

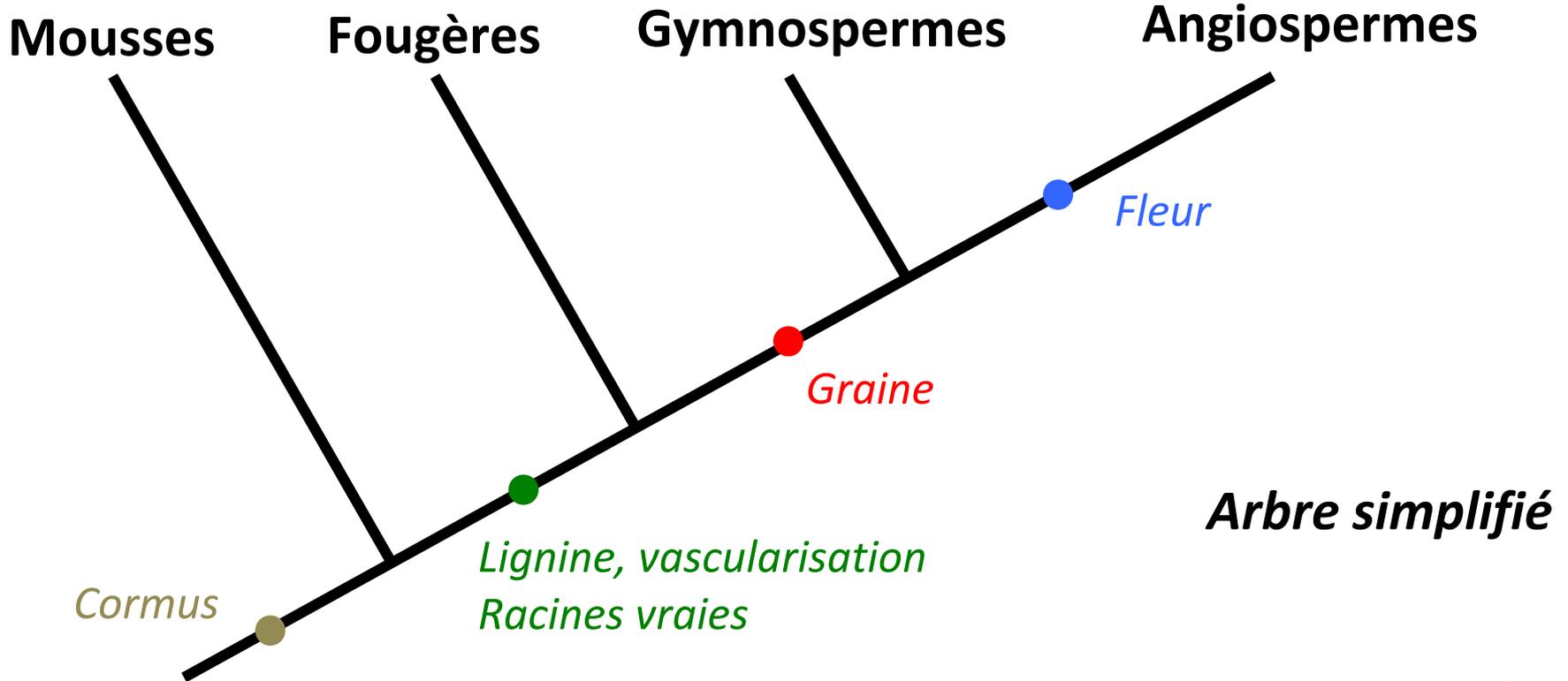
Chapitre 2 – Regards sur un organisme Angiosperme : une Fabacée



La notion de végétal

- Végétal = groupe polyphylétique. Préférer le terme de plante = Embryophyte = Cormophyte.
- Échelle de la cellule : une cellule à plaste, vacuole et paroi pecto-cellulosique
- Échelle de l'organisme : un cormus à racine = Cormophyte vasculaire

Les plantes = Embryophytes = Cormophytes



Quelques Fabacées communes

- La majorité est herbacée et de milieu aérien : Trèfle, Luzerne, Pois, Lupin, Lentille, Arachide...
- Quelques Fabacées ligneuses : Robinier, Mimosa
- Quelques Fabacées aquatiques : *Neptunia*



Robinier faux-acacia

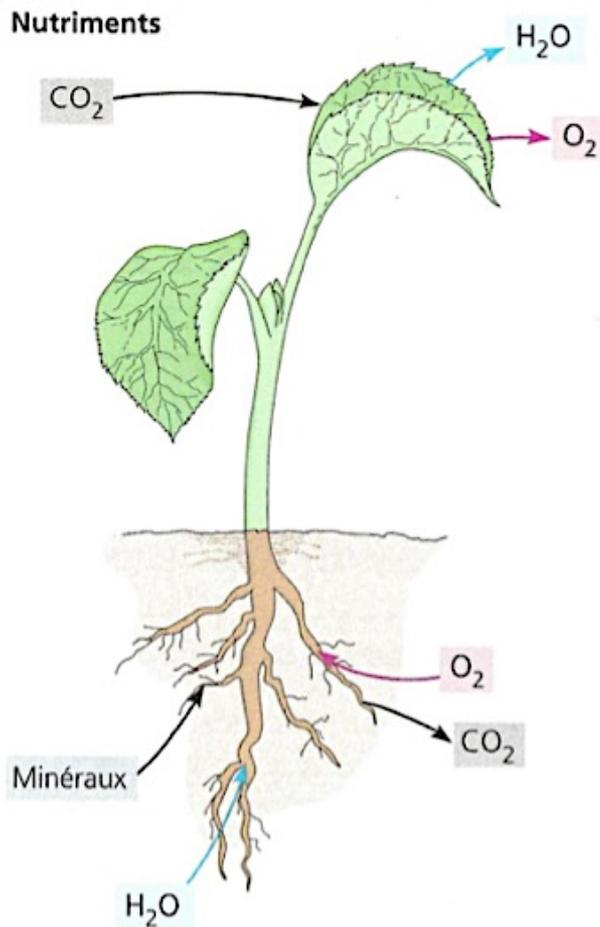


Neptunia

1. La fonction de nutrition des Fabacées

1.1. L'acquisition des ressources

La photolithotrophie



Certaines cellules sont **chlorophylliennes** : elles possèdent des chloroplastes, siège de la photosynthèse.

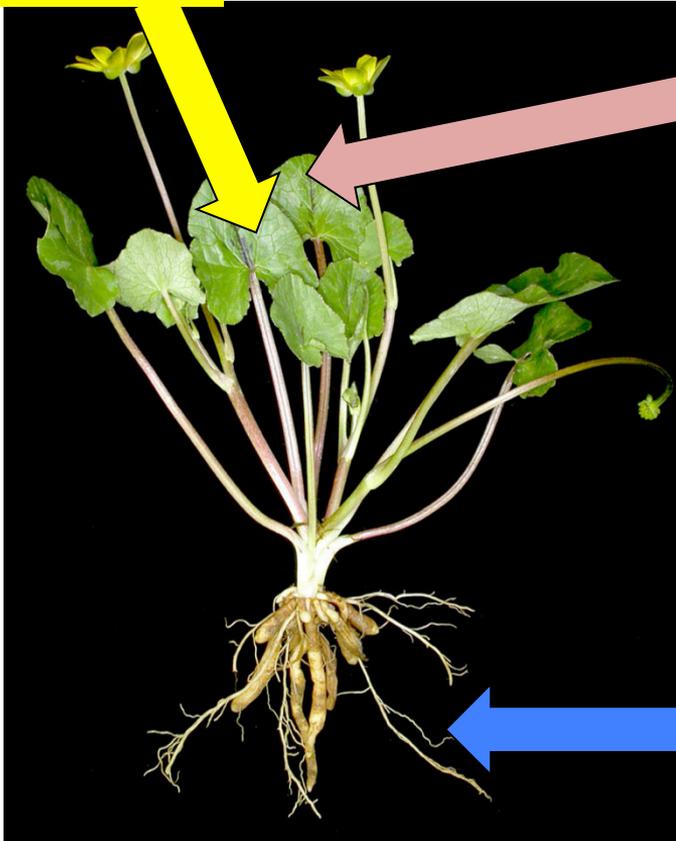
Lumière



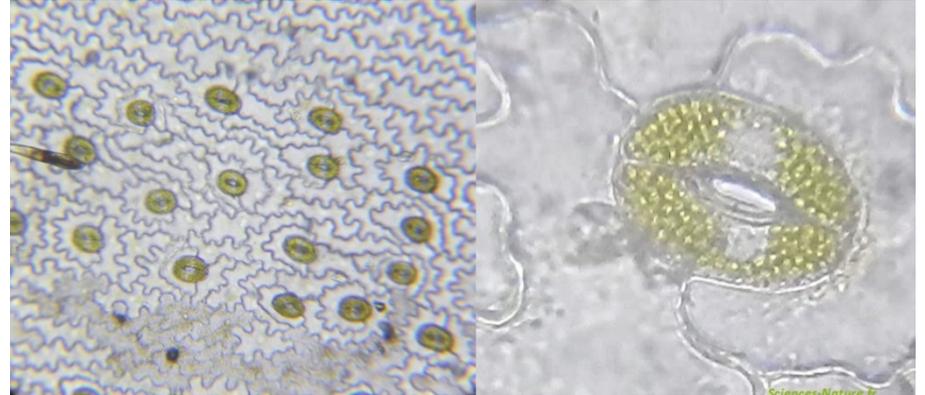
+ Réduction des molécules azotées (NO_3^-)

Les surfaces d'absorption

Lumière



Entrée de CO_2 par les stomates

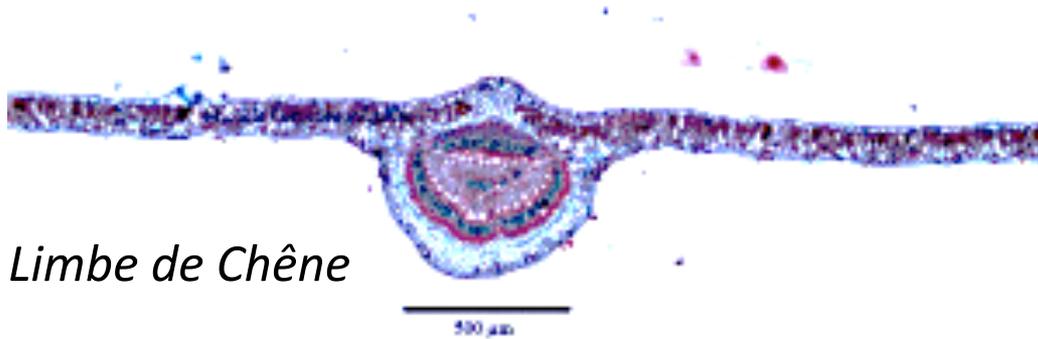


Source : sciences-nature.fr

Entrée d'eau par les poils absorbants et mycorhizes

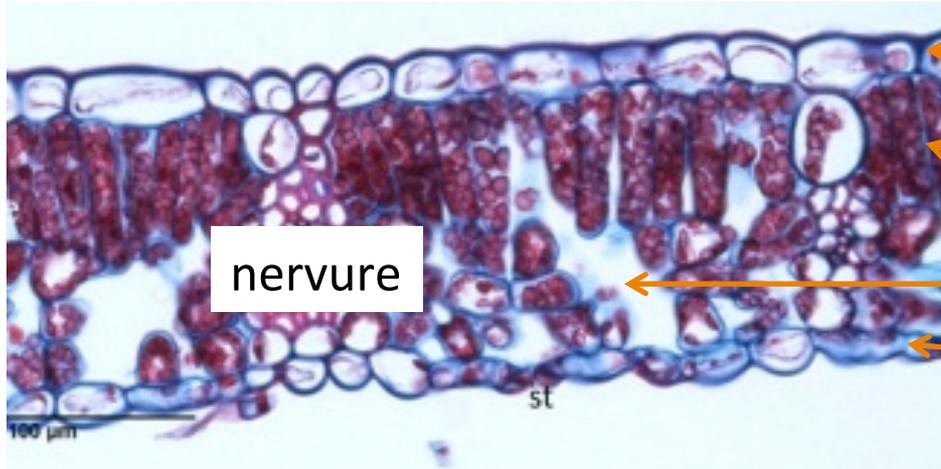
Les organes photosynthétiques : les feuilles

Des parenchymes chlorophylliens tournés vers la lumière



Limbe de Chêne

Grande surface
Rapport surface/volume élevé
surface \perp lumière



- Épiderme à cuticule
- Parenchyme palissadique
- Parenchyme lacuneux
- Épiderme à stomates

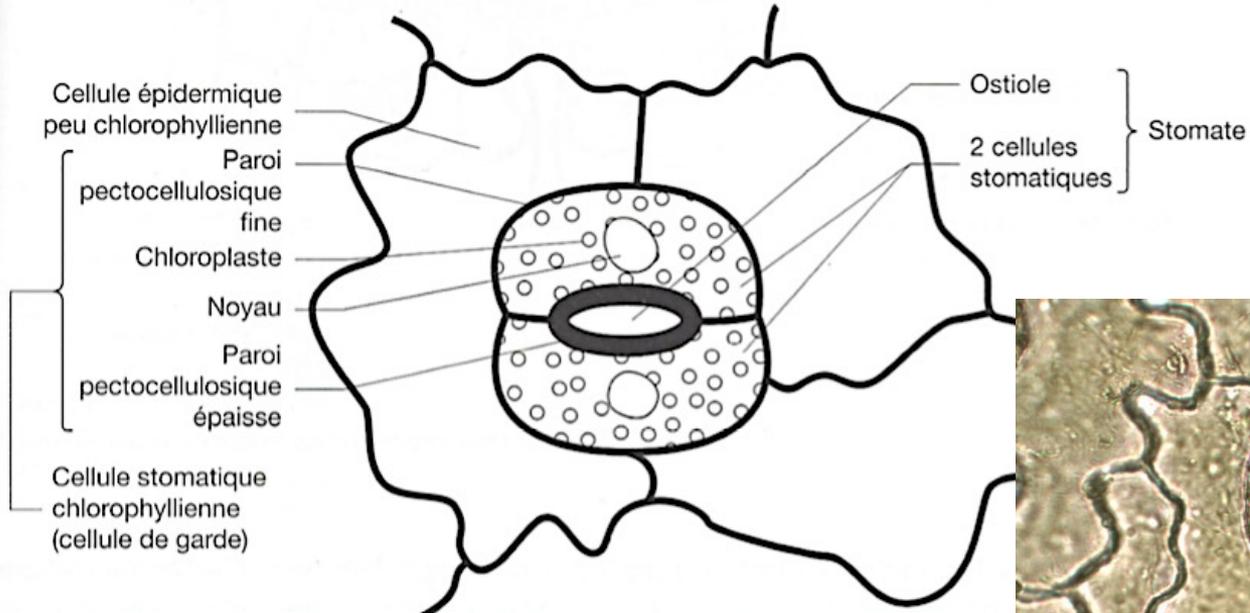
Le phototropisme

lumière



Lumière anisotrope => croissance des tiges vers la source lumineuse
et feuilles perpendiculaires aux rayons lumineux

Les stomates et les échanges gazeux



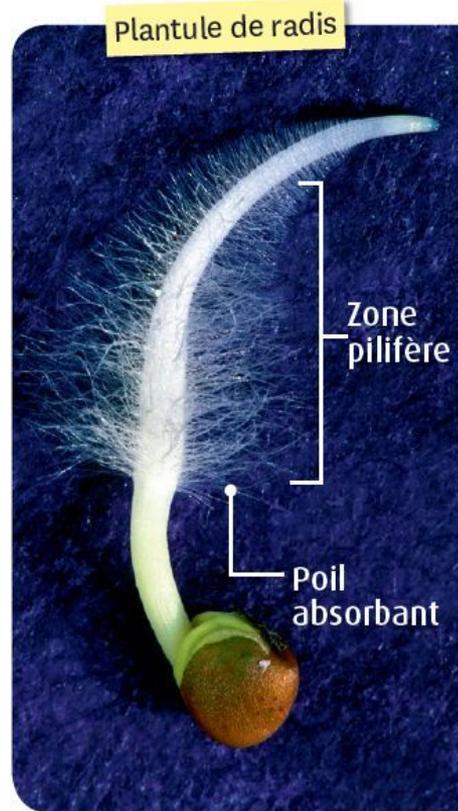
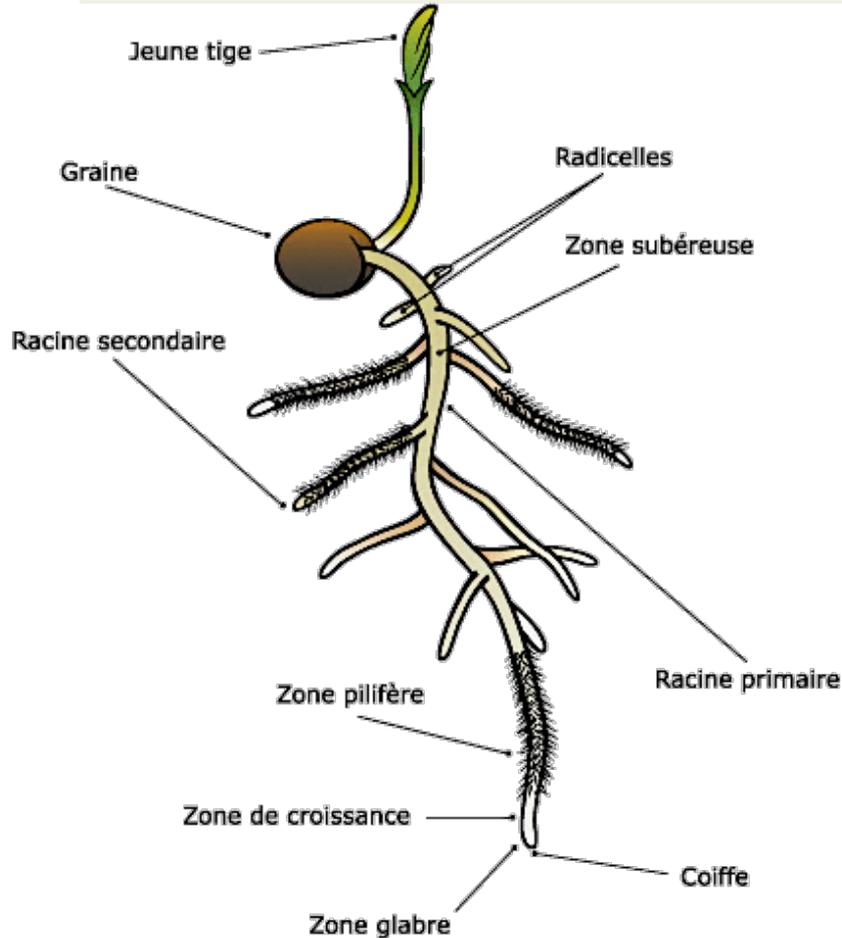
X 150



Contrôle de l'ouverture lié :

- à la lumière
- à l'état d'hydratation de la plante (via un système hormonal)

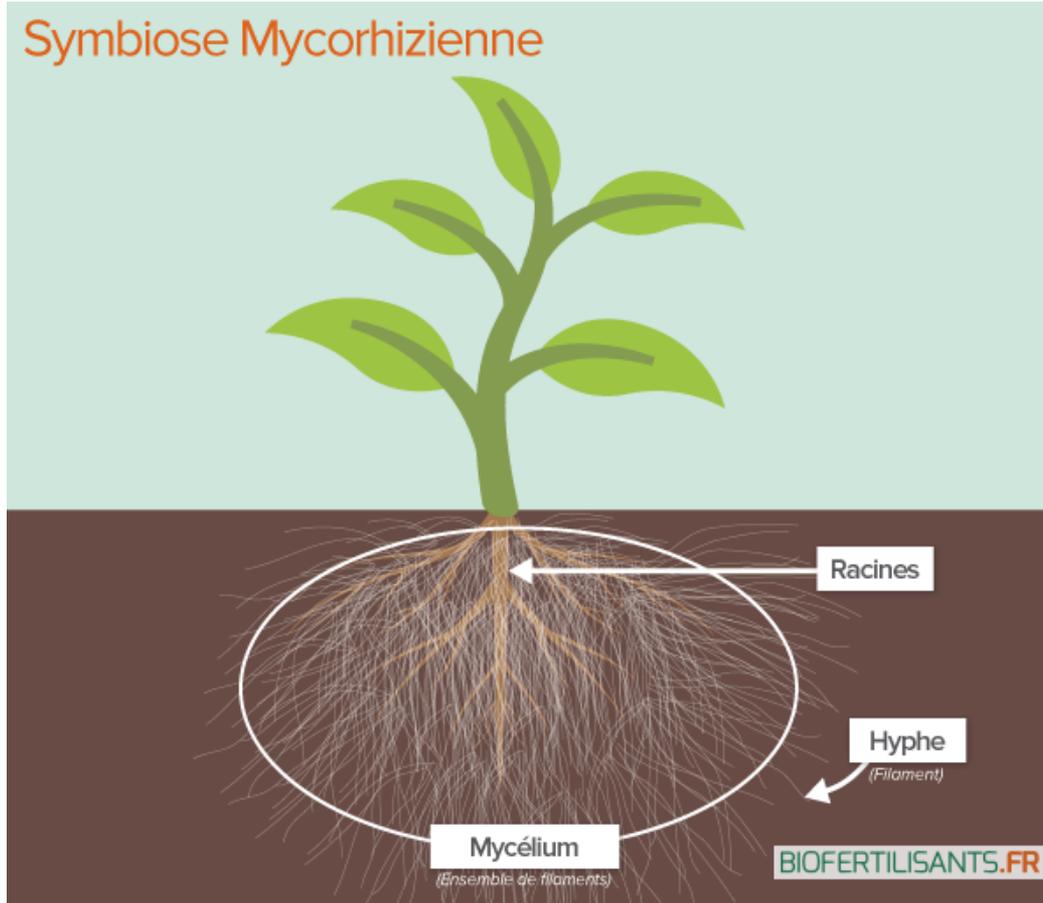
Les jeunes racines et la zone pilifère



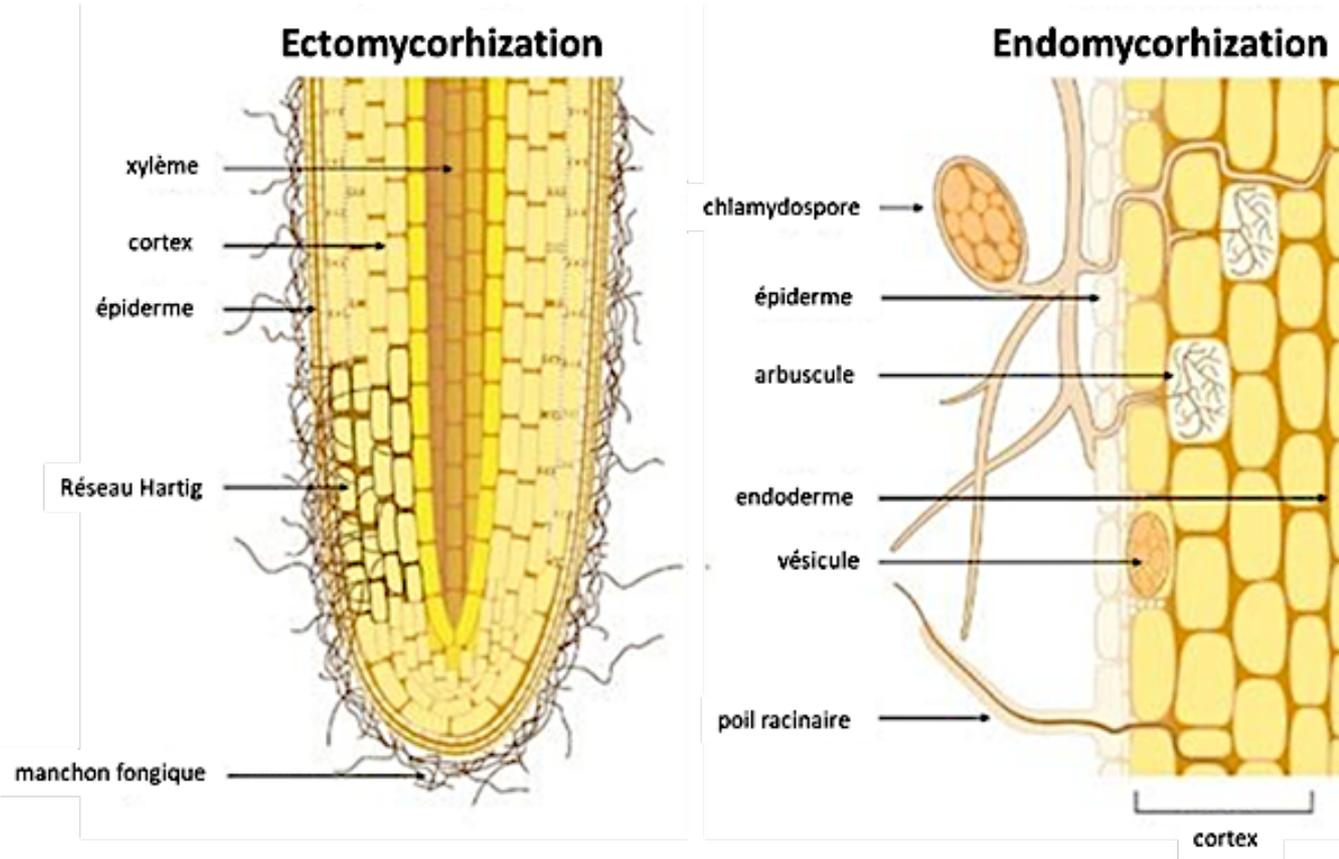
© Belin Éducation/Humensis, 2020 Manuel SV...
© Droits réservés



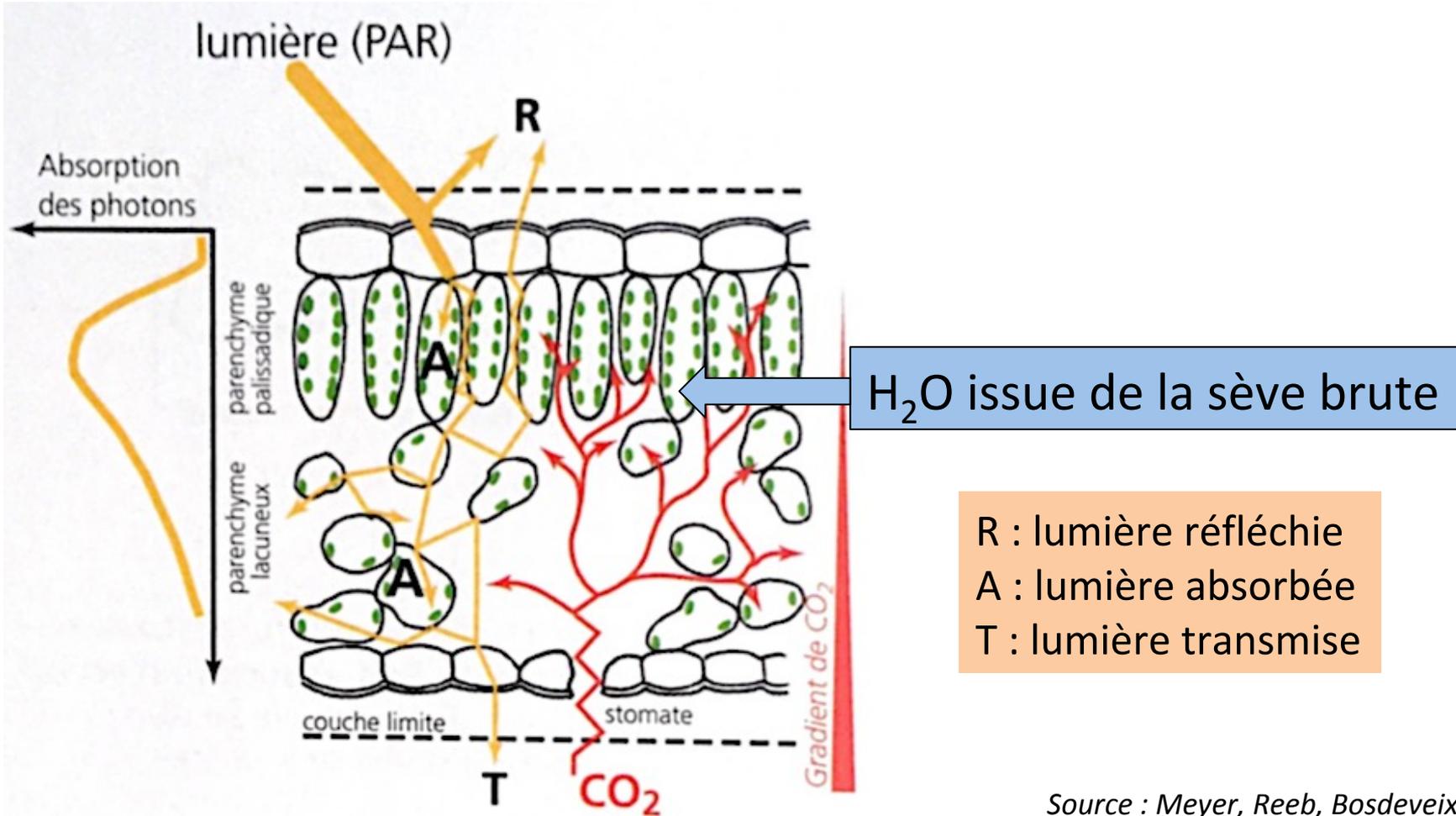
Les mycorhizes augmentent la surface d'échange



Les mycorhizes : une symbiose



Bilan : des ressources distribuées



BILAN

Surfaces d'échange : vastes et fines surfaces en lien avec le milieu aérien (feuilles) et le sol (racines).

❖ **Limbe foliaire**

- échanges gazeux au niveau des stomates
- perception lumineuse

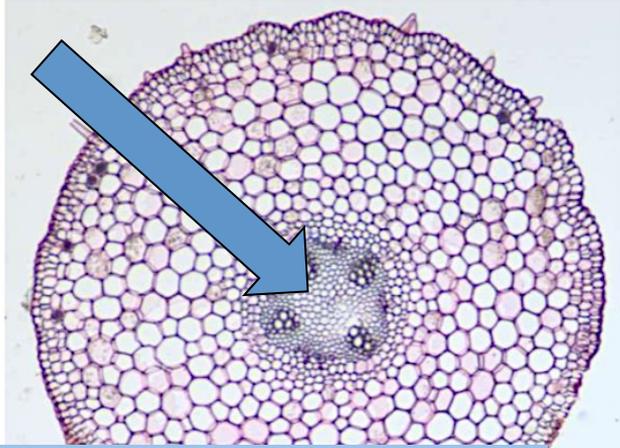
❖ **Racines**

- zone pilifère en exploration continue du sol
- système racinaire adapté à la disponibilité en eau du sol
- mycorhizes augmentant le volume de sol exploité

1. La fonction de nutrition des Fabacées

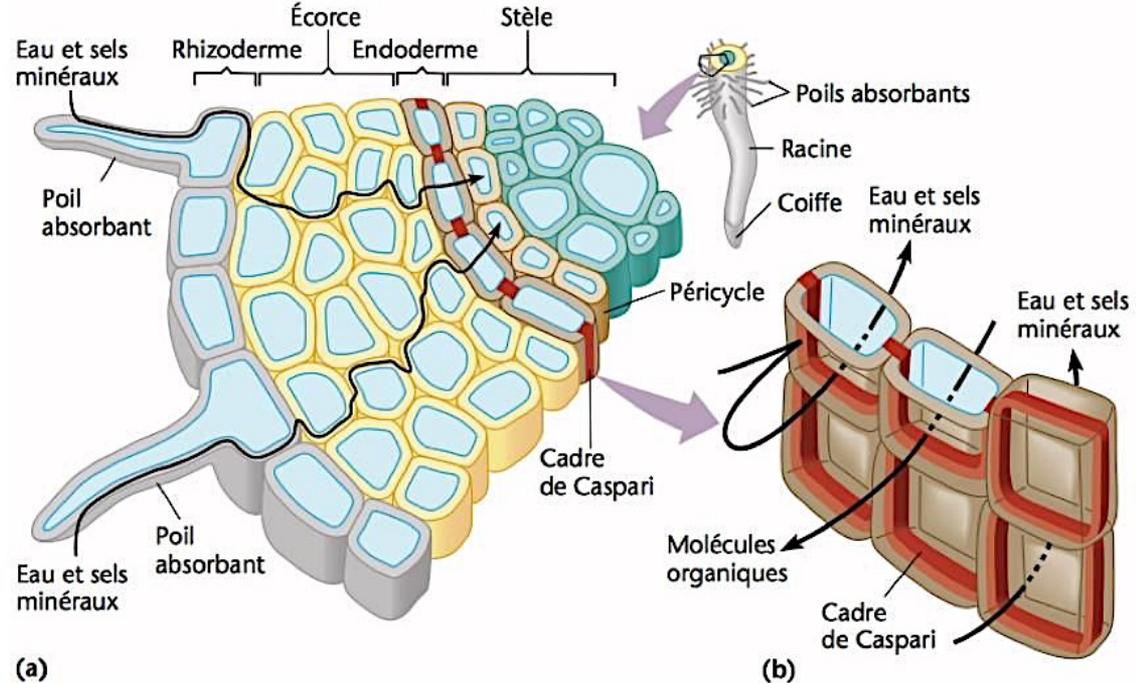
1.2. La distribution des nutriments

Du sol à la sève



FLUX : trajet

Poils absorbants
 Parenchyme cortical
 Endoderme
 Péricycle
 Parenchyme médullaire
 Xylème



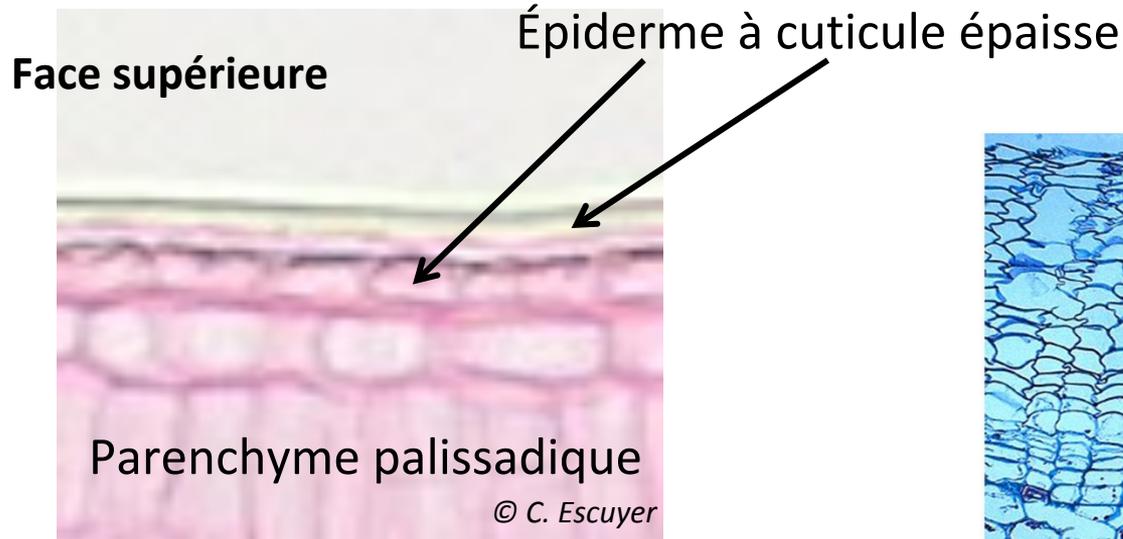
2. La fonction de relation des Fabacées

Mode de vie fixé

Milieu de vie aérien

2.1. Les réponses à l'environnement abiotique

Les tissus de revêtement



Coupe de limbe de Houx



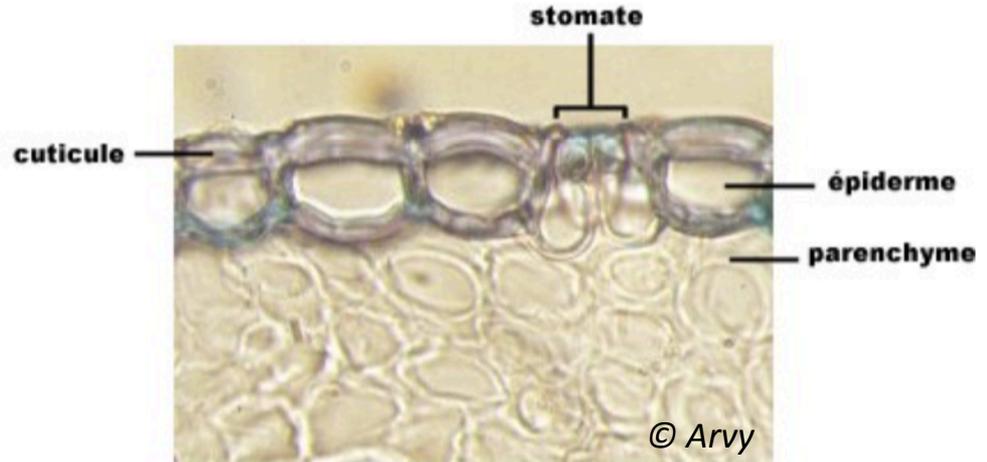
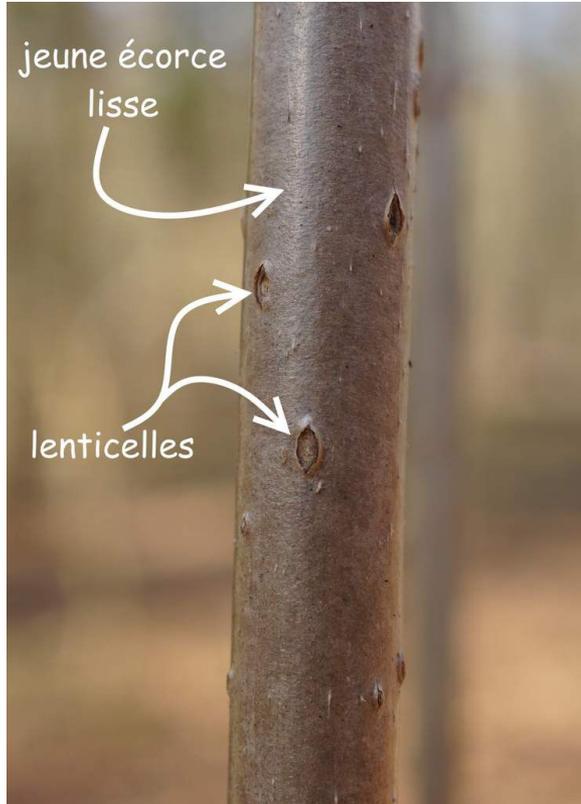
Limitent la déshydratation

Protège des chocs

+ régulation de l'ouverture des stomates

Étanches mais pas totalement

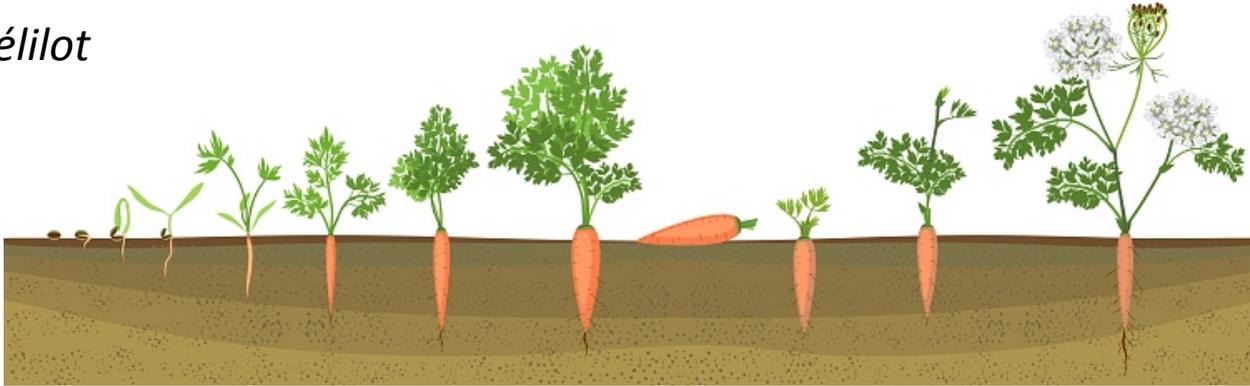
Les lenticelles et les stomates permettent les échanges gazeux



Des réponses au froid

- Plantes annuelles : seule la graine passe l'hiver *Ex : Haricot*
- Plantes bisannuelles : graine ou organe de réserve passant l'hiver

Ex : Mélilot



- Plantes vivaces = pérennes = pluriannuelles *Ex : Trèfle, Robinier*

Des réponses au froid : cas des vivaces



Source : <https://fr.depositphotos.com>

- Perte des feuilles
- Bourgeons protégés
- Taille modeste des plantes
- Accumulation de saccharose « antigel »



Bourgeon écailleux de ligneuse

Des réponses adaptatives au chaud / sec

En bleu : Acacia africain (Fabacée)

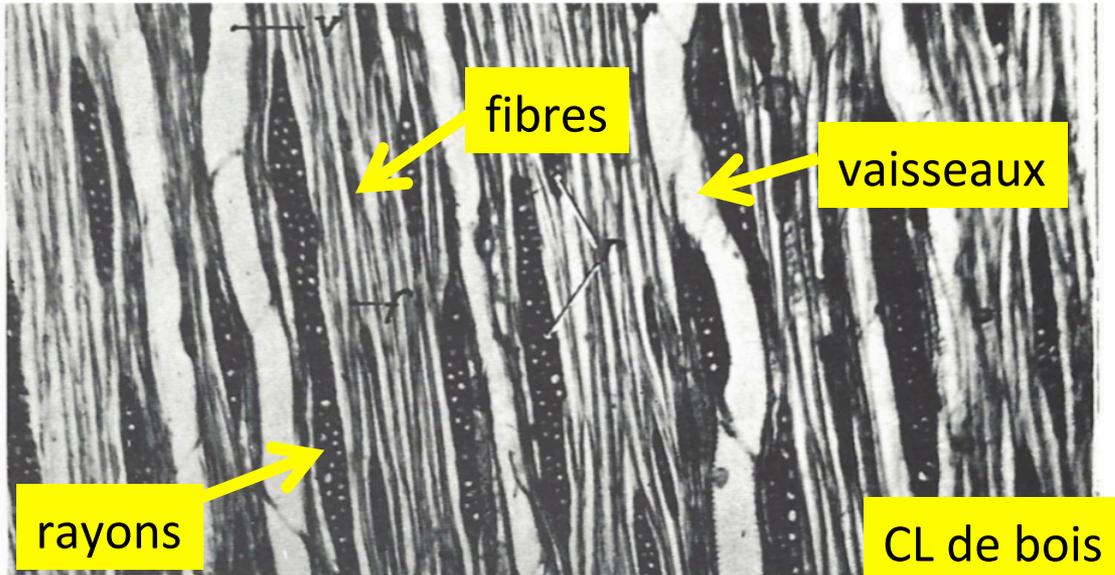
- Réserves d'eau
- Feuilles réduites à des épines
- Stomates ouverts la nuit
- Feuilles qui s'enroulent (*Oyat*) ou se replient en période sèche
- Racines profondes
- Perte de feuilles à la saison sèche
- Floraison réduite les années sèches



Plantes xérophytes

Le soutien en milieu peu porteur

- ❖ La turgescence des tissus
- ❖ Les vrilles
- ❖ Les tissus de soutien
 - sclérenchyme : parois épaisses et lignifiées
 - collenchyme : parois épaisses
- ❖ Les fibres du bois



Sclérenchyme



Collenchyme

Sources : Camefort et Boutin

2. La fonction de relation des Fabacées

Mode de vie fixé

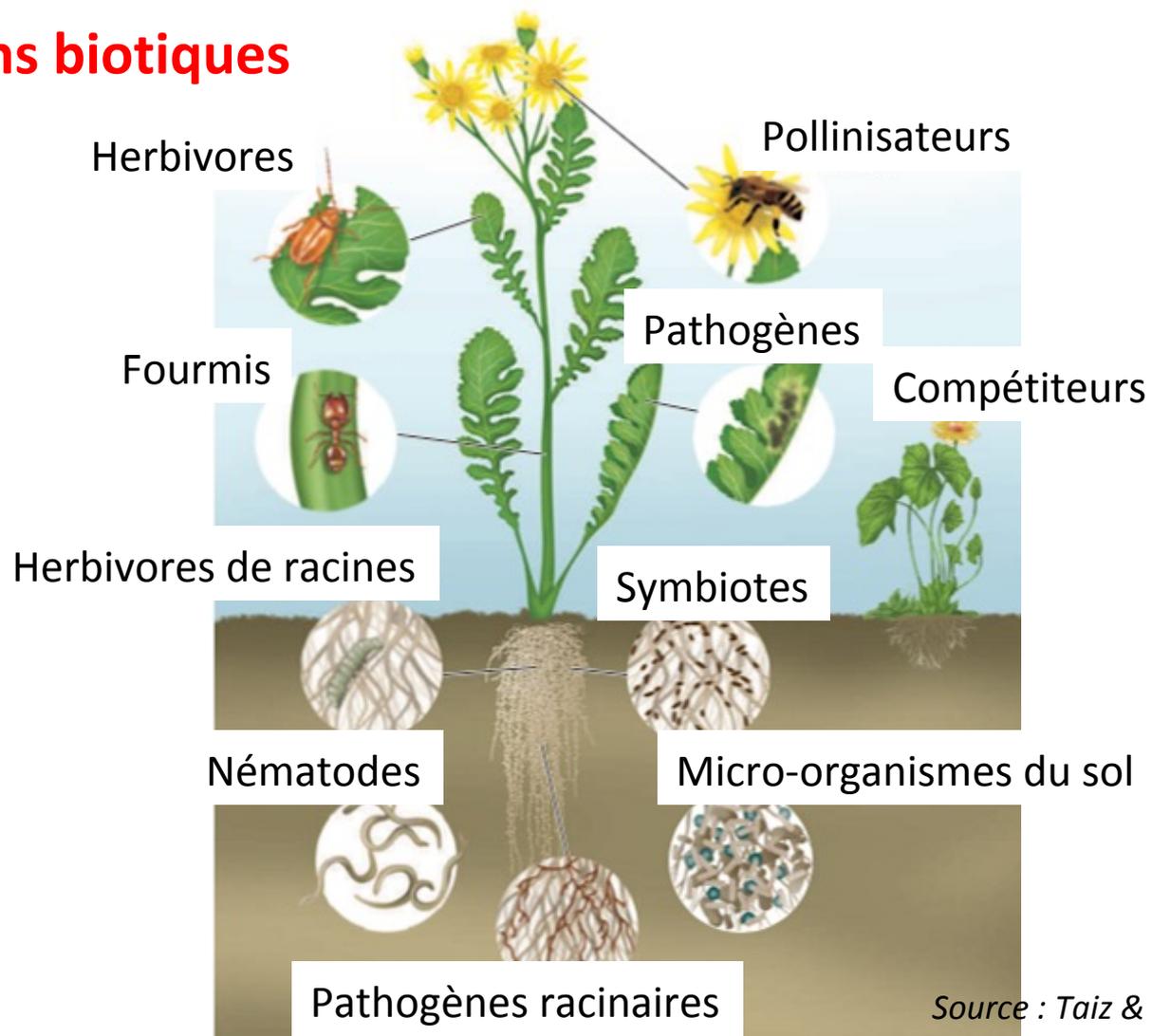
Milieu de vie aérien

2.2. Les relations biotiques

Les relations interspécifiques

		ESPECE 1		
		+	-	0
ESPECE 2	+	MUTUALISME	PREDATION/ PARASITISME	COMMENSALISME
	-	PREDATION/ PARASITISME	COMPETITION	ALLÉLOPATHIE
	0	COMMENSALISME	ALLÉLOPATHIE	NEUTRALISME

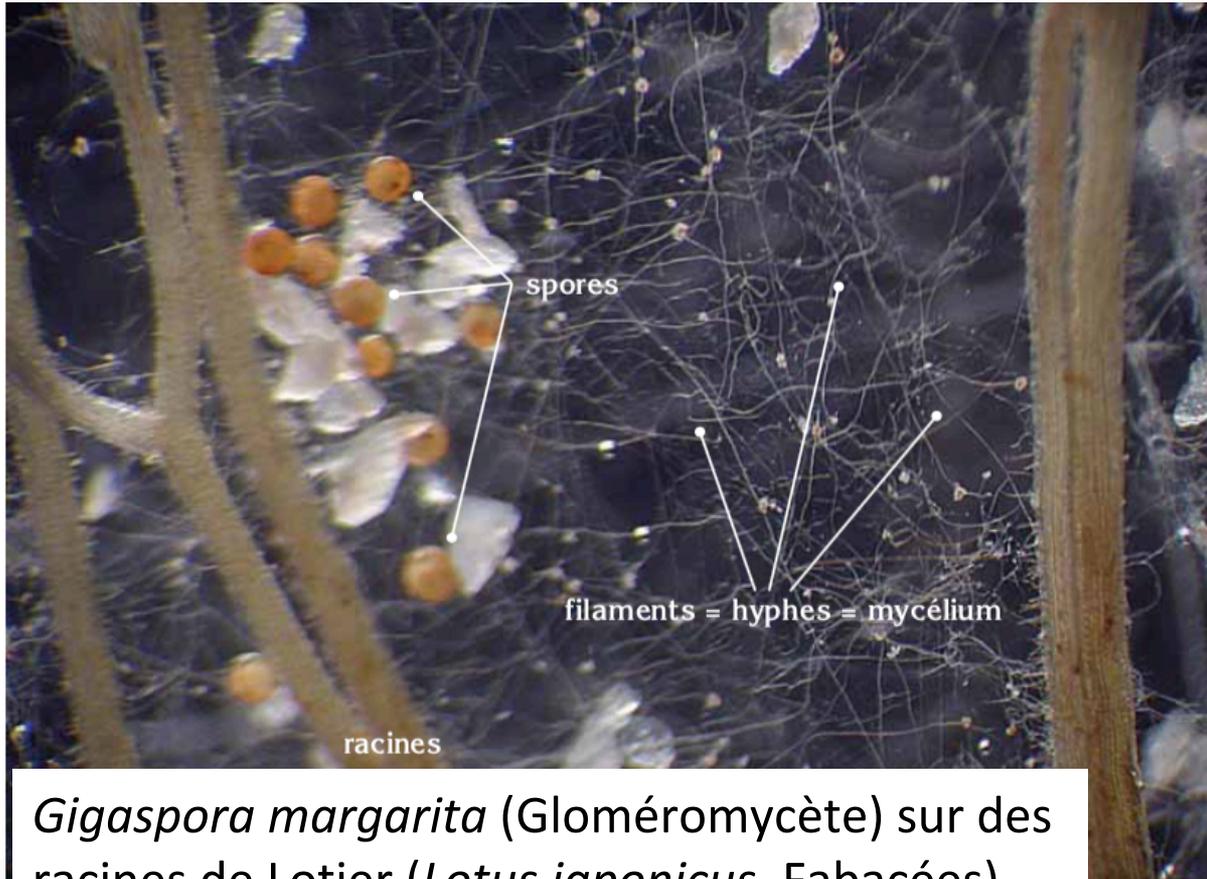
Les interactions biotiques



Le mutualisme chez les Fabacées

- ❖ **Mutualisme transitoire** : pollinisation (vu en 3.)
- ❖ **Mutualisme durable = symbiose**
 - **Mycorhizes** : symbiose entre la racine et un mycélium
 - **Nodosités** : symbiose entre la racine et la bactérie *Rhizobium*
Cette symbiose est caractéristique du groupe des Fabacées légumineuses.

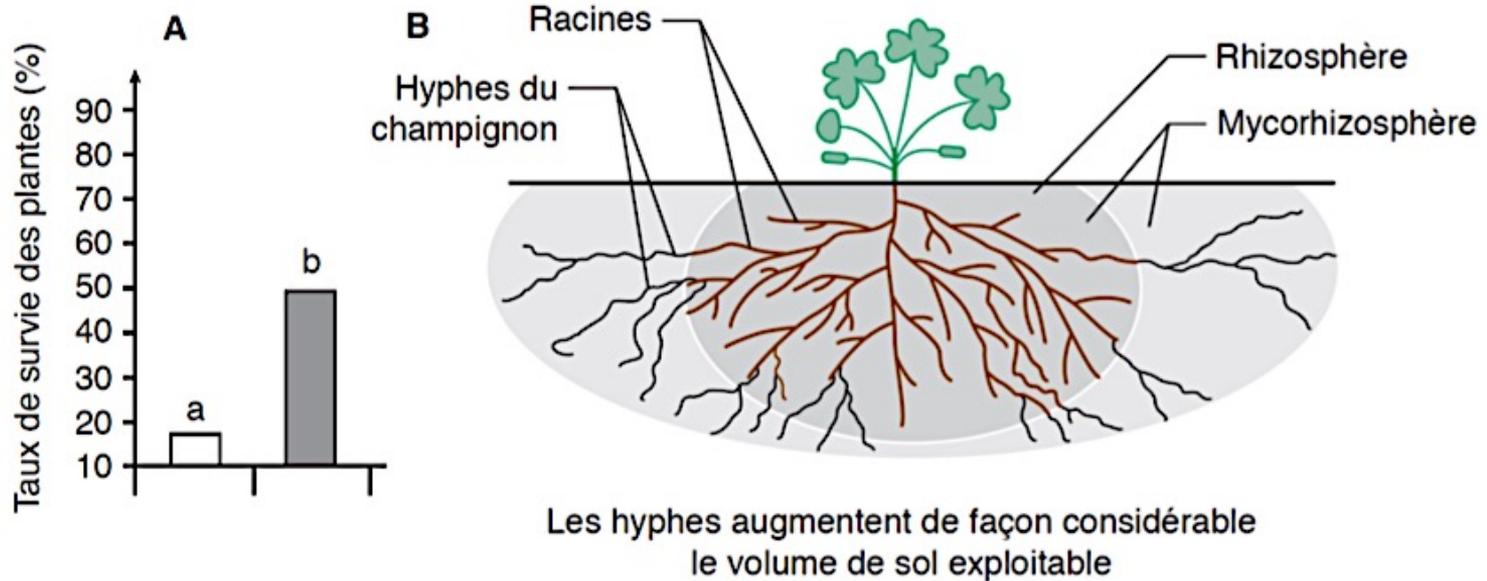
Les mycorhizes des Fabacées



Gigaspora margarita (Gloméromycète) sur des racines de Lotier (*Lotus japonicus*, Fabacées).

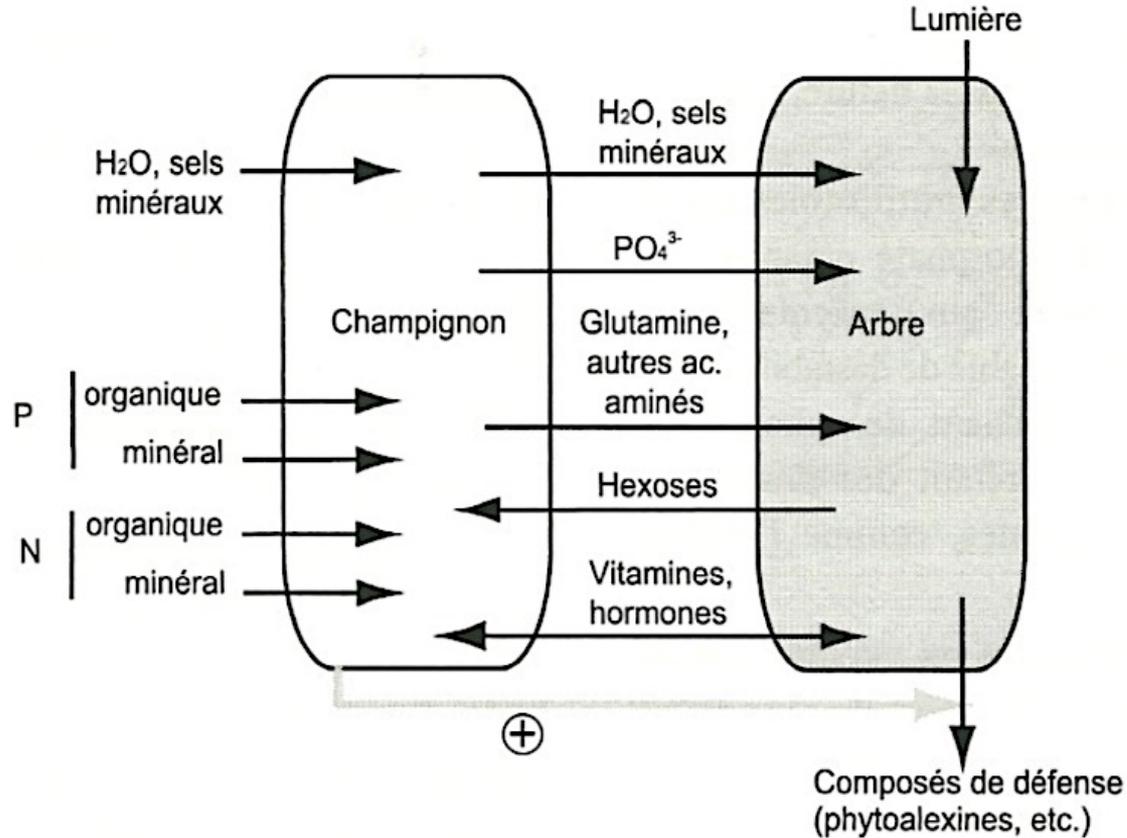
La plante émet des strigolactones, molécules qui stimulent la prolifération et la multiplication des espèces compatibles.

Un bénéfice pour la plante : l'accès à l'eau du sol



- A. Taux de survie d'individus de *Festuca eskia* soumises à un stress hydrique
En blanc: Fétuque non mycorhizée; en noir fétuque mycorhizée
(d'après Gibert A. et Hazard L. (2011) *Journal of Plant Ecology* **4**, 201-208)
- B. Hyphes et augmentation du volume de sol exploré

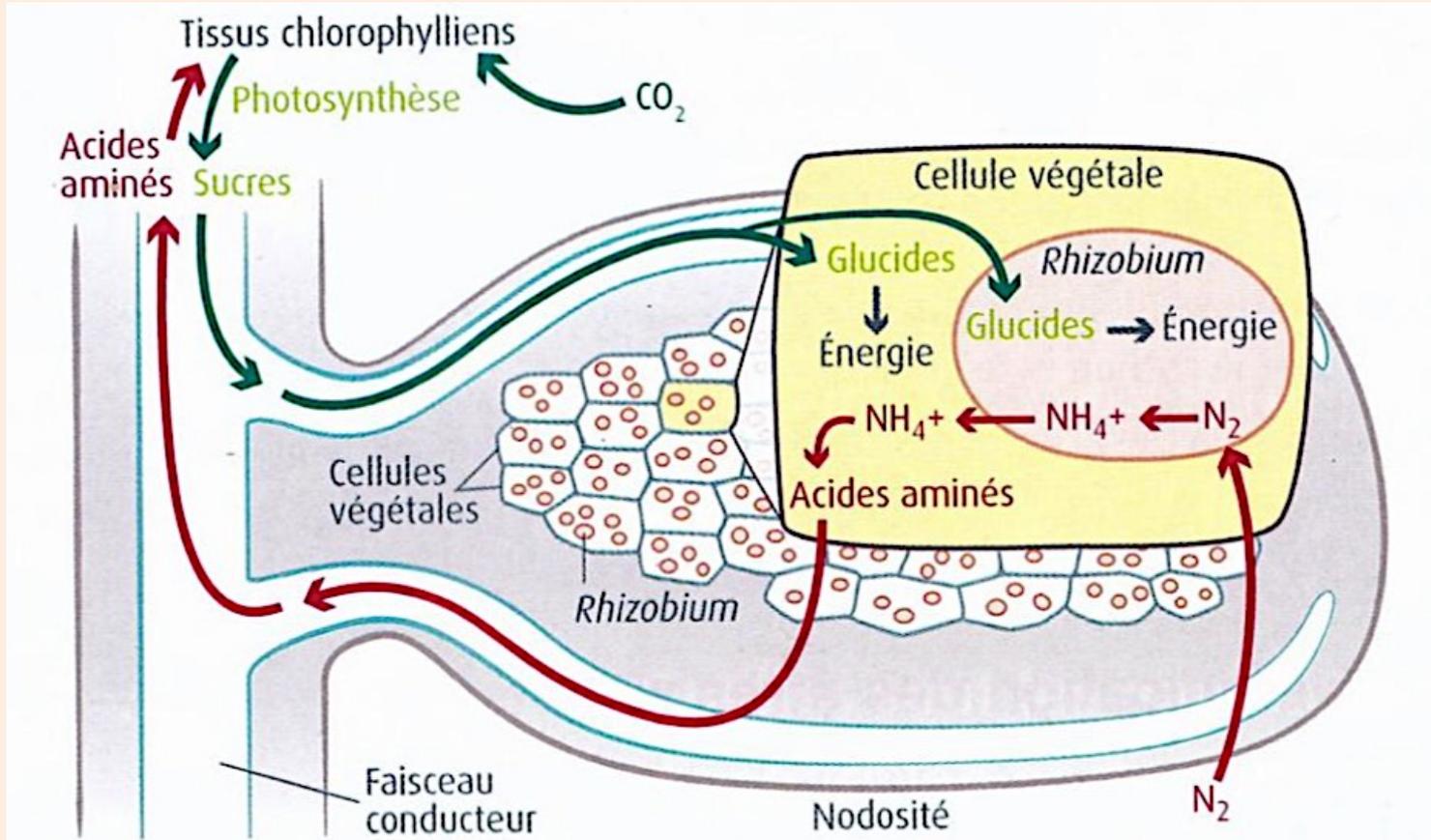
Une association symbiotique



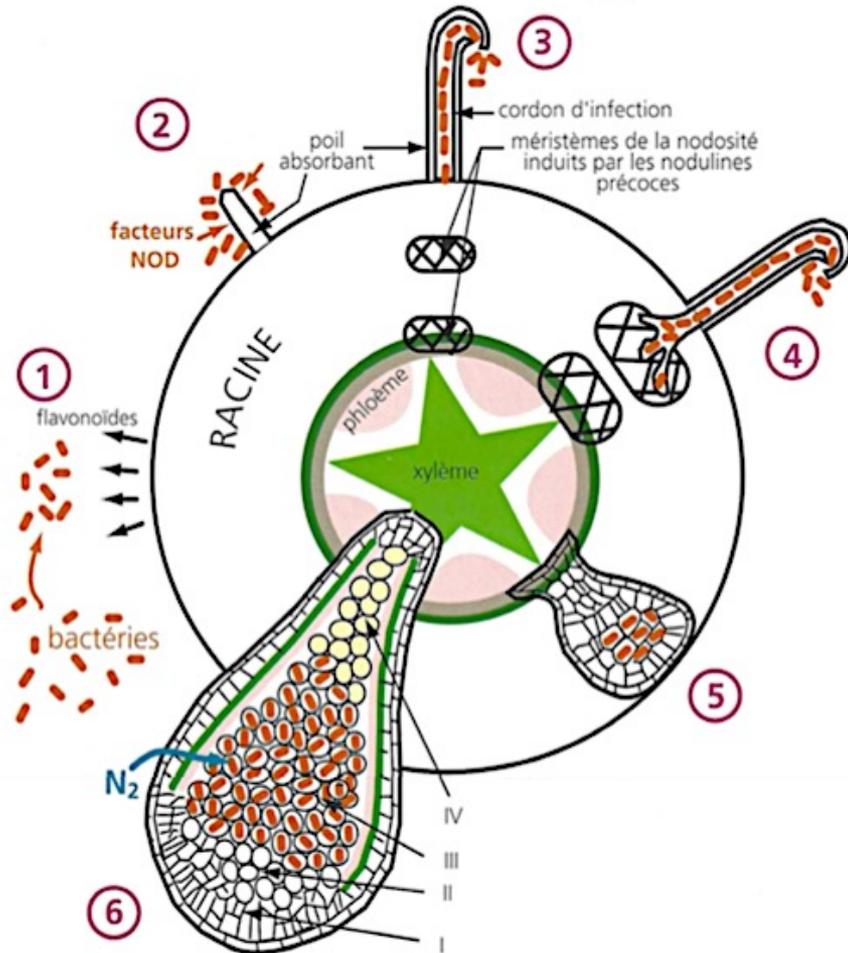
Le mutualisme chez les Fabacées

- ❖ **Mutualisme transitoire** : pollinisation (vu en 3.)
- ❖ **Mutualisme durable = symbiose**
 - **Mycorhizes** : symbiose entre la racine et un mycélium
 - **Nodosités** : symbiose entre la racine et la bactérie *Rhizobium*
Cette symbiose est caractéristique du groupe des Fabacées légumineuses.

La symbiose *Rhizobium* - Fabacée



Étapes de l'établissement de la symbiose



- (1) Libération de flavonoïdes par la racine => prolifération et attraction des bactéries *Rhizobium* ;
- (2) Activation des gènes *nod* des bactéries, adhérence des bactéries et reconnaissance spécifique (ou non) ;
- (3) Les facteurs Nod produits déforment les poils absorbants : les bactéries peuvent entrer dans la racine (cordon d'infection) ;
- (4) Les bactéries parviennent dans les cellules du parenchyme cortical, s'y multiplient et grandissent ;
- (5) Les bactéries produisent la nitrogénase qui réduit N_2 en NH_4^+ ;
- (6) La nodosité se développe et des vaisseaux de sève s'y associent.

Prédation et parasitisme

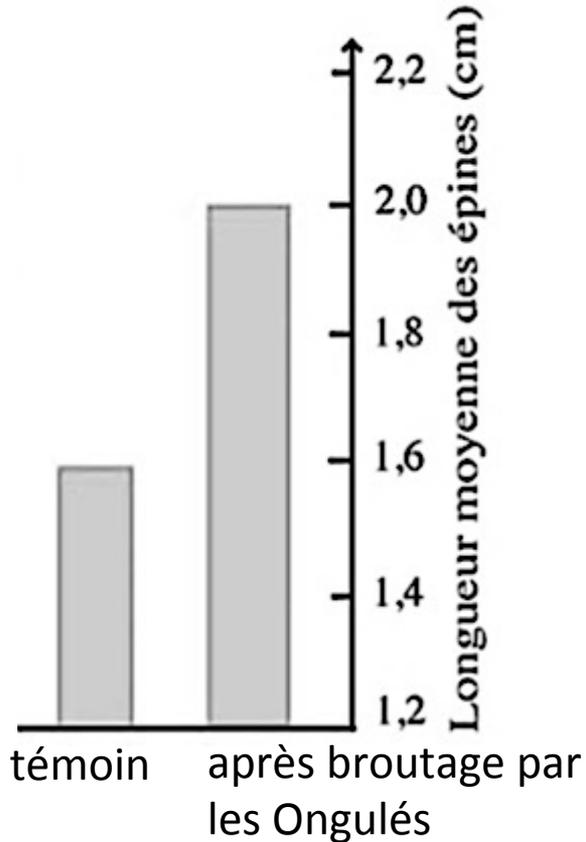
❖ **Prédation** : animaux herbivores, pucerons

→ défenses possibles : épines, tanins, toxines

❖ Parasites et pathogènes

- Virus : virus de la mosaïque du Pois
- Bactéries et champignons pathogènes

Les défenses des *Acacias* de la savane



L'*Acacia drepanolobium* héberge des **fourmis** agressives (*Crematogaster*), attirées par l'éthylène libéré lors du broutage. Cet acacia produit aussi des **tanins**, amers, en réponse au broutage.

Prédation et parasitisme

❖ **Prédation** : animaux herbivores, pucerons

→ défenses possibles : épines, tanins, toxines

❖ **Parasites et pathogènes**

- **Virus** : virus de la mosaïque du Pois
- **Bactéries et champignons pathogènes**

Les virus, bactéries et champignons pathogènes



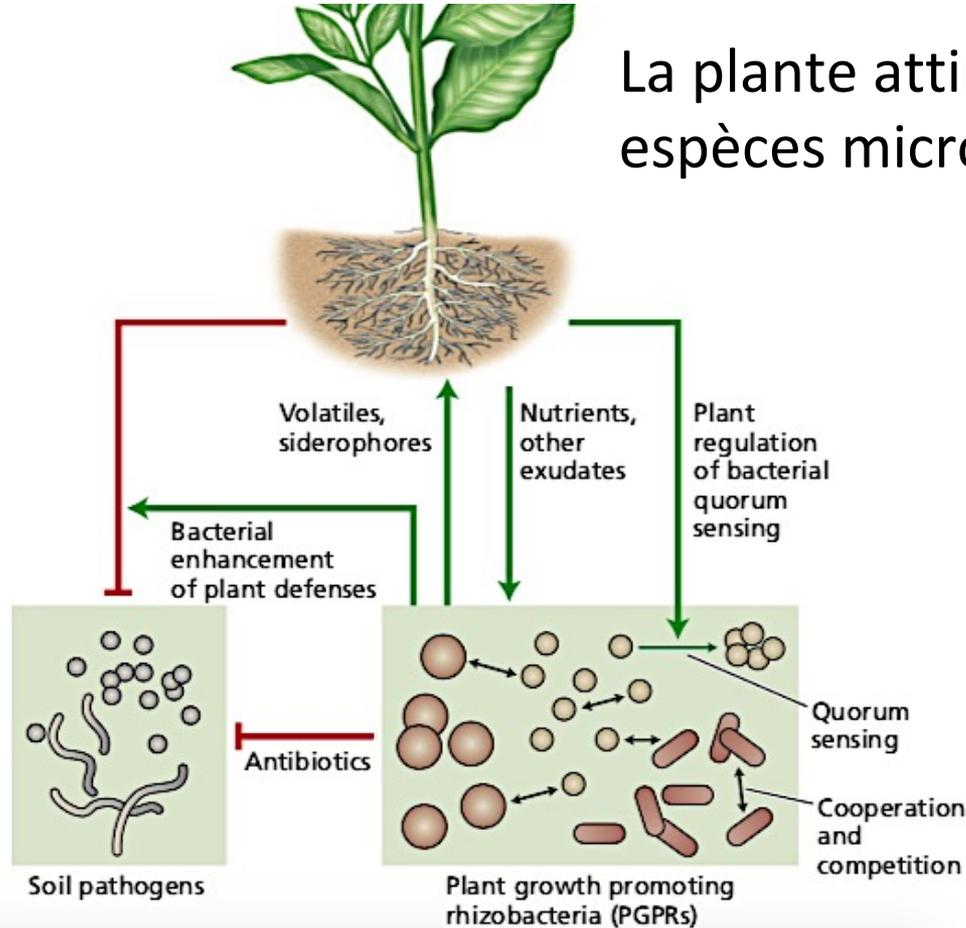
Virus de la mosaïque du Pois,
transmis par les Pucerons



Oïdium du Pois

Des micro-organismes qui protègent des pathogènes

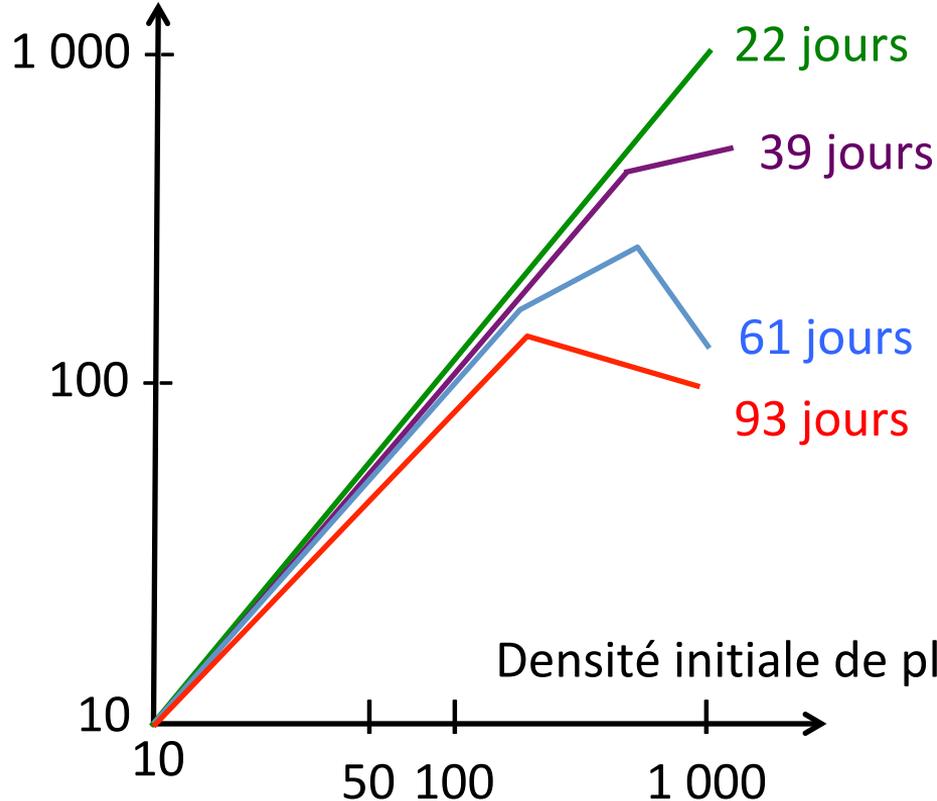
La plante attire et entretient des espèces microbiennes favorables.



La compétition intraspécifique

Semis de Soja suivis sur plusieurs semaines

Densité de plantes survivantes (nombre.m⁻²)

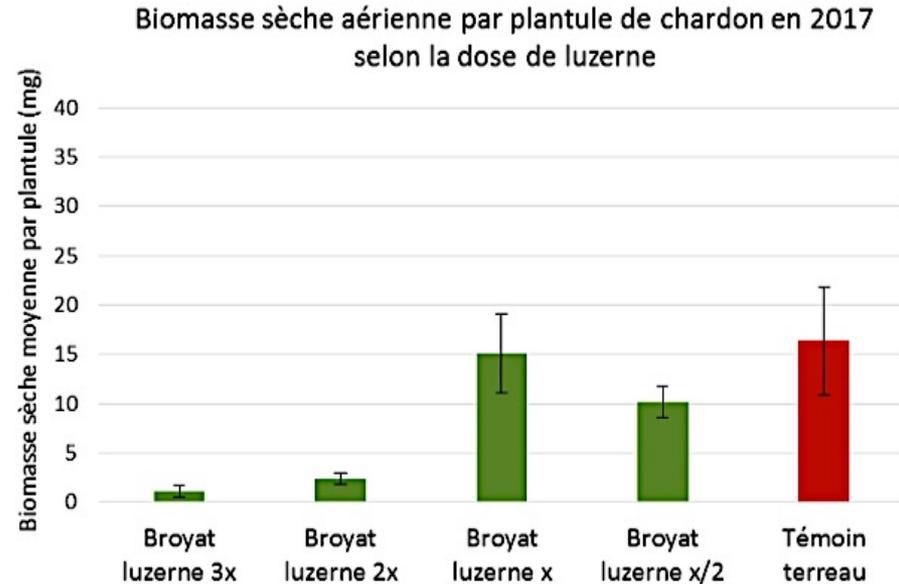


La compétition pour la lumière et l'eau est aussi interspécifique.

Les Fabacées contre le Chardon : allélopathie



Effet de broyat de Luzerne sur la germination de Chardon



Effet de broyat de Luzerne sur la production de biomasse du Chardon

Les Fabacées et l'Homme

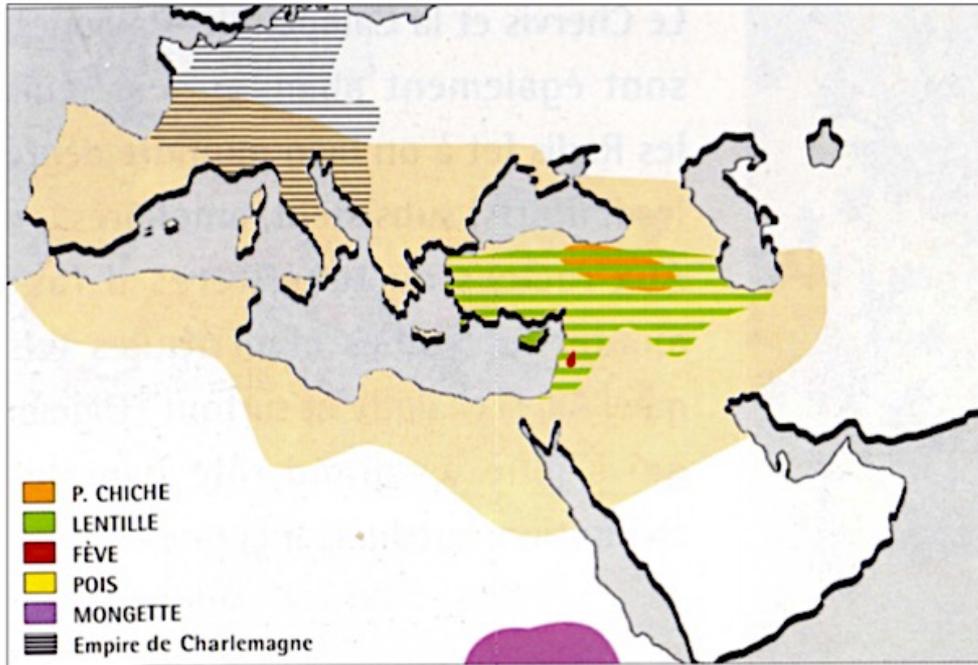
Utilisations des Fabacées

- en prairies : Trèfle, Luzerne, Vesce, Mélilot...
- en culture pour l'alimentation humaine : Pois, Soja, Haricot, Fève, Arachide, Lentille...
- en culture fourragère : Soja, Luzerne, Sainfoin...
- en alimentation animale (poisson, volaille) : fèverole
- en ornement : Robinier, Mimosa, Genêt, Lupin...
- en pharmacopée : Coronille (cardiotonique)
- en « engrais vert » : jachère augmentant le taux d'azote du sol

Les Fabacées et l'Homme

Sélection des Fabacées

Lentilles, Fèves, Pois chiches... ont été domestiqués depuis – 10 000 ans sur le pourtour méditerranéen.

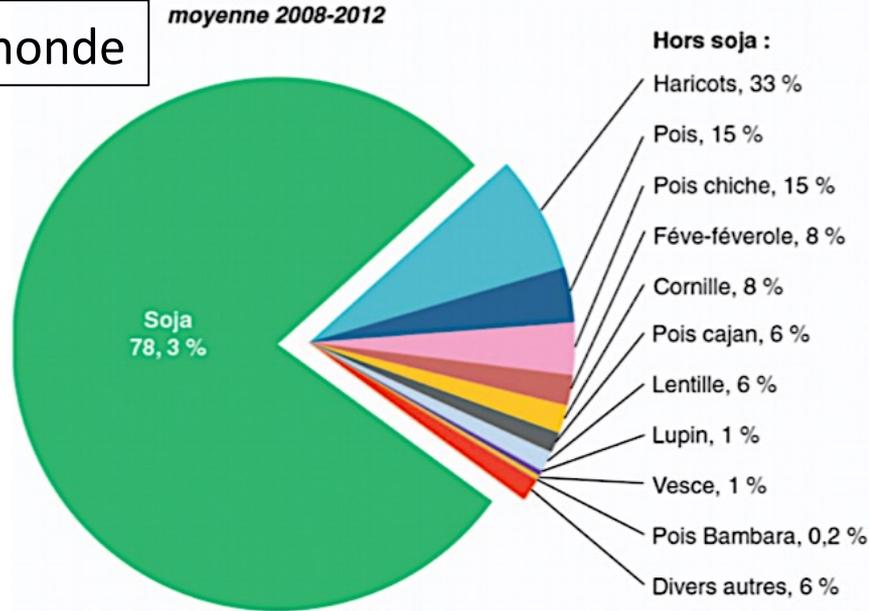


Soja originaire de Chine du Sud :
domestication - 4 000 ans
Arachide origine d'Amérique du
Sud : domestication - 3 000 ans.

*Carte de l'origine des Fabacées
cultivées sous Charlemagne*

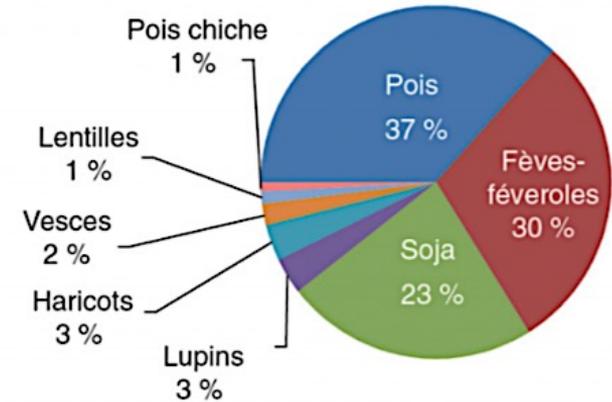
La domination du Soja

Dans le monde



En Europe

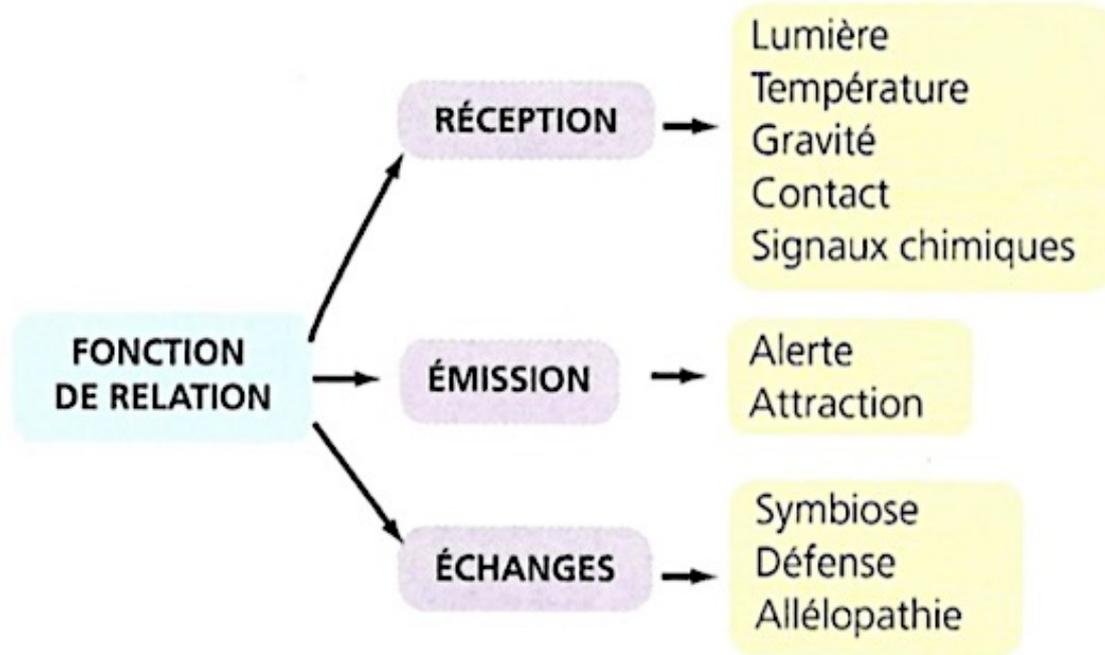
Répartition de la production européenne par espèce



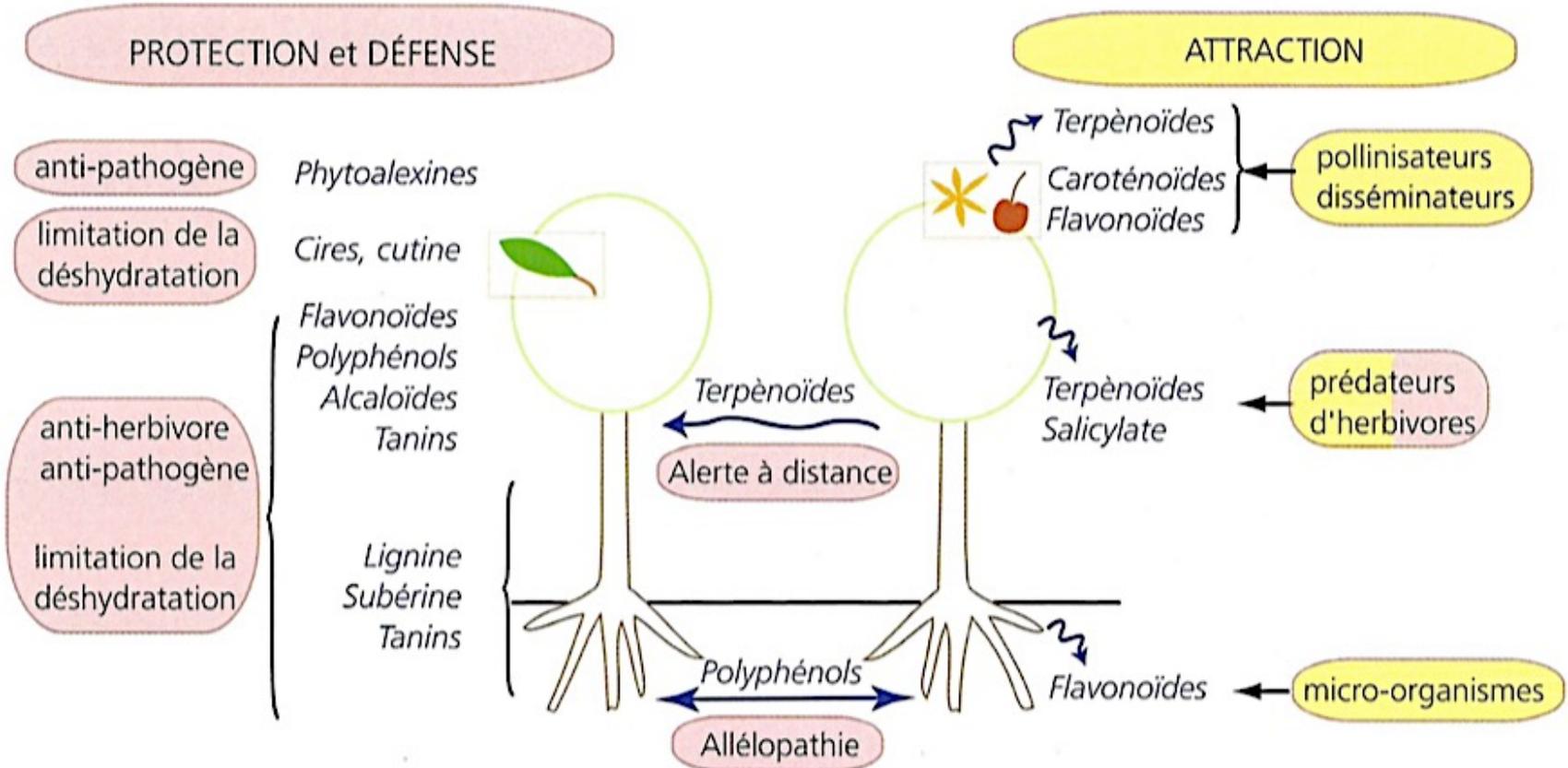
4 millions de tonnes par an
de Légumineuses

Figure 1.5. Répartition de la production mondiale des légumineuses à graines en moyenne annuelle entre 2008 et 2012. Source : Eurostat et Unip pour les productions européennes de certaines espèces, et FAO pour le reste.

Bilan : les fonctions de relation des plantes



Bilan : les fonctions de relation des plantes

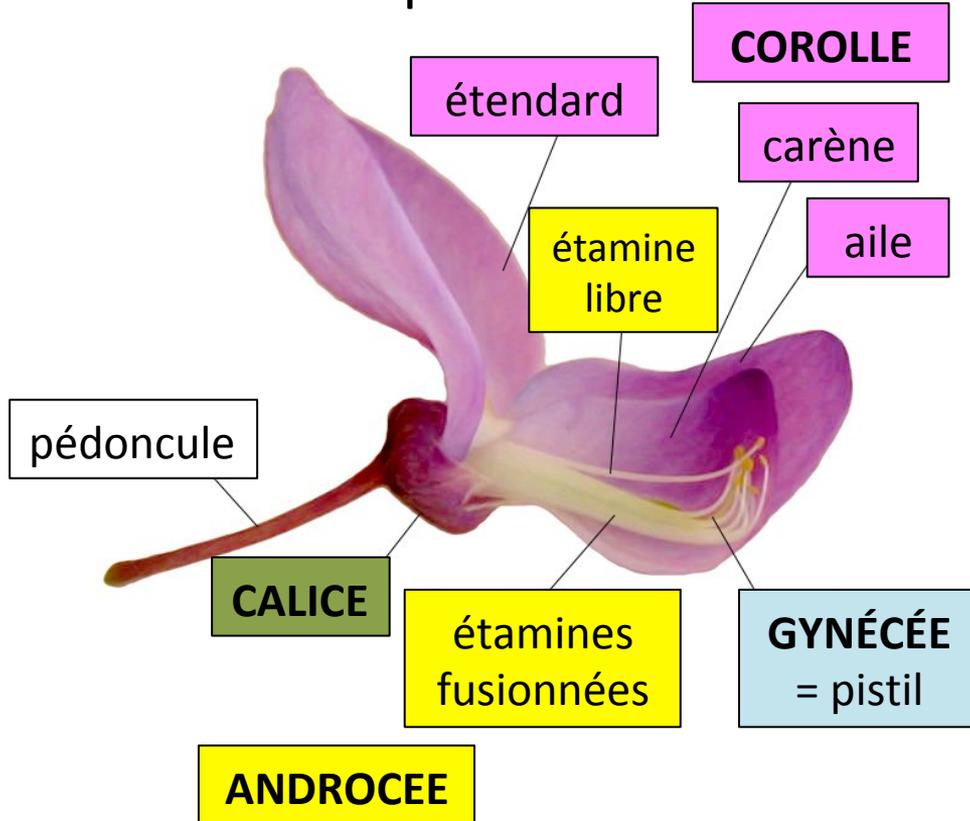


3. La fonction de reproduction et de développement des Fabacées

3.1. La reproduction des Angiospermes

La reproduction sexuée

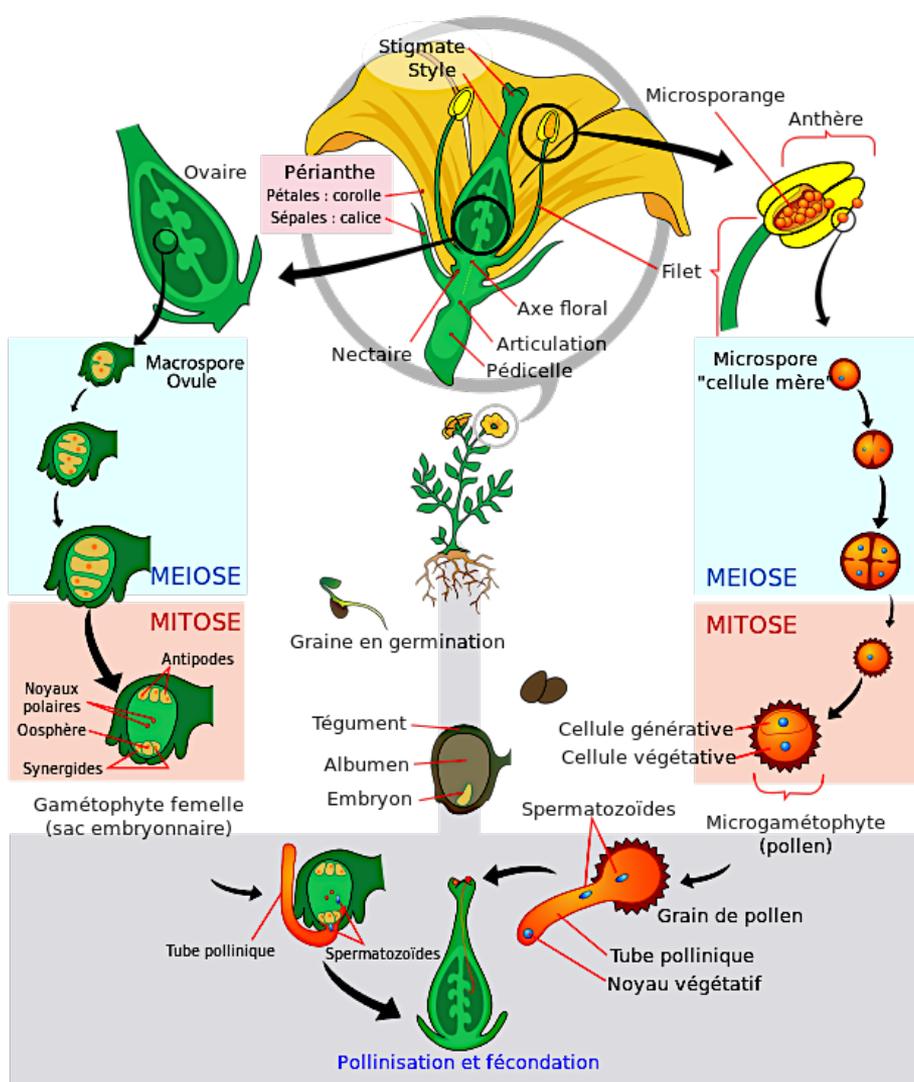
Des fleurs hermaphrodites



Gousse enroulée de Luzerne

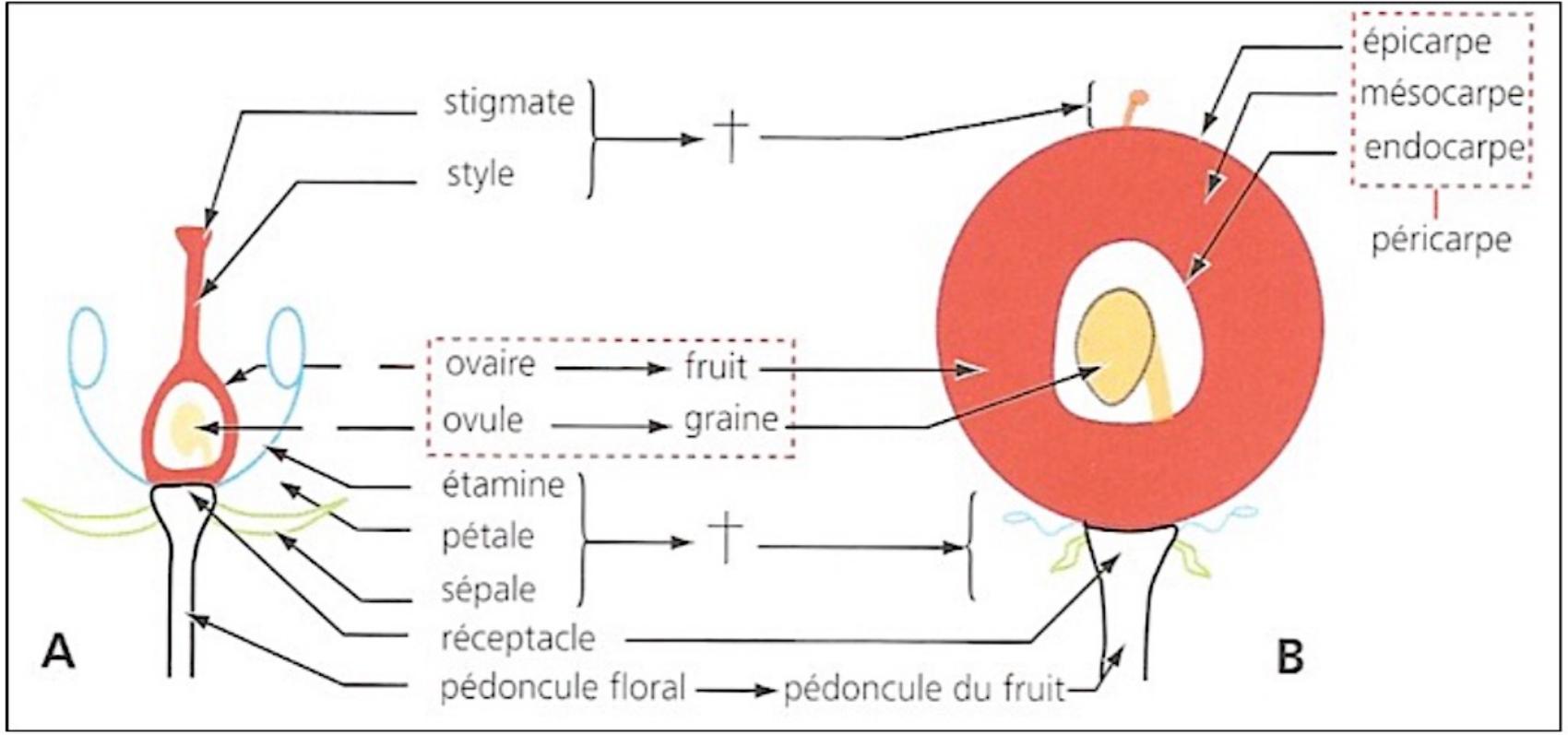


Gousse de Pois



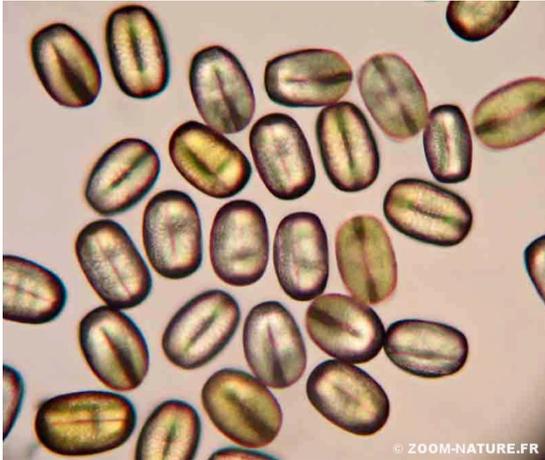
Le pistil renferme des carpelles dont l'ovaire abrite des ovules contenant chacun un sac embryonnaire qui possède les gamètes femelles. Le pollen véhicule 2 gamètes mâles.

La fécondation transforme la fleur



La pollinisation entomophile : du mutualisme

- Corolle colorée libérant des substances volatiles
- Production de nectar
- Pollen gros et collant



Une floraison calée sur les saisons

La floraison des Fabacées a lieu entre avril et juillet.

Elle est contrôlée par :

- des facteurs internes
- des facteurs externes
 - température
 - photopériode
 - vernalisation



Plants d'*Arabidopsis* non vernalisé (gauche) vernalisé (droite) pendant 40 jours à 4°C, photographiés après 3 semaines

La multiplication asexuée : les stolons du trèfle



stolon = tige à croissance horizontale, et longs entre-nœuds.

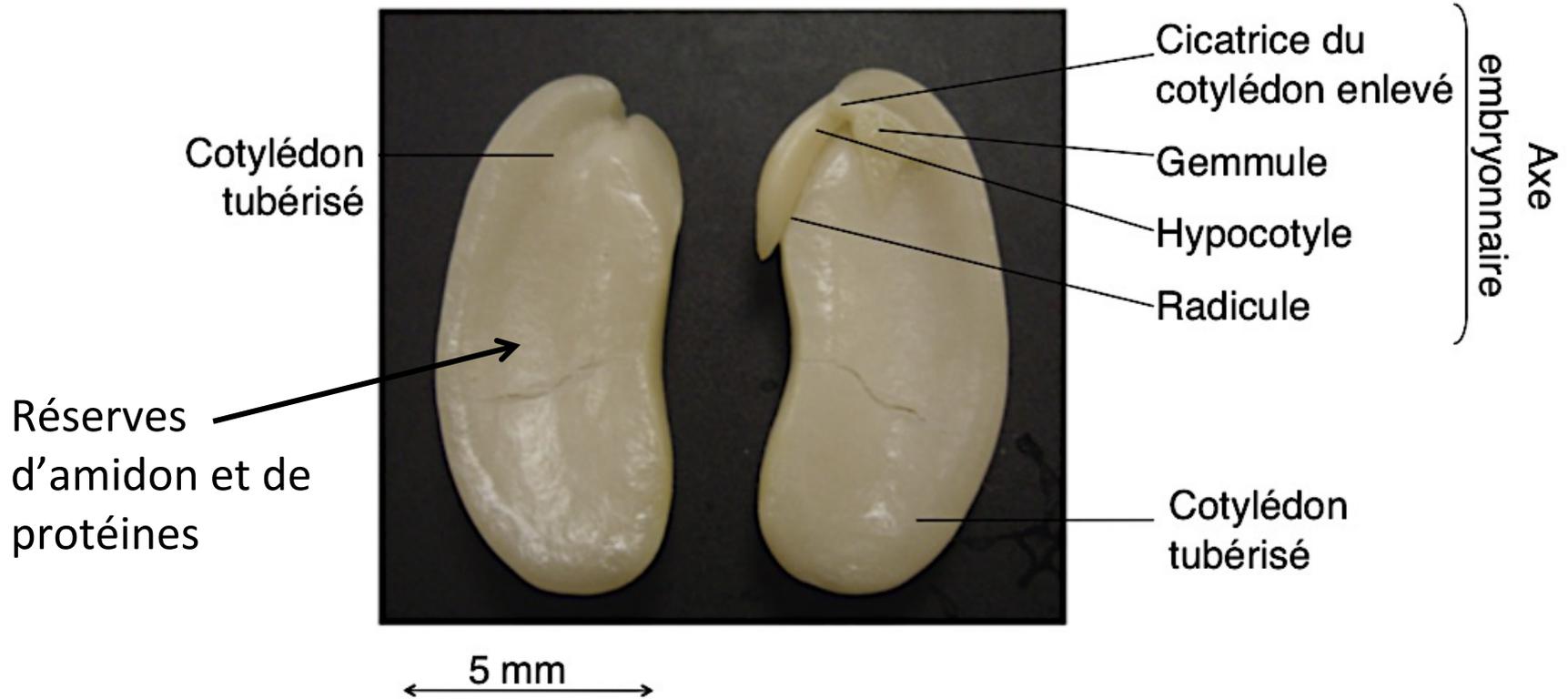
racines adventives

Le stolon, au ras du sol, n'est pas consommé par les herbivores : il assure la pérennité de la plante et la multiplie.

3. La fonction de reproduction et de développement des Fabacées

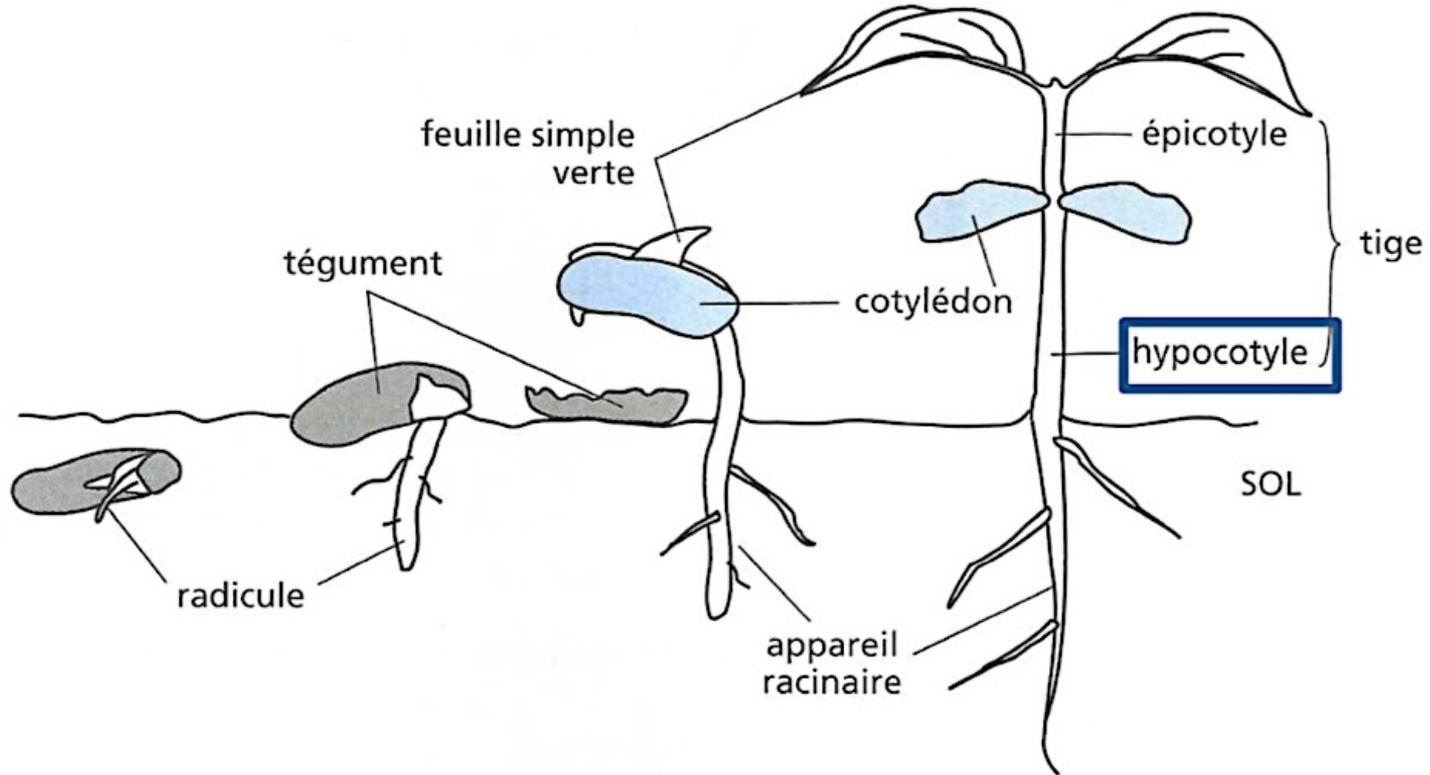
3.2. Germination et croissance

La graine ex-albuminée des Fabacées



Le tégument a été enlevé

La germination épigée du Haricot

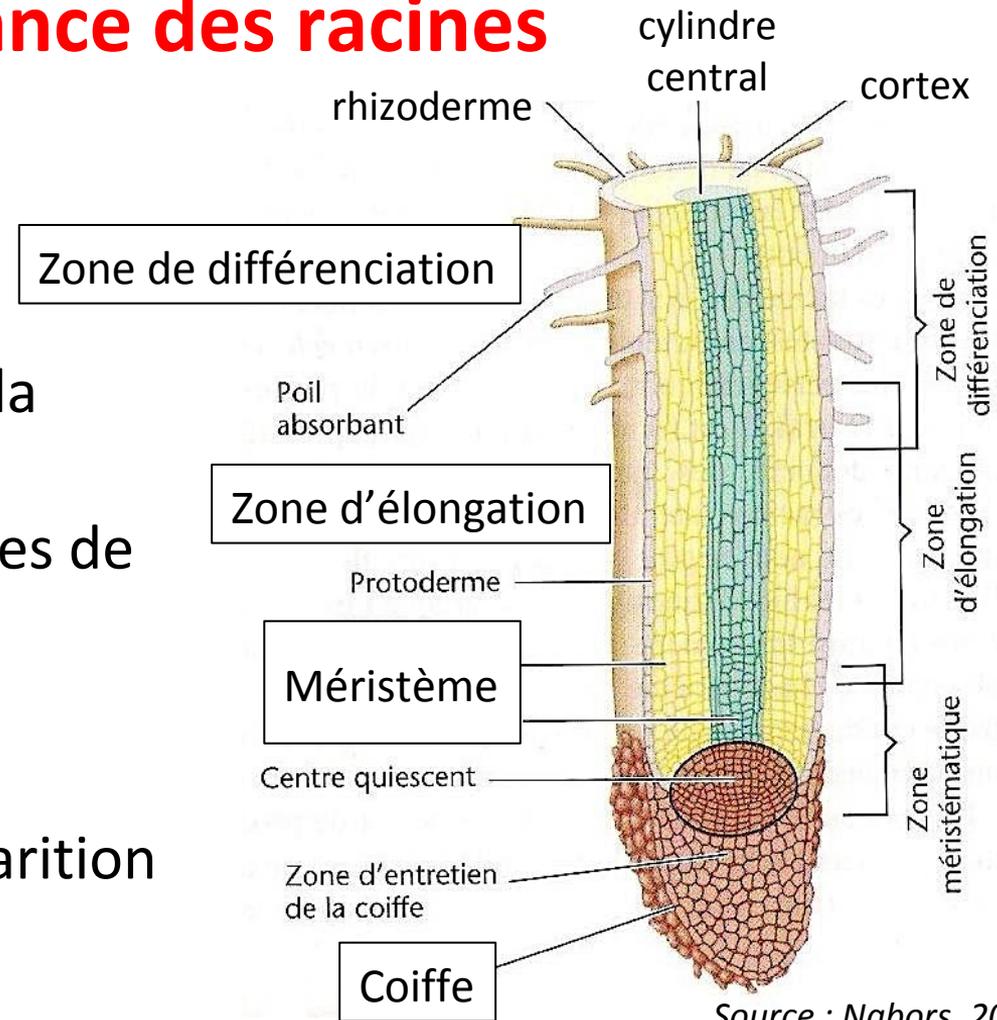


La croissance des racines

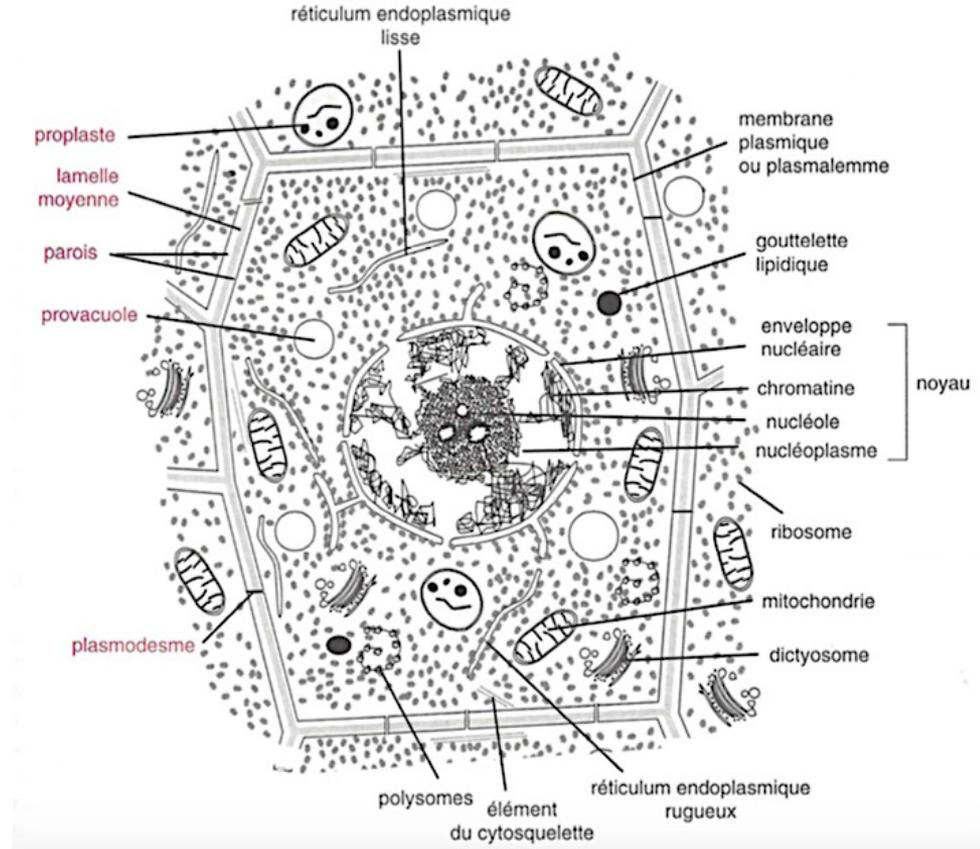
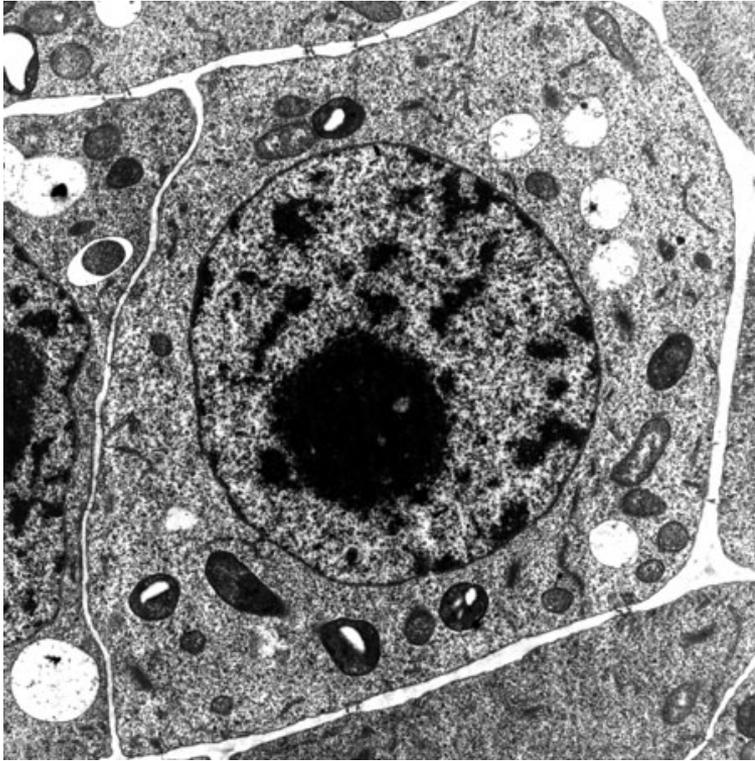
Croissance **indéfinie**

Racine organisée :

- Coiffe protectrice percevant la gravité
- Méristème produisant des files de cellules
- Zone d'auxèse (élongation cellulaire)
- Zone de différenciation (apparition des poils absorbants)



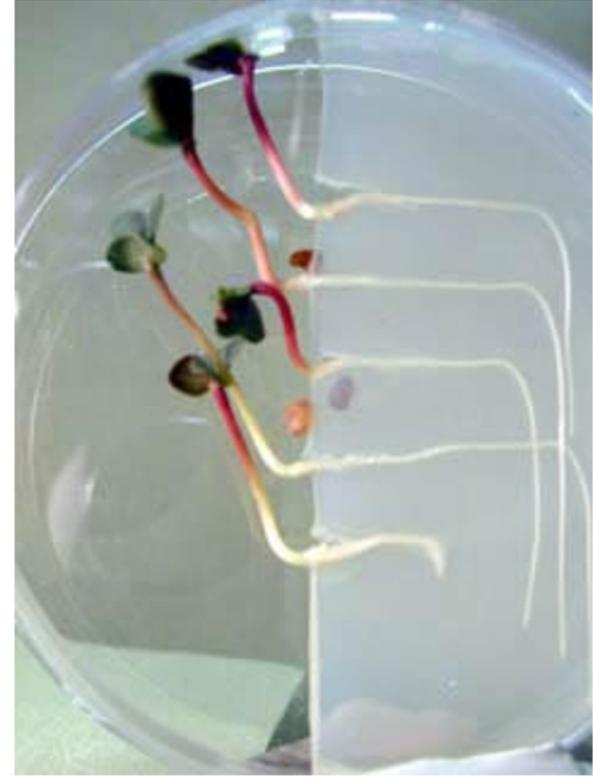
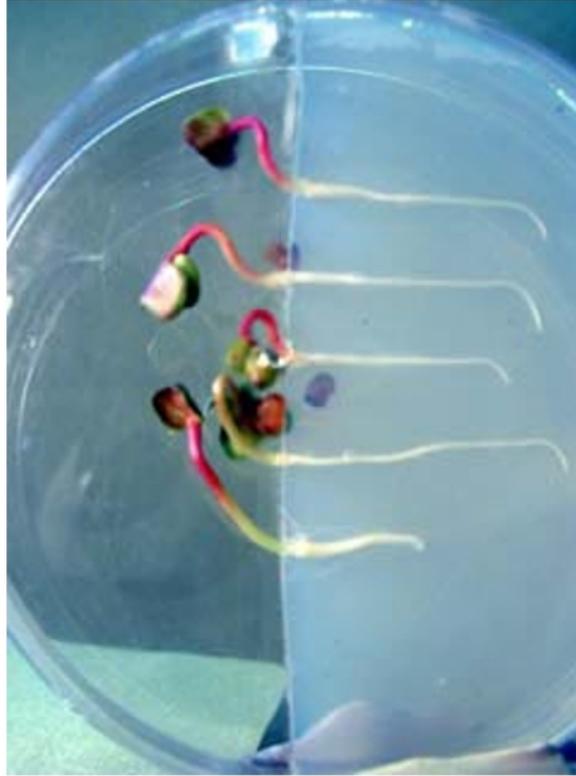
Les méristèmes, des cellules en division



Le gravitropisme

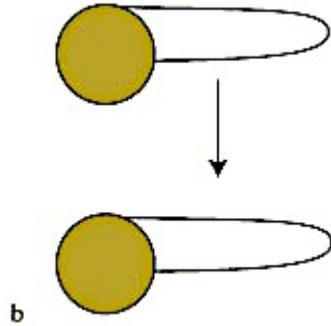
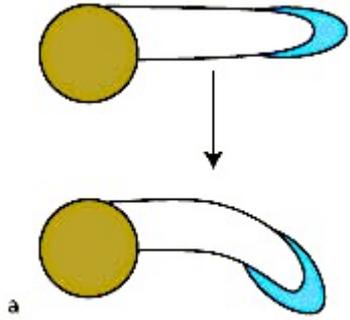


Germinations de Radis

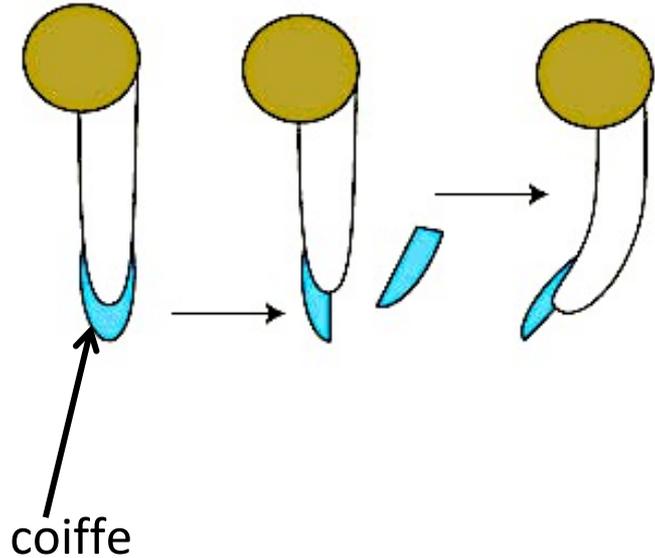


La coiffe et le gravitropisme

Approche expérimentale



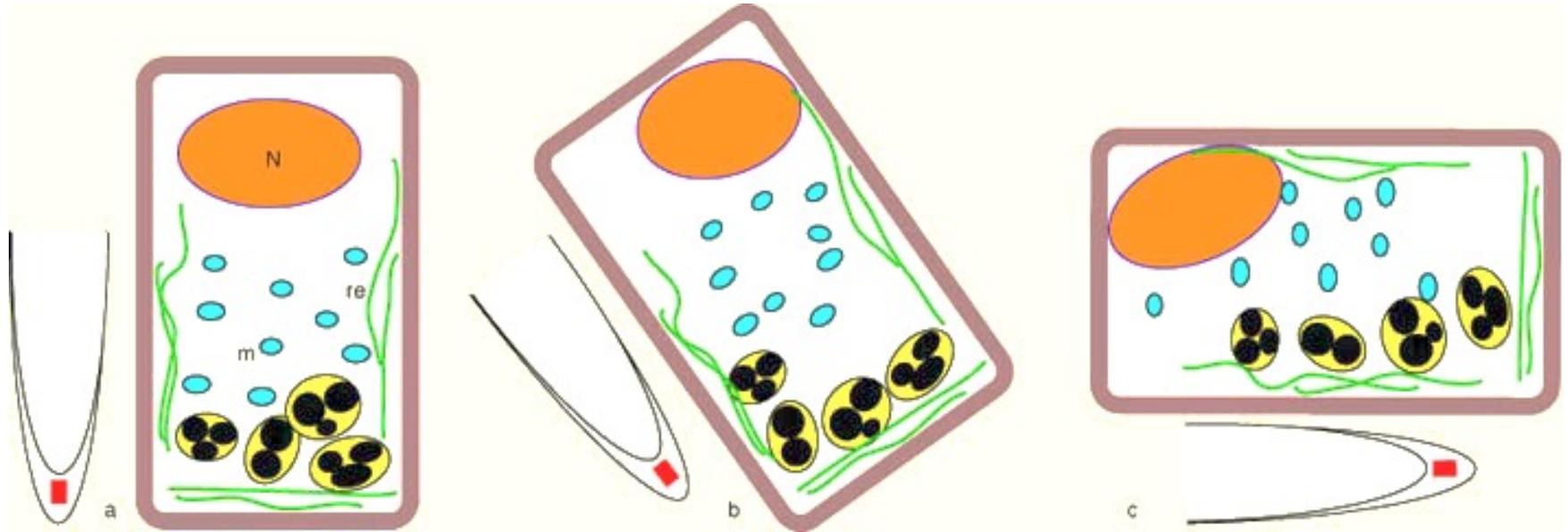
La coiffe perçoit la gravité



La coiffe inhibe la croissance

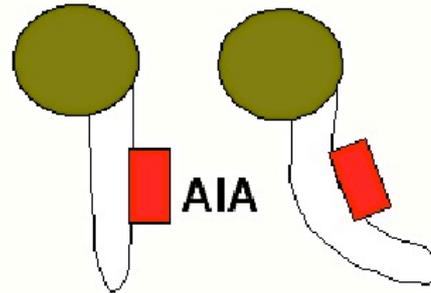
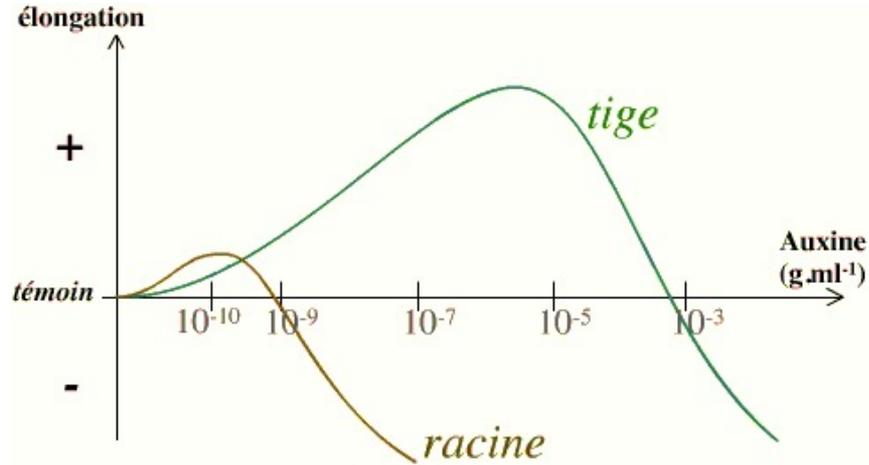
La coiffe et le gravitropisme

Modèle : les statolithes sédimentent selon g



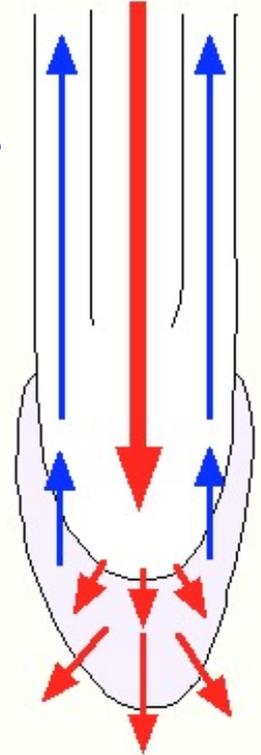
La coiffe et le gravitropisme

Mise en jeu d'une hormone, l'auxine AIA



remontée
d'auxine
uniforme

Flux basipète
d'auxine

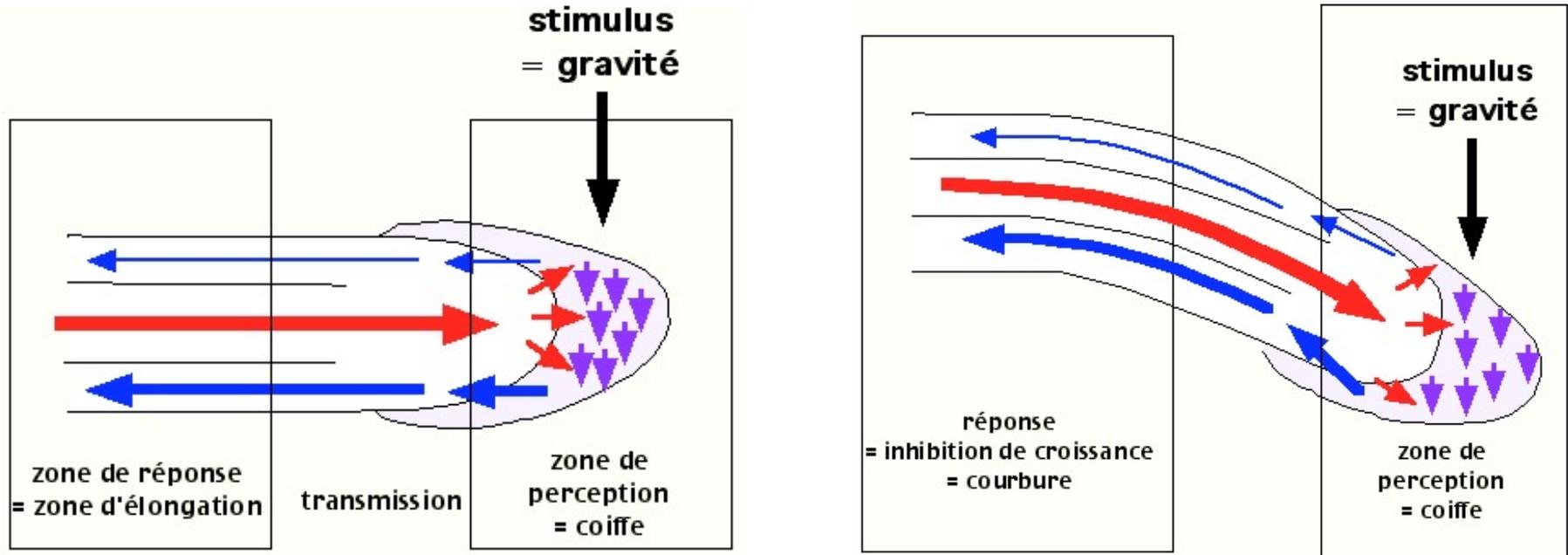


L'auxine est un **inhibiteur** de la croissance racinaire

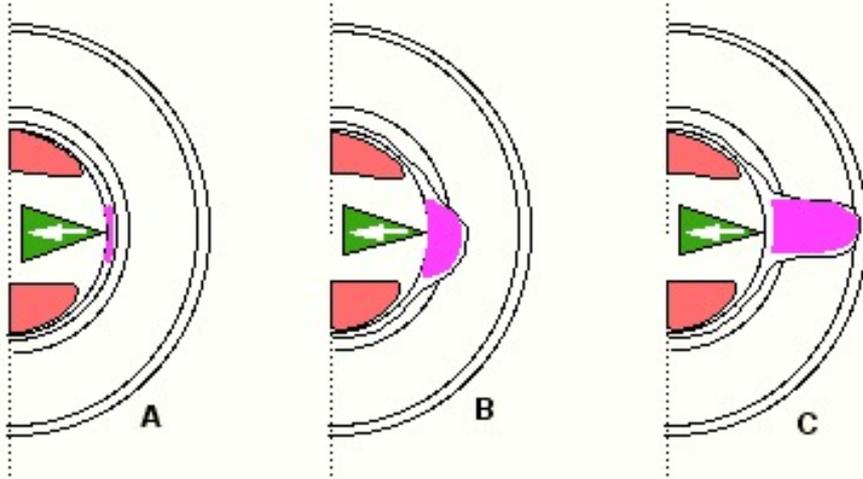
Quand la racine est verticale, le flux d'auxine est **uniforme**

La coiffe et le gravitropisme

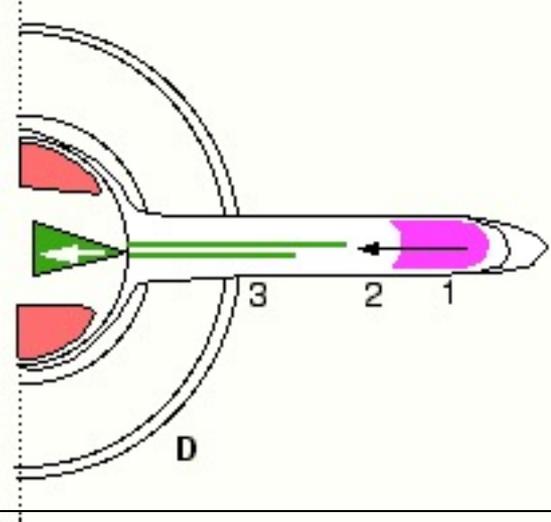
Les **statolithes** induisent une redistribution de l'auxine plus importante sur la face inférieure de la racine. L'allongement est donc plus intense sur la face supérieure => courbure vers le bas.



La ramification endogène des racines



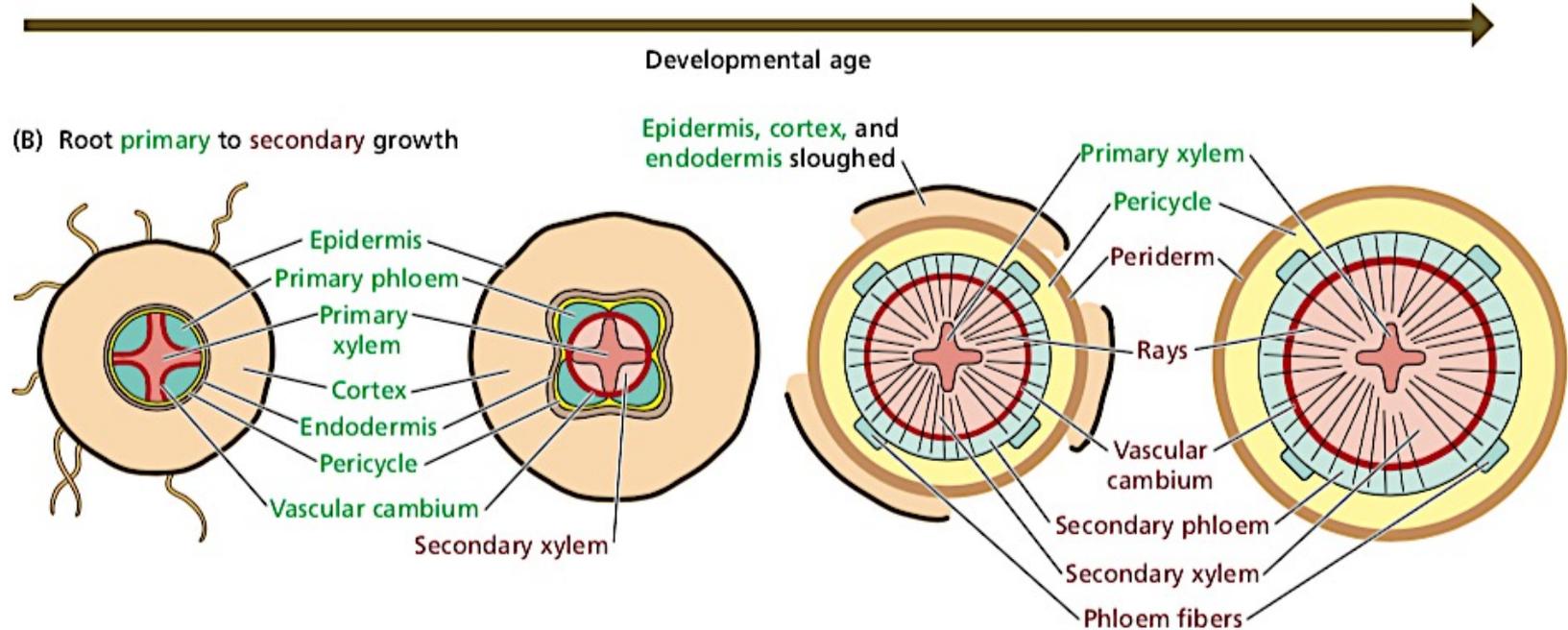
Le péricycle se développe au niveau d'un pôle de xylème



La racine latérale s'organise comme toute racine et se connecte aux sèves

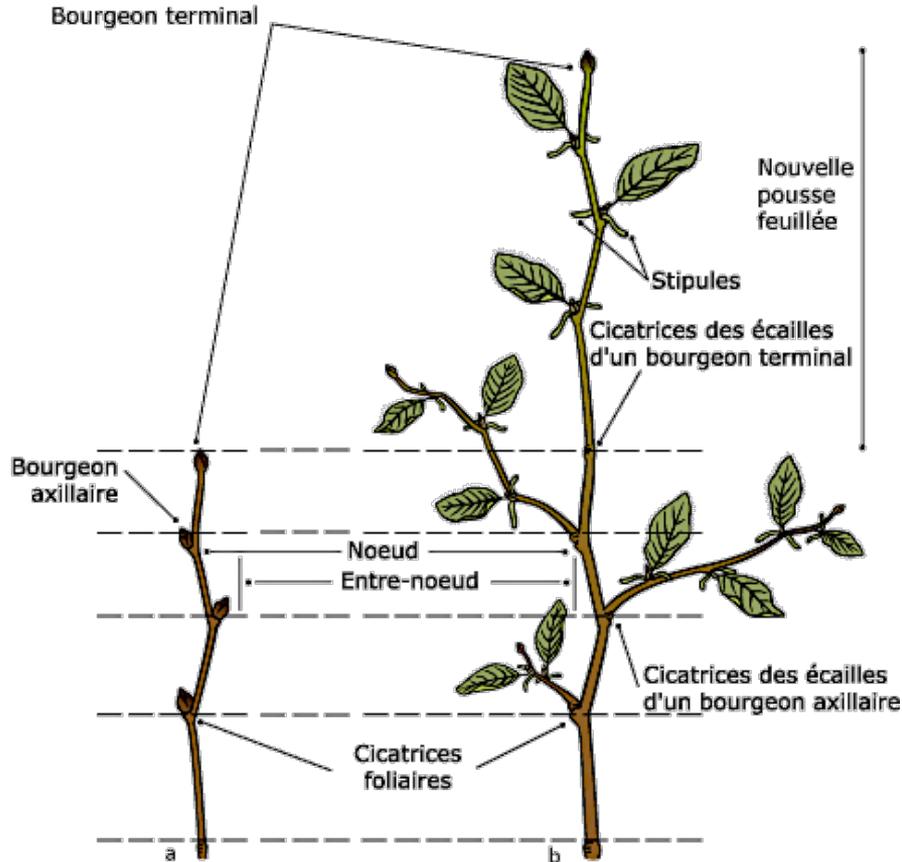
Croissance et ramification déterminent le système racinaire.

L'acquisition d'une structure secondaire

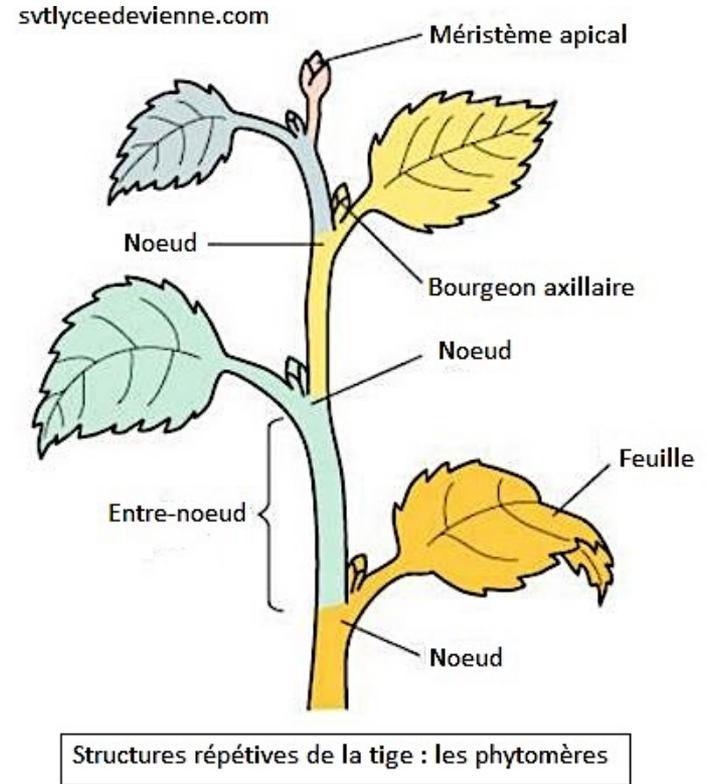


Traité en BCPST2

Les tiges feuillées en unités de végétation



Rameau de Hêtre en hiver (a) et en été (b)



La structure secondaire des ligneuses

Traité en BCPST2

Bois
Xylème II

Rayons
ligneux
Cerne
Duramen
Aubier

Cambium

Ecorce
Liber
Périderme

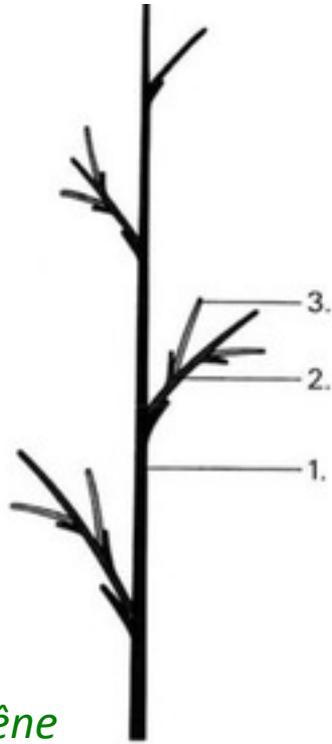
Phélloderme
Suber
(Liège)

Liber = phloème II

Exemple du tronc de Robinier

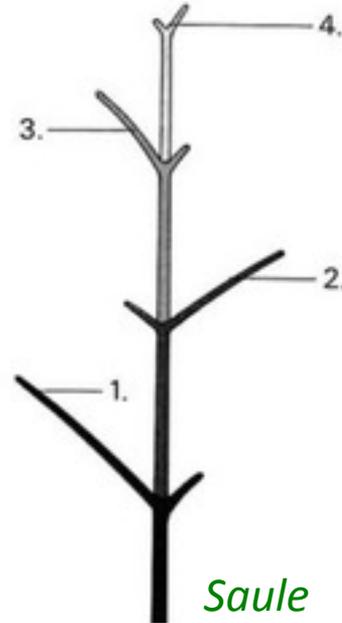
Source : thèse de Roignant

Ramification et port de la plante



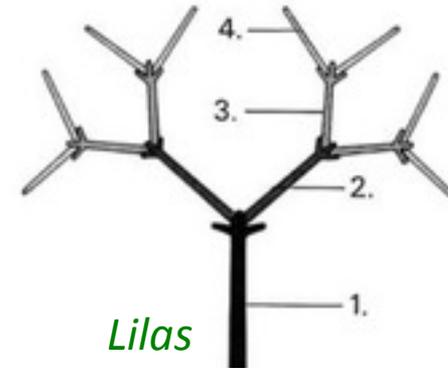
Trèfle, Frêne

Monopodiale



Saule

simple



Lilas

double

Sympodiale

3. La fonction de reproduction et de développement des Fabacées

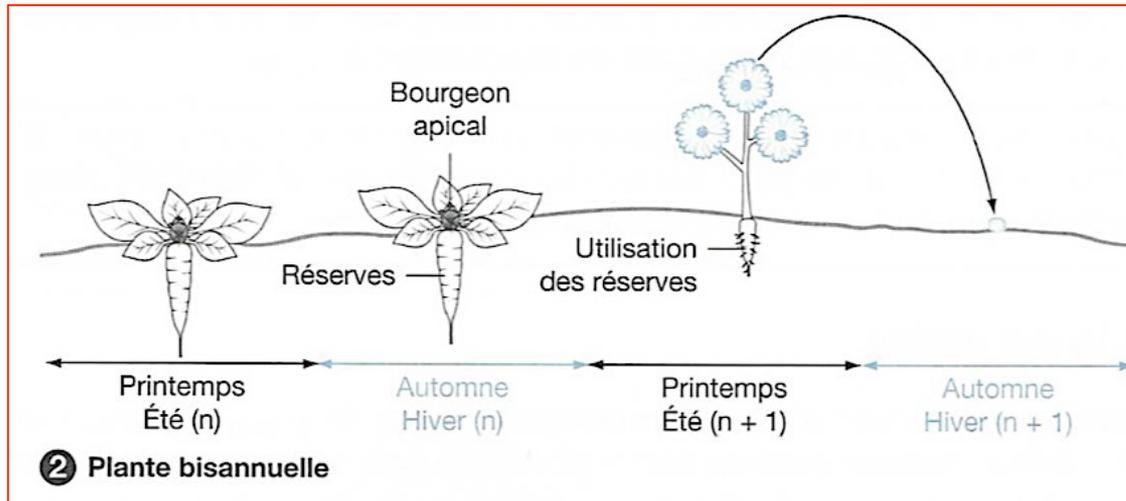
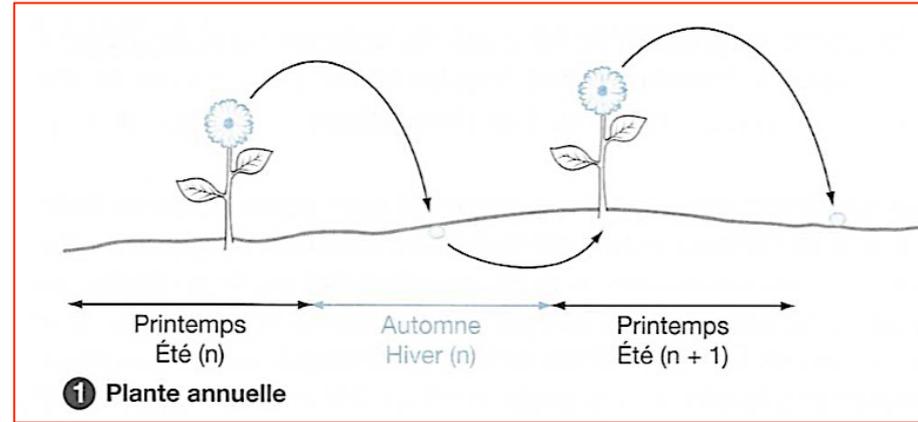
3.3. Le cycle saisonnier des Angiospermes

Plantes annuelles, bisannuelles et pérennes

Vicia sativa, Haricot : annuelle

Mélilot : bisannuelle

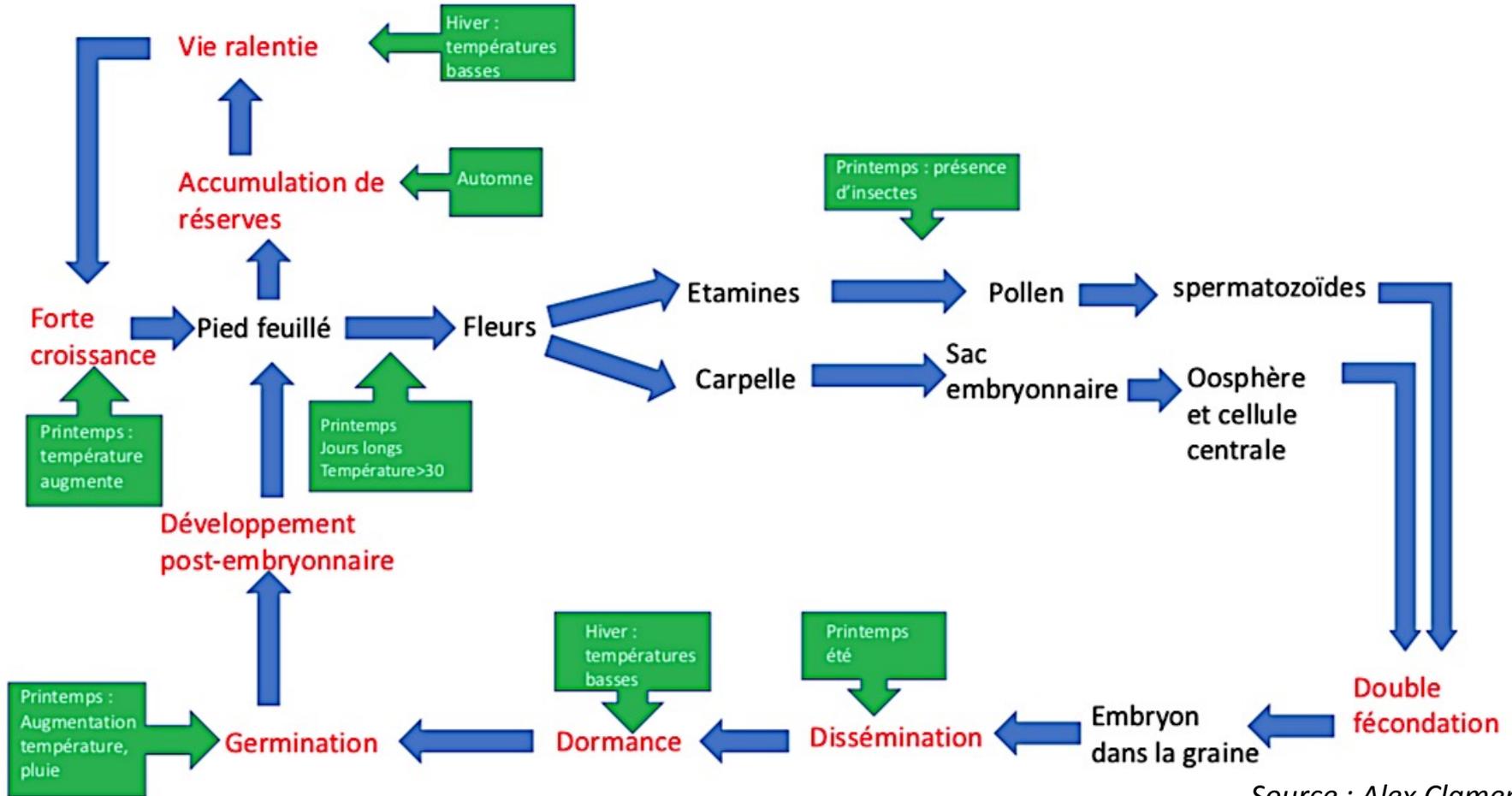
Robinier, Trèfle : pérenne



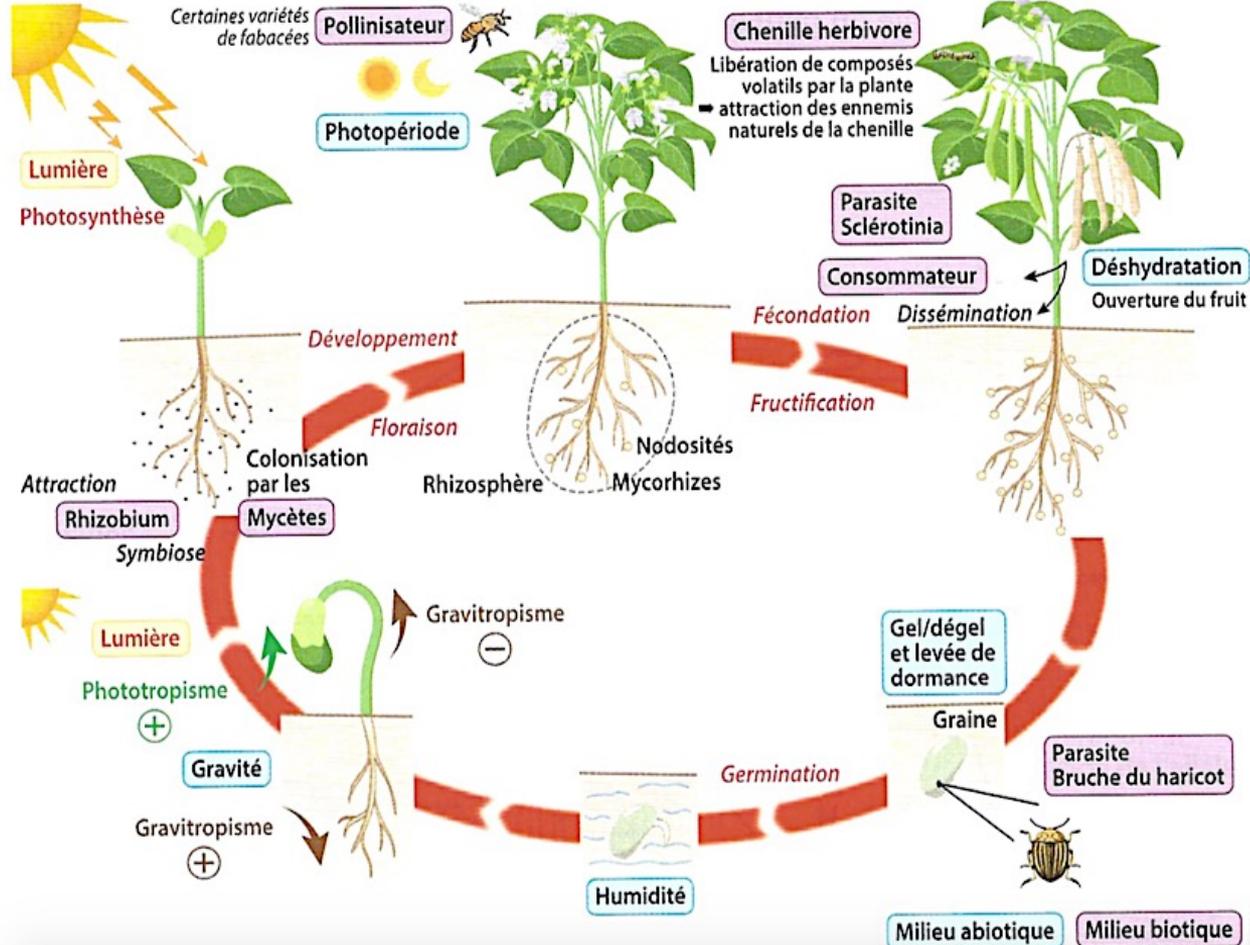
Un cycle calé sur les saisons

	Plante annuelle	Plante pérenne
Hiver	Graine en dormance	Parties végétatives en vie ralentie Bourgeons et graines en dormance
Début de printemps	Germination et croissance	Germination et développement des bourgeons, reprise de l'activité métabolique
Printemps - Été	Floraison et accumulation de réserves dans les graines	Floraison et accumulation de réserves dans les graines, tronc, organes de réserve...
Automne	Mort de la partie végétative	Chute des feuilles, mise en réserve

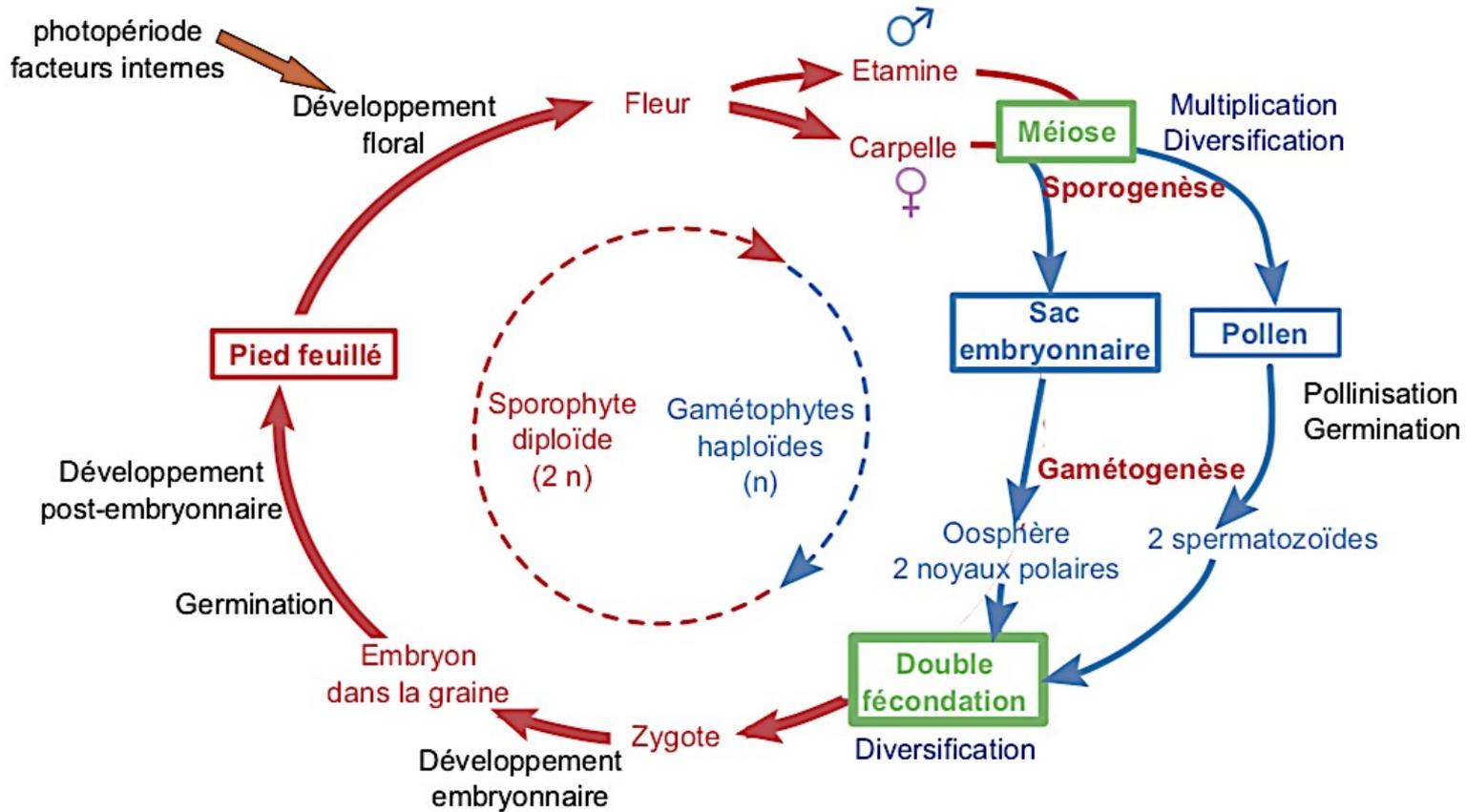
Cycle de vie d'une Luzerne



Cycle de vie d'une Fabacée



Cycle de vie d'un point de vue génétique



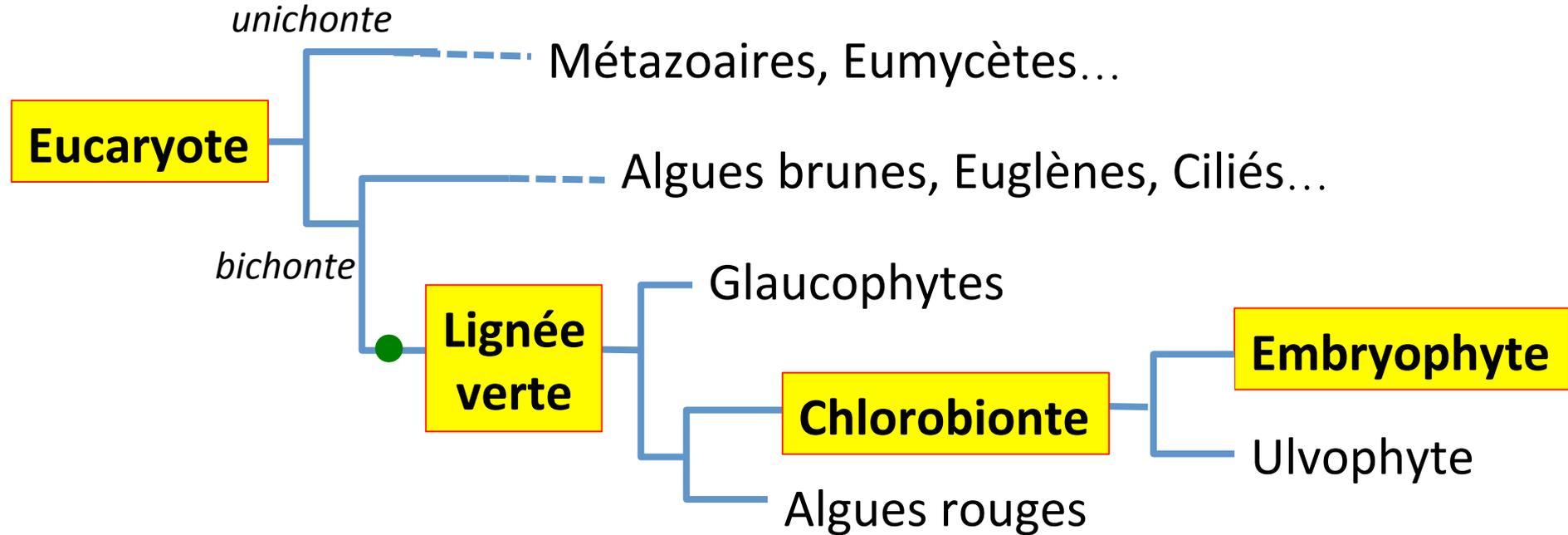
4. La place des Fabacées dans les Embryophytes

4.1. Une Embryophyte

Les Embryophytes

Taxon	Critère taxonomique
Eucaryote	Cellule compartimentée avec noyau et mitochondrie Chromosomes condensés au cours de la division
<i>Bichonte</i>	<i>Unicellulaires ou cellules motiles à 2 flagelles</i>
Lignée verte	Chloroplaste à deux membranes Présence de chlorophylle a
Chlorobionte	Présence de réserves d'amidon Couleur verte des cellules
Embryophyte = Cormophyte	Embryon pluricellulaire Présence de cuticule et de sporopollénine Cormus (tige feuillée)

Un arbre simplifié des Eucaryotes

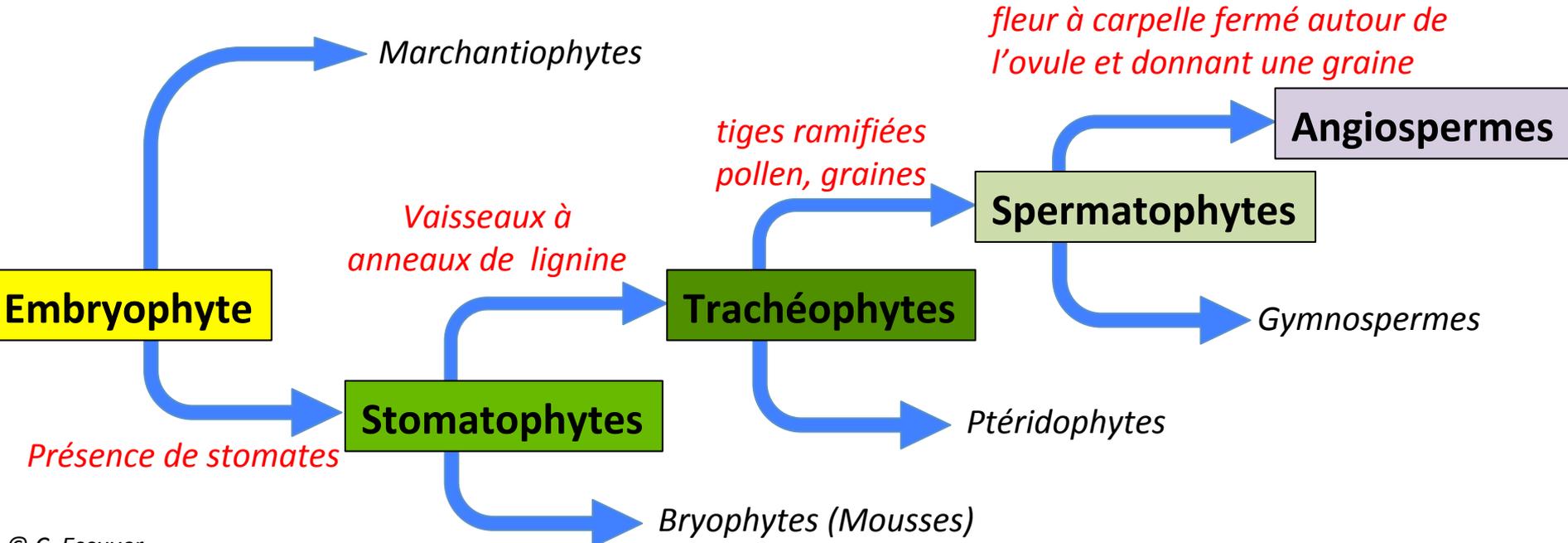


- Endosymbiose d'une Cyanobactérie

4. La place des Fabacées dans les Embryophytes

4.2. Une Angiosperme Fabacée

Classification simplifiée des Embryophytes



La place des Fabacées chez les Angiospermes

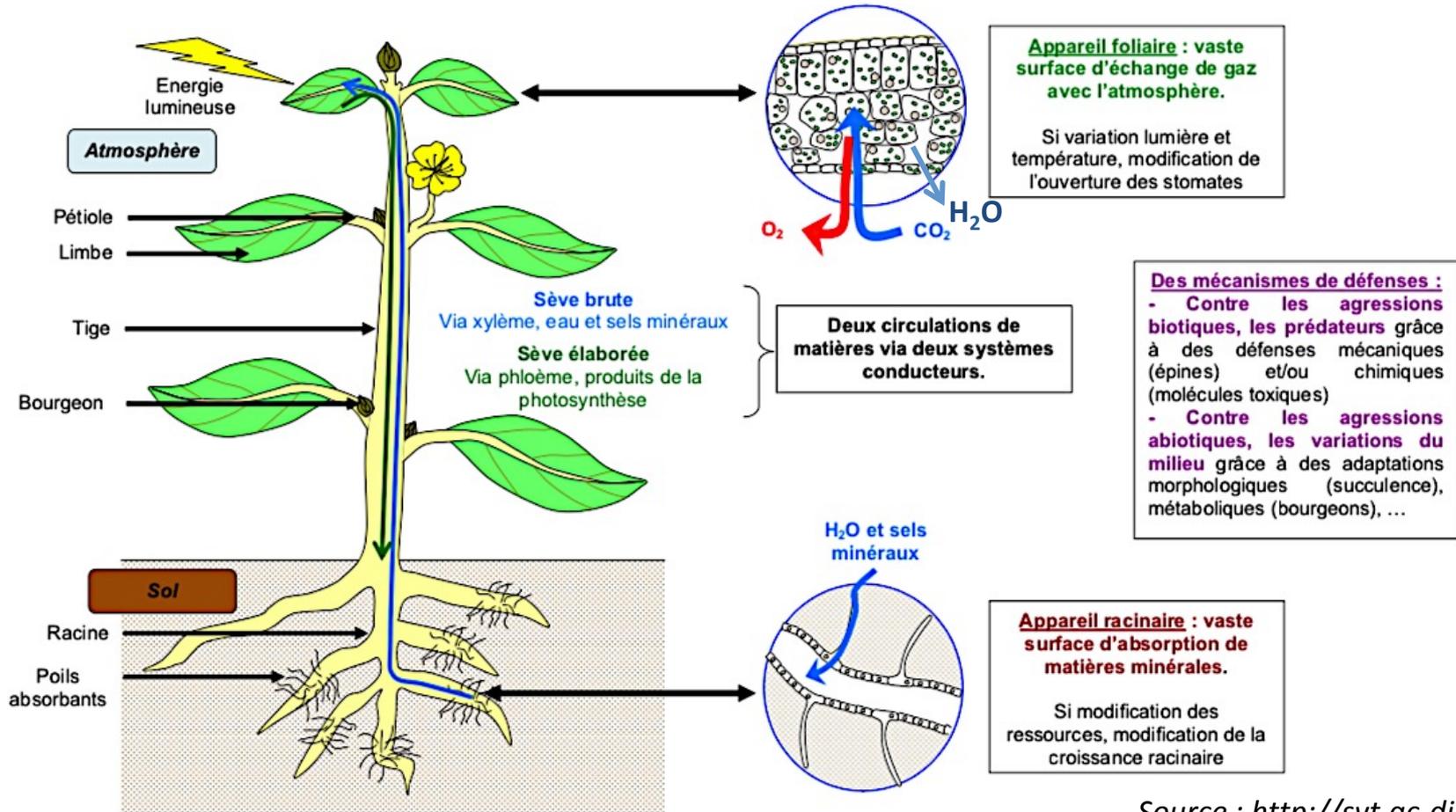
Classification traditionnelle des Angiospermes : 2 groupes

Critère	Monocotylédone	Dicotylédone
Herbacée ou ligneuse	Herbacée	Herbacée ou ligneuse
1 ou 2 cotylédons	1	2
Système racinaire	Souvent fasciculé	Souvent pivotant
Feuilles	Simple, en ruban à nervation parallèle, avec une gaine entourant la tige	Forme et nervation très variées
Fleurs	Sépales et pétales se ressemblant, symétrie souvent de type 3	Formes très variées

Les caractères des Fabacées

- **Angiosperme** car fleur se transformant en fruit (gousse)
- **Dicotylédone** car embryon à 2 cotylédons de réserve
- **Rosidée** car 5 pétales aux fleurs
- **Fabacée** car
 - feuilles composées à folioles et vrilles éventuelles
 - fleur zygomorphe à 1 étendard, 2 ailes et carène (2 pétales soudés)
 - un unique carpelle
 - 9 ou 10 étamines soudées
 - fruit = gousse

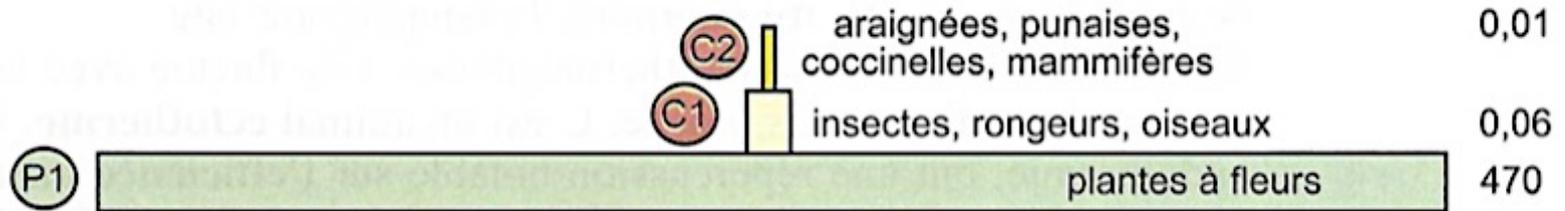
CONCLUSION : un schéma fonctionnel de la plante



CONCLUSION : les chaînes trophiques

Producteur primaire	Consommateurs		
	primaire	secondaire	tertiaire
Luzerne	Vache	Homme	
Trèfle	Sauterelle	Musaraigne	Buse

Deux exemples de chaînes trophiques



Pyramide des biomasses (en g.m⁻².a⁻¹)