

SESSION 2010

**CAPES
CONCOURS EXTERNE
ET CAFEP**

Section : SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

COMPOSITION SUR UN SUJET DE BIOLOGIE

Durée : 6 heures

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire et de tout matériel électronique est rigoureusement interdit.

Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement sur sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.

De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il vous est demandé de la (ou les) mentionner explicitement.

NB : Hormis l'en-tête détachable, la copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.

Tournez la page S.V.P.

A

Remarques importantes

- 1 – Le sujet est divisé en 4 parties, il comprend 5 documents et un tableau à rendre avec votre copie.
- 2 – Une durée conseillée est indiquée pour chaque partie.
- 3 – Il n'est demandé ni introduction ni conclusion générale.
- 4 – Seront prises en compte dans la notation : la clarté de la présentation, la précision et la rigueur de l'analyse des documents, les illustrations personnelles et la rigueur des raisonnements.
- 5 – Certaines figures pourront être jointes à la copie si le candidat considère que des annotations en surcharge constituent des éléments appréciables de réponse aux questions. Il devra alors les coller sur la copie.

UN EXEMPLE DE PLANTE CULTIVEE : LE MAÏS

Le maïs (*Zea mays*) est une plante tropicale, herbacée, annuelle, largement cultivée comme céréale pour ses grains mais aussi comme ressource fourragère. Originnaire d'Amérique centrale et d'Amérique du nord, cette plante a été introduite en Europe au XVI^{ème} siècle et est devenue la première céréale mondiale devant le riz et le blé.

PARTIE 1 : DE LA SEMENCE A LA PLANTE (durée conseillée : 1 heure)

Le maïs est une culture d'été au feuillage abondant qui le distingue très nettement des autres céréales qui se sèment pour la plupart à l'automne ou au printemps. En France, il est généralement semé vers la mi-avril. La levée, qui a lieu début mai, nécessite une température minimum de 10°C et l'appareil végétatif se développe au cours des semaines qui suivent.

Question 1-1

Le **Document 1** présente des semences de maïs. Après avoir précisé le nom et les particularités de ces semences, vous légenderez ce document (directement dans le tableau I à rendre impérativement avec la copie).

Questions 1-2

Afin d'étudier certaines étapes de la germination, l'expérience suivante est réalisée :

Des grains de maïs sont immergés dans de l'eau distillée stérile pendant quelques heures. 5 boîtes de Pétri contenant 10 ml des milieux suivants sont préparées.

Boîte n°1	H ₂ O
Boîte n°2	GA 10 ⁻⁵ M
Boîte n°3	GA 10 ⁻⁵ M + ABA 10 ⁻⁵ M
Boîte n°4	GA 10 ⁻⁵ M + cycloheximide 10 µg.ml ⁻¹
Boîte n°5	GA 10 ⁻⁵ M + actinomycine D 100 µg.ml ⁻¹

GA : acide gibbérellique

ABA : acide abscissique

actinomycine : inhibiteur de la transcription

cycloheximide : inhibiteur de la traduction

Les grains imbibés sont coupés longitudinalement et les embryons éliminés. 5 lots de 20 fragments de ces grains sont introduits dans chacune des boîtes. Les 5 boîtes de Pétri sont placées dans une étuve réglée à 28°C pendant 48 heures sous agitation douce. Après incubation, un dosage des sucres réducteurs contenus dans les différents milieux est réalisé. Seule la boîte n°2 en contient.

1-2-a Qu'est-ce qu'un sucre réducteur ?

1-2-b Comment peut-on mettre en évidence les sucres réducteurs et quel est le principe de cette mise en évidence ?

1-2-c Quelles hypothèses l'analyse de ces résultats permet-elle d'émettre sur le processus de germination chez le maïs ?

1-2-d Quelles expériences complémentaires vous permettraient de tester ces hypothèses et de déterminer l'origine de l'acide gibbéréllique en absence d'apport exogène?

1-2-e À partir de ces résultats et de vos connaissances, vous présenterez, sous forme d'un schéma, l'enchaînement des évènements permettant la mobilisation des réserves chez le maïs.

Question 1-3

Donnez, en le justifiant, un titre aux Documents 2B, 2C et 2D et précisez, à partir des caractéristiques morpho-anatomiques visibles sur le Document 2, la position systématique du maïs.

PARTIE 2 : LE MAÏS, UNE PLANTE EN C4 (durée conseillée : 1 heure)

Pendant plus de 100 ans, le cycle de Calvin fut reconnu comme la voie métabolique permettant l'incorporation du CO₂, jusqu'à ce que les travaux simultanés de Kortschack (1965) et de Hatch et Slack (1966), sur la canne à sucre, montrent que certains végétaux présentent une autre voie de carboxylation dite en « C4 » par opposition aux plantes « C3 ».

Question 2-1

2-1-a Vous décrirez, en vous appuyant sur les Documents 3A, 3B, 3C, 3D, et sur vos connaissances, l'assimilation du CO₂ chez le maïs (plante C4) ainsi que les avantages d'un tel métabolisme. Une introduction, une conclusion et des schémas légendés sont attendus.

2-1-b Légendez le Document 3D (directement sur le tableau I à rendre impérativement avec la copie).

PARTIE 3 : FLORAISON ET FECONDATION (durée conseillée : 2 heures)

A la mi-juin, le maïs entre en phase de reproduction sexuée. La première manifestation visible est l'apparition de fleurs. Un mois plus tard a lieu la fécondation qui permettra la formation de nouvelles semences, récoltées en octobre.

Questions 3-1

Les travaux de Meyerowitz et al. (début des années 90) ont montré, à partir de mutants homéotiques d'*Arabidopsis thaliana*, l'existence d'un système de commutation génétique responsable de la mise en place des verticilles floraux, désigné par « modèle ABC ». Afin de vérifier si ce système s'applique à d'autres végétaux, Ambrose et al. (2000) ont étudié des mutants de *Zea mays*. Chez le mutant *silky-1* (*Si-1*), les fleurs, au premier stade de formation, présentent plusieurs pistils : 1 pistil central et des pistils se développant à la place des étamines. D'autre part, chez ce mutant, les glumellules (ou lodicules) sont remplacées par des glumelles (ou palea).

*3-1-a Représentez, sous la forme de 2 diagrammes floraux une fleur d'Arabidopsis thaliana et une fleur de Zea mays sauvage au premier stade de formation (vous vous aiderez du **Document 4**).*

3-1-b Représentez de façon schématique le modèle ABC en précisant le nom et la localisation des gènes homéotiques qui contrôlent l'édification des différents organes chez Arabidopsis thaliana.

*3-1-c En admettant que ce modèle s'applique dans le cas du maïs, quel serait le mode d'action du gène *silky-1*? Justifiez votre réponse.*

Questions 3-2

Le maïs présente deux types d'inflorescences (**Document 2A**). L'inflorescence mâle, en panicule, se trouve au sommet de la plante. Les inflorescences femelles, en épis latéraux, se trouvent à l'aisselle des feuilles. Les inflorescences de maïs sont constituées d'unités de base : les épillets. Dans les premiers stades de développement, chaque épillet contient 2 fleurs (**Document 4 a-c**). Dans les épillets femelles matures, cependant, il n'y a plus qu'une fleur (la fleur E1). Le déterminisme du sexe chez le maïs a été expliqué grâce à l'étude de plusieurs gènes. Par exemple, il a été montré que le gène *TS2* s'exprime dans le gynécée des fleurs T et E (la protéine TS2 est cependant absente dans le gynécée des fleurs E1), alors que les gènes *DWARF* et *ANTHER EAR* ne s'expriment que dans les étamines des fleurs E. D'autre part, chez les mutants *ts* la panicule terminale est remplacée par un épi avec grains.

Tournez la page S.V.P.

3-2-a Définissez les termes d'épi et de panicule.

3-2-b A partir des données du Document 4, proposez un rôle pour chacun des gènes présentés.

Questions 3-3

Les fleurs femelles peuvent être pollinisées par du pollen de la même plante. Cependant, la pollinisation croisée se réalise spontanément dans la majorité des cas. Des mécanismes d'autogamie peuvent être également provoqués artificiellement par les sélectionneurs.

3-3-a En vous appuyant sur des exemples de votre choix, vous décrirez les différents mécanismes favorisant l'autogamie ou l'allogamie, chez les Angiospermes, en rappelant les avantages et inconvénients de ces deux types de fécondation.

3-3-b Vous décrirez, à l'aide de schémas légendés, les aspects morphologiques de la transformation de la fleur en fruit chez une Angiosperme de votre choix.

PARTIE IV: (durée conseillée : 1 heure 30)

Question 4-1

En France, le maïs est la deuxième production végétale derrière le blé tendre. Les surfaces consacrées à la culture de maïs se sont rapidement développées entre 1955 et 1975, passant de 450 000 à 2 837 000 hectares. En 1988, elles atteignaient 3 481 000 ha. Depuis, elles ont peu évolué, oscillant ces dernières années entre 3,2 et 3,5 millions d'ha. Les rendements (quintaux de grains produits par hectare) ont connu également une forte progression grâce, entre autres, à l'amélioration des pratiques culturales. Afin d'augmenter encore ces rendements des expériences sont toujours en cours. Le Document 5 présente des résultats obtenus sur des maïs cultivés dans un sol inoculé ou non avec *Azospirillum sp.* (bactérie de la famille des Rhizobiacées).

Analysez ces résultats.

Questions 4-2

Des pertes quantitatives et qualitatives importantes des récoltes sont dues aux dégâts causés par des champignons ou par des larves d'insectes. *Puccinia sorghi* est un champignon qui provoque la rouille du maïs. Il effectue son cycle de développement sur deux hôtes : le cycle commence au printemps sur *Oxalis sp.* (plante herbacée) et se poursuit en été et en automne sur le maïs.

4-2-a Représentez, sous forme de schémas légendés, le cycle de développement de *Puccinia sorghi*. (remarque : le cycle de *Puccinia sorghi* est le même que celui de *Puccinia graminis* ; seuls les hôtes changent).

En Europe, deux insectes sont responsables de dégâts importants sur les cultures de maïs : la pyrale et la sésamie. La bactérie du sol *Bacillus thuringiensis* produit naturellement, parmi différentes protéines actives sur les insectes, une protéine du nom de Cry1Ab à laquelle les chenilles de la pyrale du maïs sont très sensibles. Depuis longtemps, on utilise les protéines insecticides produites par *Bacillus thuringiensis* sous forme de traitements traditionnels (pulvérisations). Depuis 1995, des variétés de maïs transgéniques exprimant la protéine Cry1Ab (maïs Bt), ont été mises au point. L'obtention de plantes transgéniques passe généralement par une transformation *via Agrobacterium*. Cette technique reste cependant difficile à appliquer sur certains végétaux, dont le maïs.

4-2-b Décrivez sous forme de schémas légendés le principe de la transformation par *Agrobacterium*.

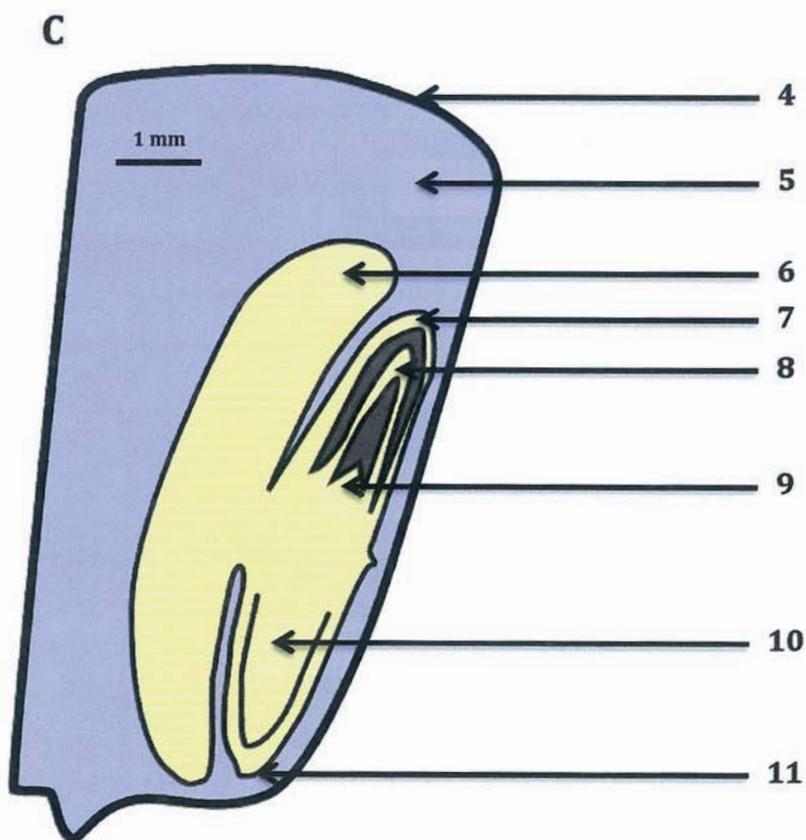
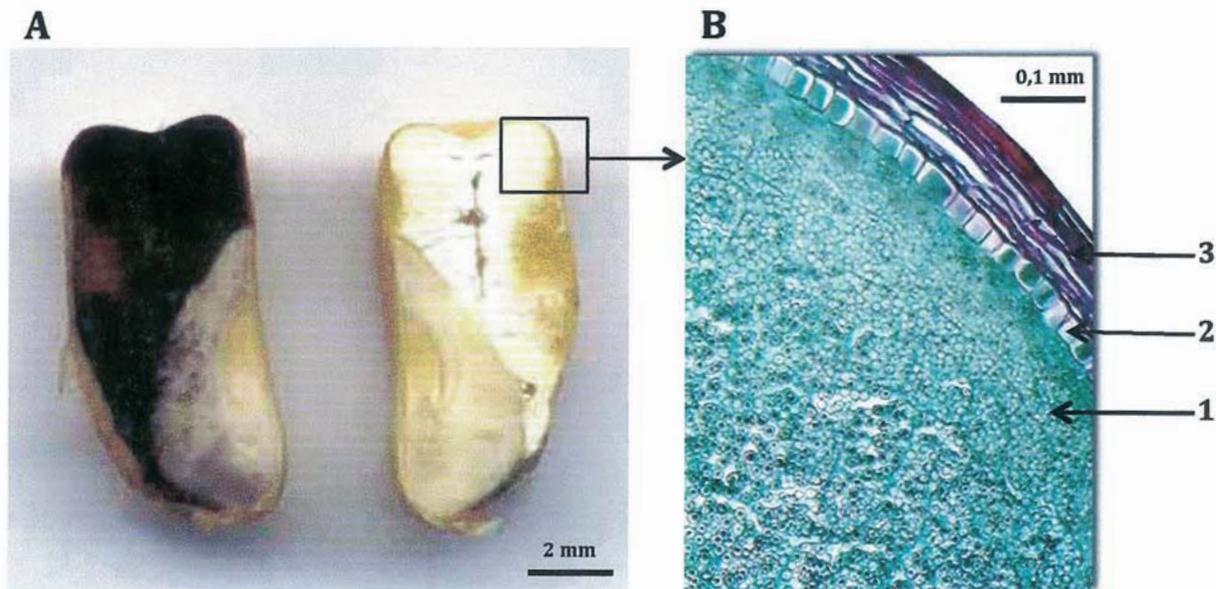
Conclusion

En guise de conclusion, vous présenterez, les bénéfices agronomiques attendus de la culture de maïs Bt par rapport à d'autres variétés, ainsi que les risques biologiques qu'il faut évaluer avant de pratiquer cette culture.

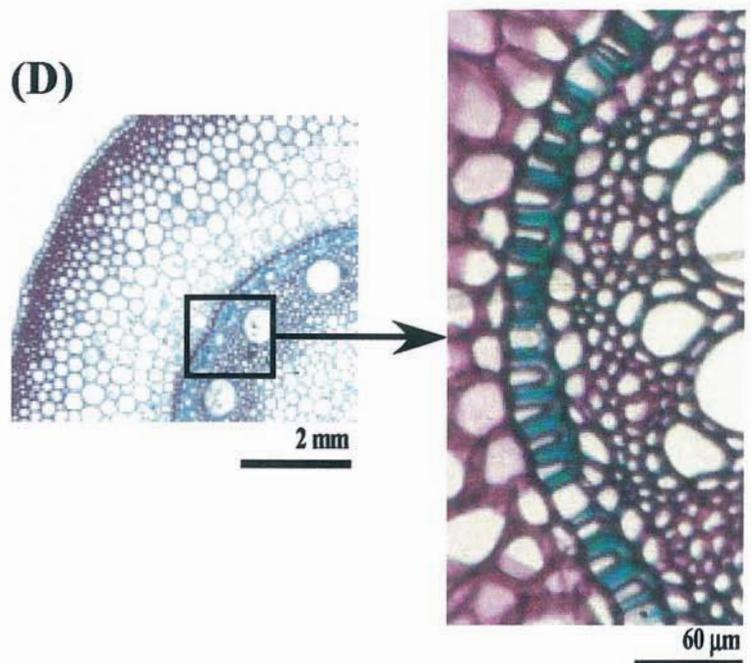
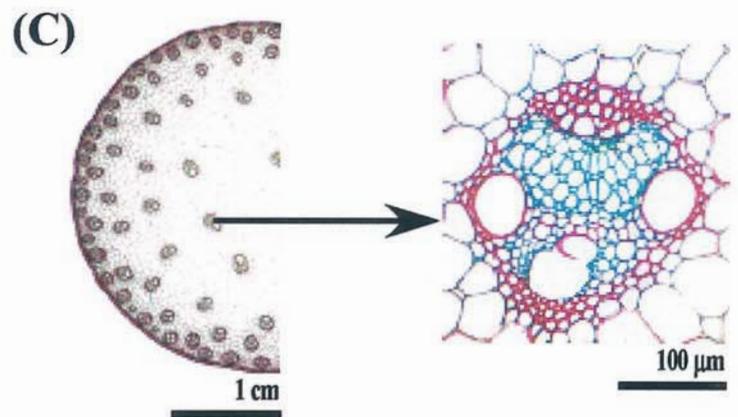
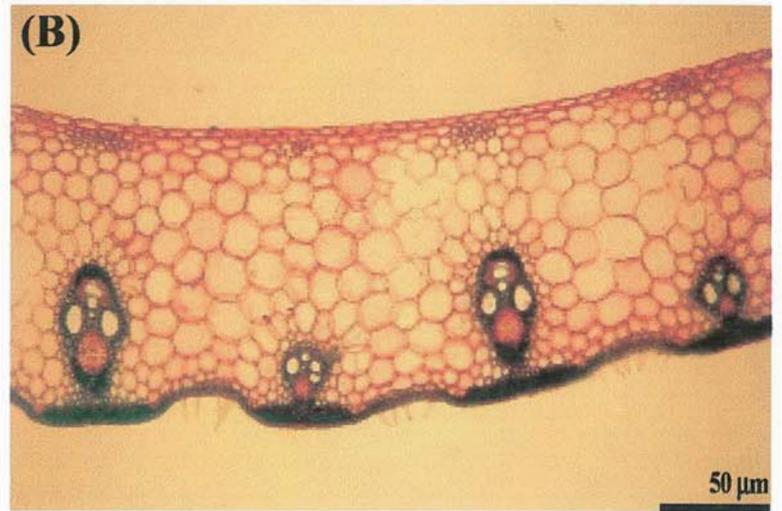
BIBLIOGRAPHIE

- Ambrose B.A., Lerner D.R., Ciceri P., Padilla C.M., Yanofsky M.F. et Schmidt R.J. (2000). *Molecular Cell* 5 : 569-579.
- Calderon-Urrea A. et Dellaporta S.L. (1999). *Development* 126 : 435-441.
- Cohen E., Okon Y., Kigel J., Nur I. et Henis Y. (1980) *Plant Physiol* 66 : 746-749.
- Edwards G.E. et Walker D.A. (1983) C3, C4: mechanisms and cellular and environmental regulation of photosynthesis. Blackwell Scientific Publication.
- Ehleringen J.A. et Björkman O. (1977) *Plant Physiol* 59 : 86-90.
- Hatch M.D. et Slack C.R. (1966) *Biochem. J.* 101 : 103-111.
- Kortschack H.P., Hartt C.E. et Burr G.O. (1965) *Plant Physiol* 40 : 209-213.
- Ku B. et Edwards G.E. (1977) *Plant Physiol* 59 : 986-999
- Saikia S.P., Jain V., Khetarpal S. et Arawind S. (2007). *Current Science* 93 : 1296-1300.

Document 1 : Coupe longitudinale dans une semence de maïs (A : ajout de Lugol sur une des deux moitiés, B : grossissement de portion de semence, C : représentation schématique de la semence).

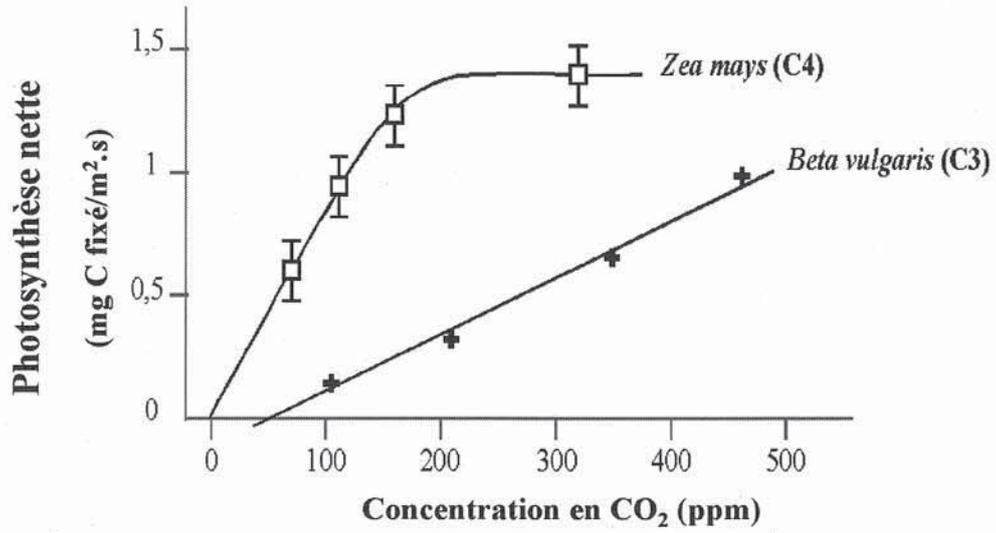


Document 2 : Le maïs et quelques-unes de ses variations morpho-anatomiques (A : plant entier ; B, C et D : coupes transversales dans différents organes).



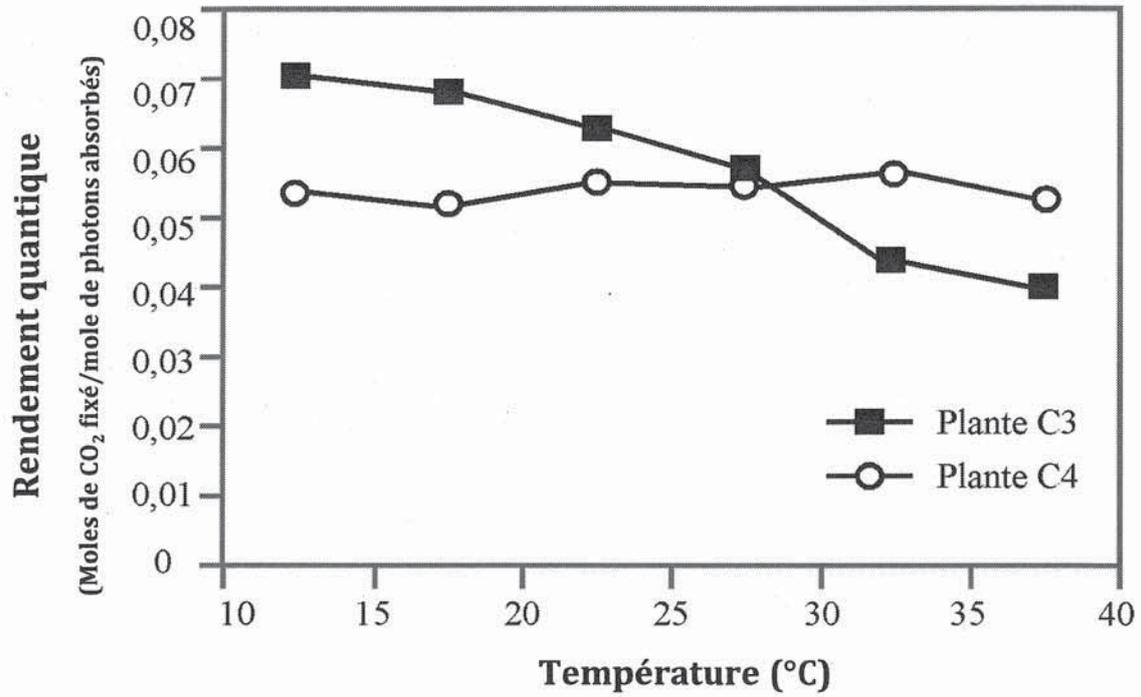
Document 3

Document 3A : Effet de la concentration de l'air en CO_2 sur la photosynthèse nette (en mg de carbone fixé par m^2 de surface foliaire et par seconde) de feuilles de maïs (*Zea mays*) et de betterave (*Beta vulgaris*) (D'après Edwards G. et Walker D.A., 1983).

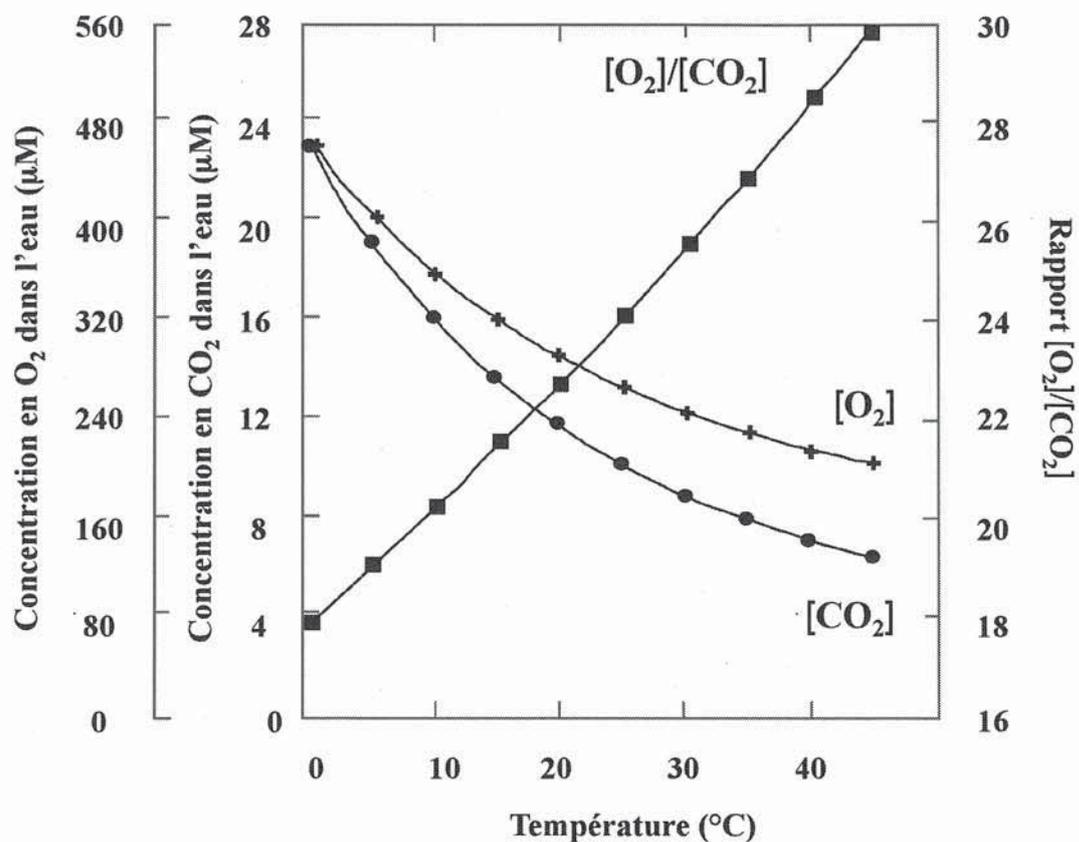


Document 3B : Effet de la température sur le rendement quantique (moles de CO₂ fixé / mole de photons absorbés) de plantes C3 et C4.

(D'après Ehleringer J.A. et Björkman O., 1977).



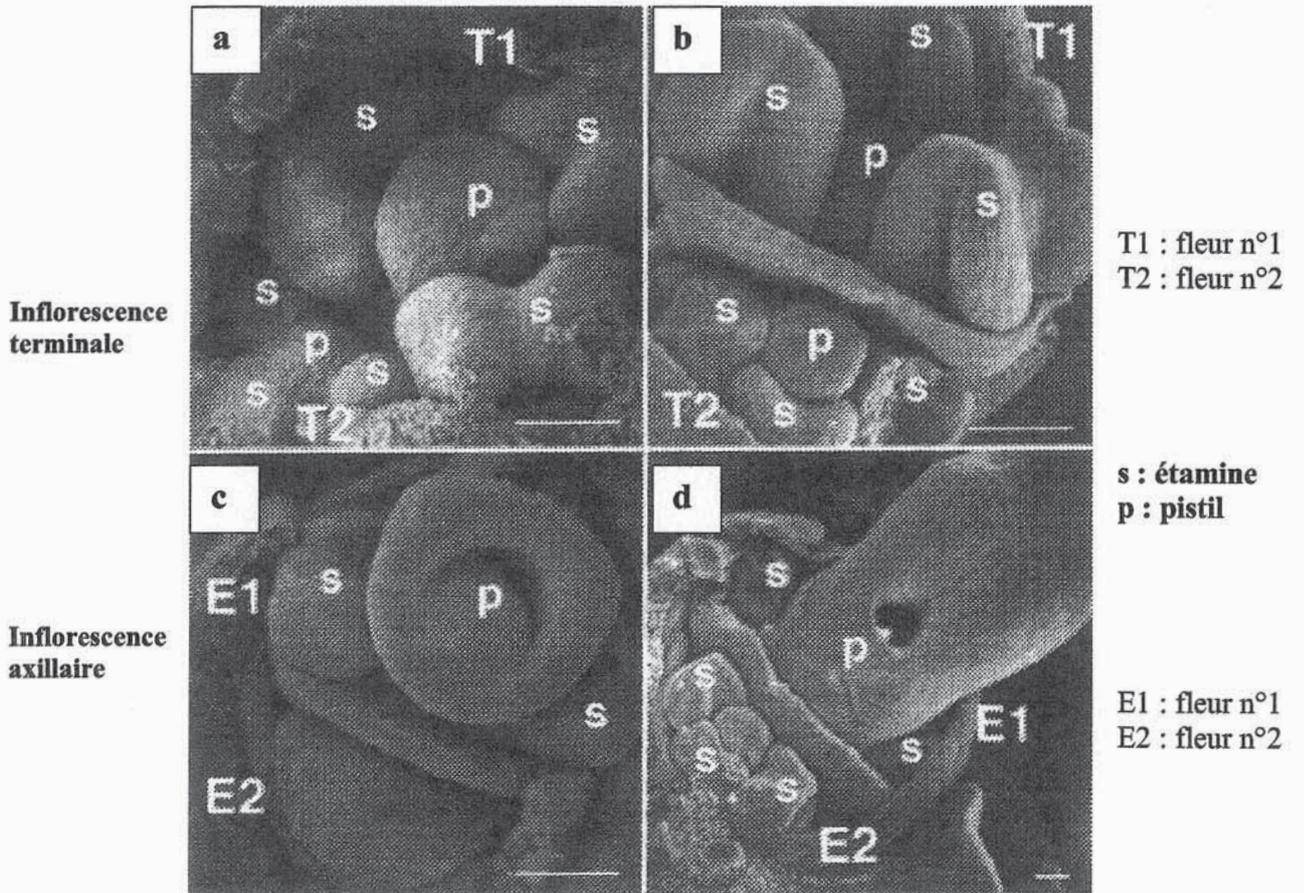
Document 3C : Effet de la température sur la concentration en O₂ et CO₂ d'une solution aqueuse en équilibre avec l'atmosphère (1013 mbar, 21% d'O₂ et 0,0325% de CO₂)
 (D'après Ku B. et Edwards G.E., 1977).



Document 3D : Coupe dans une feuille de maïs observée en microscopie électronique.



Document 4 : Analyse, par microscopie électronique à balayage, du développement des fleurs dans une inflorescence terminale (a, b) et dans une inflorescence axillaire (c, d). Les photographies a et c correspondent à un premier stade de développement. Les photographies b et d correspondent à un stade plus avancé. Dans chaque cas, la barre blanche horizontale représente 50 µm (Calderon-Urrea A. et Dellaporta S.L., 1999).



Document 5

Document 5A : Expérience de Cohen et al. (1980). Des grains de maïs sont semés dans un sol auquel on ajoute ou pas (contrôle) 1ml d'une suspension bactérienne d'*Azospirillum* (souche Sp-7). Après 6 semaines de croissance, les plantes sont récoltées, les racines et les tiges sont séparées et pesées. On détermine alors le nombre de bactéries associées à la surface racinaire et on mesure l'activité nitrogénase (par la réduction de C_2H_2) au niveau des racines.

Souche	Nombre de bactéries ($\times 10^9$ /g poids sec)	Réduction de C_2H_2 (nmoles C_2H_2 /h/plante)	Poids sec / plante (en g)		
			Racines	Tiges	Total
Contrôle	0	0	1,11 +/- 0,03	0,86 +/- 0,02	1,97 +/- 0,18
Sp-7	1,23	101 +/- 9,21	1,65 +/- 0,13	1,40 +/- 0,14	3,05 +/- 0,27

Document 5B : Expérience de Saikia et al. (2007). Des grains de maïs sont semés dans un sol auquel on ajoute ou pas (contrôle) 1ml d'une suspension d'*Azospirillum* (souche Sp-29). Après 8 semaines de croissance, on mesure l'activité nitrogénase au niveau des racines et l'activité photosynthétique au niveau des feuilles. Le rendement est déterminé après récolte.

Souche	Réduction de C_2H_2 (nmoles C_2H_2 /h/g)	Photosynthèse (mmoles CO_2 /m ² /s)	Rendement	
			Nombre de grains/épi	Poids de 100 grains (g)
Contrôle	0	3,70 +/- 0,38	248,67 +/- 1,02	22,01 +/- 0,02
Sp-29	2,68 +/- 0,36	11,17 +/- 0,08	329,67 +/- 2,03	32,39 +/- 0,02

NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE

Académie : _____ Session : _____

Concours : _____

Spécialité/option : _____ Repère de l'épreuve : _____

Intitulé de l'épreuve : _____

NOM : _____

Prénoms : _____ N° du candidat

(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)
(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

EBE SVT 1

Tableau I à rendre avec la copie (légendes des Documents 1 et 3D).

N° Document	N° de la légende	Texte de la légende
1	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
	7	
	8	
	9	
	10	
	11	
3D	1	
	2	
	3	
	4	

ⓓ