de KAR1.

Schéma-bilan des thèmes 2 et 3

Question 15 : Sous forme d'un schéma-bilan, **présentez** à toutes les échelles le rôle des karrikines sur la germination et la physiologie d'une graine de végétal pyrophyte après un feu. Votre schéma s'appuiera sur les réponses aux questions des thèmes 2 et 3.

FIN DU SUJET