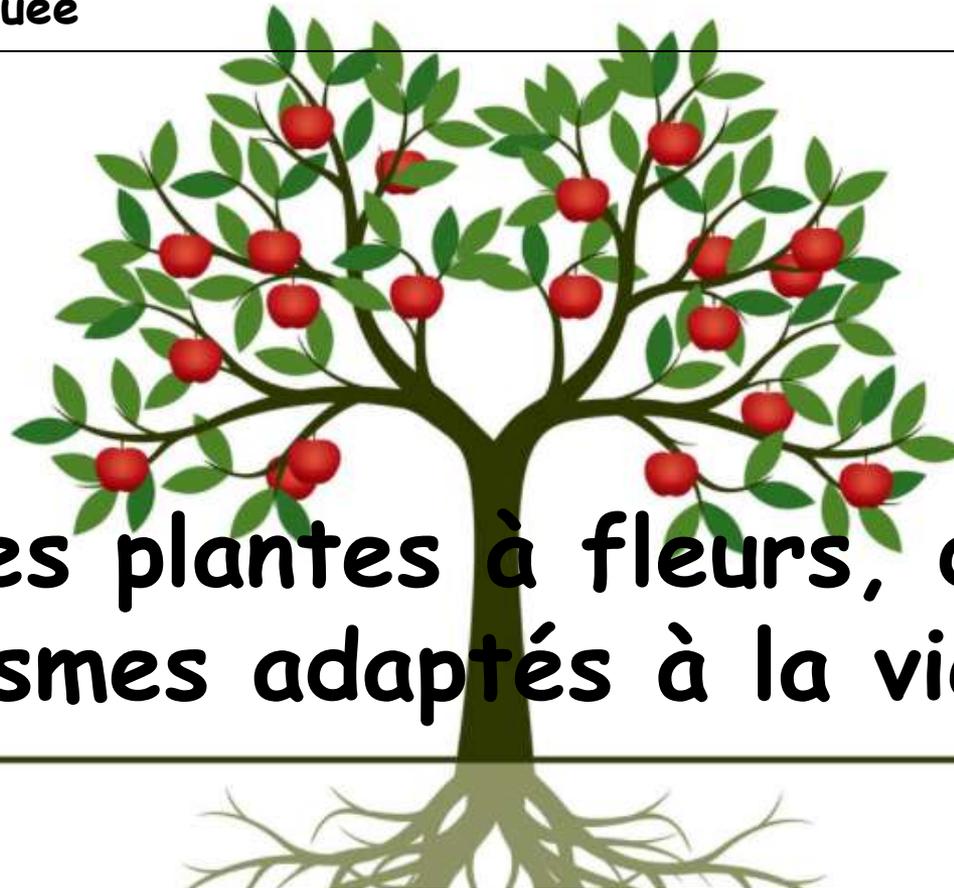


Thème : Enjeux planétaires contemporains - De la plante sauvage à la plante domestiquée



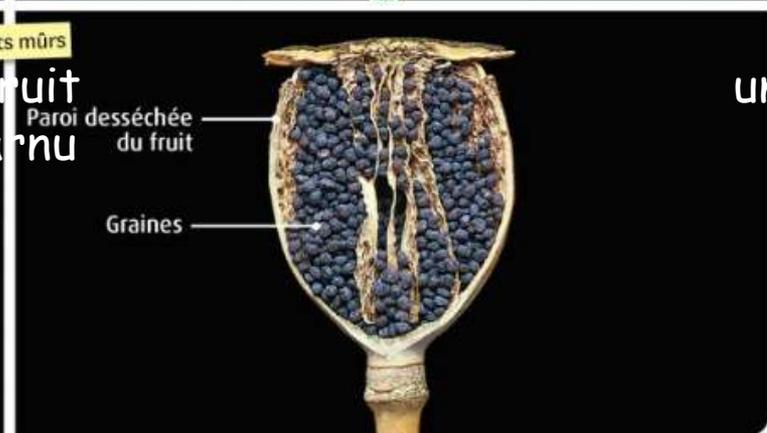
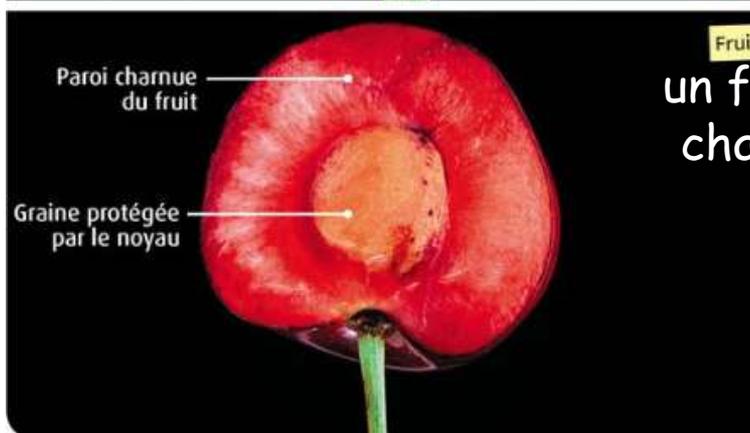
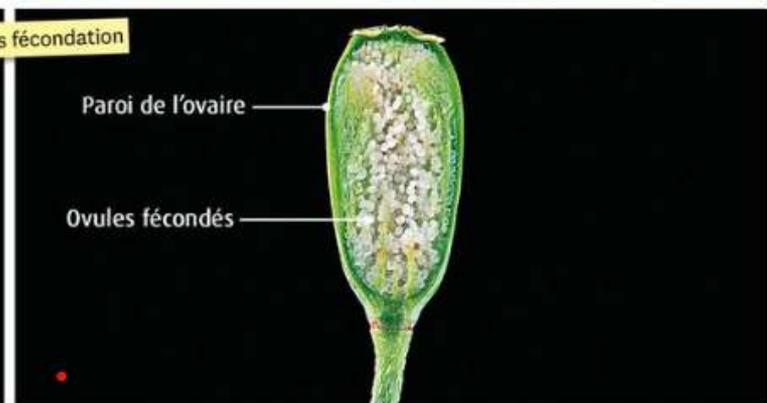
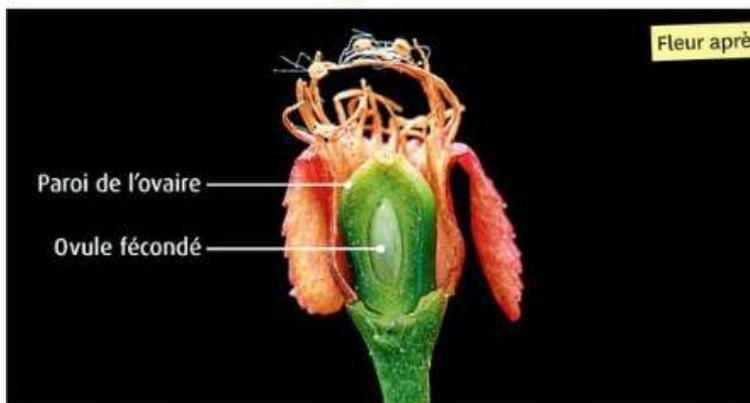
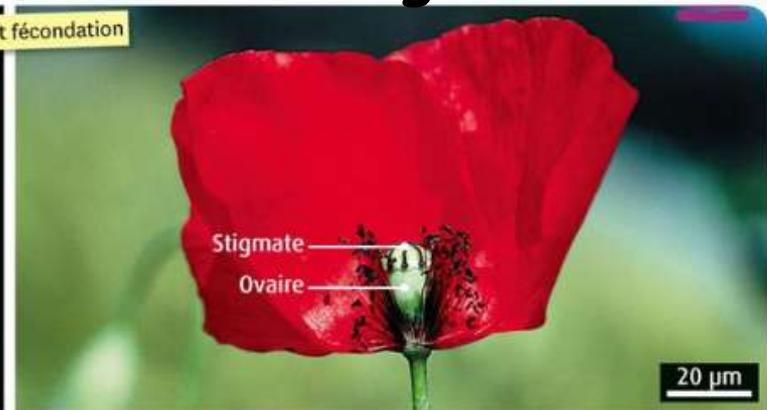
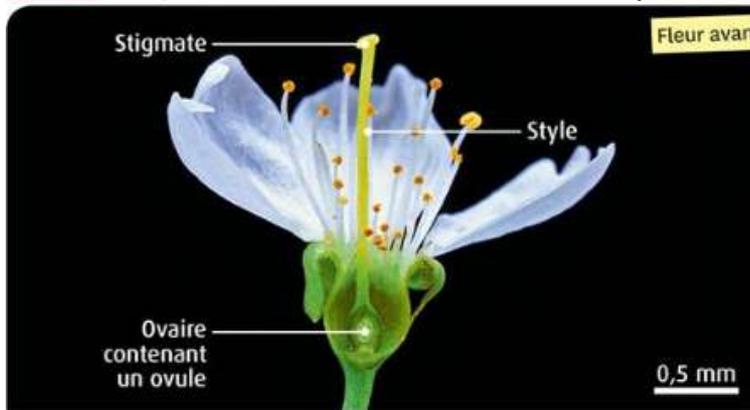
Les plantes à fleurs, des organismes adaptés à la vie fixée

Comment les végétaux peuvent-ils se nourrir, se développer et se reproduire tout en étant fixés ?

II - Stratégies de reproduction

- Les plantes à fleurs ne se déplacent pas pourtant elles se reproduisent (rencontre du gamète mâle et femelle) et s'installent dans de nouveaux milieux en dispersant des graines contenues dans des fruits → Mobilité bien qu'étant fixé
- Le transport du pollen, des fruits, des graines peut être réalisé par des agents physiques (vent, l'eau) ou les animaux.
- Différentes adaptations peuvent être constatées en fonction du mode de dispersion.

De la fleur au fruit, de l'ovule à la graine en CL



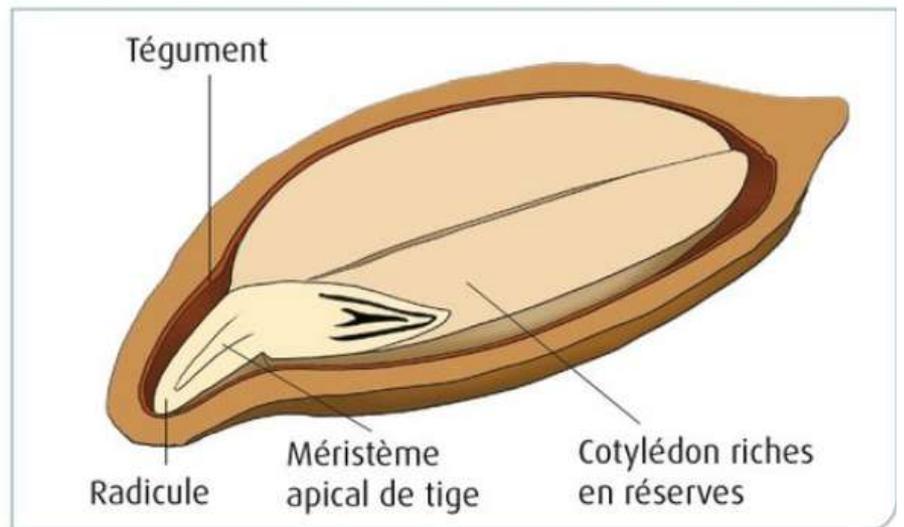
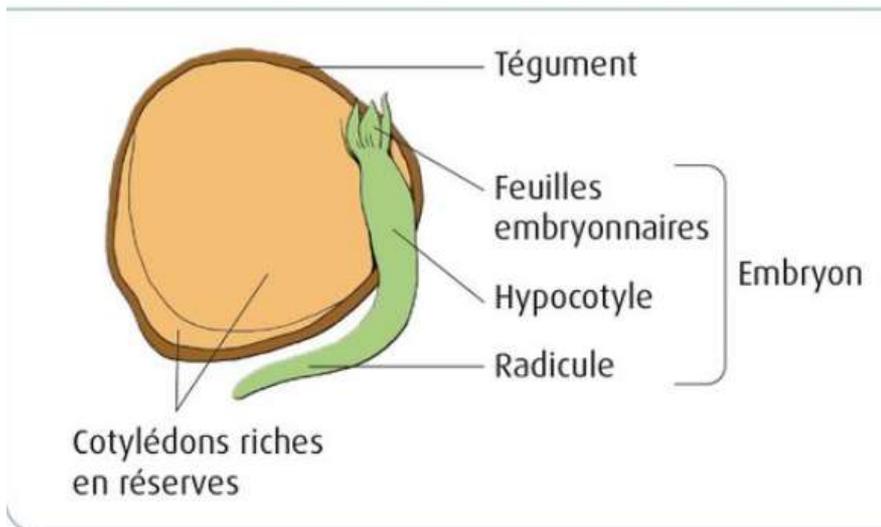
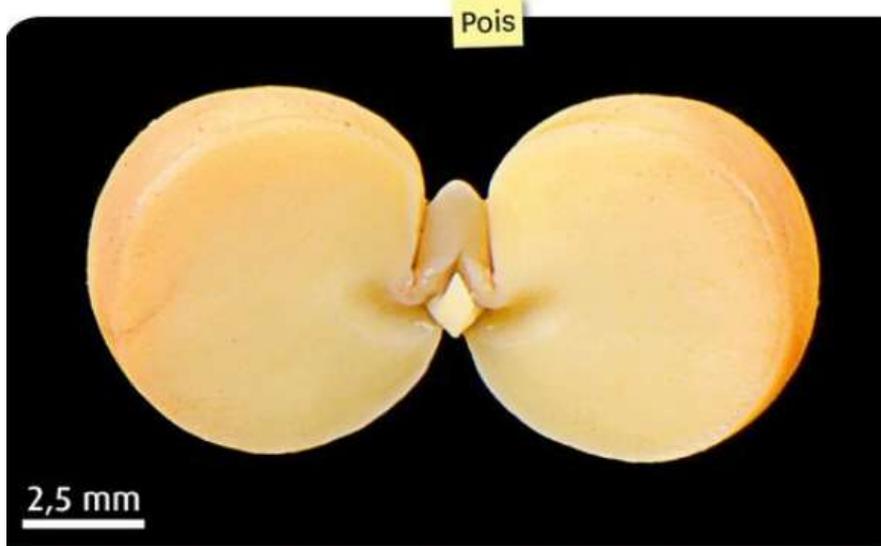
TP : graines

Dissection / dissémination/germinatoin

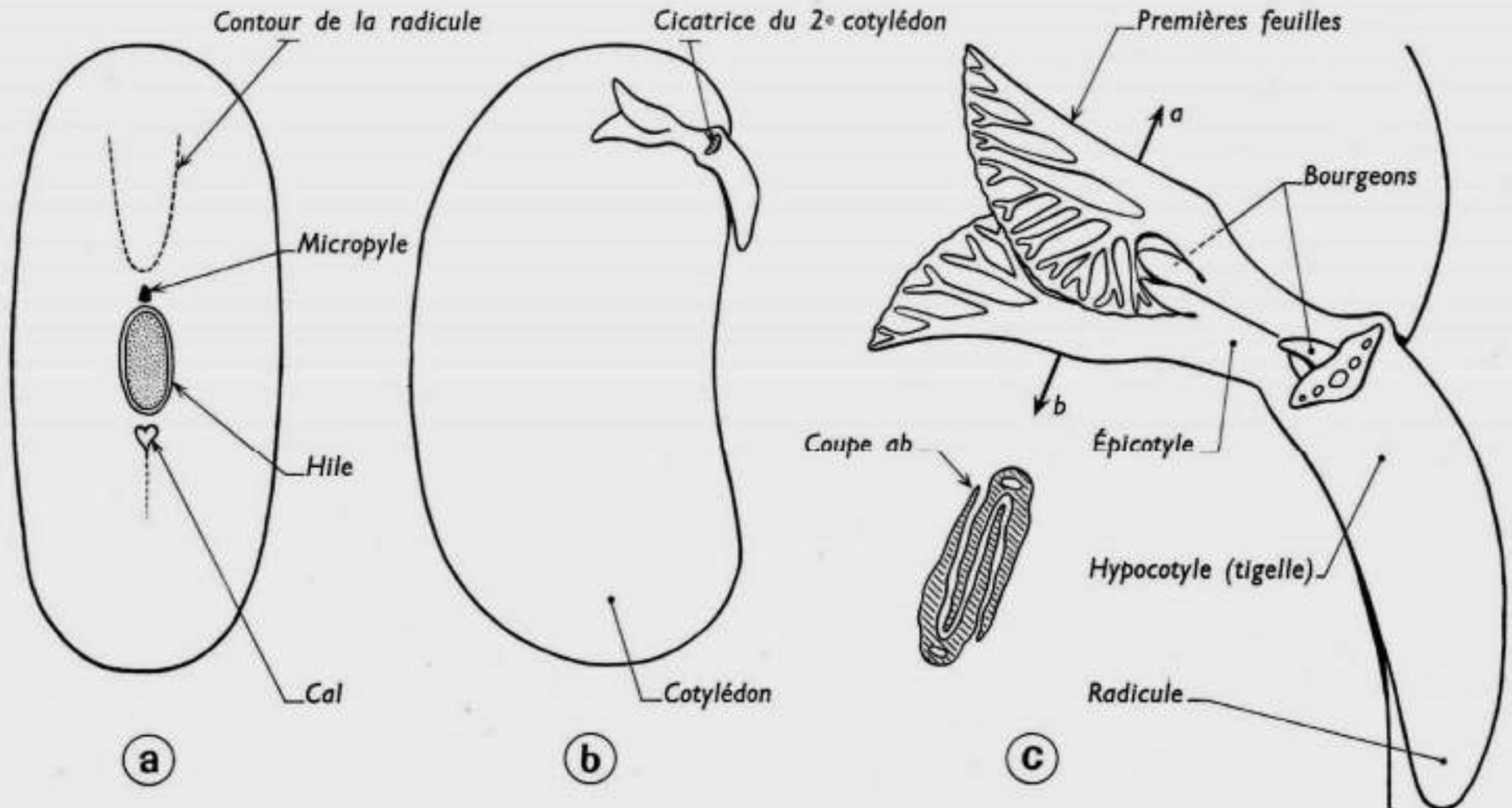
A. Dispersion et germination des graines

- *Comment les graines assurent-elles l'installation des plantes à fleurs dans un nouveau milieu ?*
- *Comment disperser loin de la plante mère ?*
- *Une fois la graine dispersée, elle doit germer...*

Structure comparée des graines de pois et de pomme.



Structure de la graine de haricot

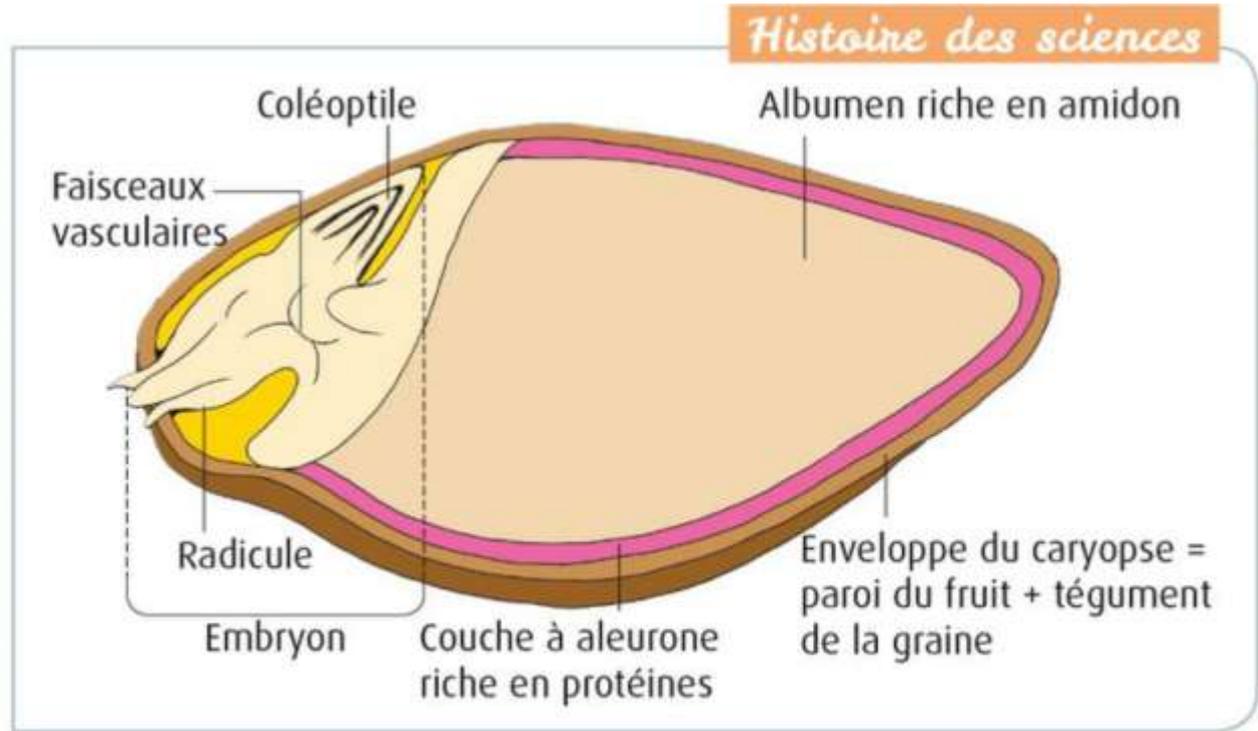


La graine du Haricot.

a : aspect d'ensemble ; b-c : dissection de la graine.

▲ FIGURE 3. Rappel de l'organisation d'une graine exalbuminée (Haricot).
D'après VINCENT (1974).

Structure d'un caryopse d'orge.

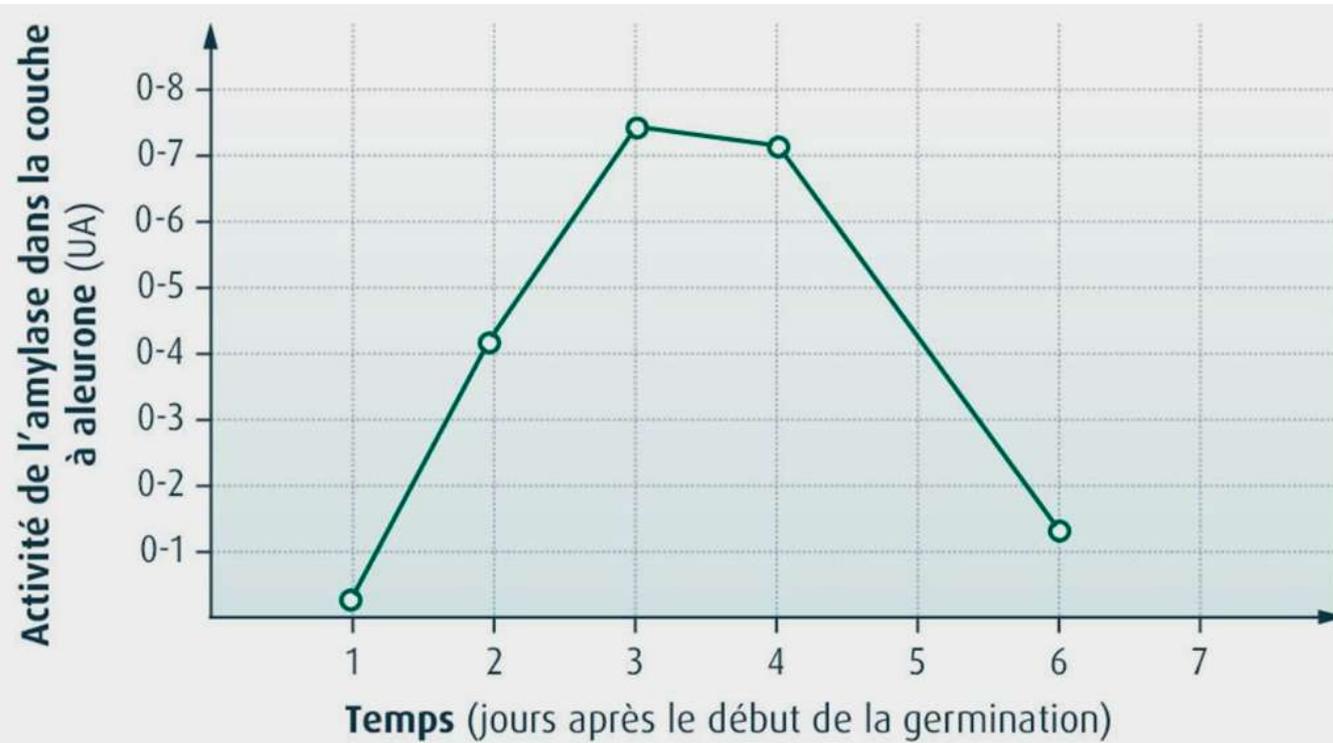


© Belin Éducation/Humensis, 2020 Manuel SVT Terminale spécialité

© Istock / Stocksnapper / Amélie Veaux

La germination de l'orge est la première étape de la fabrication du malt destiné à l'élaboration de la bière.

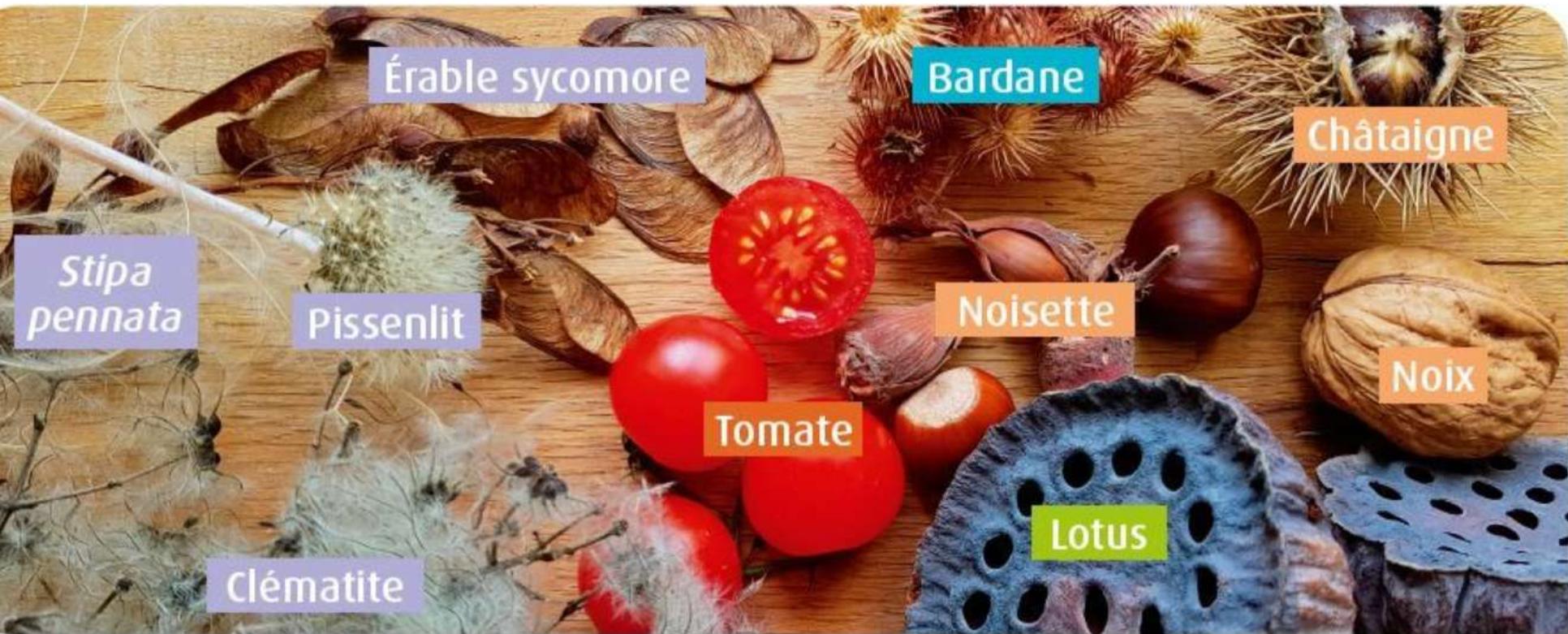
Activité de l'amylase pendant la germination du caryopse d'orge.



L'amylase est une enzyme produite à partir des protéines contenues dans les réserves du caryopse et permettant la **dégradation de l'amidon en sucres** (sources d'énergie pour la germination).

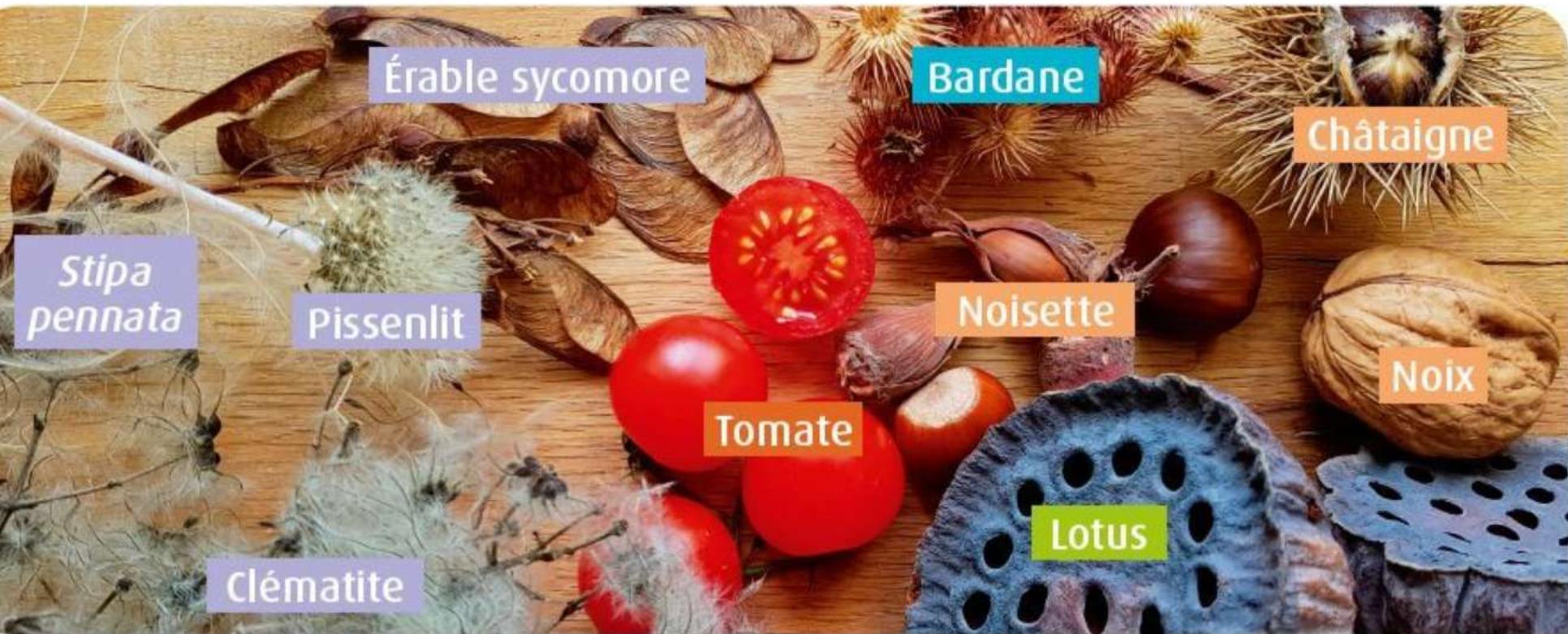
- Si la graine est à l'origine d'une nouvelle plante, c'est qu'elle doit contenir :
 - un embryon (plante miniature),
 - des réserves, et ...
 - l'équipement enzymatique pour les mobiliser

Diversité morphologique des fruits



Quel agent de transport ?

Diversité morphologique des fruits



 Vent

 Eau

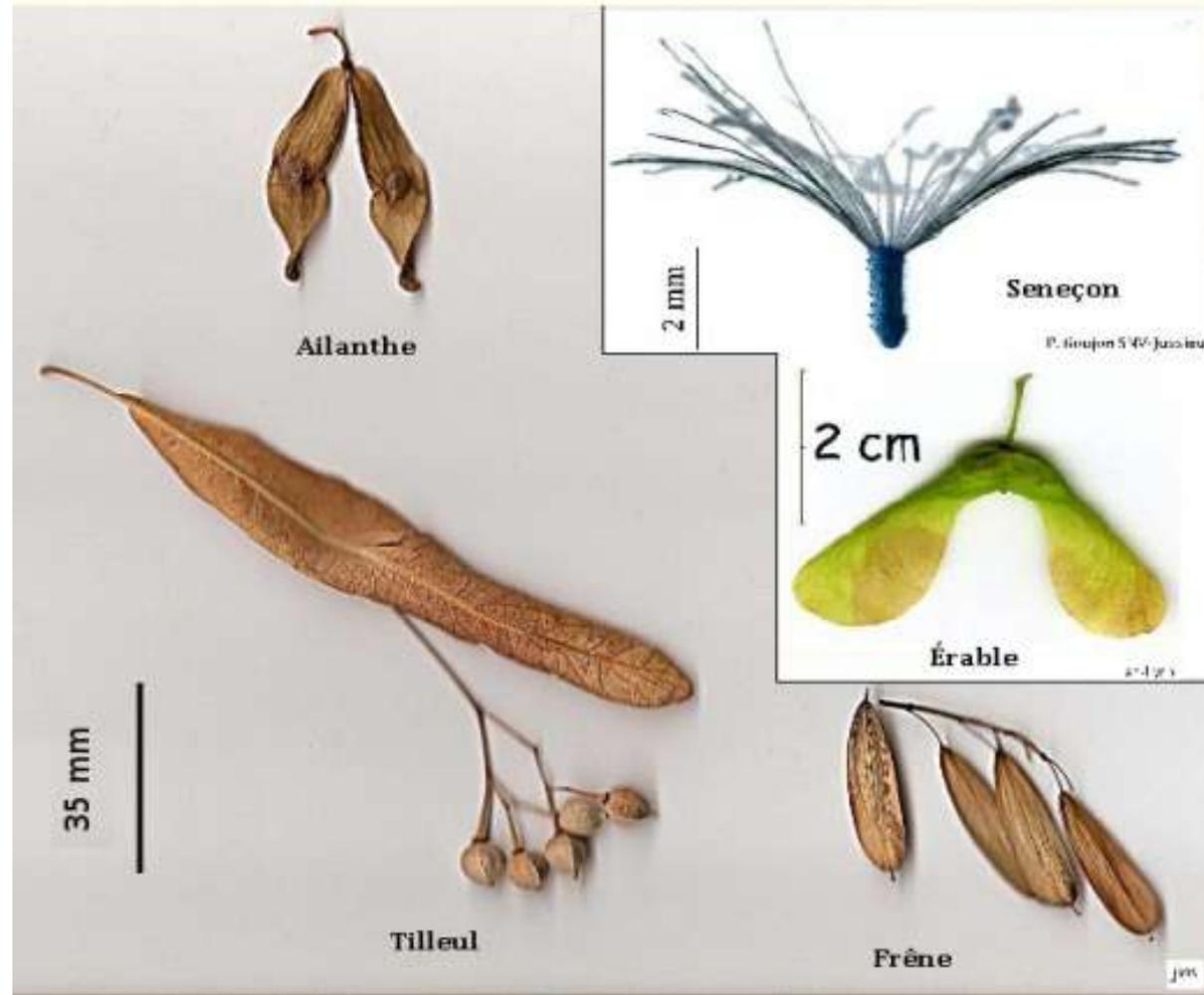
 Animaux (tube digestif)

 Animaux (cache et réserve)

 Animaux (surface du corps)

- Transport par le vent : Anémochorie.

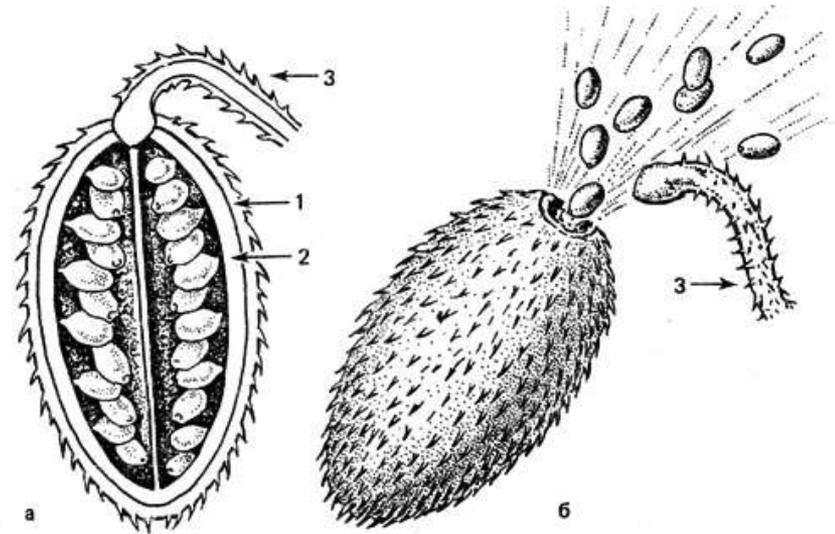
Objectif : ralentir la chute



- Dispositifs actifs

Propulsion sous pression :
Ecballium (concombre d'âne)

<https://www.youtube.com/watch?v=qVDMOzn8N-U>



Hydrochorie



Le fruit flotte!

Fleur de lotus



Une graine qui flotte

Hydrochorie

Graine

Le fruit du lotus

58 jours

**Une graine
de lotus qui
a germée**



- La dispersion des graines est nécessaire à la survie de l'espèce et à la conquête de nouveaux territoires. Fruits et graines présentent aussi des dispositifs adaptés au mode de dissémination.

Ex : - Légèreté et structures portantes pour la dissémination par le vent

- Dispositifs actifs développés par la plante (de type catapulte)

- Transport par un animal: Zoochorie.



Fruits à poils
raides et crochus

Gaillet grateron (*Galium*)



Fruits à poils glanduleux, collants



Géranium

Perce-neige (*galanthus nivalis*)



Extension comestible



Violette (*Viola odorata*)



Fruit: capsule



Fruits colorés, charnus, appétissants!

Sorbier et merle



Fruits du cornouiller et crottes de renard



1 - Le transport des graines peut aussi reposer sur des interactions mutualistes entre animal disperseur et plante :

- Les graines disséminés par les animaux sont dans des fruits attractifs : colorés, charnus, riche en sucres. Ainsi, avec les fruits, l'animal accède à une ressource nutritive.

- Les animaux transportent les **graines** accrochées dans leurs poils, plumes...ou les dispersent avec leurs excréments.
 - Souvent, le transit des graines dans l'appareil digestif de l'animal soumet les graines à l'action des enzymes, ce qui altère leur tégument (enveloppe résistante) et facilite la germination
- C'est donc bien une collaboration et une coévolution.

2 - La graine contient l'embryon d'une future plante. Il est protégé par le tégument et est nourri au moment de la germination grâce aux molécules de réserve accumulées dans la graine.

Timelapse croissance de la graine de pois :

https://9gag.com/gag/azmPN6p?ref=ios&fbclid=IwAR1KbfoUCes1wC75J_RfWirLsTN34LMhh40HmKNf3jUKBF16kS0aTzzRorM

Graine de haricot en germination

2 cotylédons
tubérisés flétris



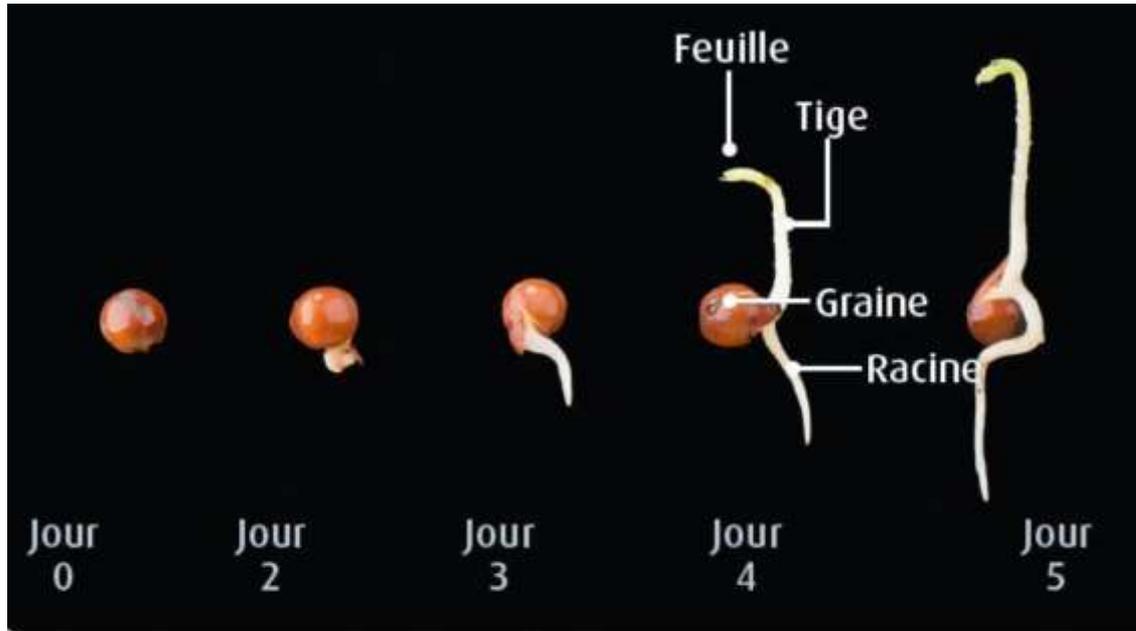
Premières
feuilles issues
de la gemmule

Hypocotyle

Système
racinaire issu
de la radicule



Les conditions de germination.



© Belin Éducation/Humensis, 2020 Manuel SVT Terminale spécialité
© Hervé Conge

Tant que la graine est dans le fruit, elle est en **dormance** et l'embryon présente un métabolisme fortement ralenti.

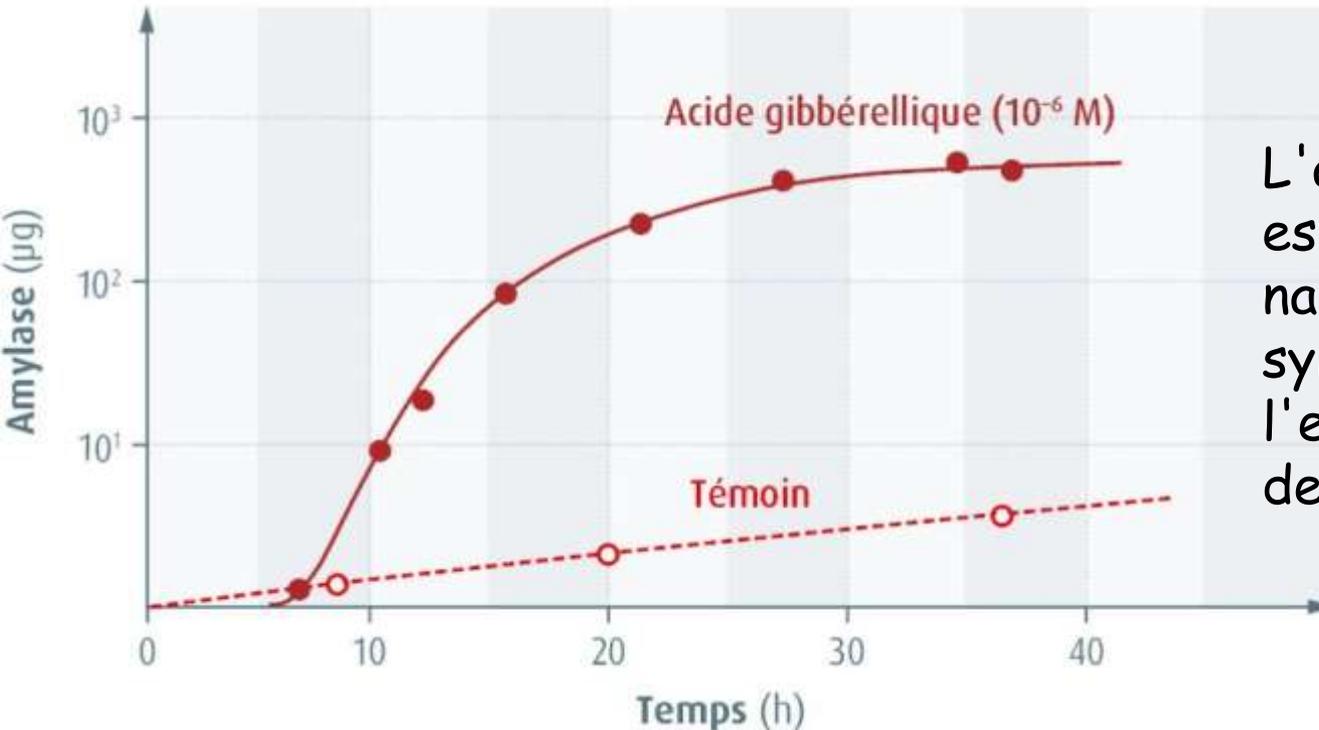
La germination désigne la reprise du développement de l'embryon à partir des réserves contenues dans la graine.

*Les graines peuvent se conserver longtemps sans moisir car elles sont fortement **déshydratées**.*

En revanche, pour que la **germination** se déclenche, une hydratation importante est nécessaire.

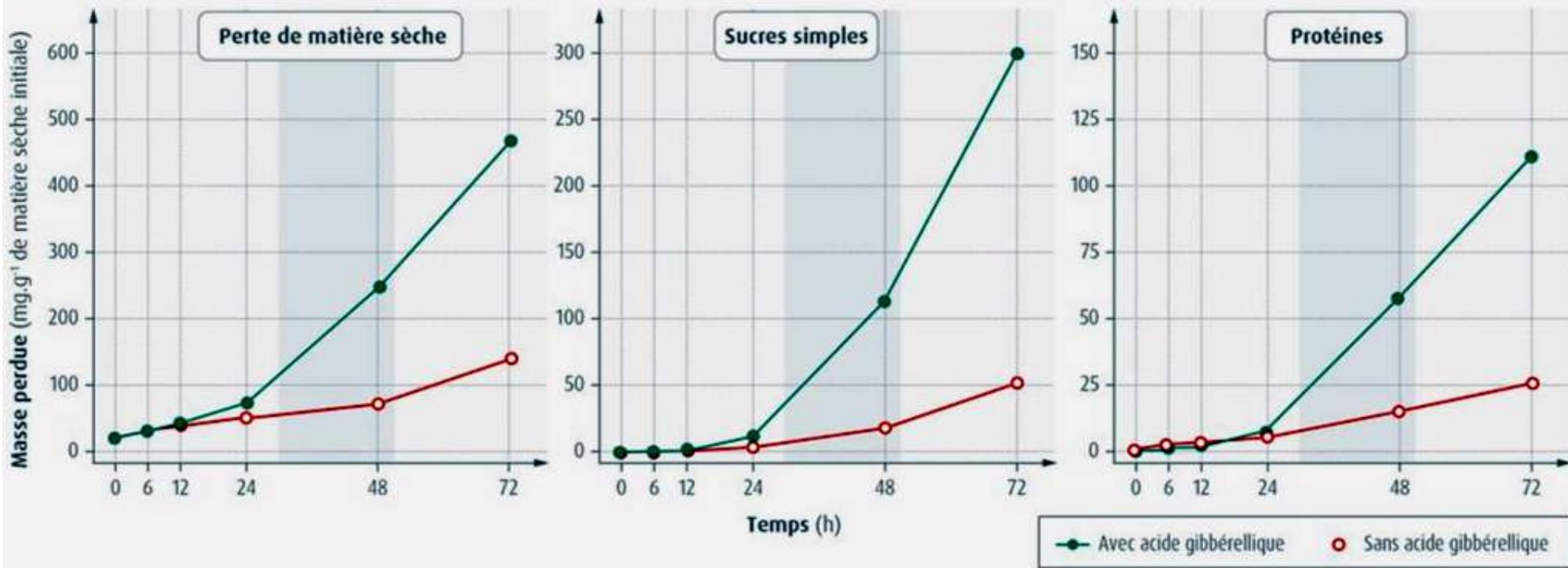
La **levée de dormance** implique souvent une exposition au froid pendant une durée variable. Certaines graines ont également besoin de lumière pour germer.

Effet de l'incubation d'un caryopse d'orge dans une solution d'acide gibbérellique sur la quantité d'amylase.



L'acide gibbérellique est une **phytohormone** naturellement synthétisée par l'embryon dès le début de la germination.

Effet de l'incubation d'un albumen d'orge dans une solution d'acide gibbérannique.



L'albumen d'un caryopse d'orge a été incubé pendant plusieurs heures dans une solution à 2×10^{-6} mol.L⁻¹ d'acide gibbérannique. Les chercheurs ont mesuré la masse de matière sèche perdue ainsi que les quantités de sucres et de protéines produites par l'albumen au cours du temps → utilisation des réserves : la mise à disposition de l'embryon de sucres simples et de protéines, lesquelles lui seront nécessaires pour sa croissance.

- a. Très déshydratée, la graine (et son embryon) peut survivre longtemps tant que les conditions ne sont pas favorables à la germination : Elle est en état de **dormance**.
- b. Les conditions favorables à la **levée de dormance** peuvent varier selon les espèces

- c. L'hydratation de la graine permet une reprise de l'activité métabolique : respiration cellulaire, fabrication d'enzymes nécessaire à la mobilisation des réserves. Cette activité peut être stimulée par des hormones végétales.
- d. La germination correspond à la reprise du développement de l'embryon, à l'origine de la formation d'une nouvelle plante.

B. Fécondation et mobilité des gamètes

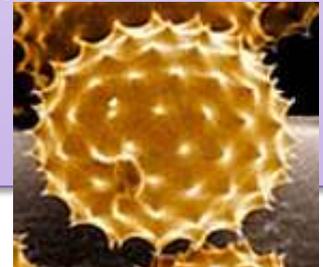
Comment assurer une fécondation croisée ?

Chez les angiospermes (= plantes à fleurs), la reproduction sexuée permet de produire des individus génétiquement différents.

Elle implique un organe spécialisé, la fleur, produisant les gamètes.

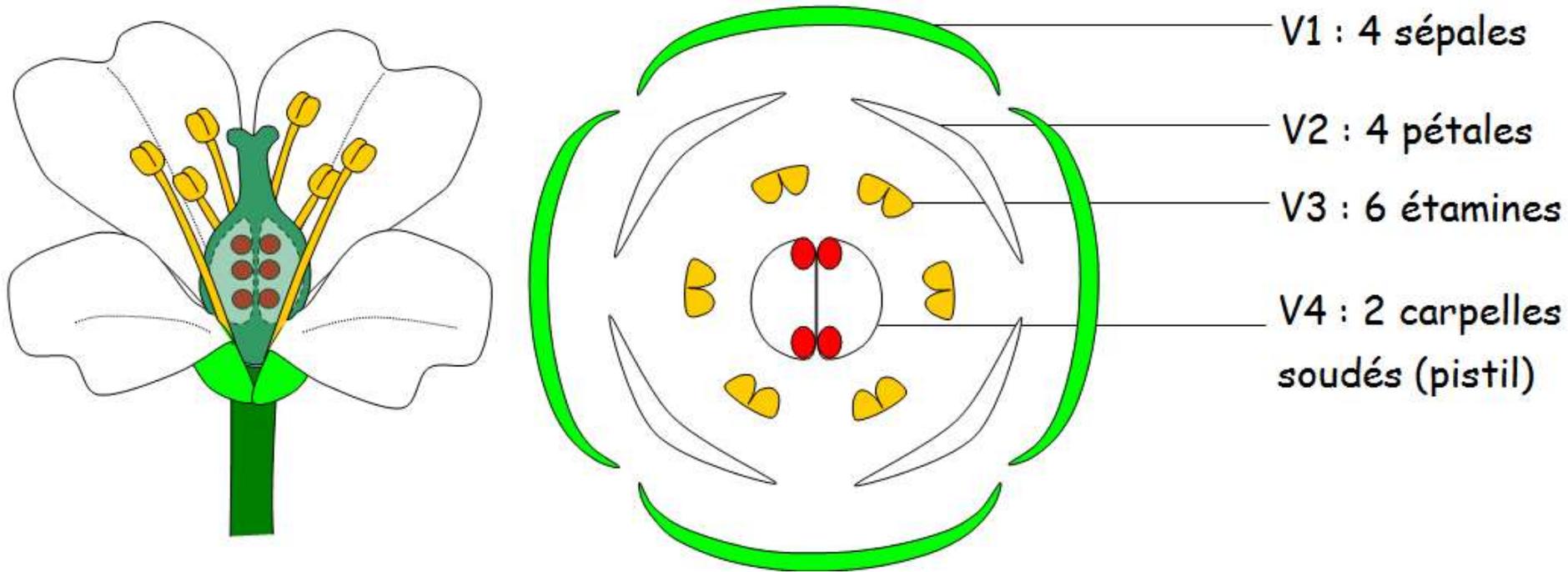


La vie fixée impose un transport du pollen et des graines.



**TP : dissection florale /
coévolution**

Schéma 6 : exemple de fleur et diagramme floral : Diplotaxis (V = verticille)



Exercice en ligne (p 2) : <http://viasvt.fr/legendes-fleur/organisation-fleur.html>

DOCUMENT ANNEXE: Dissection florale d'une brassicacée *Diplotaxis*

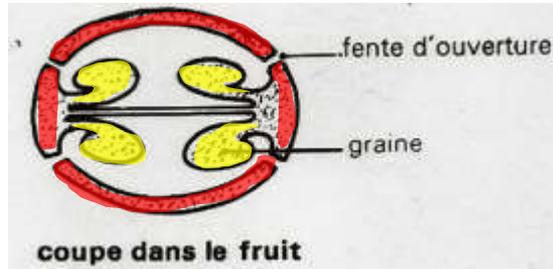
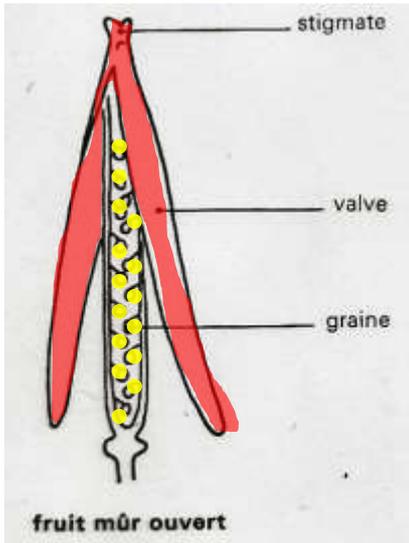
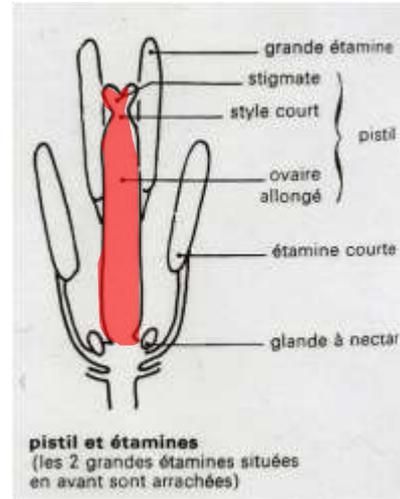
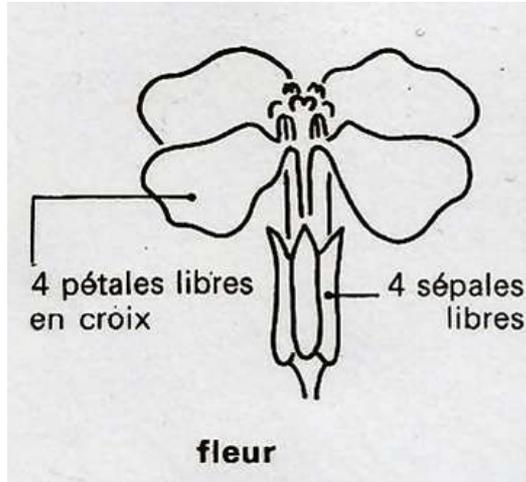
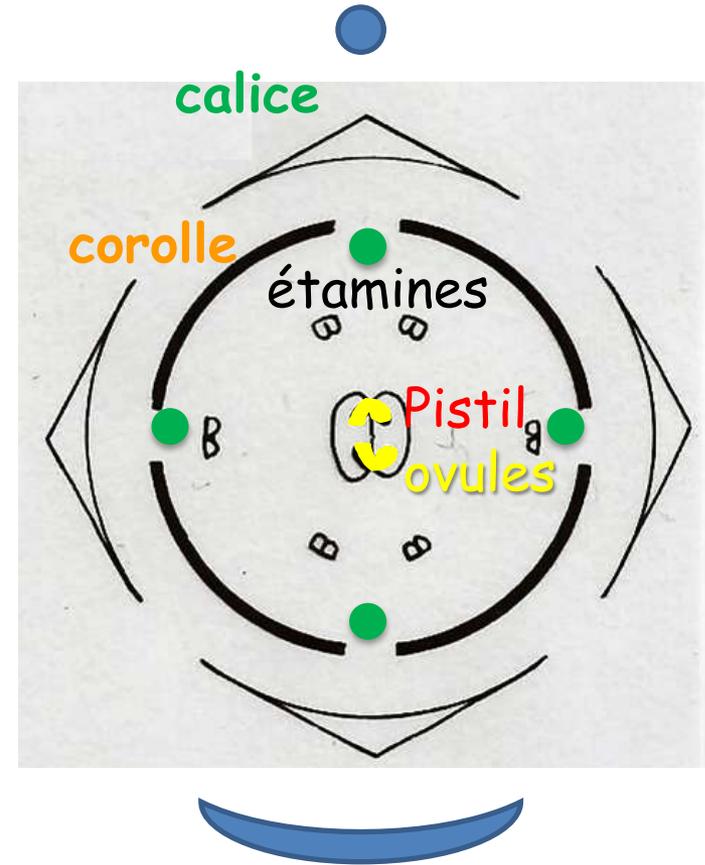


Diagramme floral

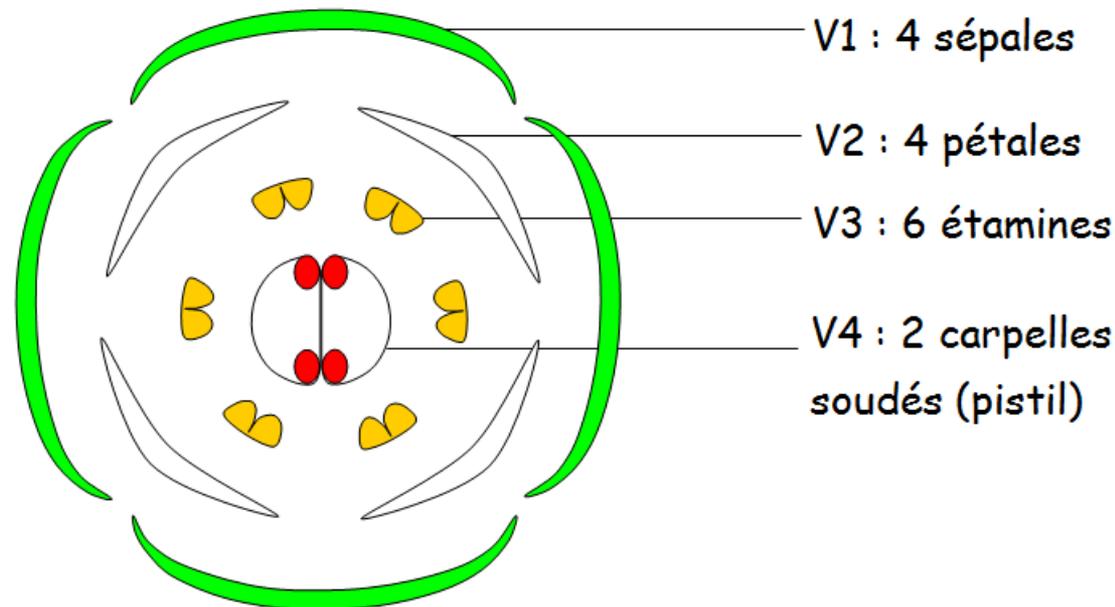


Fleur régulière bisexuée de type 4: 4S 4P E2+4 2C

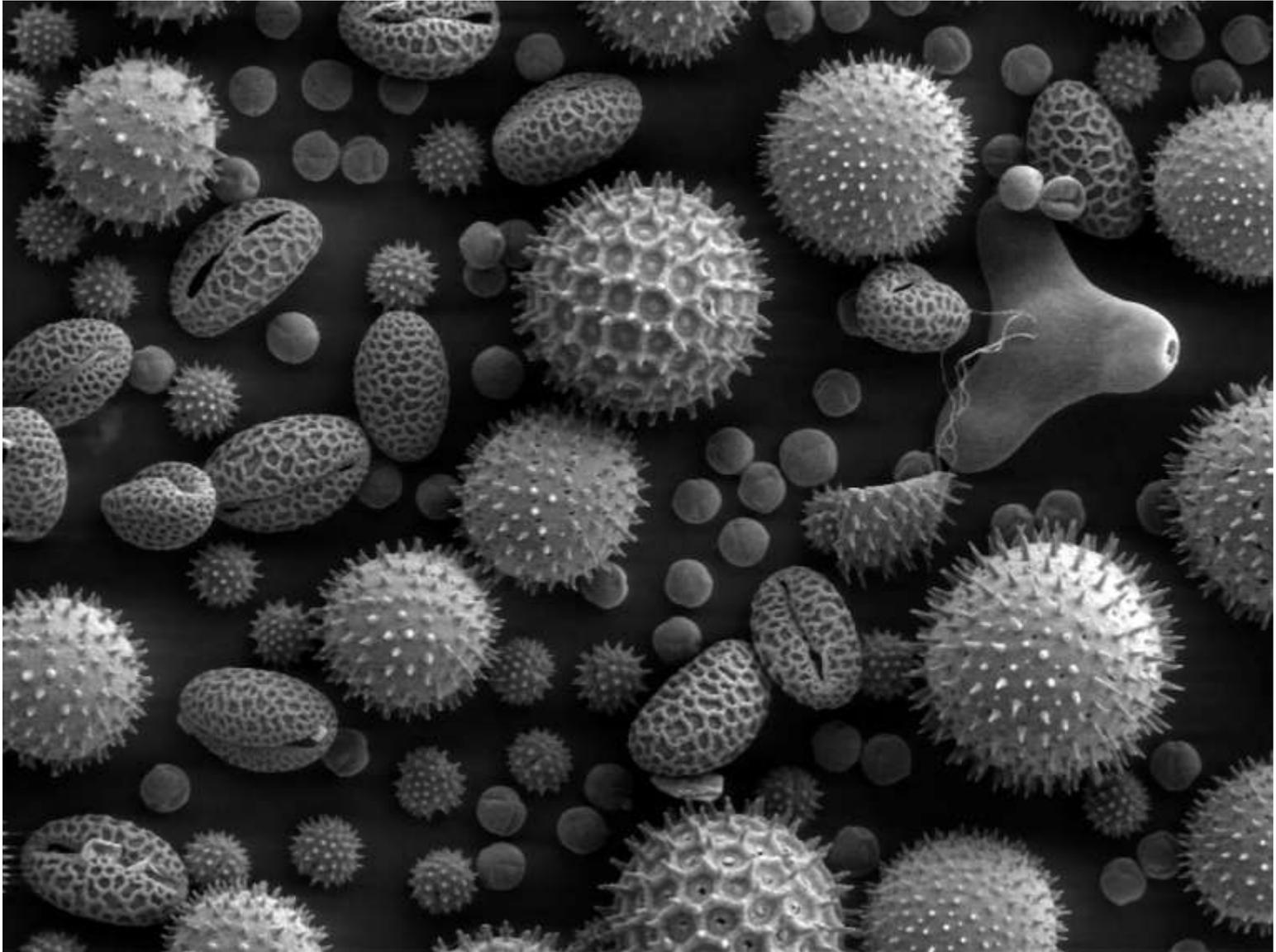
1. L'organisation florale et le fonctionnement de la fleur permettent le rapprochement des gamètes entre plantes fixées

a. La fleur, appareil sexué reproducteur des angiospermes, présente une grande diversité de forme, de dimension, de couleur, odeur, mais obéit à un même plan d'organisation en couronnes concentriques :

- Deux couronnes externes stériles (sépales et pétales) protégeant 2 couronnes internes centrales constituant les organes reproducteurs
- Les **étamines** sont les organes mâles renfermant les grains de pollen, vecteurs des gamètes mâles
- Le **pistil** (ovaire + style + stigmate) est l'organe femelle renfermant les ovules qui contiennent les gamètes femelles.

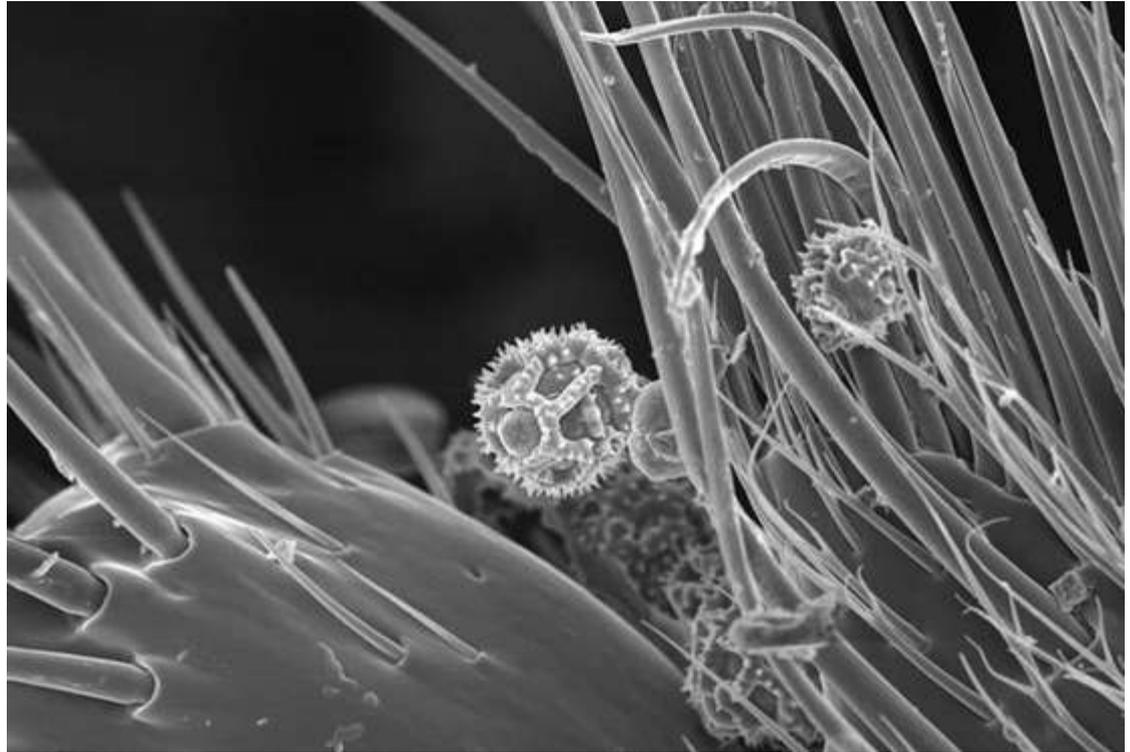


diversité des grains de pollen



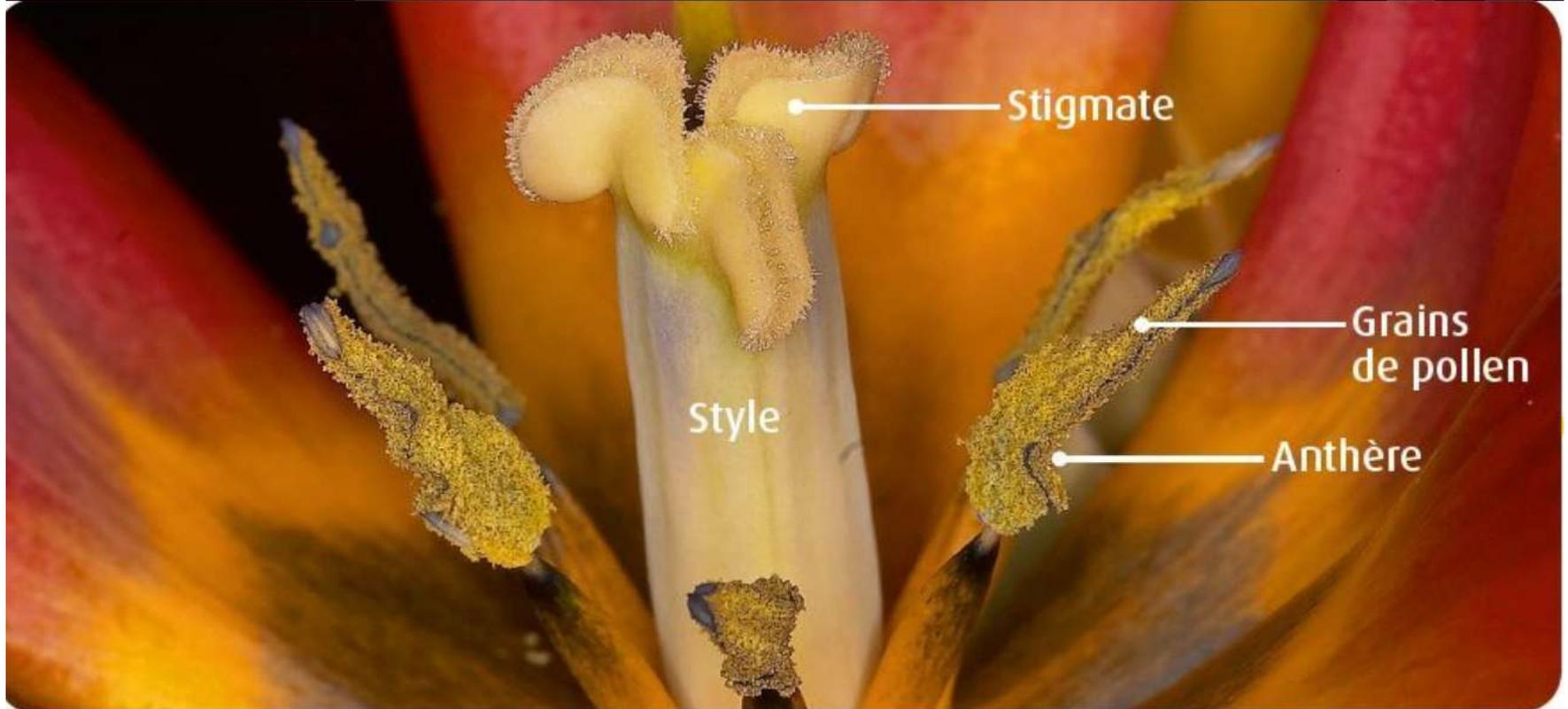
Lesquels sont transportés par le vent ? Les insectes ?

Pollen dans les poils d'une abeille au MEB



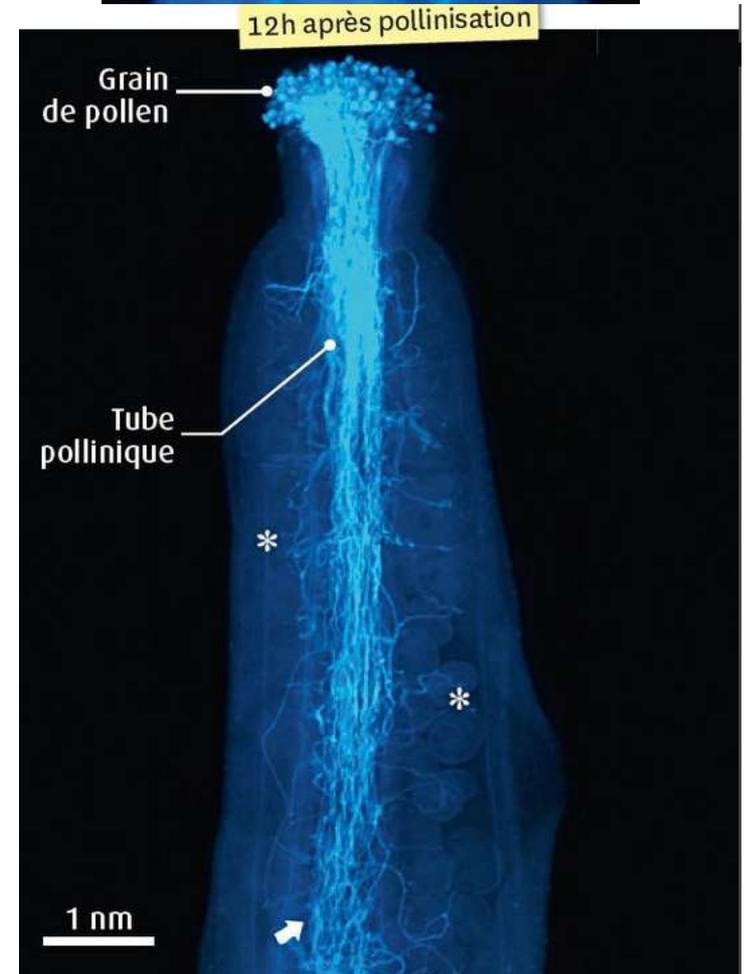
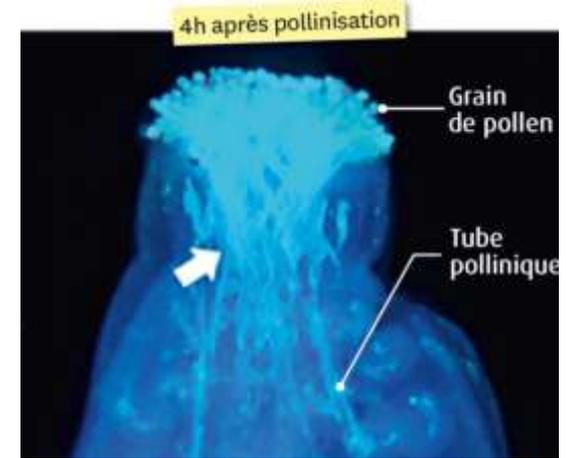
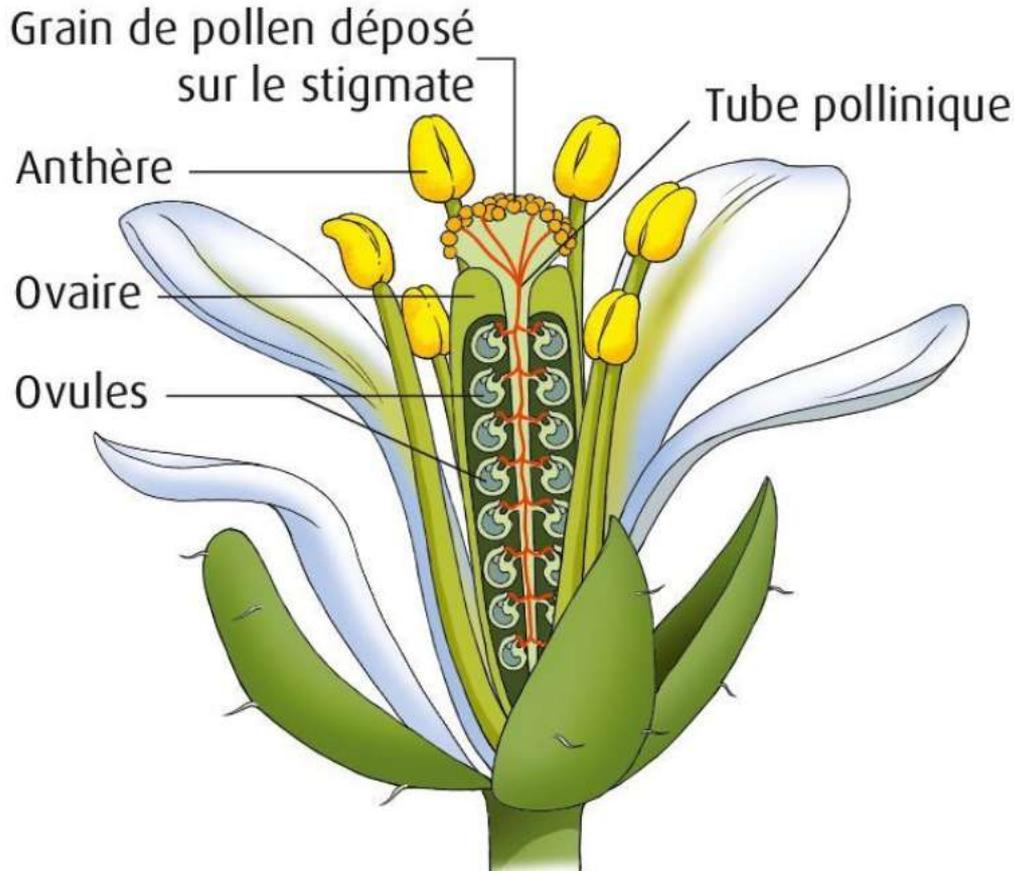
Le stigmate d'un pistil de tulipe

Les stigmates sont généralement situés à l'extrémité du style qui lui-même prolonge l'ovaire. Ils sont souvent collants et se couvrent de pollen quelques jours après l'ouverture des fleurs.



Grains de pollen en cours de germination

vus en coupe dans un pistil et observés au microscope optique

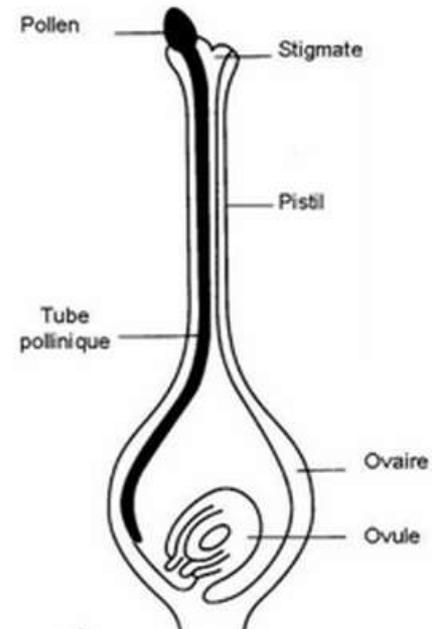
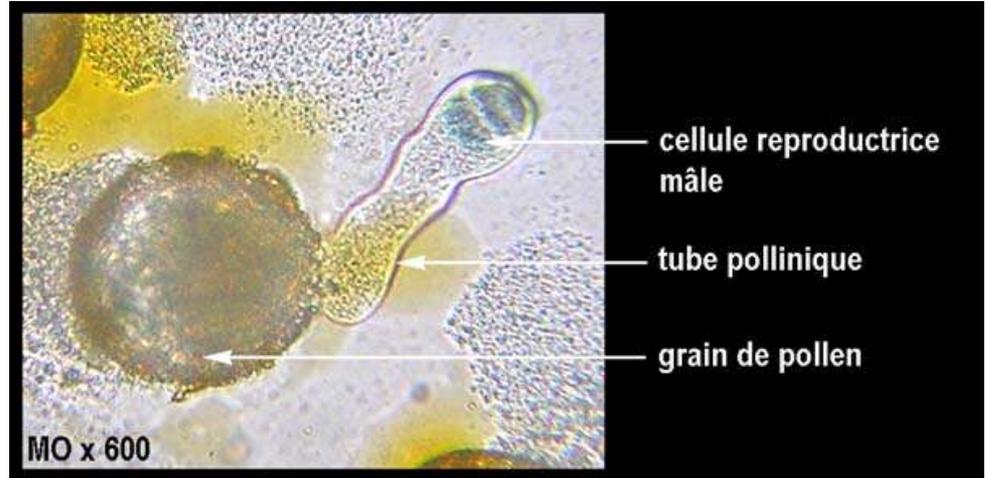


Pollen germé de *Chlorophytum*.

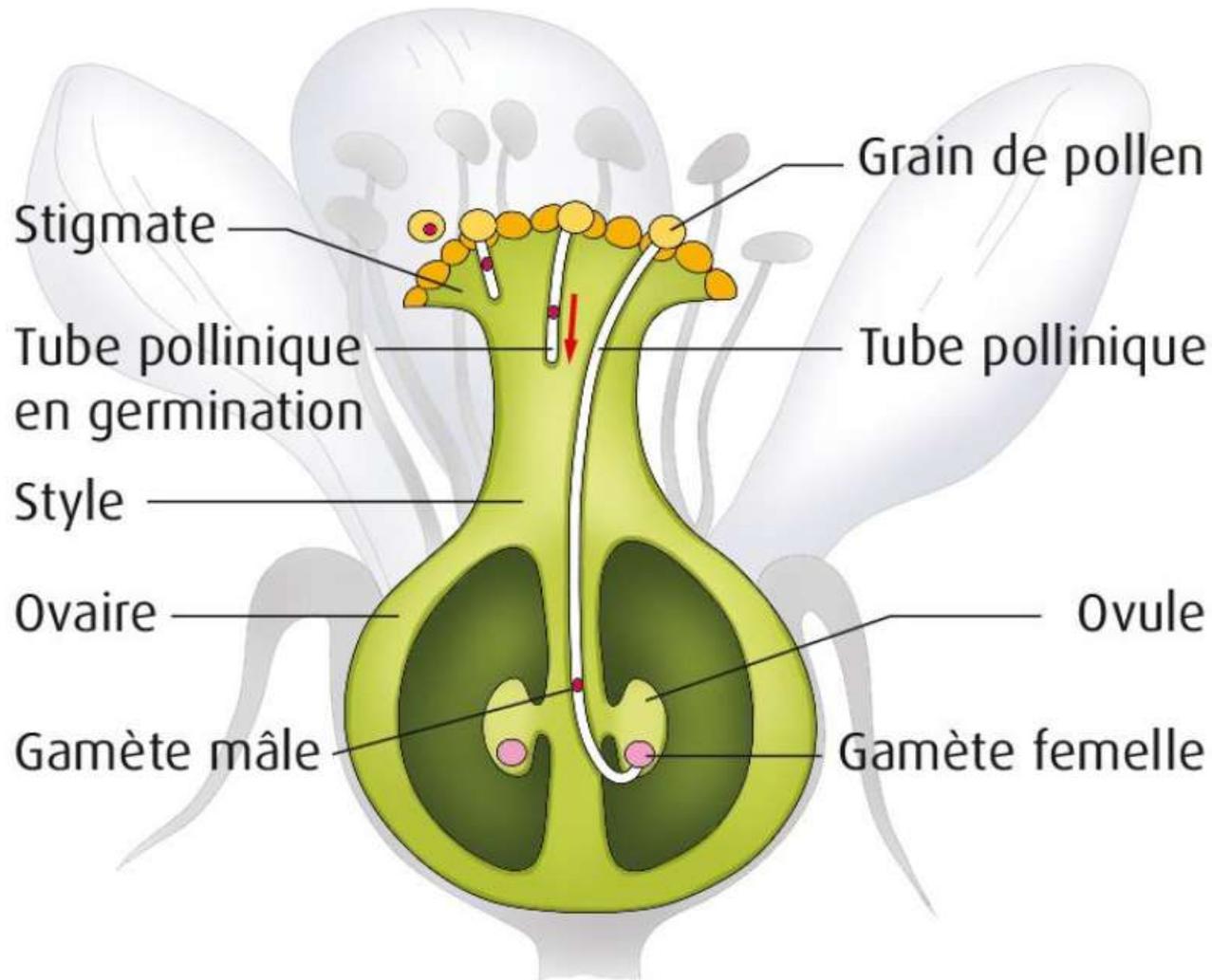
Après 4h de culture sur un milieu nutritif, le pollen est observé au microscope optique (x 400).



Germination d'un grain de pollen sur un stigmate de crocus



Représentation schématique de la fécondation dans le pistil
Le gamète mâle contenu dans chaque grain de pollen migre dans le tube pollinique et gagne un ovule où a lieu la fécondation.



b. La pollinisation est le transport du pollen sur le pistil d'une fleur de la même espèce.

A l'issue de la pollinisation, les grains de pollen déposés sur le stigmate germent et forment un tube pollinique qui permet de transporter les gamètes mâles jusqu'aux gamètes femelles situés à l'intérieur des ovules pour permettre la fécondation.

La fleur hermaphrodite réunit des organes mâles et des organes femelles



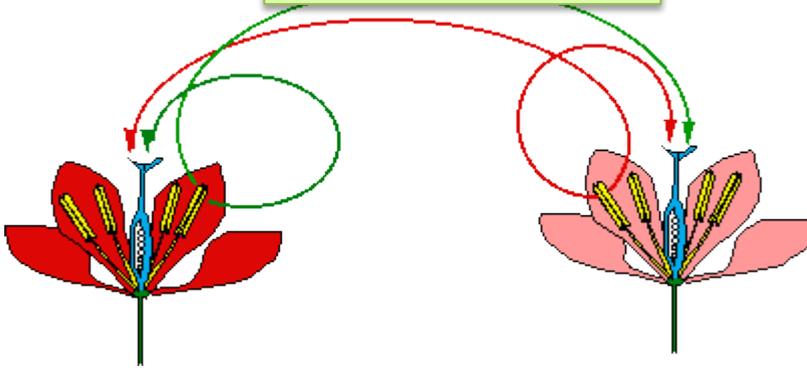
Androcée et gynécée



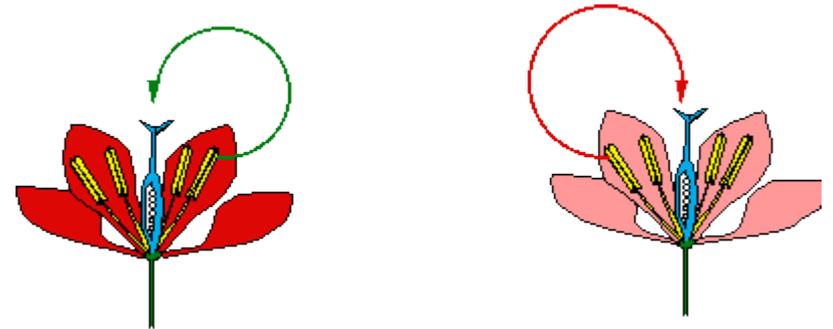
Ovaire disséqué – barre 1mm

Pollinisation et fécondation

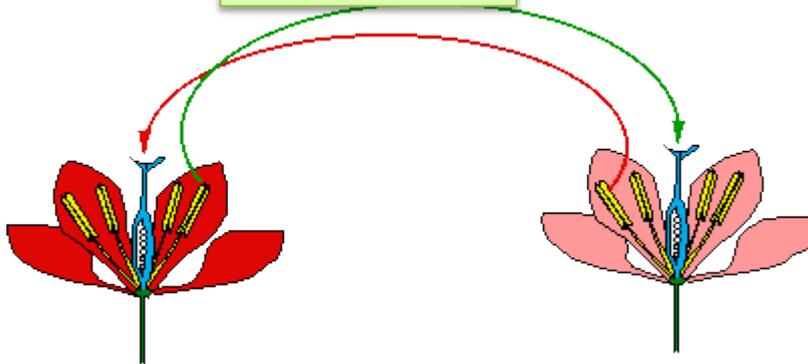
Au hasard



Autopollinisation,
autofécondation



croisée



généralement dans la
fleur fermée

grande variété de stratégies: anatomiques, temporelles ou incompatibilité génétique interdisant l'autofécondation.

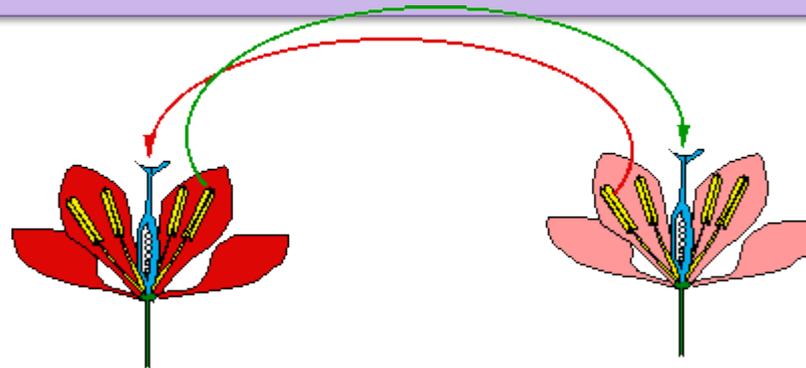
Quand la fleur est hermaphrodite (possédant pistil et étamines), ou que la plante porte des fleurs mâles et des fleurs femelles (plante monoïque), l'autofécondation est possible, voire obligatoire.

- Dans les autres cas, elle est rendu impossible par divers mécanismes d'incompatibilité.

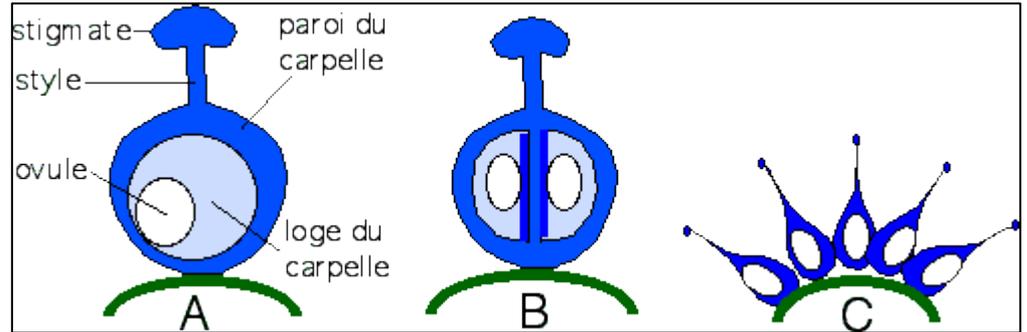
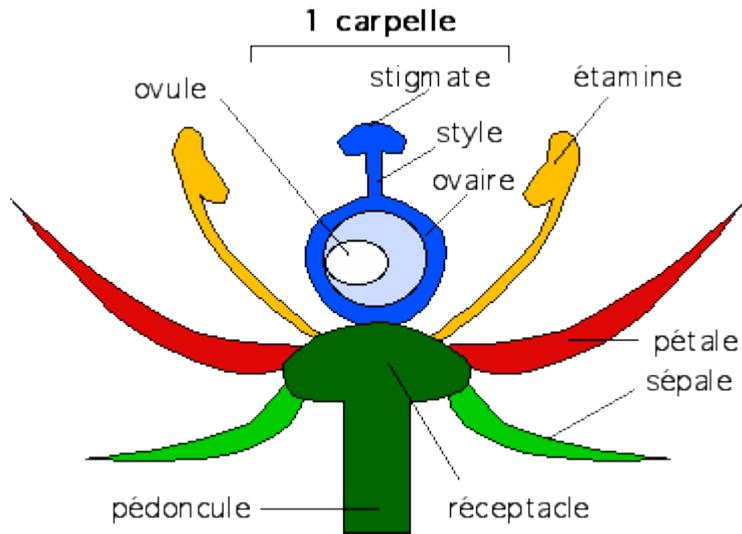
Une **fécondation croisée** (entre individus différents) est nécessaire :

- La fécondation croisée a l'avantage de produire une plus grande diversité génétique
- Elle est favorisée par diverses adaptations rendant l'autofécondation impossible : décalage temporel dans la maturation des organes mâles et femelles, barrières physiques entre organes reproducteurs, incompatibilité génétique entre pollen et stigmate...etc.

croisée



Le **carpelle** est une enveloppe protectrice enfermant les ovules.
Il se transforme en **fruit** après la fécondation.



A : 1 seul carpelle

B : Plusieurs carpelles soudés

C : Plusieurs carpelles libres entre eux

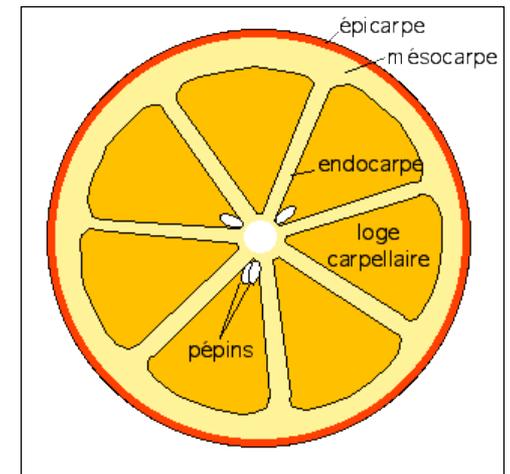
Abricot : 1 seul carpelle



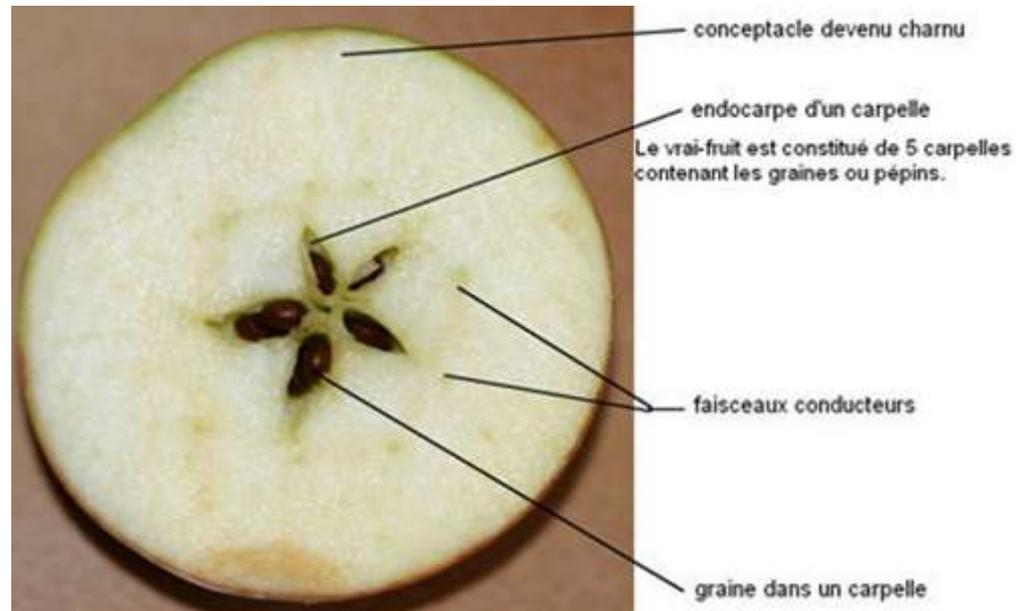
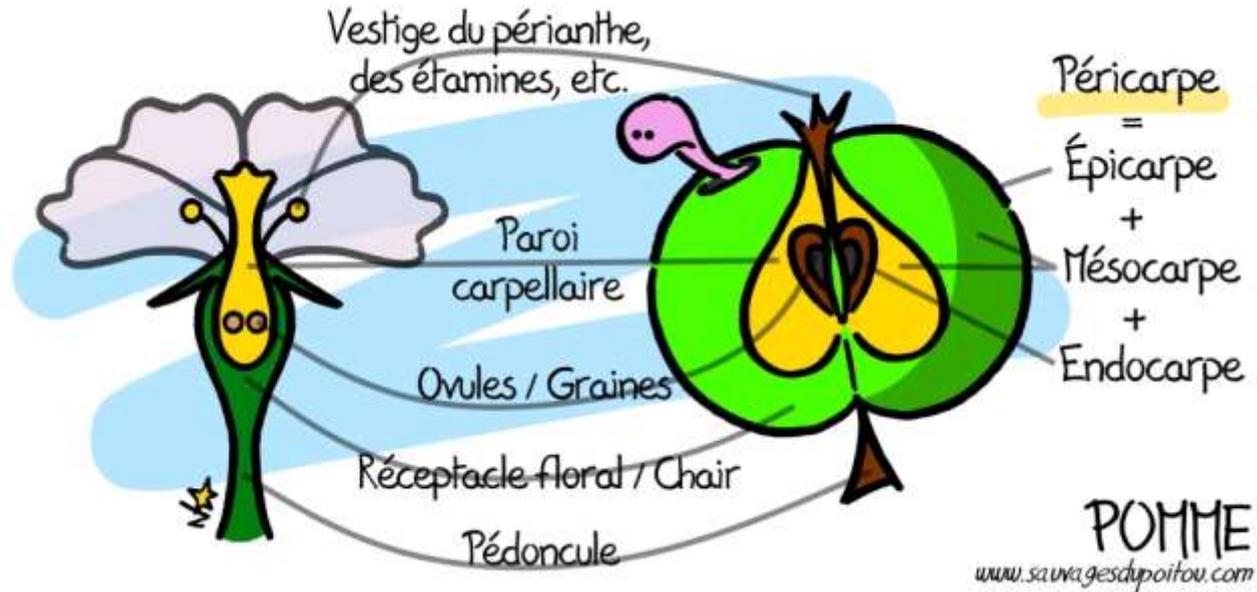
Péricarpe
charnu

Endocarpe
ligneux:
noyau

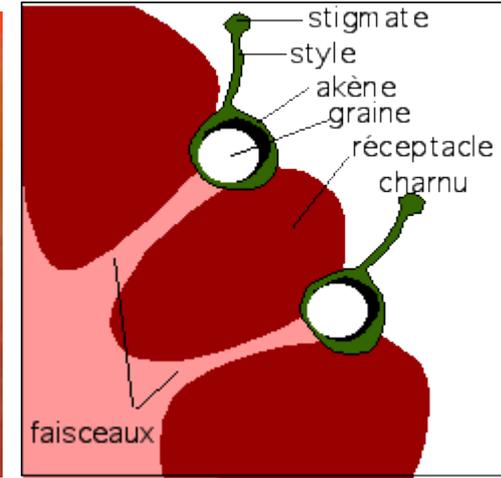
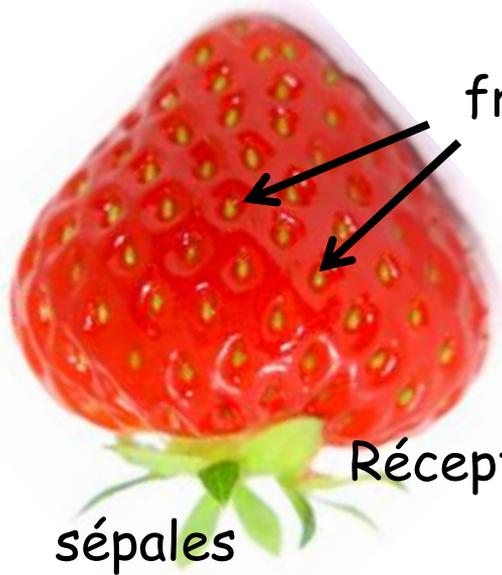
Orange : Plusieurs carpelles soudés



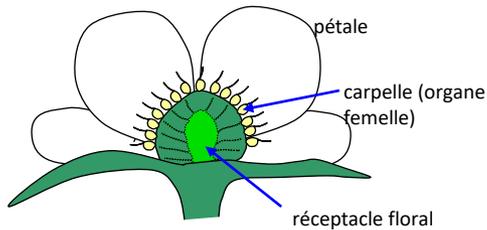
La pomme: plusieurs carpelles soudés



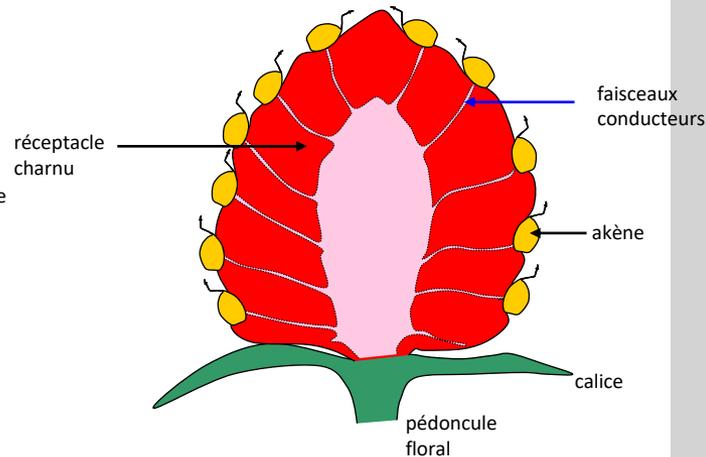
La fraise: un fruit complexe



plusieurs carpelles libres



fleur de fraisier (les étamines ne sont pas représentées ici)



2. A l'issue de la fécondation, la fleur se transforme en fruit contenant des graines

a. La paroi de l'ovaire forme généralement la paroi du fruit

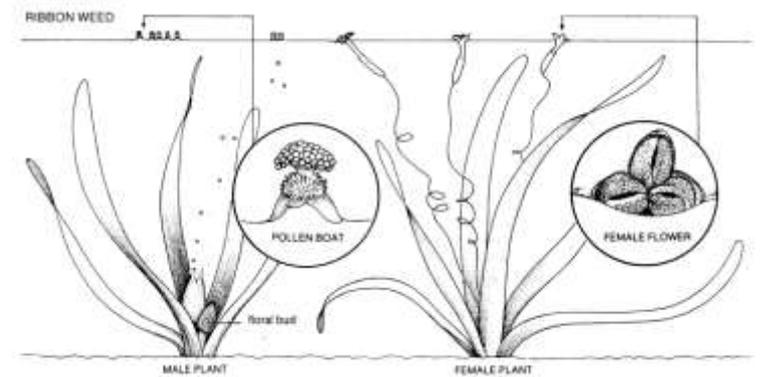
b. Chaque ovule fécondé donne une graine

Vecteurs de pollinisation

Le vent



L'eau



Vallisneria (plante aquatique)

Et les insectes pollinisateurs !

Les fleurs mâles de **Noisetier** sont regroupées en chatons qui émettent, début mars, un pollen très abondant et fin (diamètre 20-25 μm). La fleur femelle, elle, se limite à des stigmates roses émergeant d'un bourgeon. Les feuilles apparaissent début avril le plus souvent.



3. Le transport du pollen, des fruits, des graines peut être réalisé par des agents physiques (vent, l'eau) ou les animaux. Différentes adaptations peuvent être constatées en fonction du mode de dispersion.

a. Chez les plantes anémogames, le pollen est transporté d'une fleur à l'autre par le vent.

Dans ce cas, les fleurs sont souvent de petite taille, peu colorées, et produisent beaucoup de pollen.

Le pollen est généralement de petite taille, léger et lisse.



La rafflésie que l'on trouve dans les forêts tropicales du sud-est asiatique est la plus grande fleur du monde. Son odeur et son aspect de viande pourrie attire des **mouches**. Elle ne produit pas de nectar.



Pillage d'une fleur de liniaire

Elle produit du nectar dans le fond d'un éperon nectarifère. On observe régulièrement des trous dans ses éperons réalisés par des bourdons qui accèdent directement au nectar.

Bourdon pilleur de nectar



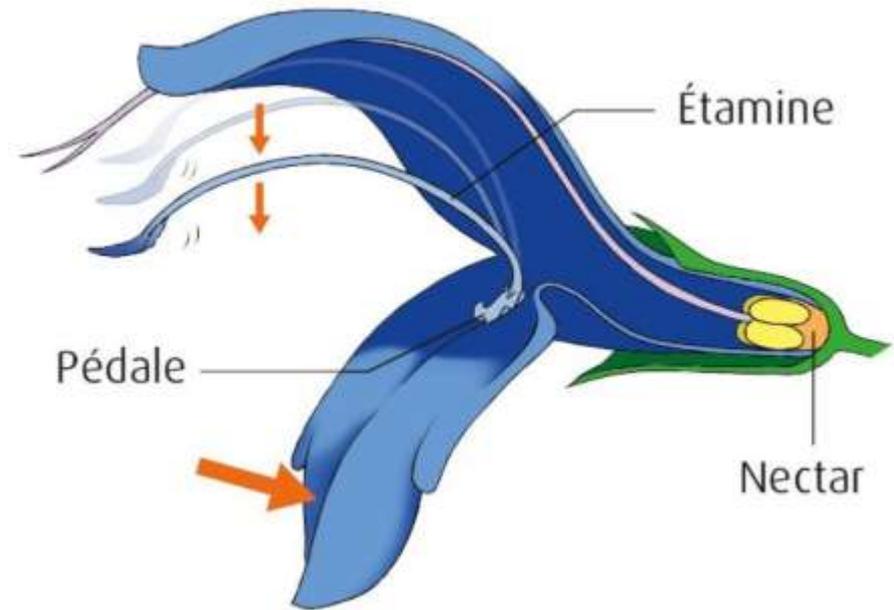
Fleur de liniaire pillée



Éperon
nectarifère
percé

Abeille sur une fleur de sauge et vue en coupe de la fleur

La fleur attire les pollinisateurs par son odeur et ses couleurs. Elle possède une petite structure, surnommée « pédale », qui provoque le basculement des étamines.

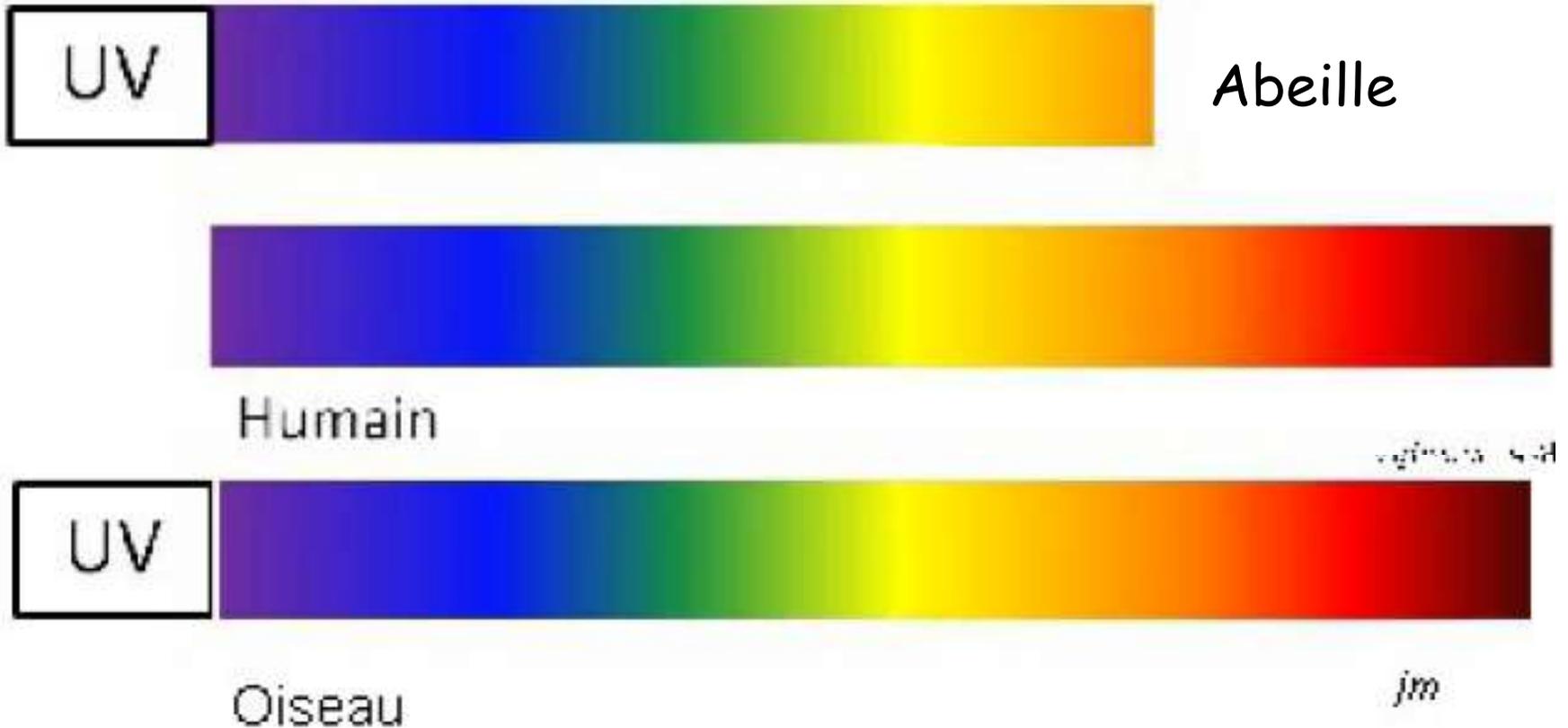


Le nectar, souvent disposé en fond de corolle, impose aux insectes d'avoir la taille requise pour y accéder, souvent en se couvrant de pollen.

Le pollen de la sauge mesure 30 à 40 μm de diamètre et ne peut pas être emporté par le vent.



Spectres visuels

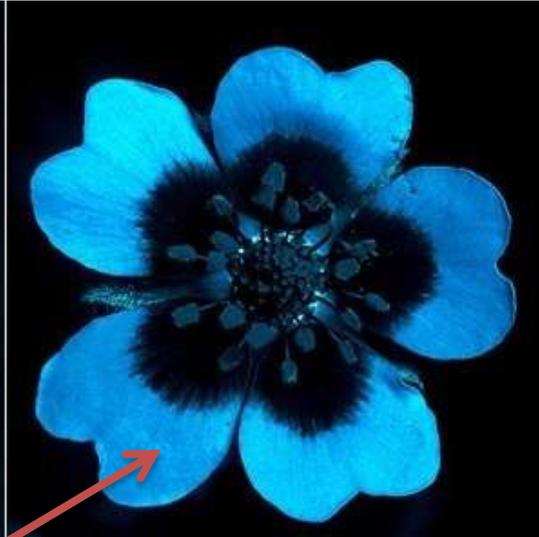


Interactions mutualistes plantes - animaux

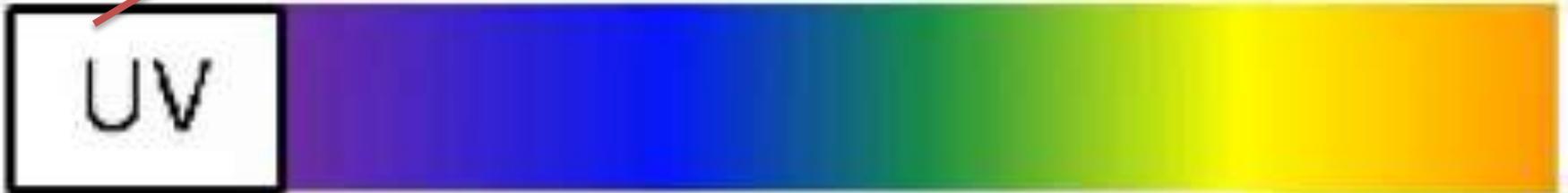
Les anthocyanes contenues dans les pétales des fleurs réfléchissent les rayonnements UV visibles par les insectes.

Lumière naturelle

Avec filtre UV =
vision d'abeille



Spectre visuel d'Abeille



Fleur de coquelicot

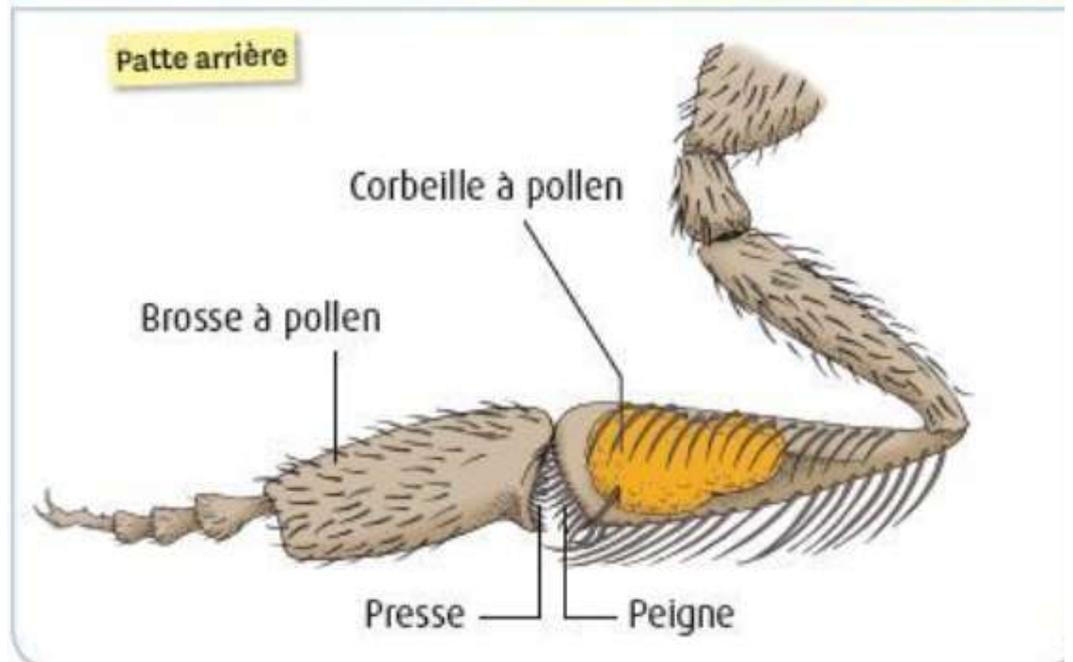
Elle produit un abondant pollen, mais pas de nectar.

Elle attire les pollinisateurs par ses couleurs disposées en cercles concentriques.

Spectre visuel
d'Abeille



L'abeille domestique (butineuse ou ouvrière) : anatomie d'un pollinisateur



Autres exemples:

Le colibri et l'hibiscus

Le baobab et la chauve-souris

La vanille et l'abeille mélipone



b. Chez les plantes entomogames, le pollen est transporté par les insectes.

Ce mode de dispersion repose sur des relations étroites entre plantes à fleurs et insectes pollinisateurs qui se sont construites au cours de l'évolution

- parfum
- forme
- couleur
- nectar
- Pollen collant

Situation des glandes nectarifères



E. spinosa

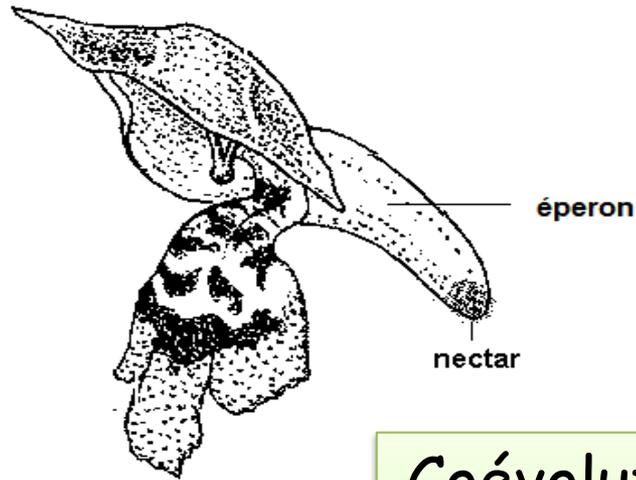


E. Characias à glandes
noires et à glandes
blanches

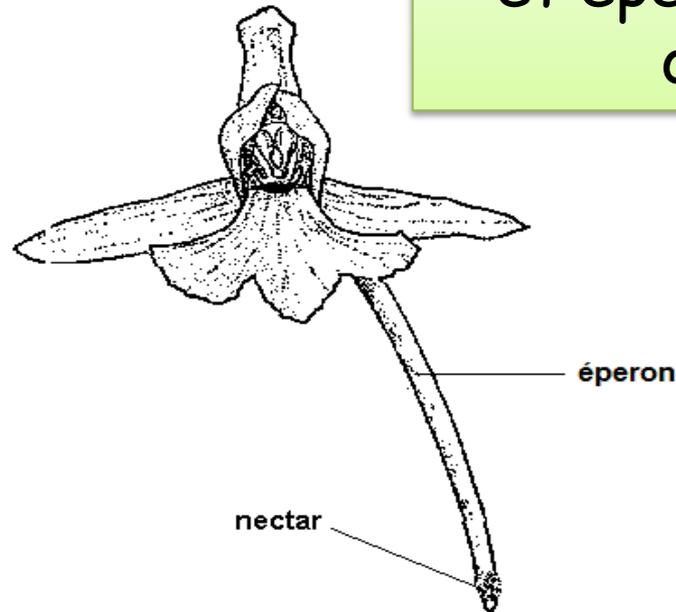
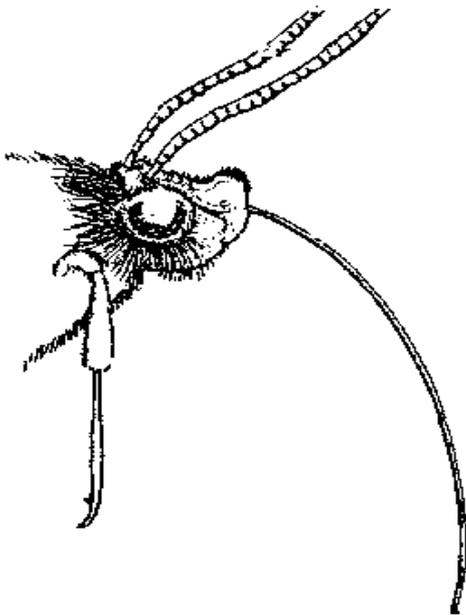




Hyménoptère Apoidés et l'orchis punaise
(*Orchis coriophora* L.)



Coévolution entre langue
d'insectes pollinisateurs
et éperon floral de 2
orchidées



Lépidoptère et orchis moustique
(*Gymnadenia conopsea* (L.) R. Br.)

Orchidée malgache *Angraecum sesquipedale*

« Dans plusieurs fleurs que m'a envoyées Mr. Bateman, j'ai trouvé des nectaries de onze pouces et demi de long, avec seulement le pouce et demi inférieur rempli d'un nectar très doux. [...] Il est cependant surprenant qu'un insecte soit capable d'atteindre le nectar : nos sphinx anglais ont des trompes aussi longues que leur corps; mais à Madagascar il doit y avoir des papillons avec des trompes capables d'une extension d'une longueur comprise entre dix et onze pouces ! » (Darwin 1862)



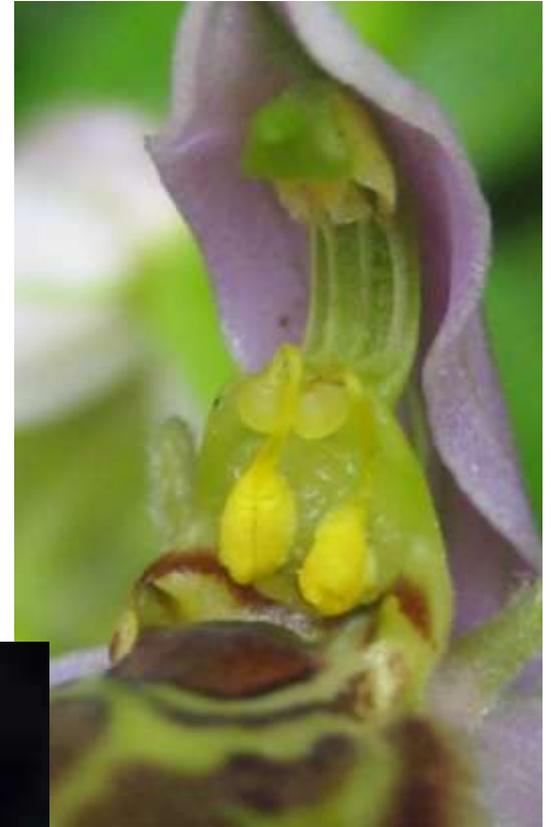
... papillon (*Xanthopan morgani praedicta*) décrit par Lionel Walter Rothschild en 1903.



Xanthopan morgani
(WALKER, 1856)



Les pollinies d'orchidées (*Ophrys apifera*)



Les pollinies d'orchidées (*Ophrys apifera*)



- *Les insectes en visitant les fleurs assurent leur pollinisation et les fleurs leur fournissent nectar et pollen : Ils sont en collaboration*
- *Le nectar est une ressource nutritive sécrétée par des glandes nectarifères*
- *Les fleurs pollinisées par des insectes ont développé des signaux attractifs pour les insectes comme des ornements sur les pétales, des molécules odorantes, des glandes nectarifères colorées, luisantes, des grains de pollen gros et ornementés...*

- *Les insectes pollinisateurs ont développé des organes adaptés à la récolte et le transport du pollen : pièces buccales transformées, poils, peigne.*
- *Leurs adaptations se sont influencées mutuellement : C'est une coévolution.*

<https://www.youtube.com/watch?v=FbmlpJJRGeI>

Vidéo : *Andrena flavipes* / *Ophrys bilunulata*

TP : clonage / bouturage

C. La reproduction asexuée

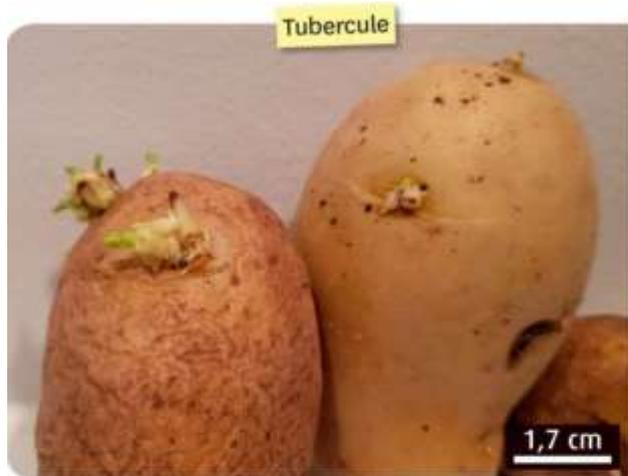
La reproduction asexuée des végétaux (ou reproduction végétative) produit des individus génétiquement identiques (clones). Elle repose sur la totipotence des cellules végétales et les capacités de croissance indéfinie des plantes

Un organe de reproduction asexuée : le tubercule de pomme de terre

Pour cultiver les pommes de terre, on met en terre non pas des graines mais des tubercules, identiques à ceux que l'on mange. Le tubercule est un morceau de tige souterraine renflé composé en majorité d'amidon.

Au niveau des « yeux », qui correspondent à des bourgeons, se trouvent des cellules peu différenciées capables de former d'autres organes .

Elles sont dites totipotentes. En quelques semaines, le tubercule mère enterré donne une plante complète + qui formera à son tour 6 à 12 tubercules-fils.



Le clonage naturel

Bryophyllum

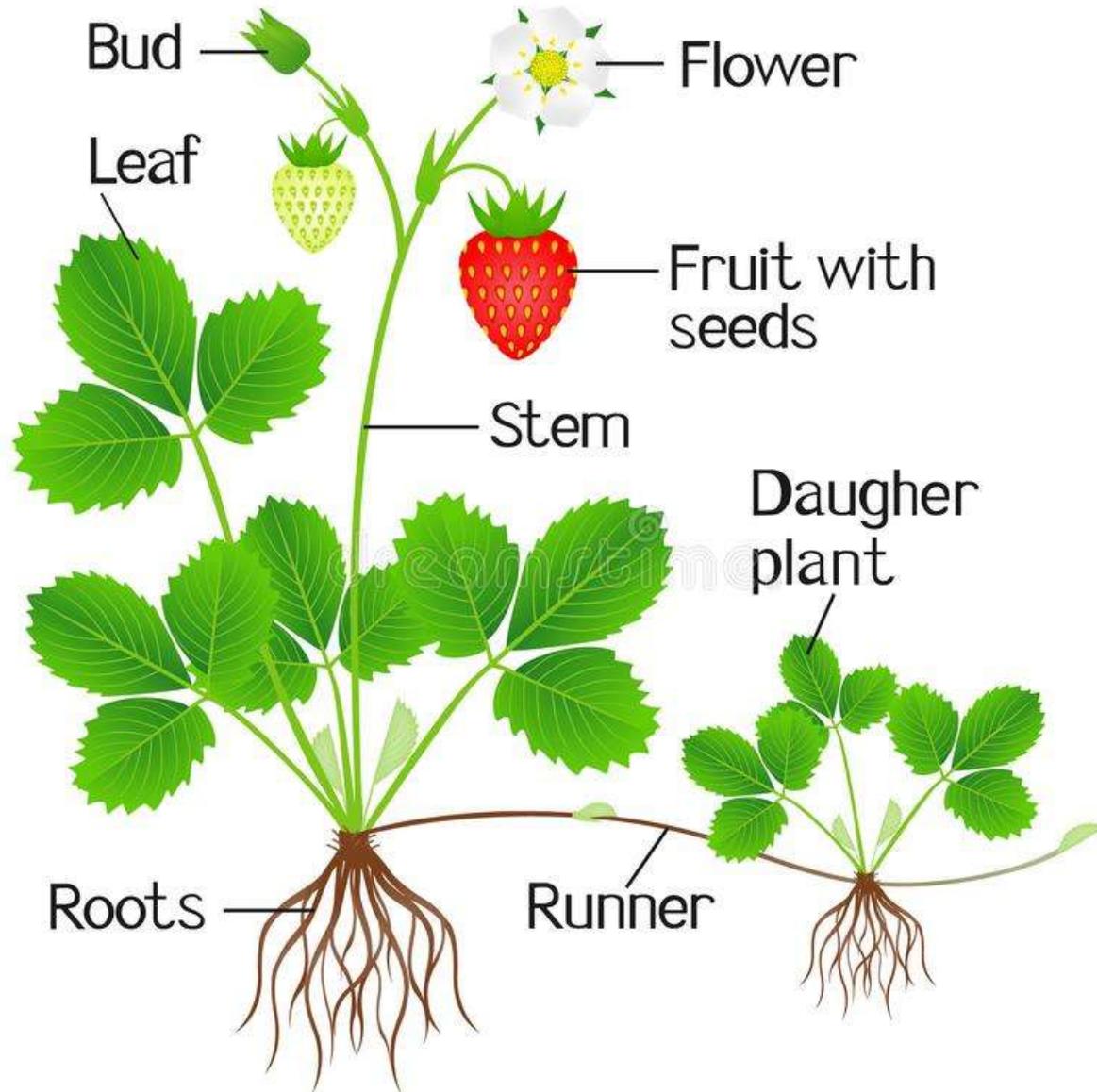


Le clonage naturel

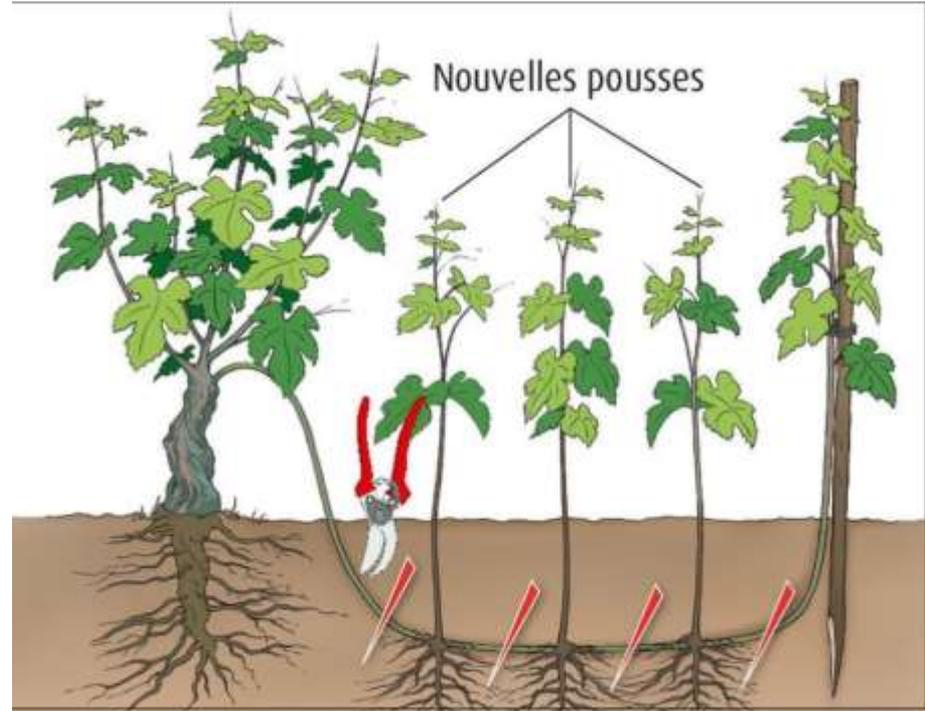
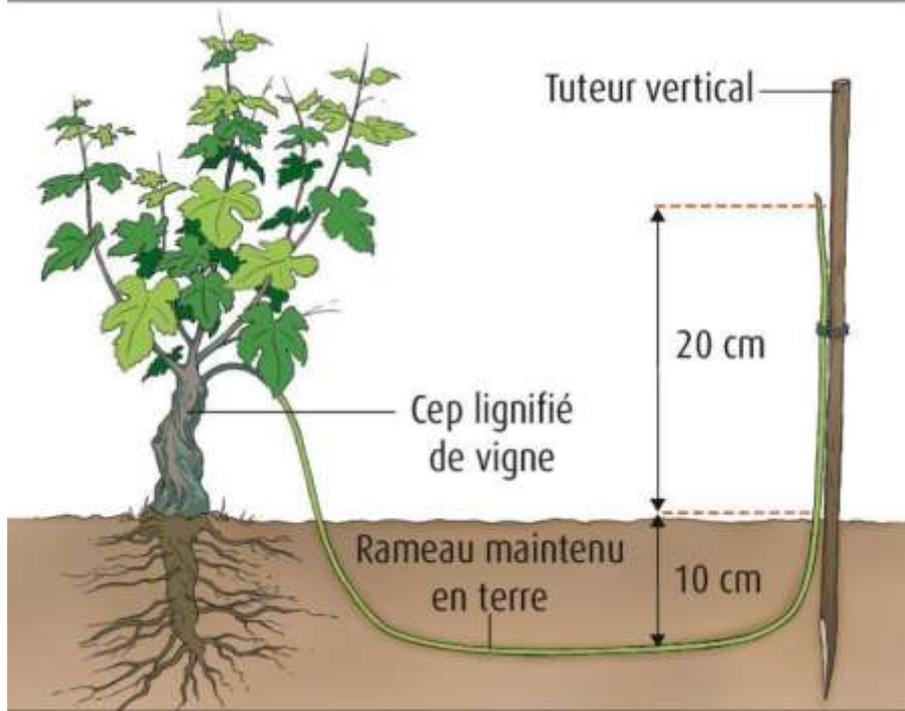
Sedum



Le marcottage naturel par stolons

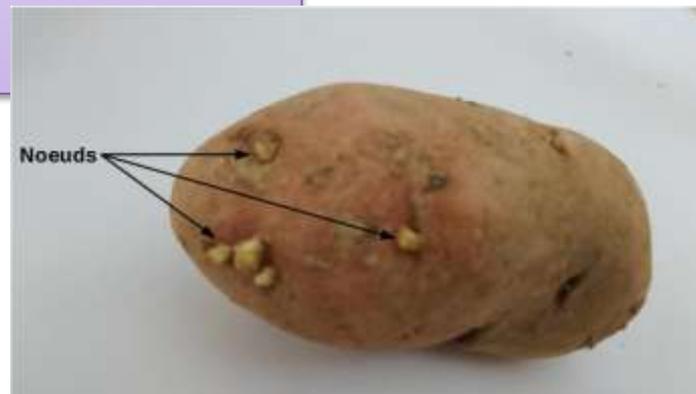


Le marcottage artificiel de la vigne

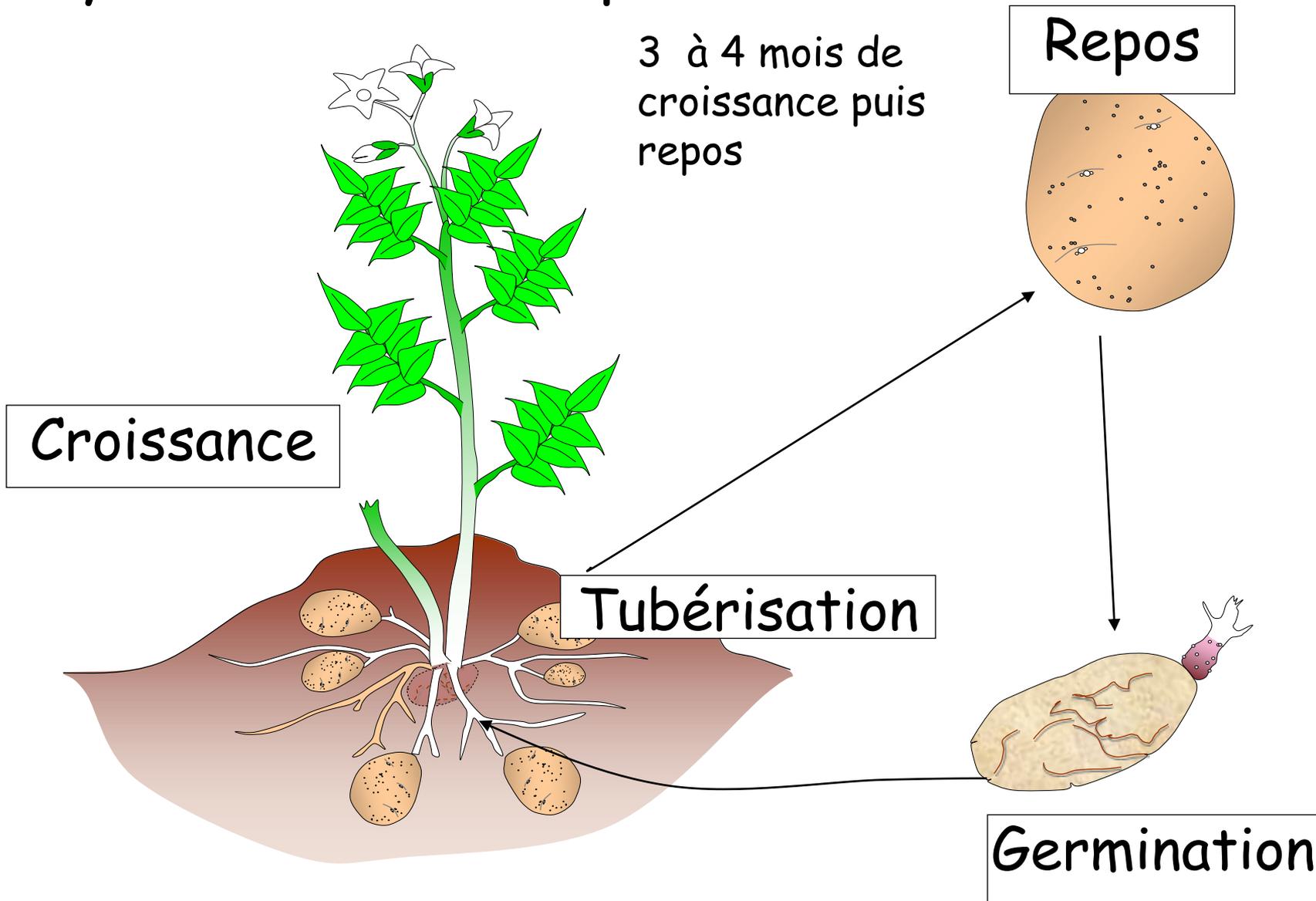


1. La reproduction asexuée peut se réaliser à partir de presque n'importe quelle partie du végétal (tiges, racines, feuilles).

Chez certaines espèces, elle peut mettre en jeu des organes spécialisés (Exemples : tubercules, rhizomes, bulbes, stolons..etc.)



Cycle de vie d'une pomme de terre sur 1 an



2. Elle permet aux végétaux de se multiplier en peu de temps, ce qui permet la conquête rapide d'un milieu de vie sans l'intervention de la fécondation.



3. La reproduction asexuée repose sur la **totipotence** de certaines cellules des tiges, racines, feuilles : ces cellules sont capables de se différencier pour donner naissance à de nouveaux méristèmes racinaires ou caulinaires.



La culture in vitro

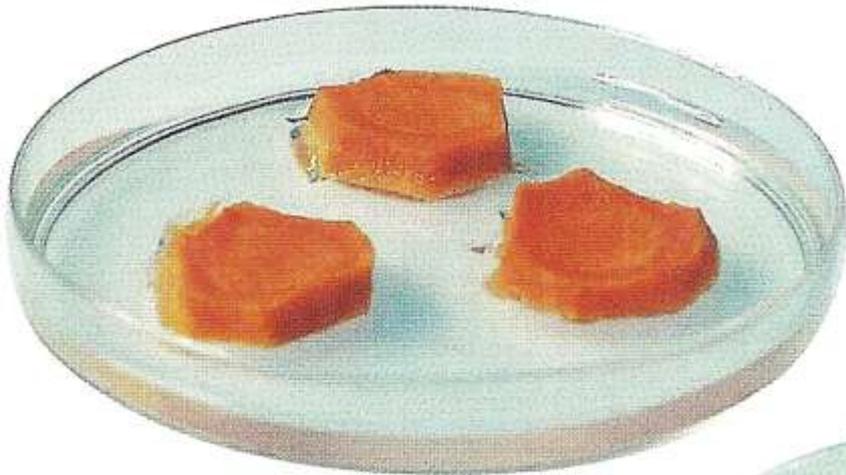


Les plantes filles seront des clones génétiques de la plante mère.

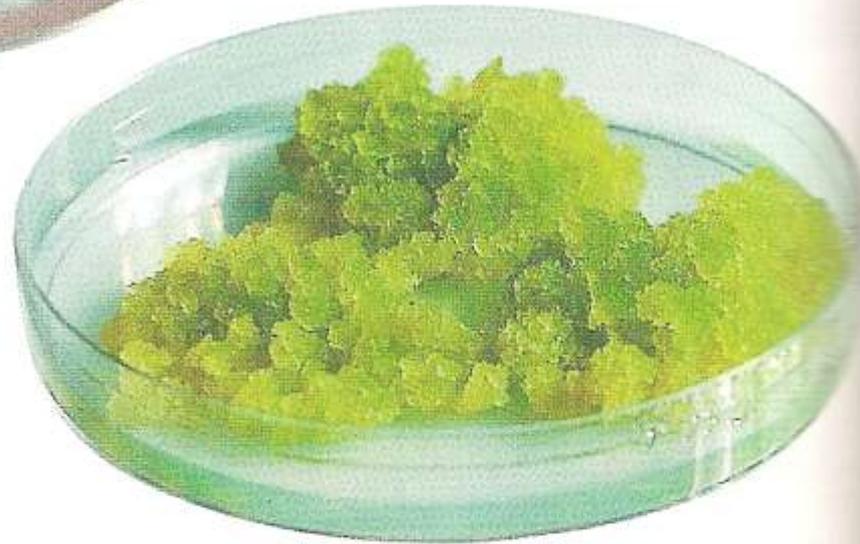


Chaque petit fragment de la plante mère donne un **cal**
(= amas de cellules indifférenciées)

à partir duquel une plante fille complète
peut être régénérée.



+ hormones pour stimuler la
différentiation cellulaire



• **Obtention d'un cal.**

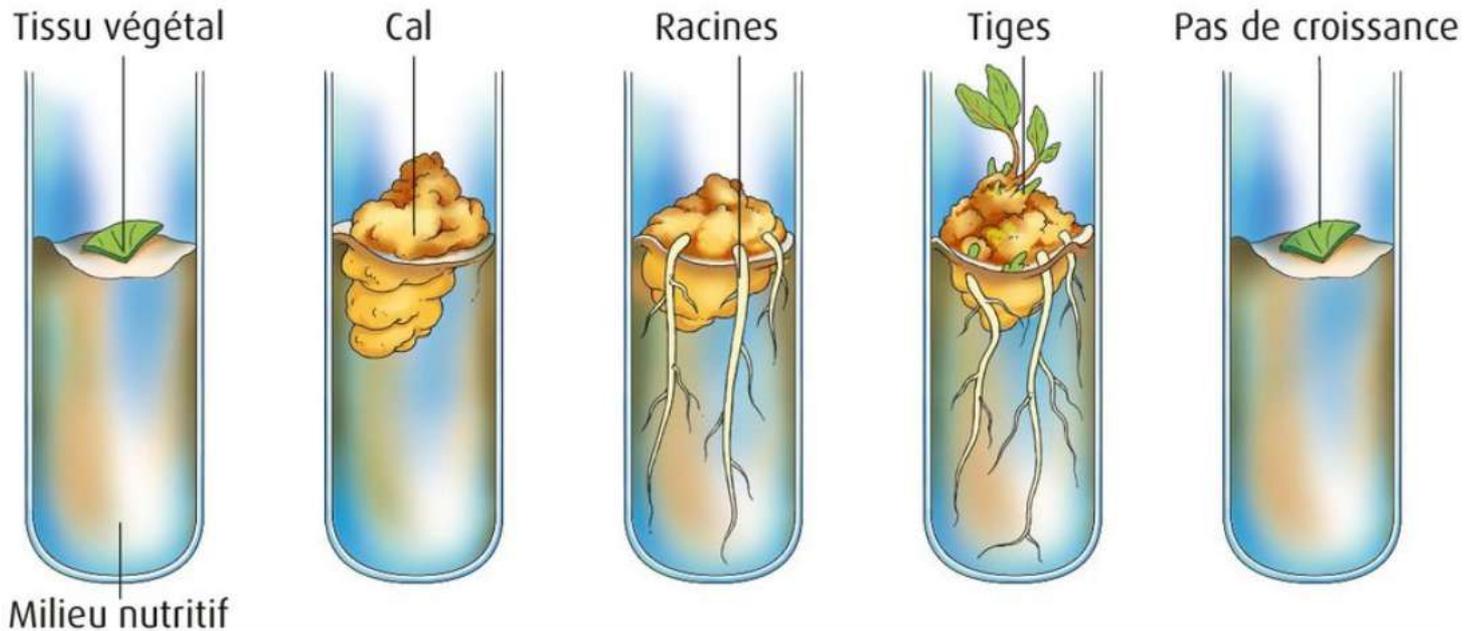
À gauche, une rondelle de carotte est mise
en culture dans un milieu approprié.

À droite, quinze jours plus tard, on voit apparaître
un amas de cellules plus ou moins vert : c'est le cal.

Effet des phytohormones sur la culture *in vitro* de fragments de plantes

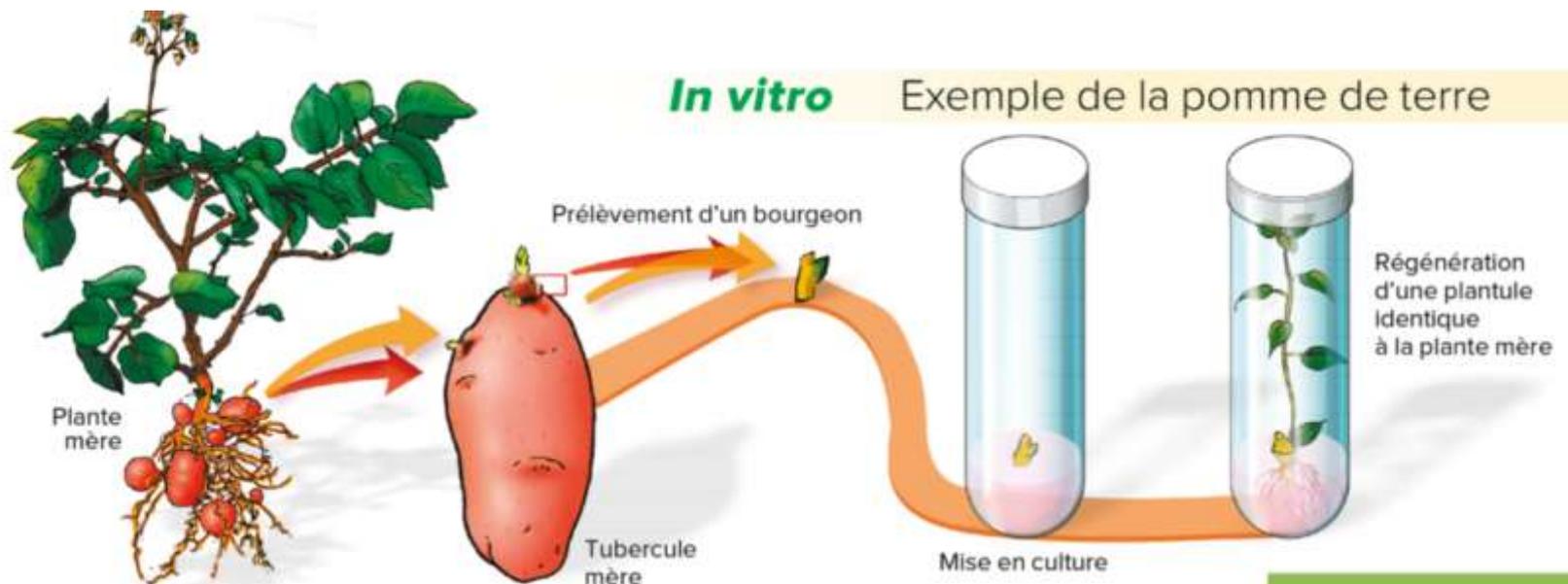
De petits fragments de plante sont cultivés *in vitro* en présence d'hormones végétales : l'auxine et la cytokinine.

Dans chaque culture, on fait varier la concentration relative de ces deux hormones



Auxine ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	3	3	0,003	-
Cytokinine ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	0,2	0,02	1	0,2
Ratio	15	150	0,003	

4. Grâce à leur capacité de **croissance indéfinie**, ces méristèmes permettent de reconstituer une plante entière, impliquant à l'échelle cellulaire des processus de multiplication, élongation, différenciation.



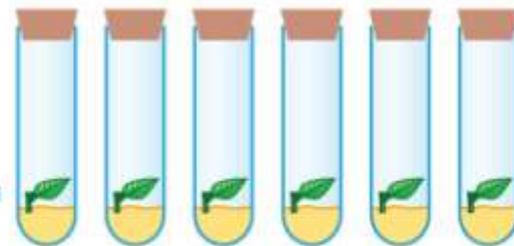
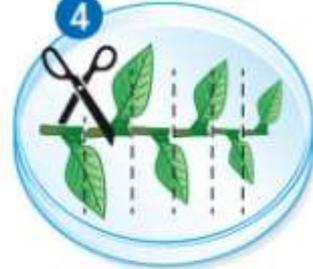
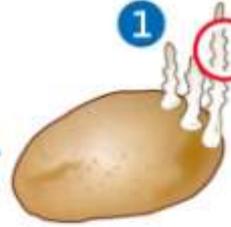
Pomme de terre ayant un caractère intéressant

1 Prélèvement d'un bourgeon

2 Mise en culture

3 Développement d'une tige à partir d'un bourgeon

4 Segmentation de la tige



5 Mise en culture des différents fragments (**bouturage** = reproduction asexuée)



6 Obtention de tiges et développement des jeunes plants sous serre



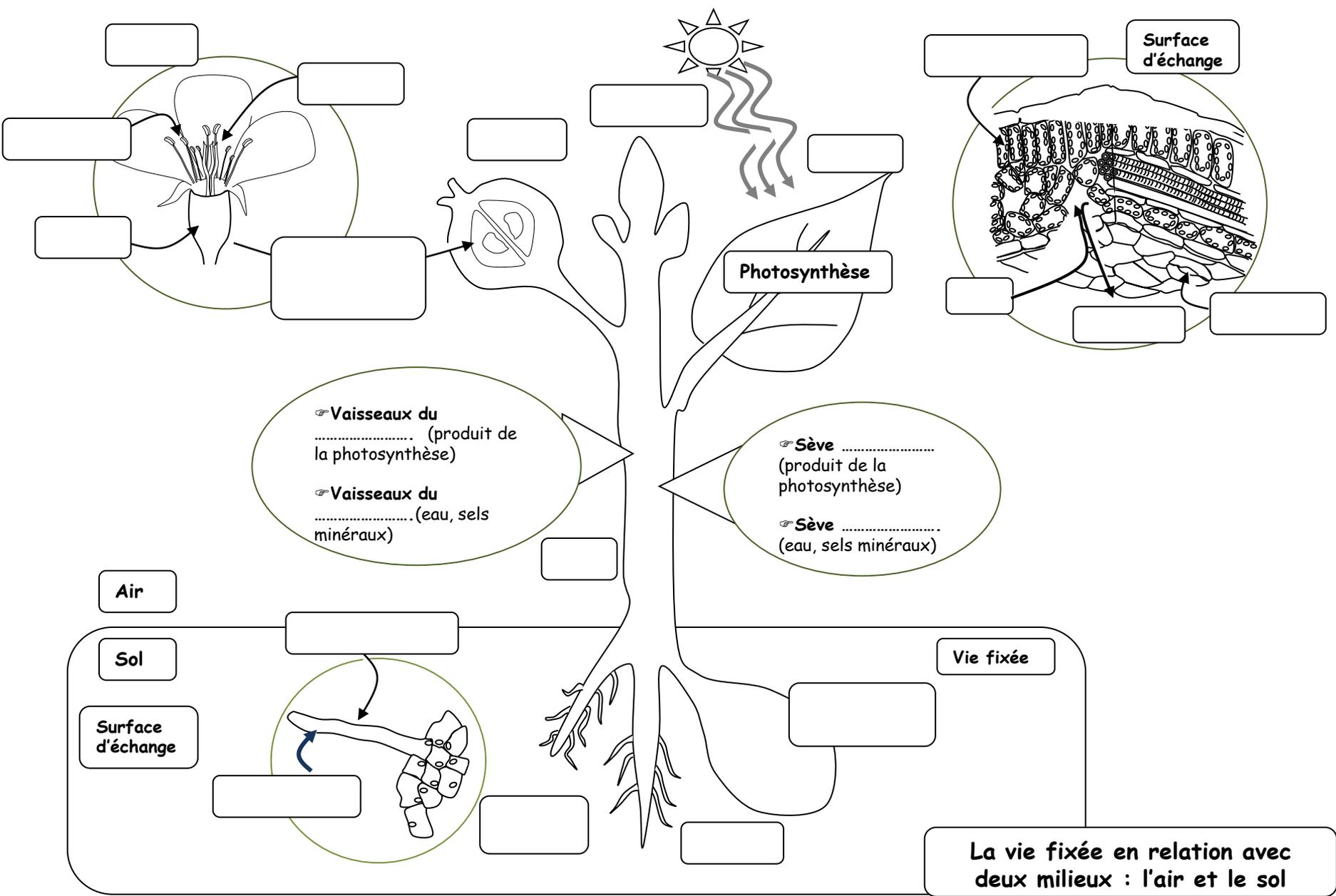
7 Transfert en champ

Plantes ayant le caractère intéressant

5. Le principe de la reproduction végétative est exploité par l'homme dans le cadre de pratiques culturales et les techniques de **culture in vitro**

a. En horticulture, certaines pratiques permettent de cloner une plante intéressante afin de la produire en grande quantité : séparation et repiquages de bulbes et rhizomes, bouturage, marcottage.

b. Les techniques de culture in vitro permettent, à partir de tissus ou de cellules isolées, de régénérer et multiplier des plantes sur un milieu nutritif approprié.



Surface d'échange

Photosynthèse

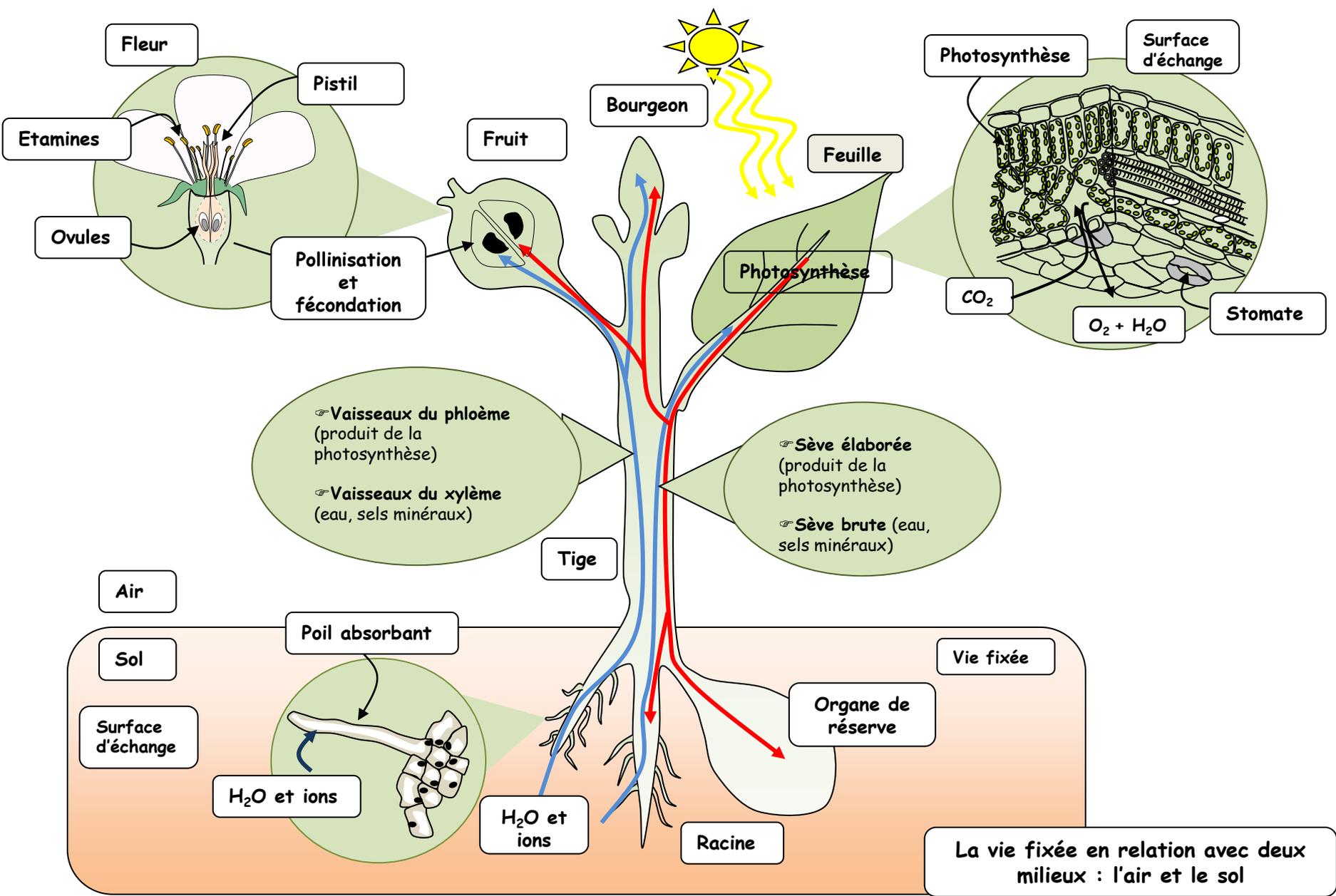
☞ Vaisseaux du (produit de la photosynthèse)
 ☞ Vaisseaux du (eau, sels minéraux)

☞ Sève (produit de la photosynthèse)
 ☞ Sève (eau, sels minéraux)

Air
 Sol
 Surface d'échange

Vie fixée

La vie fixée en relation avec deux milieux : l'air et le sol



Fleur

Pistil

Etamines

Ovules

Pollinisation et fécondation

Fruit

Bourgeon

Feuille

Photosynthèse

Photosynthèse

Surface d'échange

CO₂

O₂ + H₂O

Stomate

Vaisseaux du phloème
(produit de la photosynthèse)

Vaisseaux du xylème
(eau, sels minéraux)

Sève élaborée
(produit de la photosynthèse)

Sève brute (eau, sels minéraux)

Tige

Air

Sol

Poil absorbant

Surface d'échange

H₂O et ions

H₂O et ions

Vie fixée

Organe de réserve

Racine

La vie fixée en relation avec deux milieux : l'air et le sol