Document téléchargeable sur le site
https://www.svt-tanguy-jean.com/

EPLEFPA Dijon Quetigny Plombières-lès-Dijon
Site de Quetigny (21) • LEGTA Olivier de Serres
Classe préparatoire ATS (Adaptation Technicien Supérieur) Biologie
Préparation des Concours agronomiques et vétérinaires (voie C)

ENSEIGNEMENT DE BIOLOGIE • TRAVAUX PRATIQUES
Partie C. La reproduction : entre conservation et innovation

TP C4

Reproduction sexuée et germination chez les Angiospermes

Objectifs : extraits du programme

TP C4 : Reproduction sexuée et germination chez les Angiospermes	Observer des coupes de boutons floraux. Étudier des coupes d'anthères et d'ovaires pour souligner la coexistence des générations et les étapes de la formation des gamétophytes. Observer les stades de l'évolution de la fleur au fruit. Étudier la diversité des fruits et des graines en relation avec les modalités de la dissémination. Observer les différents types de germination : épigée et hypogée.

Introduction

L'**organisation morphologique** et la **diversité** des **Angiospermes** ont déjà fait l'objet du TP A8 consacré aux **familles botaniques** ; ce TP doit être revu et maîtrisé pour comprendre le présent TP C4.

Les **Angiospermes** présentent un **cycle haplodiplophasique** où ***une génération diploïde (sporophyte), dominante, coexiste avec une génération haploïde (gamétophyte)***. Ce sont des **organismes fixés** dont la **reproduction sexuée** est permise par le **déplacement passif** du ***gamétophyte mâle*** (**grain de pollen**) qui est déposé sur le stigmate : ***sa germination permet ensuite la fécondation du gamétophyte femelle (sac embryonnaire)*** situé dans l'**ovule**, lui-même situé dans un **ovaire** ; c'est la **siphonogamie**. La **graine** qui ***dérive de l'ovule*** (***l'ovaire donnant*** le **fruit**) permettra la ***dissémination de l'espèce*** et subira une **germination** (= ***libération et début de croissance d'une jeune plantule***) qui pourra être **hypogée** (« sous la terre » : ***la graine reste dans le sol***) ou **épigée** (***la graine sort du sol***).

Le présent TP ne peut être compris qu'avec les notions théoriques du chapitre 24 consacré à la **reproduction des Angiospermes** qu'il prolonge et illustre.

Comment l'étude de structures impliquées dans le cycle de reproduction sexuée des Angiospermes nous permet-elle d'en comprendre les modalités ?

I. Organisation et histologie de la fleur

Comment s'organise la fleur sur un plan tant morphologique qu'anatomique ? Comment cette organisation lui permet-elle d'assurer sa fonction dans le cadre de la reproduction sexuée ?

Activité 1. Étude morphologique et histologique de la fleur

Savoirs à construire	- Morphologie de la fleur et des inflorescences (rappels) - Dissection florale / formule florale (rappels) - Modalités de pollinisation - Histologie générale de la fleur : bouton floral

	Capacité ou attitude visée	Évaluation
Savoir-faire sollicités	Manipuler, maîtriser un outil, un geste technique, un logiciel : ➢ Dissection florale ➢ Microscope ➢ Loupe binoculaire	
	Analyser, observer et raisonner	

Travail à faire

1. **Étudiez** et **observez** diverses **fleurs**. **Établissez** leur **formule florale** et leur **diagramme floral**.
   Les techniques de la **dissection florale** et du **diagramme floral** sont à revoir dans le TP A8.
2. **Étudiez** et **observez au MO l'histologie générale d'une fleur** à l'aide d'une coupe de **bouton floral**.
3. **Étudiez** des **documents** permettant de comprendre les **pollinisations anémogame** et **entomogame**.

Pistes de réflexion et d'exploitation
Complétez *les figures 3-5, 7 et 8.*

A. Les inflorescences et les fleurs : morphologie

1. Les grands types d'inflorescences (rappels)

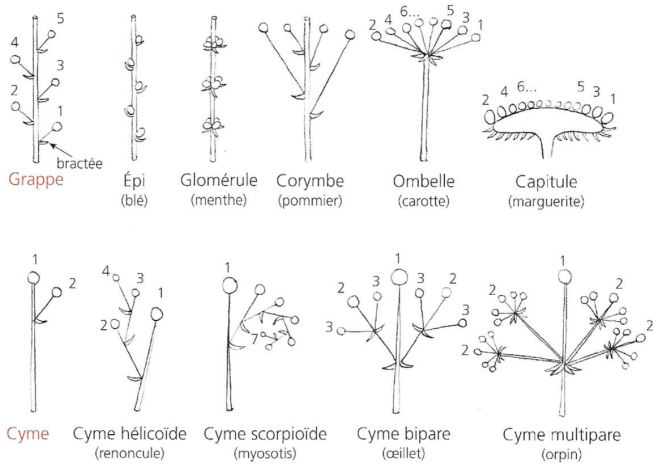
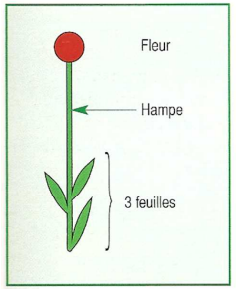
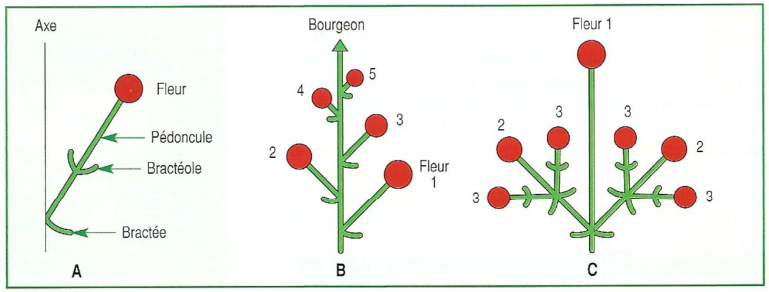


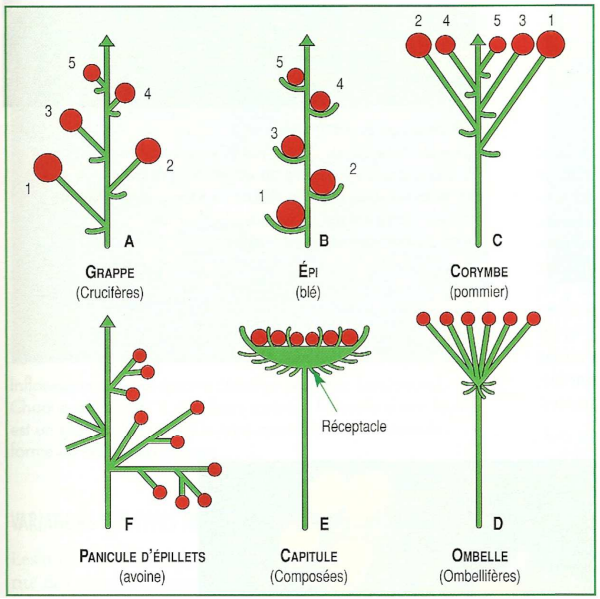
FIGURE 1. Types d'inflorescences. D'après MEYER *et al.* (2008).



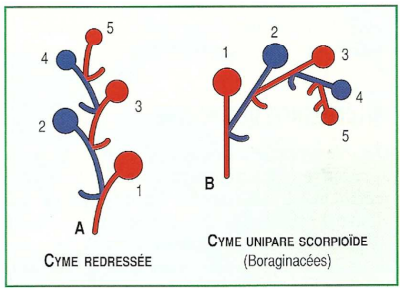
Fleur solitaire (tulipe).



Inflorescences : B. Indéfinie (type grappe) ; C. Définie (type cyme).



Inflorescences de type grappe.



Inflorescences de type cyme.

FIGURE 2. Types d'inflorescences : une autre vision. D'après MORÈRE, PUJOL *et al.* (2003).

Les grands types d'inflorescences doivent être connus et pouvoir être commentés, notamment concernant les familles au programme : revoyez le TP A8. N'oubliez pas les Poacées traitées dans l'annexe

- Les **inflorescences** sont des ***regroupements de fleurs caractérisés par une disposition donnée***.
- Rappelons simplement qu'on distingue **deux grands types d'inflorescences** (figures 1-2) :
  - Les **grappes**, ***inflorescences à croissance indéfinie : le méristème apical met en place les nouvelles fleurs latéralement et demeure fonctionnel***, l'inflorescence subissant une **croissance apicale indéfinie**. Généralement, les fleurs les plus anciennes (1, 2…) sont situées en périphérie de l'inflorescence.
  - Les **cymes**, ***inflorescences à croissance définie : le méristème apical se transforme en fleur et disparaît alors, les nouvelles fleurs étant mises en place par des méristèmes latéraux qui eux-mêmes se transforment en fleurs, etc.***, l'inflorescence subissant donc une **croissance apicale interrompue** par la mise en place de la fleur. Généralement, les fleurs les plus anciennes (1, 2…) sont situées au centre de l'inflorescence (*mais attention aux cas trompeurs !*).

2. Organisation morphologique de la fleur

- Le **vocabulaire** descriptif employé est expliqué dans le TP A8 et le chapitre 24.

a. Étude de deux fleurs actinomorphes : une fleur apocarpe (Renoncule) et une fleur syncarpe (Épilobe)

- Pour l'étude des **fleurs** et **inflorescences** des **familles au programme**, revoir le TP A8.
- Les **fleurs apocarpes** (= **cœnocarpes**) (= ***constituées de carpelles libres***) ne figurent pas dans les familles au programme mais doivent être connues. Les familles au programme présentent des **fleurs syncarpes** (= ***constituées de carpelles soudés ou d'un carpelle unique*** ; le **gynécée** forme alors un **pistil**) (figures 3-4).

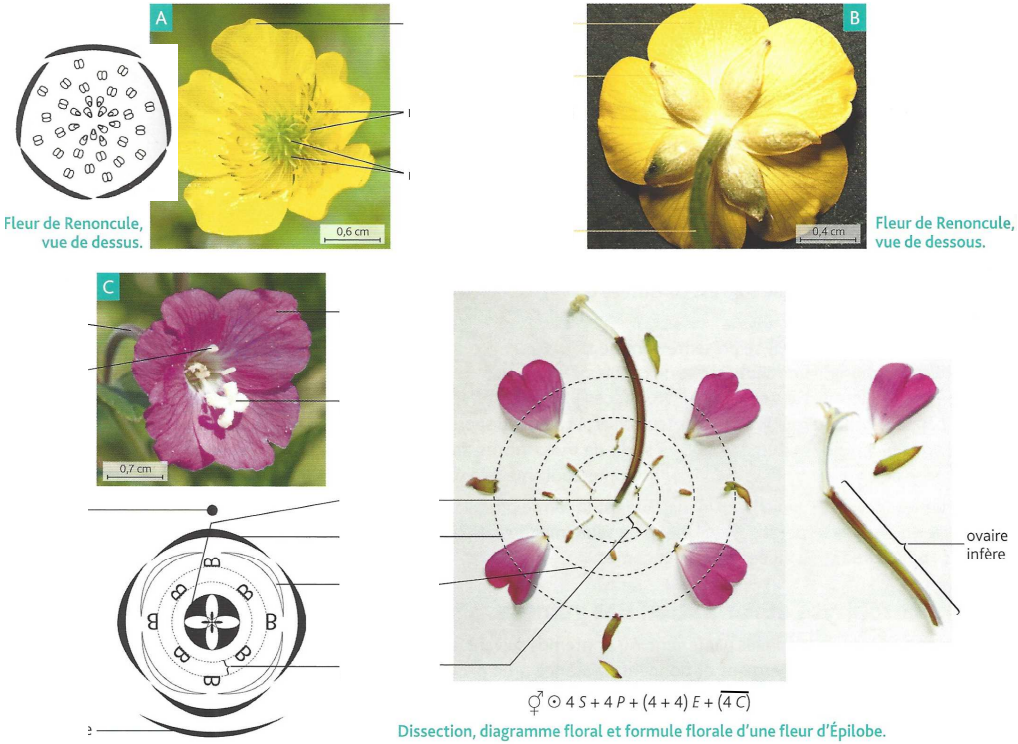


FIGURE 3. Étude des fleurs de la Renoncule (Renonculacées) et de l'Épilobe (Onagracées). D'après BOUTIN *et al.* (2015).

Les Angiospermes appartiennent au groupe des **phanérogames**, végétaux dont l'appareil reproducteur est visible. L'étude de cet appareil a pour but de déterminer, d'un point de vue **biologique**, le mode de pollinisation utilisé par la plante et d'un point de vue **systématique**, la classe, la famille, le genre et l'espèce auxquels appartient la fleur.

Nombre et organisation des fleurs

Un plant peut comporter une ou plusieurs fleurs. Dans ce second cas, l'ensemble des fleurs est nommé **inflorescence**.

La fleur (photos A et B) est portée par un **pédoncule floral**. À la base de ce pédoncule peut se trouver une feuille simplifiée : la **bractée**. Du côté de la fleur, le pédoncule est renflé en un **réceptacle floral** qui porte les différentes pièces constituant la fleur, nommées **pièces florales**. Celles-ci sont insérées sur le réceptacle, généralement en cercles concentriques du nom de **verticilles** (photo C).

Il existe quatre types de pièces florales organisées comme suit, de l'extérieur vers l'intérieur de la fleur :

- le **calice** correspond à l'ensemble des **sépales** ;
- la **corolle** correspond à l'ensemble des **pétales** ;
- l'**androcée** correspond à l'ensemble des **étamines** ;
- le **gynécée** correspond à l'ensemble des **carpelles**.

Calice et corolle forment le **périanthe** et sont des pièces **stériles** et protectrices. Androcée et gynécée correspondent aux **parties sexuées** contenant les pièces **fertiles** intervenant directement dans la reproduction sexuée.

Les pièces des verticilles sont en général disposées de façon alterne les unes par rapport aux autres. Certains verticilles sont parfois absents, la fleur est alors dite **incomplète** (fleur apérianthée sans calice ni corolle ; fleur mâle sans gynécée, ou femelle sans androcée).

Les fleurs présentent en général des symétries : s'il s'agit d'une symétrie radiale, la fleur est dite **actinomorphe** ou régulière ; s'il s'agit d'une symétrie bilatérale, la fleur est dite **zygomorphe** ou irrégulière ; s'il n'y a pas d'axe ni de plan de symétrie, la fleur est dite asymétrique.

Pour chaque type de pièce florale, il convient d'observer le nombre de ces pièces, leur caractère libre ou soudé (entre elles ou avec d'autres pièces florales), leurs formes et autres particularités (présence de glandes nectarifères, de poils…).

Étude particulière du gynécée

Le gynécée (photo D) peut être formé d'un seul carpelle ou de plusieurs carpelles soudés entre eux, dans ces deux cas, on l'appelle le **pistil**. Il peut aussi être formé de plusieurs carpelles libres entre eux (photo A).

Un pistil comprend l'**ovaire** (base renflée), le **style** (axe) et le **stigmate** (extrémité évasée). Au sein de l'ovaire se trouvent les **ovules** rattachés à la paroi du carpelle par un **placenta**.

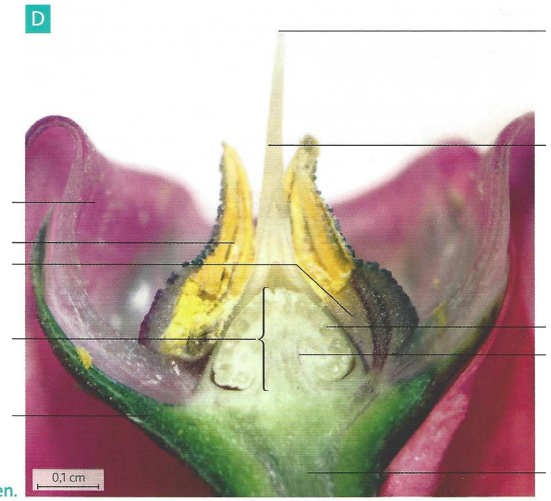
La façon dont les pièces du périanthe sont insérées sur le réceptacle par rapport à l'ovaire détermine le caractère **supère** (si l'ovaire est au-dessus du réceptacle) ou **infère** (s'il est au-dessous) de ce dernier.

Bilan de l'étude d'une fleur

Le résultat de l'analyse florale est présenté de manière conventionnelle sous la forme (photo C) :

- d'une **dissection florale**, collage organisé et stéréotypé des pièces florales ;
- d'un **diagramme floral**, schéma rendant compte de l'architecture florale ;
- d'une **formule florale**, représentation chiffrée de la composition de la fleur.

Texte d'après BOUTIN *et al. (2015)*



CL d'une fleur de Cyclamen.

FIGURE 4. Étude de la fleur du Cyclamen (Primulacées) : CL au niveau du pistil.
D'après BOUTIN *et al.* (2015).

b. Étude d'une fleur zygomorphe : fleur de Pois

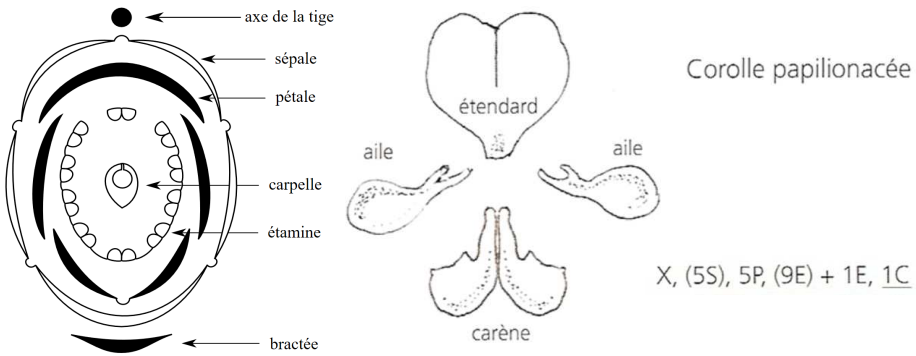


FIGURE 5. Étude de la fleur du Pois (Fabacées) : diagramme, pétales étalés, formule.
D'après *Wikipédia* et MEYER *et al.* (2008).

c. Le vocabulaire descriptif des fleurs : quelques rappels

- Voir figure 6 et tableau I.

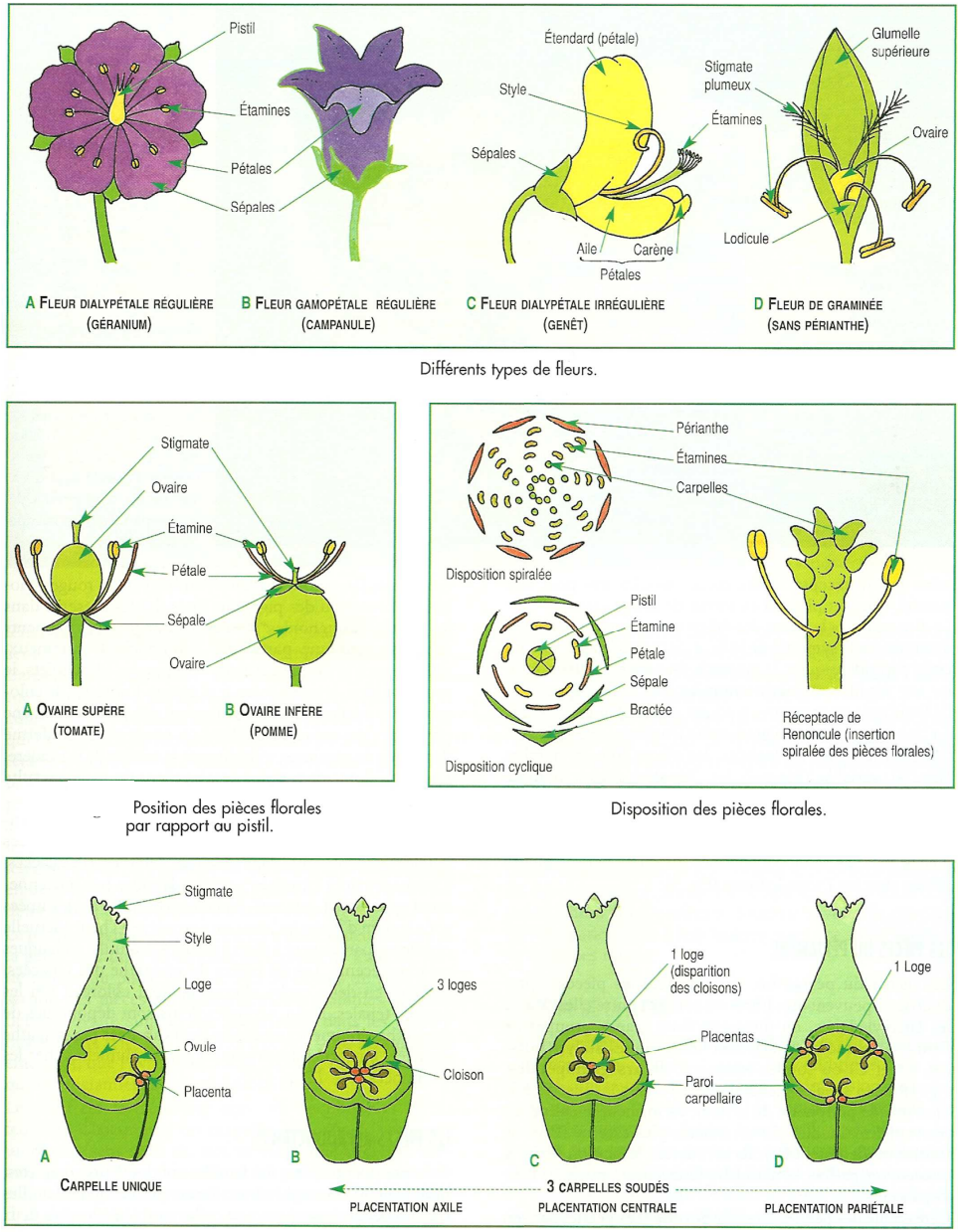
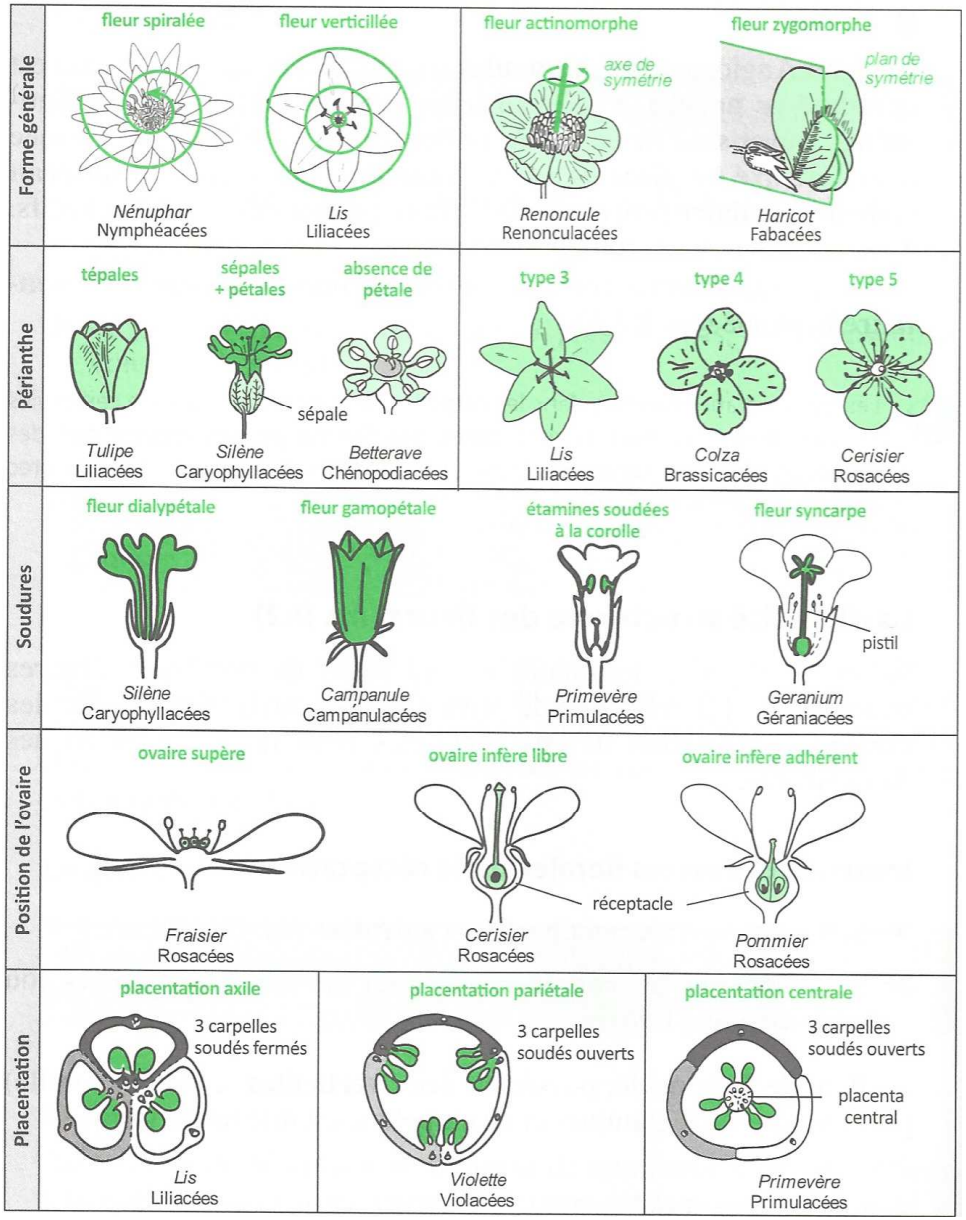


FIGURE 6. Vocabulaire descriptif des fleurs. D'après MORÈRE, PUJOL *et al.* (2003).

TABLEAU I. Vocabulaire descriptif des fleurs. D'après CHASSANY *et al.* (2012).



d. Les fleurs et la pollinisation : une vue d'ensemble

- Voir figure 7 et texte ci-contre.

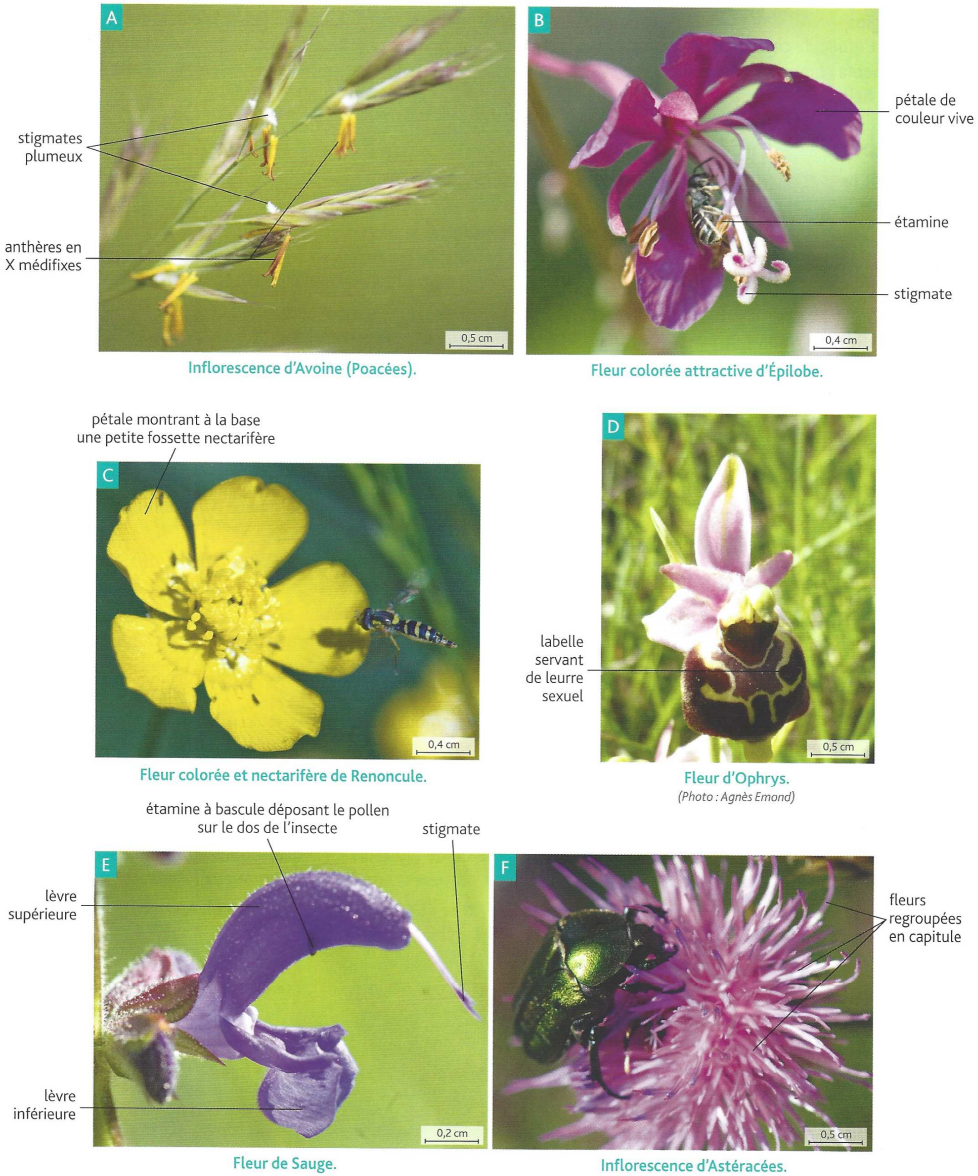


FIGURE 7. Les modalités de pollinisation. D'après BOUTIN *et al.* (2015).

Du fait de leur immobilité, les plantes ont recours à un vecteur, biotique ou abiotique, pour transporter le pollen de l'étamine d'une fleur au stigmate de la même ou d'une autre fleur. Ce transport du pollen s'appelle la **pollinisation**.

La pollinisation par les vecteurs abiotiques : exemple du vent

Les fleurs **anémophiles** telles que les fleurs de Poacées (photo A) sont adaptées à la dispersion du pollen par le vent. Les fleurs sont regroupées en inflorescences nommées **épillets**, caractéristiques de la famille. Ce sont de courts épis de quelques fleurs protégées par des pièces membraneuses sèches, les **glumes**.

Ces fleurs sont discrètes, de couleur verte, entourées de **glumelles** équivalentes à des bractées. Leur périanthe est réduit à des **glumellules**, voire absent (la fleur est alors dite **apérianthée**). Elles ne produisent ni parfum ni nectar. Les filets des étamines sont longs et les anthères médifixes s'agitent à la moindre brise, libérant de grandes quantités d'un **pollen très léger**. Enfin, la surface stigmatique est plumeuse, développant ainsi une grande surface de réception du pollen.

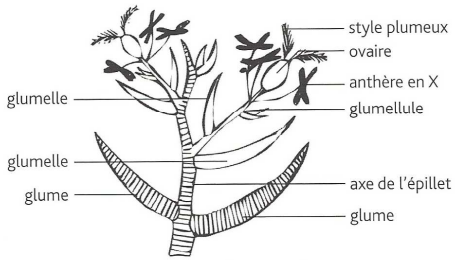


Schéma d'un épillet de Poacée.

La pollinisation par les vecteurs biotiques

Les vecteurs biotiques sont les animaux, essentiellement les insectes en région tempérée. Le mode de reproduction est alors nommé **entomogamie** et les fleurs sont dites **entomophiles**. Il existe une véritable **coévolution** entre la fleur et son insecte pollinisateur, avec la mise au point de plusieurs stratégies de la part de la plante pour attirer son pollinisateur. En retour, les insectes ont développé des structures permettant le transport du pollen, sur leurs pattes, leur tête et leur dos. Les stratégies mises au point par les fleurs sont :

- Des **stratégies d'attraction** :
  - couleurs vives (photo B) dues à la présence de pigments : caroténoïdes et flavonoïdes (anthocyanes) contenus dans les vacuoles des cellules des pétales ;
  - émission de parfums de nature variable : composés terpéniques et aromatiques attirant les Hyménoptères, ammoniac et amines attirant les Diptères ;
  - production de nectar (photo C) par des nectaires localisés à la base des pétales, des étamines ou du gynécée. Le nectar constitue alors une « récompense » pour l'insecte ;
  - mise au point de leurres visuels ou sexuels trompant les insectes, en particulier chez les Orchidées (photo D).
- Des **stratégies de réception** :
  - tendance à la zygomorphie (photo E) : la lèvre inférieure des corolles bilabiées constitue un système de guidage pour les Insectes ;
  - tendance au rassemblement des petites fleurs en inflorescences compactes de type capitule (photo F) simulant une grande fleur plus voyante et formant une véritable piste d'atterrissage pour les Insectes.

Texte d'après BOUTIN et al. (2015)

B. Histologie générale de la fleur : étude d'un bouton floral

- On peut appeler **bouton** un ***bourgeon floral (souvent qui a commencé à éclore)***. On peut y trouver à l'état « condensé » **l'ensemble des structures de la fleur** (figure 8).

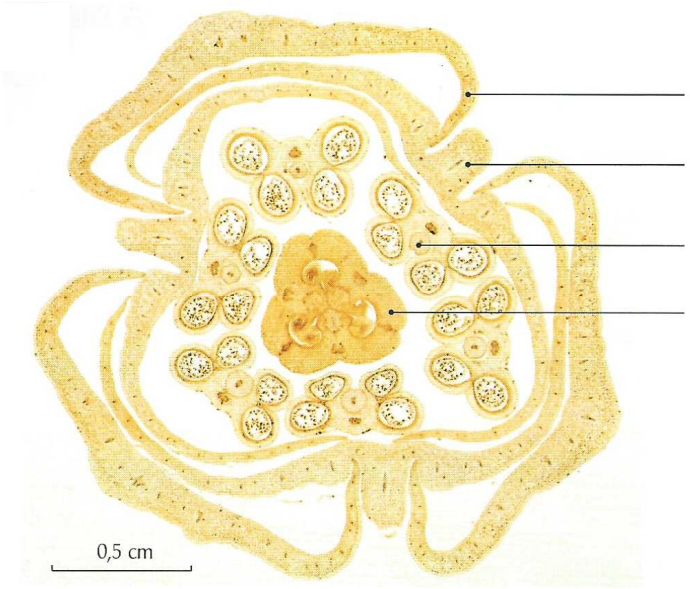


FIGURE 8. CT de bouton de fleur de Lis (Liliacées) (MO). D'après BOUTIN *et al.* (2010).

II. Histologie des lieux de formation des gamétophytes

Comment l'étude histologique des lieux de formation des gamétophytes nous permet-elle de comprendre leurs modalités de formation ?

Activité 2. Étude histologique des lieux de formation des gamétophytes

Savoirs à construire	- Anthères, microsporogenèse, formation du grain de pollen (gamétophyte mâle) - Ovaire, ovule, macrosporogenèse, formation du sac embryonnaire (gamétophyte femelle)

	Capacité ou attitude visée	Évaluation
Savoir-faire sollicités	Manipuler, maîtriser un outil, un geste technique, un logiciel : ➢ Microscope	
	Analyser, observer et raisonner	

Travail à faire

Étudiez et **observez** des lames histologiques de :

- **Anthères d'étamines** à **divers stades de maturation**
- **Ovaires** et **ovules**
- **Graines / fruits** en cours de **développement**

Pistes de réflexion et d'exploitation

Complétez *les figures 9-22.*

A. Les anthères et la formation du grain de pollen

1. Organisation générale d'une anthère immature (= non déhiscente)

- Voir figure 9.

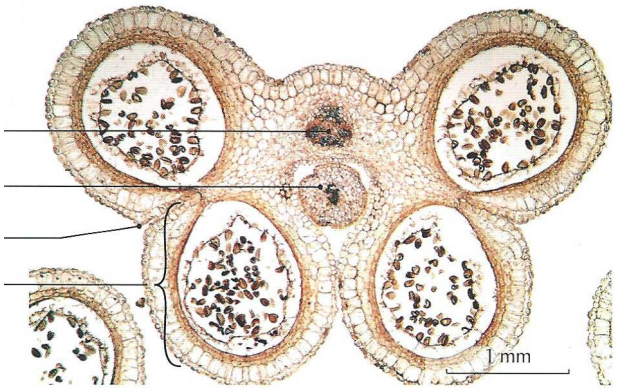
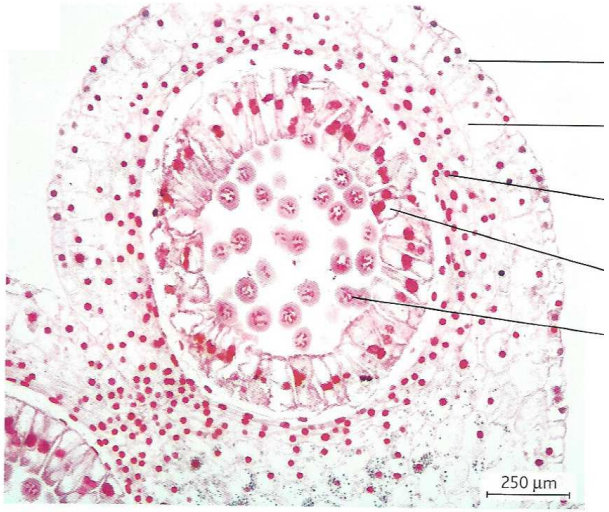


FIGURE 9. CT d'anthère immature de fleur de Lis (Liliacées) (MO). D'après BOUTIN *et al.* (2010).

- Notons que la **paroi de l'anthère** comprend, au niveau d'un sac pollinique (de l'extérieur vers l'intérieur) (figure 10) :
  - Un **épiderme**, ***couche unicellulaire de revêtement externe***.
  - Une **assise mécanique**, ***couche cellulaire prismatique à grande vacuole dont la déshydratation sera à l'origine de la déhiscence de la loge pollinique***.
  - Plusieurs **assises transitoires**, ***couches cellulaires de type plutôt parenchymateux qui disparaissent à mesure sur l'étamine mature***.
  - Une ***assise nourricière*** nommée **tapis staminal**.
  - Des **cellules sporogènes**, ***cellules à l'origine des cellules mères des spores***.

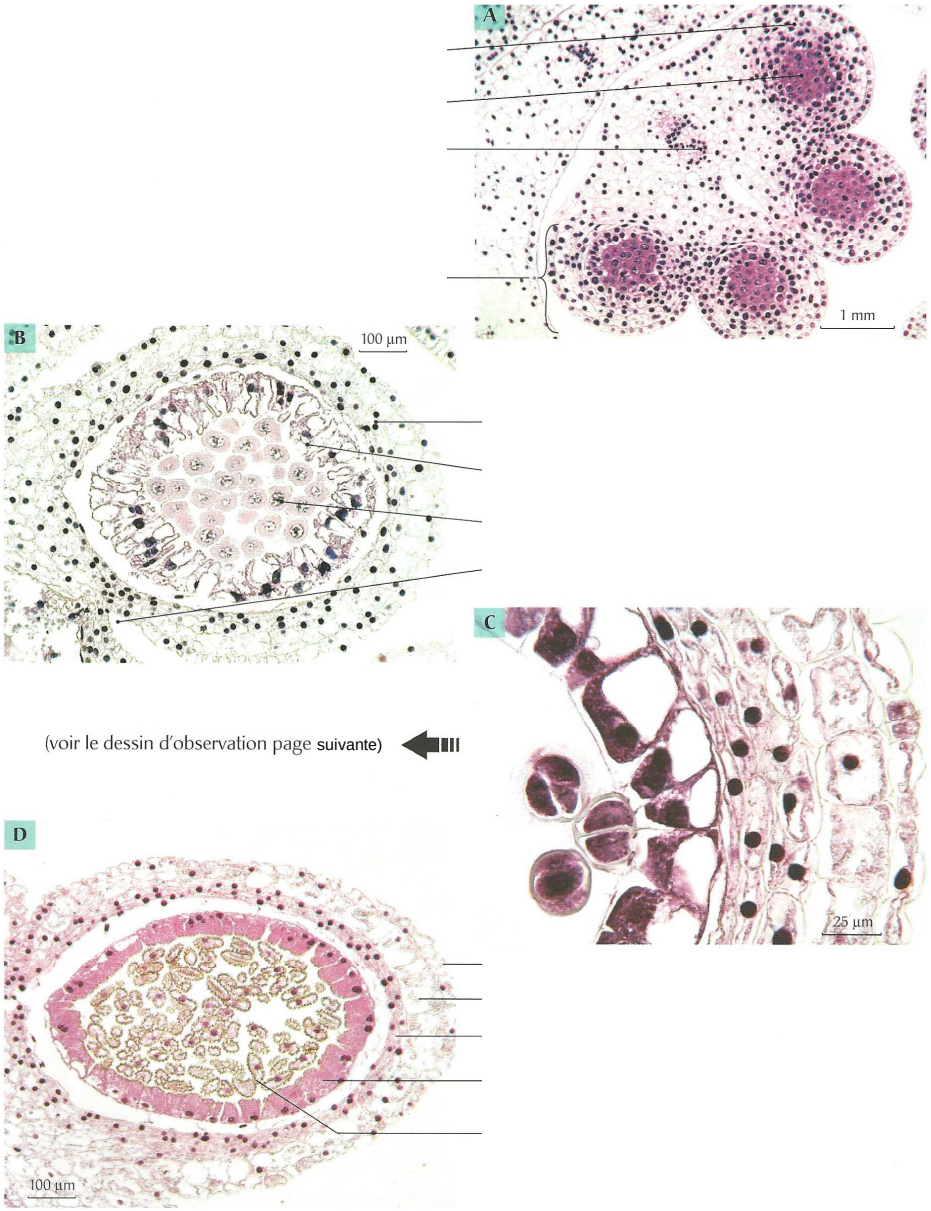


CT de détail de sac pollinique d'anthère (MO × 400).

FIGURE 10. CT d'anthère immature de fleur de Lis (Liliacées) : gros plan sur un sac pollinique et sa paroi (MO). D'après BOUTIN *et al.* (2015).

2. Sacs polliniques à différents stades

- Voir figures 11-12.
- Voir figure 13 pour les **modalités de formation d'un grain de pollen**.



(voir le dessin d'observation page suivante)

FIGURE 11. CT fleur de Lis : sacs polliniques à différents stades (Liliacées) (MO).
D'après BOUTIN *et al.* (2010).

A. Stade cellules sporogènes. B. Stade cellules mères des spores en prophase I de méiose. C. stade tétraspores (= juste après méiose). D. Stade jeune grain de pollen.

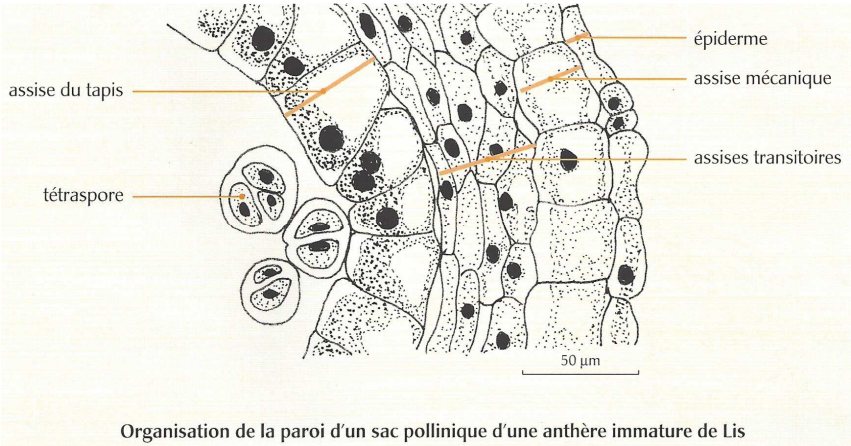


FIGURE 12. CT fleur de Lis : sac pollinique au stade tétraspore (C) (Liliacées) (MO).
D'après BOUTIN *et al.* (2010).

3. Formation des grains de pollen, gamétophytes mâles

a. Rappels théoriques

- Voir figure 13. Revoir le chapitre 24 pour des explications.

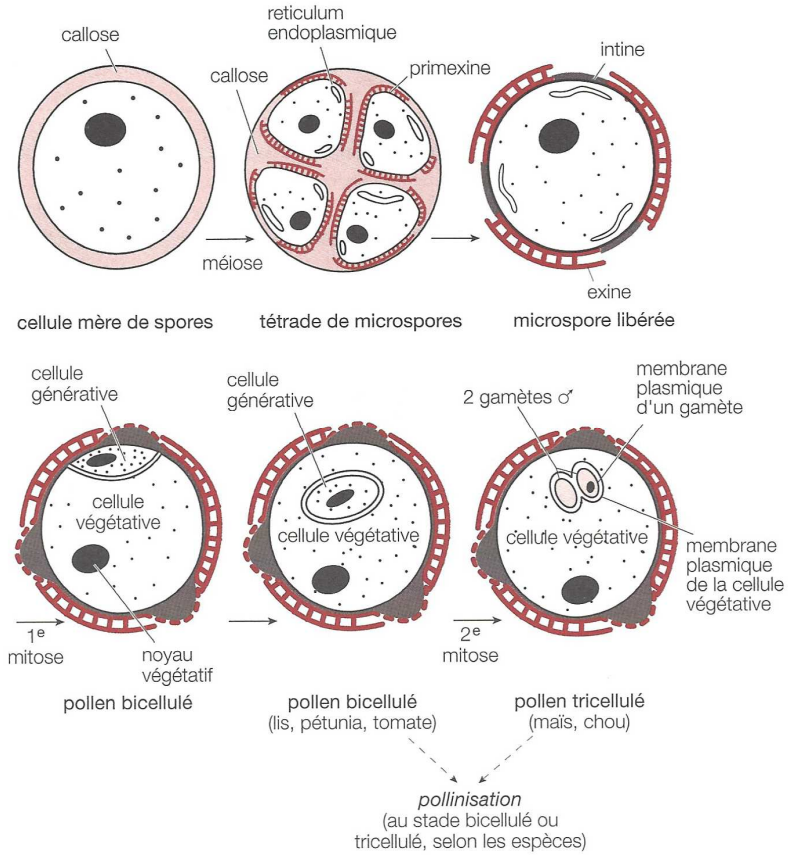
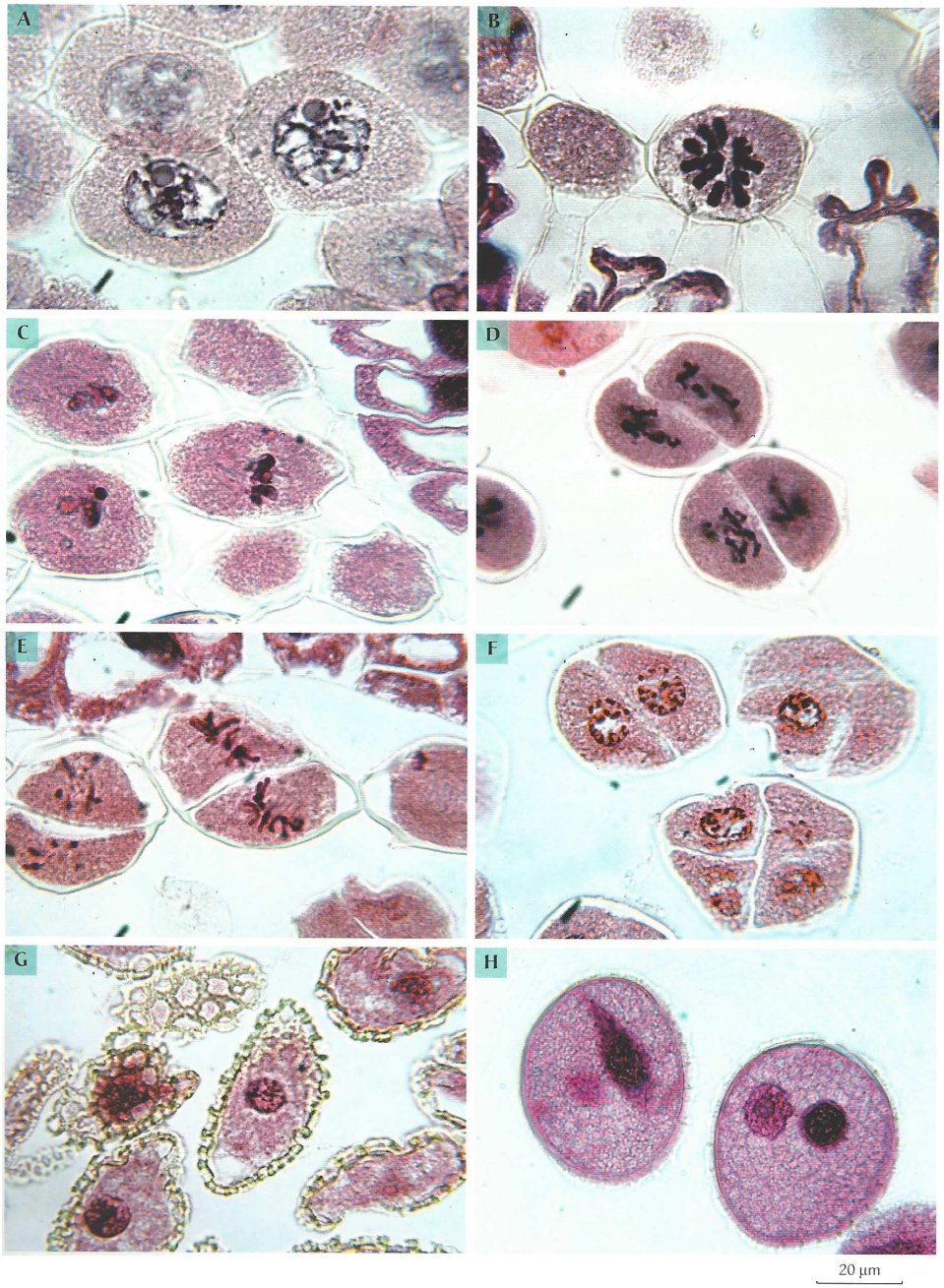


FIGURE 13. Étapes de la formation d'un grain de pollen.
D'après KLEIMAN (2001).

b. Étude de la formation du grain de pollen de Lis

- Voir figure 14. Revoir le chapitre 24 pour des explications.



Les cellules sporogènes sont un matériel de choix pour reconnaître les principales étapes d'une méiose. La photo A présente des cellules à noyaux encore bien distincts, nucléoles présents et chromosomes en partie condensés, ce qui correspond à la première prophase. Sur la photo B les chromosomes très raccourcis sont disposés en plaque équatoriale (métaphase I), observée en vue polaire, tout comme en C où le fuseau mitotique est visible en vue latérale sous forme de fines striations. La photo D correspond à la prophase II puisque deux cellules sont à présent distinctes car séparées par une nouvelle paroi. La métaphase II est observable sur la photo E et la fin de la méiose en F avec l'association par 4 des tétraspores. Ces microspores s'isolent ensuite comme le montre la photo G et se couvrent d'un dépôt d'exine, production de l'assise du tapis. Chaque microspore développe alors une mitose supplémentaire dont la cytodiérèse inégale conduit à une structure bicellulaire originale (photo H), la cellule végétative englobant une cellule fusiforme, la cellule reproductrice ou gamétogène (voir dessin d'observation). Le caractère très chromatique de son noyau suggère d'ailleurs que cette cellule a déjà dupliqué son matériel génétique (stade G2) en préparation de la formation des gamètes à la différence du noyau bien plus clair de la cellule du tube (stade G1) qui lui est pourvu d'un nucléole, indiquant qu'il conservera une forte activité anabolique lors de la croissance du tube pollinique.

Dessin d'observation (photo H)

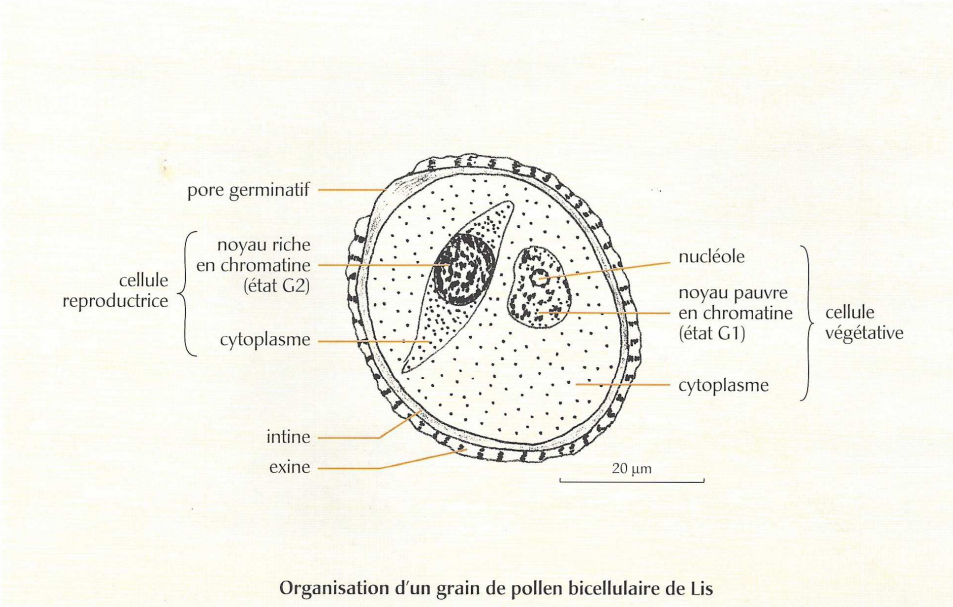


FIGURE 14. Formation d'un grain de pollen chez le Lis (MO).
D'après BOUTIN *et al.* (2010).

c. Structure d'un grain de pollen de Lis

- Voir figure 15 pour un **grain de pollen édifié**.

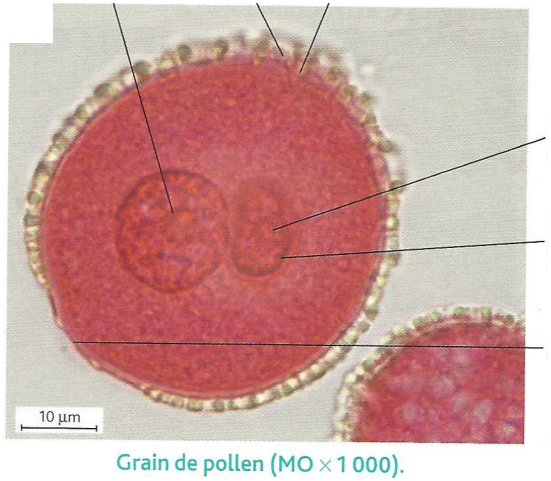


FIGURE 15. Grain de pollen chez le Lis (MO). D'après BOUTIN *et al.* (2015).

B. Les ovaires, les ovules et la formation du sac embryonnaire

1. Organisation générale d'un ovaire de Lis

- Voir figure 16.

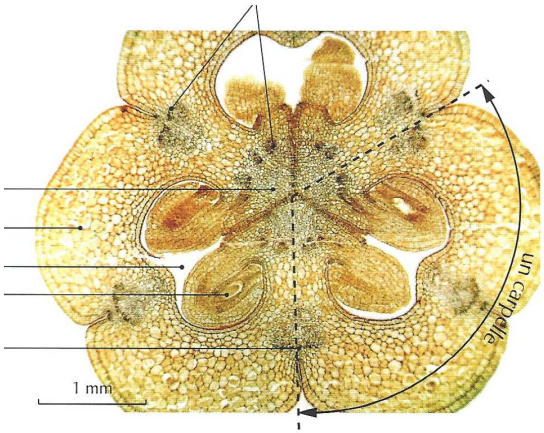


FIGURE 16. Ovaire de Lis (placentation axile) (MO). D'après BOUTIN *et al.* (2010).

2. Organisation générale d'une loge carpellaire de Lis

- Voir figure 17.

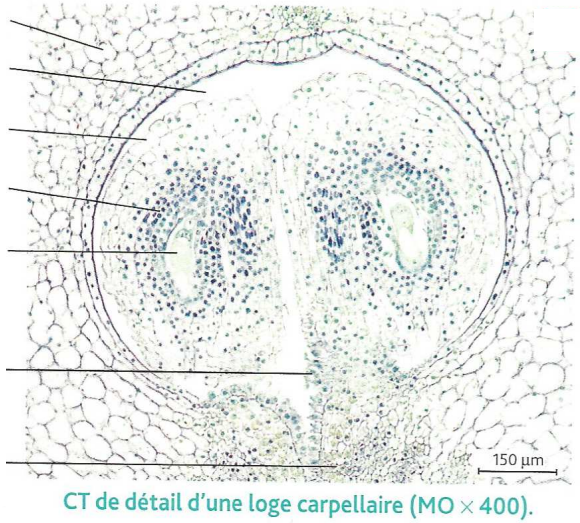


FIGURE 17. Loge carpellaire de Lis (MO). D'après BOUTIN *et al.* (2015).

3. Organisation d'un ovule (anatrope) de Lis

- Voir figure 18 : rappel des **trois types d'ovules**.
- Figure 19 : **ovule anatrope** de Lis.

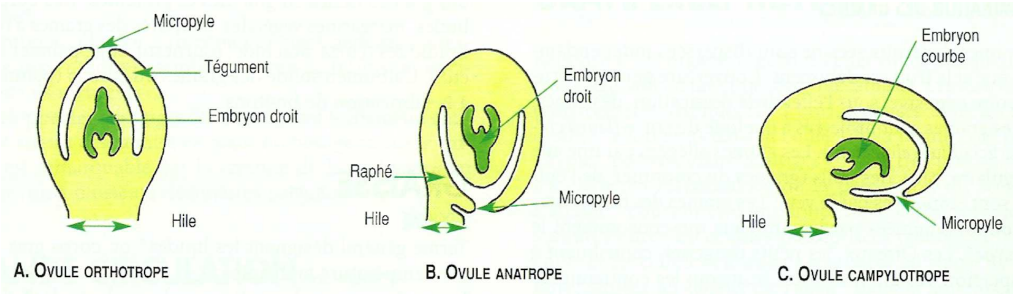
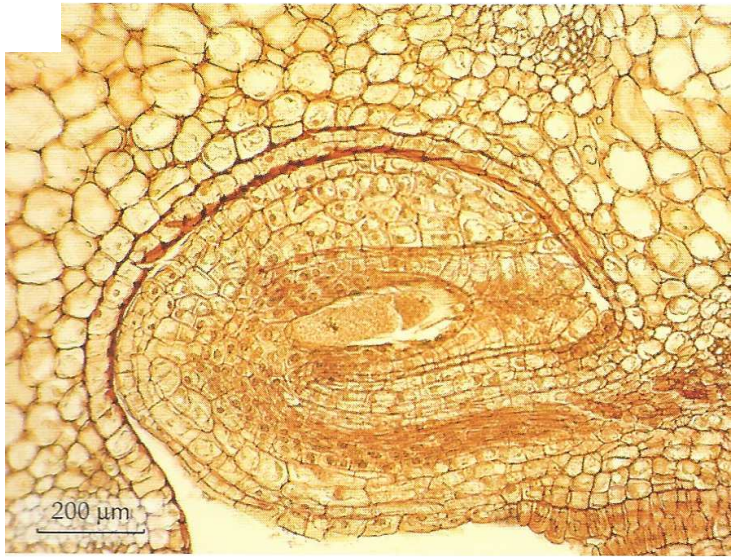


FIGURE 18. Trois grands types d'ovules (ici avec embryons) (rappels).
D'après MORÈRE, PUJOL *et al.* (2015).



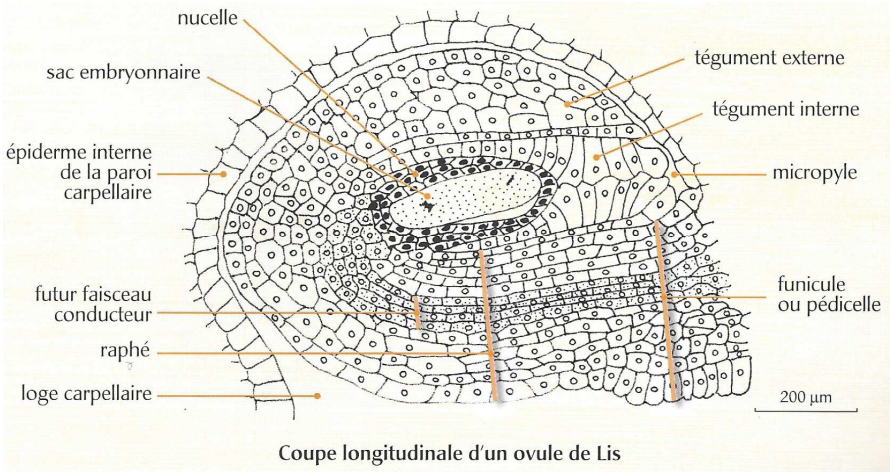
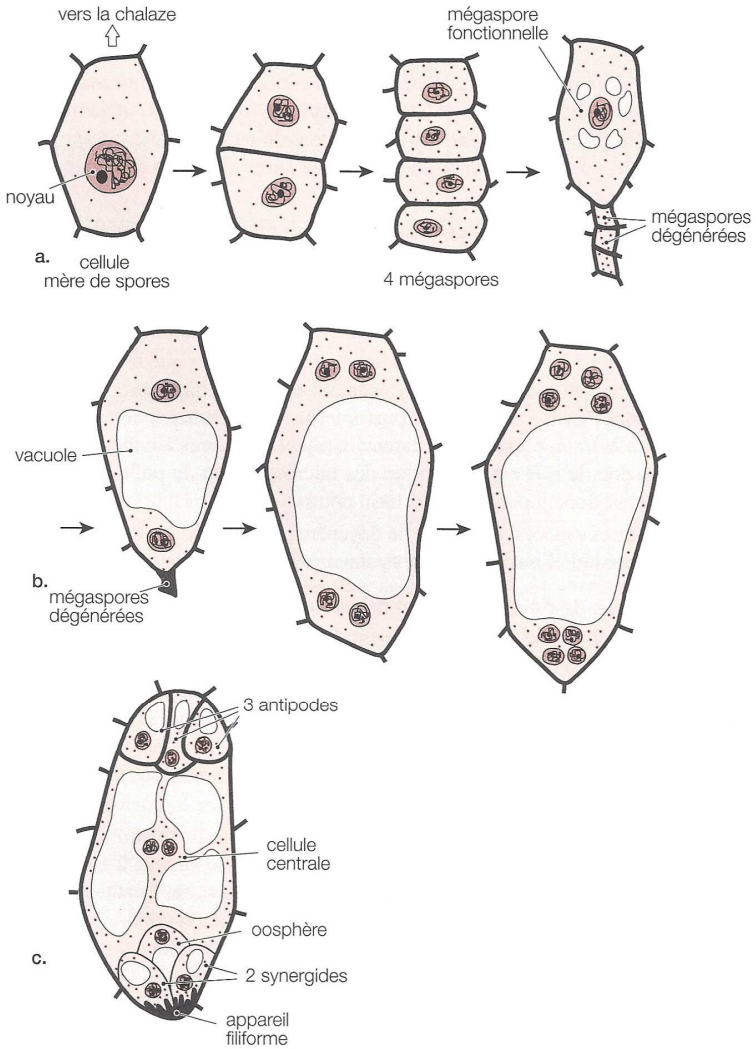


FIGURE 19. Ovule anatrope de Lis (MO). D'après BOUTIN *et al.* (2015).
[Raphé : à discuter !]

4. La formation du sac embryonnaire, gamétophyte femelle

a. Rappels théoriques

- Voir figure 20.

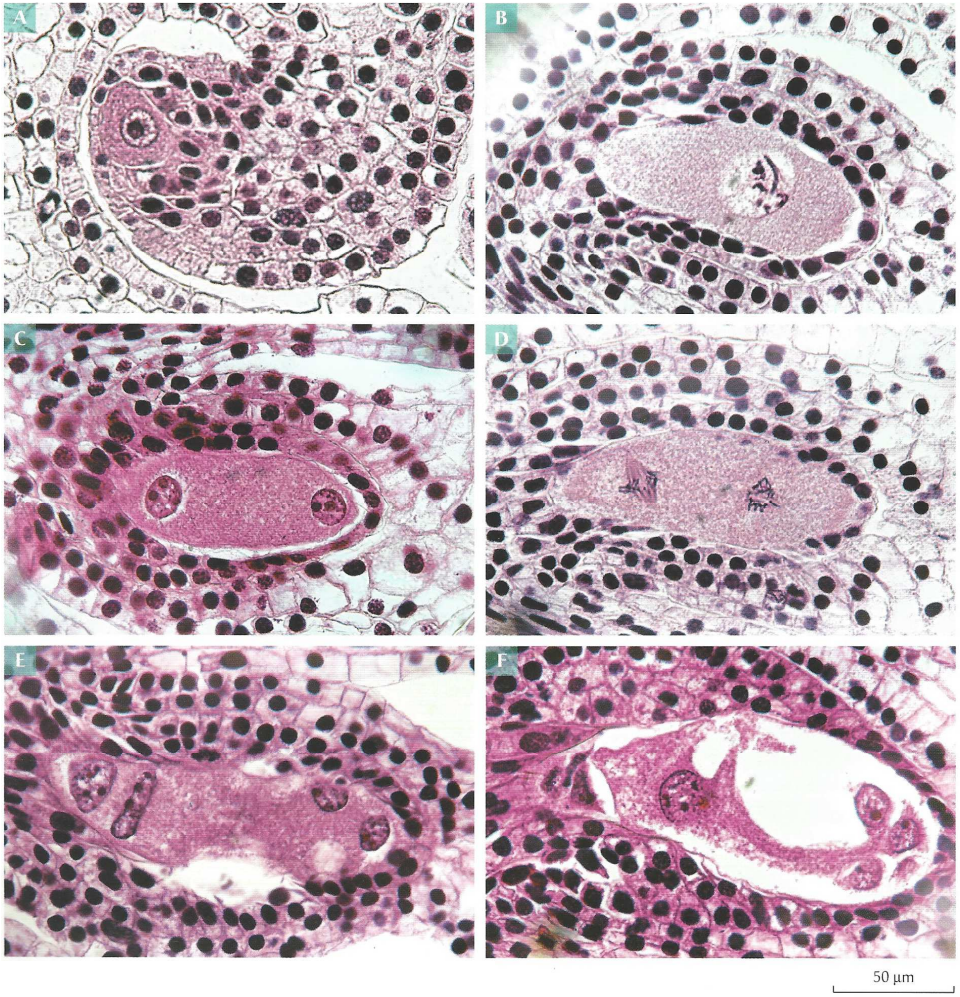


La formation du sac embryonnaire de type *Polygonum* (renouée).— a. Mégasporogenèse. **b.** Mégagamétogenèse. **c.** Sac embryonnaire. Le micropyle est situé vers le bas. (Modifié d'après Esau, *Anatomy of Seeds Plants*, John Wiley and sons, 1977.)

FIGURE 20. Formation d'un sac embryonnaire. D'après KLEIMAN (2001).

b. Étude de la formation du sac embryonnaire chez le Lis

- Voir figure 21.



Au sein d'un jeune ovule (photo A), une seule cellule sporogène développe la méiose et produit 4 macrospores donc 3 dégénèrent. La macrospore restante (photo B) se divise une première fois (photo C) puis une seconde fois (deux figures de métaphase sur la photo D) pour aboutir au stade « 4 noyaux » (photo E) ; ceux-ci migrent par couple aux deux pôles du sac. Une dernière division de chaque noyau conduit au sac embryonnaire définitif (photo F et dessin d'observation). Celui-ci comporte 3 cellules très réduites au pôle opposé au micropyle, les antipodes, une grande cellule centrale possédant une vaste vacuole et à terme deux noyaux haploïdes, et trois cellules au pôle micropylaire, deux ayant valeur de synergides et la troisième d'oosphère. La présence de parois entre ces cellules est difficile à observer dans cette région.

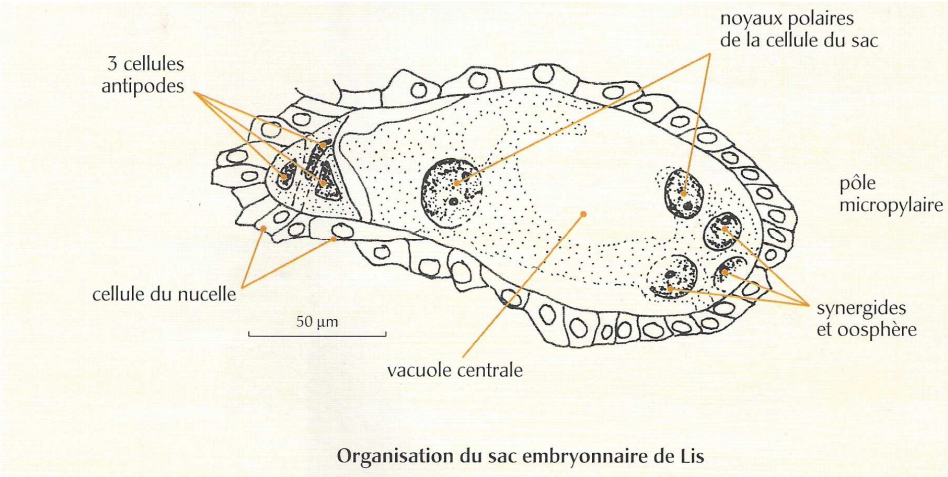
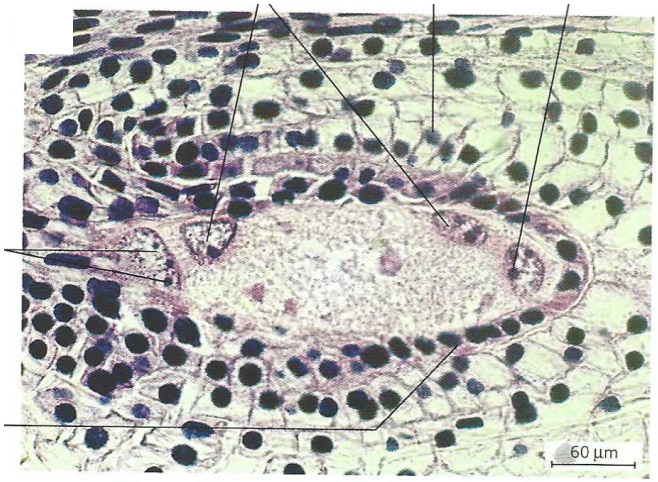


FIGURE 21. Formation d'un sac embryonnaire chez le Lis (MO).
[**Dessin** correspondant au **cliché F**] D'après BOUTIN *et al.* (2010).

c. Structure d'un sac embryonnaire de Lis

- Voir figure 22.



Sac embryonnaire de Lys (MO × 1 000).
(Photo : J.-F. Fogelgesang)

FIGURE 22. Sac embryonnaire chez le Lis (MO). D'après BOUTIN *et al.* (2015).

III. De la fleur au fruit : quelques coupes histologiques

Comment peut-on caractériser les modalités de transformation d'une fleur en fruit ?

Activité 3. De la fleur au fruit

Savoirs à construire	De la fleur au fruit

	Capacité ou attitude visée	Évaluation
Savoir-faire sollicités	Manipuler, maîtriser un outil, un geste technique, un logiciel : ➢ Microscope	
	Analyser, observer et raisonner	

Travail à faire

Étudiez et **observez** des lames histologiques montrant l'évolution d'un ovaire en fruit.

Pistes de réflexion et d'exploitation
Complétez *la figure 23.*

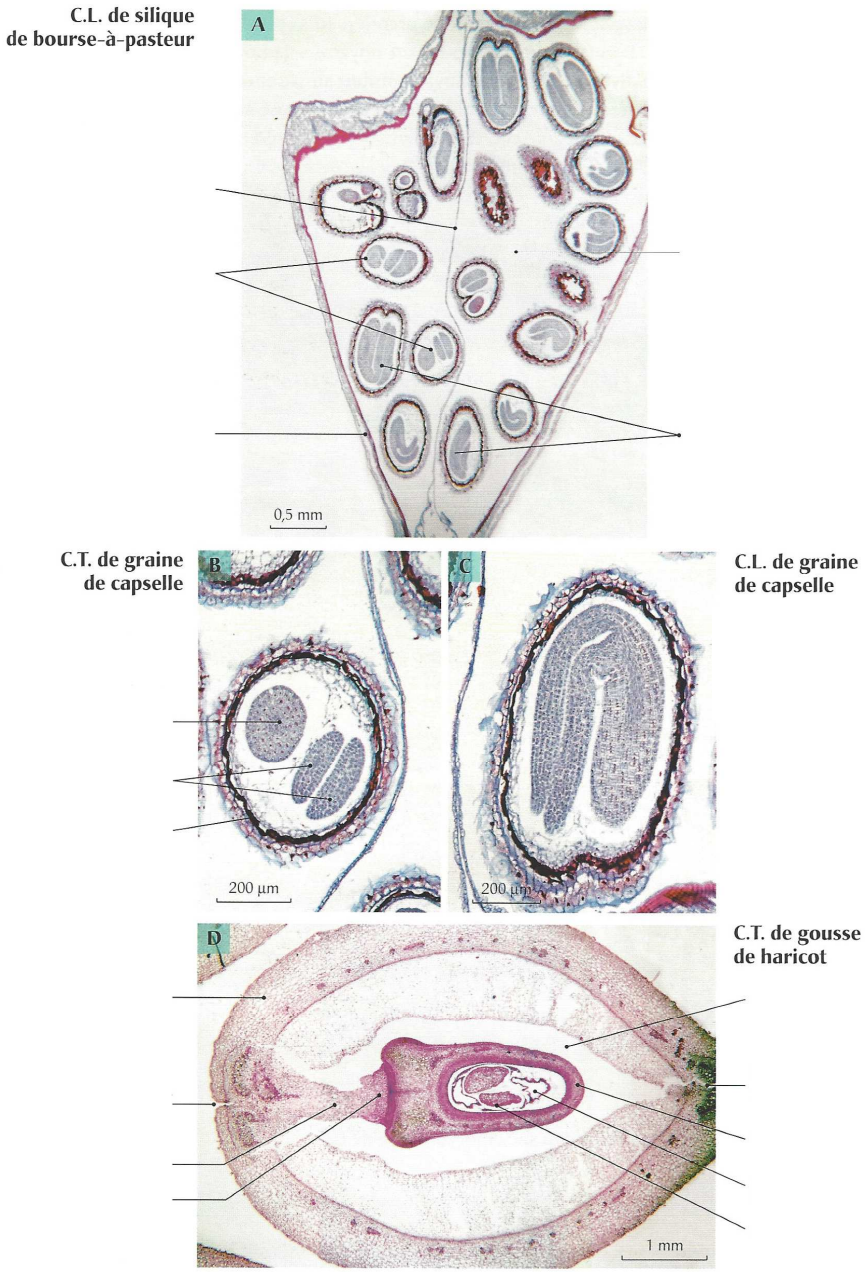


FIGURE 23 1/2. <u>De la fleur au fruit (MO)</u>. D'après BOUTIN *et al.* (2010).

Après double fécondation du sac embryonnaire, le pistil et les ovules reprennent leur croissance et se transforment en fruit pour le premier (photos A et D), en graines pour les secondes (photos B et C).

À terme, chaque graine comporte un embryon qui préfigure l'organisation du futur plant (photos B, C et dessins d'observation), des réserves situées au niveau de l'albumen ou des cotylédons dans le cas où celui-ci n'est que transitoire, et un tégument protecteur. Dans le cas de la capselle (photo C), le caractère courbe de l'embryon permet de conclure au fait que l'ovule était initialement lui-même courbe ou campylotrope. Ces graines sont au départ contenues dans des fruits ce qui définit les Angiospermes.

La transformation du pistil en fruit concerne essentiellement l'ovaire. Sa paroi ou péricarpe peut soit devenir charnue, soit se durcir par lignification ce qui est le cas des fruits de capselle (photo A) et de haricot à maturité (photo D). Lorsque ces derniers s'ouvrent par des fentes de déhiscence, on est amené à parler de capsule ; celle du haricot qui présente deux lignes de déhiscence opposées pour un seul carpelle est dénommée gousse, celle de la capselle, formée de deux carpelles, est appelée silique. L'ouverture brutale des capsules participe à la dissémination des graines.

La présence d'un embryon permet de parler d'Embryophyte, la réalisation d'une graine étant le propre des Spermatophytes. Le fait que les ovules soient entourés d'enveloppes protectrices closes ou carpelles caractérise le taxon des Angiospermes.

Dessins d'observation (photos B et C)

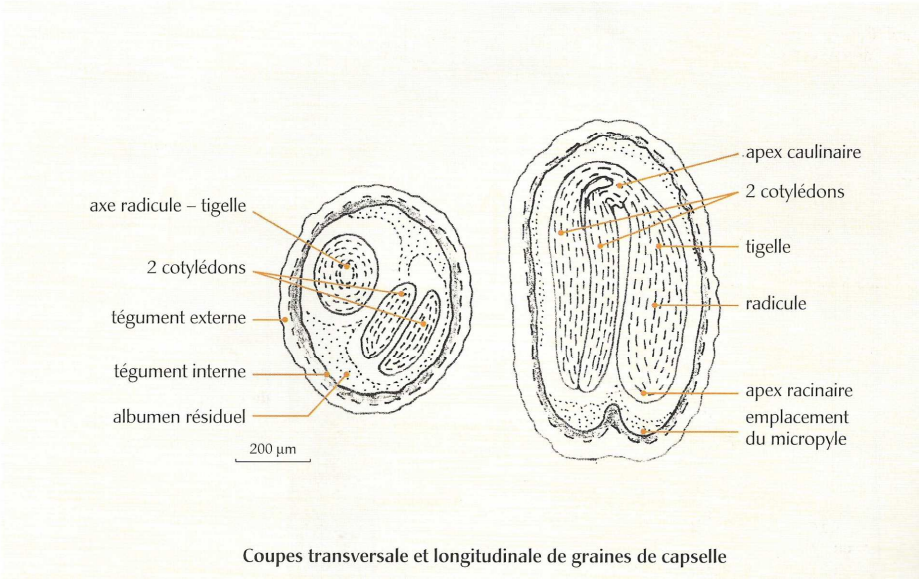


FIGURE 23 2/2. De la fleur au fruit (MO). D'après BOUTIN *et al.* (2010).

IV. Les graines et la germination

Comment peut-on caractériser les modalités de germination ?

Activité 4. Germination épigée et hypogée

Savoirs à construire	- Graines - Types de germination

Savoir-faire sollicités	Capacité ou attitude visée	Évaluation
	Analyser, observer et raisonner	

Travail à faire

Étudiez des documents relatifs aux modalités de germination.

A. Les types de graines et leurs réserves (à revoir)

- Revoir le TP A3, ainsi que le TP B8 + les chapitres 6 (développement des Angiospermes) et 24 (reproduction des Angiospermes)

B. Les types de germination

- Revoir le TP A3, ainsi que le TP B8, ainsi que le cours (chapitre 6 + chapitre 24)

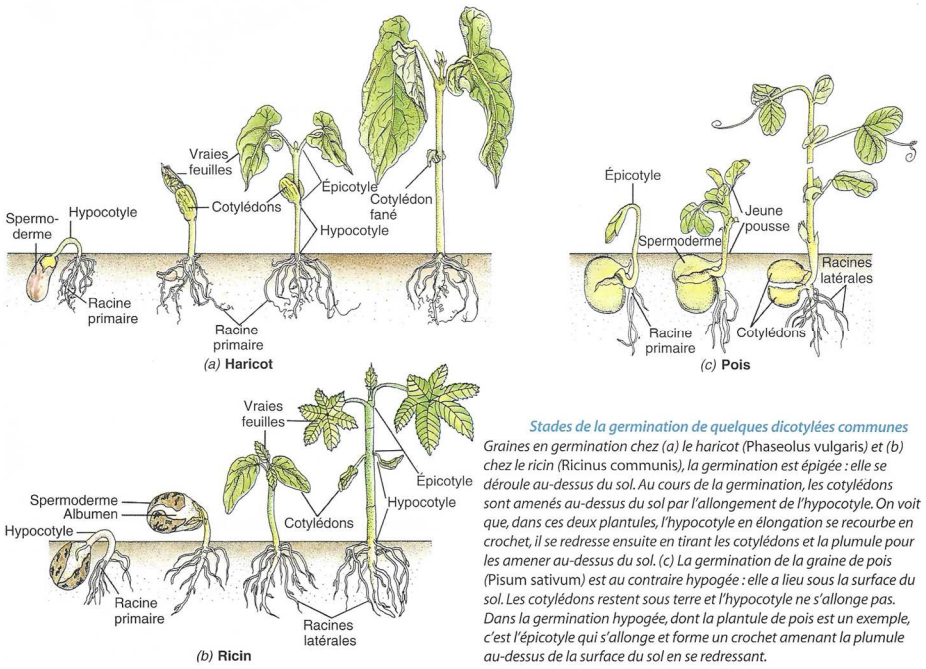


FIGURE 24. Germination chez les Eudicotylédones. D'après RAVEN *et al.* (2007b).

V. La diversité des fruits

Comment l'étude pratique des fruits nous permet-elle d'en comprendre l'organisation et l'adaptation à la fonction de dissémination ?

Activité 5. Étude des fruits

Savoirs à construire	Diversité des fruits / lien avec le mode dissémination

	Capacité ou attitude visée	Évaluation
Savoir-faire sollicités	Manipuler, maîtriser un outil, un geste technique, un logiciel : ➢ Dissection et préparation de fruits	
	Analyser, observer et raisonner	

Travail à faire

Étudiez et **observez** les **fruits** à votre disposition.
Faites le lien avec le **mode dissémination** (*cf.* chapitre 24).

Pistes de réflexion et d'exploitation
Les figures sont déjà légendées.

A. Notions de fruit, de semence (= diaspore), de dissémination

- Les **fruits** sont les ***structures dérivant de l'ovaire et renfermant la ou les graines*** ; des **restes de pièces stériles** et/ou de **stigmates** sont fréquemment observables, ce qui permet de les reconnaître. La paroi de l'ovaire qui devient la ***paroi du fruit*** prend alors le nom de **péricarpe** ; on y distingue **trois niveaux (du plus externe au plus interne)** : l'**épicarpe**, le **mésocarpe** et l'**endocarpe**.
- Avec les **graines** qui dérivent des ***ovules et au sein desquelles on trouve un embryon principal et des réserves***, ils constituent les **semences (= diaspores)** (= ***ensemble des structures reproductives qui permettent la dissémination de l'espèce***).
- On appelle **dissémination** les ***processus qui assurent la dispersion de structures reproductives à l'origine d'un nouvel individu, ce qui permet l'augmentation de l'espace occupé par une espèce donnée au sein d'un milieu***.
- Les principales ***modalités de dissémination des fruits ou des graines qui en proviennent*** (= « **-chories** ») sont :
  - L'**anémochorie** : ***dispersion des semences par le ven***t. Le transport peut alors s'effectuer sur de **grandes distances**.
  - La **barochorie** : ***dispersion des semences issu de leur chute lourde, sous leur propre poids***, assurant un **transport à faible distance**, au pied de l'arbre.
  - La **zoochorie** : ***dispersion des semences par les Animaux (entomochorie si Insectes, ornithochorie si Oiseaux…) suite à leur ingestion (endozoochorie) ou après accrochage sur le tégument animal (épizoochorie)*** (les Animaux peuvent aussi faciliter un transport de semence ***au moment de l'alimentation***, déplaçant alors la semence). Le transport peut s'effectuer sur de **grandes distances**.
  - L'**autochorie** : ***dispersion des semences par un mécanisme d'expulsion des graines de type « explosif » assurant leur libération brusque et à haute vitesse***. Les **distances** sont généralement **peu élevées**.
  - L'**hydrochorie** : ***dispersions des semences par l'eau*** (ex. courants fluviatiles ou marins, gouttes de rosée…). Les **distances** peuvent être **importantes**.

Il est **impératif** de connaître un **nombre important de fruits**. Outre les exemples vus lors du TP, nous vous exhortons à aller **consulter** :
- La page du site *Biologie et multimédia* (Jussieu) consacrée aux **fruits (aspects théoriques)** :
http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/Fruits/organigramme.htm
http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/Fruits/
- La page du site *Biologie et multimédia* (Jussieu) consacrée à la **diversité des fruits** comprenant **quasiment tous les exemples susceptibles de tomber au concours** (!!) :
http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/Fruits/liste.htm

Sachez enfin qu'il existe plus globalement une page avec presque tous les **organes végétaux comestibles** qui sont des **grands classiques aux concours** (**fruits**, **graines**, **organes de réserve**…) :
- Sous forme de barre de défilement : http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/Marche/index.htm
- Sous forme d'étalage virtuel : http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/Marche/etalage.htm

Toutes ces pages doivent être bossées très sérieusement avant les oraux !

[Dernières consultations janvier 2017]

B. Les fruits simples

- Les **fruits simples** sont des ***fruits dérivant d'un ovaire syncarpe (1 carpelle ou plusieurs carpelles soudés)*** ; leur **unicité** (« fruits uniques ») permet de les détecter sans difficulté.
- On les dira **monospermes** s'ils ***contiennent une seule graine (= issus d'un carpelle unique avec un seul ovule)*** et **polyspermes** s'ils ***contiennent plusieurs graines (= souvent issus de plusieurs carpelles –*** mais possiblement d'un carpelle unique avec plusieurs ovules, même si ce cas semble rarissime***)***.

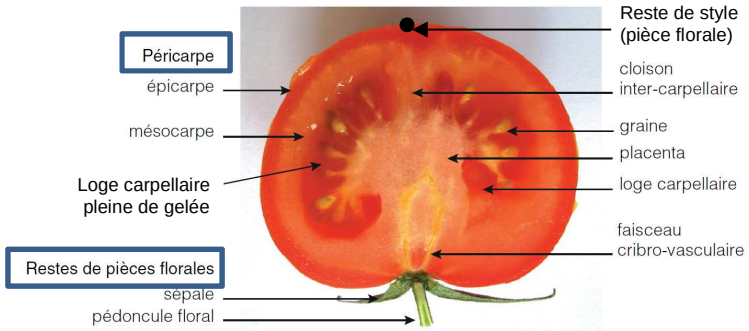
1. Les fruits charnus : les baies (fruits à pépins) et les drupes (fruits à noyau)

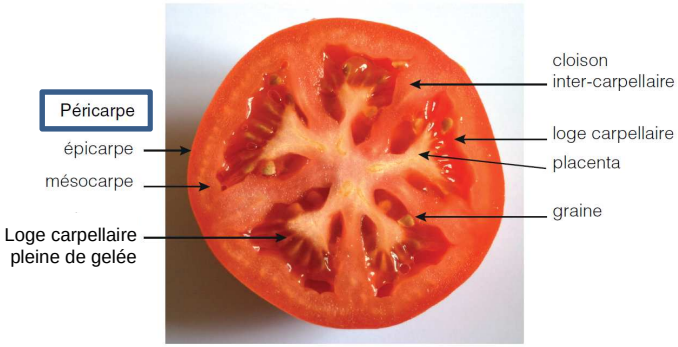
- On appelle **fruit charnu** un ***fruit dont le péricarpe est hypertrophié et gorgé de réserves comestibles par les Animaux*** (souvent riche en **glucides**, souvent **vacuolaires**). Des ***couleurs vives*** attirent les Animaux, de même que l'**odeur** parfois dégagée.
- Ces fruits sont donc souvent **adaptés à la dissémination par endozoochorie** avec une **dispersion des graines** dans les **fèces**, mais ils peuvent aussi être simplement **dispersés mécaniquement lors du processus de consommation** dans le cas des **grosses graines** (*exemple : une pèche qui, à force d'être picorée par les Oiseaux, va se déplacer, ou encore dont les Animaux ne laisseraient que le noyau*).
- On distingue :
  - Les ***fruits dont le péricarpe est complément charnu*** : ce sont les **fruits à pépins** ou **baies**. La plupart du temps, elles sont **polyspermes** (Tomate, Melon, Agrumes, Courgette, Raisin… Banane ! …) mais il existe de rares exemples **monospermes** (Avocat).
  - Les ***fruits dont le péricarpe est charnu sauf l'endocarpe qui est lignifié, souvent monospermes*** (il y a toutefois de rares cas de polyspermie) : ce sont les **fruits à noyau** ou **drupes** (Abricot, Pêche, Cerise…).

a. Étude de la Tomate (baie)

- La **Tomate** (figure 25) est une **baie**. On notera sa **placentation axile**, son **calice** souvent **marcescent** (= *qui perdure sur le fruit*) et l'existence de **deux carpelles le plus souvent** (quoique le nombre puisse **varier** entre 3 et 5 selon les variétés). La position du **calice** montre que le fruit dérive d'un **ovaire supère**.

Notons que les **loges carpellaires** contiennent, **à maturité**, un **jus gélifié** (riche en **pectines**) qui est parfois légendé comme « endocarpe gélifié » mais **l'endocarpe** est en réalité le **revêtement de la loge carpellaire** ; cette **gelée** semble être plutôt **produite par la liquéfaction d'une partie du tégument des graines de tomates** à maturité.





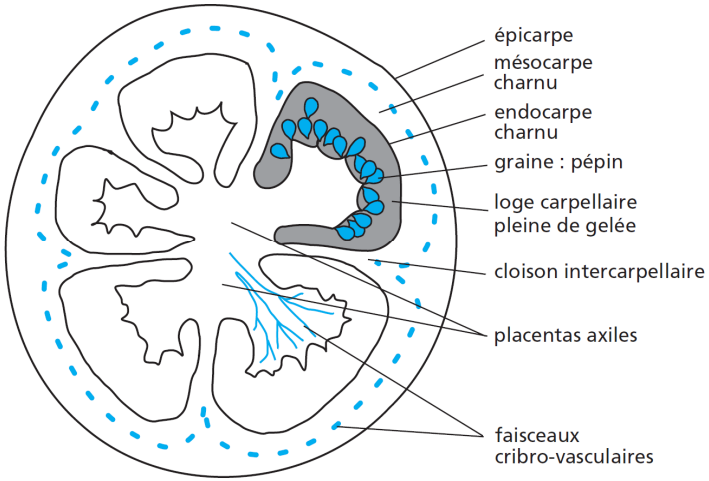
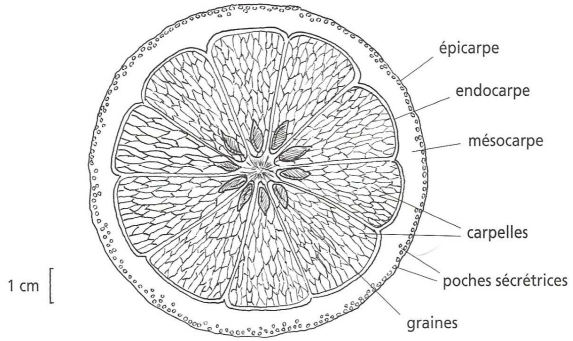
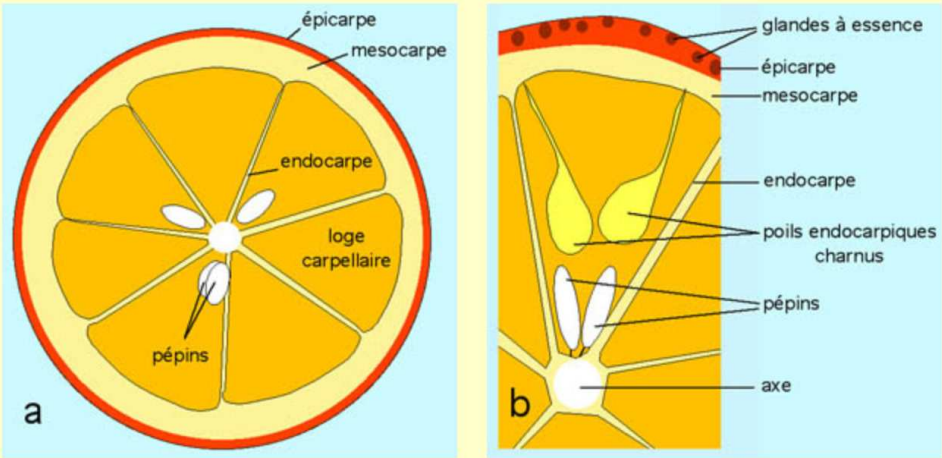


FIGURE 25. La Tomate (Solanacées) : coupe longitudinale, coupe transversale, schéma de coupe transversale. D'après SEGARRA *et al.* (2014) et PEYCRU *et al.* (2010b).

b. Étude des Agrumes (Citron, Orange…) (baie)



Orange épluchée | Orange séparée en quartiers | Poils endocarpiques de l'orange



Coupe transversale schématique d'une orange (a) et détail (b)

FIGURE 25. L'Orange (Rutacées).
D'après LABERCHE (2004) et *Biologie & Multimédia*.

- Les **Agrumes** (Rutacées) (figure 26) sont des **baies**. L'Orange est une baie particulière partagée en une dizaine de « **quartiers** » qui sont des **carpelles**. Dans **chaque quartier**, les **pépins** se trouvent **insérés près de l'axe** (**placentation axile**). L'**épicarpe** (zeste) contient de **nombreuses glandes à essences** (légendées « poches sécrétrices » : les essences, de nature lipidique, sont des composés odoriférants qui participeraient à l'attraction des consommateurs animaux). Le **mésocarpe blanc** a une **consistance spongieuse**. L'**endocarpe** (**épiderme interne d'un carpelle**) est une **fine peau qui entoure les quartiers** et émet des **poils succulents qui remplissent l'intérieur des loges carpellaires** et constituent la **partie charnue** consommée. La **trace du style** nous montre que l'**ovaire** était **supère**.

c. Étude d'un grain de Raisin (baie)

- Il s'agit là encore d'une **baie** issue d'un **ovaire supère** ; cet ovaire comprenait deux carpelles (figure 27). Il présente une **placentation axile** un peu particulière : les pépins sont tournés vers la **base de la cloison intercarpellaire**.

Coupes longitudinales d'un grain de raisin — Schéma explicatif

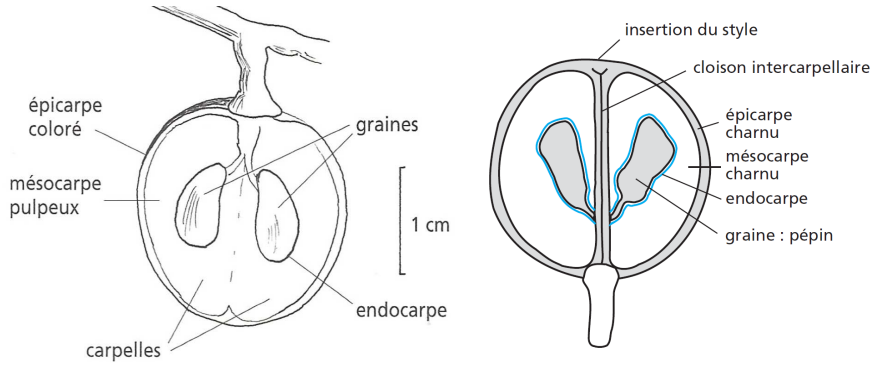


FIGURE 27. Graine de Raisin (Vitacées).
D'après *Biologie & Multimédia*, LABERCHE (2004) et PEYCRU *et al.* (2010b).

d. Étude du Melon (baie)

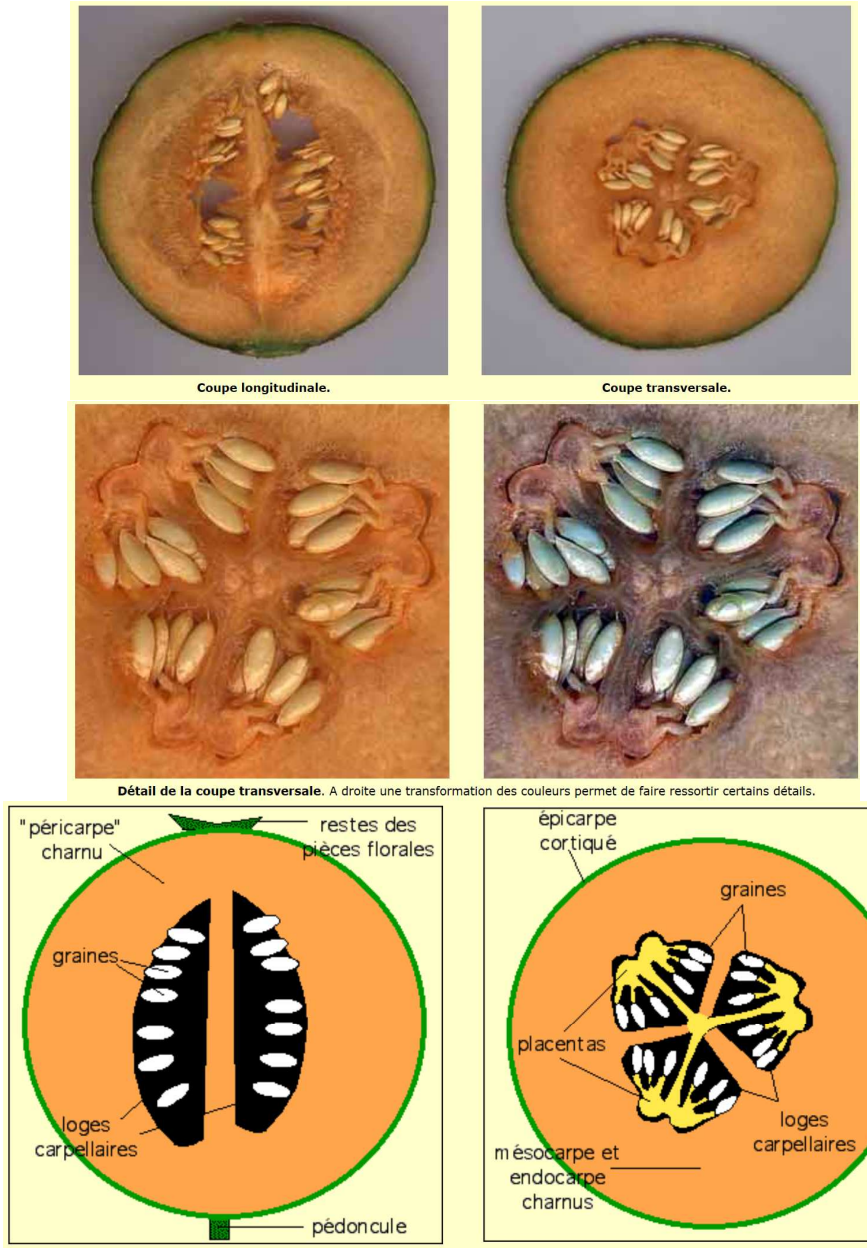
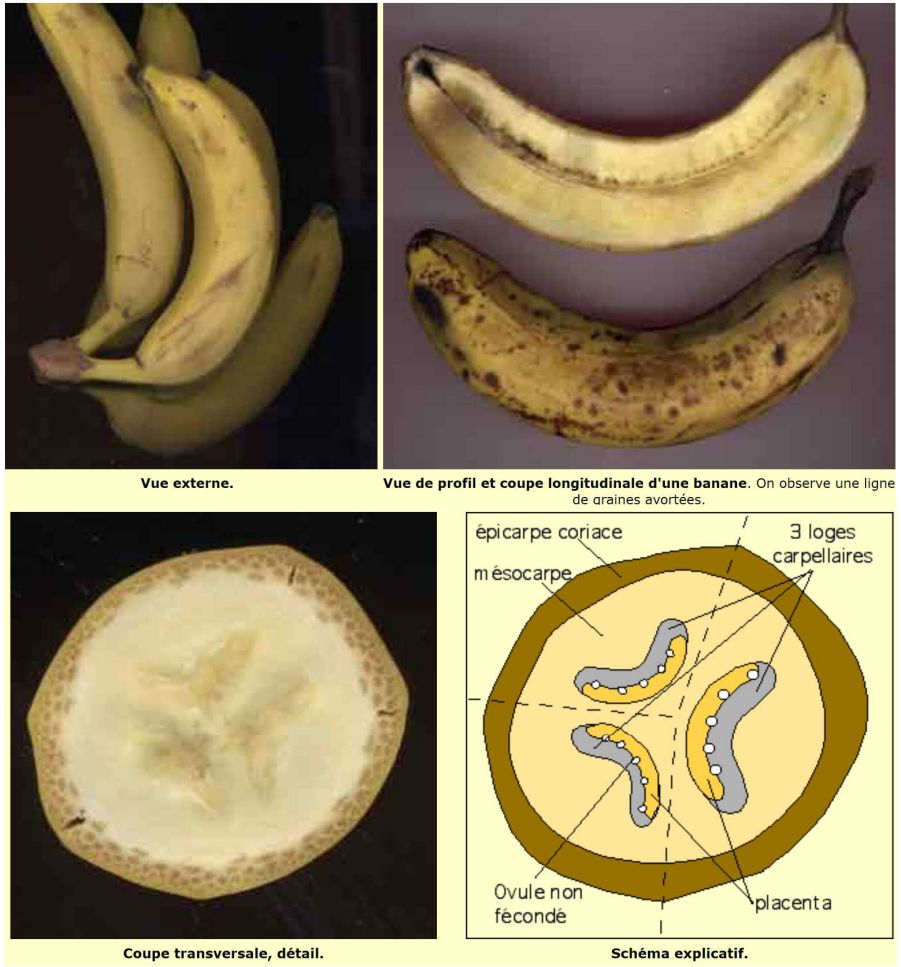


FIGURE 28. Melon (Cucurbitacées). D'après *Biologie & Multimédia*.

- Le **Melon** (Cucurbitacées) (figure 28) est une **baie** issue d'un **ovaire infère** (notez la position des **restes de pièces florales**) à **trois carpelles soudés** ; dans le cas des fruits issus d'ovaire infères, **une partie du péricarpe** a pour origine la **paroi du conceptacle** de la fleur. L'**épicarpe** est **coriace**. La **placentation** peut **sembler pariétale** mais le placenta est bien branché sur les tissu internes du fruit : en fait, les placentas en **position axile** se sont développés **vers la périphérie** et les graines semblent alors en position pariétale (**placentation axile extrusive**). C'est un vrai piège !
- Les autres Cucurbitacées (Concombre, Cornichon, Citrouille…) présentent une organisation semblable.

e. Les baies parthénocarpiques : des baies sans pépins (ex. Banane)



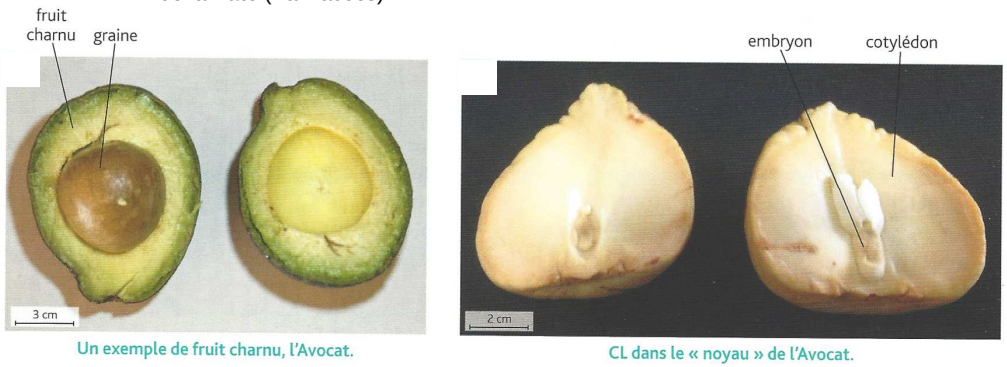
⮝ **FIGURE 29. Banane (Cucurbitacées).** D'après *Biologie & Multimédia*.

⮝ **FIGURE 30. Banane sauvage avec pépins (Cucurbitacées).** D'après *Wikipédia*.

- Il existe des **fruits parthénocarpiques**, c'est-à-dire ***qui se développent en l'absence de fécondation***. C'est le cas de fruits sélectionnés par l'homme comme certains **Agrumes sans pépins** ou encore de la **Banane**.
- La **Banane** (Musacées) (figures 29-30) est un fruit qui dérive d'un **ovaire infère** (**participation du conceptacle** à la formation du fruit). La **partie externe du fruit**, la "peau de banane" ou **épicarpe**, est formée par la **soudure du conceptacle** et de l'épicarpe légèrement coriace de la **fleur** ; la **partie charnue** du fruit (**m**ésocarpe et endocarpe) correspond à la paroi des carpelles. Les trois loges carpellaires sont remplies de **poils mous amylacés** et contiennent de **nombreuses graines avortées**.

f. Un cas rare : l'Avocat ou la Date (baie monosperme)

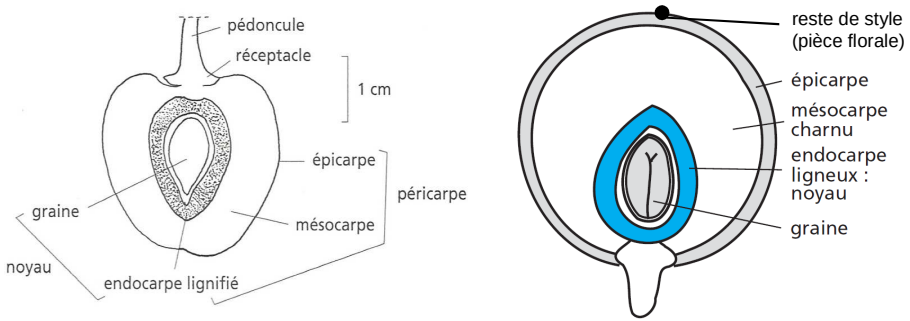
- Les **baies monospermes** sont **rares** : on peut les **confondre** avec des **drupes** mais on notera que **l'endocarpe n'est pas lignifié**. C'est le cas de l'**Avocat** (figure 31) (Lauracées) dont le « noyau » est en fait un **gros pépin**, donc une **graine**, ou encore de la **Date** (Palmacées).



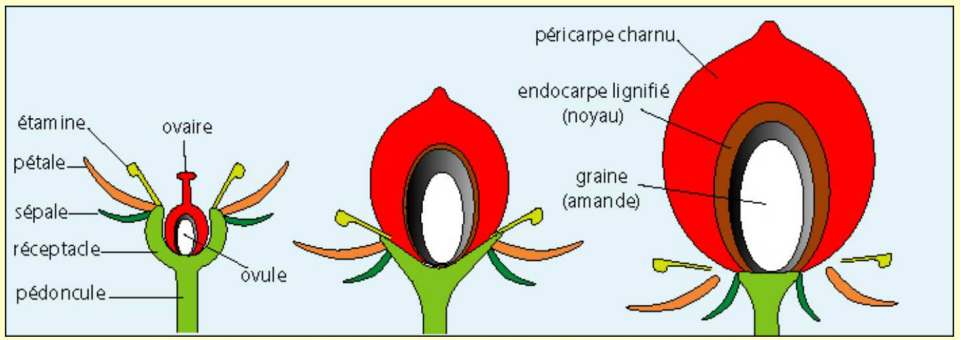
⮝ **FIGURE 31. Avocat (Lauracées).**
D'après BOUTIN *et al.* (2015).

g. Étude de drupes : Cerise, Pêche, Prune, Abricot… Olive…

- La plupart des **fruits à noyau commercialisés** (Cerise, Pêche, Prune, Abricot…) sont des **Rosacées** du genre *Prunus* (figure 32) ; on peut aussi citer l'Olive (Oléacées). On notera qu'ils proviennent d'**ovaires infères**, même si ça ne semble pas le cas : en fait, le **conceptacle non adhérent** ainsi que les **pièces stériles** deviennent **caducs** lors de la formation du fruit (figure 32). La **graine** (parfois appelée « **amande** ») qui s'y trouve dérive d'un **ovule unique** lui-même compris dans un **ovaire unicarpellé** ; autour de la graine, la paroi du noyau est de nature frutescente : il s'agit de l'**endocarpe** qui est **lignifié**. La **partie charnue** est donc **mésocarpique** et la « peau » externe est constituée de l'**épicarpe**.



Cerise ouverte | Noyau de cerise | Noyau cassé | Graine ou amande



De la fleur au fruit : Evolution schématique de l'ovaire infère non adhérent de la cerise

FIGURE 32. Cerise (Rosacées).
D'après LABERCHE (2004), PEYCRU *et al.* (2010b) et *Biologie & Multimédia*.

h. Étude de la Noix et la Noix de Coco (noyaux de drupes)

- Parmi les fruits commercialisés, il arrive qu'on ne commercialise **que le noyau** d'une **drupe**. C'est le cas :
  - De la **Noix** (Juglandacées) (figures 33-34) : la partie verte **charnue** (**mésocarpe**) n'est **pas comestible** (on extrait en un colorant brun : le **brou de noix**) et donc éliminée pour la consommation. On consomme la **graine (cerneaux)** une fois extraite de sa **coque ligneuse** (**endocarpe**).

Notons que la **Noix** est **monosperme** (1 seule graine, issue d'un seul ovule) MAIS provient de **deux carpelles** (dont l'un ne donne donc pas de graine). La **suture observée extérieurement** correspond à la **cloison intercarpellaire** que l'on observe **en ouvrant le fruit**. Les **deux parties** (gauche et droite) sont les **cotylédons**, chacun étant **bilobé**. Si l'on ouvre la noix sans couper la graine, on constate qu'elle est **constituée de deux lobes séparés** par une autre **cloison incomplète** située dans le plan inter-carpellaire.

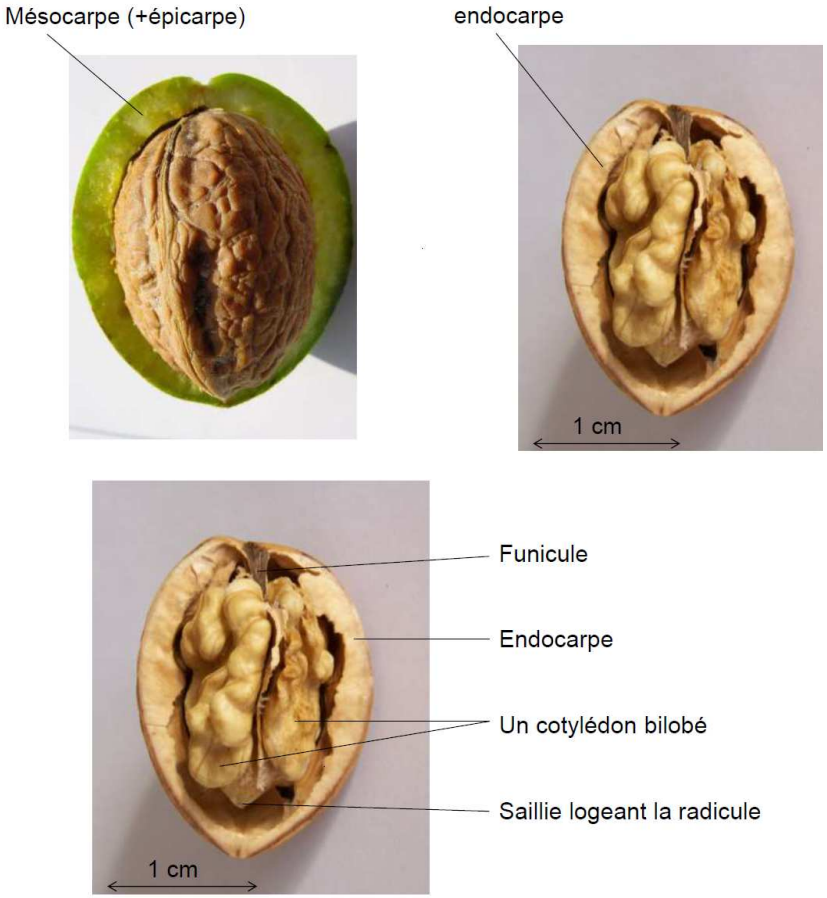


FIGURE 33. Noix (Juglandacées).
D'après C. PERRIER (BCPST2, Lycée du Parc, Lyon 69).

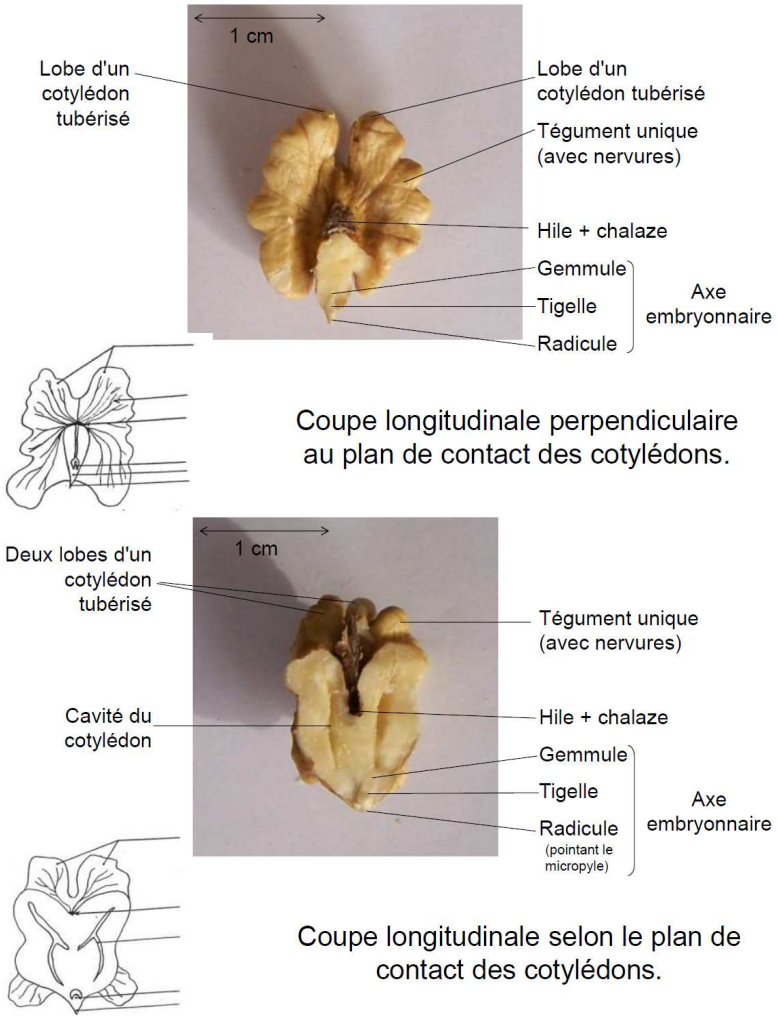
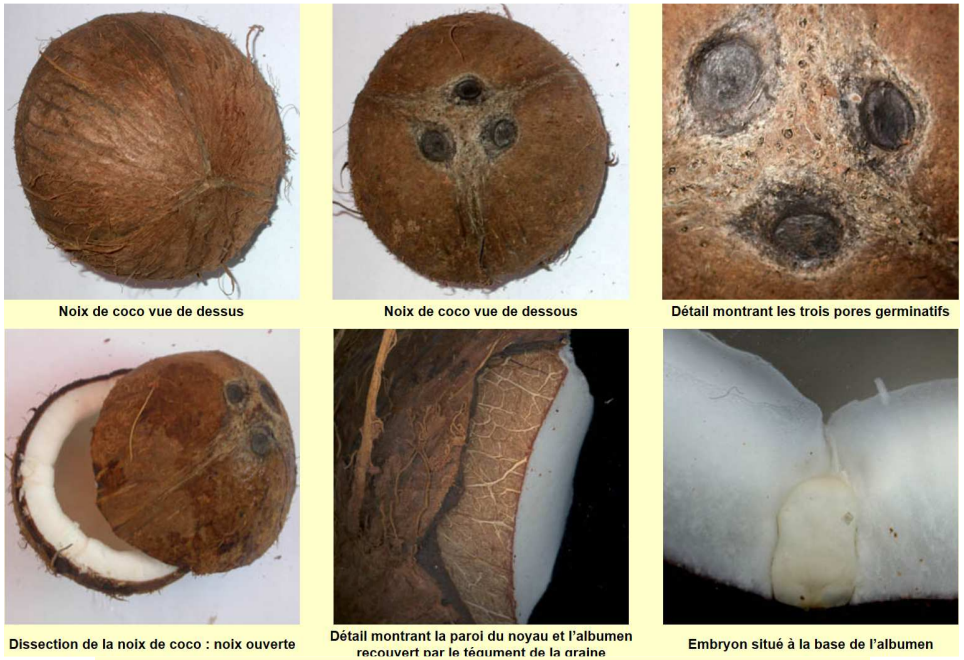


FIGURE 34. Noix (Juglandacées) : étude de la graine.
D'après C. PERRIER (BCPST2, Lycée du Parc, Lyon 69).

- De la **Noix de Coco** (Arécacées) (figure 35) : ce sont là encore des drupes dans lesquels la **partie charnue (ici fibreuse)** n'est **pas comestible** ; on commercialise le **noyau débarrassé** du **mésocarpe** (et de l'épicarpe). Le noyau contient l'**amande blanche** comestible. L'amande qui correspond à l'**albumen** de la graine et en son sein, un petit **embryon**. L'amande est **creuse** et contient un **liquide**, l'**eau de coco**. Le **caractère creux** est assure la **flottabilité** de la Noix de Coco qui est **disséminée** par les **courants marins** (**hydrochorie**), passant d'une plage à l'autre, voire d'une île à l'autre.



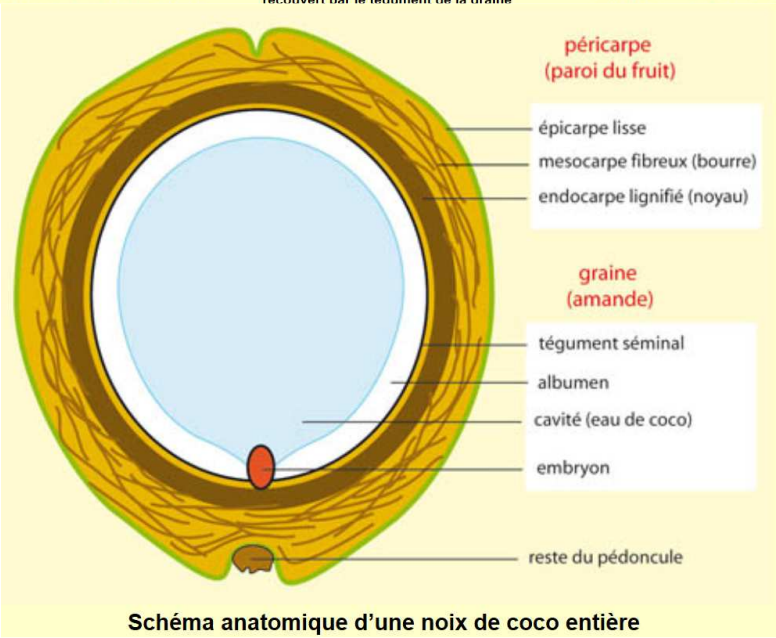


FIGURE 35. Noix de Coco (Arécacées). D'après *Biologie & Multimédia*.

2. Les fruits secs déhiscents ou indéhiscents

- On appelle **fruit sec** un ***fruit dont le péricarpe est fin et tend à sécher à maturité***. Il peut comprendre **une ou plusieurs zones de déhiscence**, ce qui facilite la **dispersion des graines**, ou bien être **indéhiscent** : dans ce cas, **la plantule perforera le péricarpe rigide** lors de la **germination**.

> On appelle **déhiscence** ***l'ouverture spontanée d'organes végétaux clos selon des zones prédéfinies, généralement sous l'effet de la déshydratation***.

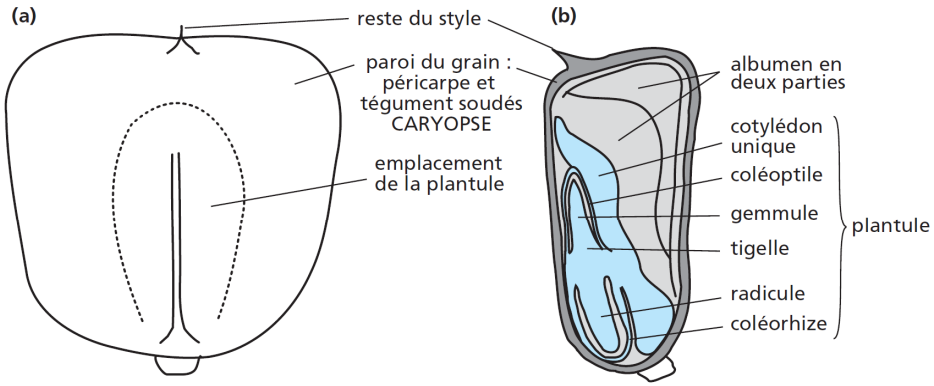
- On rencontre **tous les types de dissémination**.
  - La **dissémination** est souvent **barochore** ou **autochore**.
  - Quand les **graines** sont **très petites** (comme la Moutarde), elles peuvent être **poussées par le vent** (**anémochorie**). Des graines présentent des **expansions** assurant la **prise au vent** (akènes à aigrette des Astéracées, ailes de samares…).
  - Enfin, certains **fruits** peuvent utiliser les **Animaux** (ex. **glands / noisettes** consommés par les Sangliers, les Écureuils qui en font des réserves dont ils oublient souvent la localisation…) (**zoochorie**) ; on note aussi des **fruits à barbules** (comme chez la Bardane) qui peuvent **s'accrocher** aux Animaux (**épizoochorie**).

a. Les fruits secs indéhiscents : caryopses et akènes

- Les fruits secs indéhiscents sont tous **monospermes** (dérivant d'un **ovaire avec un seul ovule**, mais pas toujours un seul carpelle).

α. Les caryopses : une soudure des téguments de la graine et du fruit

- Parfois appelé « **grain** » dans le langage courant, un **caryopse** (figure 36) est ***un fruit sec indéhiscent dont le péricarpe est soudé au tégument de la graine*** ; il est généralement **barochore**. Ce fruit est caractéristique des **Poacées** et est déjà largement étudié dans les TP A3 et TP B8. Rappelons que le caryopse présent à la fois des **caractères de graine** et des **caractères de fruit** (tableau I).



(a) morphologie externe ; **(b)** coupe longitudinale.

FIGURE 36. Rappel de la structure d'un caryopse : exemple du Maïs (Poacées).
D'après PEYCRU *et al.* (2010b).

TABLEAU I. Grain (caryopse) de Maïs : éléments de diagnose.

Observations	Interprétations	Conclusions
- Organe des restes de **pièces stériles** (**glumelles**) et une **trace cicatricielle du style**	Cet organe dérive donc d'un **ovaire**	C'est donc un **fruit**
Le **tégument (péricarpe)** est **sec** (→ organe de **résistance** et possiblement de **dissémination**) et ne montre **pas de zone préférentielle de rupture**		C'est donc un **fruit sec indéhiscent**
- Organe largement **tubérisé**	Cela révèle la présence de **réserves** (→ organe de **résistance**, adapté au passage de la **mauvaise saison**) *NB Déshydratation → Vie ralentie*	C'est donc une **graine**
- Présence d'une **plantule** *NB **Cotylédon** à forme particulière : **scutellum = écusson***	C'est un **embryon** (→ organe de **développement**) *Vocabulaire particulier ici : coléoptile, coléorhize*	
- Présence d'une **enveloppe protectrice** soudée au péricarpe	Graine unique dans un fruit sec avec téguments soudés >>>>>>	Cela confirme que c'est un **caryopse**
- En plus du **cotylédon**, on trouve un **tissu de réserve bien net**	Ce tissu de réserve est **l'albumen**	C'est une **graine albuminée**
- Présence d'un **seul cotylédon**		C'est une graine de **Monocotylédone**
- La coloration au **lugol** (pensez à gratter un peu) révèle la **présence d'amidon** - Le montage de **prélèvement de cotylédons** entre **lame** et **lamelle** permet d'observer, en coloration au **lugol**, des **amyloplastes** (cf. TP B8) *- Les réserves protéiques sont ici difficiles à montrer.*		Les **réserves** sont de nature surtout **amylacée** [mais aussi **protéique** : **gluten**]

*Remarque : la **couche à aleurones** située sous les **téguments** contient des **réserves protéiques** qui serviront à fabriquer les **enzymes responsables de l'hydrolyse des réserves de l'albumen** lors de la **reprise de la vie active** (cf. chapitre 18).*

β. Les akènes : une absence de soudure des téguments de la graine et du fruit

- Un **akène** est ***un fruit sec indéhiscent dont le péricarpe n'est pas soudé au tégument de la graine***.

i. La noisette ou le gland, des akènes typiques

- La **noisette** (Bétulacées) (figure 36) ou le **gland** (Fagacées) (figure 37) sont des **akènes typiques**. Comme ce sont des ***akènes avec une paroi lignifiée très rigide***, on peut les appeler **nucules**.
- On notera que ces deux akènes présentent une **trace du style**, preuve que c'est un fruit. En outre, ils sont tous deux enveloppés dans un **involucre de bractées** (figure 36) qui est transformée en une **cupule rigide et lignifiée** chez le Chêne (figure 37). Notons qu'on en trouve une **trace sur le fruit** dans les deux cas.
- Ces deux fruits sont à la fois **barochores** et **zoochores**.

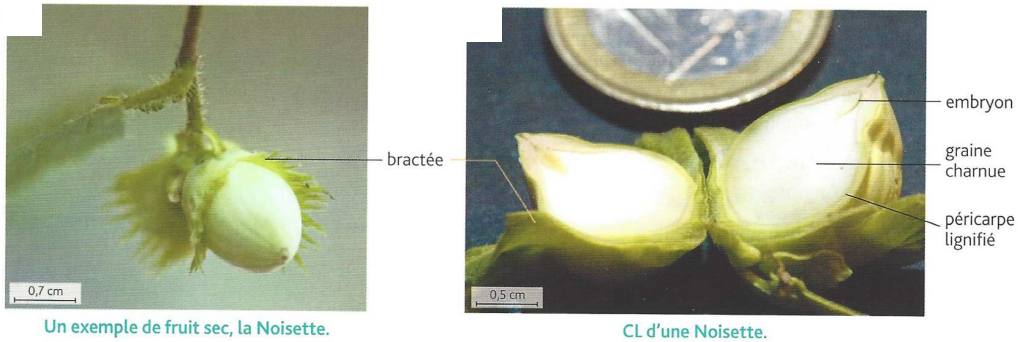
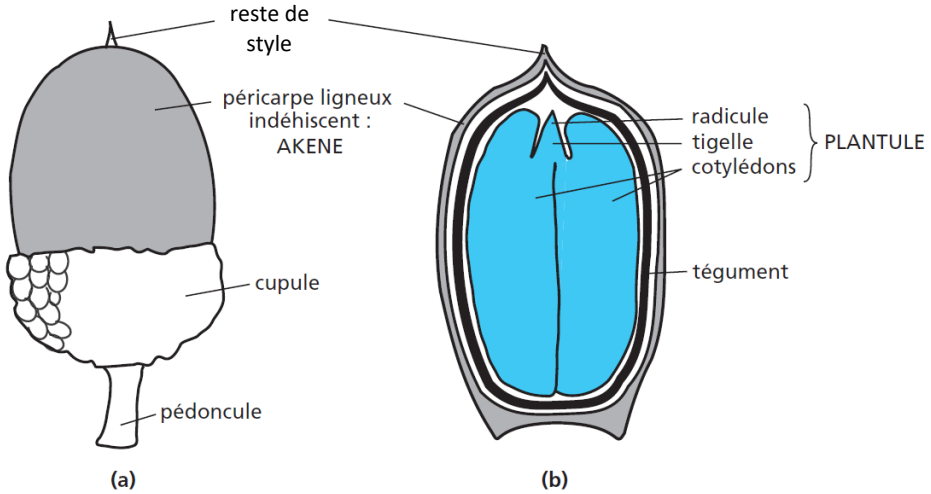


FIGURE 36. Noisette jeune de Noisetier (Bétulacées). D'après BOUTIN *et al.* (2015).



(a) morphologie et **(b)** anatomie (cupule enlevée).

FIGURE 37. Gland de Chêne (Fagacées). D'après PEYCRU *et al.* (2010b).

ii. Des akènes groupés dans une bogue : les châtaignes

Châtaigne ou Marron ? Pas si simple…

Remarque : par suite de leur **ressemblance morphologique**, on confond parfois le **Marron**, fruit du **Marronnier** (*Aesculus hippocastanum*, de la famille des Hippocastanacées) avec la Châtaigne, fruit du **Châtaignier** (*Castanea vulgaris*, de la famille des Fagacées) :

- le **fruit du Marronnier** est une **capsule déhiscente** contenant des **graines (marrons)** toxiques et non comestibles.
- le **fruit du Châtaignier** est formé par une **cupule provenant des bractées de l'inflorescence** et **contenant les Châtaignes** qui sont chacune un **akène**.
- on note une **grande ressemblance morphologique entre la cupule du châtaignier** et la **capsule du Marronnier** (piquants toutefois moins nombreux, espacés) et entre l'**akène du châtaignier** et la **graine du Marronnier**.
- pour plus de complication, les **grosses châtaignes consommées** sont appelées **marrons** (ex. marrons glacés, crème de marrons…).

D'après *Biologie & Multimédia*

Trois étapes de la déhiscence d'une bogue. L'ouverture se fait par quatre fentes. On distingue à l'intérieur trois akènes (châtaignes) qui seront libérées.

Bogue ouverte.

Châtaigne. La pointe située en haut représente le reste des stigmates des carpelles.

En enlevant le péricarpe coriace, brun et brillant, on découvre la graine farineuse et de goût délicat recouverte par son tégument mince et les restes de l'endocarpe pelucheux.

FIGURE 38. Châtaigne de Châtaigner (Fagacées). D'après *Biologie & Multimédia*.

- Le fruit comestible du Châtaignier (Fagacées) est un akène contenu dans une **bogue épineuse**. Cette bogue est constituée par un **involucre de bractées** mimant une

capsule, **lignifié**, hérissé de **piquants** et **s'ouvrant à maturité** par **quatre fentes de déhiscence**.

iii. Des akènes adaptés à l'anémochorie (samares, akènes à aigrettes)

- On peut noter que **certains akènes** présentent des **adaptations particulières à l'anémochorie** :
  - Les **akènes ailés** présentant ***une expansion aplanie et fine de leur péricarpe (« aile »)*** : on peut citer les **samares** de **Hêtre** (Fagacées) ou de **Frêne** (Oléacées) ou encore les **disamares** d'**Érable** (Acéracées) (fruit double : deux samares associées).
  - Les **akènes à aigrette** (= **akènes à pappus**) : ce sont les ***akènes d'Astéracées pourvus d'une expansion plumeuse dérivant des sépales qui assure la prise au vent et qu'on nomme aigrette ou pappus***.

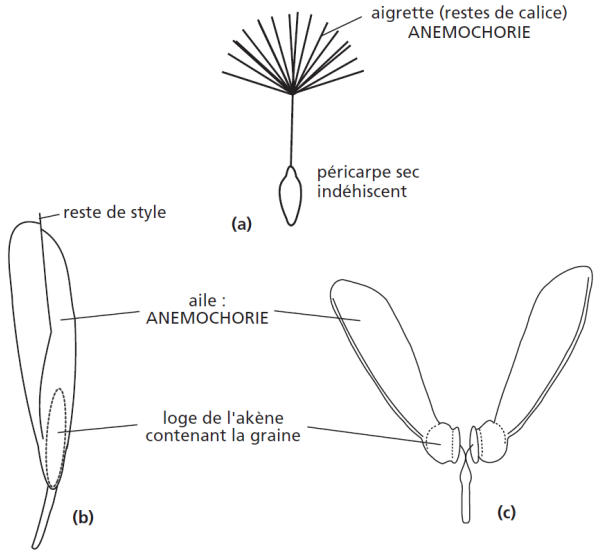


FIGURE 39. Akène à aigrette d'Astéracée (a), samare de Frêne (Oléacées) (b) et disamare d'Érable (Acéracées). D'après PEYCRU *et al.* (2010b).

b. Les fruits secs déhiscents

- Les **fruits secs déhiscents** sont le plus souvent **polyspermes** (dérivant de plusieurs ovules) ; ils peuvent dériver d'un **carpelle** ou **plusieurs carpelles soudés**. Ils proviennent souvent d'**ovaires supères**.

α. Un aperçu de la diversité des fruits sec déhiscents

- La **classification des fruits secs déhiscents** peut **varier** selon les auteurs. On s'intéresse généralement (tableau II) (figure 40) :
  - Au **mode de déhiscence** et son **orientation** : ouverture circulaire, dentelée, longitudinale…
  - Au **nombre de zones de déhiscence**
  - À leur **localisation**

TABLEAU II. Une possibilité de classement des frtuis secs déhiscents.

Selon la forme de l'ouverture	Déhiscence poricide	Capsule du coquelicot
	Déhiscence denticide	Capsule de l'œillet
	Déhiscence selon une ligne	Voir ci dessous
Selon l'orientation de la ligne	Fente transversale (capsule = pyxide)	Pyxide du mouron rouge
	Fente longitudinale	Voir ci-dessous
Selon la situation de la fente longitudinale	Déhiscence suturale	Follicule d'hellébore
	Déhiscence paraplacentaire ou valvaire	Silique et silicules des brassicacées
	Déhiscence loculicide	Capsule de tulipe
	Déhiscence septicide	Capsule de millepertuis
	Déhiscence multiple	Gousse de haricot, capsule de bouillon-blanc

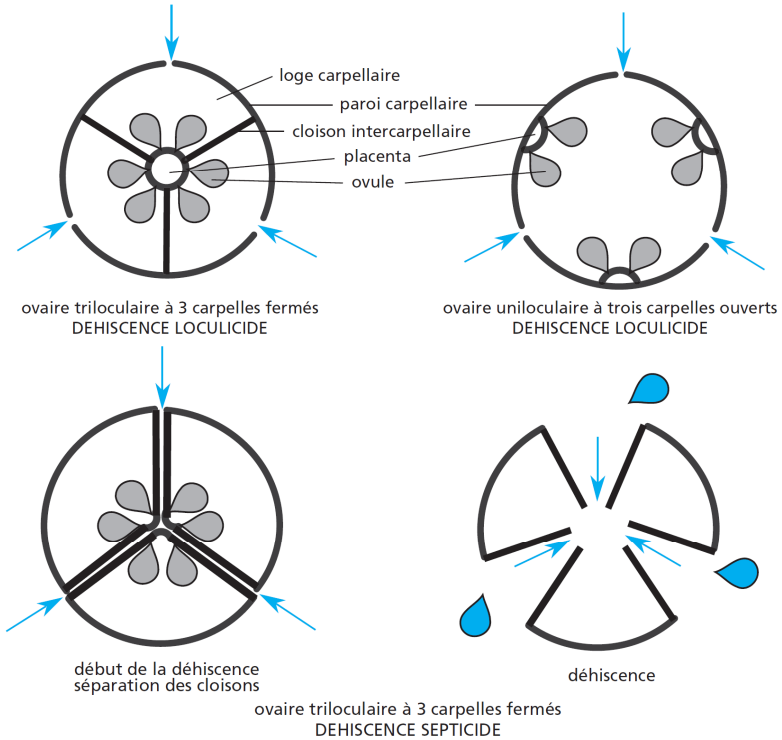
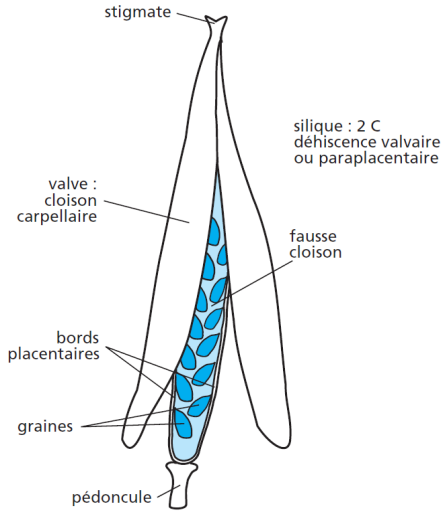


FIGURE 40. Déhiscence loculicide (fentes situées sur le dos des carpelles) vs. septicides (fentes empruntant les cloisons intercarpellaires). D'après PEYCRU *et al.* (2010b).

β. La silique : quatre fentes de déhiscence longitudinale et une fausse cloison

- Une **silique** (figures 41-43) est un ***fruit sec déhiscent présentant quatre fentes de déhiscence longitudinale « paraplacentaire » (= à côté du placenta) et une fausse-cloison (le replum) formée à partir des placentas***. Elle dérive d'un **ovaire à deux carpelles** mais **uniloculaire** (la fausse-cloison est secondairement formée à partir du placenta). La **placentation** est **pariétale**. Ce fruit est caractéristique des **Brassicacées**.



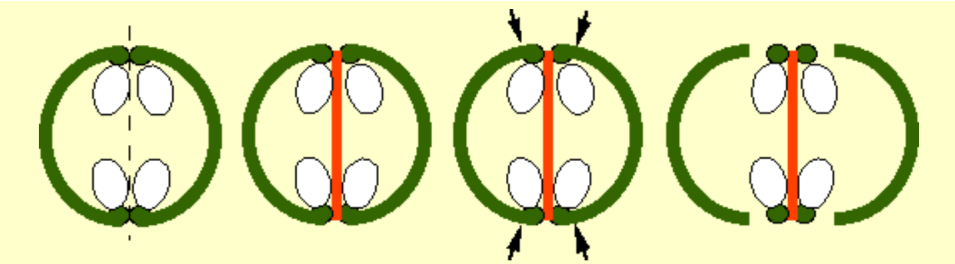
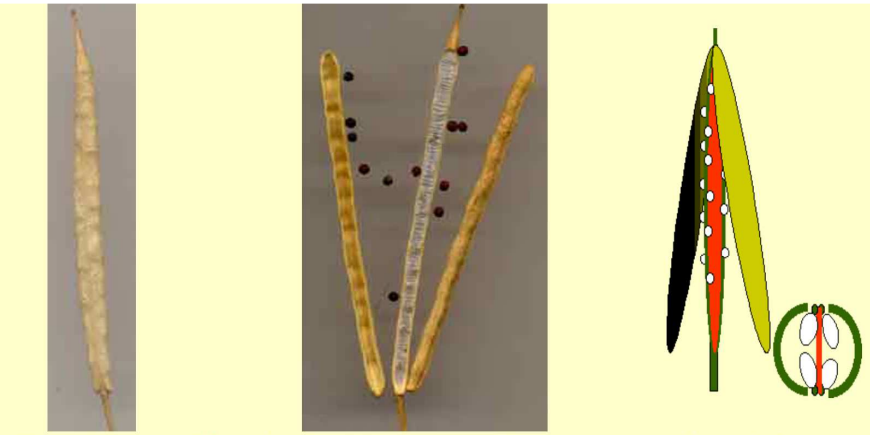


Schéma explicatif. Formation de la cloison surnuméraire et déhiscence d'une silique vue en coupe transversale.

FIGURE 41. Silique (Brassicacées).
D'après PEYCRU *et al.* (2010b) et *Biologie & Multimédia.*

- La plupart des **siliques** sont **nettement allongées** mais certaines sont plus trapues : on peut les appeler silicules si *leur longueur est moins de trois fois plus grande que leur largeur*.



Silique vue de l'extérieur. **Déhiscence de la silique.** Les deux valves se séparent (à gauche et à droite) et les graines portées par les placentas qui bordent la cloison surnuméraire centrale sont libérées. **Schéma explicatif.** La silique de chou est la plus représentative de ce type de fruit. Elle est allongée et en section transversale, approximativement isodiamétrique.

FIGURE 42. Silique de Chou (Brassicacées).
D'après *Biologie & Multimédia*

Ablation d'une valve (à gauche). Sur la partie droite, on observe les points d'attache des graines (funicules) dont une est tombée. Par transparence, on distingue les graines dans l'autre valve. **Fin de la dissection.** Les deux valves se trouvent à gauche et à droite. Au milieu : la cloison surnuméraire parcheminée. Les graines sont attachées sur le bord de cette cloison (cadre placentaire) par le funicule.

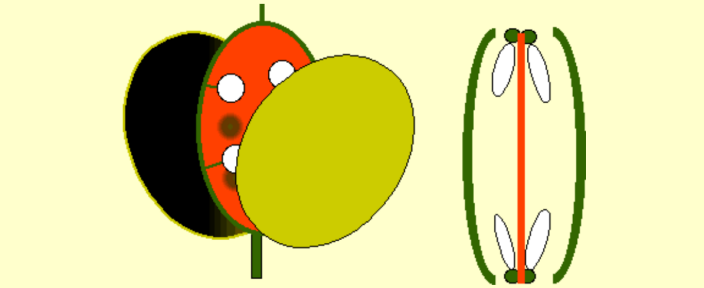


Schéma explicatif. La silique est aplatie. La cloison surnuméraire est isodiamétrique, bordée par le **placenta** circulaire. Les valves sont pratiquement sans relief, de même les graines sont aplaties.

FIGURE 43. Silique (voire silicule) de Lunaire ou Monnaie du Pape (Brassicacées).
D'après *Biologie & Multimédia.*

γ. Le follicule : une fente de déhiscence longitudinale

- Le **follicule** (figure 44) est un ***fruit sec déhiscent dérivant d'un seul carpelle et présentant une seule fente de déhiscence longitudinale qui est la suture du carpelle localisé au niveau du placenta***. La **placentation** est **pariétale**.

δ. La gousse : deux fentes de déhiscence longitudinale et pas de cloison

- La **gousse** (figures 44-46) est un ***fruit sec déhiscent dérivant d'un seul carpelle et présentant deux fentes de déhiscence longitudinale*** ; l'une est située au niveau de la **suture du carpelle** (localisée au niveau du **placenta**) et l'autre au niveau de la **nervure médiane du carpelle**. Ce fruit est caractéristique des **Fabacées**. La **placentation** est **pariétale**.

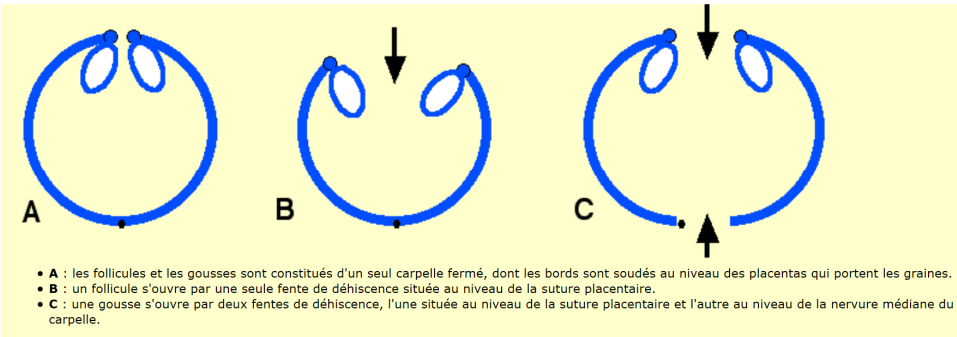


FIGURE 44. Déhiscences des follicules (A, B) et des gousses (C).
D'après *Biologie & Multimédia.*

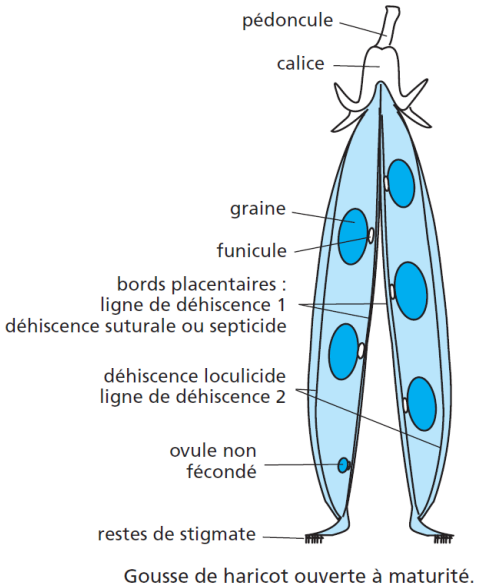


FIGURE 45. Gousse de Haricot (Fabacées).
D'après PEYCRU *et al.* (2010b).

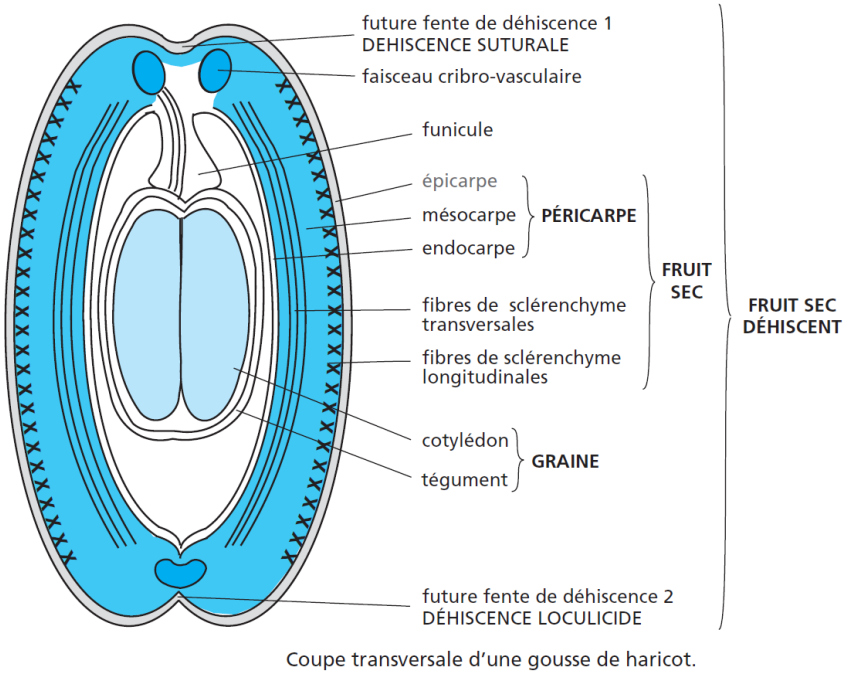


FIGURE 46. CT de gousse de Haricot (Fabacées). D'après PEYCRU *et al.* (2010b).

ε. Les capsules : autres modalités de déhiscence

- Signalons qu'on peut appeler **capsules** ***les fruits secs déhiscents, généralement issus de plusieurs carpelles soudés, qui présentent d'autre modalités de déhiscence*** (figure 47 + revoir page 23 : tableau I et figure 40) :
  - **Capsule poricide** ***si les graines s'échappent par des pores***.
  - **Capsule denticide** ***si les graines par une fente dentelée globalement transversale***.
  - **Capsule loculicide** ***si les graines s'échappent par des fentes longitudinales situées sur le dos des carpelles***.
  - **Capsule septicide** ***si les graines s'échappent fentes longitudinales situées sur les sutures intercapellaires***.
  - **Pyxide** ***si les graines s'échappent par une (ou des) fentes transversales***.

Ça ne me semble pas trop grave si vous ne retenez pas tous les sous-types de capsules ! Il en existe mêmes de synonymes…

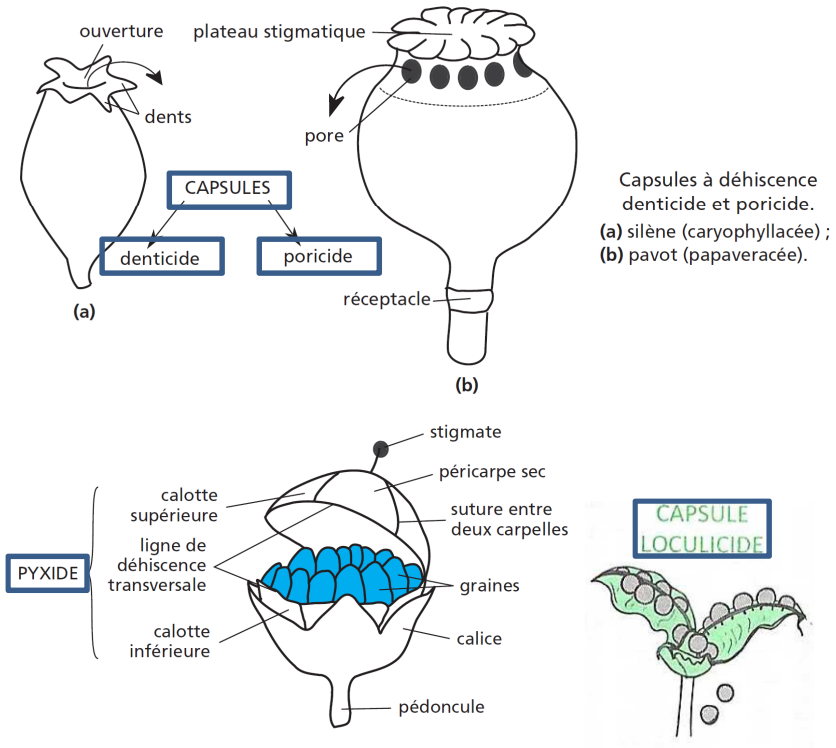


FIGURE 47. Quelques types de capsules.
D'après PEYCRU *et al.* (2010b) et CHASSANY *et al.* (2012).

C. Les fruits multiples, fruits dérivant de fleurs apocarpes

- Les **fruits multiples** (figures 48-49) sont des ***fruits issus de fleurs apocarpes, c'est-à-dire à carpelles libres : chaque carpelle forme alors individuellement un petit fruit simple élémentaire et tous sont portés par un même réceptacle***. Il existe ainsi des **polydrupes** (ex. Framboises, Mûres…), des **polyakènes** (ex. Renonculacées), des **polyfollicules** (ex. Badiane = Anis étoilé)…

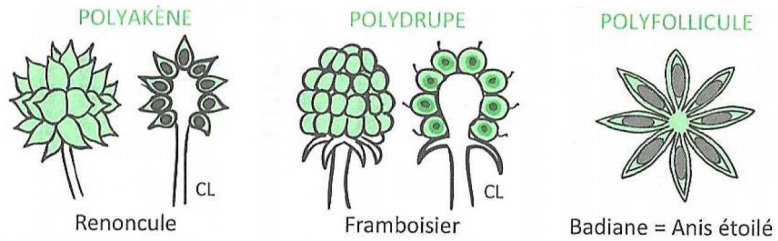


FIGURE 48. Exemples de fruits multiples. D'après CHASSANY *et al.* (2012).

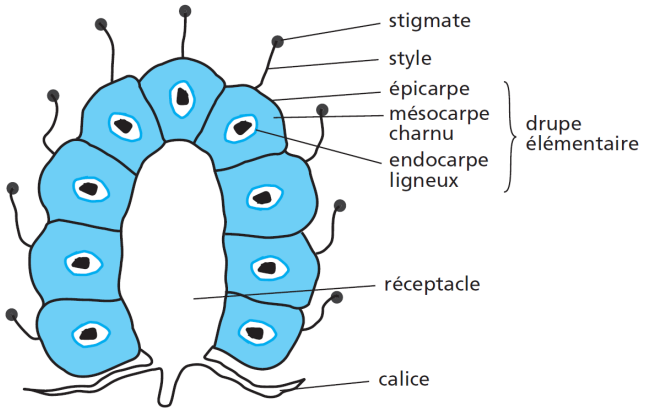


FIGURE 49. La Framboise, une polydrupe. D'après PEYCRU *et al.* (2010b).

D. Les fruits complexes (= faux-fruits), « fruits » dont des parties charnues dérivent d'autres pièces florales que l'ovaire

- Les **fruits complexes** ou **faux-fruits** sont des ***fruits charnus dont les parties charnues viennent en partie d'autres pièces florales que l'ovaire, notamment le réceptacle.***

a. Étude de la Pomme (piridion)

- Les **Pommes** (figure 50) ou les **Poires** (Rosacées) sont des ***fruits complexes dont une bonne partie de la partie charnue est issue du conceptacle floral soudé à l'ovaire*** : ce sont des **piridions**. Notez qu'on parle de **conceptacle** ***lorsque le réceptacle floral est concave***. Les **carpelles** étaient **soudés**.
- On note la présence de **restes de sépales** voire **d'étamines** à l'opposé du **pédoncule**, ce qui montre que ce type de fruit dérive d'un **ovaire infère**.
- La **placentation** est **axile**.
- La partie « fruits » *stricto sensu* peut être considérée comme une **baie** ou une **drupe polysperme** selon les auteurs – selon qu'on considère que l'**endocarpe** est ou non lignifié.

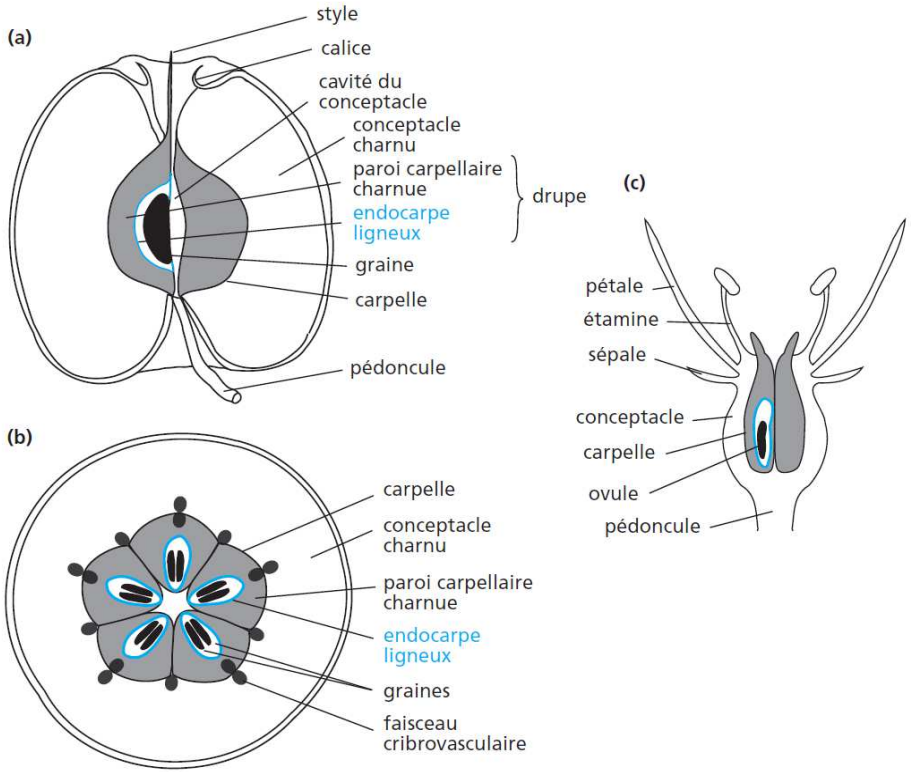


FIGURE 50. **Pomme (Rosacées) : coupe transversale (a), coupe longitudinale (b) et fleur d'origine (c).** D'après PEYCRU *et al.* (2010b).
On peut noter que le cœur de la Pomme (en gris) est une **pentadrupe**.

b. Étude du cynorrhodon, fruit des Rosiers sauvages ou cultivés

- Les **cynorrhodons** (figure 51) (Rosacées), fruits des Rosiers, sont des ***fruits complexes dont la partie charnue est issue du conceptacle alors que les graines sont des akènes*** : il s'agit donc d'un **polyakène** dont le **conceptacle** est devenu **charnu**. Les **carpelles** étaient donc **libres**.
- On note la présence de **restes de sépales** et **d'étamines** à l'opposé du **pédoncule**, ce qui montre que ce type de fruit dérive d'un **ovaire infère**.

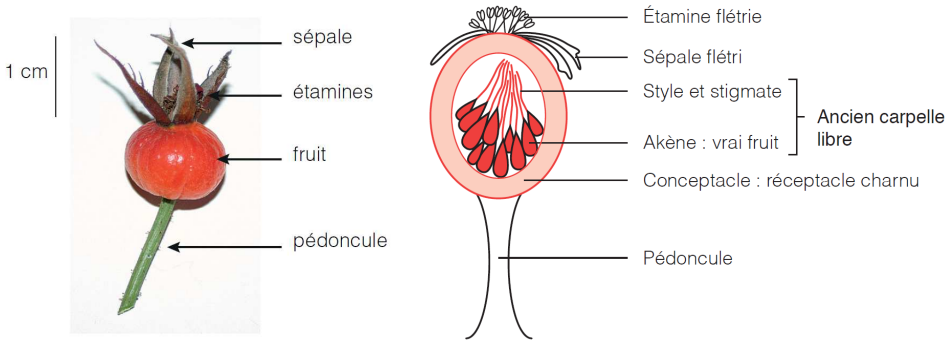
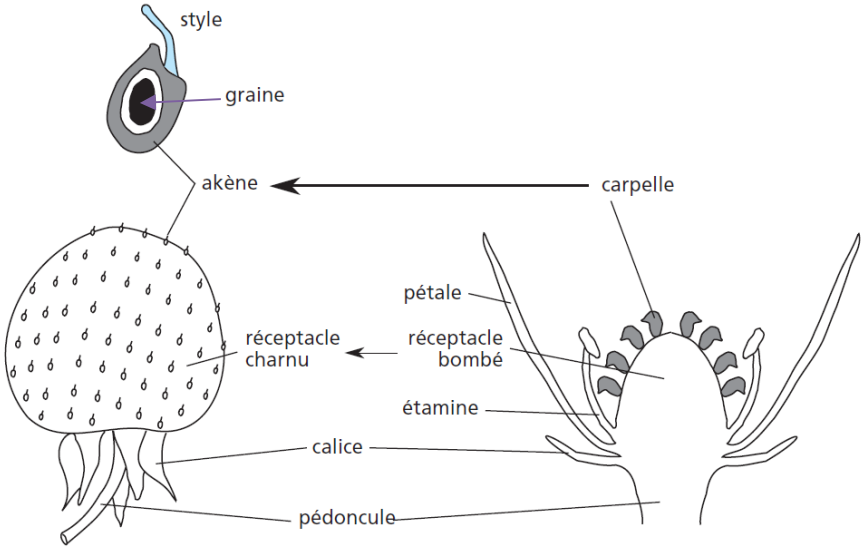


FIGURE 51. **Cynorhodon (Rosacées).** D'après SEGARRA *et al.* (2014).

c. Étude de la Fraise (polyakène à réceptacle charnu)



La fraise.
(a) fruit ; **(b)** représentation schématique de la fleur.

FIGURE 52. **Fraise (Rosacées).** D'après PEYCRU *et al.* (2010b).

- La **Fraise** (figure 52) (Rosacées) est un ***polyakène dont le réceptacle est devenu charnu***. Chaque **akène** est ici d'un **carpelle libre**.
- On notera que le **calice** est situé du **même côté** que le **pédoncule** : **l'ovaire** d'origine était donc **supère** et on ne peut dès lors pas parler de ~~conceptacle~~.

d. Remarque sur l'origine d'une partie de certaines baies : Melon, Banane…

- De nombreuses **baies à ovaire infère** présentent **une partie de leur zone charnue issue du conceptacle floral** : c'est le cas du **Melon** ou encore de la **Banane** (peau = réceptacle floral) (figure 53).

La banane est un fruit complexe dérivant d'un ovaire infère comme le montrent les trois photos suivantes:

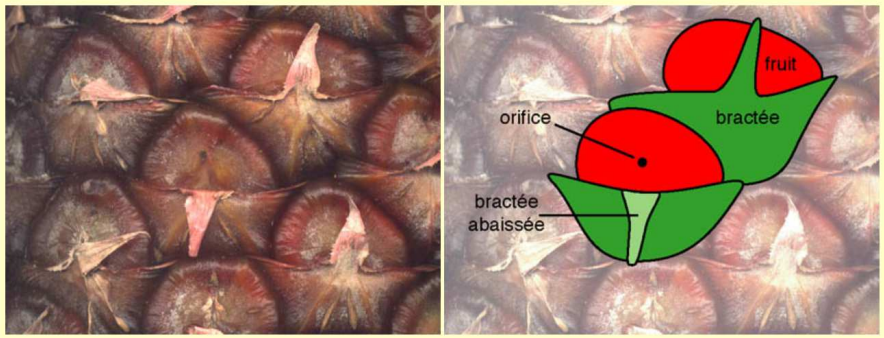
Banane épluchée ; la « peau » constituée par le réceptacle se détache aisément. **Détail de la région apicale montrant les restes des pièces florales.** **Détail de la région basale.**

FIGURE 53. La banane, un fruit complexe. D'après *Biologie & Multimédia*

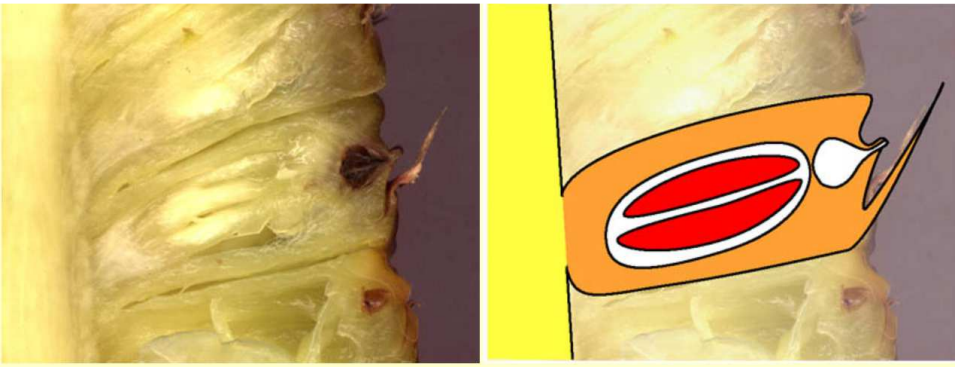
E. Les fruits composés (= infrutescences), des « fruits » issus du regroupement de nombreuses fleurs (Ananas, Figue)

- Les **fruits composés** ou **infrutescences** sont des ***fruits charnus composés d'unités répétitives multiples provenant chacune d'une fleur***. Le fruit composé global est donc ***issu d'une inflorescence***. Ces fruits sont **souvent parthénocarpiques**.
- Dans l'**Ananas** (Broméliacées) (figure 54), **l'axe de l'inflorescence**, les **bractées** florales et les **ovaires infères** des différentes **fleurs** sont **soudés**.

Vu de l'extérieur, l'ananas est formé de la juxtaposition régulière d'unités morphologiques. Chaque unité a pour origine une fleur dont on aperçoit la bractée. Le petit orifice correspond à la position des pièces florales. On distingue ici le détail d'une unité. Les restes des pièces florales se trouvent au dessus de l'ovaire (ovaire infère). Les graines stériles ne sont pas visibles. La coupe longitudinale permet de retrouver l'organisation de la fleur.



Détail de la surface d'un ananas et schéma montrant la position des bractées et du fruit.



Détail d'une section longitudinale et schéma montrant l'organisation d'une unité

Sur une coupe tangentielle, c'est à dire parallèle à la surface, les urités sont sectionnées transversalement. On observe les trois loges carpellaires et les placentas portant des graines avortées.

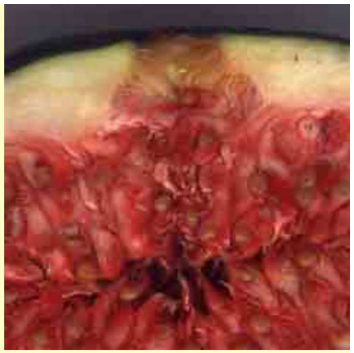
Coupe tangentielle d'un ananas **Détail de la coupe dau niveau d'un fruit** **Schema explicatif**

Les variétés commercialisées sont parthénocarpiques c'est à dire que le fruit se réalise sans fécondation préalable et qu'il n'y a pas formation de graines. Certaines variétés sont fertiles et peuvent produire des graines. Ceci permet par croisement d'obtenir des hybrides présentant des caractéristiques intéressantes. Au niveau de la culture, la reproduction est réalisée essentiellement par multiplication végétative ce qui permet de conserver les caractères de la variété utilisée. La plante produit des rejets à sa base. Ceux-ci redonnent une plante complète. Le plus remarquable est obtenu par le bouturage de la couronne de feuille située en haut de l'infrutescence. Ce procédé est utilisé sur le terrain mais fonctionne rarement.

FIGURE 54. L'Ananas (Broméliacées), un fruit composé. D'après *Biologie & Multimédia.*

- La **Figue** (figure 55) (Moracées) est un **fruit composé** appelé « **sycone** », formé par une ***inflorescence complète***. ***L'extérieur du fruit dérive d'un conceptacle inflorescentiel devenu charnu contenant les fleurs***. Chaque **fleur femelle** donne un **akène** et c'est cette **partie fertile** qui constitue la **chair rose granuleuse interne** de la Figue.

Coupe longitudinale d'une figue.



Détail de la partie supérieure. On voit les nombreuses fleurs transformées en akènes.

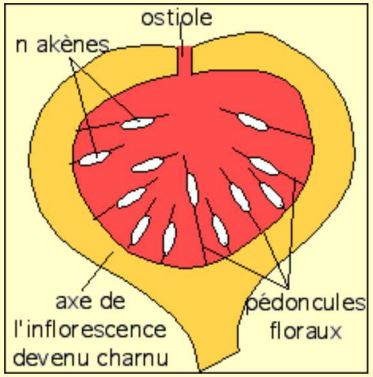


Schéma explicatif.

FIGURE 55. La Figue (Moracées), un fruit composé. D'après *Biologie & Multimédia.*

F. Bilan

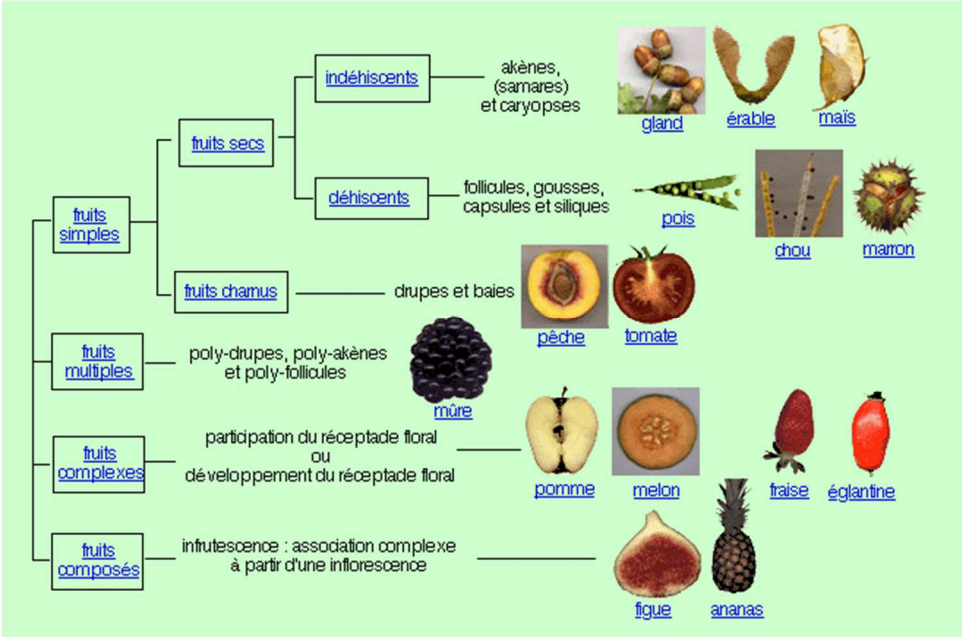


FIGURE 56. Typologie des fruits : un bilan. D'après *Biologie & Multimédia.*

Références

ALBERTS, B., A. JOHNSON, J. LEWIS, M. RAFF, K. ROBERTS & P. WALTER (2004). *Biologie moléculaire de la cellule. Quatrième édition.* Traduction de la quatrième édition américaine (2002) par F. LE SUEUR-ALMOSNI. Flammarion, Paris. Première édition américaine 1983 (1986 1e édition française).

BERTHET, J. (2006). *Dictionnaire de Biologie.* De Boeck Université, Bruxelles (Belgique).

BOUTIN, V., J.-F. FOGELGESANG, J.-F. BEAUX & F. RIBOLA (2010). *Atlas de Biologie végétale BCPST 1re et 2e années.* Dunod, Paris.

BOUTIN, V., L. GERAY, Y. KRAUSS & C. VILBERT (2015). *Atlas de biologie BCPST 1re et 2e années.* Dunod, Paris.

BREUIL, M. (2007). *Biologie 1re année BCPST-véto*. Tec & Doc, Lavoisier, Paris.

BREUIL, M. (2009). *Biologie 2e année BCPST-véto.* Tec & Doc, Lavoisier, Paris.

CAMEFORT, H. (1977). *Morphologie des végétaux vasculaires. Cytologie. Anatomie. Adaptations.* Doin, Paris, 2e édition (1e édition 1962).

CAMEFORT, H. & H. BOUÉ (1980). *Reproduction et biologie des végétaux supérieurs. Brophytes. Ptéridophytes. Spermaphytes.* Doin, Paris.

CAMPBELL, N. A. & J. B. REECE (2004). *Biologie*. De Boeck Université, Bruxelles, 2e édition (1e édition 1995).

[CAMPBELL, N. A.], J. B. REECE, L. A. URY, M. L. CAIN, S. A. WASSERAMN, P. V. MINORSKY, R. B. JACKSON (2012). *Campbell Biologie.* Adaptation française J. FAUCHER & R. LACHAÎNE. Pearson, Paris (4e edition).

CHASSANY, V., M. POTAGE & M. RICOU (2012). *Mini manuel de Biologie végétale.* Dunod, Paris.

CLESSE, B. (2006). *Glossaire botanique illustré*. Entente nationale pour la Protection de la Nature, Bruxelles (B).

DENŒUD, J., T. FERROIR, O. GUIPPONI, H. MOREAU, M. PAULHIAC-PISON, M.-L. PONS & F. TEJEDOR (2011). *Biologie-Géologie BCPST-véto 2e année.* Tec & Doc, Lavoisier, Paris.

DENŒUD, J., C. GODINOT, O. GUIPPONI, H. MOREAU, M. PAULHIAC-PISON & F. TEJEDOR (2013). *Biologie-Géologie BCPST-véto 1e année.* Tec & Doc, Lavoisier, Paris.

DENŒUD, J., C. GODINOT, O. GUIPPONI, H. MOREAU, M. PAULHIAC-PISON, M.-L. PONS & F. TEJEDOR (2014). *Biologie-Géologie BCPST-véto 2e année.* Tec & Doc, Lavoisier, Paris.

DUCREUX, G. (2002). *Introduction à la botanique.* Belin, Paris.

GALIANA, D., C. LE ROUX & I. MONCHÂTRE (coord. T.-M. BOTREAU) (2015). *Biologie-Écologie Module M72. Bac technologique STAV. La gestion du vivant et des ressources.* Éducagri, Dijon.

GUIGNARD, J.-L. & F. DUPONT (2004). *Botanique. Systématique moléculaire.* Masson, Issy-les-Moulineaux (92), 13e édition (1e édition 1974).

GODINOT, C., H. MOREAU, M. PAULHIAC-PISON & F. TEJEDOR (2010). *Biologie-Géologie 1re année BCPST-véto*. Tec & Doc, Lavoisier, Paris.

KLEIMAN, C. (2001). *La reproduction des Angiospermes.* Belin, Paris.

LABERCHE, J.-C. (2004). *Biologie végétale.* Dunod, Paris, 2e édition (1e édition 1999).

LAFON, C. (2003). *La biologie autrement. 100 questions de synthèse.* Ellipses, Paris.

LIZEAUX, C., D. BAUDE (dir.), A. ANDRÉ, C. BRUNET, J.-Y. DUPONT, B. FORESTIER, E. FRANÇOIS, Y. JUSSERAND, G. LÉVÊQUE, P. PILLOT, S. RABOUIN & A. VAREILLE (2012). *Sciences de la Vie et de la Terre Terminale S. Enseignement spécifique.* Bordas, Paris.

MEYER, S., C. REEB & R. BOSDEVEIX (2008). *Botanique. Biologie et physiologie végétales.* Maloine, Paris, 2e édition (1e édition 2004).

MORÈRE, J.-L., R. PUJOL (coord.), J.-C. CALLEN, L. CHESNOY, J.-P. DUPONT, A.-M. GIBERT-TANGAPREGASSOM, G. RICOU, N. TOUZET (dir.) et colloborateurs (2003). *Dictionnaire raisonné de Biologie.* Frison-Roche, Paris.

PEYCRU, P. (dir.), J.-F. FOGELGESANG, D. GRANDPERRIN, B. AUGÈRE, J.-C. BAEHR, C. PERRIER, J.-M. DUPIN & C. VAN DER REST (2010*a*). *Biologie tout-en-un BCPST 1re année.* Dunod, Paris, 2e édition (2009), réimpression corrigée (2010) (1e édition 2006).

PEYCRU, P. (dir.), J.-C. BAEHR, F. CARIOU, D. GRANDPERRIN, C. PERRIER, J.-F. FOGELGESANG & J.-M. DUPIN (2010*b*). *Biologie tout-en-un BCPST 2e année.* Dunod, Paris, 2e édition (1e édition 2007).

PEYCRU, P., D. GRANDPERRIN, C. PERRIER (dir.), B. AUGÈRE, T. DARRIBÈRE, J.-M. DUPIN, C. ESCUYER J.-F. FOGELGESANG, & C. VAN DER REST (2013). *Biologie tout-en-un BCPST 1re année.* Dunod, Paris, 3e édition (1e édition 2006).

PEYCRU, P., D. GRANDPERRIN, C. PERRIER (dir.), B. AUGÈRE, J.-F. BEAUX, F. CARIOU, P. CARRÈRE, T. DARRIBÈRE, J.-M. DUPIN, C. ESCUYER, J.-F. FOGELGESANG, S. MAURY, É. QUÉINNEC, E. SALGUEIRO & C. VAN DER REST (2014). *Biologie tout-en-un BCPST 2e année.* Dunod, Paris, 3e édition (1e édition 2007).

RAVEN, P. H., G. B. JOHNSON, J. B. LOSOS, S. S. SINGER (2007*a*). *Biologie*. De Boeck, Bruxelles.

RAVEN, P. H., R. F. EVERT & S. E. EICHHORN (2007*b*). *Biologie végétale*. De Boeck, Bruxelles. Traduction de la 7e édition américaine par J. Bouharmont, révision C. Evrard.

RICHARD, D. (dir.), P. CHEVALET, S. FOURNEL, N. GIRAUD, F. GROS, P. LAURENTI, F. PRADÈRE & T. SOUBAYA (2012). *Biologie. Tout le cours en fiches. Licence. CAPES. Prépas*. Dunod, Paris, 2e édition (1e édition 2010).

RICHARD, D. (dir.), P. CHEVALET, S. FOURNEL, N. GIRAUD, F. GROS, P. LAURENTI, F. PRADÈRE & T. SOUBAYA (2015). *Biologie. Tout le cours en fiches. Licence. CAPES. Prépas*. Dunod, Paris, 3e édition (1e édition 2010).

ROBERT, D. & J.-C. ROLAND (1998*a*). *Biologie végétale. Caractéristiques et stratégie évolutive des plantes.* ***1****. Organisation cellulaire.* Doin, Paris, 2e édition (1e édition 1989).

ROBERT, D., C. DUMAS & C. BAJON (1998*b*). *Biologie végétale. Caractéristiques et stratégie évolutive des plantes.* ***3****. La reproduction*. Doin, Paris, 2e édition (1e édition 1994).

ROBERT, D. & A.-M. CATESSON (2000). *Biologie végétale. Caractéristiques et stratégie évolutive des plantes.* ***2****. Organisation végétative.* Doin, Paris, 2e édition (1e édition 1990).

SEGARRA, J. (dir.), É. CHAUVET, C. COLSON-PROCH, M. HUILLE, M. LABROUSSE, F. LOUET, F. METZ & E. PIÈTRE (2014). *Biologie BCPST 1re année.* Ellipses, Paris.

SEGARRA, J., E. PIÈTRE (dir.), G. BAILLY, O. CHASSAING, D. FAVRE, T. JEAN, F. METZ & C. MEUNIER (2015). *Biologie BCPST 2e année.* Ellipses, Paris.

VINCENT, P. (1964). *Sciences naturelles. Classe de 2eM'*. Vuibert, Paris.

VINCENT, P. (1962). *Sciences naturelles. Classe de 1reM'*. Vuibert, Paris.

VINCENT, P. (1968). *Sciences naturelles. Classe de 1eD*. Vuibert, Paris.

Plan du TP

Objectifs : extraits du programme **1**
Introduction **1**

I. Organisation et histologie de la fleur **1**
A. Les inflorescences et les fleurs : morphologie **1**
1. Les grands types d'inflorescences (rappels) 1
2. Organisation morphologique de la fleur 2
a. Étude de deux fleurs actinomorphes : une fleur apocarpe (Renoncule) et une fleur syncarpe (Épilobe) 2
b. Étude d'une fleur zygomorphe : fleur de Pois 3
c. Le vocabulaire descriptif des fleurs : quelques rappels 3
d. Les fleurs et la pollinisation : une vue d'ensemble 5
B. Histologie générale de la fleur : étude d'un bouton floral **6**

II. Histologie des lieux de formation des gamétophytes **6**
A. Les anthères et la formation du grain de pollen **6**
1. Organisation générale d'une anthère immature (= non déhiscente) 6
2. Sacs polliniques à différents stades 7
3. Formation des grains de pollen, gamétophytes mâles 8
a. Rappels théoriques 8
b. Étude de la formation du grain de pollen de Lis 8
c. Structure d'un grain de pollen de Lis 10
B. Les ovaires, les ovules et la formation du sac embryonnaire **10**
1. Organisation générale d'un ovaire de Lis 10
2. Organisation générale d'une loge carpellaire de Lis 10
3. Organisation d'un ovule (anatrope) de Lis 10
4. La formation du sac embryonnaire, gamétophyte femelle 11
a. Rappels théoriques 11
b. Étude de la formation du sac embryonnaire chez le Lis 11
c. Structure d'un sac embryonnaire de Lis 12

III. De la fleur au fruit : quelques coupes histologiques **13**

IV. Les graines et la germination **14**
A. Les types de graines et leurs réserves (à revoir) **14**
B. Les types de germination **14**

V. La diversité des fruits **15**
A. Notions de fruit, de semence (= diaspore), de dissémination **15**
B. Les fruits simples **15**
1. Les fruits charnus : les baies (fruits à pépins) et les drupes (fruits à noyau) 15
a. Étude de la Tomate (baie) 15
b. Étude des Agrumes (Citron, Orange…) (baie) 16
c. Étude d'un grain de Raisin (baie) 17
d. Étude du Melon (baie) 17
e. Les baies parthénocarpiques : des baies sans pépins (ex. Banane) 18
f. Un cas rare : l'Avocat ou la Date (baie monosperme) 18
g. Étude de drupes : Cerise, Pêche, Prune, Abricot… Olive… 19
h. Étude de la Noix et la Noix de Coco (noyaux de drupes) 19
2. Les fruits secs déhiscents ou indéhiscents 21
a. Les fruits secs indéhiscents : caryopses et akènes 21
α. Les caryopses : une soudure des téguments de la graine et du fruit 21
β. Les akènes : une absence de soudure des téguments de la graine et du fruit 21
i. La noisette ou le gland, des akènes typiques 21
ii. Des akènes groupés dans une bogue : les châtaignes 22
iii. Des akènes adaptés à l'anémochorie (samares, akènes à aigrettes) 23
b. Les fruits secs déhiscents 23
α. Un aperçu de la diversité des fruits sec déhiscents 23
β. La silique : quatre fentes de déhiscence longitudinale et une fausse cloison 24
γ. Le follicule : une fente de déhiscence longitudinale 25
δ. La gousse : deux fentes de déhiscence longitudinale et pas de cloison 25
ε. Les capsules : autres modalités de déhiscence 25
C. Les fruits multiples, fruits dérivant de fleurs apocarpes **26**
D. Les fruits complexes (= faux-fruits), « fruits » dont des parties charnues dérivent d'autres pièces florales que l'ovaire **26**
a. Étude de la Pomme (piridion) 26
b. Étude du cynorrhodon, fruit des Rosiers sauvages ou cultivés 27
c. Étude de la Fraise (polyakène à réceptacle charnu) 27
d. Remarque sur l'origine d'une partie de certaines baies : Melon, Banane… 28
E. Les fruits composés (= infrutescences), des « fruits » issus du regroupement de nombreuses fleurs (Ananas, Figue) **28**
F. Bilan **29**

Références **30**
Plan du TP **31**

© Tanguy JEAN. Les textes et les figures originales sont la propriété de l'auteur. Les figures extraites d'autres sources restent évidemment la propriété des auteurs ou éditeurs originaux.
Document produit en avril 2016 • Dernière actualisation : janvier 2017. Contact : Tanguy.Jean4@gmail.com
Adresse de téléchargement : http://tanguyjean.businesscatalyst.com/

Ces données sont placées sous licence *Creative Commons Attribution – Pas d'Utilisation commerciale 4.0 CC BY NC* qui autorise la reproduction et la diffusion du document, à condition d'en citer explicitement la source et de ne pas en faire d'utilisation commerciale.