



Lycée E. Delacroix Tale S

# Stage de révision 2020

**Séance 3:** Thème 1 la Terre dans l'Univers, la Vie et l'évolution du vivant

## **Thème 1-A Génétique et évolution**

Thème 1-A-5 Les relations entre organisation et mode de vie, résultat de l'évolution : l'exemple de la vie fixée chez les plantes

# Thème 1-A-5 Les relations entre organisation et mode de vie, résultat de l'évolution : l'exemple de la vie fixée chez les plantes

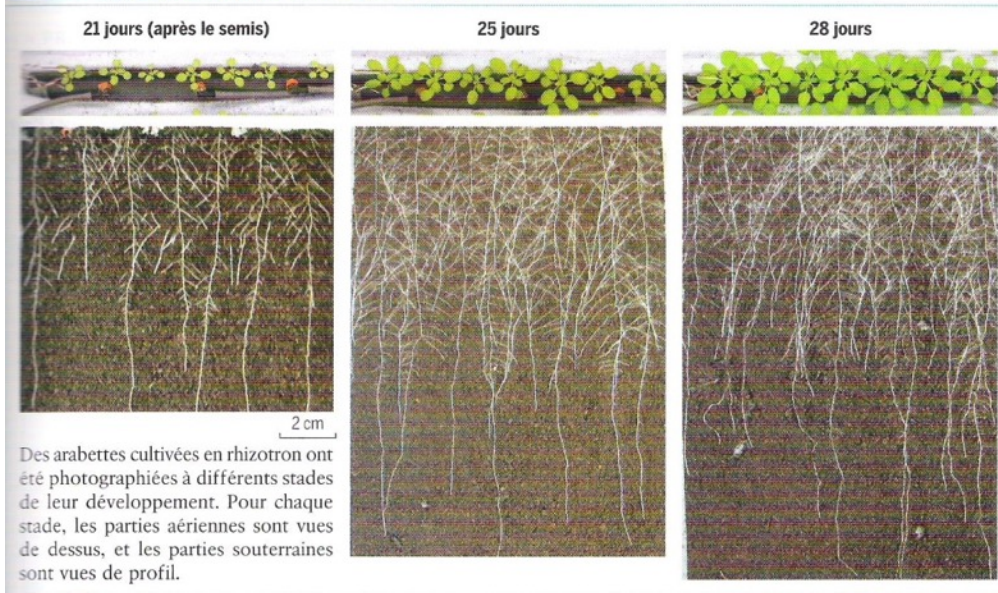
- RESTITUER DES CONNAISSANCES / MOTS CLÉS : végétal chlorophyllien, photosynthèse, feuille, tige, racine, fleur, vaisseaux conducteurs, tubes conducteurs, étamine, pistil, pollen, agent pollinisateur, diagramme floral
- EXPLIQUER :
  - les relations structure-fonction à différentes échelles d'observation
  - les contraintes liées à la vie fixée des plantes
  - la structure de la feuille en lien avec sa fonction, réaliser la photosynthèse
  - la structure des racines en lien avec leur fonction : absorber l'eau et les ions minéraux, assurer un ancrage de la plante
  - la structure des vaisseaux en lien avec leur fonction : conduire la sève
  - la structure d'une fleur en lien avec sa fonction : assurer la reproduction
  - des stratégies de défense de la plante face à des prédateurs, face à des variations saisonnières
  - l'intervention des agents pollinisateurs dans la fonction de reproduction de la plante (fécondation et dispersion des graines)
- REALISER :
  - une expérience pour mettre en évidence le rôle des racines
  - une dissection florale avec la loupe binoculaire et établir le diagramme floral
  - une observation de coupe transversale de vaisseaux conducteurs de sève



**Adaptation à la vie  
fixée chez les  
plantes : relation  
structure fonction  
dans le cas de la  
réalisation des  
échanges avec  
l'environnement**

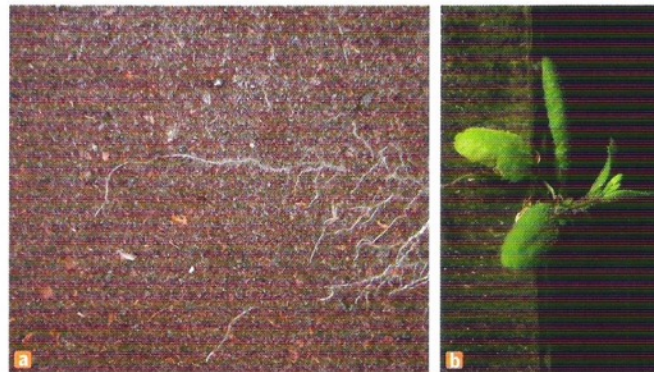
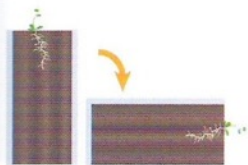
# A. à l'interface sol/plante, les racines de la plante

## B Un développement à l'interface du sol et de l'atmosphère



### Doc. 2 La croissance des organes aériens et souterrains de l'arabette.

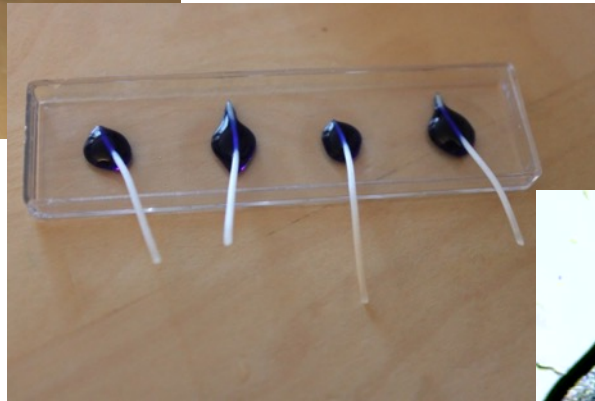
Après quelques semaines de culture ordinaire dans un rhizotron, on fait pivoter le dispositif de 90°. 24 heures plus tard, on observe les réactions des racines (*photographie a*) et des organes aériens (*photographie b*).



### Doc. 3 Une étude expérimentale des réactions de la plante.

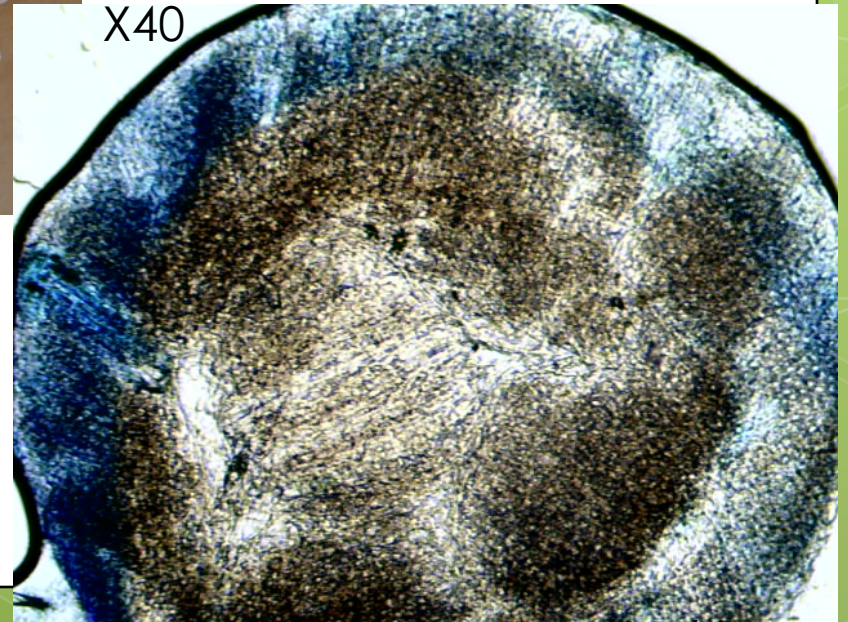


# Racine d'Oignon rouge plongée 5 min dans le bleu de méthylène

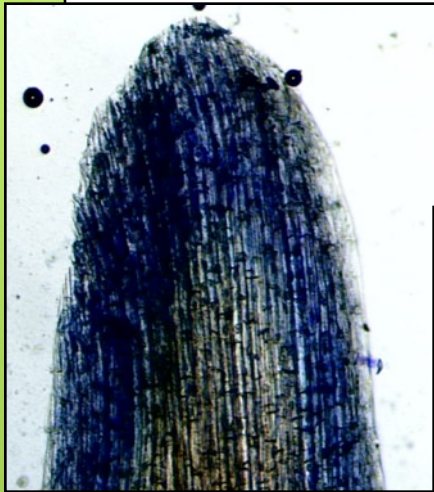


CT de racine d'oignon rouge, Observation au MO X40

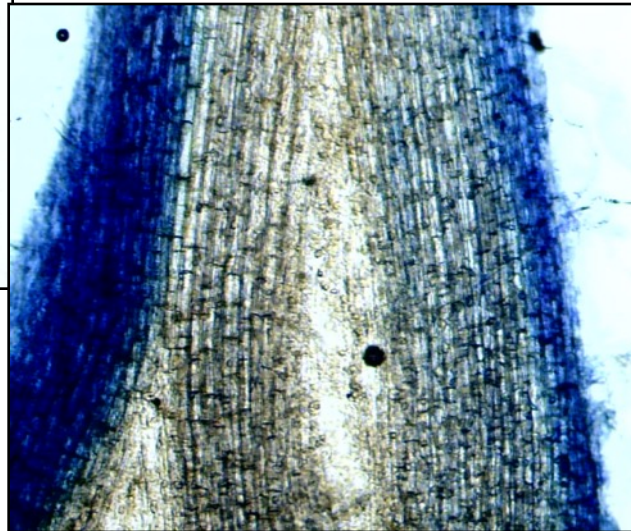
Le bleu de méthylène pénètre dans la racine par la périphérie...



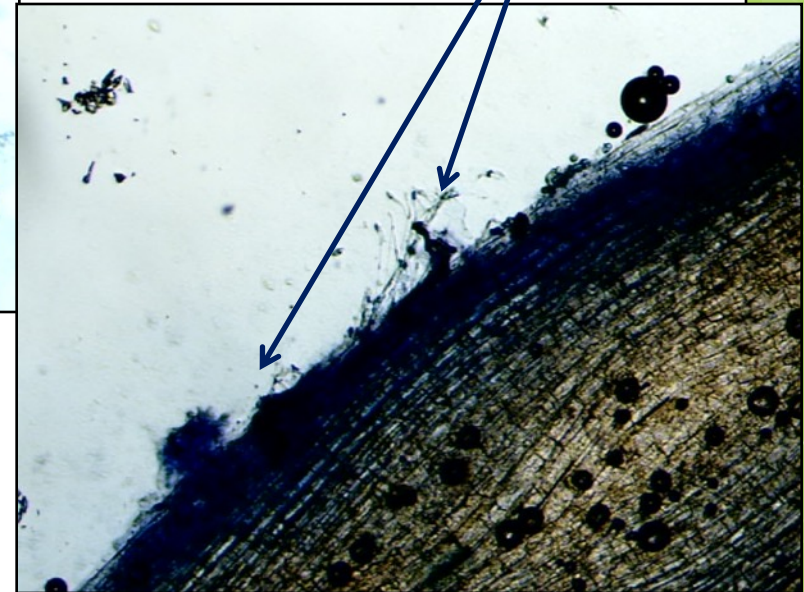
# Des cellules adaptées à l'absorption de la solution du sol: les poils absorbants



Le bleu de méthylène pénètre par des structures périphériques



Il finit par gagner des vaisseaux situés plus au centre de la racine

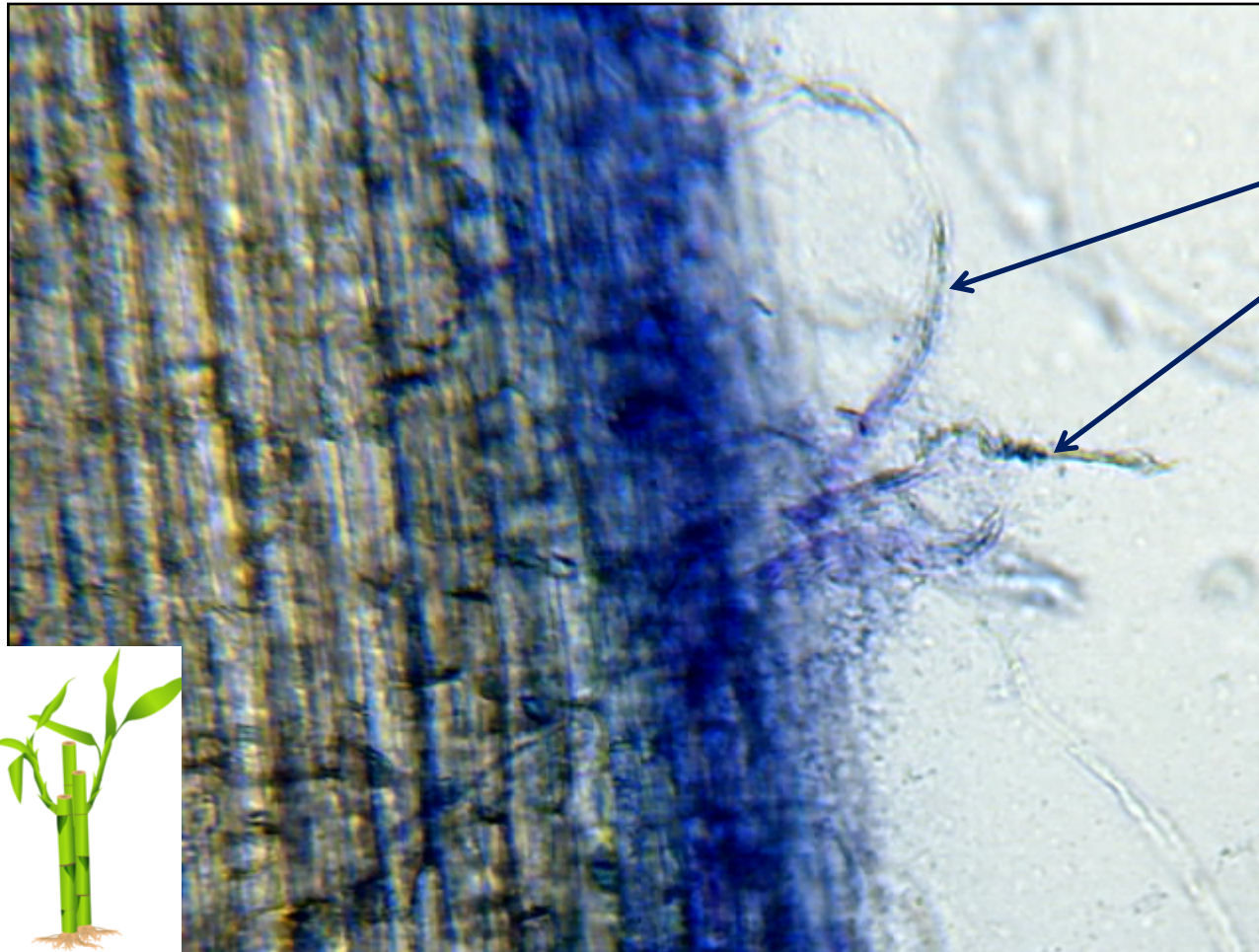


Poils absorbants



A la surface de la racine, on observe des cellules très allongées, les poils absorbants colorés en bleu

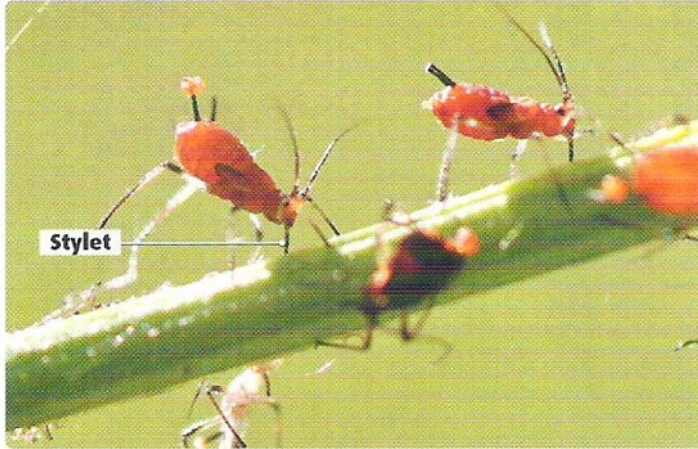
# Les poils absorbants: une grande surface d'échange avec la solution du sol



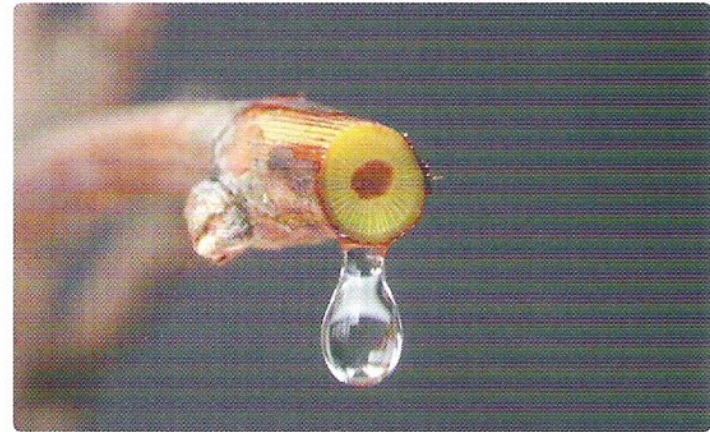
Poils absorbants

GX400

## B. la liaison entre les racines et les feuilles; la tige et la conduction des sèves



Des pucerons se nourrissent sur la tige d'une plante dans laquelle ils enfoncent leur stylet. Si l'on élimine le corps de l'insecte en laissant le stylet en place, du liquide s'écoule par ce dernier: c'est la sève élaborée de la plante.



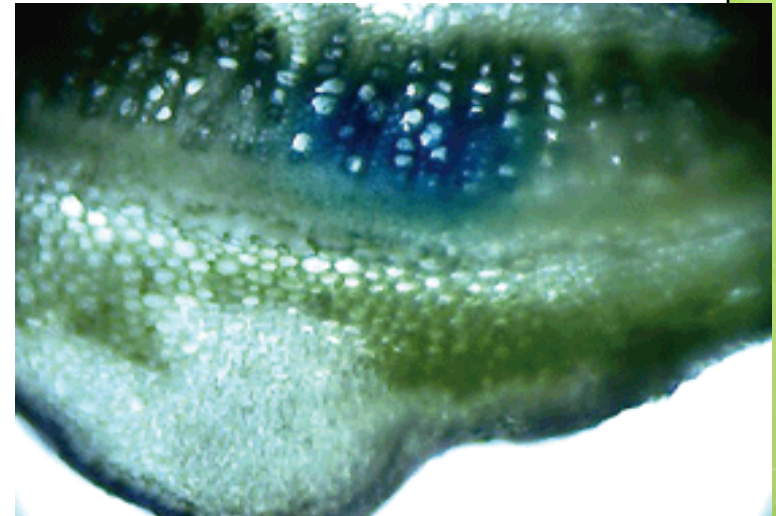
Les « pleurs de la vigne ». Après la taille de printemps, on observe un suintement de liquide au niveau des sections: c'est la sève brute.



Composants	sève brute	sève élaborée	Sève élaborée
Eau		99 %	80 %
Substances dissoutes... dont:		1 %	20 %
Saccharose (mg.mL <sup>-1</sup> )		0	80
Protéines, acides aminés (mg.mL <sup>-1</sup> )		traces	81,5
Ions minéraux (µg.mL <sup>-1</sup> )		36,7	86,9

Composition moyenne de la sève brute et de la sève élaborée.

# Structures responsables de la conduction de sève au sein d'une tige

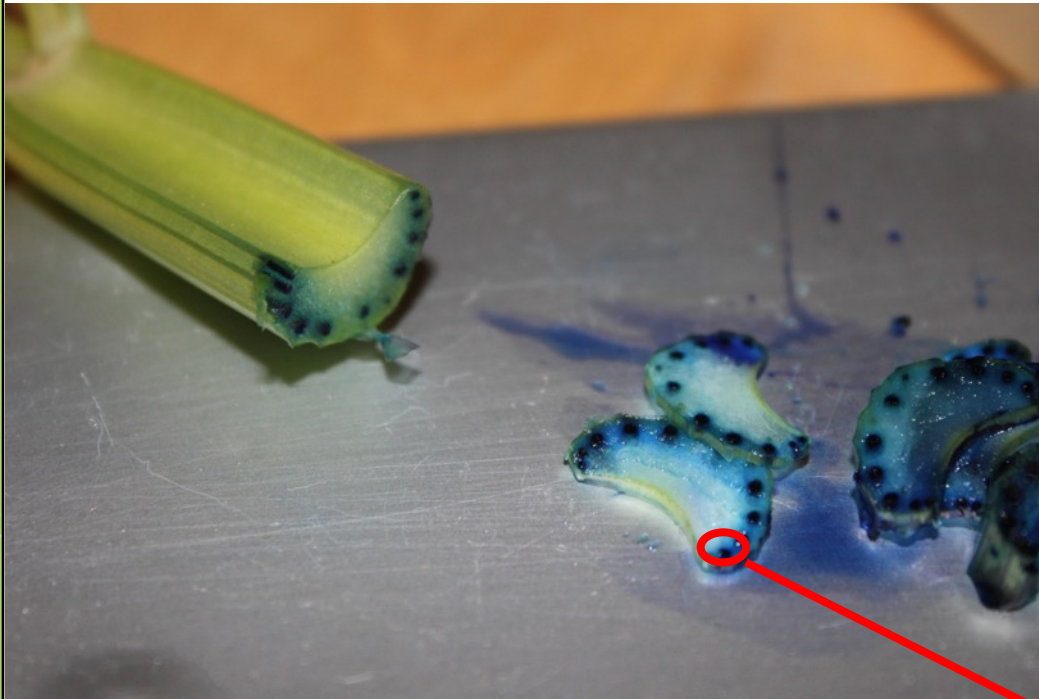


Portion de tige de menthe CT (x 100, bleu de méthylène).

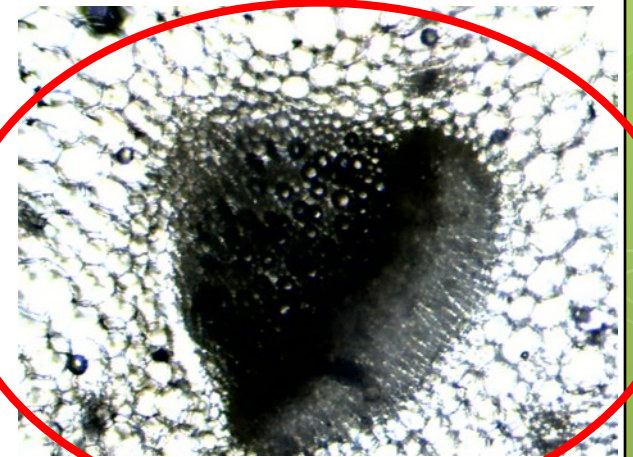
<http://www.jeulin.fr/fr/a-a1000004271-edc1000005/ressource/1001176/La-circulation-des-seves-au-sein-du-vegetal.html>

Une tige de menthe plongée 12 h dans le bleu de méthylène. On observe une coloration de structures spécifiques, au diamètre importante et aux parois épaisses... des vaisseaux conducteurs de sève!

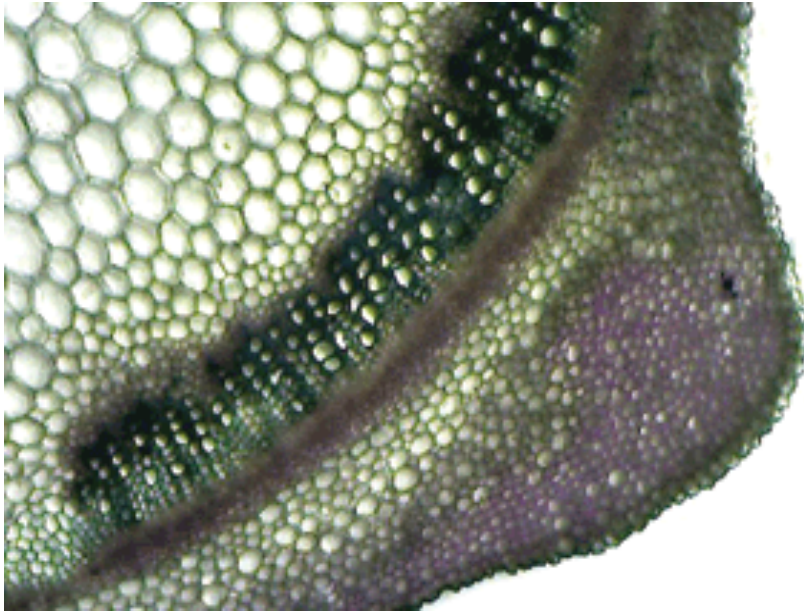
# Tige de Céleri plongée 24h dans du bleu de méthylène



Il existe des structures spécialisées dans la conduction de la sève (brute) dans les tiges (dans le sens racines vers feuilles = basifuge)



# Deux systèmes distincts de conduction de la sève au sein de la tige



Portion de tige de menthe CT  
(x 100, carmino-vert)



Vaisseaux du xylème  
(x 400, carmino-vert)

**Des vaisseaux conducteurs de sève brute (riche de la solution du sol) : gros diamètre et paroi épaisse...**

**Des tubes conducteurs de sève élaborée (riche en sucres, plus visqueuse): plus petit diamètre, paroi plus mince et surtout cellules vivantes...**

# Circulation des sèves dans la tige

## A Des cellules spécialisées assurent le transport des sèves

Dans une plante circulent deux types de **sèves** bien différentes :

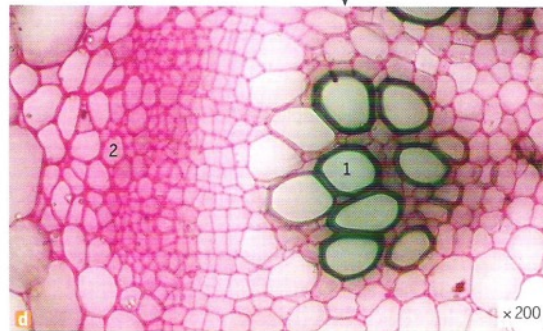
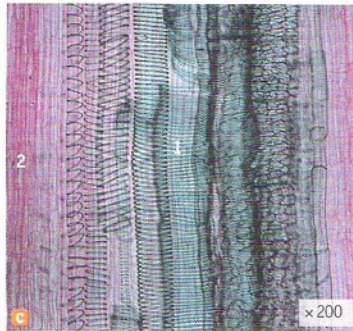
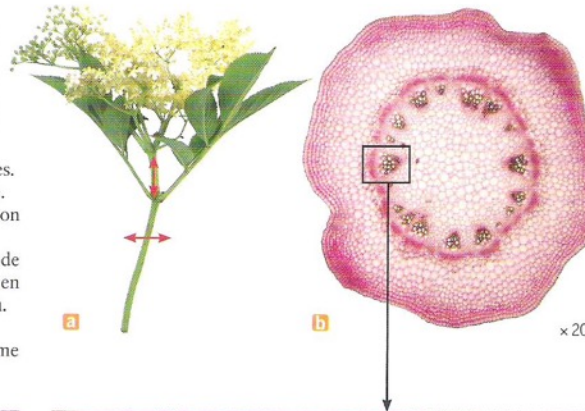
- La sève brute est une solution très diluée d'ions minéraux prélevés dans le sol par les poils absorbants. Elle circule dans un réseau de tubes, le **xylème**, des racines jusqu'aux organes aériens (tiges, feuilles, fruits...). Ces tubes sont des cellules mortes, très allongées et disposées bout à bout, dont il ne subsiste que la **paroi** renforcée par des dépôts de **lignine**.

- La sève élaborée, constituée d'eau et de matières organiques issues de la photosynthèse (sucres, acides aminés...) circule dans un autre réseau de tubes, le **phloème**. Elle prend naissance dans les organes chlorophylliens et irrigue tous les autres organes (bourgeons, fruits, racines...). Les cellules du phloème sont vivantes, très allongées et de petit diamètre. Leurs parois sont épaisses et constituées de **cellulose**.

### ■ PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL

Pour observer le système conducteur des sèves au microscope :

- Réaliser avec une lame de rasoir des coupes transversales ou longitudinales très fines dans l'organe végétal. Passer les coupes dans les bains suivants :
- Eau de Javel (20 min) : vide les cellules.
- Eau (2 bains d'1 min chacun) : rinçage.
- Acide acétique (10 min) : prépare l'action des colorants.
- Mélange de carmin aluné et de vert d'iode (3 min) : colore les parois cellulosiques en rose et les parois lignifiées en vert-bleu.
- Eau (1 min) : rinçage.
- Observer dans une goutte d'eau entre lame et lamelle.



La photographie (a) présente l'extrémité d'une tige de sureau et l'emplacement des coupes réalisées.

Les coupes observées au microscope montrent les sections du xylème (1) et du phloème (2).

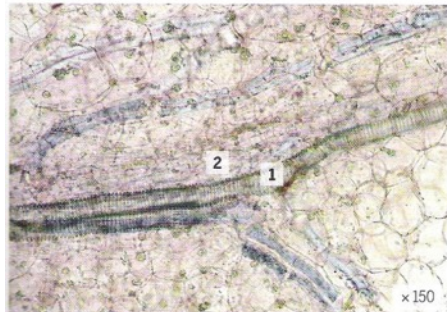
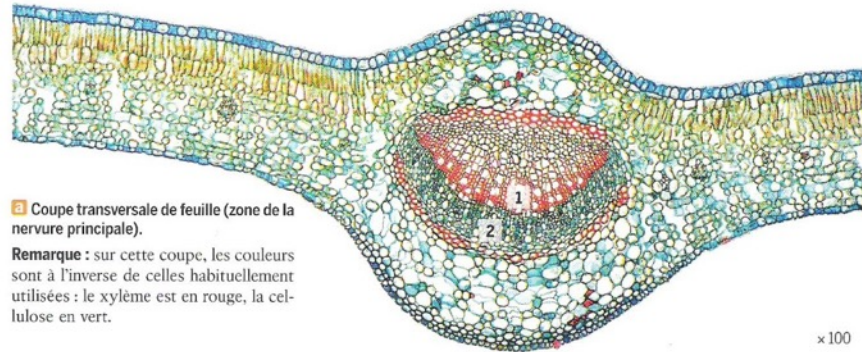
Les tubes sont coupés transversalement (images b et d) ou longitudinalement (image c).

**Doc. 1** Observations anatomiques réalisées dans une tige de sureau.

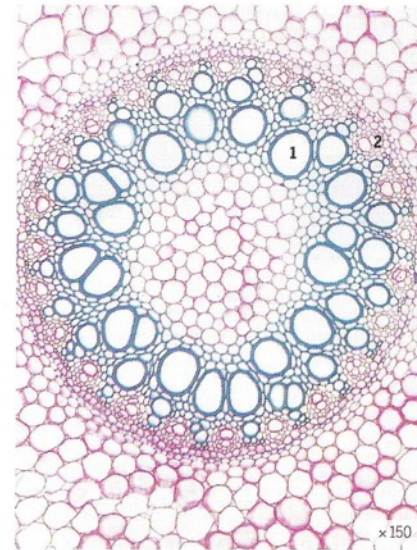


# Une continuité des vaisseaux et tubes conducteurs de sèves entre racine – tige -feuille

## B Xylème et phloème relient tous les organes du végétal



b Coupe longitudinale d'un fruit de courgette (zone située sous l'épiderme).

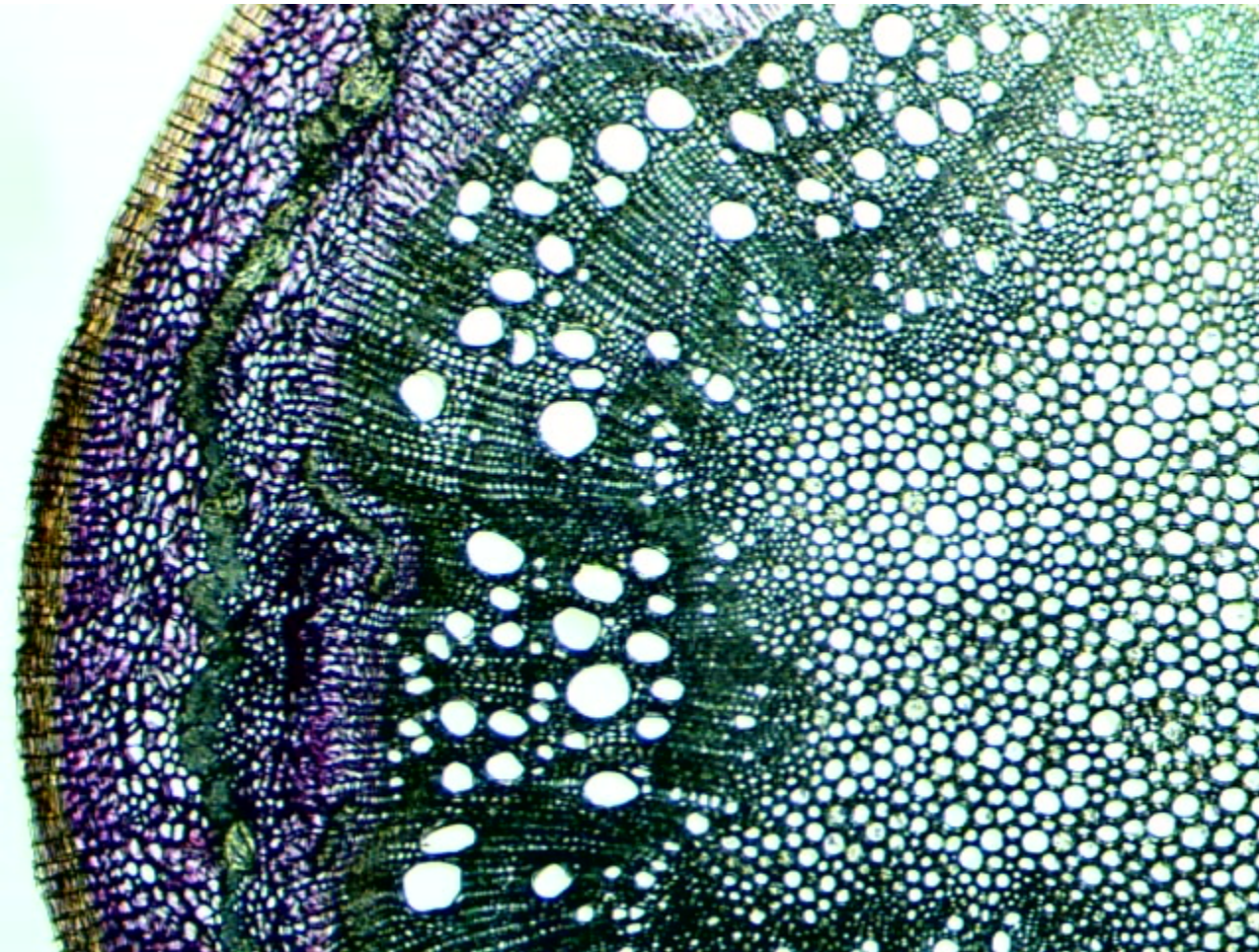


c Coupe transversale d'une racine (zone centrale).

Les coupes observées au microscope montrent les sections du xylème (1) et du phloème (2).



# CT de tige de Chêne, coloration au carmin vert d'iode (GX 40)



# C. à l'interface air/plante, l'appareil foliaire de la plante

## A Les organes aériens captent la lumière et échangent des gaz avec l'air

Grâce à leurs cellules chlorophylliennes, les feuilles réalisent la photosynthèse : elles captent l'énergie de la lumière solaire et l'utilisent pour transformer l'eau et le dioxyde de carbone en molécules organiques. Ces transformations s'accompagnent d'un rejet de dioxygène et de vapeur d'eau vers l'atmosphère.

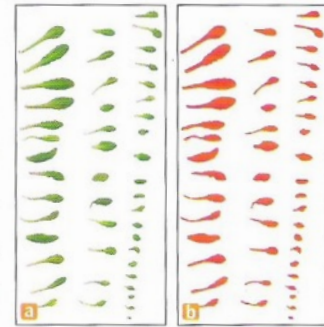
L'efficacité de la photosynthèse nécessite donc que les cellules chlorophylliennes soient correctement exposées à la lumière, et qu'elles puissent facilement échanger des gaz avec l'air environnant.

### ■ PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL

- Récueillir les feuilles d'une plante et en prendre une image grâce à un scanner à plat (a).
- Mesurer la surface foliaire totale avec le logiciel Mesurim (b).
- Peser les feuilles à l'aide d'une balance de précision.
- Calculer le rapport surface/masse.

Résultats obtenus avec un plant d'arabette âgé de 28 jours

Surface foliaire totale (cm <sup>2</sup> )	..... 13,68
Masse des feuilles (g)	..... 0,17

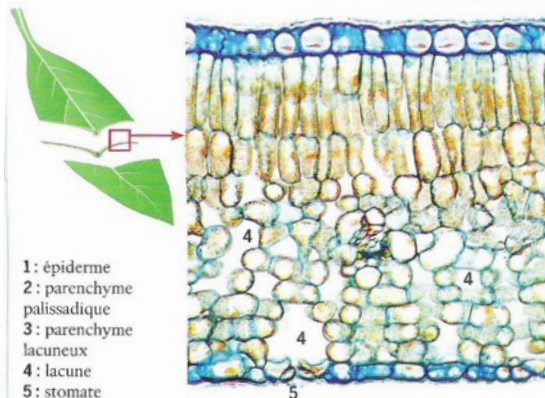


Mesure de la surface foliaire totale d'une arabette des dames avec le logiciel Mesurim

### Doc. 1 La morphologie des feuilles est adaptée à leur rôle photosynthétique.

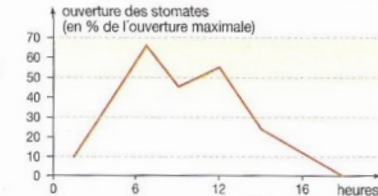
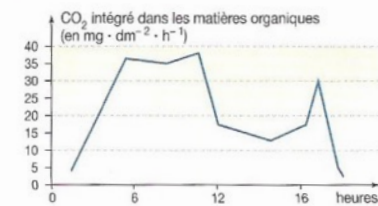
Une coupe transversale de feuille (a) révèle son anatomie : entre deux épidermes constitués de cellules transparentes et recouvertes d'une **cuticule** imperméable, se trouvent les cellules chlorophylliennes. Celles du **parenchyme palissadique** sont disposées en couches serrées ; celles du **parenchyme**

**lacuneux** sont au contraire séparées par des espaces (lacunes) qui communiquent avec l'atmosphère grâce aux **stomates**, des pores microscopiques de l'épiderme. En très grand nombre (jusqu'à plusieurs centaines par millimètre carré), ils s'ouvrent ou se ferment selon les conditions de l'environnement (b).



- 1 : épiderme
- 2 : parenchyme palissadique
- 3 : parenchyme lacuneux
- 4 : lacune
- 5 : stomate

(a) Coupe transversale de feuille observée au microscope optique (× 350)



(b) Ouverture des stomates et photosynthèse

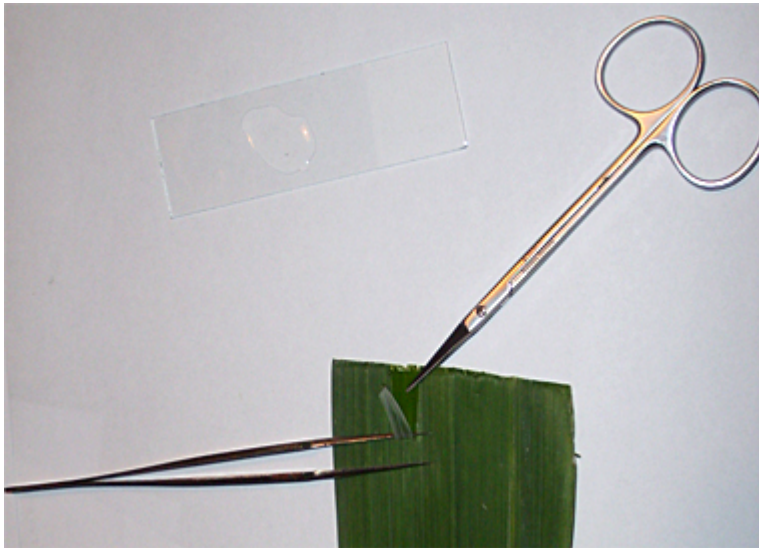
### Doc. 2 Une surface démultipliée grâce aux stomates et aux lacunes.

# Tableau de comparaison des surfaces d'échanges :

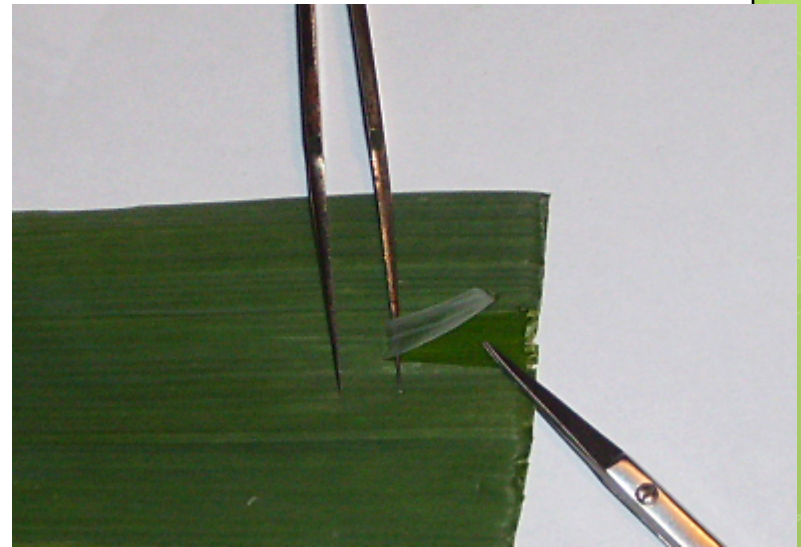


	Échanges			Surfaces d'échanges	
	Métabolisme	Molécules échangées	Sens des échanges	Organe et cellules particulières	Grandeur en m <sup>2</sup> /kg
Plante	<b>Photosyn-thèse</b>	H <sub>2</sub> O CO <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Entrée Entrée Sortie	Racine (poils absorbants) Feuille (stomates) Feuille (stomates)	300 80 -
	<b>Respiration</b>	O <sub>2</sub> CO <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O	Entrée Sortie Sortie	Feuille (stomate) Feuille (stomate) Feuille (stomate)	80
anima l	<b>Respiration</b>	O <sub>2</sub> CO <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O Mat. orga	Entrée Sortie Sortie Entrée	Poumon (peau) Poumon (peau) Poumon (peau) Intestin	1,85 (0,027) - - 2,8

# Extraction d'épiderme de Poireau pour observation des stomates



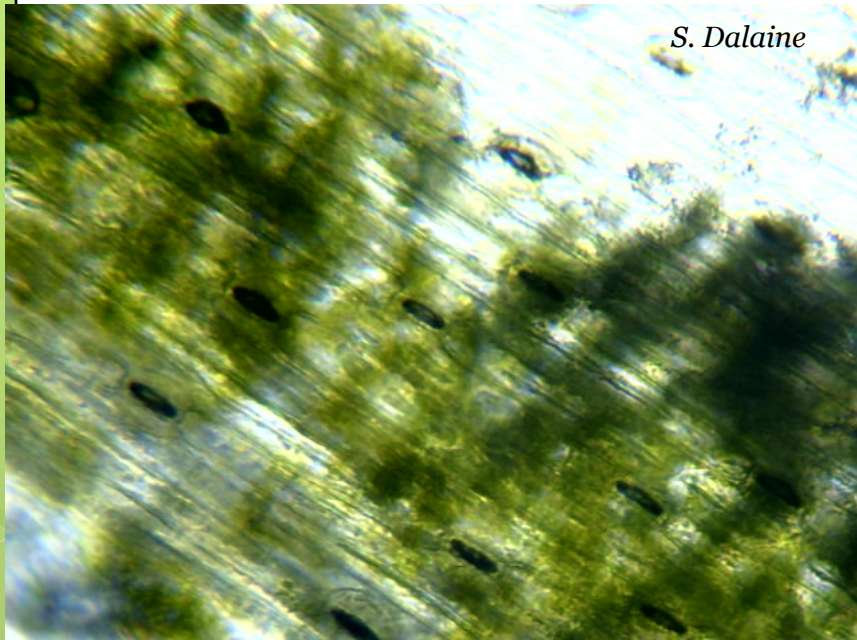
Le fragment est soulevé avec des pincettes



Détail du fragment d'épiderme



# Observation de structures adaptées à la fonction d'échanges gazeux entre la plante et l'atmosphère

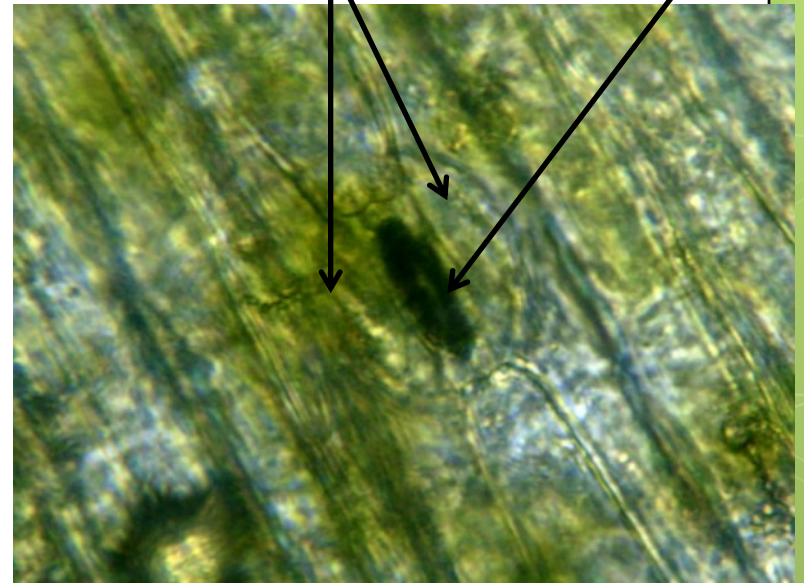


*S. Dalaine*

**MO x 100**

À la surface de la feuille, on distingue, réparties de manière régulière, des structures qui semblent aménager un espace de communication entre les tissus chlorophylliens (verts) réalisant la photosynthèse et l'atmosphère

Deux cellules stomatiques réniformes      Ouverture = ostiole



**MO x 400**

*S. Dalaine*

# Les surfaces d'échanges de la plante, interface sol/air

Les légendes

Les échanges

Méristème apical

Feuille

Bourgeon

Noeud

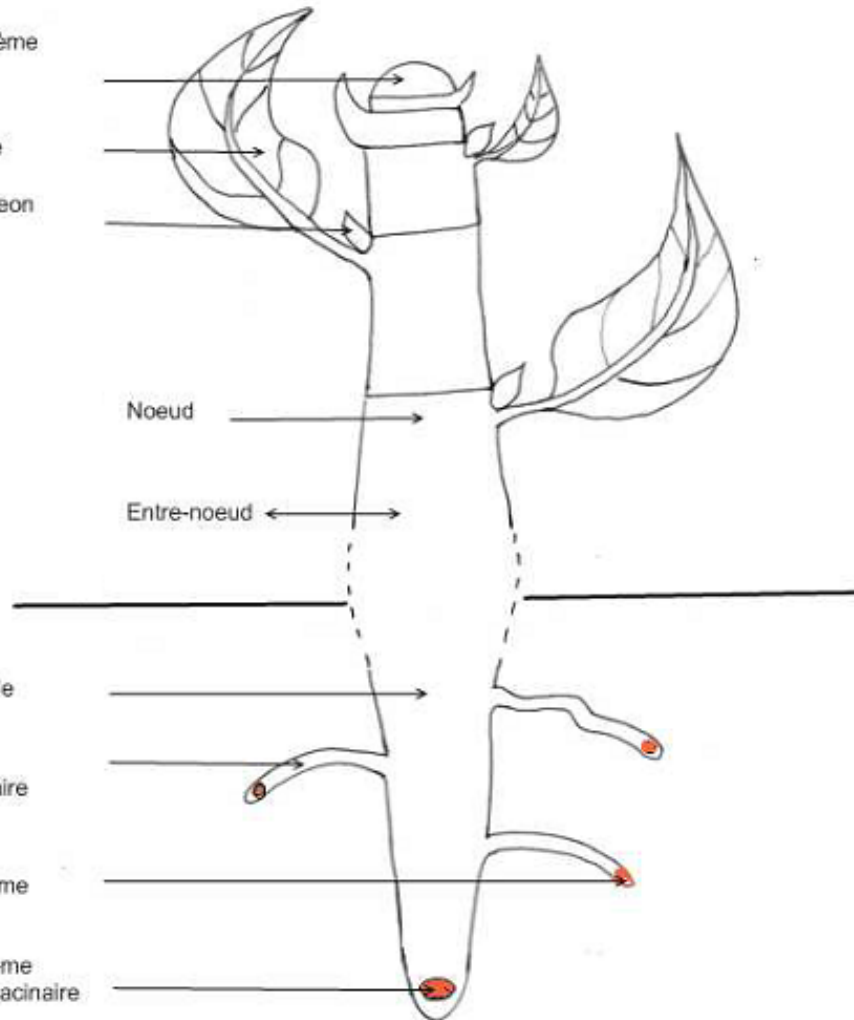
Entre-noeud

Racine principale

Racine secondaire

Méristème

Méristème apical racinaire





**Adaptation à la vie  
fixée, les stratégies  
de défense de la  
plante**

# Les plantes se protègent contre les agressions

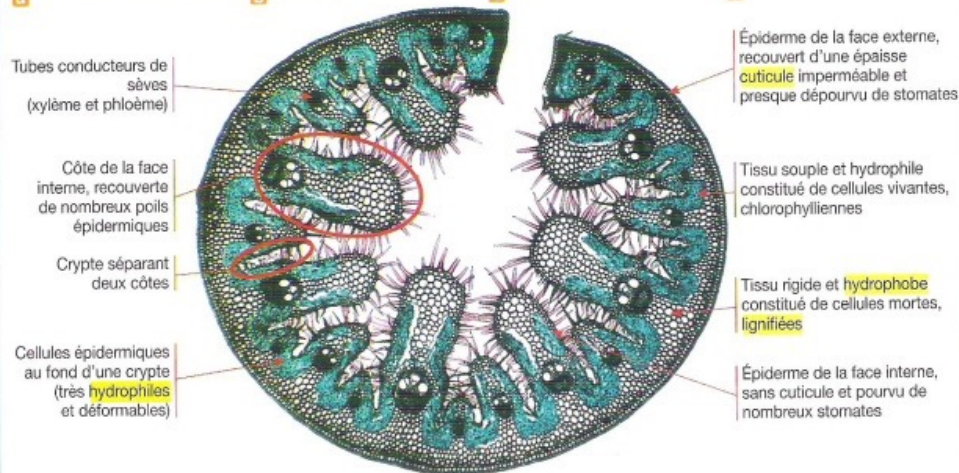
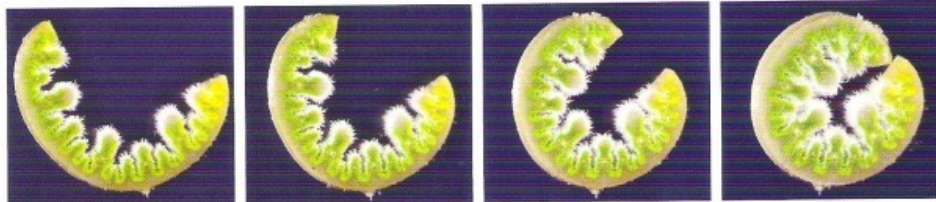
Incapables de se déplacer, les plantes ont développé au cours de leur évolution un grand nombre d'adaptations leur permettant de se défendre contre les agressions du milieu et des autres êtres vivants. On se propose ici d'étudier deux exemples remarquables.

## A Les plantes se protègent contre les agressions du milieu



◀ L'oyat des dunes est une des rares plantes capables de coloniser les dunes en bord de mer. Elle s'y développe malgré un sol très sableux, incapable de retenir l'eau de pluie, et un climat souvent très venteux, desséchant.

Les feuilles longues et étroites de l'oyat, d'apparence banale, cachent en fait des adaptations étonnantes, comme le montre l'expérience suivante : un morceau de feuille coupée transversalement et conservé en atmosphère humide est observé à la loupe binoculaire. La feuille en forme de lame aplatie (a) se déshydrate et, en quelques minutes, prend la forme d'un tube fermé (d). Si l'on humidifie l'air autour de la feuille, on assiste alors au mouvement inverse !



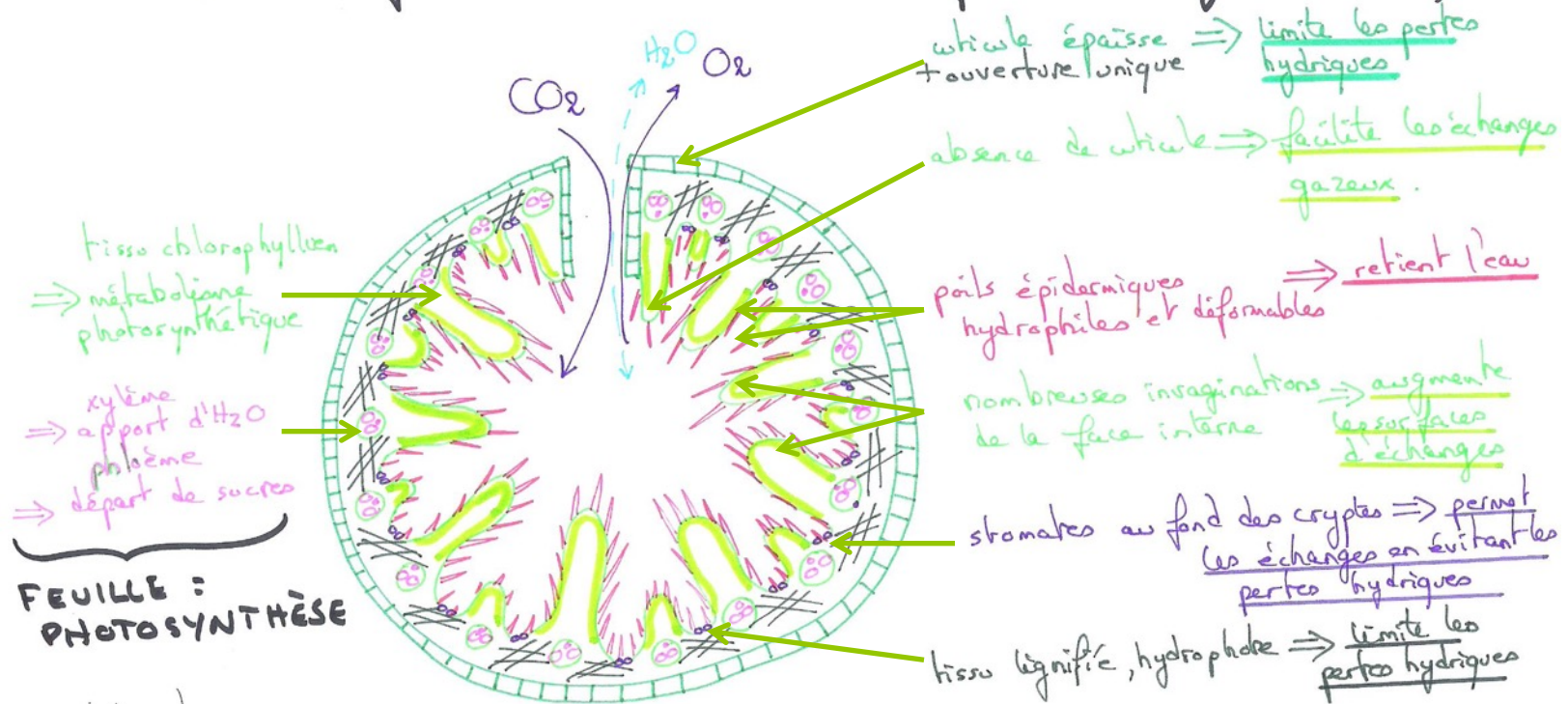
Coupe transversale de feuille d'oyat, observée au microscope optique (x 40)

Doc. 1 Un spécialiste des milieux de vie très secs : l'oyat des dunes.



# Schéma fonctionnel de la coupe transversale d'une feuille d'Oyat: adaptation structure-fonction à un milieu sec

## Schéma fonctionnel d'une CT de feuille d'Oyat (Poa) (10x40)



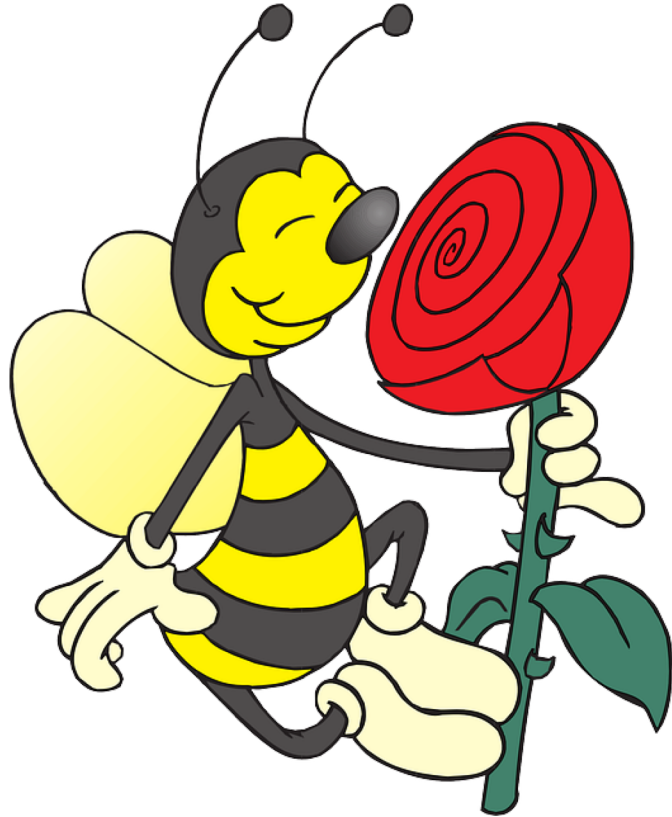
**FEUILLE : PHOTOSYNTHÈSE**

Légende :

- II : épiderme de la face externe, épaisse cuticule
- III : épiderme de la face interne, sans cuticule
- 1 : poil épidermique
- ⊗ : tubes + vaisseaux conducteurs de sèves
- ⊘ : cellules mortes lignifiées hydrophobes
- : tissu chlorophyllien

**ADAPTATIONS À LA SÈCHERESSE**

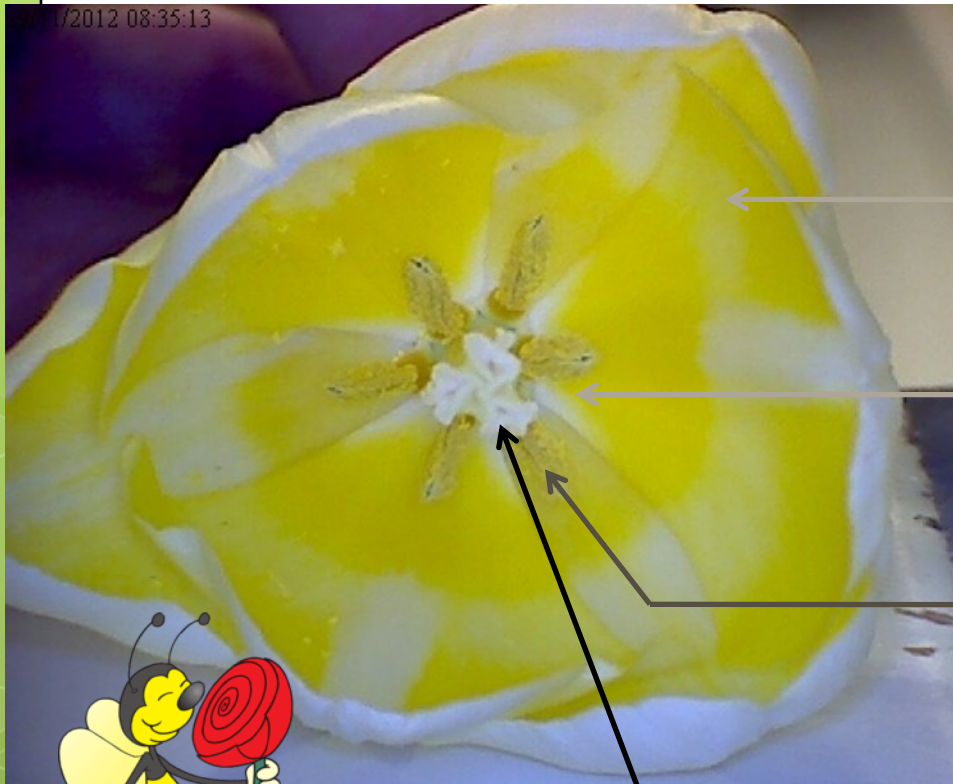




**Reproduction  
sexuée et vie fixée :  
l'intervention  
d'agents  
pollinisateurs**

# La fleur de Tulipe

**Pollinisation:** Processus de transport du grain de pollen (~ gamète mâle), depuis son lieu d'émission (l'étamine) à son lieu de réception (le pistil, plus précisément le stigmate). Ce transport passe par des vecteurs, qui peuvent être des insectes (pollinisation entomophile), le vent (anémophile), par exemple.

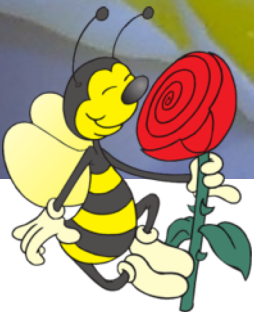


6 tépales libres colorés (non soudés) => **ATTIRER** l'insecte pollinisateur

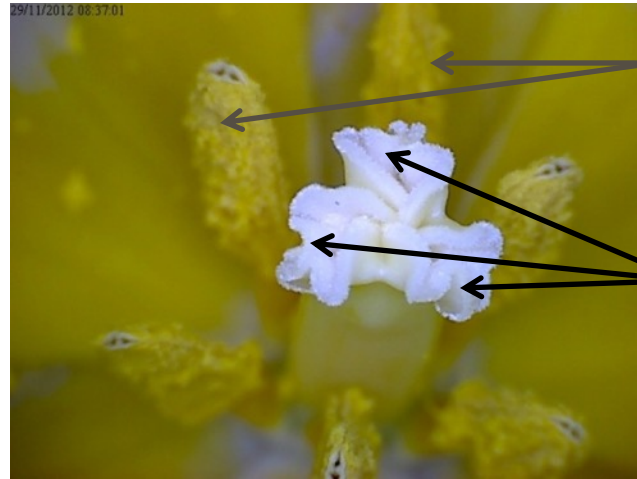
Nectaires à la base du tépale => **ATTIRER** l'insecte pollinisateur

Etamines portant de nombreux grains de pollens => **ASSURER** la pollinisation

Pistil avec stigmate => **ACCUEILLIR** les grains de pollen



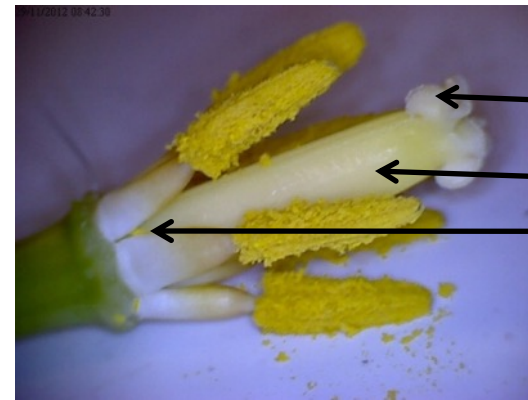
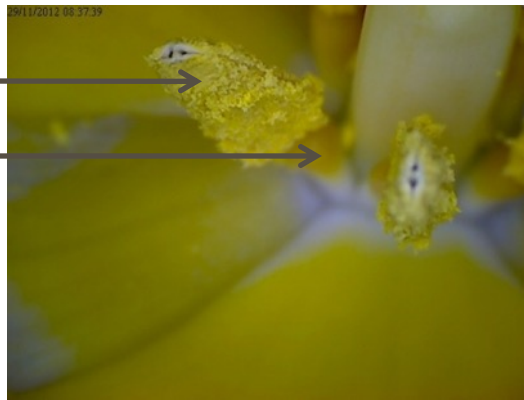
# Les pièces fertiles de la fleur



6 étamines disposées en verticille

3 carpelles soudés formant le pistil

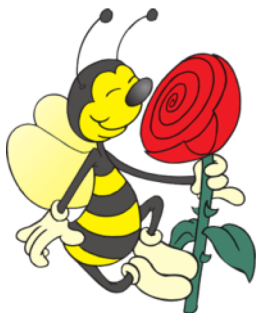
Anthère d'étamine contenant de nombreux grains de pollen  
Filet d'étamine



Stigmate

Style

Loge ovarienne à la base du pistil



Pièces fertiles mâles = ANDROCEE

Pièces fertiles femelles = GYNECEE = PISTIL

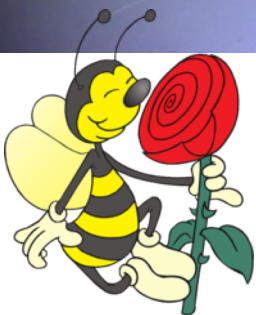
# Précisions sur les carpelles soudés de la Tulipe



29/11/2012 08:45:57

Vaisseaux conducteurs de sèves  
ovules

3 carpelles soudés

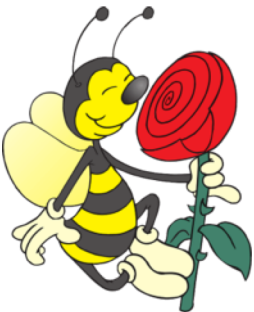


**Coupe transversale dans la base du pistil => mise en évidence de 3 carpelles soudés. Chaque carpelle contient 2 ovules**

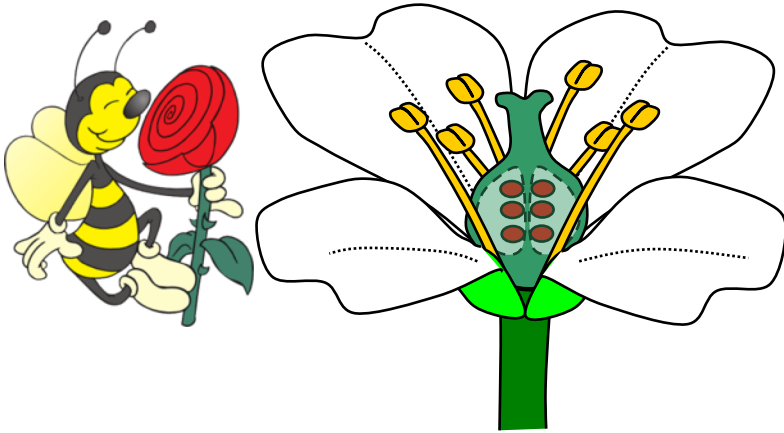
# Le stigmate: surface de réception des grains de pollen à l'extrémité du pistil

Nombreuses invaginations  
=> AUGMENTER la  
surface d'échanges

Papilles stigmatiques  
=> RETENIR les grains de  
pollen déposés



# L'organisation d'une fleur



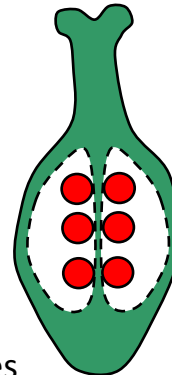
Etamine, organe mâle producteur de « gamètes » mâles (rigoureusement gamétophytes) ou grain de pollens, l'ensemble des étamines forment l'androcée

Filet de l'étamine



Anthère de l'étamine contenant les grains de pollen

Pistil = gynécée = ensemble des pièces fertiles femelles = ensemble des carpelles



Stigmate (recueille le grain de pollen)  
Style (jonction entre le stigmate et l'ovaire)

2 ovaires contenant 3 ovules

1 carpelle

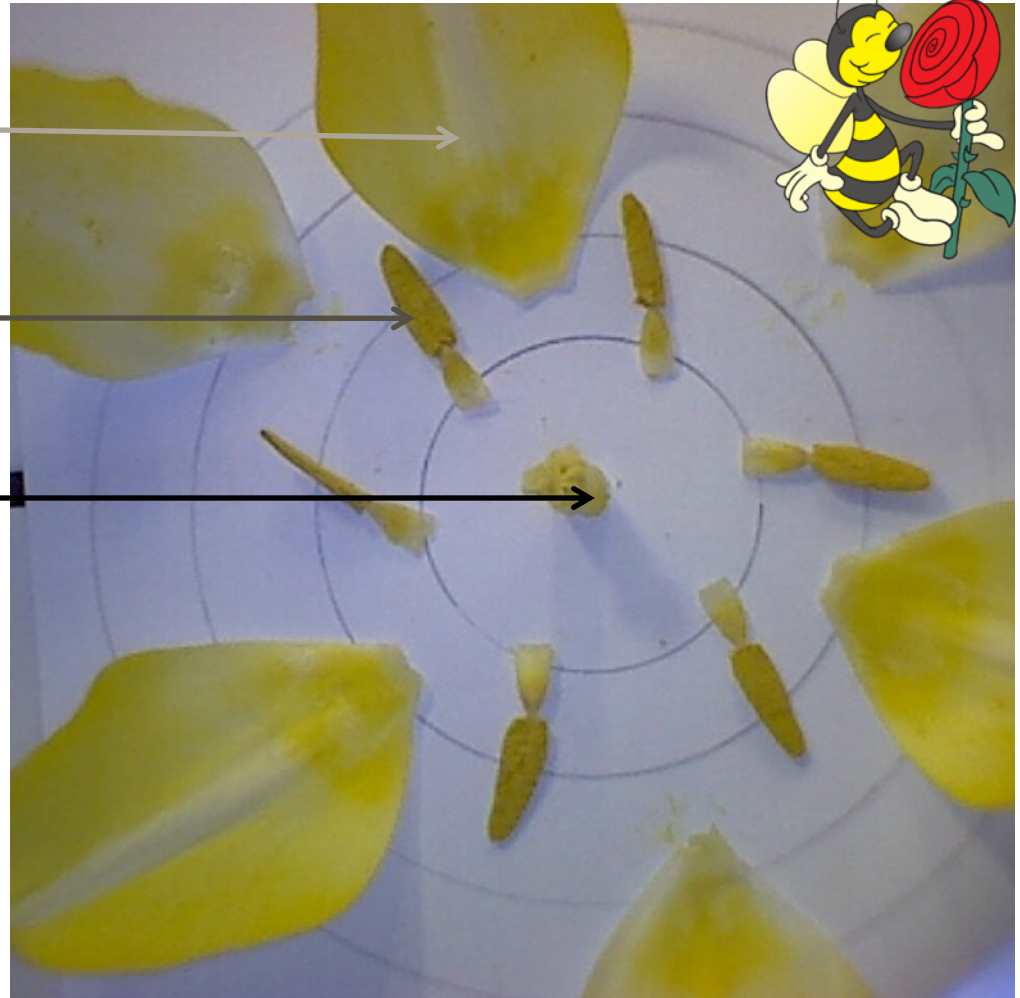
# Dissection florale et diagramme floral



Verticille externe  
contenant 6 tépales libres  
colorés

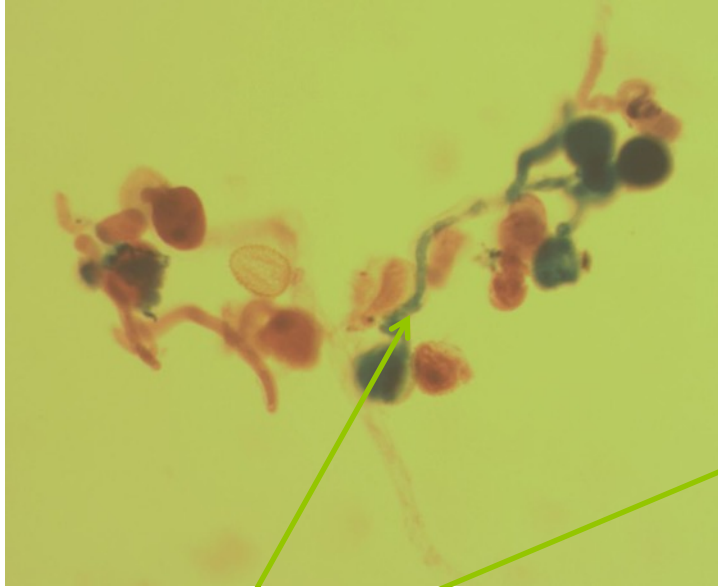
Verticille contenant les 6  
étamines

Verticille contenant les 3  
carpelles soudés formant  
le Pistil

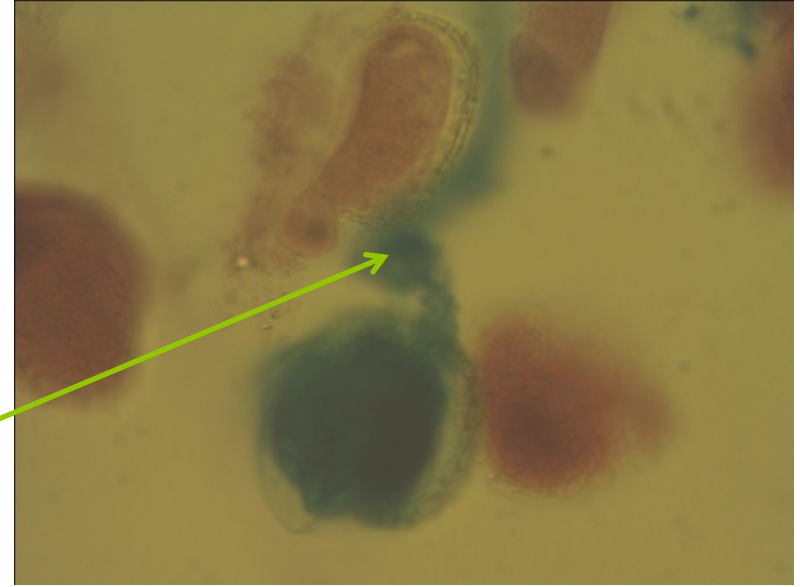


Formule florale de la Tulipe:  
 $6T + 6E + (3C)$

# Observation de grains de pollen de lis avec tubes polliniques MO X60 et X400



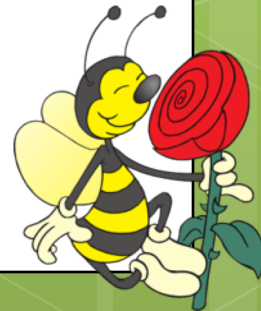
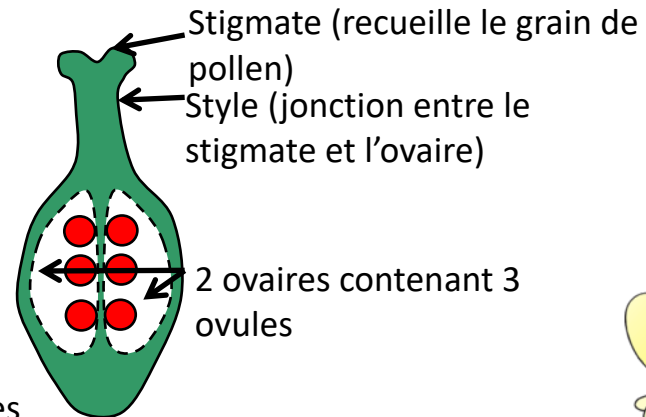
S. Dalaine



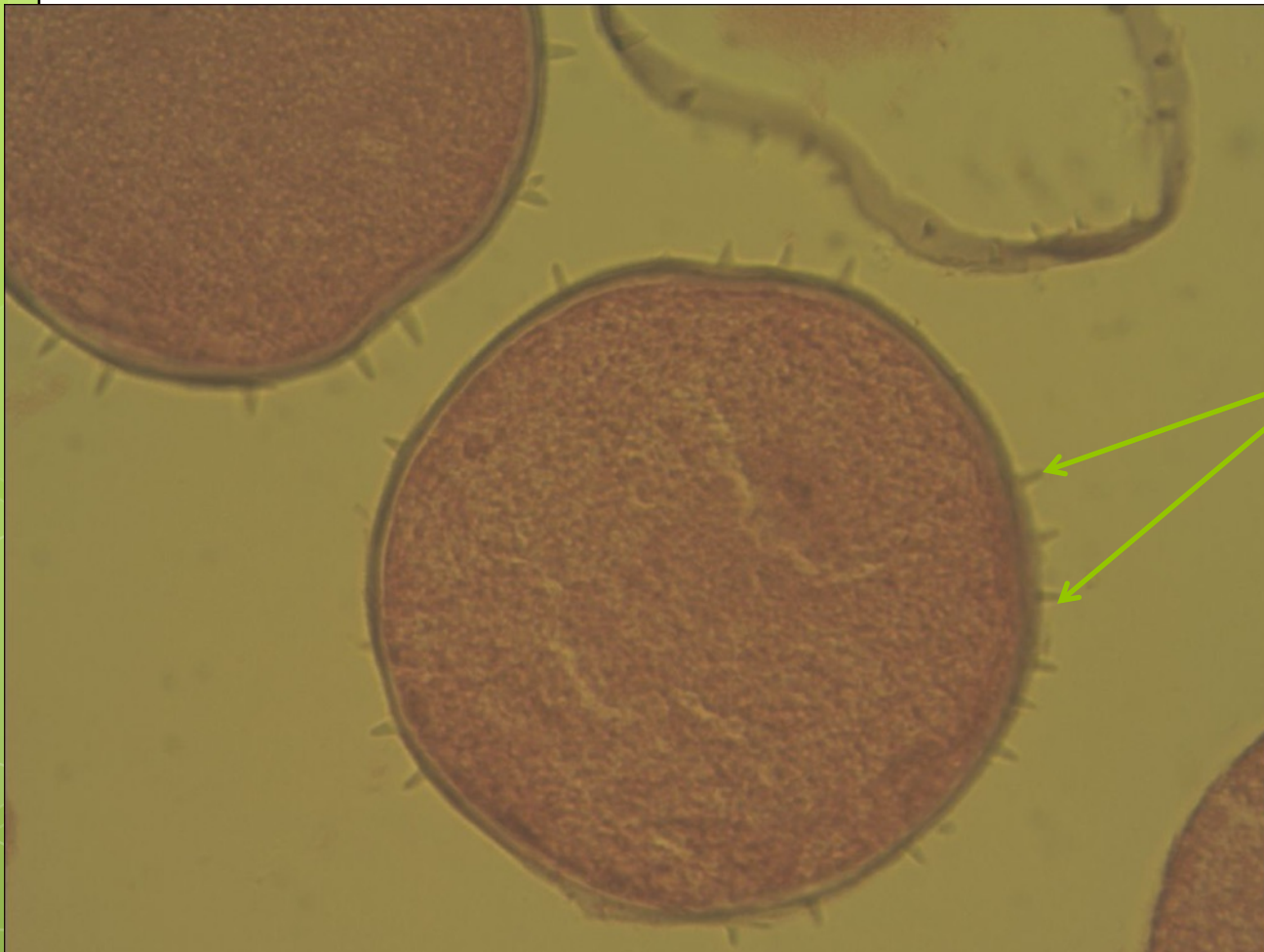
S. Dalaine

Tube pollinique acheminant le spermatozoïde du stigmate vers l'ovule (le long du style)

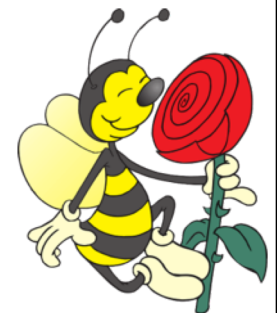
Pistil =  
gynécée =  
ensemble  
des pièces  
fertiles  
femelles =  
ensemble  
des carpelles



# Observation au MO x600 de grains de pollen de Courge à exine ornementée



Ornementation à la surface des grains de pollen => adaptation à la pollinisation entomophile



## A Deux couronnes protectrices



sépale

Mise en évidence du calice sur une fleur de tulipe

**Doc. 1** Une couronne externe : les sépales formant le calice.

### ■ PROTOCOLE DE DISSECTION FLORALE

La couronne la plus externe est le **calice** composé de **sépales**. Ces derniers sont généralement verts mais peuvent parfois être colorés. On les détache pour savoir s'ils sont libres ou soudés entre eux.



### ■ RÉALISATION DU DIAGRAMME FLORAL

Sur un **diagramme floral**, des cercles représentent les couronnes de pièces florales. Des croissants blancs représentent les sépales. Si les sépales sont soudés entre eux, on les relie par un trait.



pétale

Mise en évidence de la corolle sur une fleur de tulipe

### ■ PROTOCOLE DE DISSECTION FLORALE

Une fois les sépales enlevés, on découvre les **pétales**. En général colorés, ils forment une couronne plus interne nommée **corolle**. On détache les pétales pour les compter, comparer leurs formes et leurs tailles et savoir s'ils sont soudés ou libres.



### ■ RÉALISATION DU DIAGRAMME FLORAL

Des croissants noirs représentent les pétales. On respecte les éventuelles différences de tailles entre pétales. Un trait relie les croissants en cas de soudure de la corolle. La position des pétales par rapport aux sépales (alternance) est respectée.



## B Deux couronnes d'organes reproducteurs



anthere

filet

Mise en évidence de l'androcée sur une fleur de tulipe

**Doc. 3** Les étamines forment l'androcée, l'organe reproducteur mâle.

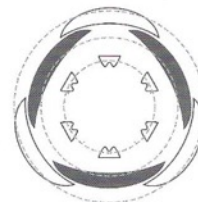
### ■ PROTOCOLE DE DISSECTION FLORALE

Une fois pétales et sépales détachés, on observe les **étamines**, organes reproducteurs mâles. Elles se composent d'une tige (ou **filet**) terminée par des sacs renflés (les **anthers**) contenant le pollen. On regarde si elles sont sur une seule couronne ou sur deux. On détache délicatement ces étamines pour les compter, les comparer et repérer si elles sont libres ou soudées.



### ■ RÉALISATION DU DIAGRAMME FLORAL

On représente les **anthers** par leur nombre et leur position. On respecte les différences de taille et on les relie par un trait si elles sont soudées.



### ■ PROTOCOLE DE DISSECTION FLORALE

Une fois les étamines enlevées, on voit le **pistil** formé d'un ovaire surmonté d'un (ou plusieurs) **stigmate(s)**, chargé(s) de recueillir le pollen. L'ovaire coupé transversalement et observé à la loupe montre qu'il est ici divisé en plusieurs **carpelles** contenant des ovules.



### ■ RÉALISATION DU DIAGRAMME FLORAL

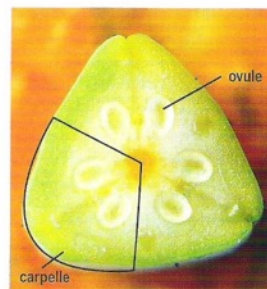
Sur le diagramme, on place les **carpelles** au centre. On respecte leur nombre et leur position. On représente également les ovules et leurs attaches.



stigmate

ovaire

Mise en évidence du gynécée sur une fleur de tulipe



ovule

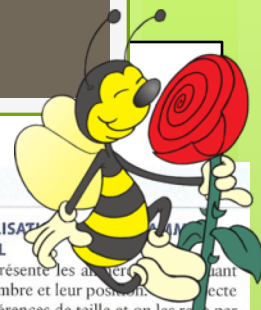
carpelle

Coupe transversale réalisée dans un ovaire de tulipe

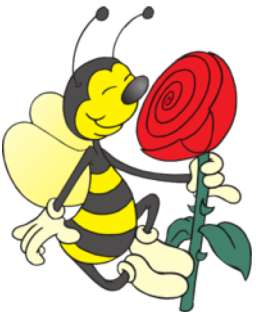


Diagramme floral complet d'une fleur de tulipe

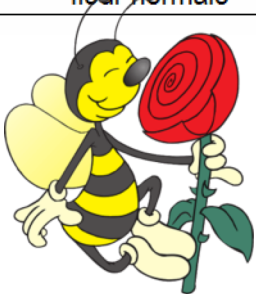
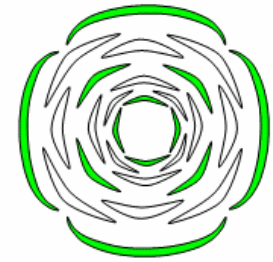
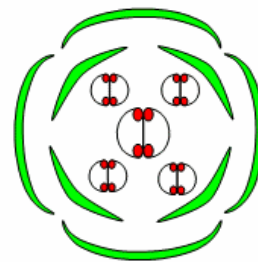
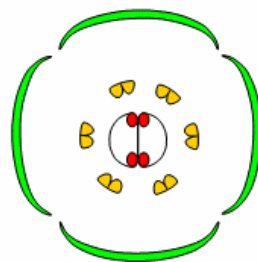
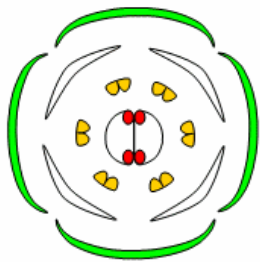
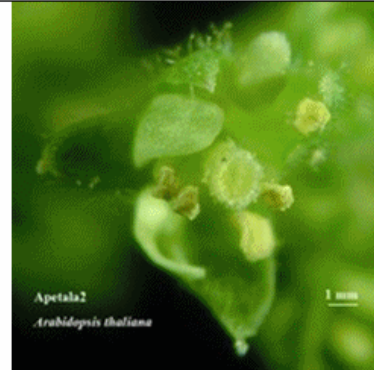
**Doc. 4** Les carpelles forment le gynécée, organe reproducteur femelle.



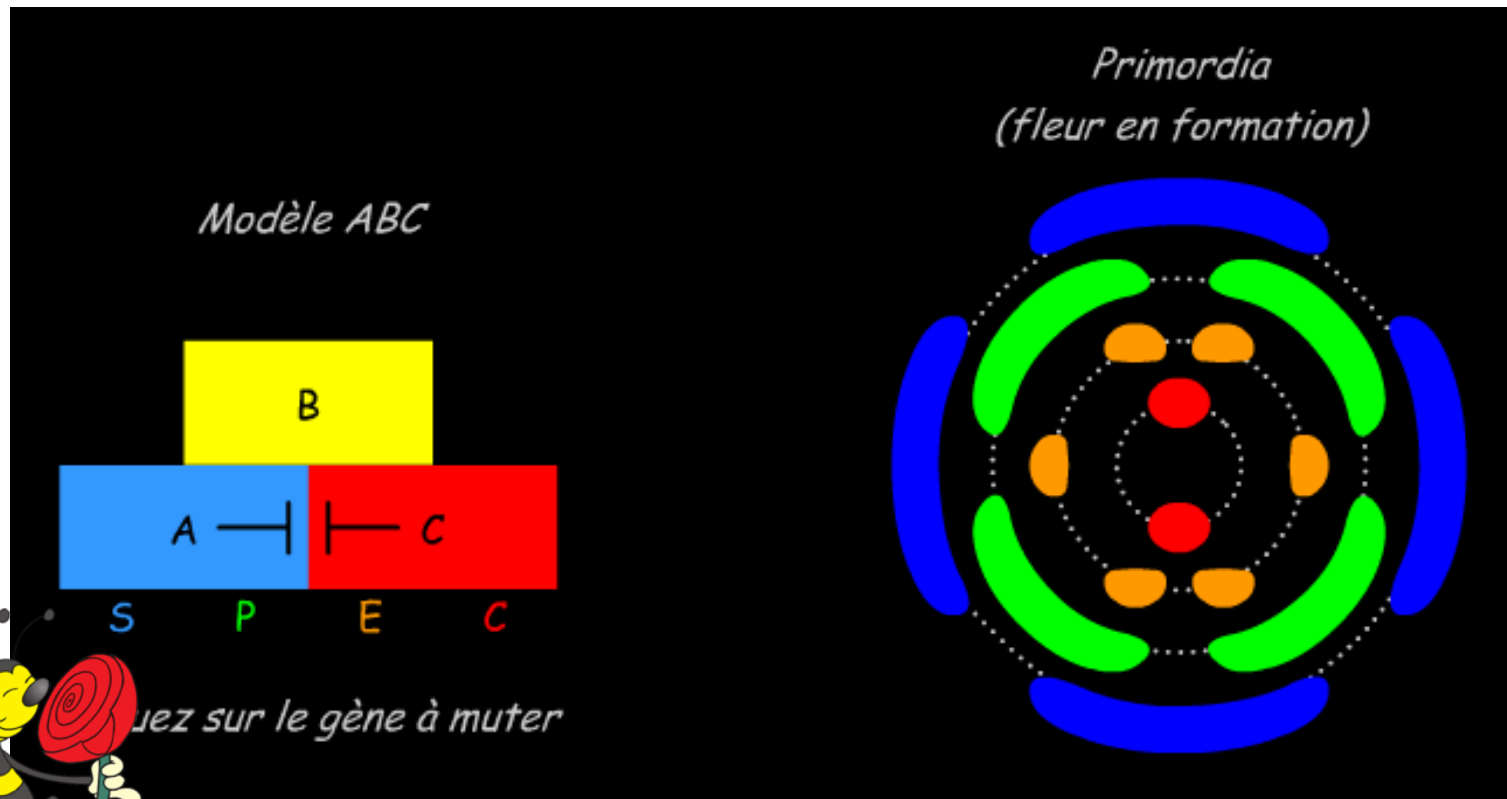
90% des Angiospermes sont entomophiles. Un mode de fécondation croisée et donc de diversification, malgré la vie fixée...



# Des gènes de développement et des fleurs...

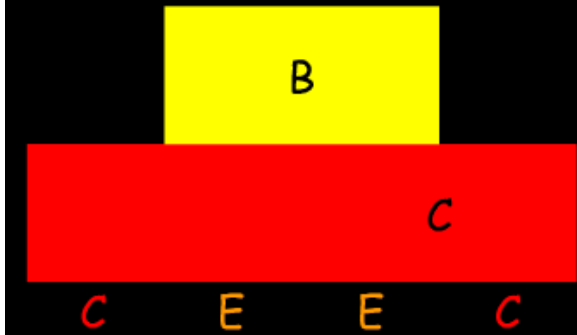


# Modèle ABC, gènes homéotiques de l'induction florale

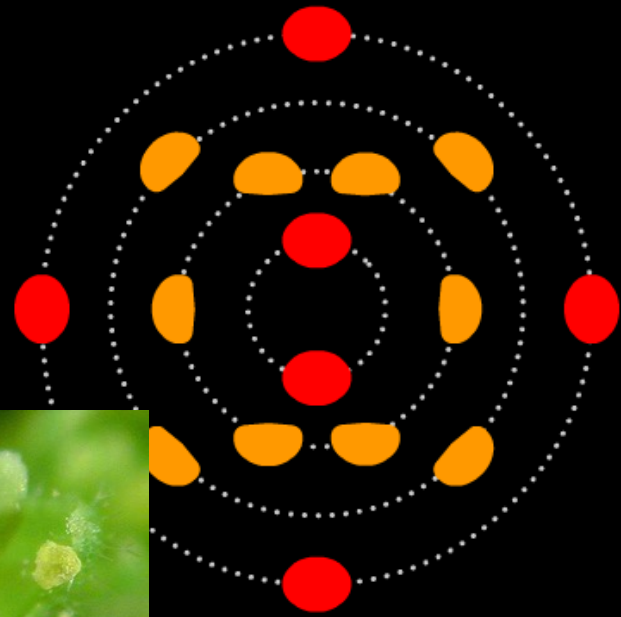


# Mutation du gène A: type Apetala

Modèle ABC



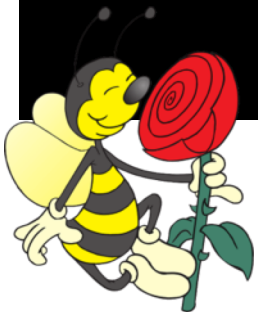
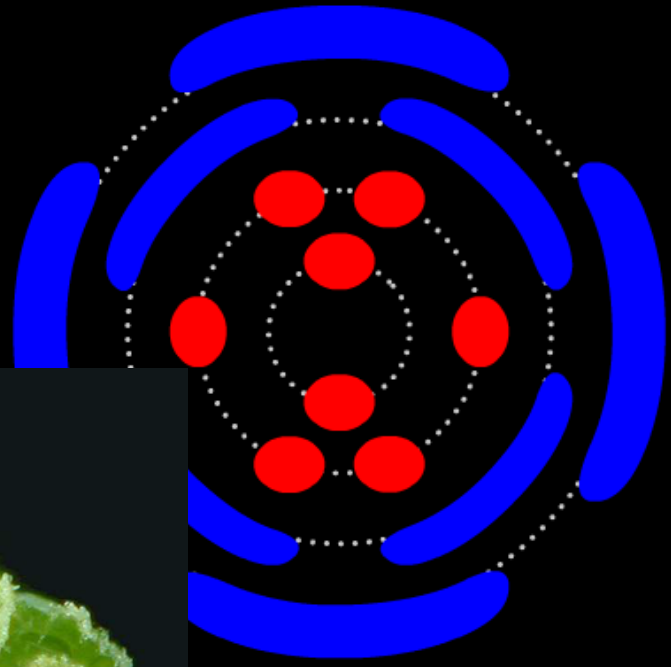
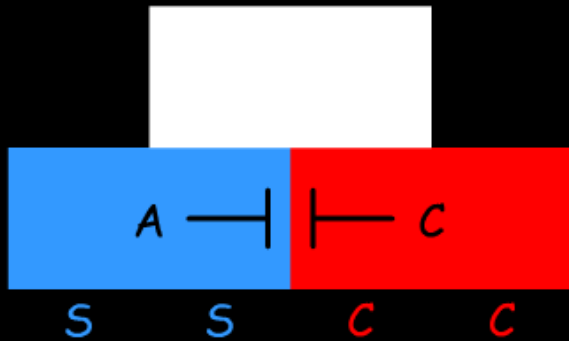
Primordia  
(fleur en formation)



# Mutation du gène B: type pistillata

Modèle ABC

Primordia  
(fleur en formation)

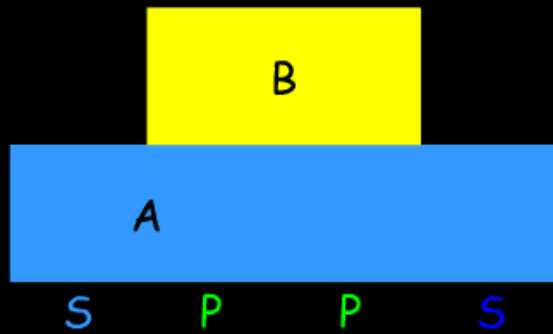


Pistillata  
*Arabidopsis thaliana*

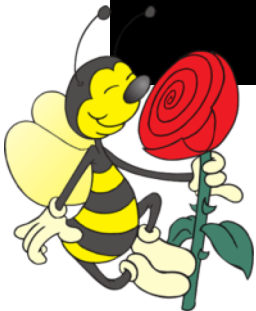
1 mm

# Mutation du gène C: type Agamous

Modèle ABC



Primordia  
(fleur en formation)

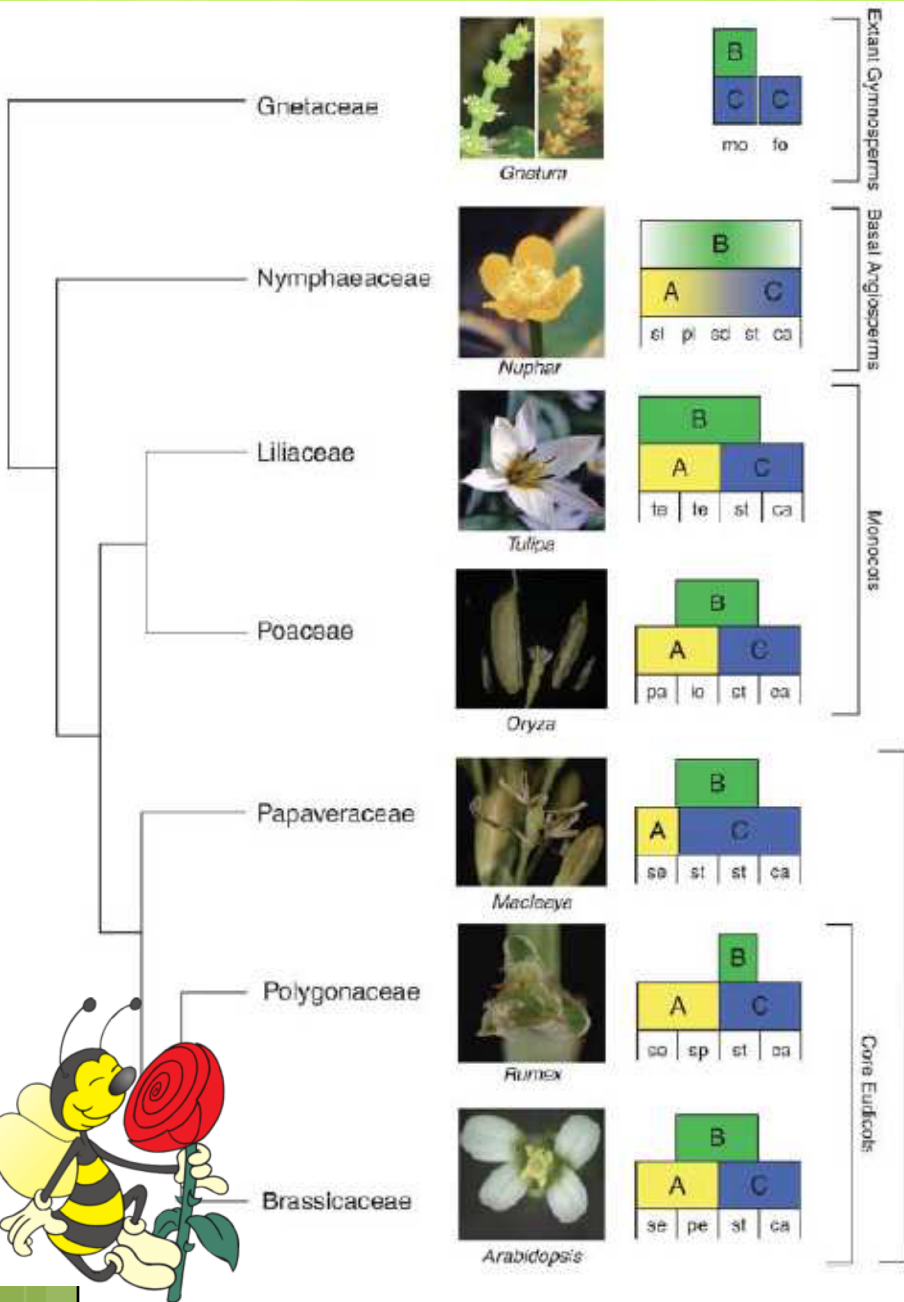


agamous

*Arabidopsis thaliana*

1 mm

# Diversité des modèles ABC chez les Angiospermes (plantes à fleurs)



Male organs  
Female organs

Tépales sépaloïdes  
Tépales pétaloïdes (transition progressive)

Tépales (pétaloïdes)

Palea/Lemma (glumelles)  
Lodicules très réduits

sp = pétales sépaloïdes

se = sépales

pe = pétales

st = étamines

ca = carpelles

## LEXIQUE

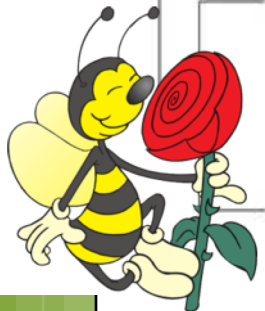
Tépales sépaloïdes = les pétales et les sépales sont identiques, et ressemblent à des sépales.

Tépales pétaloïdes = les pétales et les sépales sont identiques, et ressemblent à des pétales.

Glumelles = paire de pièces foliacées qui se trouvent à la base des axes floraux des épis de blé (Poacées). Elles ont pour fonction de protéger la fleur.

Lodicules = enveloppe intérieure de la fleur de Graminées.

Pétales sépaloïdes = les pétales ressemblent à des sépales par sa forme ou sa couleur.



## Mobiliser des connaissances des TP antérieurs

Au TP3, vous avez mis en évidence l'importance **des gènes de développement** dans l'acquisition des plans d'organisation, notamment selon **l'intensité de leur expression**, selon la **localisation de leur expression**, ou encore selon le **moment de leur expression dans le cycle de développement de l'individu**. Avec les gènes ABCDE, on comprend la diversité des types floraux (forte expression du gène B induit un fort développement des pétales et des étamines par exemple).



***Nymphaeaceae (surexpression de B)***

# Le modèle récent ABCDE

- La perte des trois gènes ABC se traduit chez les mutants par des pièces florales ressemblant à des feuilles, mais leur expression « forcée » dans un bourgeon quelconque ne produit pas pour autant des fleurs. Les gènes ABC ne sont donc pas suffisants pour empêcher le développement des feuilles.
- Trois autres gènes MAD box dits de classe E (sepallata 1 ou sep 1, sep2 et sep3) interviennent également : les triples mutants E voient leurs pièces florales transformées en sépales, ce qui signifie que ces gènes E interagissent avec ABC pour spécifier l'identité de l'organe sur un verticille floral. Pour avoir un sépale, A suffit, mais il faut pour un pétale : A+B+E, pour une étamine : B+C+E, pour un carpelle : C+E.

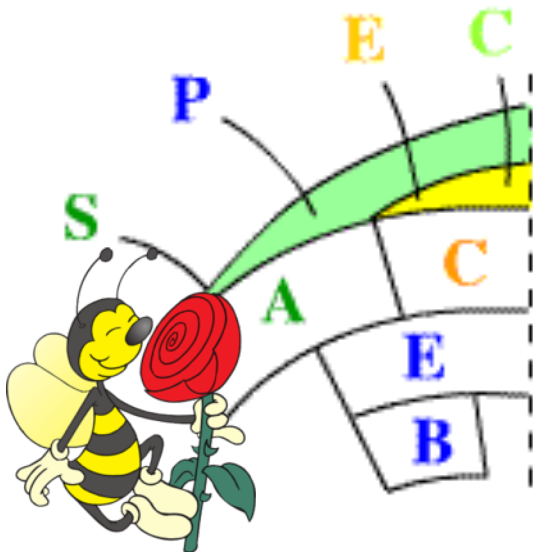
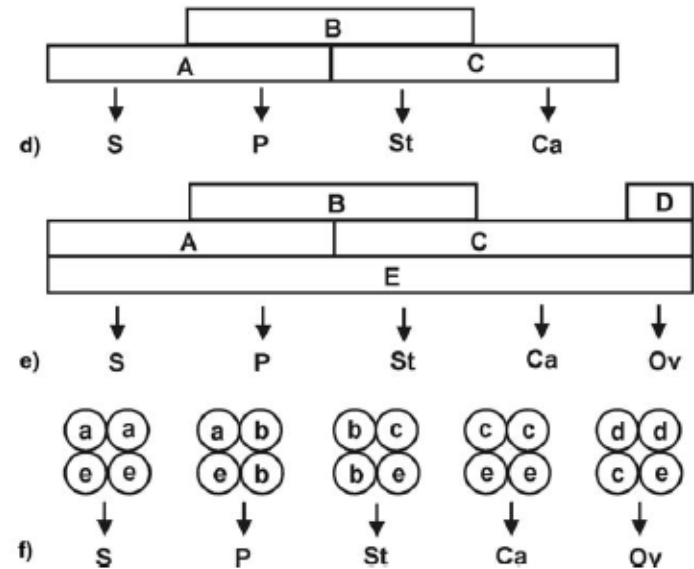
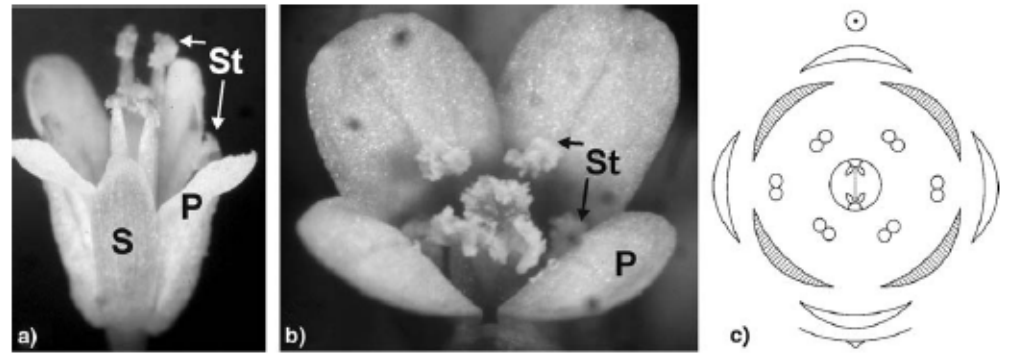
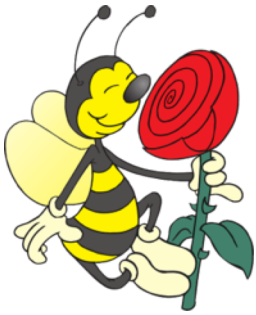


Fig.2 : *Les interactions possibles entre différents gènes du développement intervenant dans la morphologie florale.*

Les gènes A et C s'excluent mutuellement. Les gènes E et B interagissent avec A et C pour déterminer l'identité des pièces florales.

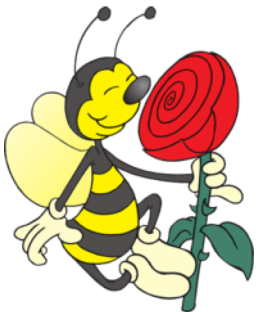
# Le modèle ABCDE



- a) et b) Fleurs d'*Arabidopsis thaliana*. ; c) Diagramme floral des Brassicacées (famille  
b) d'*Arabidopsis thaliana*) ;
- d) Modèle classique ABC d'après Cohen et Meyerowitz 1991 : Les gènes A, B et C activent chacun deux régions adjacentes où leur activité génique seule ou combinée avec celle d'un autre gène va déterminer le devenir de l'organe ;
- e) Modèle ABCDE déterminant l'identité des organes de la fleur des eudicotylédones (majorité des angiospermes)

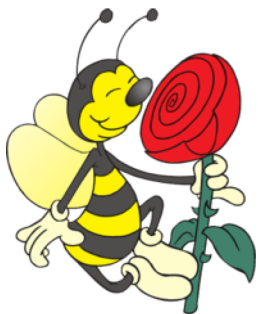
Ca = carpelle ; P = pétale ; S = sépale ; St = étamine ; Ov = ovule

Parce que les insectes ne sont pas toujours attirés par les fleurs uniquement pour leur odeur ou leur couleur, mais parfois pour leur forme...



Ophrys abeille, mimétisme pour attirer les abeilles mâles mais également possibilité d'autofécondation en fin d'été

# Pour aller plus loin, des exemples de coévolution



## E-7.9 TRAFIC DE TOXINES CHEZ LES PAPILLONS

Les Papilionacées du genre *Dioclea* possèdent des graines qui contiennent de la canavanine, substance qui mime l'arginine dont elle ne diffère que par un groupement  $\text{CH}_2$  remplacé par une molécule d'oxygène. Incorporé dans la synthèse protéique de l'insecte phytophage, cet acide aminé de substitution conduit à la production d'enzymes non fonctionnelles, entraînant la mort des phytophages.

Néanmoins, les larves du Bruchide *Caryedes brasiliensis*, accomplissent leur développement complet en se nourrissant de graines toxiques de *Dioclea*. Les larves du Bruchide possèdent une arginyle-tRNA synthétase qui discrimine la L-arginine et la L-canavanine. Non seulement *Caryedes brasiliensis* est capable d'éviter l'incorporation de cet acide aminé de substitution, mais il en dégrade jusqu'à 60 % en canaline et urée. Grâce à une uréase particulièrement active, l'urée est à son tour dégradée en ammonium qui peut être récupéré par l'organisme. Comme nous le voyons, *Caryedes* est un spécialiste de la canavanine.

L'établissement du système mimétique très complexe entre Lépidoptères, dont nous avons déjà parlé repose sur le détournement de toxines. Le Monarque *Danaus plexippus*, se développe sur une plante-hôte du genre *Asclepias* qui présente des toxines de type glucoside cardiotonique. Ces substances sont assimilées par la chenille qui se nourrit de cette plante. Ce sont ces substances qui conféreront à l'adulte son goût amer. Cette coévolution de type spécialisation entre plante et insecte constitue le facteur clé des interactions *Asclepias*-Monarque-Geai bleu.

## E-7.10 LA PLANTE AUX ŒUFS D'OR

La passiflore comme beaucoup d'autres plantes présente des toxines, des glucosides cyanogénétiques. Il en existe 6 classes chimiques structurales et l'on observe une assez bonne corrélation entre classes chimiques et sous-genres de *Passiflora*.

Ces substances chimiques sont inactivées chez la chenille d'*Heliconius* qui comme la chenille d'*Asclepias* les réutilise à son profit. Le système enzymatique digestif de l'insecte présente une  $\beta$ -glucosidase qui évite l'hydrolyse des composés cyanogéniques et bloque la libération de cyanide qui sinon serait mortel pour la chenille. La spécialisation ne se fait pas au hasard. Il existe une assez bonne corrélation entre spécialisation et classes chimiques, une espèce d'*Heliconius* ne peut tolérer qu'un petit nombre de composés cyanogéniques (souvent au sein d'une seule classe).

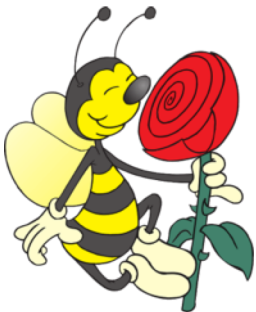
L'innovation génétique du système repose ici sur l'acquisition chez la plante d'un trait original limitant le coût reproductif lié à l'insecte phytophage. Certains individus de différentes espèces de passiflore présentent des structures qui miment les œufs jaune doré des *Heliconius*, ce qui dissuade les femelles papillons de pondre. En effet, les femelles ne pondent pas sur une plante où il y a déjà des œufs et elles sont incapables de distinguer ces leurres de vrais œufs.

Des preuves de coévolution sont données par le fait que la phylogénie des *Heliconius* et celle Passiflores sont corrélées à plusieurs niveaux taxinomiques. À des groupes d'espèces d'*Heliconius* correspondent des sous genres de *Passiflora*. Aux changements chimiques de la plante auraient correspondu des changements au niveau des enzymes digestives de l'insecte. De plus, *Heliconius* a joué le rôle d'agent sélectif dans l'évolution des structures développées par la plante. En effet, ces structures sont apparues indépendamment chez différentes espèces de Passiflores et sont dérivées de tissus différents. Une même pression exercée par le phytophage a sélectionné une réponse adaptative de même nature chez des lignées évolutives différentes et à partir de matériaux différents.

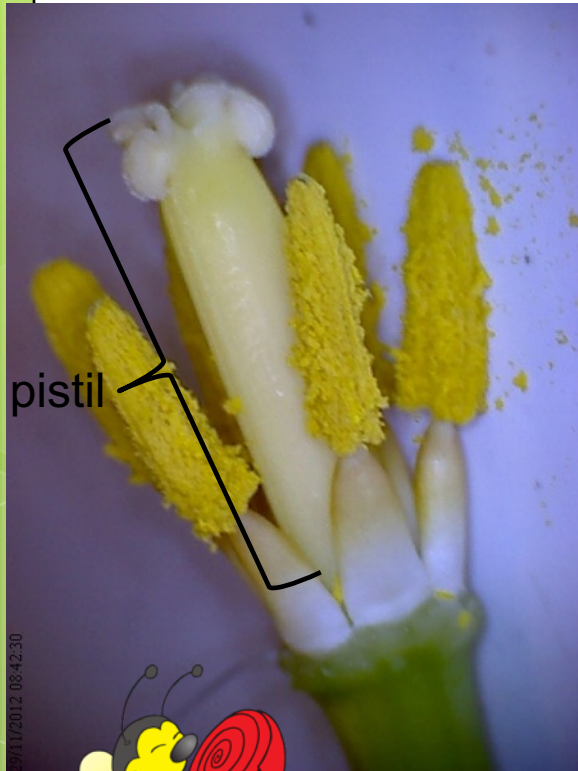
Le bilan des interactions est positif en terme de valeur sélective pour la population de plante qui présente des individus ayant des leurres et il est négatif pour les papillons qui pondront moins sur de telles plantes.

# De la graine au fruit...

- Une fois l'ovule fécondé, l'ovaire se transforme en fruit (l'ovule en graine). Ce dernier peut-être disséminé par un animal ce qui participe à la colonisation de l'espace par la plante, à vie fixée...



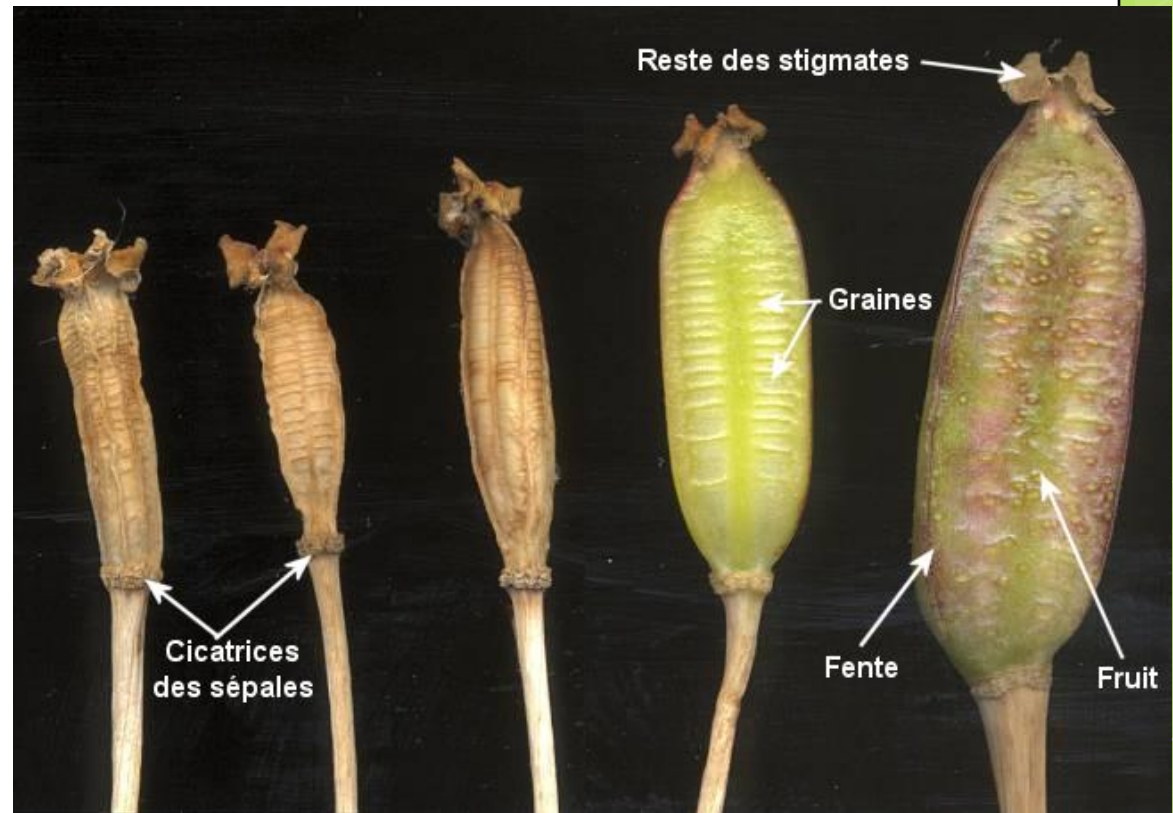
# De la fleur au fruit chez la Tulipe



09/11/2012 08:42:30



S. Dalaine



<http://espace-svt.ac-rennes.fr/applic/fleur/tulipe/l-tulipe/l-tulip11.htm>

# Dispersion des graines et coévolution

La reproduction sexuée des plantes produit des graines qui sont ensuite disséminées loin de la plante mère pour coloniser de nouveaux espaces ou simplement avoir une chance de germer. Nous allons voir comment une coévolution plante-animal peut faciliter la dispersion de ces graines.

## A La formation et la dissémination des graines



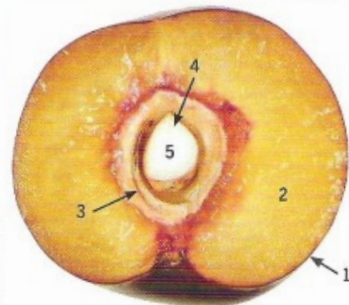
Prunes tombées sous l'arbre

Une fois les ovules fécondés par des grains de pollen, la fleur subit un certain nombre de transformations pour donner un fruit contenant des graines. Ces graines vont ensuite germer et donner naissance à une plante. Mais, sans aide, ce nouvel individu ne pourrait pas aller bien loin et ne se développerait éventuellement que sous la plante mère, là où est tombée la graine. La colonisation d'un milieu par les végétaux requiert donc l'assistance du vent (anémochorie) ou d'animaux (zoochorie) pour **disséminer** les graines dans de nouveaux espaces.



Graines de fruits dans des excréments de renard

### Doc. 1 Une nécessité : la dissémination des graines.

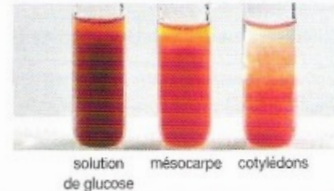


- |           |                     |
|-----------|---------------------|
| Péricarpe | 1- épicarpe         |
|           | 2- mésocarpe charnu |
|           | 3- endocarpe durci  |
| Graine    | 4- embryon          |
|           | 5- cotylédons       |

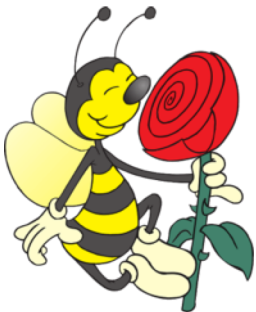
- **La transformation de la fleur en fruit**
  - La plupart des pièces florales (sépales, pétales, étamines) fanent.
  - La paroi de l'ovaire devient la paroi du fruit nommée péricarpe (lui-même divisé en trois parties).
  - Les ovules fécondés deviennent des graines comprenant l'embryon et des cotylédons (feuilles chargées de réserves organiques).
- **Mise en évidence du stockage de matières organiques dans un fruit charnu**

Le fruit charnu est un des multiples types de fruits existants. Le péricarpe présente une partie très développée (charnue) riche en matières organiques. Il représente une source de nourriture importante qui attire divers animaux.

Tests réalisés avec de la liqueur de Fehling sur des extraits de deux parties d'une prune : le réactif utilisé caractérise les glucides réducteurs comme le glucose ou le fructose.



### Doc. 2 La prune, un exemple de fruit charnu attirant des animaux.



## B Une dissémination, produit d'une coévolution

Le *Melocactus violaceus*, un cactus d'une dizaine de centimètres de diamètre, pousse sur les sols sableux des zones désertiques brésiliennes. Il produit des fruits roses au niveau d'un *cephalium* blanchâtre situé à son sommet. Le lézard

*Tropidurus torquatus* est un des rares animaux à pouvoir manger ces fruits ; il permet ainsi la dissémination des graines qui se retrouvent dans ses déjections. Cette collaboration entre plante et animal est le produit d'une coévolution.



Le lézard *Tropidurus torquatus*



*Melocactus violaceus* avec un fruit sortant du *cephalium*

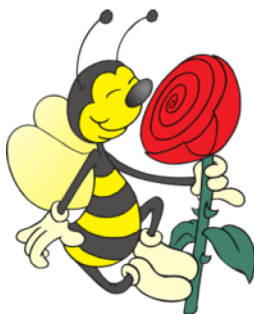
### • Adaptations de la plante

Le lézard est un des rares animaux de la région à pouvoir être actif dans la journée. Les températures dépassent en effet régulièrement les 50 °C et le manque d'eau se fait sentir. Le cactus produit des fruits sucrés et très riches en eau ; ils se forment dans le *cephalium* et ne sortent qu'à maturité. Une équipe de chercheurs a mesuré le rythme de sortie des fruits de 118 cactus pendant une journée et l'a mis en parallèle avec le nombre de lézards présents autour des plantes. Les résultats sont présentés ci-dessous.

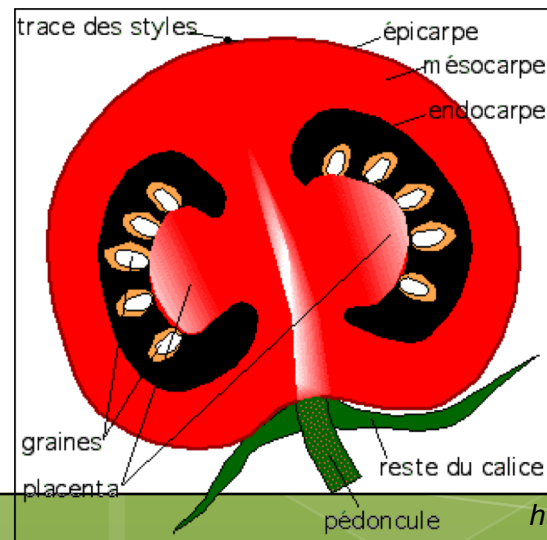
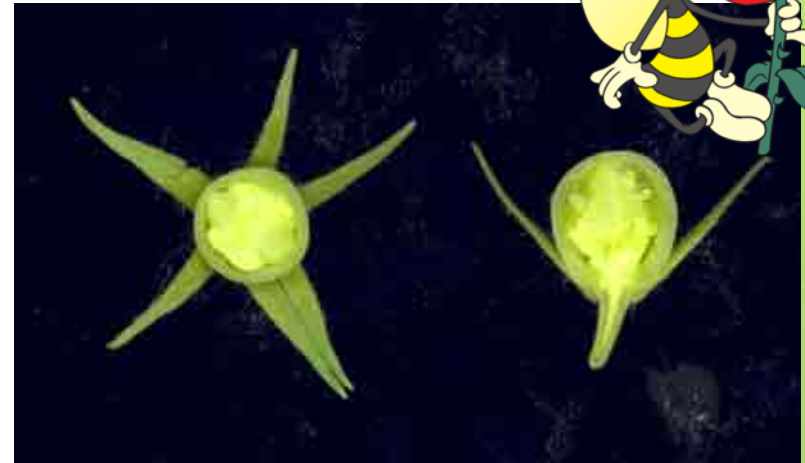
### • Adaptations du lézard

La morphologie du lézard lui permet de manger facilement les fruits du cactus ; il est assez petit pour se faufiler entre les épines et sa bouche est assez grande pour pouvoir ingérer le fruit. Après digestion, les graines se retrouvent dans les déjections du lézard qui les dépose en moyenne à trois mètres de la plante mère.

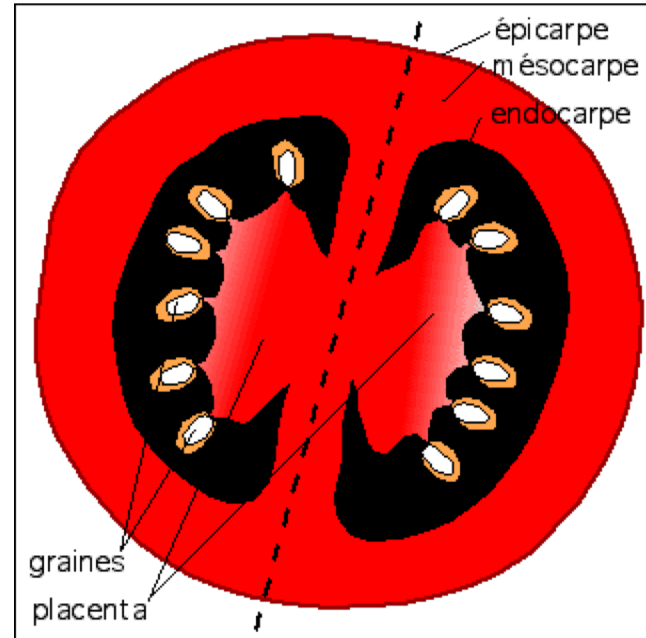
Pour estimer le pouvoir germinatif des graines digérées, des chercheurs ont récupéré et planté des graines mangées par des lézards. Ils ont suivi le taux de germination de ces graines au cours du temps en comparaison avec des graines n'ayant pas transité par le système digestif d'un lézard. Les résultats sont présentés sur le graphique ci-dessous.



# Le fruit de la Tomate *Solanum lycopersicum* (Solanacées)

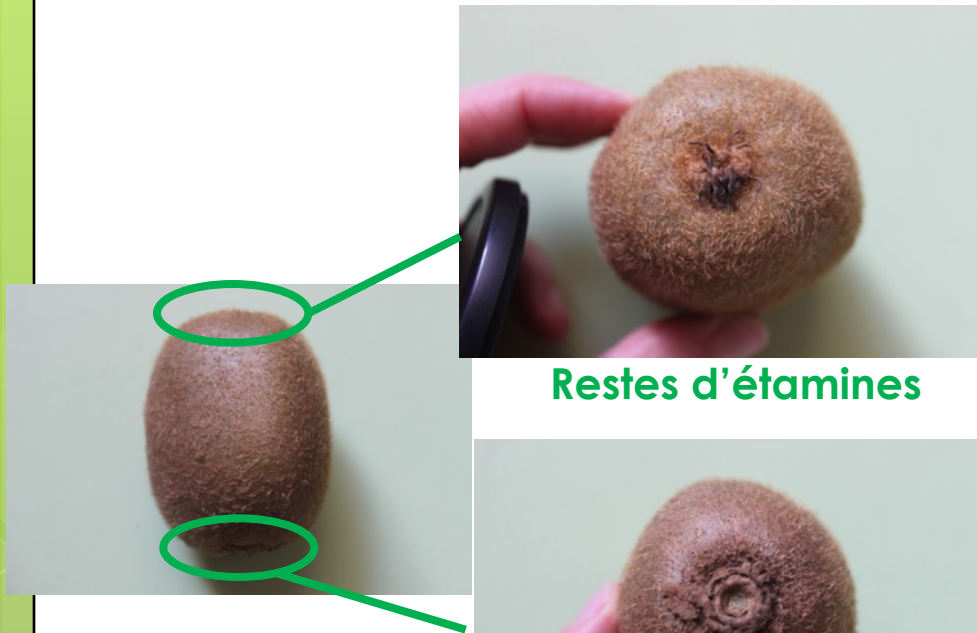


**Coupe longitudinale.** Le fruit est situé au dessus du plan d'insertion des pièces florales, il dérive d'un ovaire supère. Il contient plusieurs loges dont on ne peut déterminer le nombre sur une coupe longitudinale. La placentation est axile et les placentas sont proéminents.



**Coupe transversale.** Ce fruit comporte deux loges (deux carpelles soudés), la placentation est axile. On distingue les graines entourées d'un tégument gélifié à maturité. Selon les variétés cultivées, les fruits peuvent également comporter trois ou cinq loges (cloisonnement surnuméraire).

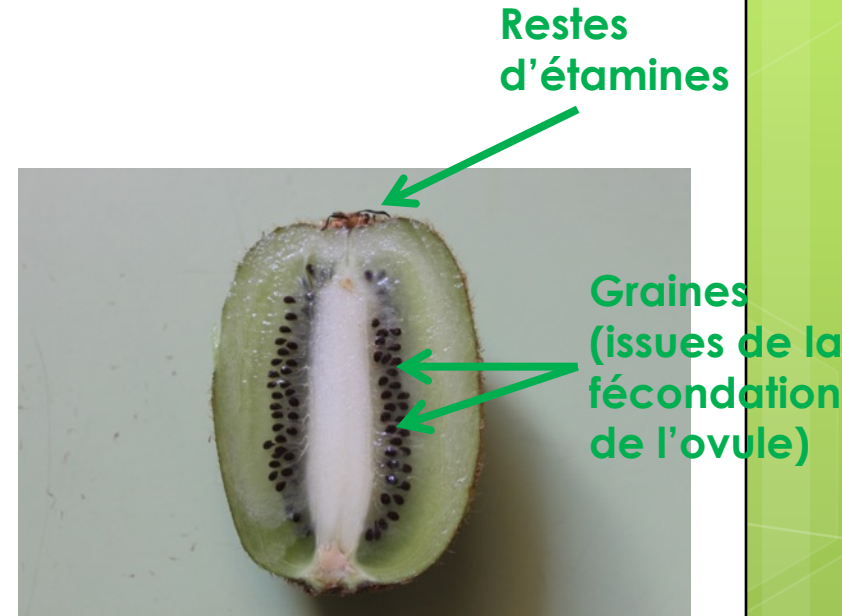
# Le fruit du kiwi (*Actinidia sinensis*, de la famille des Actinidiacées)



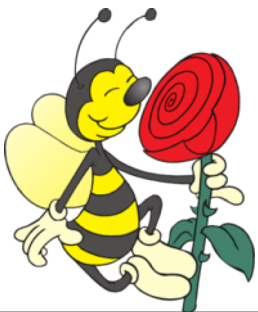
Restes d'étamines



Reste du pédoncule



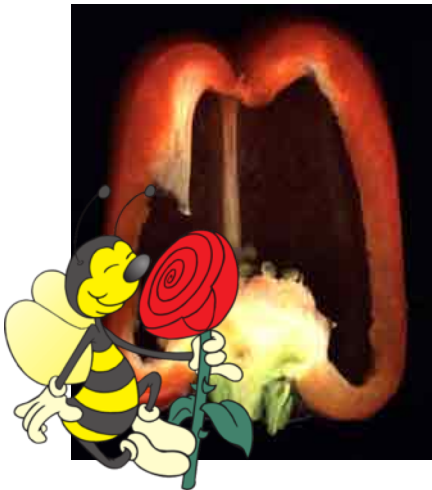
S. Dalaine



# Le fruit du poivron (*Capsicum* sp, de la famille des Solanacées)



Les traces des pièces florales (sépalles) sont visibles autour du pédoncule. Ce fruit dérive donc de la transformation d'un ovaire supère.



# Le fruit de l'avocatier (*Persea gratissima*, de la famille des Lauracées)



Le noyau d'avocat est une graine entourée par ses téguments. Elle contient un embryon à deux cotylédons coriaces chargés de réserves.

**Le tégument de la graine a été enlevé.** On observe au centre verticalement une fente correspondant à la limite des deux cotylédons.



**Les deux cotylédons ont été séparés.** On observe dans la partie basse, l'axe embryonnaire avec sa radicule coupée longitudinalement vers le bas et la gemmule vers le haut.

