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

Lycée Valentine LABBÉ
41 rue Paul DOUMER – BP 20226
59563 LA MADELEINE CEDEX
CLASSE PRÉPARATOIRE TB
(Technologie & Biologie)

ENSEIGNEMENT DE SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE (SVT)
°° SCIENCES DE LA VIE °°

Partie 1. L'organisme, un système en interaction avec l'environnement
>> Travaux pratiques <<

TP 2.7.

Les organes de réserves chez les Angiospermes

Objectifs : extraits du programme

Séance(s)	Connaissances clefs à construire, commentaires, capacités exigibles
Passage de la mauvaise saison (1 séance)	- étudier les organes végétatifs et reproducteurs qui permettent le passage de la mauvaise saison et la reprise de la vie végétative (tubercules, bulbes, rhizomes, graine de haricot, caryopse de blé, fruit charnu). - mettre en évidence les réserves végétales. - montrer l'implication des organes de réserves dans la multiplication végétative.

Introduction

Les **Angiospermes** peuvent présenter des **organes différenciés** de **l'appareil végétatif** ou de **l'appareil reproducteur** présentant une **fonction de réserve**. On appelle **réserves** ***des molécules organiques (ou de l'eau) stockées transitoirement par un organisme ou une cellule, et utilisées de manière différée***.

Dans ce TP, on s'intéressera plus particulièrement aux ***organes présentant des réserves de molécules organiques avec une spécialisation poussée*** et qu'on peut dès lors appeler **organes de réserve**.

Ce TP suppose la maîtrise de :
- L'**histologie**, l'**anatomie** et la **morphologie des Angiospermes** du point de vue de leur **appareil végétatif** (TP 2.5 ; compléments BIO4 et BIO5),
- L'**appareil reproducteur** des Angiospermes et notamment les fruits (TP 3.2)
- Le chapitre de cours sur **l'organisation et le fonctionnement des Angiospermes** (chapitre 11),
- Le chapitre sur la **reproduction**, aussi bien **sexuée** qu'**asexuée**, des Angiospermes (chapitre 14),
- Le chapitre sur le **développement post-embryonnaire** des Angiospermes (chapitre 18),
- Le chapitre sur le **passage de la mauvaise saison** par les Angiospermes (chapitre 12).

Il est à noter que les organes de réserve participent à **deux fonctions importantes** :
- Le **passage de la mauvaise saison** en qu'ils sont des **organes de résistance**, les **réserves** étant **utilisées** lors de la **reprise de la vie active** (voir notamment le chapitre 12, mais aussi le chapitre 14),
- Et souvent la **reproduction des organismes** dans l'une de ses **modalités** :
  - **Reproduction sexuée** : cas des **semences**.
  - **Reproduction asexuée** : cas des différenciations pérennes de l'appareil végétatif que nous allons traiter par ailleurs.

Comment est assurée la fonction de réserve chez les Angiospermes ? Comment les organes spécialisés sont-ils adaptés au passage de la mauvaise saison et/ou à la reproduction des organismes ?

Ne sont pas traités dans ce TP :
- *Les **bourgeons écailleux** qui, sans être des **organes de réserve**, sont bien des **organes de résistance** et de **passage de la mauvaise saison** → voir les chapitres 12, 14 et 18, ainsi que le TP 2.5. Il vous faudra ainsi revoir **l'organisation de ces bourgeons** et des **rameaux**.*
- *Les **fruits charnus** cités dans le programme qui ne sont néanmoins PAS des ~~organes de passage de la mauvaise saison~~ ni des ~~organes de réserves~~ à proprement parler… En effet, s'il y a bien **stockage de molécules organiques nutritives** (souvent des **glucides simples ou doubles vacuolaires**), celles-ci ne seront **pas consommées par le végétal lui-même** mais plutôt par les **organismes animaux assurant la dissémination des semences** (cas de **zoochorie**) → voir le chapitre 14 ainsi que le TP 3.2 où sont abordés les **fruits**.*

Capacités exigibles	✓ **Étudier** les organes végétatifs et reproducteurs qui permettent le passage de la mauvaise saison et la reprise de la vie végétative (tubercules, bulbes, rhizomes, graine de haricot, caryopse de blé, fruit charnu). ✓ **Mettre en évidence** les réserves végétales. ✓ **Montrer** l'implication des organes de réserves dans la multiplication végétative.

Encadré A La variété des situations impliquant des réserves chez les Angiospermes, et les molécules impliquées

Quelques rappels sous forme d'une vue d'ensemble

➔ *Les réserves, une réalité journalière chez les Angiospermes*

➢ On peut noter que les plantes réalisent une **mise en réserve à l'échelle d'une journée** :

- Mise en réserve de **saccharose** dans les **vacuoles**
- Mise en réserve d'**amidon** dans les **plastes** (**chloroplastes** des feuilles, **amyloplastes** des autres organes…)
- Mise en réserve de **lipides** sous forme de **gouttelettes cytosoliques** (ou plastidiales)
- Mise en réserve d'**eau** dans les **parenchymes aquifères** des **malacophytes**…

➔ *Les réserves, une réalité saisonnière chez les Angiospermes*

➢ Les **réserves abondantes** s'accumulent dans des **tissus** et organes **spécialisés** où les réserves perdurent **toute une saison** voire **plusieurs années** :

- Des **organes végétatifs** (tiges, racines, voire feuilles) impliqués dans le **passage de la mauvaise saison** et/ou la **reproduction végétative**. Ces réserves permettent le **développement de la plante**.
- Des **semences** qui sont également impliquées dans la **reproduction** (**sexuée** cette fois) et le **passage de la mauvaise saison**. Ces réserves permettent le **développement embryonnaire** [*ou participent à la dispersion des organismes s'il s'agit de « réserves » dans les fruits consommées par les Animaux*].
- Et aussi : dans les **parenchymes ligneux** ou **libériens** ; ces réserves sont notamment mobilisées à la **reprise de la vie active**.

➔ *Les principales molécules de réserves des Angiospermes*

➢ Le **saccharose** (figure a) est un ***disaccharide composé de glucose α et fructose β liés en α1-β2***. Ce **sucre, non réducteur** et donc **peu réactif** (quand il n'est pas hydrolysé), est **très présent** chez de **nombreuses Angiospermes** où il constitue souvent la **forme privilégiée de transport glucidique** par la **sève élaborée**. En lien avec cette **faible réactivité**, ce sucre peut aussi être **stocké en quantité importante dans la vacuole** de certains tissus. La **Betterave sucrière** par exemple en stocke de grandes quantités.

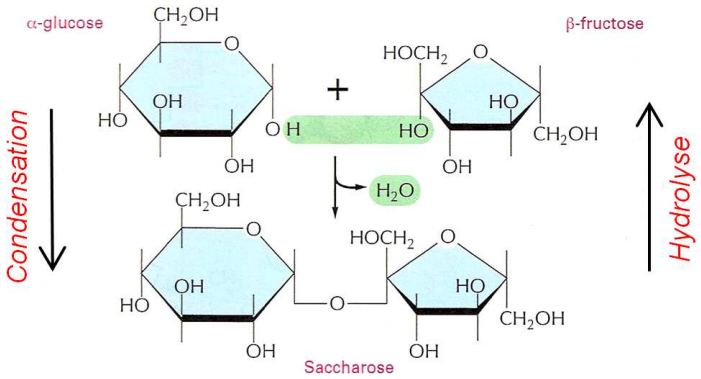
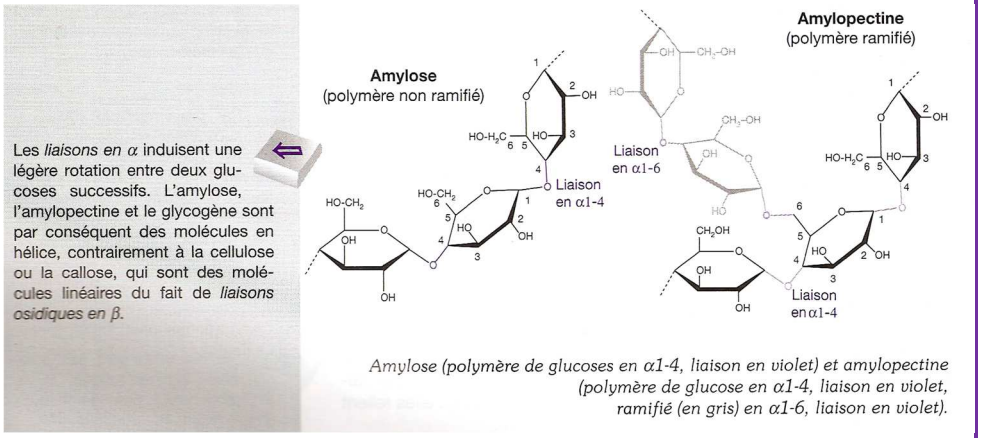


FIGURE a. Saccharose. D'après ALBERTS *et al.* (2004)

➢ L'**amidon** (figure b) comprend ***deux types de molécules en proportion variable*** selon les espèces ou les tissus :

- **Amylose** : ***chaînes linéaires de glucoses α liés en α1-4*** (200 à 3000 résidus – ces chiffres varient beaucoup selon les auteurs, ici les données viennent de VOET & VOET, 2005). Les liaisons α1-4 induisent un **enroulement en hélice gauche** de la molécule en solution aqueuse, propice au **stockage**.
- **Amylopectine** : ***chaînes de glucoses α liés en α1-4 et ramifiées, tous les 12 à 30 résidus, par des liaisons α1-6*** (jusqu'à 100 000 résidus). La **ramification** induit une **densification des monomères** favorable au **stockage**.



Amylose (polymère de glucoses en α1-4, liaison en violet) et amylopectine (polymère de glucose en α1-4, liaison en violet, ramifié (en gris) en α1-6, liaison en violet).

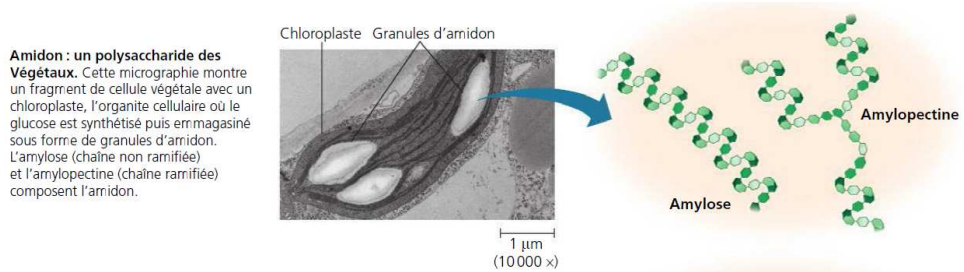
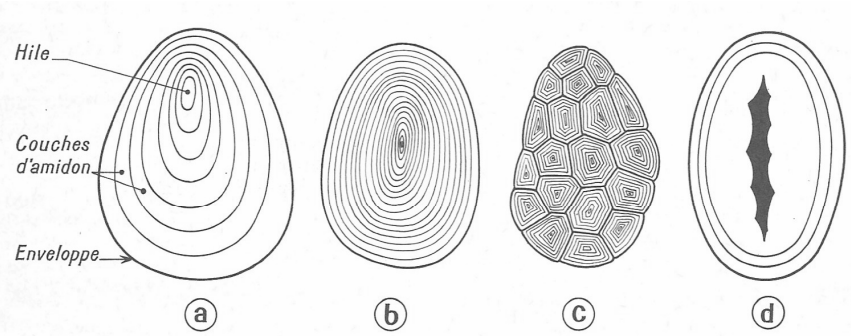


FIGURE b. Amidon. D'après DENŒUD *et al.* (2013) et CAMPBELL & REECE (2004).

*Chez les Angiospermes, l'amidon se trouve dans les **chloroplastes** sous forme de **granules** (figure c) dans le **stroma** mais est surtout stocké en **grandes quantités** dans les **amyloplastes** des organes-puits sous **forme paracristalline** constituée de **couches concentriques** (figure c) : on parle alors de **grains d'amidon**. Chez de **nombreuses espèces** (cas de la Pomme de Terre), les amyloplastes ne contiennent qu'**un seul gros grain d'amidon**.*

Réactif utile :
Eau iodée = **réactif de Lugol** : ***solution d'iodure de potassium et diode*** qui réagit avec l'**amidon** (**coloration violette**) et le **glycogène** (**coloration brun-ac**ajou).



Grains d'amidon.
a : Pomme de terre. *b :* Blé. *c :* Riz. *d :* Haricot.

FIGURE c. Stockage d'amidon dans les amyloplastes. D'après VINCENT (1974).

➢ Les **réserves lipidiques** sont essentiellement constituées de **triglycérides** ou **triacylglycérols** qui sont des ***triesters d'acides gras et de glycérol*** : ils se forment par la réaction d'estérification entre le **glycérol** (un triol) et **trois acides gras** (figure d). Les triglycérides peuvent contenir **trois fois le même acide gras** (**triglycérides simples**) ou **non** (**triglycérides mixtes**).

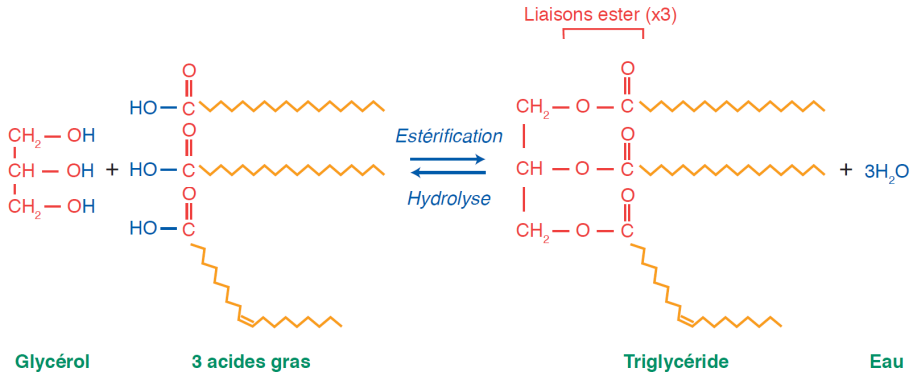


FIGURE d. Équation d'estérification (bilan) de la formation des triglycérides. Les étapes intermédiaires ne sont pas représentées. D'après SEGARRA *et al.* (2014).

*La **triestérification** n'est généralement pas réalisée en une seule étape. La réaction entre le **glycérol** et un AG donne un **monoacylglycérol (monoglycéride)**, une deuxième estérification avec un deuxième AG donne un **diacylglycérol (diglycéride)** et fin une troisième estérification avec un dernier AG donnera un **triacylglycérol (triglycéride)**.*

*Chaque estérification, **coûteuse en énergie**, passe par des étapes intermédiaires utilisant de l'énergie cellulaire ; ce sont en réalité de un acyl-coenzyme A (AG + coenzyme A) qui réagit avec du glycérol-3-phosphate (glycérol phosphorylé).*

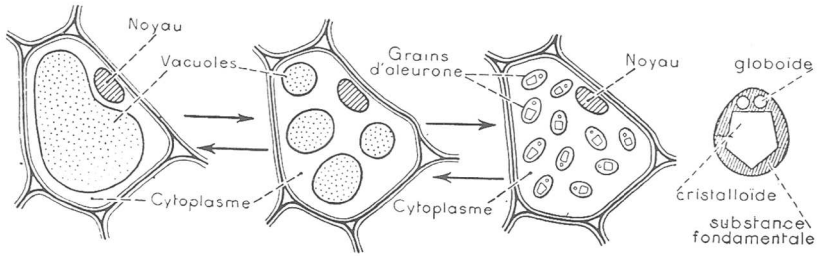
L'estérification « neutralise » les fonctions alcool et les triglycérides sont donc totalement hydrophobes : ceux-ci s'accumulent en **grosses gouttelettes lipidiques** dans le **cytosol**. Ces gouttelettes portent le nom d'**oléosomes** chez les 'plantes'. On peut en trouver dans les **chloroplastes** (**inclusions lipidiques = globules lipidiques**) voire, chez certaines espèces, dans des **plastes spécialisés** (**oléoplastes**).

En cas de besoin, ***l'hydrolyse de ces réserves donne des acides gras qui permettent de produire de l'ATP par bêta-oxydation***. Il s'agit d'un moyen très efficace de production d'ATP.

Notons que ***ces gouttelettes incluent également souvent des stérols estérifiés*** et qu'elles présentent des ***lipides amphiphiles à leur surface*** (dont la partie hydrophile est au contact de l'eau : stérols, phosopholipides). On y trouve aussi des **protéines**.

Mise en évidence des lipides
- Montage en *eau* : formation de **goutelettes en émulsion** qui tendent à **s'agglomérer** progressivement ;
- Mise en évidence par le **rouge Soudan III** (toxique).

➢ L'**aleurone** est une ***protéine végétale de réserve qui se présente souvent sous forme de grains limités par le tonoplaste (membrane vacuolaire) qu'on appelle grains d'aleurone***. Les protéines sont « sécrétées » dans la **vacuole** puis celle-ci **se fractionne** en de **multiples vacuoles** qui se **déshydratent** ; les **protéines cristallisées** constituent les **grains d'aleurone**. La **mobilisation de ces réserves** suppose le **processus inverse** (figure e).



Formation des grains d'aleurone à partir des vacuoles, pendant la maturation de la graine (en allant de la gauche vers la droite). Hydratation des grains d'aleurone pendant la germination de la graine (en allant de la droite vers la gauche).

FIGURE e. Grains d'aleurone dans la graine de Ricin. D'après CAMEFORT & BOUÉ (1980).

*On trouve surtout les **grains d'aleurone** dans les **graines** : l'exemple type est la **graine de Ricin**, bien qu'il s'agisse d'une **graine à la fois oléagineuse et protéagineuse.***

*Remarque très importante : chez les **caryopses de Graminées**, on trouve **sous les téguments du fruit** (péricarpe) une **couche cellulaire contenant des grains d'aleurone** qu'on appelle « **couche à aleurones** » alors même que le **caryopse** est une **graine albuminée amylacée**. Cette couche fournirait notamment les **enzymes hydrolysant les réserves d'amidon** lors de la **germination**.*

*L'**albumen de certaines céréales** comme le Blé comprend néanmoins une **fraction protéique** importante qui constitue le **gluten**.*

➔ *Les principaux tissus de réserves des Angiospermes*

➢ Les **réserves** sont situées dans :
- Des ***parenchymes spécialisés*** qu'on peut nommer **parenchymes de réserve**.
- Des **parenchymes ligneux ou libériens** dont les parois peuvent présenter un peu lignine ; ils sont situés dans des **rayons libéro-ligneux**.

I. Étude des semences (graines et caryopses)

A. Quelques rappels théoriques

- Le terme « **semence** » est surtout un **terme agronomique** mais peut désigner en **botanique** :
  - Uniquement les **graines**.
  - Les **graines** et les **fruits**.

1. Les graines

- Les **graines** ont déjà été traitées dans le cadre du TP 3.2. : ce TP doit être revu. Rappelons qu'il existe des **graines exalbuminées** (***réserves dans les cotylédons***) comme le Haricot (figures 1-4, tableau I) et des **graines albuminées** (***réserves dans l'albumen***) comme le Ricin (figures 5-9, tableau II). Les **grains à périsperme** sont **rares**. Rappelons enfin que les graines peuvent être **amylacées**, **oléagineuses** ou **protéagineuses**, souvent **mixtes** quoiqu'une **dominance** soit souvent à noter.

Propriétés communes des graines

Les graines sont des structures résistantes mécaniquement, gorgées de réserves, qui abritent et protègent l'embryon principal. Ce zygote est l'**ébauche du futur plant feuillé** avec une tigelle et une gemmule (future tige) et une radicule (future racine). L'embryon principal est entouré de **réserves**, accumulées par développement de l'embryon accessoire qui forme l'albumen ou accumulées dans les cotylédons lorsque l'albumen a été digéré. En outre, l'embryon principal est protégé par les **téguments rigides et imperméables** de la graine. L'ensemble des cellules de la graine a un métabolisme ralenti, en particulier dû à la déshydratation régnant au sein de la graine, permettant d'attendre que les conditions de germination soient optimales. Les cellules de la graine sont en **vie ralentie**, en quiescence. En outre, la reprise du métabolisme ne peut avoir lieu qu'une fois les inhibitions de la graine levées. En effet, les graines présentent différents types de dormances (incapacités à germer déterminées par l'embryon lui-même et les téguments).
Ainsi, les graines sont des semences très résistantes jouant un rôle dans la **dissémination de l'espèce.**

D'après SEGARRA *et al. (2014)*

2. Les caryopses, des graines dont la paroi est soudée à celle du fruit

- Citons le cas particulier des **caryopses** de Poacées (figures 10-12, tableau III) où ***les téguments de fruit (péricarpe) sont fusionnés à ceux de la graine***.

B. Étude pratique

1. Modalités

Activité 1. Dissection et observation de graines

Comment s'organisent les graines ?

Savoirs à construire	Organisation des graines, notamment des graines albuminées et exalbuminées

	Capacité ou attitude visée	**Évaluation**
Savoir-faire sollicités	Maîtriser un outil, geste technique, un logiciel ➢ Dissection ➢ Coloration ➢ Loupe binoculaire	
	Analyser, observer et raisonner	

- On se propose de disséquer et observer trois graines :
  - La **graine de Haricot** *Phaseolus vulgaris* (Eudicotydélones : Fabacées), **graine exalbuminée à réserves amylacées situées dans les cotylédons**.
  - Le **graine de Ricin** *Ricinus communis* (Eudicotydélones : Euphorbiacée), **graine albuminée oléagineuse et protéagineuse**.
  - Le **caryopse** (***graine + fruit [téguments soudés]***) de Maïs *Zea mays* (Monocotylédones : Poacées), **graine albuminée à réserves amylacées**.

- La **dissection** peut se faire **avec les téguments** (mieux pour montrer toutes les structures en place) **ou après retrait des téguments** (plus facile pour réaliser une coupe longitudinale au bon endroit… mais privant d'une structure).
- On peut (et idéalement on doit) réaliser une **coupe longitudinale** et une **coupe transversale** ; la coupe longitudinale suivra une ligne préférentielle (raphé, limites des cotylédons…) visible extérieurement. Vous pouvez vous aider d'une **coloration au lugol** pour localiser les réserves amylacées.
- Utilisez la **loupe binoculaire** pour les observations.

Pistes de réflexion et d'exploitation
Complétez *les légendes des clichés et schémas proposés.*

2. Exploitation de la dissection des graines : organisation des graines

- Cf. textes et figures ci-après. Voir aussi (vraiment bien fait !) : http://uel.unisciel.fr/biologie/module1/module1_ch04/co/observer_ch4_13.html (consultation novembre 2015)

a. Organisation de la graine de Haricot (exalbuminée, réserves amylacées)

L'observation externe d'une graine de haricot (*Phaseolus vulgaris*) permet de voir aisément le hile (ancienne zone de raccordement de l'ovule campylotrope au funicule), le micropyle (orifice laissé libre par les téguments de l'ovule) et la radicule qui forme une saillie dans les téguments de la graine (figure TP 1105a).

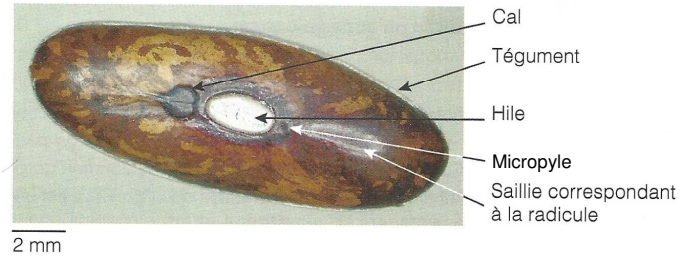


Figure TP 11.8a
Vue externe d'une graine de haricot

FIGURE 1. Morphologie externe de la graine de Haricot. D'après SEGARRA *et al.* (2014).

La dissection d'une graine de haricot par ouverture selon le plan de symétrie met en évidence 2 cotylédons bien visibles qui remplissent la graine, limitée par les téguments. Les cotylédons sont hypertrophiés car gorgés de réserves principalement glucidiques sous forme d'amidon.
En séparant les deux cotylédons, on observe un embryon bien visible avec radicule, hypocotyle, gemmule et les premières feuilles (figure TP 11.8b).

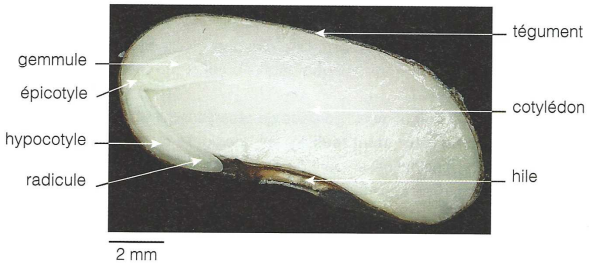
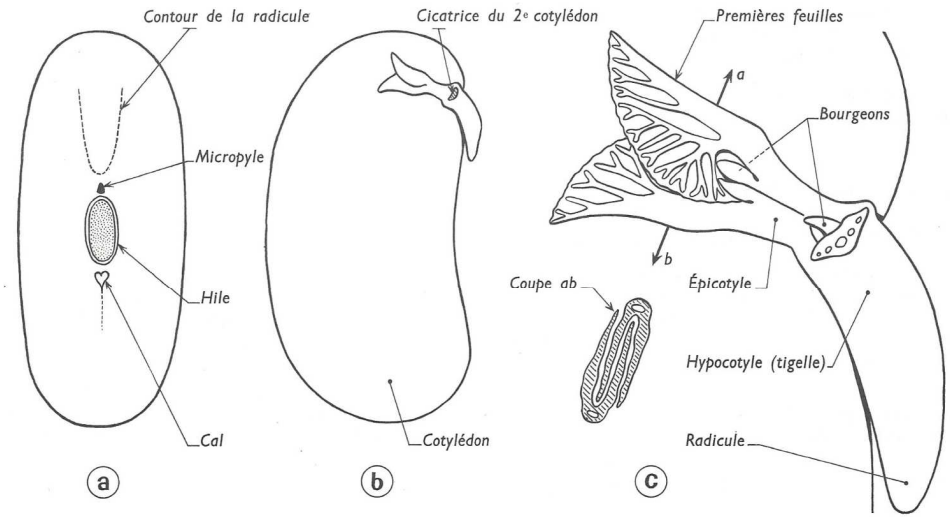


Figure TP 11.8b
Coupe longitudinale sagittale d'une graine de haricot

FIGURE 2. Graine de Haricot disséquée. D'après SEGARRA *et al.* (2014).

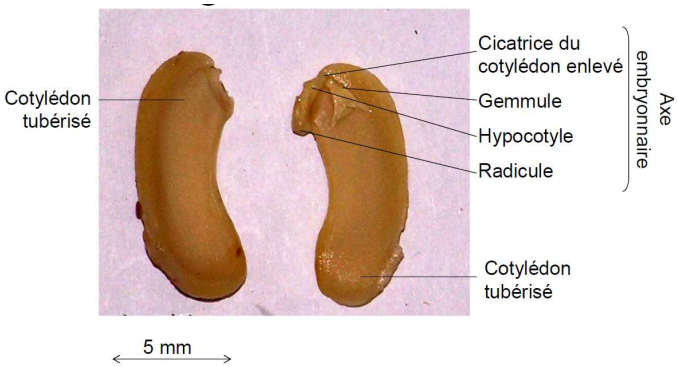


La graine du Haricot.
a : aspect d'ensemble ; b-c : dissection de la graine.

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

Ainsi, on retrouve de façon externe et de façon interne les structures constitutives d'un ovule : ceci prouve que la graine dérive d'un ovule. Dans ce cas précis, il n'y a pas d'albumen, toutes les réserves sont dans les cotylédons, il s'agit d'une **graine exalbuminée**. Étant donné la présence de deux cotylédons, la graine de haricot est une graine de **dicotylédone**.

D'après SEGARRA et al. (2014)



Coupe longitudinale sagittale

(après suppression des téguments)

FIGURE 4. Une autre vision. Document C. PERRIER, BCPST2, Lycée du Parc (Lyon).
http://agrovetoparc.free.fr/BCPST2/TP/BV5%20-%20Graines%20et%20germinations%20d'Angiospermes.pdfs.pdf (consultation novembre 2015)

TABLEAU I. Graine de Haricot : éléments de diagnose.
En grisé : peu important

Observations	Interprétations	Conclusions
- 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** (radicule, tigelle, feuilles embryonnaires)	C'est un **embryon** (→ organe de **développement** et de **dissémination**) *Vocabulaire associé : tigelle (hypocotyle / épicotyle), radicule, gemmule, cotylédons…*	
- Présence d'une **enveloppe protectrice** (que l'on peut ici ôter)	Ce sont des **téguments** (→ organe de **résistance**, adapté au passage de la **mauvaise saison**)	
- Présence d'une **cicatrice**	C'est sans doute la **cicatrice du funicule** qui alimentait la graine = le **hile**	Cela confirme que c'est une **graine**
- Présence d'un **orifice** où le **tégument s'amincit**	C'est probablement le lieu de **pénétration du tube pollinique** lors de la fécondation = le **micropyle**	
- **Proximité** entre **hile** et **micropyle** - **Absence** de **raphé** [- Aspect **courbe** de **l'embryon**]		La **graine** dérive sans doute d'un **ovule campylotrope**
- Les **feuilles embryonnaires visibles** sont **très réduites** et composent la **gemmule** (bourgeon embryonnaire)	Les « vraies » **premières feuilles embryonnaires (= cotylédons)** ont donc probablement été **modifiées** et **tubérisées** → les réserves sont donc **cotylédonaires**.	C'est une **graine exalbuminée**
- **Pas d'autre tissu de réserve** apparent	L'**albumen** semble avoir été **résorbé** lors du développement embryonnaire	
- Présence de **deux cotylédons**		C'est une graine de '**dicotylédone**'
- 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**.		Les **réserves** sont de nature **amylacée**

Un peu de vocabulaire :

- **Hile** : ***zone d'insertion de l'ovule puis de la graine sur le placenta (où se trouvait le funicule)***.
- **Micropyle** : ***zone d'amincissement des téguments (correspondant à la zone où le tube pollinique a jadis pénétré dans le sac embryonnaire)***.
- **Raphé** : ***petite saillie dans l'épaisseur des téguments de la graine héritée d'une vascularisation particulière de certains ovules (ovules anatropes)***. [absent ici]
- **Cal** : ***tissu de cicatrisation***.

b. Organisation de la graine de Ricin (albuminée, réserves protéo-lipidiques) [*pour rappel*]

On retrouve sur la graine de ricin (*Ricinus communis*) une ligne sombre et en relief qui correspond au raphé. L'excroissance charnue située autour du hile est la caroncule (figure TP 11.8c).

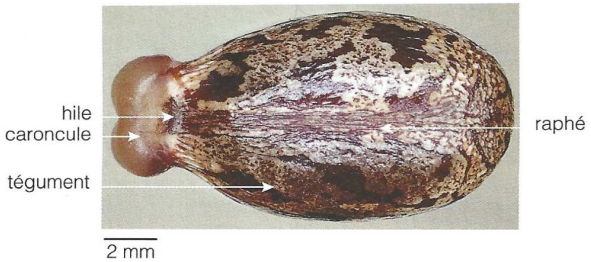


Figure TP 11.8c
Vue externe de la graine de ricin

FIGURE 5. Étude de la graine de Ricin : vue externe. D'après SEGARRA *et al.* (2014).

La dissection d'une graine de ricin par sections longitudinales frontale et sagittale met en évidence deux cotylédons (graine d'une angiosperme dicotylédone) très fins présentant des nervures telle une feuille, on parle de cotylédons feuillés (figure TP 11.8d). La majeure partie du volume cellulaire est occupée par l'albumen gorgé de réserves majoritairement lipidiques et protéiques qui serviront lors de la germination de la graine, c'est une **graine albuminée**.

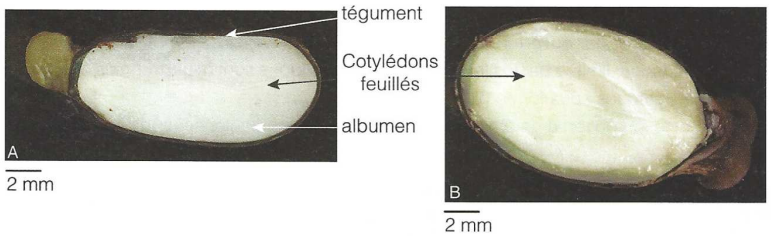
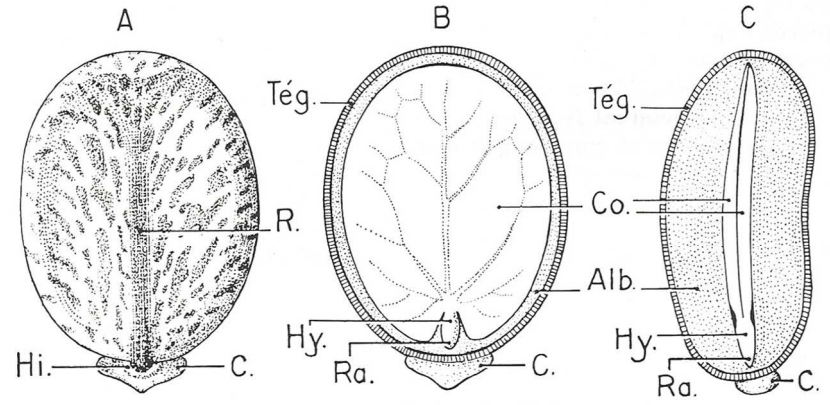


Figure TP 11.8d
Coupes d'une graine de ricin
A. coupe longitudinale frontale
B. coupe longitudinale sagittale passant entre les deux cotylédons

FIGURE 6. Étude de la graine de Ricin : dissection. D'après SEGARRA *et al.* (2014).

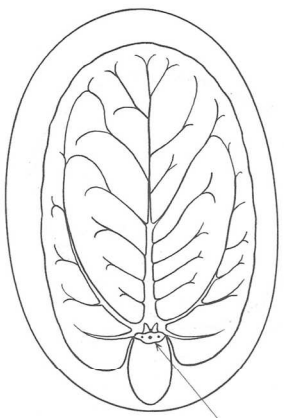


Graine du Ricin.

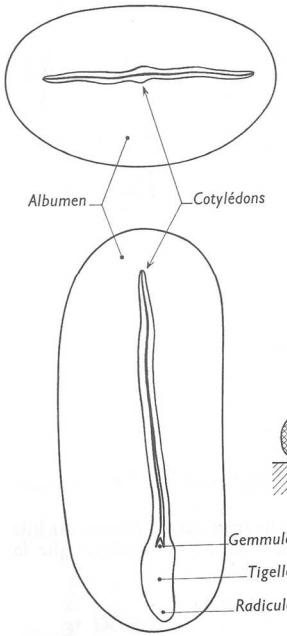
A : entière ; B et C : coupes longitudinales. (*Alb.*, albumen ; *C.*, caroncule ; *Co.*, cotylédons ; *Hi.*, hile; *Hy.*, hypocotyle ; *R.*, raphé ; *Ra.*, radicule ; *Tég.*, téguments).

FIGURE 7. Graine de Ricin. D'après CAMEFORT & BOUÉ (1980).

FIGURE 8. Graine de Ricin coupée longitudinalement entre les cotylédons.
http://uel.unisciel.fr/biologie/module1/module1_ch04/co/observer_ch4_13.html
(consultation novembre 2015)



La graine du Ricin et sa germination.
En haut, aspect d'ensemble et coupe frontale.
En bas et à gauche, coupe transversale et coupe longitudinale.
En bas et à droite, les étapes de la germination.



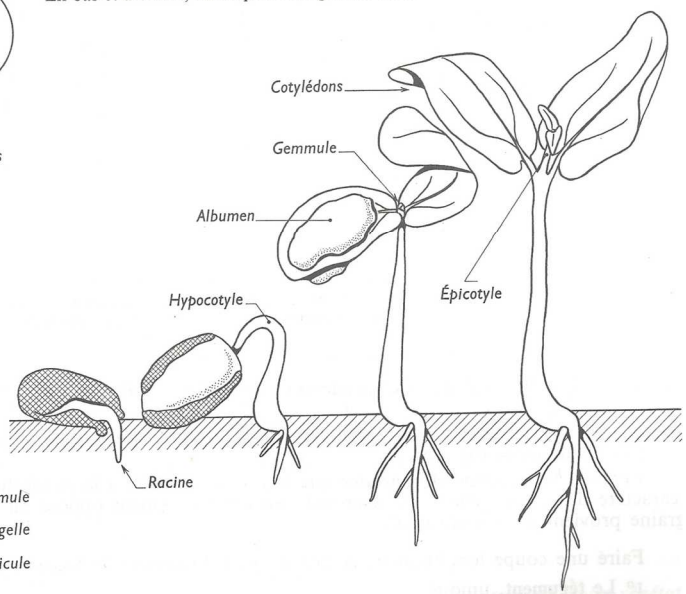


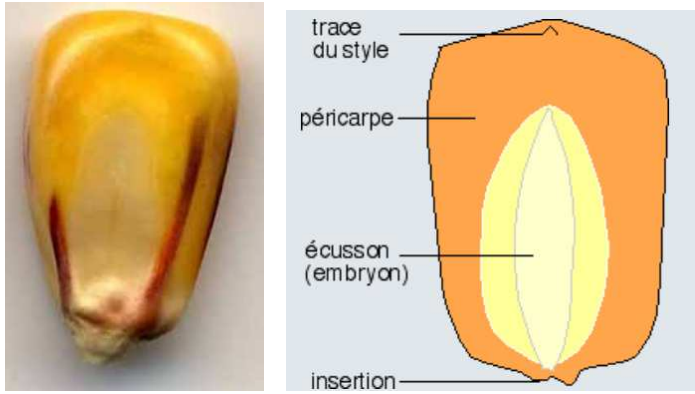
FIGURE 9. Rappel de l'organisation d'une graine albuminée (Ricin).
D'après VINCENT (1974).

⮟ **TABLEAU II. Graine de Ricin : éléments de diagnose.**
En grisé : peu important

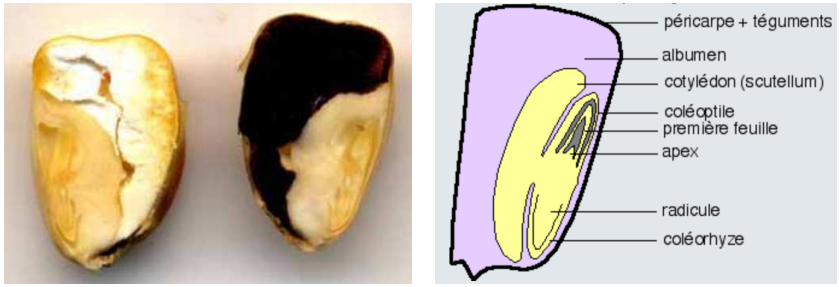
Observations	Interprétations	Conclusions
- Organe largement **tubérisé**	Cela révèle la présence de **réserves** (→ organe de **résistance**, adapté au passage de la **mauvaise saison**) *NB Déshydratation → Vie ralentie*	C'est donc une **graine**
- Présence d'une **plantule** (**radicule**, tigelle peu visible, feuilles embryonnaires bien nettes = **cotylédons**)	C'est un **embryon** (→ organe de **développement** et de **dissémination**)	
- Présence d'une **enveloppe protectrice** (que l'on peut ici ôter)	Ce sont des **téguments** (→ organe de **résistance**, adapté au passage de la **mauvaise saison**)	
- Présence d'une **cicatrice**	C'est sans doute la **cicatrice du funicule** qui alimentait la graine = le **hile**	Cela confirme que c'est une **graine**
- Présence d'une **excroissance charnue**	C'est un **caroncule**, excroissance typique de certaines graines qui **recouvre le micropyle**	
- **Présence** bien nette de **lignes fines et droites** sur la graine	C'est probablement la **trace externe** de la **vascularisation de la graine** = le **raphé**	
- **Proximité** entre **hile** et **micropyle** (cf. caroncule !) - Présence visible du **raphé** [- Aspect **droit** de **l'embryon**]		La **graine** dérive sans doute d'un **ovule anatrope**
- Les **feuilles embryonnaires visibles** sont **très développées** et d'allure nettement **foliacée** (**limbe**, **nervation**)	Les « vraies » **premières feuilles embryonnaires (= cotylédons)** sont conservées → les réserves ne sont donc **pas cotylédonaires**.	C'est une **graine albuminée**
- Le **tissu de réserve** alentour est donc d'une autre nature	L'**albumen** semble avoir été **conservé** et **hypertrophié** lors du développement embryonnaire	
- Présence de **deux cotylédons**		C'est une graine de **'dicotylédone'**
- Le montage entre lame et lamelle d'**albumen** révèle des **gouttelettes lipidiques** non miscible avec **l'eau** (si montage en **rouge Soudan III** : formation de **gouttes orangées**) - Le montage révèle aussi **structures cristallisées transparentes** présentant un ou plusieurs petits **cercles** en leur sein (**globoïdes**) → ce sont sans doute des **grains d'aleurone**.		Les **réserves** sont donc de nature **lipidique** et **protéique**

c. Organisation du caryopse de Blé ou Maïs (albuminée, réserves amylacées – et protéiques)

- Il s'agit d'un ***fruit (on note une trace du style parfois observable) dont les téguments (péricarpe) sont soudés à ceux de la graine***. La zone plus claire (**écusson**) correspond à la ***localisation de l'embryon*** dans le caryopse (figure 8).



⮝ **FIGURE 10. Vue externe du caryopse de Maïs.**
http://uel.unisciel.fr/biologie/module1/module1_ch04/co/observer_ch4_13.html
(consultation novembre 2015)



⮝ **FIGURE 11. Caryopse de Maïs coupé longitudinalement sagittalement [cliché au centre : coloration au lugol].**
http://uel.unisciel.fr/biologie/module1/module1_ch04/co/observer_ch4_13.html
(Consultation novembre 2015)

- Au niveau interne (figure 11), on constate un **albumen développé** où sont localisées les **réserves amylacées**. L'embryon comprend un ***cotylédon volumineux et transformé chez les Poacées qui ne donnera pas de feuille fonctionnelle et contient des enzymes qui serviront à la digestion de l'abumen lors de la germination*** (**scutellum**) ; à côté, on trouve le **reste de l'embryon** où l'on observe une ***tigelle engainante*** nommée **coléoptile** et une ***gaine entourant la radicule*** nommée **coléorhize**.

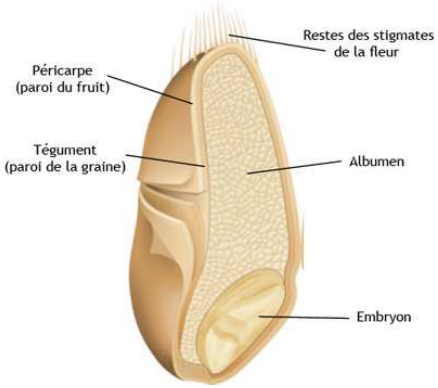


FIGURE 12. Caryopse de Blé coupé longitudinalement sagittalement.
http://botarela.fr/Poaceae/Description-detail/Graine.html et http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/Fruits/ble.htm (Consultation novembre 2015)

TABLEAU III. Grain (caryopse) de Maïs ou de Blé : 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.** *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 12).*

II. Étude des organes végétatifs de réserve

A. Les organes végétatifs de réserve : vue d'ensemble

Quelle est la morphologie des organes de réserve végétatifs ?

Les plantes herbacées bisannuelles et vivaces stockent des réserves dans certains *organes souterrains tubérisés* (forme massive), ce qui leur permet de reprendre leur croissance après la mauvaise saison. Ce stockage entraine des modifications profondes de l'organisation de l'appareil végétatif (Fig.), qui rendent parfois difficile l'identification des tiges et des racines. La présence ou l'absence de bourgeons permet de distinguer trois grands types d'organes de réserve.

- **Les tubercules racinaires** sont des organes de réserve racinaires ou mixtes (formés d'une portion plus ou moins grande de la tige en plus de la racine ; ex. carotte, betteraves ou radis).
- **Les tubercules caulinaires et les rhizomes** sont des organes de réserve caulinaires.
- **Les bulbes** sont des organes de réserve foliaires plutôt caractéristiques des Monocotylédones.

Une plante bisannuelle accomplit son cycle de vie en deux années.

Une plante vivace (ou *pérenne*) vit plus de deux ans.

Les herbacées annuelles et les arbres ne forment pas d'organes de réserve.

D'après GODINOT *et al. (2010)*

Les tubercules caulinaires (ex. tubercule de pomme de terre) sont des tiges souterraines hypertrophiées qui portent des feuilles très réduites et des bourgeons et qui ne survivent pas plus d'un an.

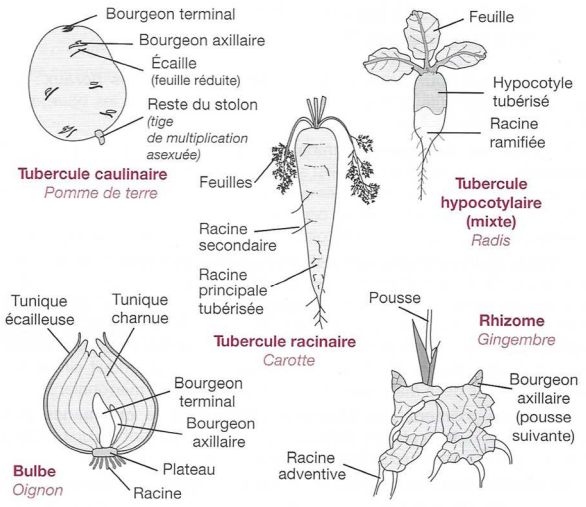
Les rhizomes (ex. rhizome de gingembre, iris et sceau de Salomon) sont des tiges souterraines vivaces.

Les bulbes (ex. bulbe d'oignon ou de tulipe) sont des pousses souterraines verticales disposant de feuilles modifiées (*tuniques*) et d'une tige courte (*plateau*).

Seuls les organes de réserve couramment utilisés dans notre alimentation (« légumes ») sont à connaitre.

Erreur à éviter

Attention, « légume » est uniquement un terme culinaire, il ne représente pas un type d'organe végétal, au contraire des « fruits » Certains « légumes » sont d'ailleurs des fruits (ex. tomate, avocat, courgette…).



Morphologie de quelques organes de réserve.

FIGURE 13. Organes de réserves végétatifs. D'après GODINOT *et al.* (2010).

*Dans les **arbres**, il n'y a **pas vraiment d'organes de réserves spécialisés** mais, en revanche, les **rayons ligneux** (et **libériens** dans une moindre mesure) accumulent des **réserves**.*

B. Étude de quelques bulbes

Activité 2. Observation macroscopique d'organes de réserve végétatifs

Comment l'observation morpho-anatomique des organes de réserve végétatifs et de coupes variées nous permet-elle de comprendre macroscopiquement l'organisation de ces organes ?

Savoirs à construire	Organisation des organes de réserve racinaires, hypocotylaires ou caulinaires

	Capacité ou attitude visée	Évaluation
Savoir-faire sollicités	Maîtriser un outil, un geste technique, un logiciel… ➢ Coupe	
	Analyser, observer et raisonner	

Travail à faire

- Étude des **échantillons disponibles** ; **réalisation de coupes transversales** et **longitudinales**.
- Coloration au **lugol** possibles.

Pistes de réflexion et d'exploitation

- ***Complétez** les figures 14-20 en vous aidant des **textes** et de vos **observations**.*

1. Étude de quelques bulbes

Organes de réserve faits de *bases foliaires charnues*, appliquées les unes contre les autres. Trois exemples sont proposés ici :

a. Oignon (plante bisannuelle).

1° Observer le **bulbe récolté à l'automne** (coupe verticale et coupe horizontale). Distinguer (fig. 16) :

a. Le *plateau*, tige courte portant tous les autres organes.

b. Les *racines*, plus ou moins desséchées.

c. Les *tuniques*, gaines foliaires à bords soudés formant sur la coupe horizontale des cercles emboîtés. Les premières tuniques sont fines et desséchées (« pelure », à rôle protecteur) ; les tuniques suivantes sont épaisses et charnues (rôle de réserve) ; les dernières, fines et fragiles, sont appliquées contre le bourgeon terminal.

d. Le *bourgeon terminal* et, s'il y a lieu, les bourgeons axillaires (dissection recommandée).

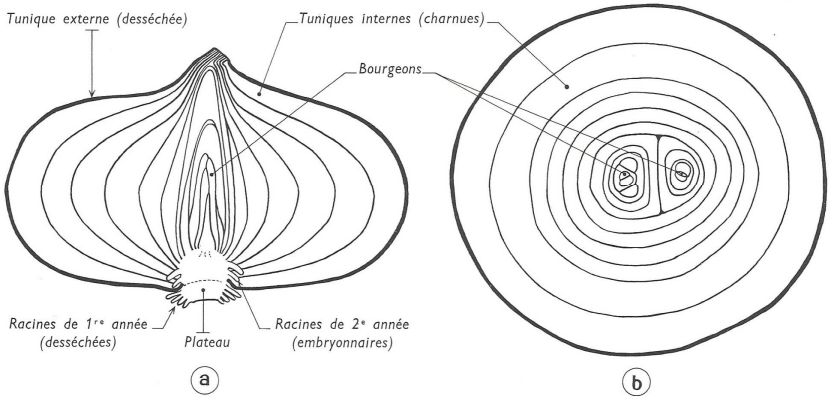


FIGURE 14. Bulbe d'Oignon. a. Coupe longitudinale. b. Coupe transversale. D'après VINCENT (1964).

2° Observer la **plante entière au cours de la première année de végétation** (aspect d'ensemble et coupe verticale).

Distinguer la tige vraie, ou plateau, de la *pseudo-tige* formée par les gaines emboîtées des feuilles (gaines à bords soudés, ligule membraneuse située à la limite de la gaine et du limbe, limbe creux à nervures parallèles, disposition alterne). Constater que chaque tunique est formée par l'extrémité inférieure d'une gaine foliaire et que le bulbe est formé essentiellement par l'extrémité inférieure, renflée, de la pseudo-tige.

Au cours de la première année de végétation, la plante élabore des *substances nutritives* qu'elle emmagasine dans son bulbe. A l'automne, la partie supérieure des feuilles se dessèche et le bulbe passe à l'état de sommeil.

3° Observer la « **germination** » **du bulbe** et les étapes de la végétation au cours de la seconde année (bulbes remis en terre au printemps : aspect d'ensemble et coupe verticale).

Une nouvelle série de *racines* apparaît, tandis que le bourgeon donne naissance à une nouvelle série de *feuilles*, puis à une longue *tige* creuse terminée par une *inflorescence* globuleuse. Cette reprise de la végétation est due à l'utilisation des réserves contenues dans le bulbe qui se ramollit peu à peu. Après avoir mûri ses graines, la plante tout entière se dessèche et meurt.

Ainsi, le **cycle végétatif** de l'Oignon s'étend sur deux années :

1re année : vie purement *végétative* ⟶ accumulation de réserves.
2e année : utilisation des réserves ⟶ *reproduction sexuée*.

L'Oignon est une **plante bisannuelle.**

Type comparable : Poireau (à bulbe à peine esquissé).

b. Tulipe (plante vivace à bulbe bisannuel).

1° Observer le **bulbe récolté à l'automne** (aspect d'ensemble et coupe verticale faite suivant le plan de symétrie : fig. 17 *a-b*).

Le bulbe proprement dit comprend un plateau, des racines très courtes, une tunique sèche, 4 tuniques charnues, un bourgeon terminal *(bourgeon floral)*, un ou plusieurs bourgeons axillaires *(bourgeon bulbeux)*. Sur le côté, il porte les restes (ou seulement la cicatrice) de l'axe floral de l'année précédente.

2° Observer la « **germination** » **du bulbe mis en terre** au printemps (coupe verticale faite suivant le plan de symétrie, coupe horizontale faite au 1/3 inférieur : fig. 17 *c-d*).

Les racines reprennent leur développement, momentanément arrêté. Le *bourgeon terminal* donne une tige feuillée terminée par une fleur. Après avoir cédé leurs réserves, les tuniques se ramollissent puis se dessèchent. Pendant ce temps, le *bourgeon axillaire* se développe en un bulbe dont la structure est identique à celle du bulbe initial.

S'il existe plusieurs bourgeons axillaires, il se forme autant de bulbes nouveaux *(multiplication végétative)*.

3° Observer la « **germination** » **d'un bulbe sur carafe d'eau** (coupe verticale faite suivant le plan de symétrie).

Constater que le développement de l'appareil aérien s'accomplit normalement, mais qu'*il ne se forme pas de nouveau bulbe :* la plante meurt après avoir fleuri.

Ainsi, **chaque bulbe vit deux ans :** pendant la première année, il accumule des réserves élaborées à partir des éléments nutritifs du sol ; pendant la deuxième année, il utilise ces réserves pour former un appareil aérien portant fleur, fruit et graines.

La vie de chaque unité présente une relative indépendance, mais, grâce à la formation annuelle d'un bulbe nouveau, la Tulipe est une **plante vivace.**

Types comparables : Ail (fig. 18), Échalote.

Chez l'*Ail*, chaque tunique abrite 1 à 4 bourgeons axillaires qui donnent autant de petits bulbes — les bulbilles, ou caïeux — improprement appelés « gousses ». Dans chaque bulbille, une seule tunique est charnue.

L'*Échalote* est très comparable à l'Ail, mais ses bulbilles présentent plusieurs tuniques épaissies.

c. Jacinthe (bulbe vivace).

Faire sur la Jacinthe une étude comparable à celle qui vient d'être consacrée à la Tulipe (fig. 19). Deux différences essentielles :

1° Les bases foliaires n'entourent pas complètement le bulbe : ce sont des *écailles*, non des *tuniques*. Alors que l'Oignon et la Tulipe ont un *bulbe tuniqué*, la Jacinthe a un **bulbe écailleux.**

Suite du texte d'après VINCENT *(1964)*

Nuance subtile, non faite par tous les auteurs, de peu d'intérêt

2° Chaque unité survit à sa floraison, si bien que le bulbe est formé de *plusieurs unités emboîtées*, les plus externes étant les plus anciennes. Le bulbe de la Jacinthe est donc un **bulbe vivace.**

Type comparable : Lis.

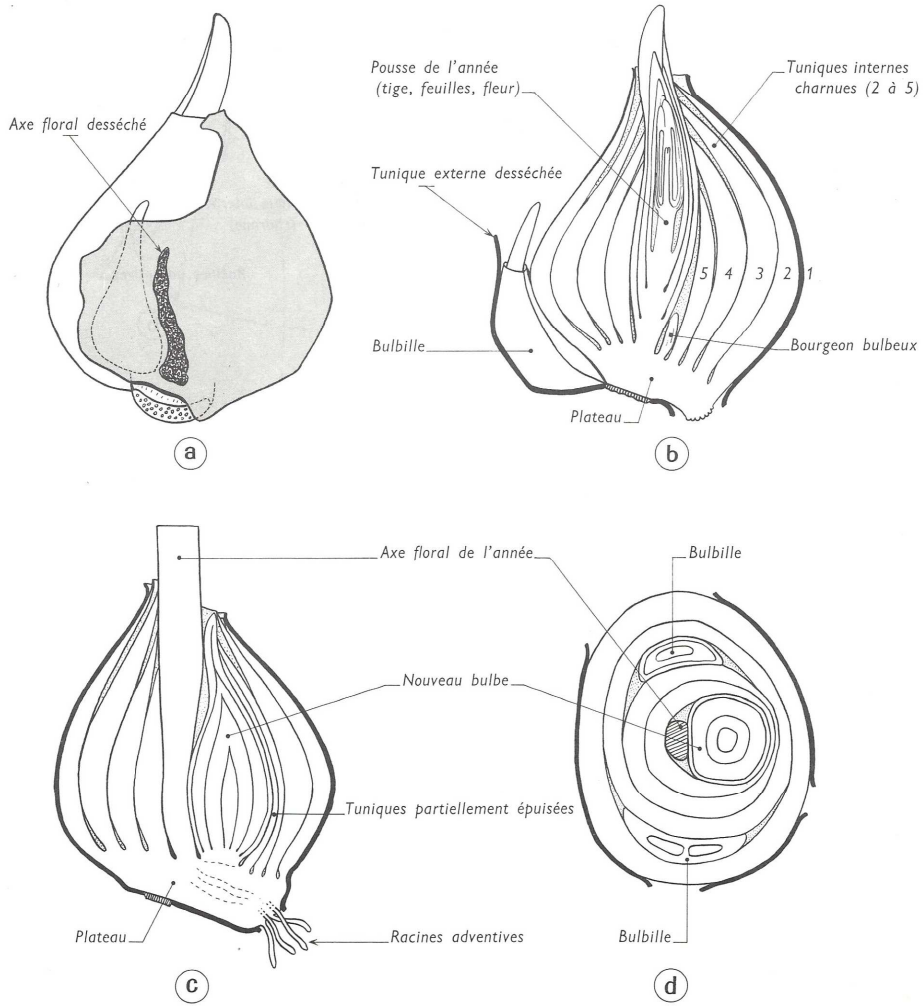


FIGURE 15. Bulbe de Tulipe. En haut : bulbe en hiver (a. Vue globale. b. Coupe longitudinale) **En bas : bulbe en terre au moment de la floraison** (c. Coupe longitudinale. d. Coupe transversale). D'après VINCENT (1964).

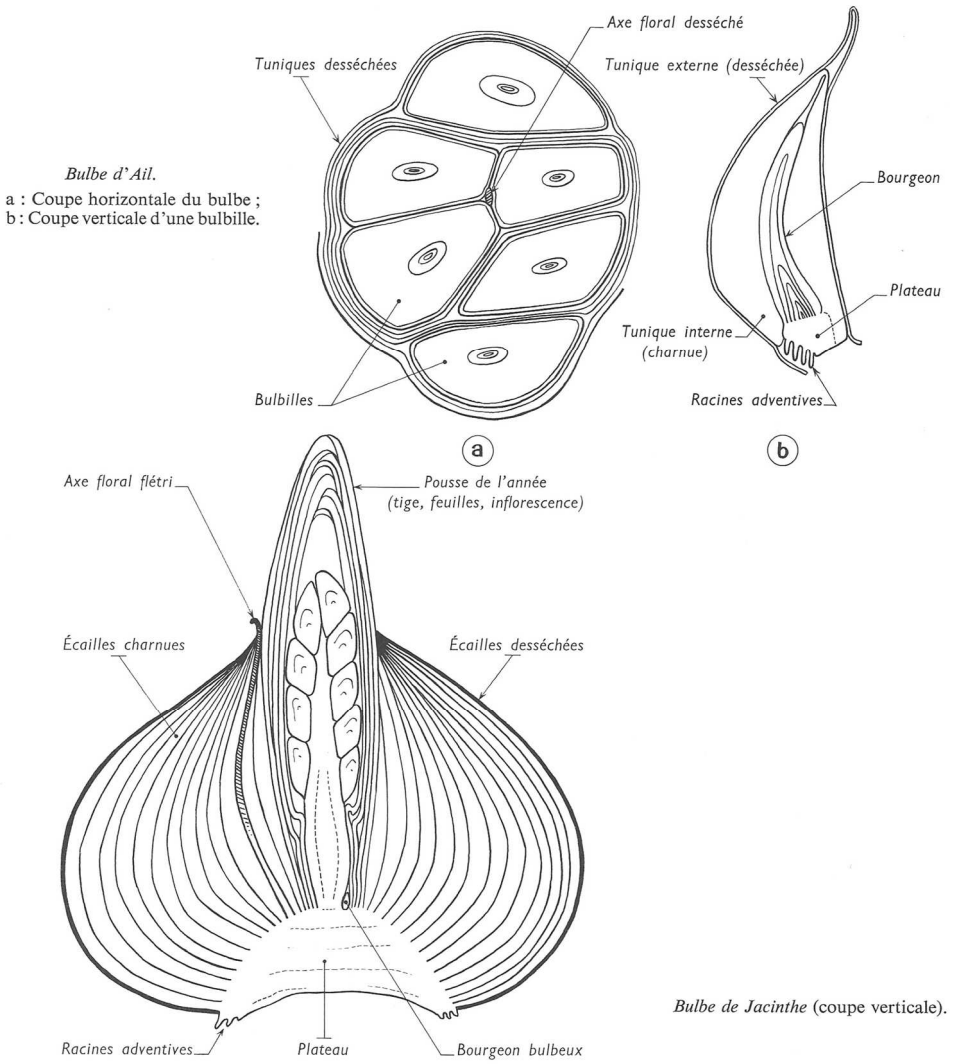
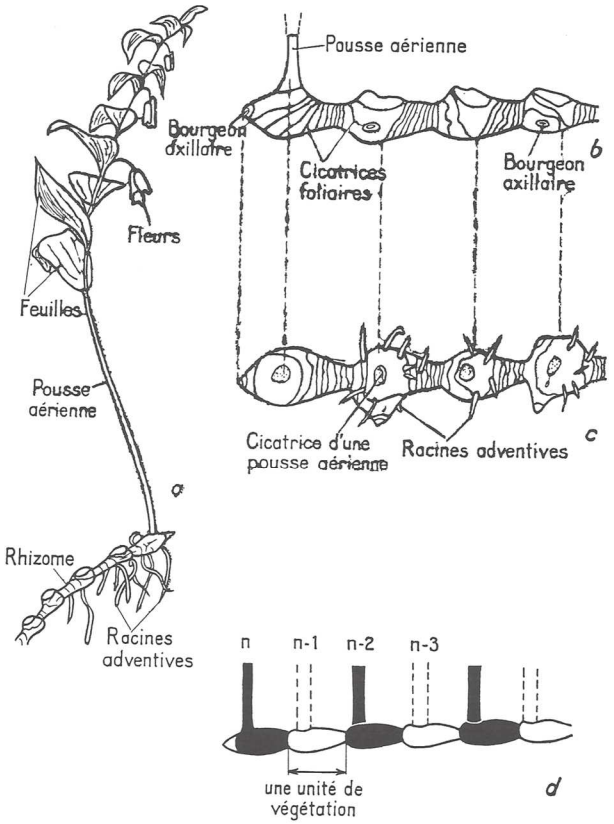


FIGURE 16. <u>En haut : bulbe (composé) d'Ail avec bulbilles.</u>
<u>En bas : bulbe (simple) de Jacinthe en cours de floraison</u>. D'après VINCENT (1964).

2. Étude d'un rhizome

- On appelle **rhizome** (figure 17) une ***tige souterraine, plus ou moins riche en réserve, vivace, qui croît souvent horizontalement (mais parfois verticalement) et d'où émergent des pousses aériennes***.
- Chez les **Angiospermes**, la croissance est souvent **sympodiale** : le **bourgeon terminal** donne un **axe feuillé** (parfois un par an comme pour le Sceau de Salomon) et c'est ***un bourgeon axillaire qui assure ensuite la croissance du rhizome***.
- La structure comprend en outre des **racines adventives** et peut présenter des **cicatrices foliaires**.



Rhizome d'un Sceau-de-Salomon (*Polygonatum multiflorum*).
a : rhizome et pousse aérienne florifère ;
b : portion terminale d'un rhizome vue latéralement ;
c : portion terminale d'un rhizome vue par-dessus ;
d : schéma figurant la croissance sympodiale d'un rhizome.

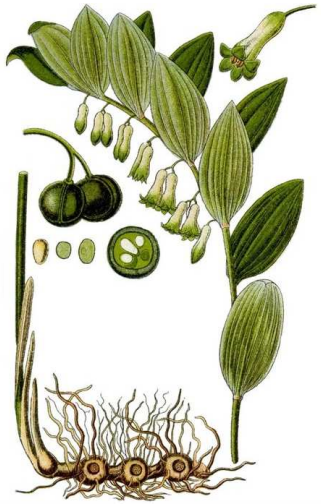


FIGURE 17. <u>Rhizome de Sceau-de-Salomon</u>. D'après CAMEFORT (1977).
Image http://zimzimcarillon.canalblog.com/archives/2013/06/14/27399488.html (consultation janvier 2016), peinture de J. G. STURM (1796)

3. Étude de quelques tubercules

- On dit qu'un organe est **tubérisé** (= que c'est un **tubercule**) ***quand il s'agit d'une tige ou d'une racine hypertrophiée par la présence de réserves***. Notez qu'un rhizome peut être tubérisé (figures 18-20).

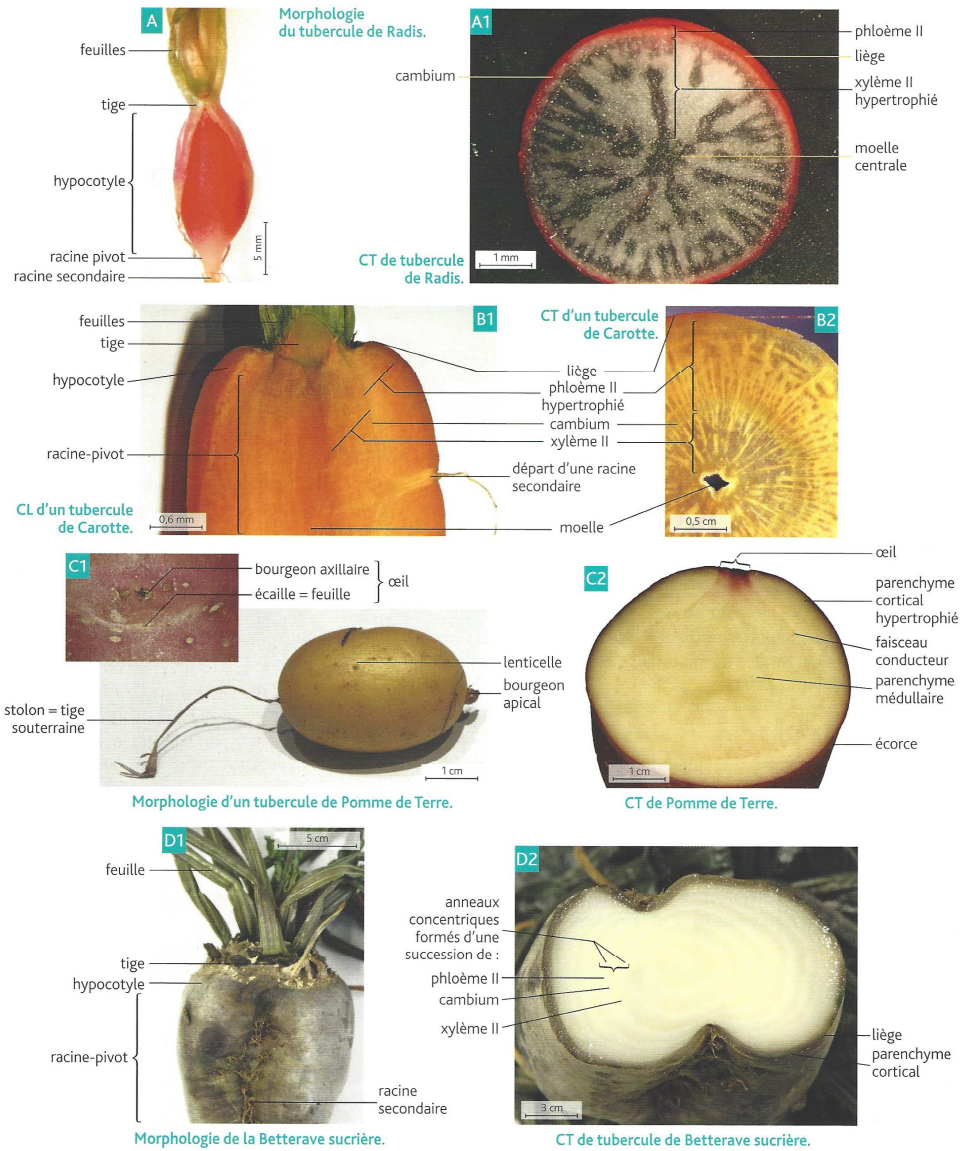


FIGURE 18. Quelques tubercules alimentaires 1/2. D'après BOUTIN *et al.* (2015).

Les végétaux des régions tempérées, soumis annuellement aux rigueurs de l'hiver, ont développé différents types de stratégies leur permettant de passer sans dégât cette période. Certains végétaux maintiennent ainsi un appareil végétatif :

- au niveau du sol pour les **hémicryptophytes** ;
- dans le sol, à l'abri des conditions atmosphériques extrêmes, pour les **cryptophytes**.

Cette seconde stratégie nécessite **l'accumulation de réserves** dans des organes spécialisés.

Le Radis *Raphanus sativus* (Famille des Brassicaceae)

La partie supérieure (rouge) du tubercule de Radis, surmontée d'une rosette de feuilles, correspond à l'hypertrophie de l'**hypocotyle** (photo A). Il s'agit donc d'une portion caulinaire dont l'écorce primaire, rompue par la tubérisation, donne des lambeaux blanchâtres. La base (blanche) du tubercule porte des racines secondaires. Il s'agit donc d'une **racine pivot** hypertrophiée. Le Radis est ainsi un **tubercule mixte**. La coupe transversale révèle que la tubérisation est due à l'hypertrophie du **xylème secondaire**. Les réserves de **saccharose** et de composés soufrés donnant le piquant du Radis sont accumulées dans les **vacuoles** des cellules du parenchyme ligneux.

La Carotte *Daucus carotta* (Famille des Apiaceae)

Sous une courte tige, la partie tubérisée est pourvue de nombreuses racines secondaires (photo B). Il s'agit donc d'une **racine pivot** hypertrophiée, avec une participation réduite de l'hypocotyle au tubercule. La coupe transversale révèle que la tubérisation est due principalement au développement du **phloème secondaire**. Le xylème secondaire développé participe néanmoins au stockage des glucides, principalement du **saccharose**, dans les **vacuoles** des cellules parenchymateuses.

La Pomme de Terre *Solanum tuberosum* (Famille des Solanaceae)

Une Pomme de terre (photo C) présente à l'une de ses extrémités un bourgeon apical, à l'autre la trace du stolon. Sa surface est marquée par des cicatrices correspondant à des feuilles réduites. Chacune de ces cicatrices se trouve à l'aisselle d'un **bourgeon axillaire**, souvent entouré par deux bourgeons latéraux et dont la tubérisation a écarté les premières écailles. L'ensemble forme un **œil** de Pomme de terre. La surface est en outre constituée d'un liège percé régulièrement de lenticelles. Il s'agit donc d'un **tubercule caulinaire**, formé de plusieurs entre-nœuds. La coupe transversale révèle que la tubérisation est due principalement à l'hypertrophie des parenchymes, en particulier le **parenchyme médullaire**. Les réserves de la pomme de terre sont de type **amylacées**, l'amidon étant stocké au sein de volumineux **amyloplastes** (fiche 3).

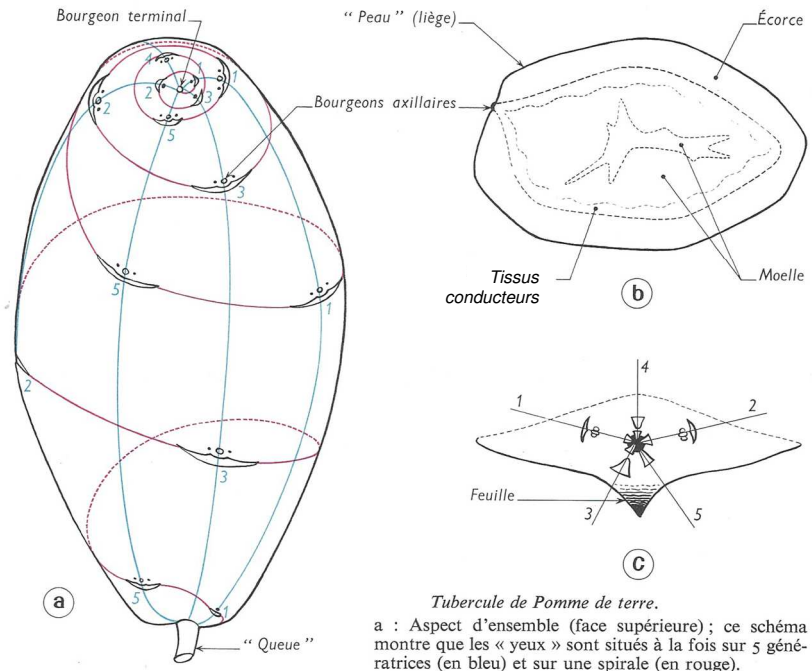
La Betterave *Beta vulgaris* (Famille des Amaranthaceae)

Tout comme le Radis et la Carotte, la tubérisation correspond à l'hypertrophie de l'**hypocotyle** et d'une partie de la **racine pivot**. La part relative de ces deux parties diffère cependant selon la variété de Betterave (sucrière, fourragère, rouge). La coupe transversale (photo D) révèle une anatomie particulière : le tubercule présente des **faisceaux cribro-vasculaires surnuméraires** formés à partir de cambiums successifs disposés en cercles concentriques. Le phloème secondaire produit est riche en **saccharose**. Le parenchyme situé entre les faisceaux participe également au stockage.

La tubérisation touche différents **organes** de l'appareil végétatif (hypocotyle, racine, tige), mais également différents **tissus** (parenchyme, phloème secondaire, xylème secondaire). Ces structures de réserve permettant le passage de la mauvaise saison sont mises en place chez différentes familles : il s'agit d'une **convergence évolutive**.

FIGURE 18. Quelques tubercules alimentaires 2/2. D'après BOUTIN *et al.* (2015).

Distinguer la « *queue* » du tubercule, partie non renflée du rameau, et le *bourgeon terminal*, situé à l'extrémité opposée. Constater que les *bourgeons axillaires* (« yeux »), plus serrés vers l'extrémité libre, décrivent une spirale de divergence 2/5. Chaque œil, situé à l'aisselle d'une feuille en écaille, est lui-même formé d'écailles disposées suivant une spirale de divergence 2/5 ; à l'aisselle des deux écailles externes, on remarque un minuscule bourgeon latéral.



Tubercule de Pomme de terre.
a : Aspect d'ensemble (face supérieure) ; ce schéma montre que les « yeux » sont situés à la fois sur 5 génératrices (en bleu) et sur une spirale (en rouge).
b : Coupe transversale ; c : Étude d'un « œil ».

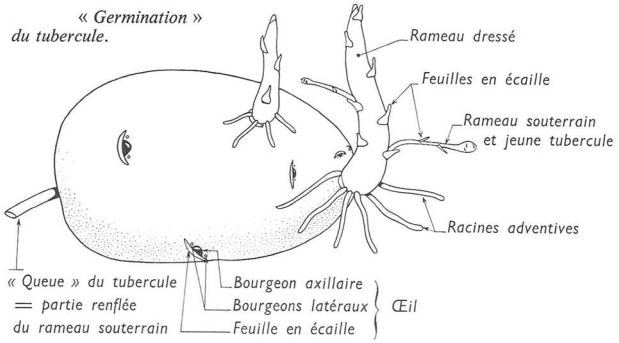
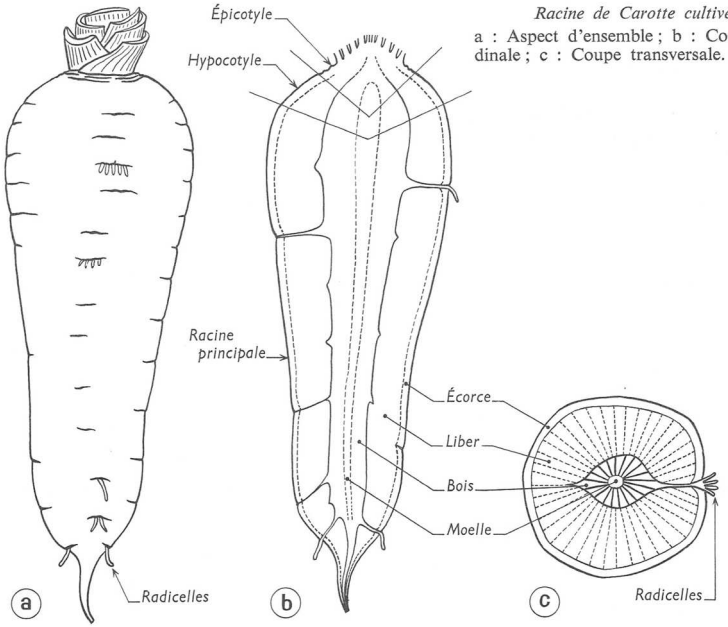


FIGURE 19. Document complémentaire sur la Pomme de Terre. D'après VINCENT (1964).

L'appareil radiculaire *fixe* la plante au sol, assure sa *nutrition minérale* et, éventuellement, accumule des *réserves* (racines tubéreuses). Il comprend :

1° La *racine principale*, issue de la germination de la graine.



Racine de Carotte cultivée.
a : Aspect d'ensemble ; b : Coupe longitudinale ; c : Coupe transversale.

2° Les *racines secondaires*, formées sur la racine principale (radicelles) ou sur la base de la tige (racines adventives).

Suivant l'importance relative de la racine principale et des racines secondaires, le système radiculaire est dit **pivotant** (racine principale prédominante) ou **fasciculé** (racines sensiblement égales). Dans les deux cas, les racines peuvent être *grêles* ou *tubéreuses*.

Nous proposons ici l'étude de quelques types de **racines tubéreuses.**

a. Systèmes pivotants.

Carotte (fig. 24), Céleri-Rave, Radis, Navet, Betterave.
La tubérisation affecte la racine principale et la base de la tige.
Ce sont des **plantes bisannuelles** (cycle végétatif analogue à celui de l'Oignon).

b. Systèmes fasciculés.

Dahlia, Ficaire, Orchis.

La tubérisation affecte un groupe de racines qui, dans le cas de l'Orchis, sont soudées en une seule masse.

Ce sont des **plantes vivaces à unités bisannuelles** (cycle végétatif analogue à ceux de la Tulipe et de la Pomme de terre).

FIGURE 20. Document complémentaire les racines tubérisées : exemple de la Carotte cultivée. D'après VINCENT (1964).

⮟ **TABLEAU IV. Tableau-bilan de la diversité des organes de réserve avec quelques exemples marquants pour chaque type.**
Document de J. SEGARRA (TB2, ENCPB – Lycée Pierre-Gilles de Gennes, Paris 13).

Partie de la plante ou organe accumulant des réserves	Nature de l'organe ou du tissu	Exemples	rythme de développement (au regard des exemples)
racine (essentiellement)	tubercule racinaire	carotte salsifi, panais betterave sucrière	plantes bisannuelles
		dahlia	plante vivace
racine + hypocotyle	tubercule mixte hypocotylaire	radis betterave rouge betterave fourragère	plantes bisannuelles
racine + hypocotyle + tige		céleri-rave	plantes bisannuelles
tige	tubercule caulinaire	pomme de terre topinambour glaïeul	plantes vivaces
		chou-rave	plantes bisannuelles
	rhizome	gingembre sceau de Salomon muguet	plantes vivaces
feuilles	bulbe	oignon	plantes bisannuelles
		ail tulipe	plantes vivaces
graines → cotylédon graines → albumen		haricot, pois blé ricin	plantes annuelles plantes annuelles plante vivace

III. Étude microscopique des tissus de réserve

A. Mise en évidence de réserves amylacées

Activité 3. Observation de grains d'amidon dans le parenchyme de Pomme de terre ou d'autres organes à réserves amylacées

Comment peut-on mettre en évidence des grains d'amidon ?

Savoirs à construire	Mise en évidence de grains d'amidon (amyloplastes)

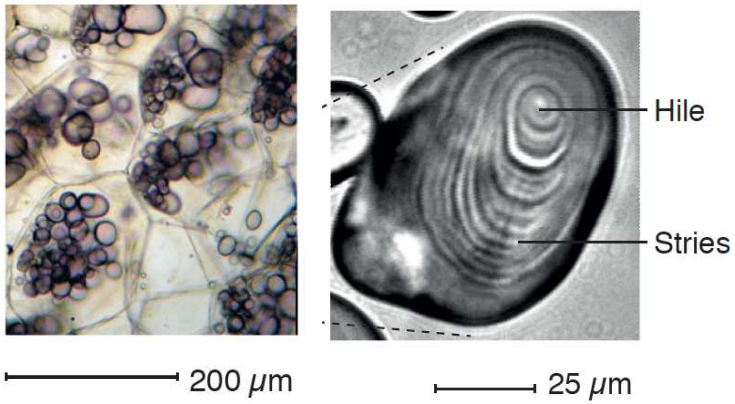
	Capacité ou attitude visée	Évaluation
Savoir-faire sollicités	Maîtriser un outil, un geste technique, un logiciel… ➢ Prélèvement tissulaire ➢ Coloration au lugol ➢ Microscope optique	
	Analyser, observer et raisonner	

Travail à faire

- Montage entre **lame** et **lamelle** dans du **lugol** de **parenchyme de Pomme de Terre** (gratter une fin pellicule à la surface du parenchyme après coupe de l'organe).
- L'observation peut aussi se baser sur les **réserves de graines** de Haricot, **caryopses** de Blé ou Maïs…
- *La coloration peut du reste être macroscopique.*

Pistes de réflexion et d'exploitation

- ***Complétez** la figure 21.*



⮝ **FIGURE 21. Amyloplastes de Pomme de terre au MO.** D'après SEGARRA *et al.* (2014).

Activité 4. Observation d'inuline dans des tubercules de Dahlia

Comment peut-on mettre en évidence de l'inuline ?

Savoirs à construire	Mise en évidence d'inuline en alcool absolu

	Capacité ou attitude visée	Évaluation
Savoir-faire sollicités	Maîtriser un outil, un geste technique, un logiciel… ➢ Prélèvement tissulaire ➢ Microscope optique	
	Analyser, observer et raisonner	

Travail à faire

- Montage entre **lame** et **lamelle** dans de la **glycérine** d'un fin grattage des parties internes d'un tubercule de Dahlia.

Pistes de réflexion et d'exploitation

- ***Observez*** *les structures cristallines en vous aidant de la figure 22.*

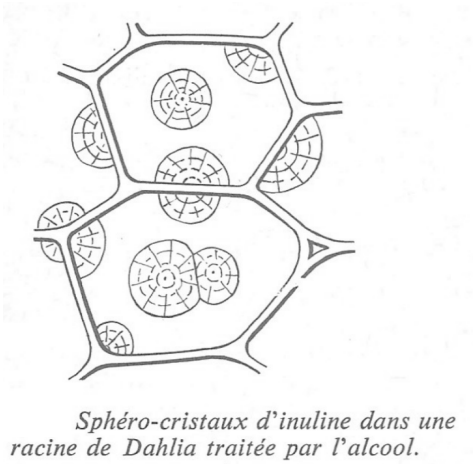


FIGURE 22. Inuline cristallisée en alcool absolu (Dahlia).
D'après VINCENT (1974).

B. Mise en évidence de réserves lipidiques et protéiques

Activité 8. Observation de gouttelettes lipidiques et de grains d'aleurone dans une graine de Ricin

Savoirs à construire	Mise en évidence de gouttelettes lipidiques et de grains d'aleurone

	Capacité ou attitude visée	Évaluation
Savoir-faire sollicités	Maîtriser un outil, un geste technique, un logiciel… ➢ Prélèvement tissulaire ➢ Microscope optique	
	Analyser, observer et raisonner	

Travail à faire

- Montage entre **lame** et **lamelle** d'une portion fine ou écrasée d'**albumen** de **graine de Ricin** (possibilité de coloration au **Rouge Soudan III** pour colorer les **lipides** qui forment une émulsion – *attention colorant dangereux à manipuler avec précautions*).
- Montage entre **lame** et **lamelle** (ou plutôt observation de **lames du commerce**) de la bordure d'un **caryopse de Blé** pour localiser la **couche à aleurones**.

Pistes de réflexion et d'exploitation

- ***Observez*** *les lames et* ***complétez*** *les figures 23-24.*

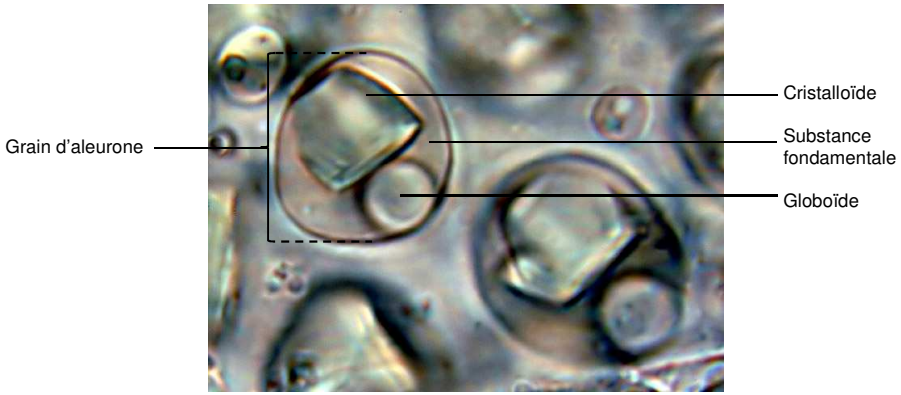


FIGURE 23. Grains d'aleurone dans une graine de Ricin (matrice huileuse).
D'après http://www.microscopie.ch/articles/ricinus/ricinus.php (consultation janvier 2016).

Les **grains d'aleurone** des **graines de Ricin** comprennent des **phosphates** et ont une **structure particulière**, comprenant un **cristalloïde** et des **globoïdes** dans une **substance fondamentale** (figure 16).

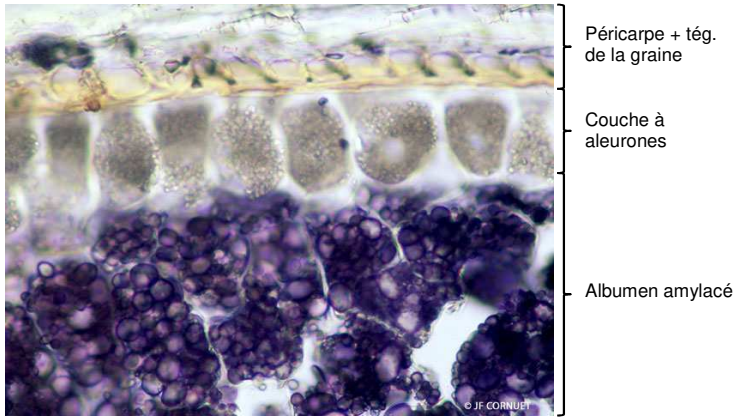
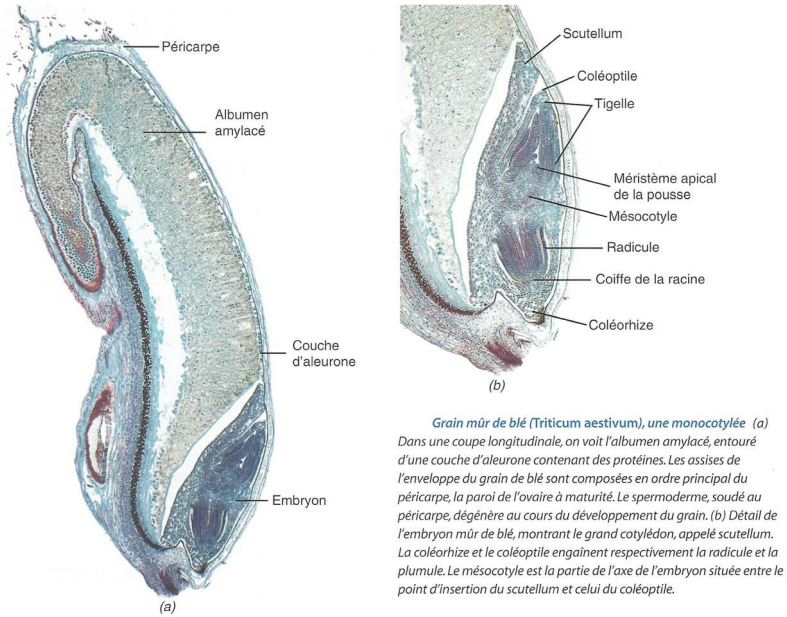


FIGURE 24. Périphérie d'un caryopse de Blé (coloration au lugol de l'albumen).
Cliché J.-F. CORNUET, en ligne : http://svt.ac-creteil.fr/?Grain-de-ble-tegument-assise-a-grains-d-aleurone-et-albumen (consultation janvier 2016).

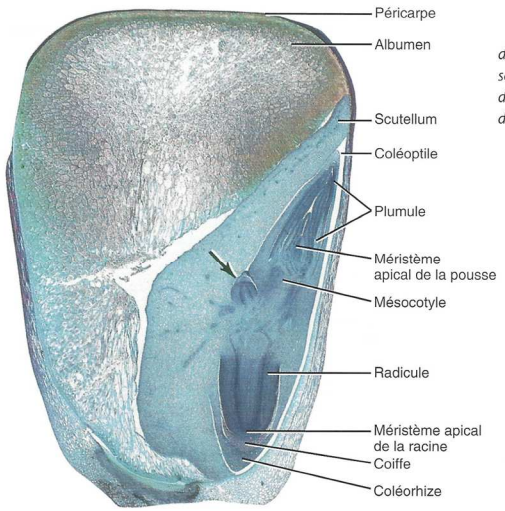
C. Étude microscopique de l'organisation des caryopses

- Voir figures 25-26.



Grain mûr de blé (Triticum aestivum), une monocotylée (a) Dans une coupe longitudinale, on voit l'albumen amylacé, entouré d'une couche d'aleurone contenant des protéines. Les assises de l'enveloppe du grain de blé sont composées en ordre principal du péricarpe, la paroi de l'ovaire à maturité. Le spermoderme, soudé au péricarpe, dégénère au cours du développement du grain. (b) Détail de l'embryon mûr de blé, montrant le grand cotylédon, appelé scutellum. La coléorhize et le coléoptile engaînent respectivement la radicule et la plumule. Le mésocotyle est la partie de l'axe de l'embryon située entre le point d'insertion du scutellum et celui du coléoptile.

FIGURE 25. Coupe longitudinale d'un caryopse (Blé). D'après RAVEN *et al.* (2007b).



Grain mûr de maïs (Zea mays) L'embryon possède souvent deux racines séminales adventives au moins. On peut voir une racine séminale dans cette coupe longitudinale (flèche). Ces racines sont d'abord orientées vers le haut, mais elles s'inclinent vers le bas au cours de leur croissance.

FIGURE 26. Coupe de caryopse de Maïs au microscope optique. D'après RAVEN *et al.* (2007b)

Pistes de réflexion et d'exploitation

- ***Complétez** les figures 25-26.*

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).

PRAT, R. (2007). *Expérimentation en biologie et physiologie végétales. Trois cents manipulations.* Hermann, Paris. Quæ, Versailles.

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.

VINCENT, P. (1974). *Sciences naturelles. Classe de Terminale D.* Vuibert, Paris.

VOET, D. & J. G. VOET (2005). *Biochimie.* De Boeck, Bruxelles (B), 2e édition française [3e édition américaine, John Wiley and sons, New York, USA, 2004. Traduction G. ROUSSEAU & L. DOMENJOUD].

Plan du TP

Objectifs : extraits du programme 1
Introduction 1

I. Étude des semences (graines et caryopses) 4
A. Quelques rappels théoriques 4
1. Les graines 4
2. Les caryopses, des graines dont la paroi est soudée à celle du fruit 4
B. Étude pratique 4
1. Modalités 4
2. Exploitation de la dissection des graines : organisation des graines 4
a. Organisation de la graine de Haricot (exalbuminée, réserves amylacées) 4
b. Organisation de la graine de Ricin (albuminée, réserves protéo-lipidiques) [*pour rappel*] 6
c. Organisation du caryopse de Blé ou Maïs (albuminée, réserves amylacées – et protéiques) 8

II. Étude des organes végétatifs de réserve 10
A. Les organes végétatifs de réserve : vue d'ensemble 10
B. Étude de quelques bulbes 10
1. Étude de quelques bulbes 10
2. Étude d'un rhizome 12
3. Étude de quelques tubercules 13

III. Étude microscopique des tissus de réserve 15
A. Mise en évidence de réserves amylacées 15
B. Mise en évidence de réserves lipidiques et protéiques 16
C. Étude microscopique de l'organisation des caryopses 17

Références 18
Plan du TP 19

© 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 janvier 2018 • Dernière actualisation : janvier 2019.
Remerciements : Joseph SEGARRA.
Contact : Tanguy.Jean4@gmail.com
Adresse de téléchargement : https://www.svt-tanguy-jean.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.