Physiologie et biochimie de la germination

# I. La notion de semence

## A. Définition

*Def (agriculture)*

\*les graines

\*tout autre organe de reproduction (bulbe, tubercule…)

*Production de semences (agriculture)*

\*Semenciers

= entreprise spécialisées dans la sélection, la production et la commercialisation des semences.

\*Agriculteurs multiplicateurs

= sous contrat

\*Semences récoltée, triées, calibrées

= semences certifiées ; objectif sanitaire

## B. Origine et constitution des graines *(rappels dans le poly)*

### 1. Structure de l’ovule

### 2. La fécondation

### 3. Evolution de l’ovule fécondé

## C. Caractères biochimiques des graines

### 1. Constitution élémentaire

La teneur en eau d’une graine est globalement faible (7 à 14%), c’est un organe fortement déshydratée.

Présence de MO dominante sous les trois formes (glucides, protides, lipides)

Graine riches en glucides : graines amylacées (*Blé-Orge-Seigle*)

Graines riches en glucides (~50%) et richesse en protéines significative (1/4 poids de la graine) : graines légumineuses. (*Poids, Haricot*)

Graines riches en huiles : graines oléagineuses (*Noix-Ricin-Colza*)

Graines riches en protéines : graines protéagineuses (*Lupin-Soja-Féverole*)

### 2. Les différents types de réserves

#### Réserves glucidiques (structures dans le poly)

-Les glucides sont essentiellement stockés sous forme d’amidon. L’amidon a un poids moléculaire élevé.

-Inuline : forme de réserves peu fréquente mais quand la plante stocke sous forme d’inuline, elle accumule très peu d’amidon.

-Réserves d’hémicelluloses (héxosanes, pentosanes, acides uroniques)

-Hétérosides (glucosinolates, composés cyanogénétiques)

#### Réserves lipidiques

-Triglycérides (glycérol, squelette, acides gras saturés/insaturés)

-Lipides complexes (glycérol + acide gras + composé azoté + Pi)

#### Réserves protidiques

Cas des Dicotylédones

Globulines

Cas des Monocotylédones = Graminées

surtout Prolamines

qq Globulines, Albumines

## D. Caractères physiologiques des graines

Activité métabolique du Petit Pois *Pisum sativum*

-Graine : concentration de 0,1 µL O2 absorbé/g MS/heure

-Feuilles : concentration de 800 µL O2 absorbé/g MS/heure

Le fait qu’une graine ai une acté métabolique très ralentie, elle va entrer dans très peu de processus métaboliques et ça veut dire qu’elle dégrade très peu de substrat et produit très peu de déchets. Or un organisme qui accumule de déchets est, au bout d’un certain temps, un des facteurs du vieillissement des cellules.

Semences macrobiontiques ou macrobiotiques

-Durée de vie longue supérieure à 15ans

Semences mésobiontiques ou mésobiotiques

-Durée de vie intermédiaire entre 3 à 15ans

Semences microbiontiques ou microbiotiques

-Durée de vie intermédiaire inférieure à 3ans

*Page 11 poly*

Mise en évidence des méthodes de conservation des graines… Cryogénisation, Lyophilisation

# II. Les conditions de la germination

Pour qu’une graine puisse germer qq soient les cdtions environnementales, il faut qu’elle soit vivante, mûre, apte à germer et les conditions extérieurs doivent être favorables.

## A. Les facteurs externes indispensables à la germination

### 1. L’eau

1er facteur indispensable à la germination. A partir du moment où les cellules sont gorgées d’eau, elles entrent en turgescence, la graine se réhydrate et reprends une activité métabolique normale. Les tégumnts de la graine se ramollissent, et l’eau véhicule de l’O2 (il ne faut pas d’excès d’eau).

Les besoins en eau sont relativement importants, dépendant de l’espèce et du type de semence considéré.

L’eau va pénétrer dans la semence en un temps relativement court.

*Courbe d’imbibition dans poly*

Les téguments de la graine sont complètement secs et plus ou moins lignifiés. Quand l’eau pénètre dedans elle le fait par capillarité.

Dans les tissus de la graine, l’eau entre par le phénomène osmotique.

### 2. L’oxygène

Une semence a besoin d’oxygène rapidement après la réhydratation de la graine. C’est l’oxygène dissout, solubilisé dans l’eau qui est utilisé pour la respiration.

On a constaté les graines dont les téguments sont les plus minces elles sont plus facilement approvisionnée en oxygène. Mais la graine sera moins protégée.

### 3. La température

Lien avec l’oxygène

Une fois que la graine reprend une acté métabolique, la germination se fait mieux en augmentant la température. En réchauffant le sol, on réchauffe la solution du sol et donc l’eau du sol, l’oxygène se solubilise moins bien. La température ne doit pas trop augmenter.

Les semences ont une température optimale de germination (fourchette de T°C étroite) variant selon les espèces considérées, les milieux climatiques.

Dans les téguments qui protègent la graine, on trouve des composés phénoliques qui jouent un rôle de défense immunitaire pour la plante et empêchent la putréfaction, les attaques parasitaires, d’être mangé par les herbivores.

Quand l’eau d’imbibition apporte de l’oxygène, les composés phénoliques s’oxydent en quinones. C’est d’autant d’oxygène en moins à l’embryon (pb germination).

## B. Les facteurs internes indispensables à la germination

### A. Quiescence = vie ralentie de la graine (imposée par le milieu)

Se manifeste principalement lorsque la graine attend les bonnes conditions pour germer.

### B. Dormance (imposée par la graine)

Une graine en dormance ne germe pas alors que les conditions de milieux sont réunies.

Vie ralentie plus profonde, plus difficile à lever.

Peut être liée à deux cas de figure : 75% des graines au moment de la germination sont en dormance.

-Si on débarrasse les téguments, la graine germe => inhibition tégumentaire.

-Si on débarrasse les téguments, la graine ne germe pas => dormance embryonnaire

## C. Les inhibitions tégumentaires

### 1. Résistance mécanique

Plus les enveloppes sont résistantes, bien lignifiées, meilleure est la protection. La plantule n’arrive pas à percer ses téguments si ces derniers sont trop durs, ou pas assez ramolli.

### 2. Imperméabilité à l’eau

Les semences sont généralement protégées par des téguments lignifiés. L’eau entre par capillarité dans les interstices. Il arrive parfois que l’eau ne pénètre pas du au fait d’une particularité des téguments (famille des Légumineuses, Fabacées) avec des imprégnations d’origine lipidique.

### 3. Imperméabilité à l’oxygène

En raison d’une couche de mucilage, chez le pommier les téguments retiennent l’eau et l’oxygène.

Si les cellules sont jointives alors l’oxygène ne peut aussi rentrer et circuler.

### 4. Les inhibiteurs chimiques de la germination

Il existe chez certaines graines au niveau de leur tégument, des molécules chimiques qui empêchent la graine de germer. Ces composés susceptibles d’inhibition se retrouvent chez les graines entourées d’enveloppes humides.

### 5. Traitements facilitant la germination

#### Elimination de la dureté

Pour éliminer les résistances mécaniques, les graines doivent avoir un traitement de scarification. => provoquer des fissures dans les téguments pour que la radicule puisse percer.

Traitements naturels

\*Putréfaction

\*Alternance gel-dégel

\*Digestion par les sucs digestifs

Traitements artificiels

\*Traitements physiques

\*Traitements chimiques

\*Choc thermique

#### Amélioration de l’oxygénation

Traitements naturels

\*Scarification

\*Lessivage

\*Oxydation

Traitements artificiels

\*Traitements physiques

\*Traitements chimiques (lixiviation, traitements oxydants)

\*Choc thermique

#### Postmaturation au sec

Parfois il suffit d’attendre pour que les inhibitions tégumentaires disparaissent. Généralement le traitement se fait au sec sur des graines pas complètement réhydratées.

Quand la graine reste au sec elle est plus résistante.

## D. Les dormances embryonnaires

### 1. Dormance primaire, dormance secondaire

La dormance primaire est présente à l’origine sur la graine au moment où la plante mère libère les graines.

La dormance secondaire survient chez des graines à l’origine pas dormante donc qui peut germer sauf si les conditions de milieux sont non satisfaisantes (quiescence). Mais si les conditions de milieux défavorables s’éternisent, alors les graines deviennent dormantes.

### 2. Le cas des embryons incomplets

Concerne bcp d’espèces. Il arrive parfois que l’embryon n’est pas totalement formé.

Il faut attendre la fin du développement de l’embryon.

### 3. Les dormances psychrolabiles

Les dormances des graines sont levées soit par des conditions naturelles de froid hivernal (pas forcément un pb pour tous les végétaux), soit par un traitement artificiel particulier :

On peut faire disparaitre cette dormance en stockant les semences des graines à températures froides et à l’humidité (traitement de stratification).

\*Touche à la fois les cotylédons et à la fois la radicule

*Dans poly, exemple du pommier*

Parfois ce n’est pas la radicule qui est en dormance mais la gemmule (dormance épicotylaire).

Quand on veut s’en débarrasser il faut procéder par étapes : séjour tiède et humide, stratification puis séjour tiède et humide + chaud qu’au début.

*Dans poly, exemple du pêcher, de la pivoine*

Pour certaine espèces la dormance concerne la radicule et la gemmule : c’est la double dormance psychrolabile.

Etapes : \*stratification 🡪 levée dormance dormance radiculaire

\*séjour tiède et humide 🡪 croissance radiculaire

\*stratification 🡪 levée dormance épicotylaire

\*séjour tiède et humide 🡪 développement de la plantule

La graine synthétise et accumule de l’ATP (augmentation charge énergétique de la semence) pendant cette mise au froid.

L’apport de gibbérellines (équilibre de la balance hormonale) permet d’annuler la mise au froid. Quand la graine est dormante, l’hormone qui domine est l’acide abscissique.

### 4. Les dormances photolabiles

Levée de la dormance par le facteur lumière.

#### Sensibilité à la lumière

-Photosensibles positives (70% des dormances) => lumière obligatoire pour la levée

-Photosensibles négatives => obscurité obligatoire pour germer ; le dvpmt de la radicule et de la plantule se font ensuite à la lumière

-Photosensibles indifférentes (plupart des espèces cultivées)

#### Etude expérimentale

Observations

Certaines radiations sont-elles plus efficaces que d’autres pour la levée de dormance ?

*Dans poly, Lactuca sativa*

Les radiations rouge permettent la levée de dormance la plus rapide pour la graine de laitue.

En fait c’est une longueur d’onde précise, centrée sur 660nm (rouge clair)

La levée est inhibée si on a une longueur d’onde de 730nm (rouge sombre).

Hypothèses

…Forcément l’existence de photorécepteur sensible au rouge clair (P660)

Si les semences de laitues réagissent au rouge sombre, existence aussi de photorécepteur (P730)

Y-a-t-il des liens entre les deux ?

Ce sont les deux formes d’un même pigment et que l’une pouvait se transformer en l’autre (hypothèse d’interconversion).

Expérience de photométrie in vivo

La forme d’origine du pigment est celle capable de capter le rouge clair.

Quand on sort les graines de l’akène et qu’on les met en lumière rouge claire, l’absorption est centrée sur 730nm. Après l’exposition, dans la graine, le pigment photorécepteur est P730.

Dans la configuration d’une alternance de rouge clair-rouge sombre, le pic à 660nm est plus haut que le pic à 730nm. La forme d’origine s’est donc bien transformé en P730 et ensuite c’est l’inverse.

Equilibre phytochromique

Le pigment impliqué est le phytochrome. Forme isomères : P660 et P730

Le photochrome est composé de 4 noyau tétrapyrolique mais pas comme la chlorophylle car il n’y a pas de cyclisation.

Formes native et forme active

P660 forme inactive = forme native = forme de stockage

P730 forme active = réversible = responsable de la germination

Quand la graine accumule P730 d’origine P660, la dormance est levée !

Efficience quantique

Quand la graine accumule P730 d’origine P660, la dormance est levée et il faut un photon !

Pour la réaction inverse il faut trois photons.

Efficience quantique privilégiée dans un sens => P660 🡺 P730

#### Mode de détection du phytochrome

Métabolisme du phytochrome

Réaction favorisée à la lumière : (stockage ; forme native )P660 🡺 P730 (forme favorisée le jour )

P730 🡺 dégradation enzymatiques P’

Mécanisme d’action

Implication dans mécanismes :

\*Germination

\*Floraison

\*Croissance (+ importante la nuit car lié à l’abscende de phytochrome chez plantes étiolées -privées de lumière-)

# III. Aspects biochimiques de la germination

## A. Suivi respiratoire

Quand le métabolisme démarre, ça commence par l’activité mitochondriale. *Poly p.18*

## B. Mobilisation des réserves

Cas de l’amidon

Action des hydrolases :

\*3 types : alpha amylase, beta amylase et alpha 1,6 glucosidase dans cet ordre précis.

\*Coupage des liaisons alpha 1,4 et alpha 1,6 par fixation d’une molécule d’eau

Action des phosphorylases :

\*Attaquent l’amidon par l’une de ses extrémités

\*Libèrent les molécules de glucose une par une par fixation d’une molécule d’acide phosphorique H3PO4 sur liaison alpha 1,4

\*Glucose libéré = Glu1 Phosphate

Cas des réserves lipidiques

Triglycérides =lipase=> Glycérol + 3 AG

Les AG => glycoxilique => Ac.CoA => glucides

Cas des réserves protéiques

Protéines =protéase=> Amino-acides

Amino-> sources carbonées

Acides -> nvlles protéines

Cas des réserves phosphorylées

Phytine =phytases=> Pi

Où le Pi + ADP + nrj 🡺 ATP

## C. Contrôle hormonal

Si l’albumen est séparé de l’embryon, l’embyron ne se dvpe pas

Le signal hormonal est la synthèse de gibbérellines (hypothèse probable car on a jms su à quoi c du).

# Conclusion

La germination est l’ensemble des processus métaboliques et physiologiques…