

Tâche complexe	Chapitre : Les végétaux, organismes adaptés à la vie fixée	Date :
TP : Surfaces d'échange chez les plantes à fleur		

Mise en situation et recherche à mener

Les plantes, organismes ne pouvant se déplacer pour se nourrir, ont développé des structures spécialisées afin d'optimiser le prélèvement des ressources minérales nécessaires à la photosynthèse (eau, sels minéraux, CO₂)

Après avoir mis en œuvre les protocoles proposés, expliquez comment l'organisation d'un végétal lui permet de prélever efficacement les ressources nécessaires à la fabrication de ses molécules organiques sans se déplacer.

Vous organiserez votre réponse selon une démarche de votre choix intégrant des données issues des expériences réalisées, de vos observations, des documents et des connaissances complémentaires nécessaires.

Corrigé

Plan attendu

1. Des ressources en quantité limitées

a. Dans le sol -DOC 12

b. Dans l'air - DOC 11

Donc nécessité d'augmenter les surfaces de prélèvement

2. La surface d'échange racinaire

a. Le poil absorbant, une cellule spécialisée dans l'absorption de l'eau et des sels minéraux

DOCS 1-2-3-5

b. Adaptation aux conditions du milieu

DOC 4

3. La surface d'échange foliaire

a. La voie d'entrée du CO_2 : les stomates - DOC 6-8

b. Le tissu lacuneux augmente la surface d'échange - DOC 7

c. Adaptation aux conditions du milieu - DOC 9 - 10

CONCLUSION : Les végétaux, organismes fixés aux surfaces de prélèvement très importantes (bien moins que les animaux qui eux, sont mobiles) -DOC 13

1. Des ressources en quantité limitées

a. Dans le sol -DOC 12

b. Dans l'air - DOC 11

Document 11 : composition de l'air atmosphérique

Gaz	Volume en %	Volume (ppmv)
Azote (N ₂)	78.084	780840
Oxygène (O ₂)	20.946	209460
Argon (Ar)	0.934	934
Dioxyde de carbone (CO ₂)	0.0382	382
Vapeur d'eau	De 1% dans les régions polaires à 4 % dans les régions équatoriales	

CO₂ atmosphérique en quantité limitée par rapport aux autres gaz

Document 12 : composition en éléments d'un sol

Éléments chimiques	teneur du sol (%)
calcium	19,9
magnésium	1,62
azote	0,04
phosphore	0,09
potassium	0,32

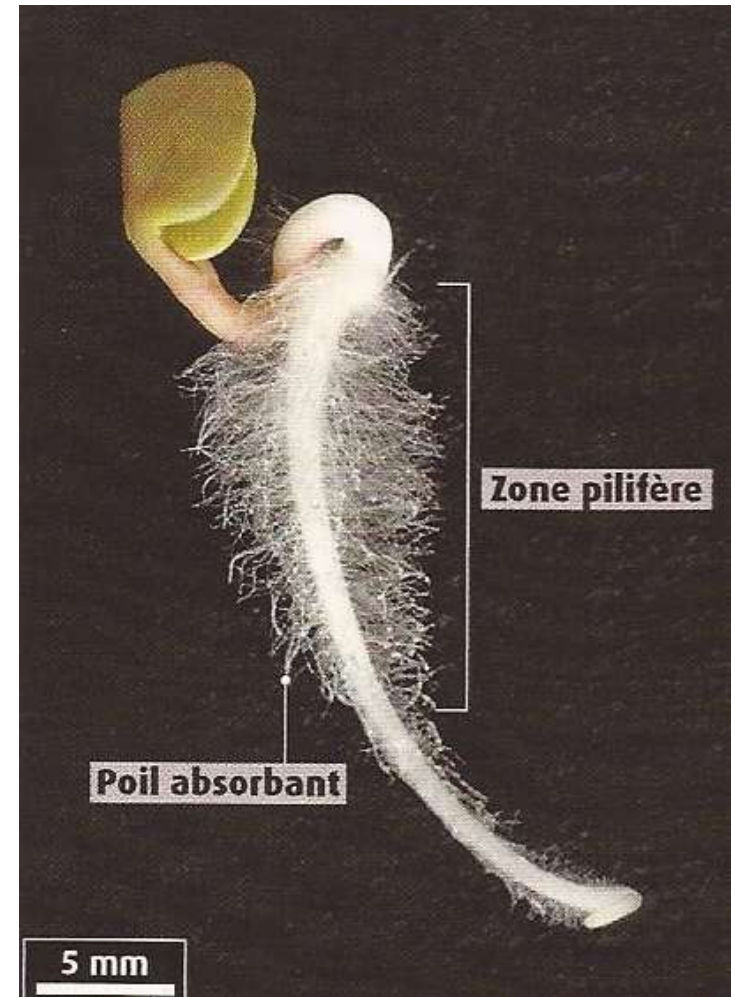
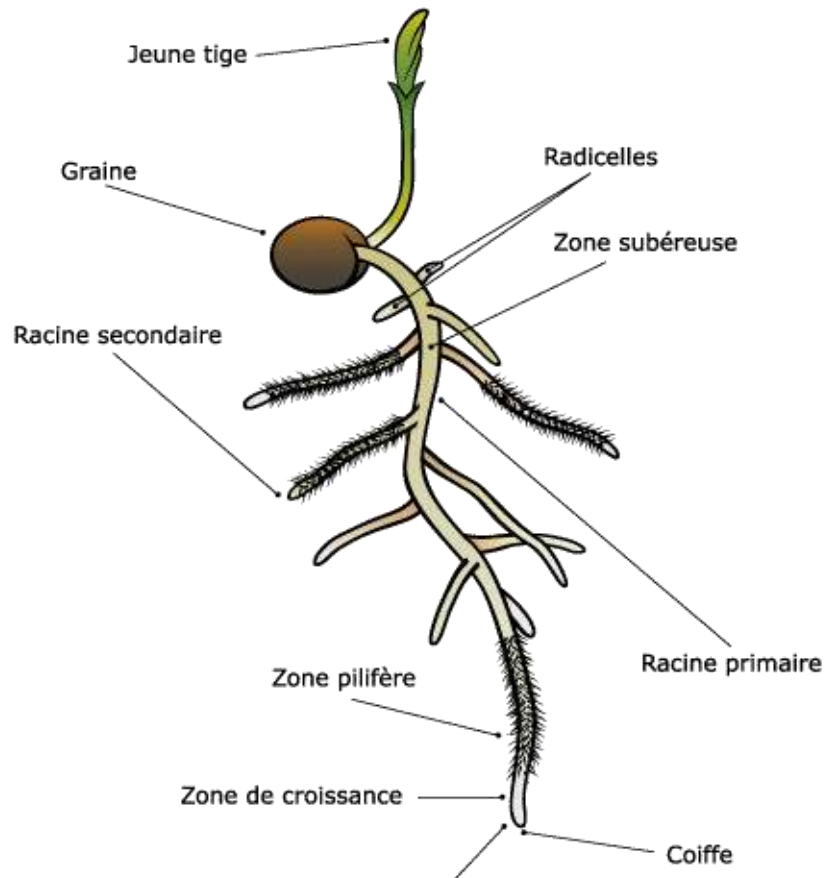
Solution minérale très diluée dans le sol, en particulier pour N,P,K qui sont essentiels pour la nutrition des végétaux

→ Donc nécessité d'augmenter les surfaces de prélèvement pour optimiser l'absorption de ses ressources minérales

2. La surface d'échange racinaire

- a. Le poil absorbant, une cellule spécialisée dans l'absorption de l'eau et des sels minéraux - DOCS 1-2-3-5

Document 1 : Anatomie d'une jeune racine



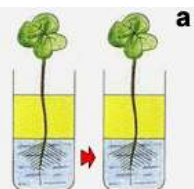
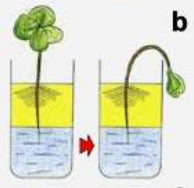
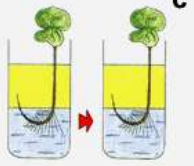
Présence de très nombreux poils absorbants dans la partie sub-terminale de la racine = zone pilifère

2. La surface d'échange racinaire

a. Le poil absorbant, une cellule spécialisée dans l'absorption de l'eau et des sels minéraux - DOCS 1-2-3-5

Document 5 : Expérience de Rosène

Une plantule de trèfle est disposée dans un verre contenant une couche d'huile (au-dessus) et de l'eau (en dessous). Trois expériences sont réalisées dont les conditions et les résultats sont mentionnées ci-dessous

Schémas de l'expérience	Montage	Résultats
	a : la zone portant les poils absorbants (zone pilifère) et l'extrémité de la racine sont dans l'eau.	La plantule ne fane pas
	b: seule l'extrémité de la racine plonge dans l'eau, (le reste de la racine dont la zone pilifère est dans l'huile)	La plantule fane.
	c: seule la zone pilifère se trouve dans l'eau, le reste de la racine est dans l'huile.	La plantule ne fane pas

a. L'absorption de l'eau se fait dans la partie inférieure de la racine

b. L'absorption de l'eau ne se fait pas par l'extrémité

c. L'absorption de l'eau se fait uniquement au niveau de la zone pilifère

→ Zone pilifère: zone spécialisée dans l'absorption de l'eau et des ions minéraux

2. La surface d'échange racinaire

- a. Le poil absorbant, une cellule spécialisée dans l'absorption de l'eau et des sels minéraux - DOCS 1-2-3-5

Document 2 : Poils absorbants de la zone pilifère

Les poils absorbants sont des **cellules modifiées** de la couche externe de la racine, de diamètre compris entre 12 et 15 micromètres et quelques millimètres de longueur.

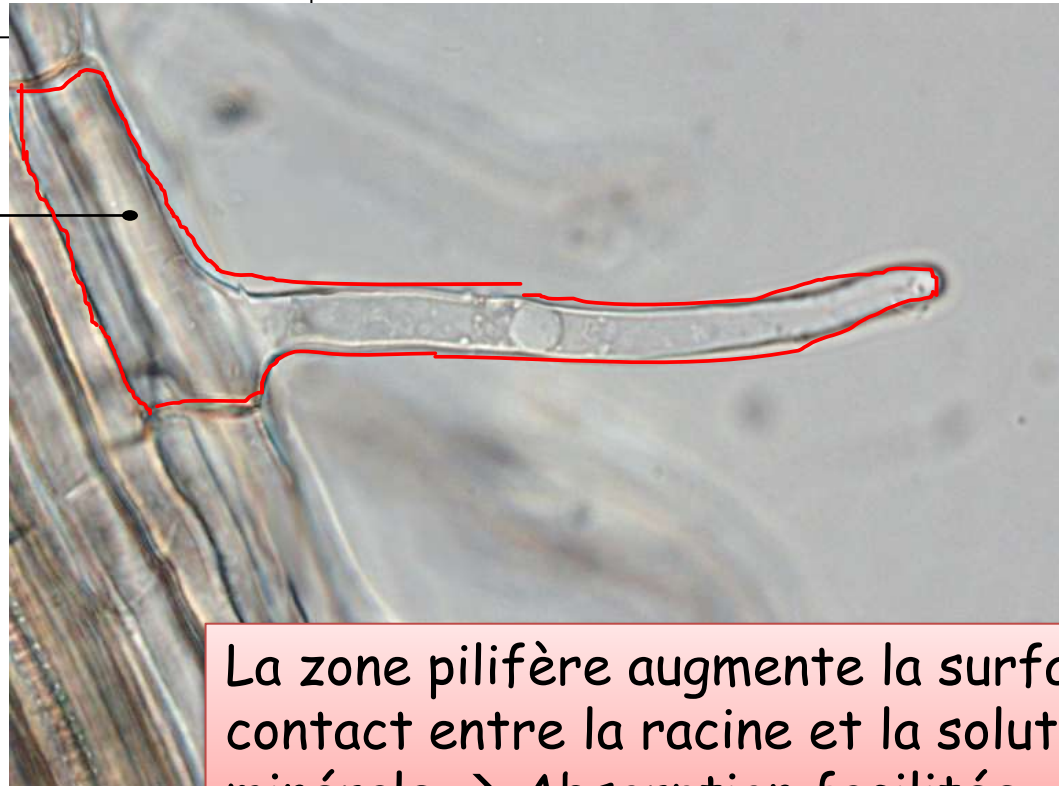
Leur paroi cellulaire étant très fine et perméable, l'eau et les ions minéraux contenus dans le sol peuvent pénétrer dans la vacuole.

Adaptation à l'absorption de l'eau:

- Cellules longues
- Paroi fine et perméable

Poil absorbant = cellule modifiée

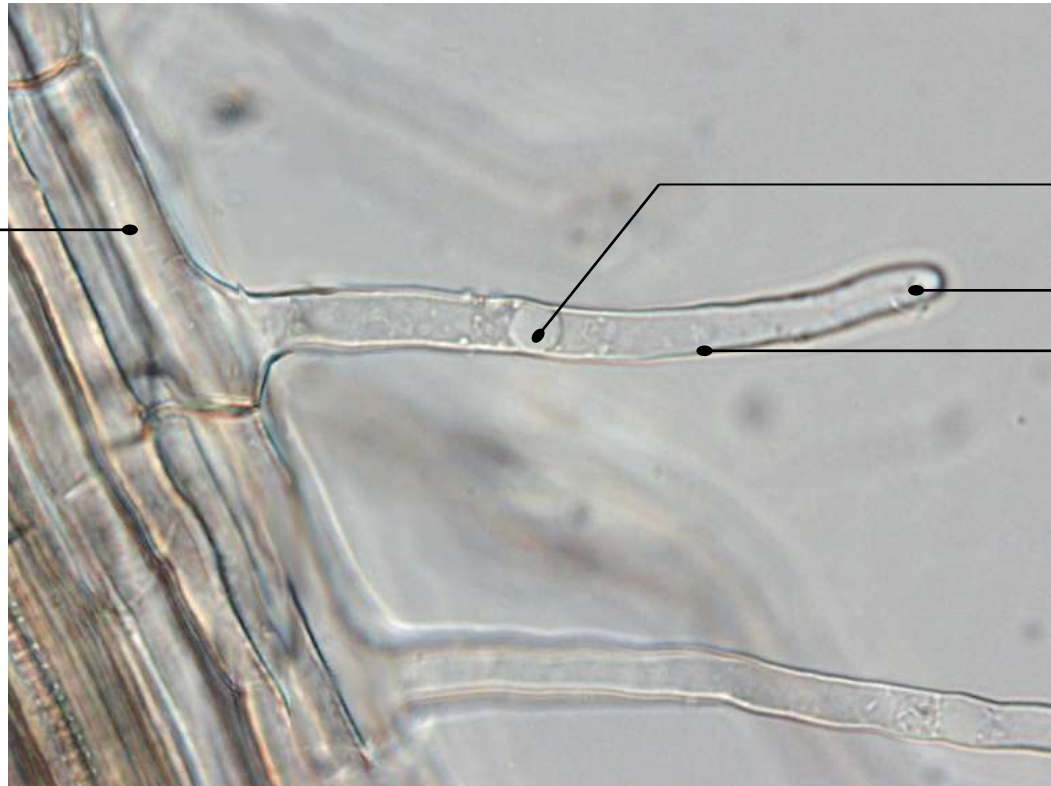
Cellule de
poil
absorbant



La zone pilifère augmente la surface de contact entre la racine et la solution minérale → Absorption facilitée

2. La surface d'échange racinaire

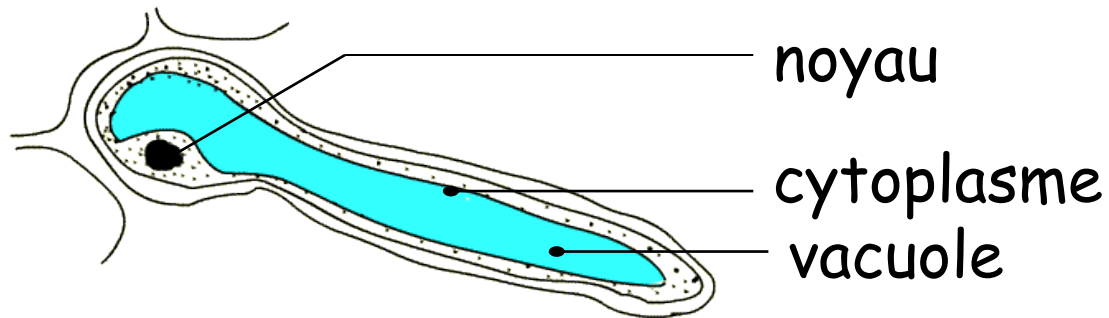
- a. Le poil absorbant, une cellule spécialisée dans l'absorption de l'eau et des sels minéraux - DOCS 1-2-3-5



Cellule de
poil
absorbant

noyau

cytoplasme
vacuole



noyau

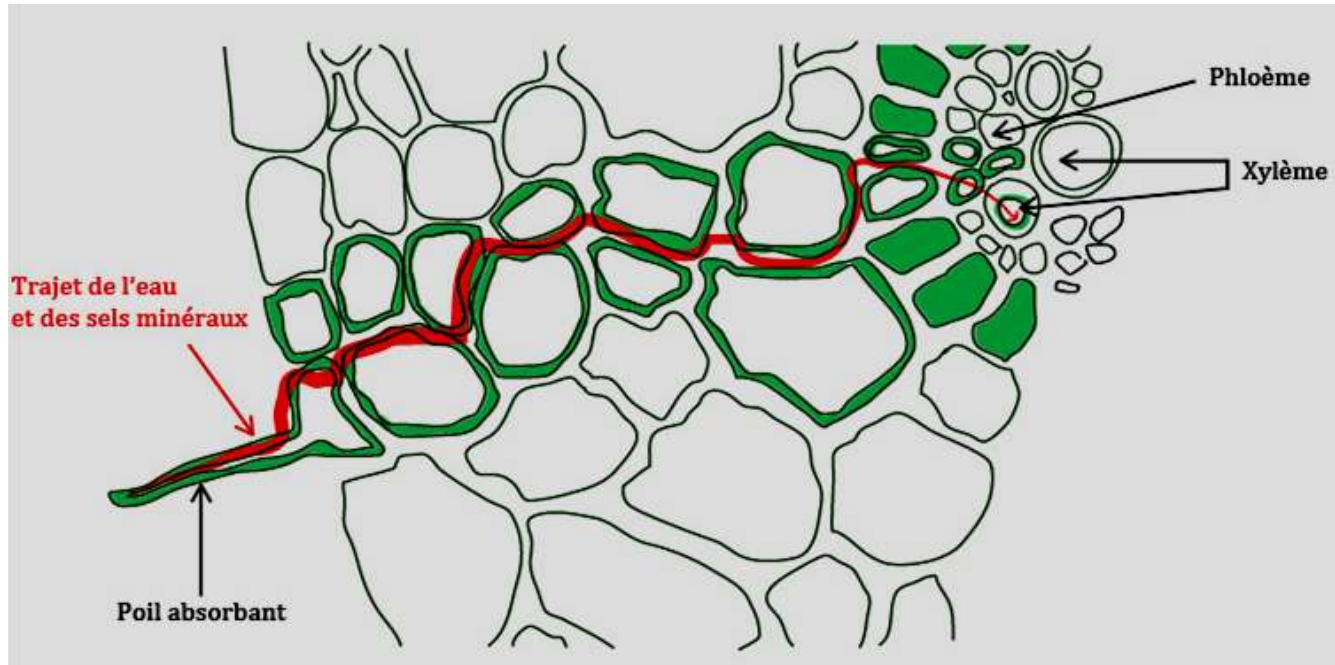
cytoplasme
vacuole

Cellule de
poil
absorbant

2. La surface d'échange racinaire

- Le poil absorbant, une cellule spécialisée dans l'absorption de l'eau et des sels minéraux - DOCS 1-2-3-5

Document 3 : Trajet de l'eau et des ions minéraux au niveau d'une racine (coupe transversale)



La solution minérale pénètre par le poil absorbant puis diffuse à l'intérieur de la racine jusqu'aux vaisseaux du Xylème

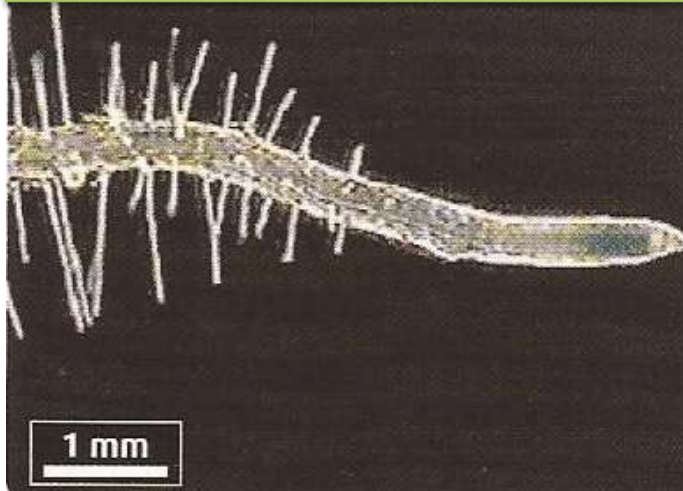
Le xylème prend en charge cette sève brute et l'achemine jusqu'aux feuilles (connaissance)

2. La surface d'échange racinaire

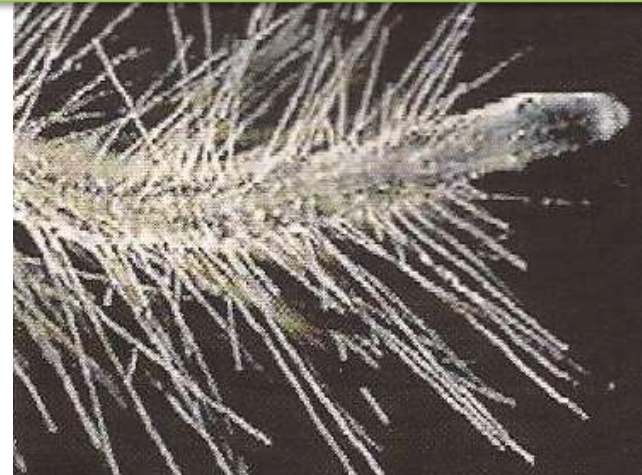
b. Adaptation aux conditions du milieu - DOC 4

Document 4 : Zone pilifère et conditions du milieu

Milieu équilibré en ions minéraux



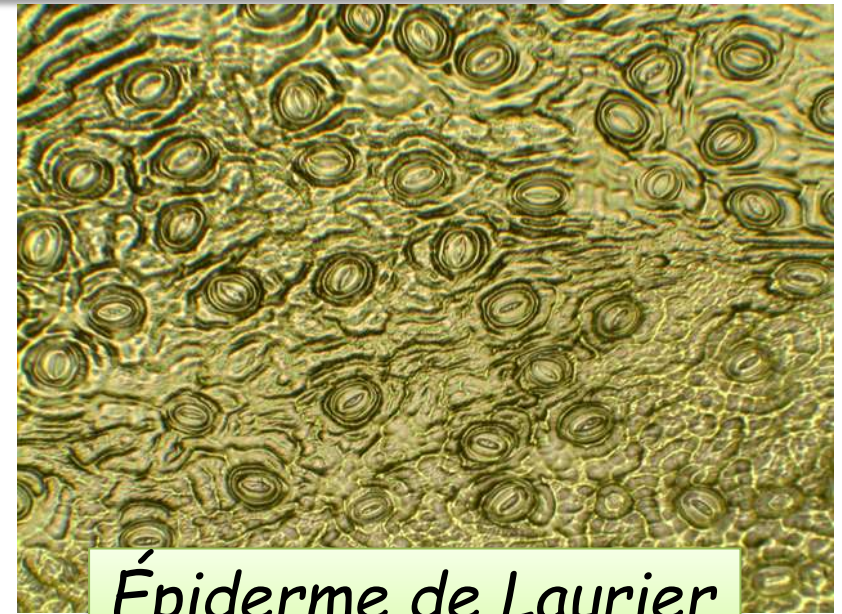
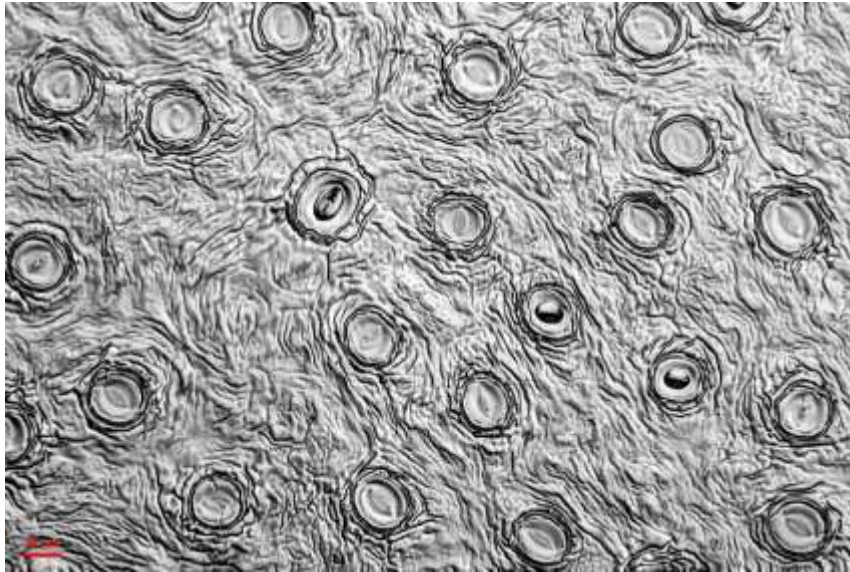
Milieu carencé en fer et en phosphore



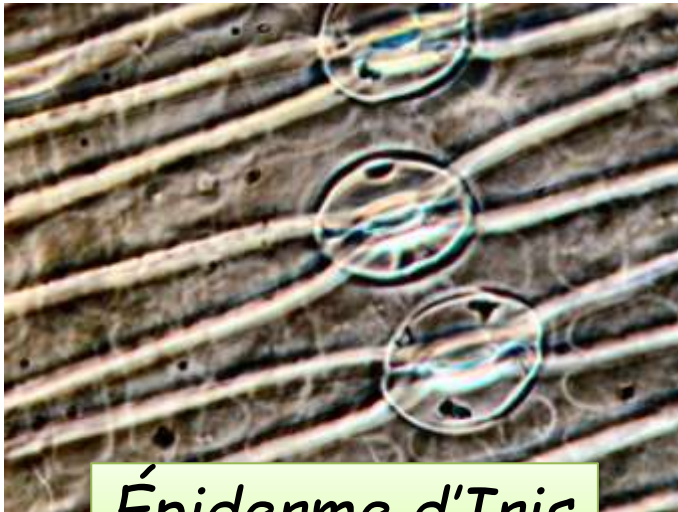
↗^{t°} de la densité et de la longueur des poils absorbants

Dans un milieu carencé: modificat° de la croissance racinaire
→ ↗^{t°} de la surf de prélèvement d'élémts minérx peu concentrés.

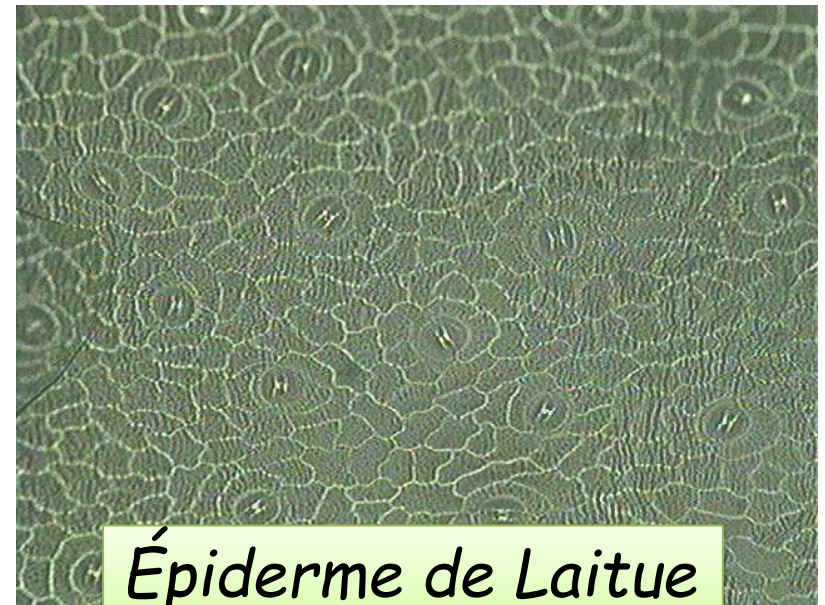
Empreintes d'épiderme au MO



Épiderme de Laurier

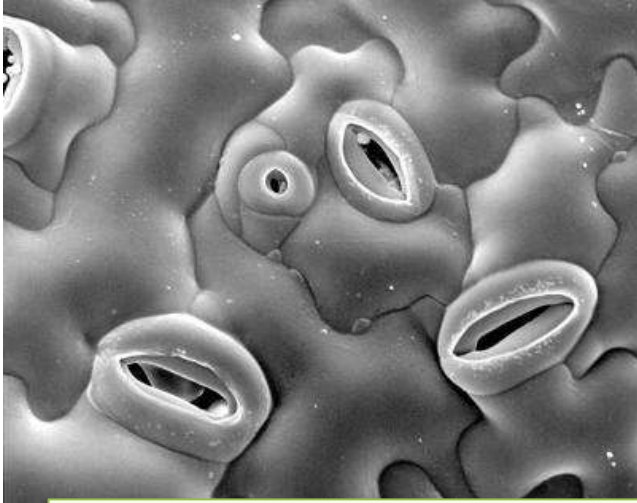


Épiderme d'Iris

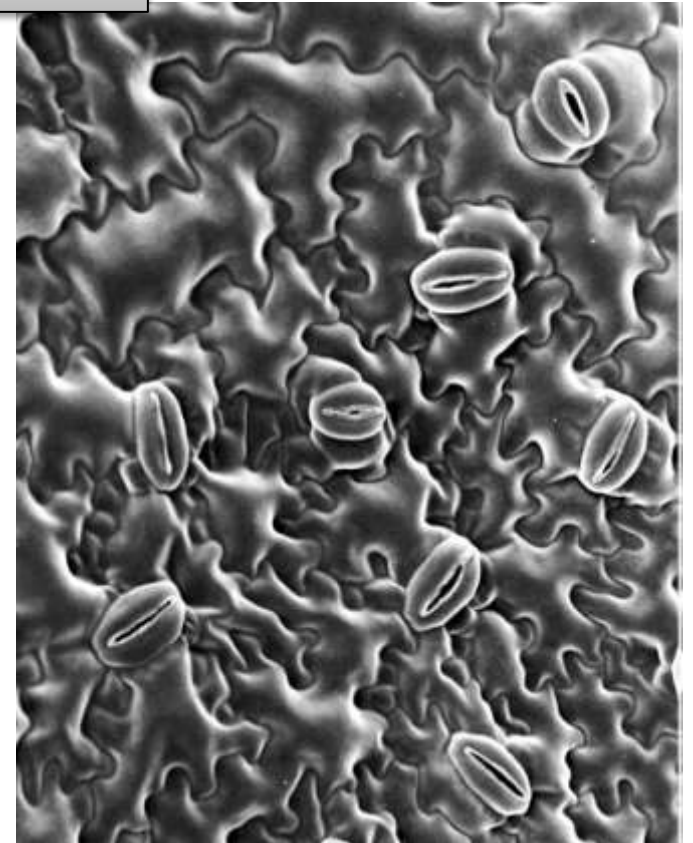


Épiderme de Laitue

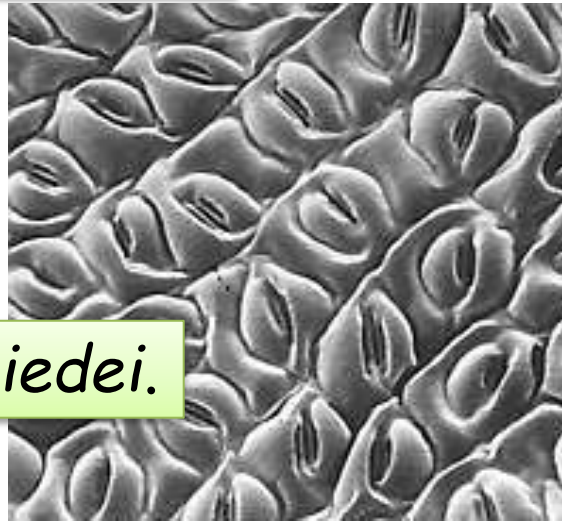
Epidermes au MEB



Arabidopsis thaliana



Cibotium schiedei.



3. La surface d'échange foliaire

a. La voie d'entrée du CO₂ : les stomates - DOC 6-8

Document 6: Les stomates, structures spécialisées dans les échanges gazeux

Les échanges gazeux entre l'atmosphère et les cellules des feuilles, se réalisent au niveau de structures microscopiques dans l'épiderme des feuilles, appelées **stomates**.

Les **stomates** ont une structure en forme de disque constitué de deux **cellules de garde** ou cellules stomatiques arquées bordant une ouverture en forme de boutonnière à bords épais : l'**ostiole**.

Les cellules entourant un stomate sont des **cellules épidermiques**. Les empreintes d'épiderme reproduisent fidèlement le contour des cellules.



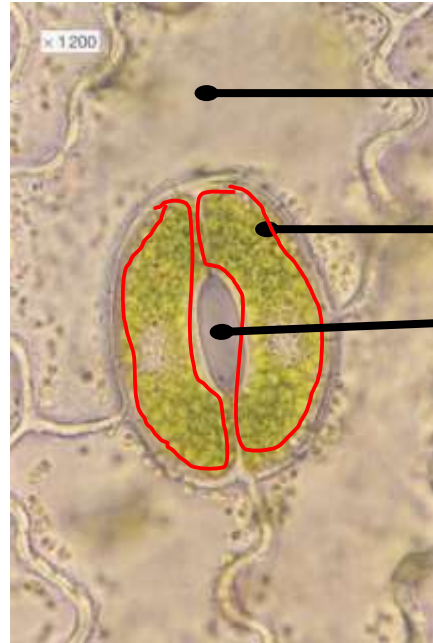
Cellule d'épiderme

Cellule d'épiderme



3. La surface d'échange foliaire

a. La voie d'entrée du CO₂ : les stomates - DOC 6-8



Cellule d'épiderme

Cellule de garde } stomate
Ostiole }

Cellule de l'épiderme

stomate

Cellule de garde }
Ostiole }



3. La surface d'échange foliaire

a. La voie d'entrée du CO_2 : les stomates - DOC 6-8

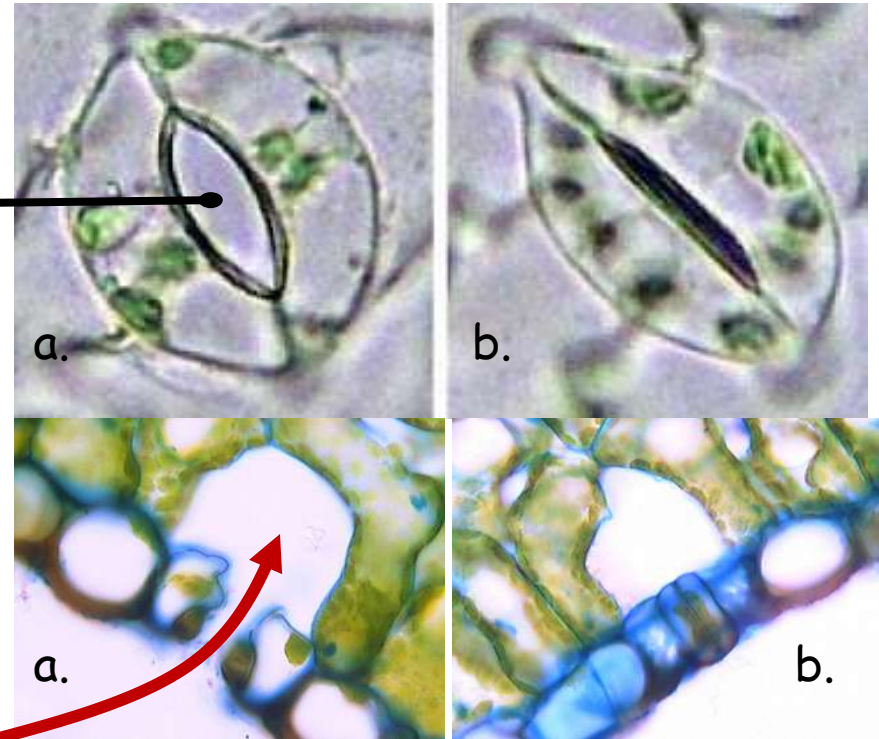
Document 8: Stomates observés au microscope optique (x 400)

a. Stomates fermé (vue de face et en coupe)

b. Stomates ouvert (idem)

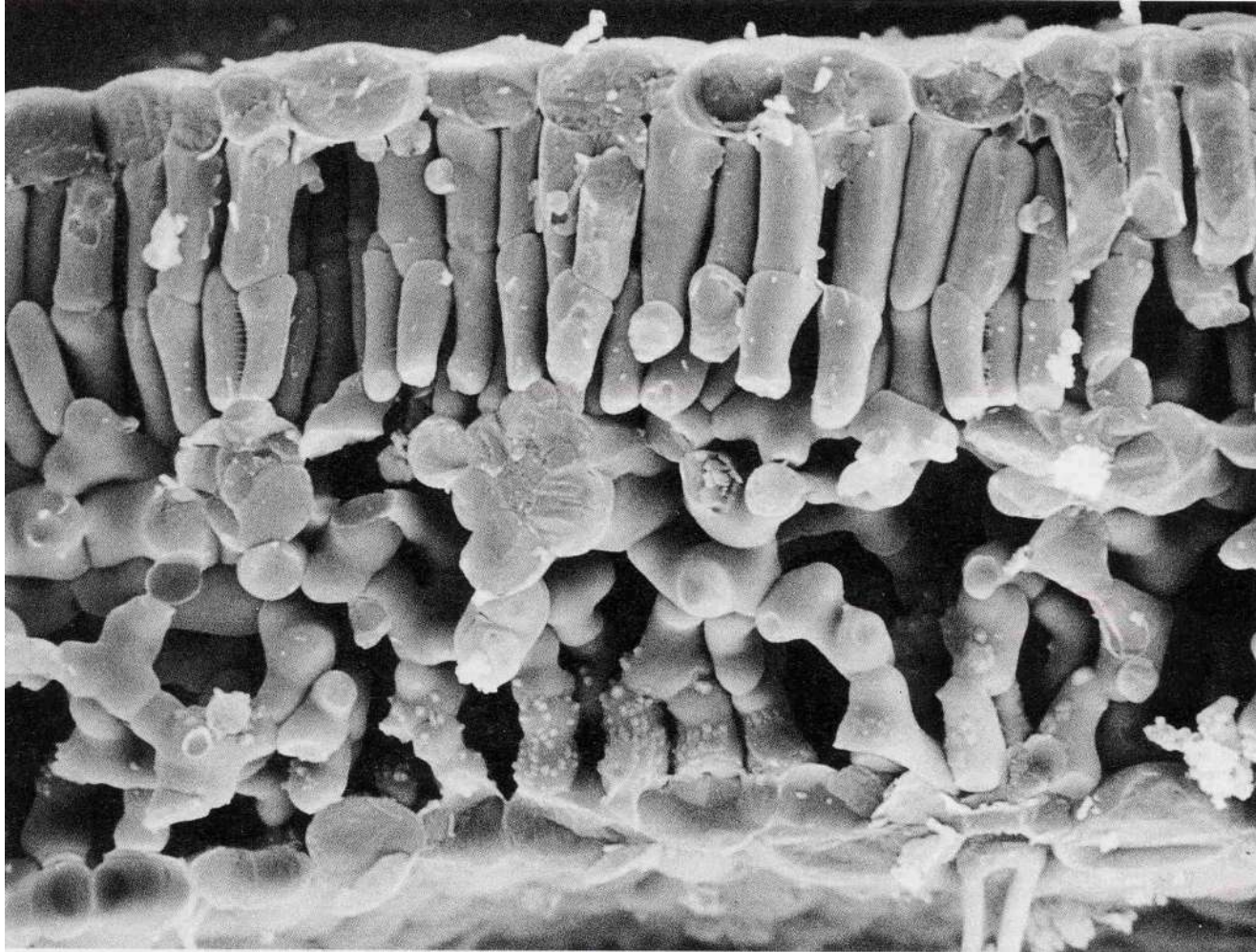
Ostiole = ouverture variable

Si ouvert \rightarrow Echanges gazeux (dont absorption du CO_2)



CO_2

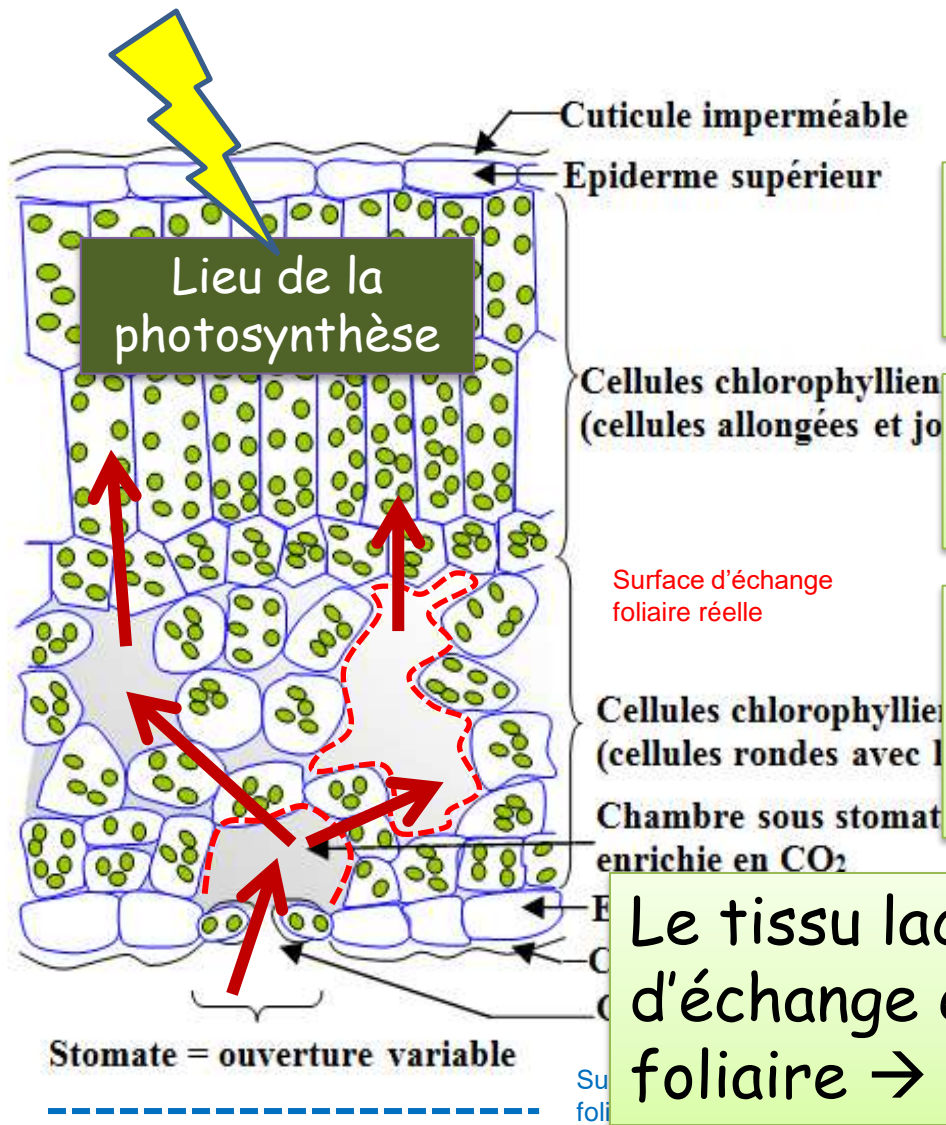
Coupe transversale dans une feuille vue au MEB



3. La surface d'échange foliaire

b. Le tissu lacuneux augmente la surface d'échange - DOC 7

Document 7 : Schéma d'une coupe transversale de feuille (voir aussi livre p. 200)



→ Trajet du CO₂

Epiderme plus ou moins imperméable aux gaz

Mais entrée possible du CO₂ par les stomates

Diffusion facilitée du CO₂ dans la feuille grâce au tissu lacuneux

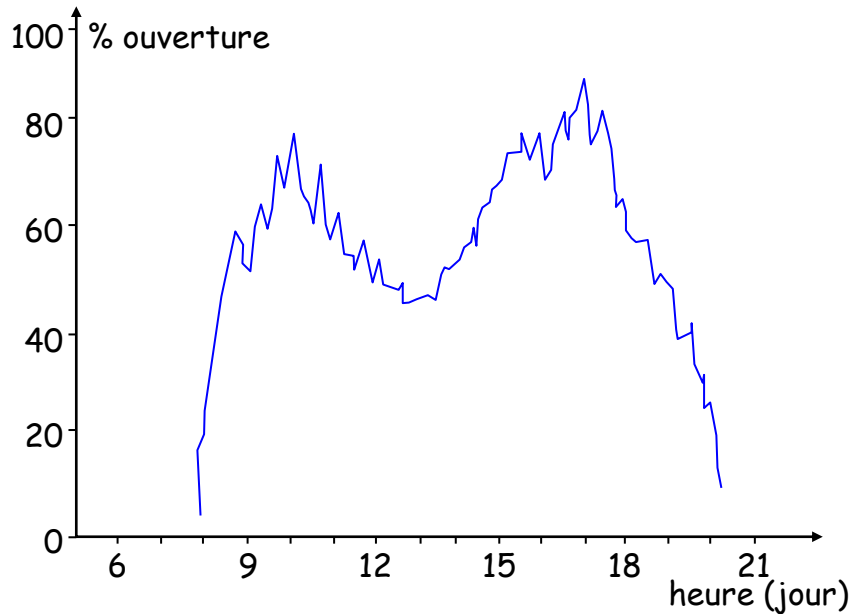
Le tissu lacuneux augmente la surface d'échange entre l'air et les tissus foliaires → Optimise l'absorption du CO₂

3. La surface d'échange foliaire

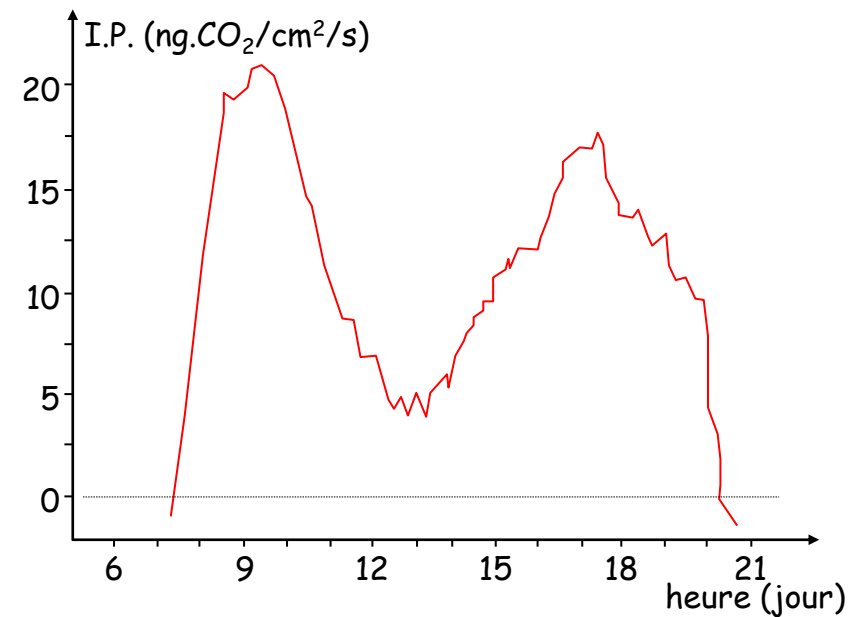
c. Adaptation aux conditions du milieu - DOC 9 - 10

Document 9: Degré d'ouverture des stomates et intensité photosynthétique mesurée en quantité de CO₂ absorbé chez *Arbutus unedo* (arbousier) pendant une journée ensoleillée.

Ouverture des stomates (% de l'ouverture maximale)

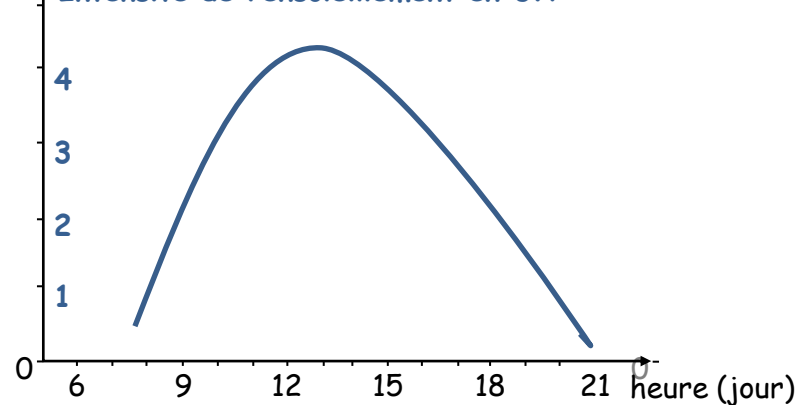


Intensité photosynthétique



Document 10: Intensité de l'ensoleillement au cours d'une journée

Intensité de l'ensoleillement en UA

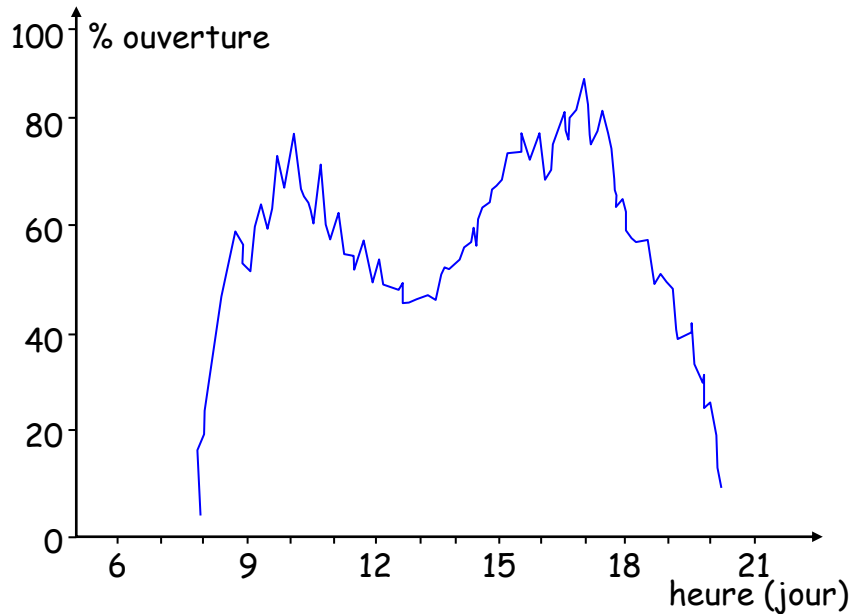


3. La surface d'échange foliaire

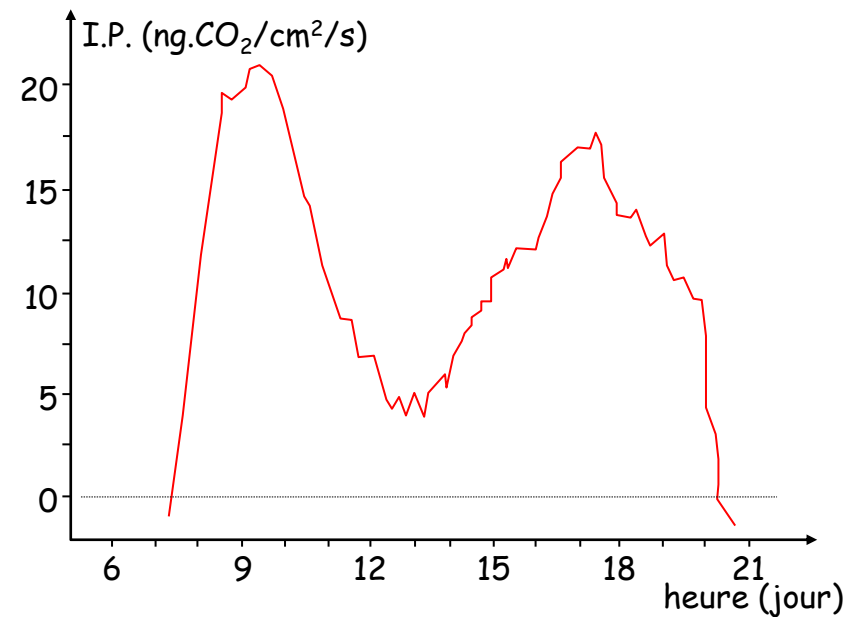
c. Adaptation aux conditions du milieu - DOC 9 - 10

Document 9: Degré d'ouverture des stomates et intensité photosynthétique mesurée en quantité de CO_2 absorbé chez *Arbutus unedo* (arbousier) pendant une journée ensoleillée.

Ouverture des stomates (% de l'ouverture maximale)

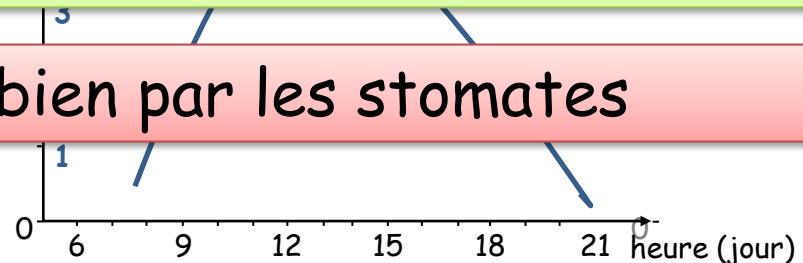


Intensité photosynthétique



Plus les stomates sont ouverts, plus l'intégration du CO_2 (intensité photosynth. est forte)

L'absorption du CO_2 se fait bien par les stomates

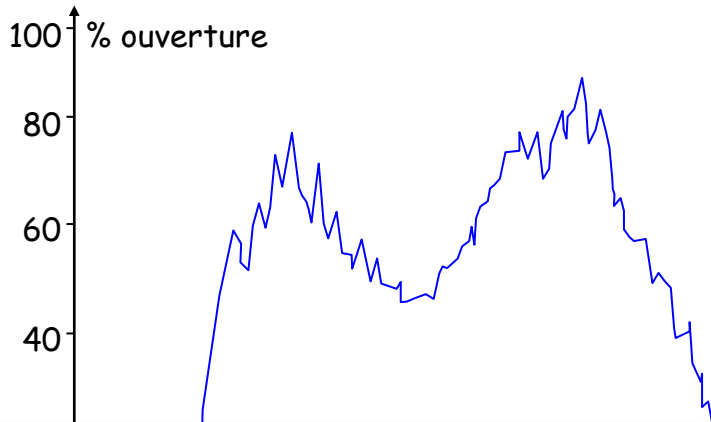


3. La surface d'échange foliaire

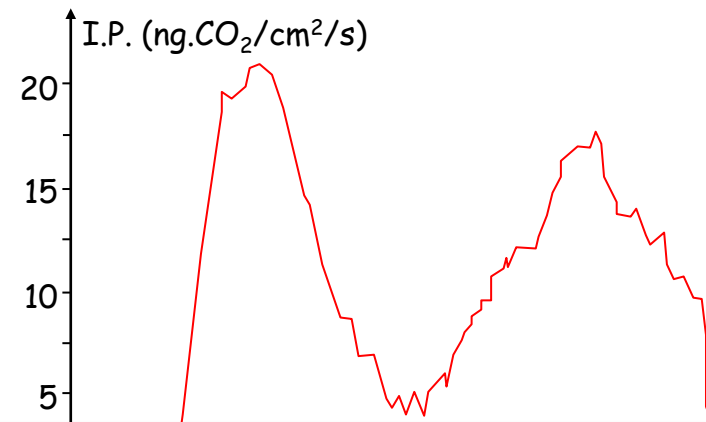
c. Adaptation aux conditions du milieu - DOC 9 - 10

Document 9: Degré d'ouverture des stomates et intensité photosynthétique mesurée en quantité de CO₂ absorbé chez *Arbutus unedo* (arbousier) pendant une journée ensoleillée.

Ouverture des stomates (% de l'ouverture maximale)



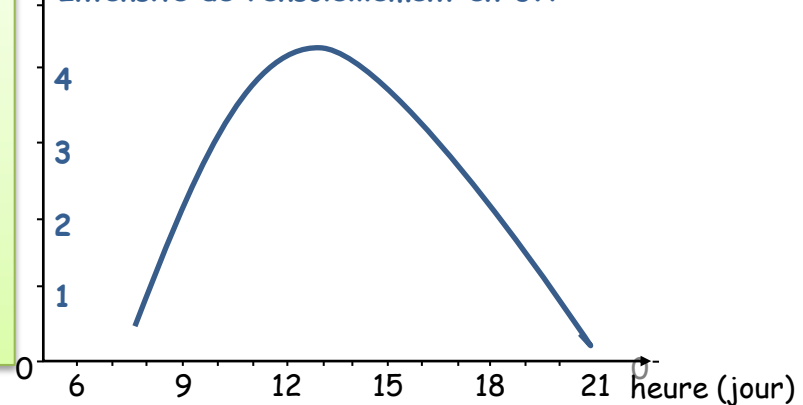
Intensité photosynthétique



Les stomates sont ouverts le jour (car photosynthèse), fermés la nuit

A midi, ensoleillement maximal → fermeture des stomates pour limiter les pertes d'eau par évapotranspiration

Intensité de l'ensoleillement en UA



CONCLUSION : Les végétaux, organismes fixés aux surfaces de prélèvement très importantes (bien moins que les animaux qui eux, sont mobiles) -DOC 13

On a estimé la surface aérienne d'un arbre de 40 m de haut à **10 000 m² soit 1ha**. Ce qui n'est certainement pas exagéré, peut-être est-elle-même largement sous estimée.

Sa surface « **interne** » permettant les échanges gazeux serait **30 fois supérieure** à la précédente.

La surface **souterraine** serait **130 fois plus grande** que la surface aérienne et la surface **des poils** absorbant augmenterait de **17% la surface racinaire**. (d'après F.HALLE, *L'éloge de la plante*)

Bien que la masse d'un arbre varie énormément en fonction des essences, on prendra pour le calcul : masse de l'arbre de 40m de haut = **7 tonnes**.

CONCLUSION : Les végétaux, organismes fixés aux surfaces de prélèvement très importantes (bien moins que les animaux qui eux, sont mobiles) -DOC 13

On a estimé la surface aérienne d'un arbre de 40 m de haut à **10 000 m² soit 1ha**. Ce qui n'est certainement pas exagéré, peut-être est-elle-même largement sous estimée.

Sa surface « **interne** » permettant les échanges gazeux serait **30 fois supérieure** à la précédente.

La surface **souterraine** serait **130 fois plus grande** que la surface aérienne et la surface **des poils** absorbant augmenterait de **17% la surface racinaire**. (d'après F.HALLE, *L'éloge de la plante*)

Bien que la masse d'un arbre varie énormément en fonction des essences, on prendra pour le calcul : masse de l'arbre de 40m de haut = **7 tonnes**.

Arbre :

$$30 \text{ ha surf int aérienne} + 130 \text{ ha surf racine} + (130 \times 17 / 100) \\ = 182 \text{ ha soit } 1\,820\,000 \text{ m}^2$$

Arbre : $1\,820\,000 / 7000 = 260 \text{ m}^2/\text{Kg} \text{ !!!!!}$

Homme : $200/70 = 2.8 \text{ m}^2/\text{kg}$

CONCLUSION : Les végétaux, organismes fixés aux surfaces de prélèvement très importantes (bien moins que les animaux qui eux, sont mobiles) -DOC 13

Par Kg, un végétal développe une surface de captation 98 fois plus étendue que la surface digestive développée par Kg chez un homme.

La stratégie développée par le végétal consiste à développer une surface d'échange considérable avec son environnement, de manière à puiser en quantité suffisante des ressources qui sont très peu concentrées dans son milieu de vie.

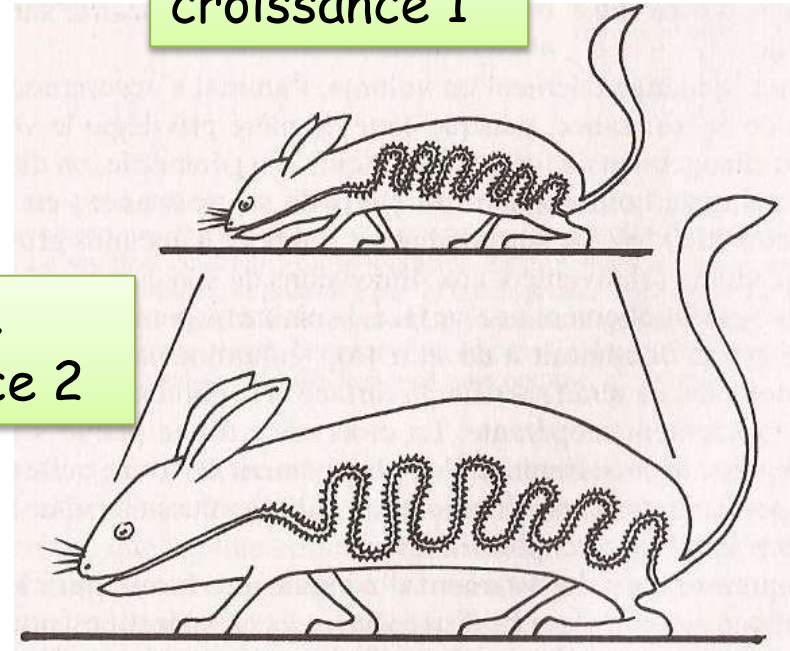
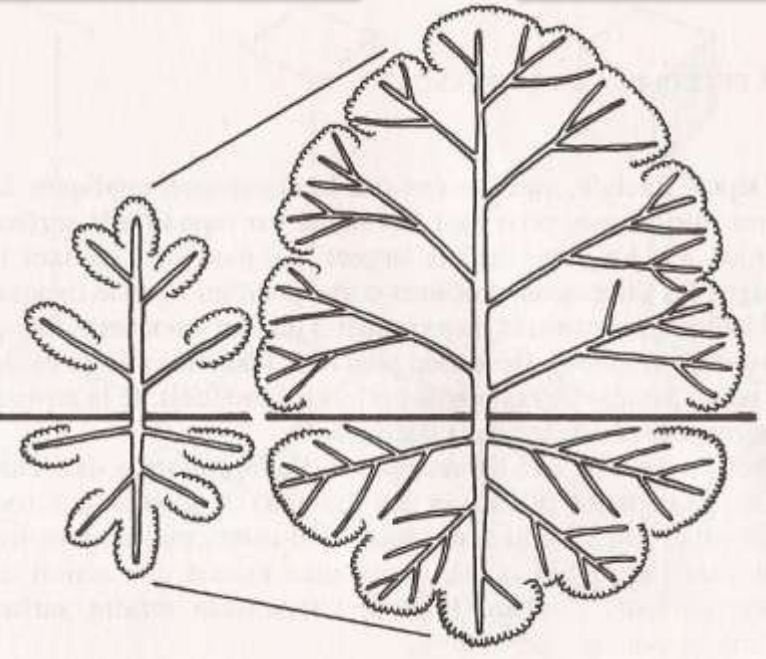
Homologie entre la surface externe assimilatrice de la plante et la surface interne digestive de l'animal

Stade de croissance 1

Stade de croissance 2

Stade de croissance 1

Stade de croissance 2



Croissance continue dans 2 milieux

Croissance limitée dans un seul milieu