

CHAP.2 – PHYSIOLOGIE DE LA GERMINATION

- 1. LA NOTION DE SEMENCE**
- 2. LES CONDITIONS DE LA GERMINATION**
- 3. LES ASPECTS BIOCHIMIQUES DE LA GERMINATION**
- 4. CONCLUSION**

1. LA NOTION DE SEMENCE

1.1. DEFINITION

1.2. ORIGINE ET CONSTITUTION DES SEMENCES

1.2.1. Structure de l'ovule

1.2.2. La fécondation

1.2.3. Evolution de l'ovule fécondé

1.3. CARACTERES BIOCHIMIQUES DES SEMENCES

Semence (agriculture)

- **Les graines**
- **Tout autre organe de reproduction**
choisi pour être semé
(bulbes, tubercules ...)

Production de semences (agriculture)

- **Semenciers**

= entreprises spécialisées dans la sélection, la production et la commercialisation des semences

- **Agriculteurs multiplicateurs**

= sous contrat

- Semences récoltées, triées, calibrées

= **semences certifiées** ; objectif sanitaire

1. LA NOTION DE SEMENCE

1.1. DEFINITION

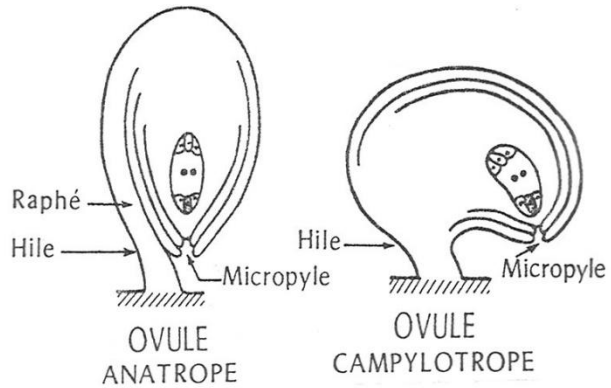
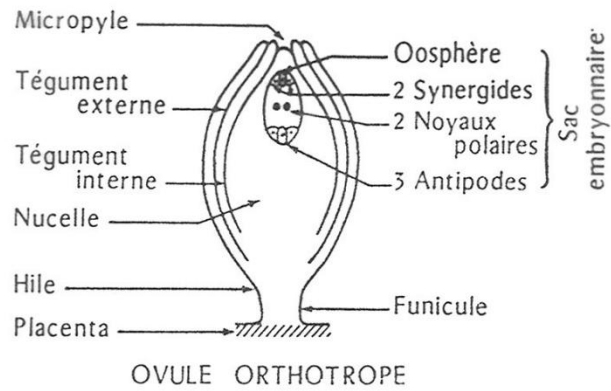
1.2. ORIGINE ET CONSTITUTION DES SEMENCES

1.2.1. Structure de l'ovule

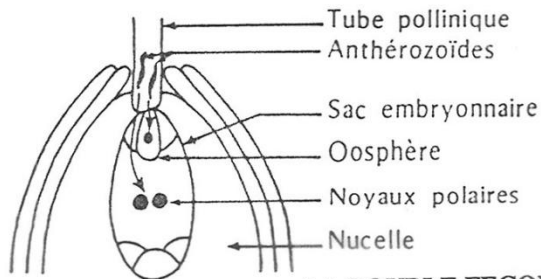
1.2.2. La fécondation

1.2.3. Evolution de l'ovule fécondé

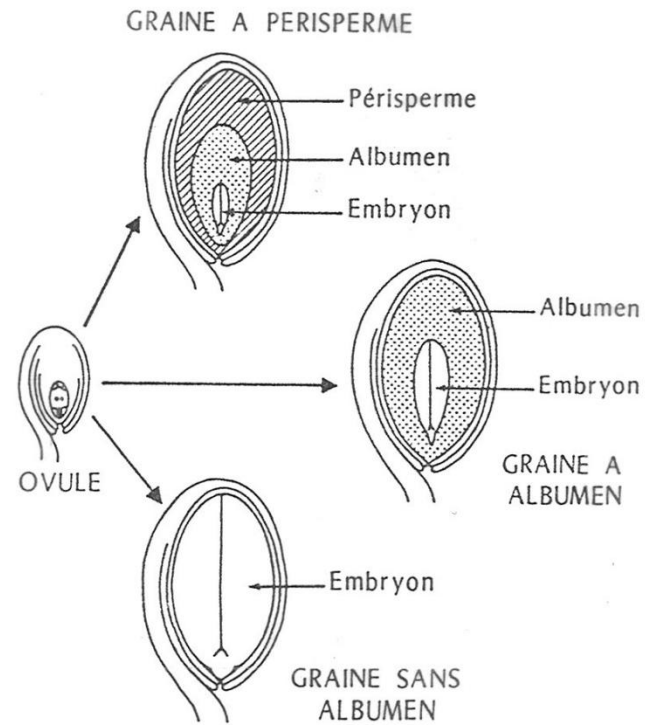
1.3. CARACTERES BIOCHIMIQUES DES SEMENCES



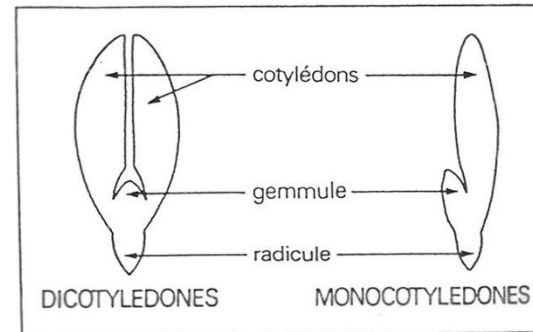
LA STRUCTURE DE L'OVULE DES ANGIOSPERMES



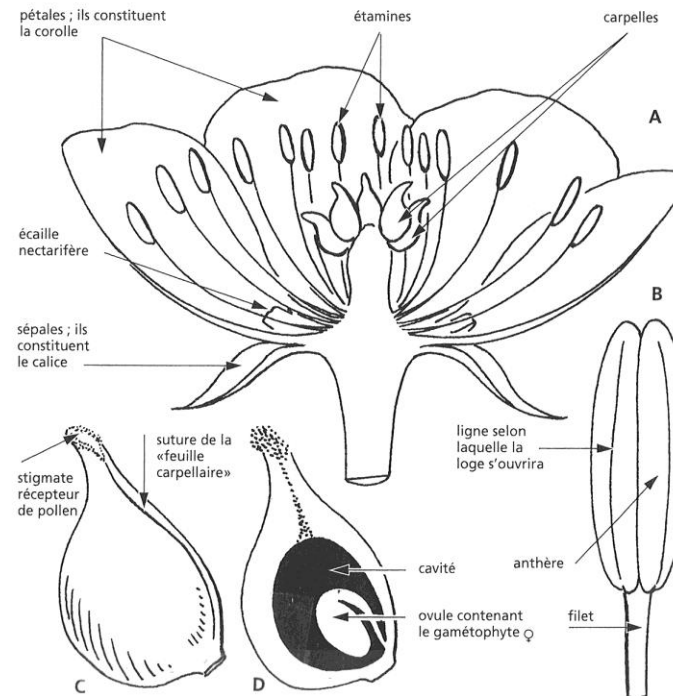
LA DOUBLE FECONDATION



LES DIFFERENTS TYPES DE GRAINE



MORPHOLOGIE FLORALE



A: la fleur vue en coupe longitudinale

B: détail d'une étamine

C: détail d'un carpelle fermé

D: détail d'un carpelle en coupe longitudinale

D'après A. RAYNAL-ROQUES – La Botanique redécouverte – Belin Ed. - 1994

1. LA NOTION DE SEMENCE

1.1. DEFINITION

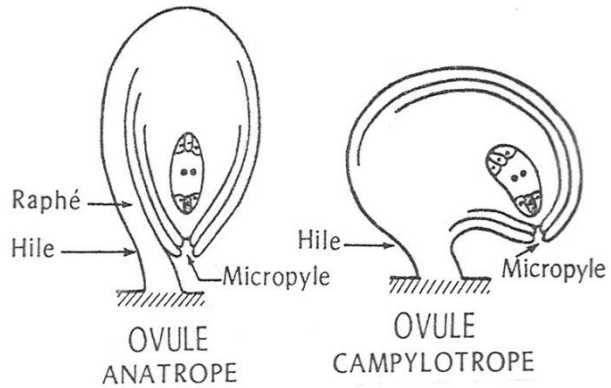
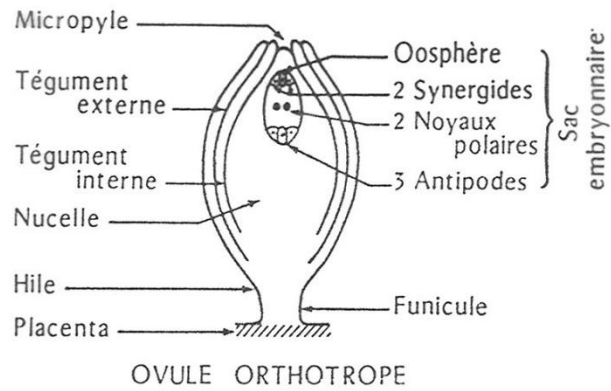
1.2. ORIGINE ET CONSTITUTION DES SEMENCES

1.2.1. Structure de l'ovule

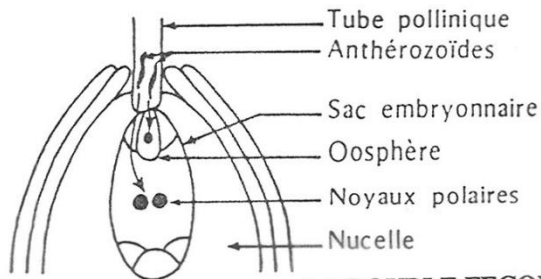
1.2.2. La fécondation

1.2.3. Evolution de l'ovule fécondé

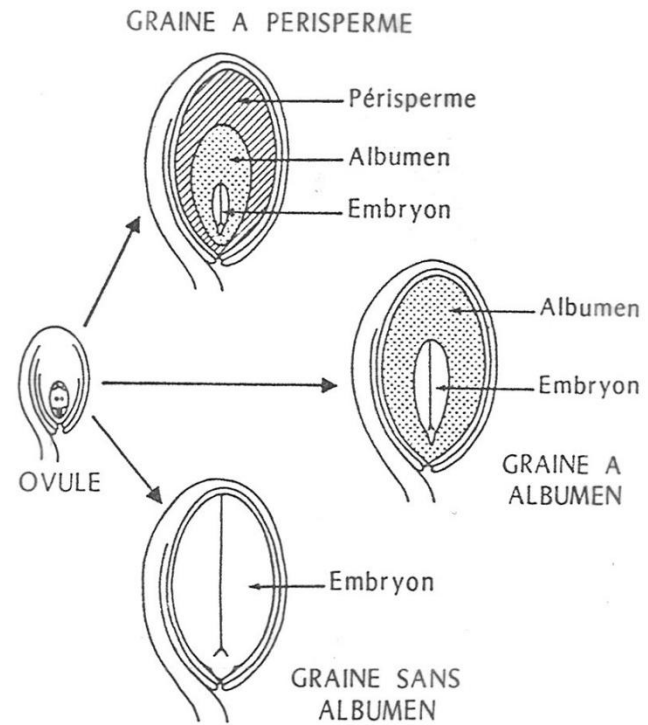
1.3. CARACTERES BIOCHIMIQUES DES SEMENCES



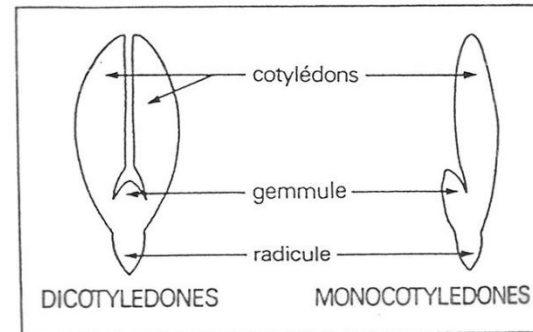
LA STRUCTURE DE L'OVULE DES ANGIOSPERMES



LA DOUBLE FECONDATION



LES DIFFERENTS TYPES DE GRAINE



1. LA NOTION DE SEMENCE

1.1. DEFINITION

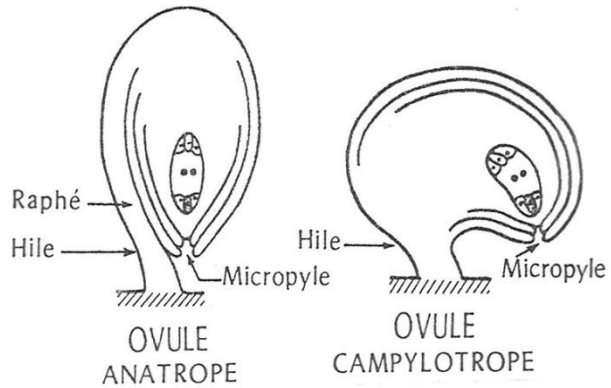
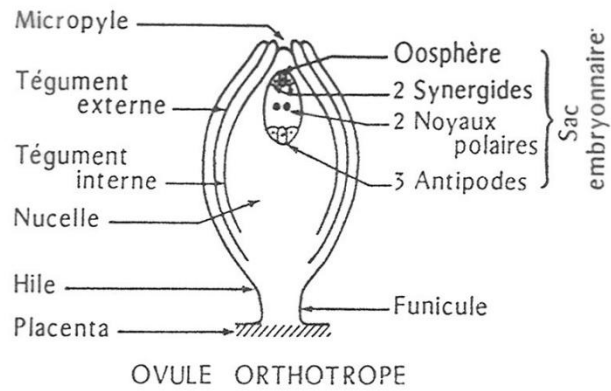
1.2. ORIGINE ET CONSTITUTION DES SEMENCES

1.2.1. Structure de l'ovule

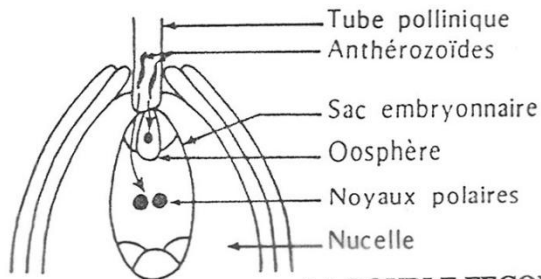
1.2.2. La fécondation

1.2.3. Evolution de l'ovule fécondé

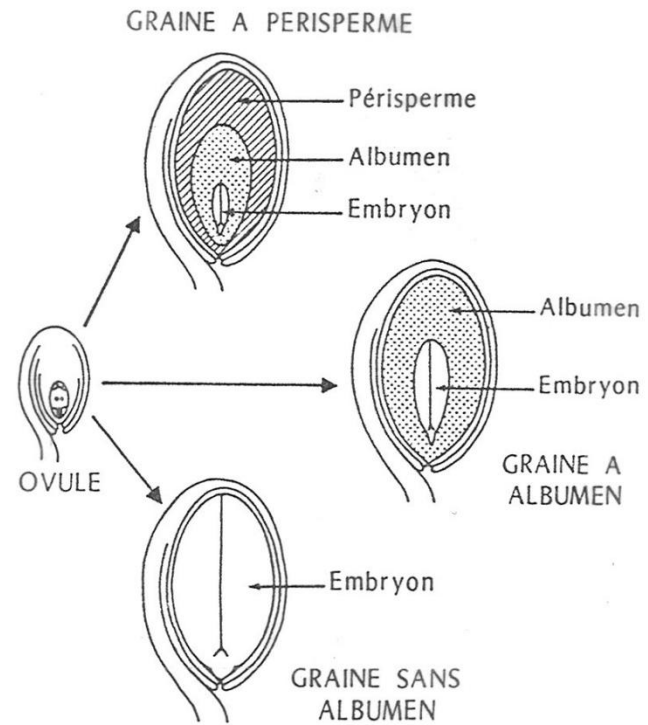
1.3. CARACTERES BIOCHIMIQUES DES SEMENCES



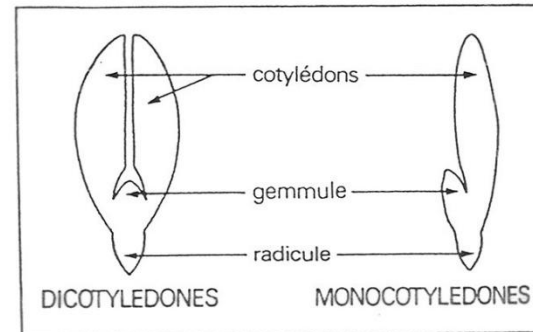
LA STRUCTURE DE L'OVULE DES ANGIOSPERMES



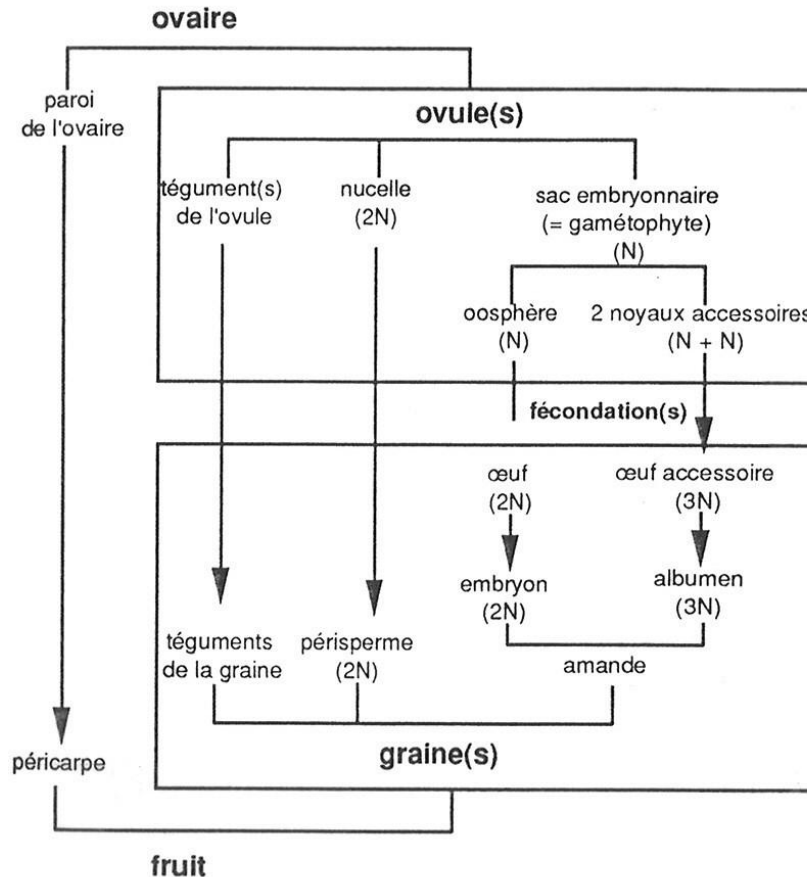
LA DOUBLE FECONDATION



LES DIFFERENTS TYPES DE GRAINE



ORIGINE ET CONSTITUTION DES SEMENCES (suite)



**EVOLUTION DE L'OVULE DES ANGIOSPERMES APRES LA DOUBLE
FECONDATION: ORIGINE DES DIFFERENTES TERRITOIRES DE LA GRAINE**
(in PRAT, 1993)

1.3. CARACTERES BIOCHIMIQUES DES SEMENCES

1.3.1. Analyse élémentaire

1.3.2. Les différents types de réserve

1.3.2.1. Les réserves glucidiques

1.3.2.2. Les réserves lipidiques

1.3.2.3. Les réserves protidiques

1.4. CARACTERES PHYSIOLOGIQUES DES SEMENCES

ANALYSE ELEMENTAIRE DE QUELQUES SEMENCES

	Eau	Protides	Lipides	Glucides	Sels minéraux
Blé - Orge - Seigle	14	12	02	70	02 %
Pois - Haricot	14	25	02	55	04
Noix - Ricin - Colza	07	20	60	10	03
Lupin - Soja - Féverole	12	40	05	40	03

valeurs exprimées en pourcentage du poids de la semence

1.3. CARACTERES BIOCHIMIQUES DES SEMENCES

1.3.1. Analyse élémentaire

1.3.2. Les différents types de réserve

1.3.2.1. Les réserves glucidiques

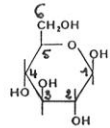
1.3.2.2. Les réserves lipidiques

1.3.2.3. Les réserves protidiques

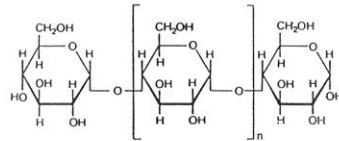
1.4. CARACTERES PHYSIOLOGIQUES DES SEMENCES

LES RESERVES GLUCIDIQUES

1. L'AMIDON



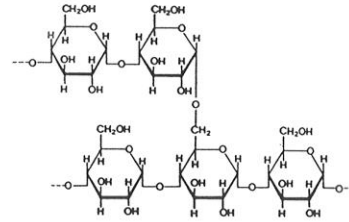
Glucose



Amylose

* liaisons α 1-4

* PM = 50 000



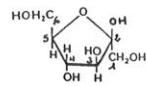
Amylopectine

* liaisons α 1-4 (96 %)

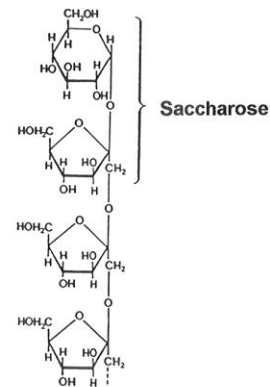
α 1-6 (4 %)

* PM = 170 000

2. L'INULINE



Fructose



Glucose — [Fructose]₂₂

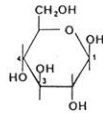
Fructosane type Inuline

LES RESERVES GLUCIDIQUES (suite)

3. LES HEMICELLULOSES

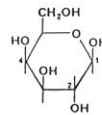
Les hexosanes

Glucose



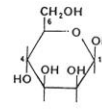
→Glucanes

Galactose



→Galactanes

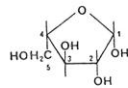
Mannose



→Mananes

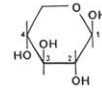
Les pentosanes

Arabinose



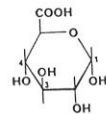
→Arabanes

Xylose

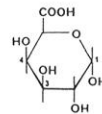


→Xylanes

Les acides uroniques



Acide glucuronique



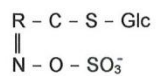
Acide galacturonique

LES RESERVES GLUCIDIQUES (suite)

4. LES HETEROSIDES

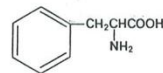
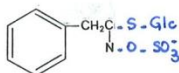
Les glucosinolates

Fam. des Crucifères: Colza, Moutarde ...



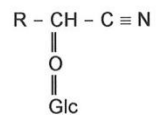
ex.: la glucotropéoline

précurseur = phénylalanine



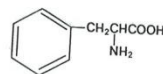
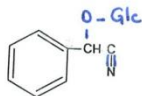
Les composés cyanogénétiques

Fam. des Légumineuses, Rosacées ...



ex.: la prunasine

précurseur = phénylalanine



1.3. CARACTERES BIOCHIMIQUES DES SEMENCES

1.3.1. Analyse élémentaire

1.3.2. Les différents types de réserve

1.3.2.1. Les réserves glucidiques

1.3.2.2. Les réserves lipidiques

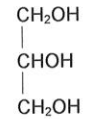
1.3.2.3. Les réserves protidiques

1.4. CARACTERES PHYSIOLOGIQUES DES SEMENCES

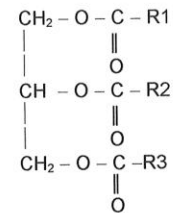
LES RESERVES LIPIDIQUES

1. LES TRIGLYCERIDES

- Glycérol



- Squelette



- Acides gras → saturés

acide palmitique
 $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{14} - \text{COOH}$

→ insaturés

→ monoéthyléniques

acide oléique
 $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_7 - \text{CH} = \text{CH} - (\text{CH}_2)_7 - \text{COOH}$

→ diéthyléniques

acide linoléique
 $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_4 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - (\text{CH}_2)_7 - \text{COOH}$

2. LES LIPIDES COMPLEXES

Glycérol + acide gras + composé azoté + P_i

1.3. CARACTERES BIOCHIMIQUES DES SEMENCES

1.3.1. Analyse élémentaire

1.3.2. Les différents types de réserve

1.3.2.1. Les réserves glucidiques

1.3.2.2. Les réserves lipidiques

1.3.2.3. Les réserves protidiques

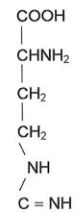
1.4. CARACTERES PHYSIOLOGIQUES DES SEMENCES

LES RESERVES PROTIDIQUES

1. CAS DES DICOTYLEDONES

● GLOBULINES

* riches en arginine (15 à 30 %)



* PM \approx 200 000 à 300 000

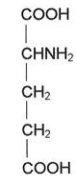
* ex.: légumine \rightarrow pois
arachine \rightarrow arachide

2. CAS DES MONOCOTYLEDONES = GRAMINEES

surtout

● PROLAMINES

* riches en acide glutamique (15 à 25 %)



* PM \approx 30 000

* ex.: zéine \rightarrow pois
hordéine \rightarrow orge

quelques

● GLOBULINES

● ALBUMINES

* ex.: gluten \rightarrow céréales

1.3. CARACTERES BIOCHIMIQUES DES SEMENCES

1.3.1. Analyse élémentaire

1.3.2. Les différents types de réserve

1.3.2.1. Les réserves glucidiques

1.3.2.2. Les réserves lipidiques

1.3.2.3. Les réserves protidiques

1.4. CARACTERES PHYSIOLOGIQUES DES SEMENCES

Activité métabolique des semences

Activité respiratoire du Petit Pois *Pisum sativum*

- Graine :

0,1 $\mu\text{l O}_2$ absorbé / g matière sèche / heure

- Feuille :

800 $\mu\text{l O}_2$ absorbé / g matière sèche / heure

Les semences macrobiontiques ou macrobiotiques

Elles ont une **durée de vie longue, supérieure à 15 ans**. Ces semences peuvent être conservées sans précaution particulière (hormis température fraîche et atmosphère sèche).

Quelques exemples:

- Cas des Légumineuses: trèfle, luzerne ...
- Carotte sauvage: 20 ans
- Coquelicot: 40 ans
- Moutarde des champs: 60 ans
- Et de nombreuses autres adventices

Les semences mésobiontiques ou mésobiotiques

Elles ont une **durée de vie comprise entre 3 et 15 ans**. Ces semences représentent la majorité des espèces.

Quelques exemples:

- Cas des Céréales: blé = 10ans
- Carotte: 4 à 5 ans
- Tomate: 4 ans
- Laitue: 5 ans
- Chicorée: 10 ans
- Aubergine: 6 ans

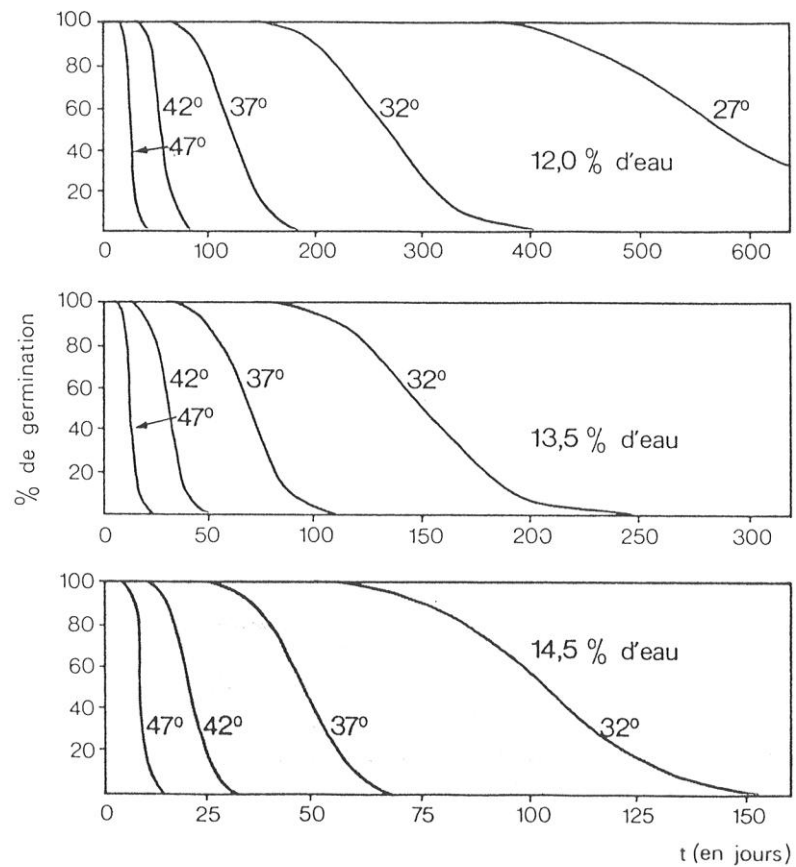
Les semences microbiontiques ou microbiotiques

Elles ont une **durée de vie courte, inférieure à 3 ans**. Beaucoup d'entre elles supportent mal la dessiccation ou sont riches en réserves lipidiques (les lipides sont sujets au phénomène de rancissement ce qui limite leur durée de conservation).

Quelques exemples:

- Cas des arbres en général
- Cas des semences oléagineuses
- Ciboulette: 1 an
- Oignon, persil, salsifis, poireau: 2 ans

**Influence de la teneur en eau des semences et de la température de
conservation, sur la durée de vie des semences de Riz**
(d'après Roberts, 1972)



2. LES CONDITIONS DE LA GERMINATION

2.1. LES FACTEURS EXTERNES

INDISPENSABLES A LA GERMINATION

2.1.1. L'eau

2.2.2. L'oxygène

2.2.3. La température

2.2. LES FACTEURS INTERNES

INDISPENSABLES A LA GERMINATION

2.2.1. Quiescence

2.2.2. Dormance

2.3. LES INHIBITIONS TEGUMENTAIRES

Conditions nécessaires à la germination

- La graine doit être **vivante**
- La graine doit être **mûre**
- La graine doit être **apte à germer**
- Les **conditions extérieures** doivent être **favorables**

2. LES CONDITIONS DE LA GERMINATION

2.1. LES FACTEURS EXTERNES INDISPENSABLES A LA GERMINATION

2.1.1. L'eau

2.2.2. L'oxygène

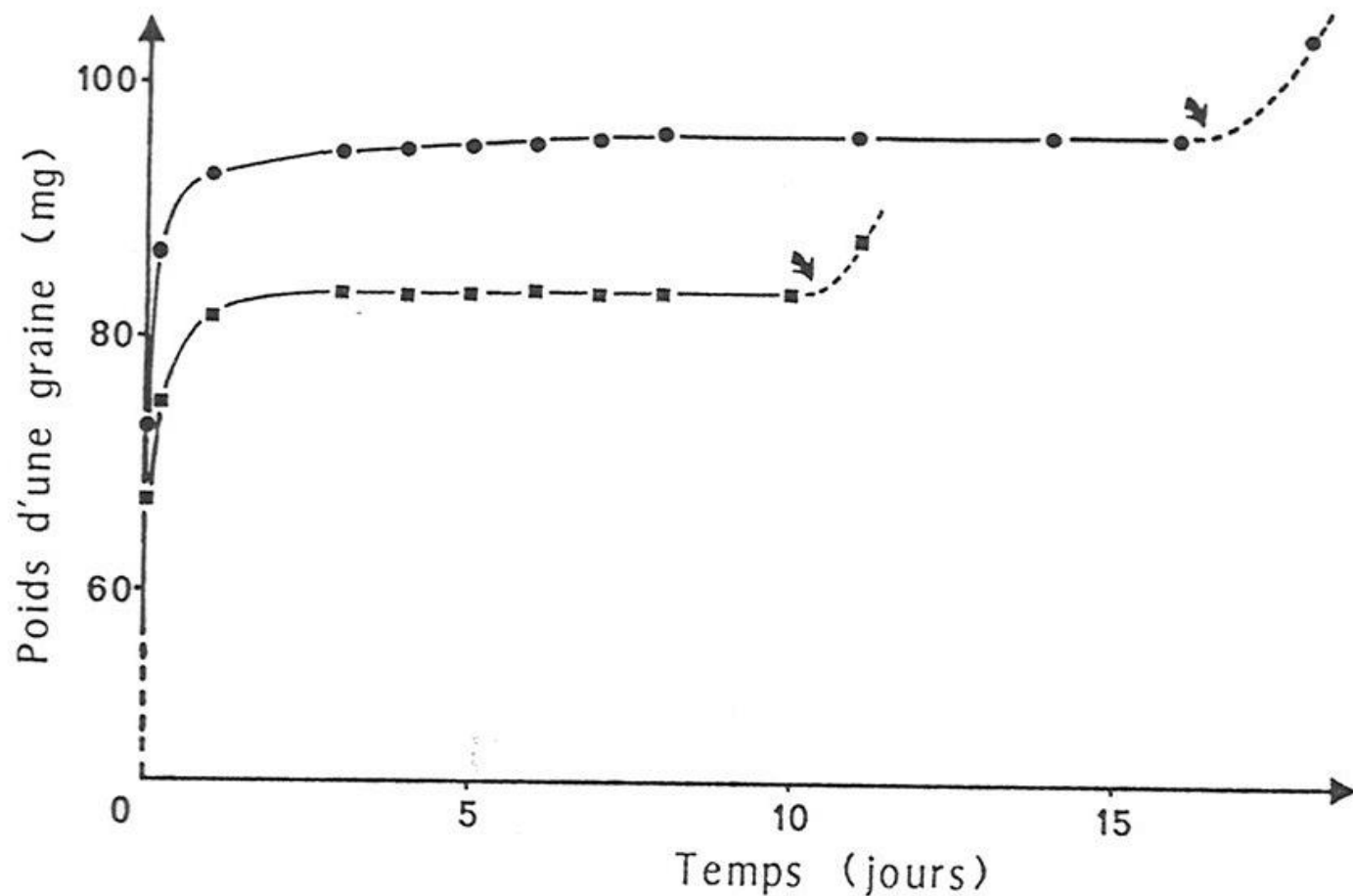
2.2.3. La température

2.2. LES FACTEURS INTERNES INDISPENSABLES A LA GERMINATION

2.2.1. Quiescence

2.2.2. Dormance

2.3. LES INHIBITIONS TEGUMENTAIRES



Courbes d'imbibition de deux graines de Pommier (var. *Reinette du Mans*). Graines mises à imbiber à 18 °C dès leur sortie d'un fruit traité 3 mois à 4 °C. Les flèches indiquent à quel moment la radicule perce les téguments.

2. LES CONDITIONS DE LA GERMINATION

2.1. LES FACTEURS EXTERNES

INDISPENSABLES A LA GERMINATION

2.1.1. L'eau

2.2.2. L'oxygène

2.2.3. La température

2.2. LES FACTEURS INTERNES

INDISPENSABLES A LA GERMINATION

2.2.1. Quiescence

2.2.2. Dormance

2.3. LES INHIBITIONS TEGUMENTAIRES

2. LES CONDITIONS DE LA GERMINATION

2.1. LES FACTEURS EXTERNES

INDISPENSABLES A LA GERMINATION

2.1.1. L'eau

2.2.2. L'oxygène

2.2.3. La température

2.2. LES FACTEURS INTERNES

INDISPENSABLES A LA GERMINATION

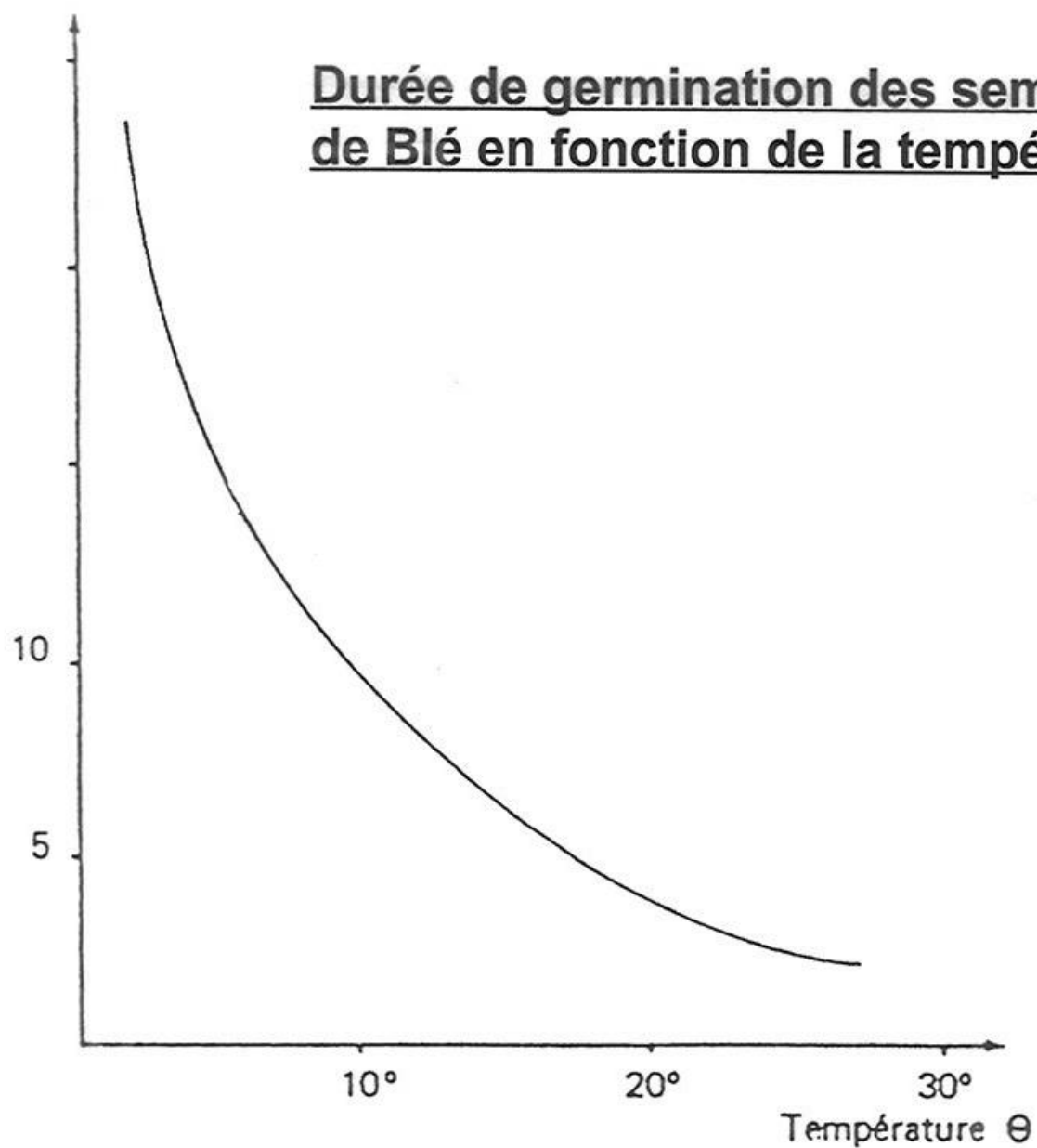
2.2.1. Quiescence

2.2.2. Dormance

2.3. LES INHIBITIONS TEGUMENTAIRES

Nombre de jours

**Durée de germination des semences
de Blé en fonction de la température**



Température et germination

	t°C mini	t°C opti	t°C maxi
Chou	02°C	27°C	30°C
Concombre	12°C	35°C	40°C
Tabac	10°C	24°C	34°C

2. LES CONDITIONS DE LA GERMINATION

2.1. LES FACTEURS EXTERNES

INDISPENSABLES A LA GERMINATION

2.1.1. L'eau

2.2.2. L'oxygène

2.2.3. La température

2.2. LES FACTEURS INTERNES

INDISPENSABLES A LA GERMINATION

2.2.1. Quiescence

2.2.2. Dormance

2.3. LES INHIBITIONS TEGUMENTAIRES

2. LES CONDITIONS DE LA GERMINATION

2.1. LES FACTEURS EXTERNES

INDISPENSABLES A LA GERMINATION

2.1.1. L'eau

2.2.2. L'oxygène

2.2.3. La température

2.2. LES FACTEURS INTERNES

INDISPENSABLES A LA GERMINATION

2.2.1. Quiescence

2.2.2. Dormance

2.3. LES INHIBITIONS TEGUMENTAIRES

2.3. LES INHIBITIONS TEGUMENTAIRES

2.3.1. Résistance mécanique

2.3.2. Imperméabilité à l'eau

2.3.3. Imperméabilité à l'oxygène

2.3.4. Les inhibiteurs chimiques de la germination

2.3.5. Traitements facilitant la germination

2.3.5.1. Elimination de la dureté

2.3.5.2. Amélioration de l'oxygénation

2.3.5.3. Postmaturation au sec

2.3. LES INHIBITIONS TEGUMENTAIRES

2.3.1. Résistance mécanique

2.3.2. Imperméabilité à l'eau

2.3.3. Imperméabilité à l'oxygène

2.3.4. Les inhibiteurs chimiques de la germination

2.3.5. Traitements facilitant la germination

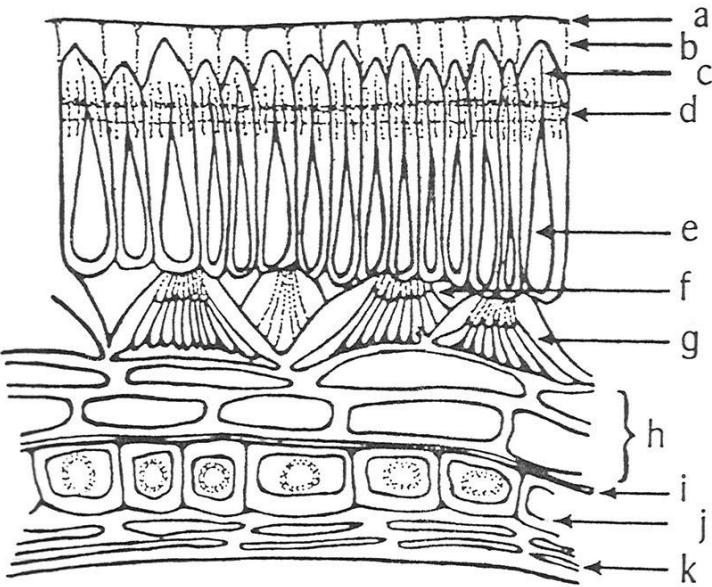
2.3.5.1. Elimination de la dureté

2.3.5.2. Amélioration de l'oxygénation

2.3.5.3. Postmaturation au sec

LES INHIBITIONS TEGUMENTAIRES

IMPERMEABILITE A L'EAU

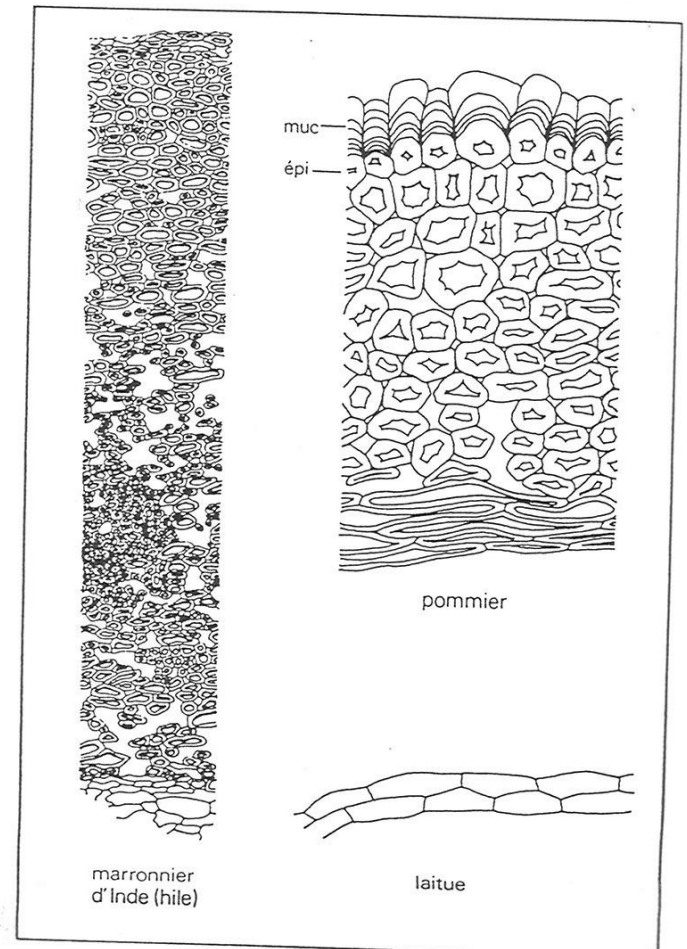


Coupe transversale du tégument de la graine de *Melilotus alba*.

a : cuticule; b : couche sous-cuticulaire; c : sommets des cellules de Malpighi; d : ligne lumineuse; e : lumière des cellules de Malpighi; f : espace intercellulaire; g : cellules en piliers; h : couches nutritives; i : espace entre le tégument et l'albumen; j : couche à aleurones; k : couches internes d'albumen.

IMPERMEABILITE A L'OXYGENE

Exemples de structure anatomique des téguments



marronnier
d'Inde (hile)

laitue

2.3. LES INHIBITIONS TEGUMENTAIRES

2.3.1. Résistance mécanique

2.3.2. Imperméabilité à l'eau

2.3.3. Imperméabilité à l'oxygène

2.3.4. Les inhibiteurs chimiques de la germination

2.3.5. Traitements facilitant la germination

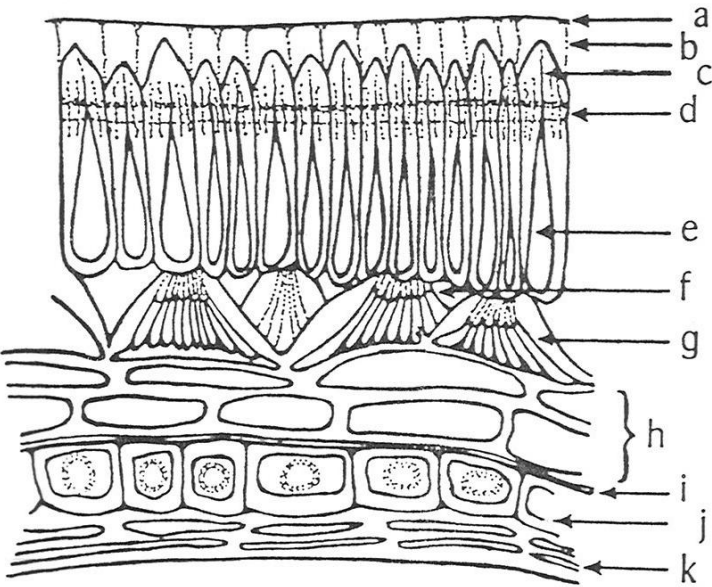
2.3.5.1. Elimination de la dureté

2.3.5.2. Amélioration de l'oxygénation

2.3.5.3. Postmaturation au sec

LES INHIBITIONS TEGUMENTAIRES

IMPERMEABILITE A L'EAU



Coupe transversale du tégument de la graine de *Melilotus alba*.

a : cuticule; b : couche sous-cuticulaire; c : sommet des cellules de Malpighi; d : ligne lumineuse; e : lumière des cellules de Malpighi; f : espace intercellulaire; g : cellules en piliers; h : couches nutritives; i : espace entre le tégument et l'albumen; j : couche à aleurones; k : couches internes d'albumen.

IMPERMEABILITE A L'OXYGENE

Exemples de structure anatomique des téguments

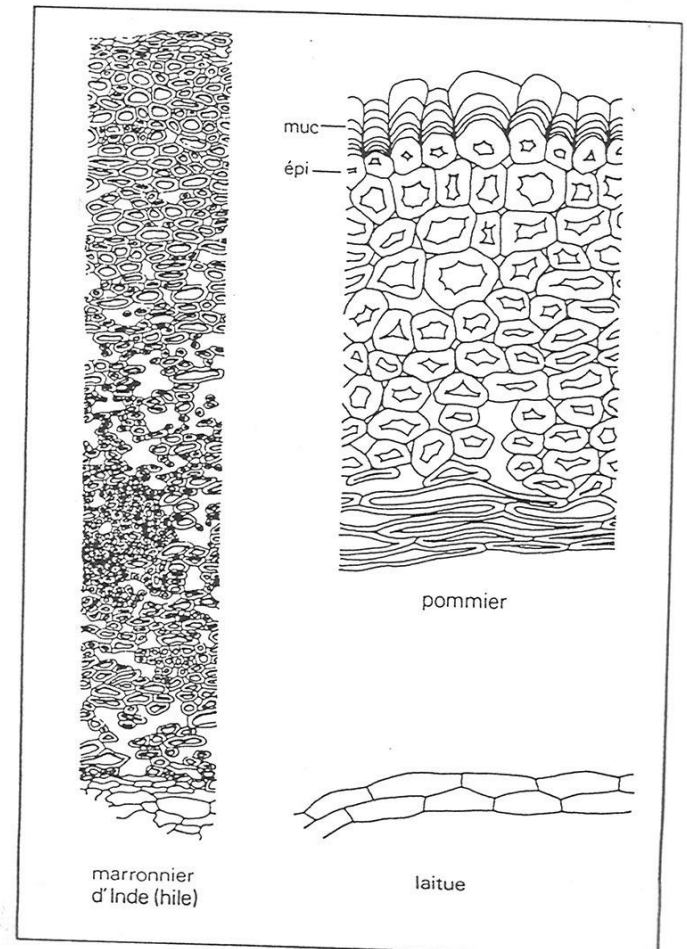


Schéma d'interprétation de l'influence de l'épaisseur des enveloppes séminales imbibées sur la quantité d'oxygène qui parvient à l'embryon

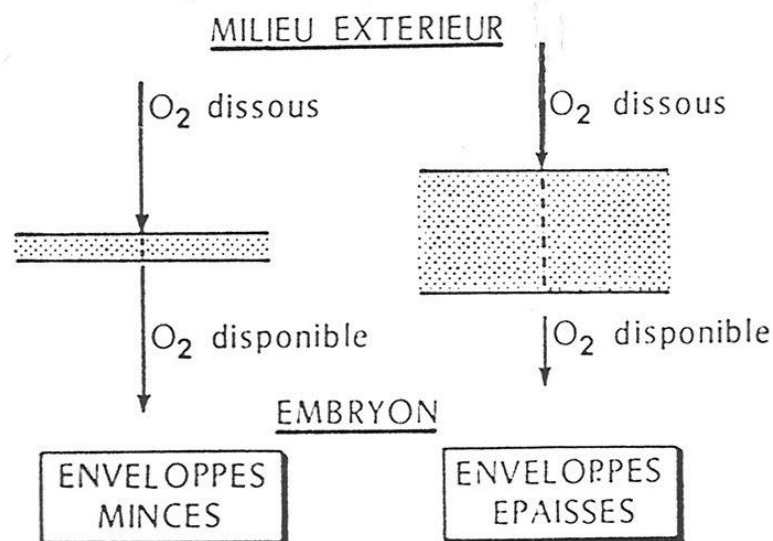
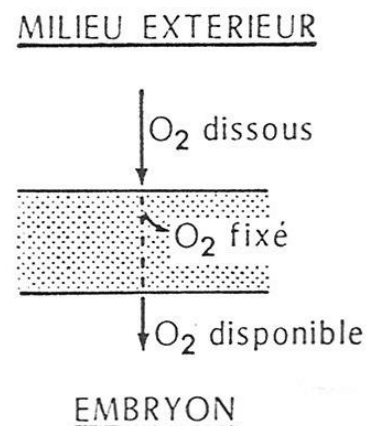


Schéma d'interprétation du mécanisme d'approvisionnement en oxygène de l'embryon, à travers les enveloppes séminales imbibées renfermant des composés phénoliques.



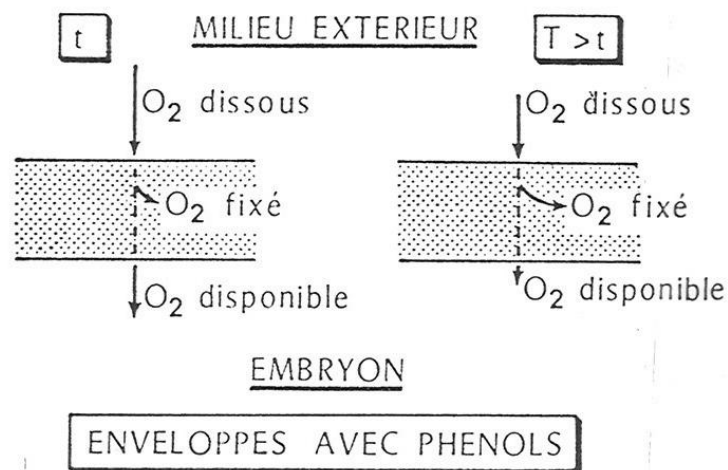
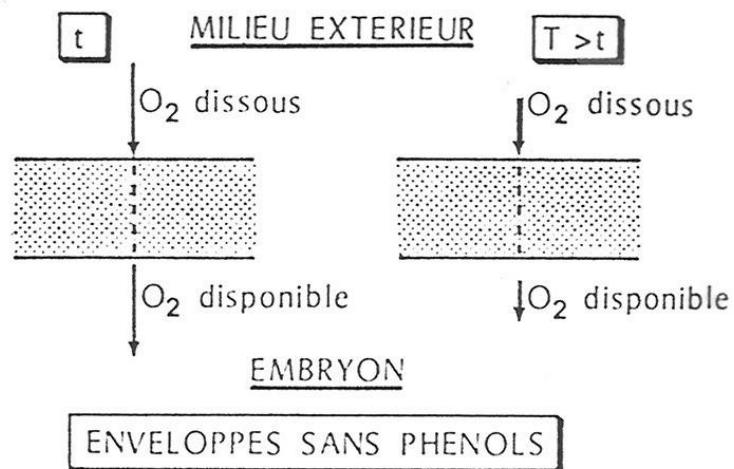


Schéma d'interprétation de l'influence de la température (t et T) sur la quantité d'oxygène qui parvient à l'embryon, à travers les enveloppes séminales imbibées qui renferment ou non des composés phénoliques.

2.3. LES INHIBITIONS TEGUMENTAIRES

2.3.1. Résistance mécanique

2.3.2. Imperméabilité à l'eau

2.3.3. Imperméabilité à l'oxygène

2.3.4. Les inhibiteurs chimiques de la germination

2.3.5. Traitements facilitant la germination

2.3.5.1. Elimination de la dureté

2.3.5.2. Amélioration de l'oxygénation

2.3.5.3. Postmaturation au sec

2.3. LES INHIBITIONS TEGUMENTAIRES

2.3.1. Résistance mécanique

2.3.2. Imperméabilité à l'eau

2.3.3. Imperméabilité à l'oxygène

2.3.4. Les inhibiteurs chimiques de la germination

2.3.5. Traitements facilitant la germination

2.3.5.1. Elimination de la dureté

2.3.5.2. Amélioration de l'oxygénation

2.3.5.3. Postmaturation au sec

Elimination de la dureté

Traitements naturels

- Putréfaction
- Alternance gel – dégel
- Digestion par les sucs digestifs

Traitements artificiels

- Traitements physiques
- Traitements chimiques
- Choc thermique

2.3. LES INHIBITIONS TEGUMENTAIRES

2.3.1. Résistance mécanique

2.3.2. Imperméabilité à l'eau

2.3.3. Imperméabilité à l'oxygène

2.3.4. Les inhibiteurs chimiques de la germination

2.3.5. Traitements facilitant la germination

2.3.5.1. Elimination de la dureté

2.3.5.2. Amélioration de l'oxygénation

2.3.5.3. Postmaturation au sec

Amélioration de l'oxygénation

Traitements naturels

- Scarification
- Lessivage
- Oxydation

Traitements artificiels

- Traitements physiques
- Traitements chimiques (lixiviation, traitements oxydants)
- Choc thermique

2.3. LES INHIBITIONS TEGUMENTAIRES

2.3.1. Résistance mécanique

2.3.2. Imperméabilité à l'eau

2.3.3. Imperméabilité à l'oxygène

2.3.4. Les inhibiteurs chimiques de la germination

2.3.5. Traitements facilitant la germination

2.3.5.1. Elimination de la dureté

2.3.5.2. Amélioration de l'oxygénation

2.3.5.3. Postmaturation au sec

2.4. LES DORMANCES EMBRYONNAIRES

2.4.1. Dormance primaire, dormance secondaire

2.4.2. Le cas des embryons incomplets

2.4.3. Les dormances psychrolabiles

2.4. LES DORMANCES EMBRYONNAIRES

2.4.1. Dormance primaire, dormance secondaire

2.4.2. Le cas des embryons incomplets

2.4.3. Les dormances psychrolabiles

2.4. LES DORMANCES EMBRYONNAIRES

2.4.1. Dormance primaire, dormance secondaire

2.4.2. Le cas des embryons incomplets

2.4.3. Les dormances psychrolabiles

DORMANCES PSYCHROLABILES : L'EXEMPLE DU POMMIER

1. PRINCIPE DE STRATIFICATION

	Température de stratification		
	10 °C	20°C	30°C
Durée de stratification	ε	ε	ε
14 jours	50	25	5% germ.
28 jours	100	100	75
42 jours	100	100	100
48 jours			

2. SANS STRATIFICATION

	Nombre de cotylédons		
	2	1	0
Durée du séjour à 25°C			
30 jours	0	8	20% germ.
40 jours	0	12	48
60 jours	0	22	52

TRAITEMENT DE LA DORMANCE PSYCHROLABILE EPICOTYLAIRE

→ Dormance de la gemmule

Ex. du Pêcher, de la Pivoine

- 1) Séjour tiède et humide → Croissance racinaire
3 mois à 20°C
- 2) Stratification → Levée dormance épicotylaire
3 mois à 7°C
- 3) Séjour tiède et humide → Développement de la plantule
25°C

TRAITEMENT DE LA DOUBLE DORMANCE PSYCHROLABILE

→ Dormance de la racicule et de la gemmule

- 1) Stratification → Levée dormance racinaire
- 2) Séjour tiède et humide → Croissance racinaire
- 3) Stratification → Levée dormance épicotylaire
- 4) Séjour tiède et humide → Développement de la plantule

Ex. du Muguet:

Été 2004	dissémination des graines
Hiver 2004-2005	levée dormance racinaire
Été 2005	croissance racinaire
Hiver 2005-2006	levée dormance épicotylaire
Été 2006	développement de la plantule

2.4.4. Les dormances photolabiles

2.4.4.1. Sensibilité à la lumière

2.4.4.2. Etude expérimentale

2.4.4.2.1. Observations

2.4.4.2.2. Hypothèses

2.4.4.2.3. Expérience de spectrophotométrie in vivo

2.4.4.2.4. Equilibre phytochromique

2.4.4.2.5. Forme native, forme active

2.4.4.2.6. Structure du phytochrome

2.4.4.2.7. Efficience quantique

2.4.4.3. Mode d'action du phytochrome

2.4.4.3.1. Métabolisme du phytochrome

2.4.4.3.2. Mécanisme d'action

2.4.4. Les dormances photolabiles

2.4.4.1. Sensibilité à la lumière

2.4.4.2. Etude expérimentale

2.4.4.2.1. Observations

2.4.4.2.2. Hypothèses

2.4.4.2.3. Expérience de spectrophotométrie in vivo

2.4.4.2.4. Equilibre phytochromique

2.4.4.2.5. Forme native, forme active

2.4.4.2.6. Structure du phytochrome

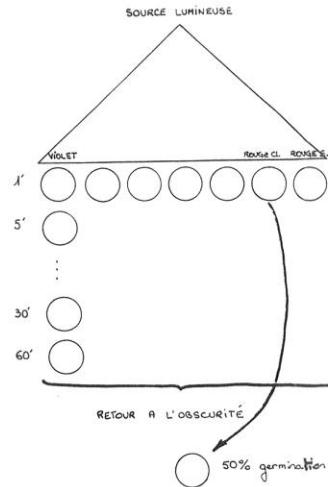
2.4.4.2.7. Efficience quantique

2.4.4.3. Mode d'action du phytochrome

2.4.4.3.1. Métabolisme du phytochrome

2.4.4.3.2. Mécanisme d'action

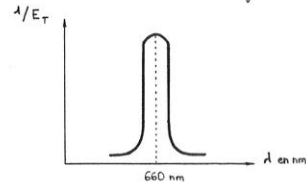
LES DORMANCES PHOTOLABILES **Etude expérimentale** *Lactuca sativa*



→ ENERGIE NÉCESSAIRE POUR OBTENIR
 50 % DE GERMINATION,
 SOUS UNE RADIATION DONNÉE
 = ENERGIE TOTALE E_T

Ex : $E_T = \underbrace{20 \text{ min.}}_{\text{temps nécessaire pour obtenir 50 \% germination}} \times K_{\text{photo}} / \text{min}$

→ SPECTRE D'ACTION : $1/E_T = f(\lambda)$



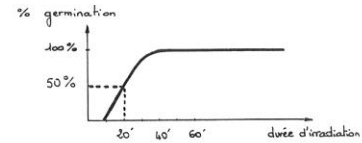
en pratique : germination si
 3000 exs / cm^2 / λ durant 3 à 5 min.
 (1 Joule = 10^3 exs)

SPECTRE D'ACTION DE LA LUMIÈRE BLANCHE

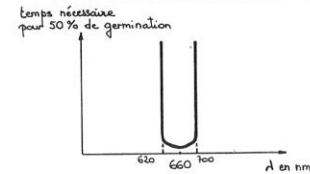
→ disposition au moyen d'un prisme.

VIOLET	BLEU	VERT	JAUNE	ORANGE	ROUGE CLAIR	ROUGE SOMBRE
410	450	530	580	630	680	710
UV						IR

CINÉTIQUE ÉLÉMENTAIRE DE LA GERMINATION

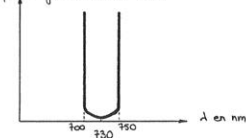


SPECTRE D'ACTION DE LA GERMINATION



EFFET RCL SUPPRIMÉ PAR ECLAIR RS

→ SPECTRE D'INHIBITION
 temps nécessaire pour faire chuter
 la capacité germinative de 50%



PHOTORÉVERSIBILITÉ RCL - RS

RCL	50 %
RCL → RS	5 %
RCL → RS → RCL	50 %
RCL → RS → RCL → RS	..	5 %
... etc ...		

2.4.4. Les dormances photolabiles

2.4.4.1. Sensibilité à la lumière

2.4.4.2. Etude expérimentale

2.4.4.2.1. Observations

2.4.4.2.2. Hypothèses

2.4.4.2.3. Expérience de spectrophotométrie in vivo

2.4.4.2.4. Equilibre phytochromique

2.4.4.2.5. Forme native, forme active

2.4.4.2.6. Structure du phytochrome

2.4.4.2.7. Efficience quantique

2.4.4.3. Mode d'action du phytochrome

2.4.4.3.1. Métabolisme du phytochrome

2.4.4.3.2. Mécanisme d'action

2.4.4. Les dormances photolabiles

2.4.4.1. Sensibilité à la lumière

2.4.4.2. Etude expérimentale

2.4.4.2.1. Observations

2.4.4.2.2. Hypothèses

2.4.4.2.3. Expérience de spectrophotométrie in vivo

2.4.4.2.4. Equilibre phytochromique

2.4.4.2.5. Forme native, forme active

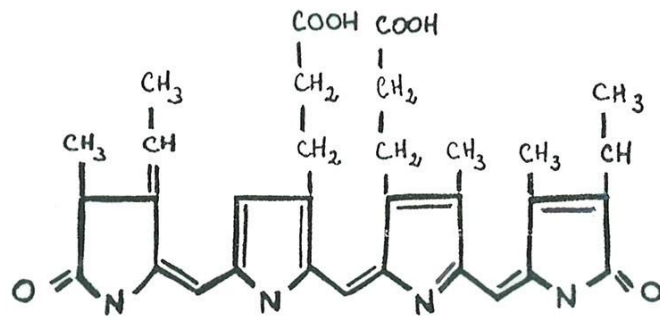
2.4.4.2.6. Structure du phytochrome

2.4.4.2.7. Efficience quantique

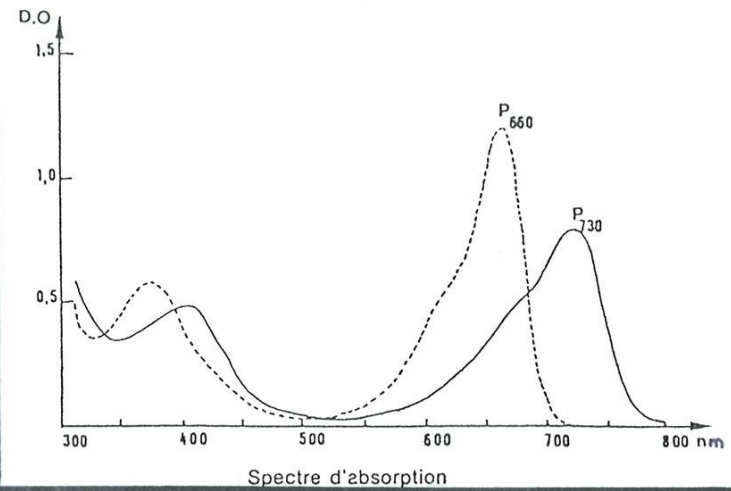
2.4.4.3. Mode d'action du phytochrome

2.4.4.3.1. Métabolisme du phytochrome

2.4.4.3.2. Mécanisme d'action



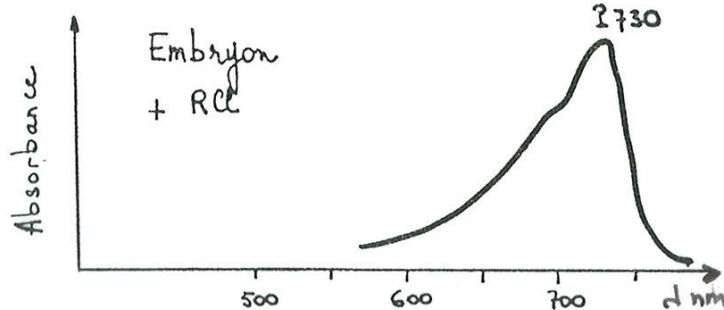
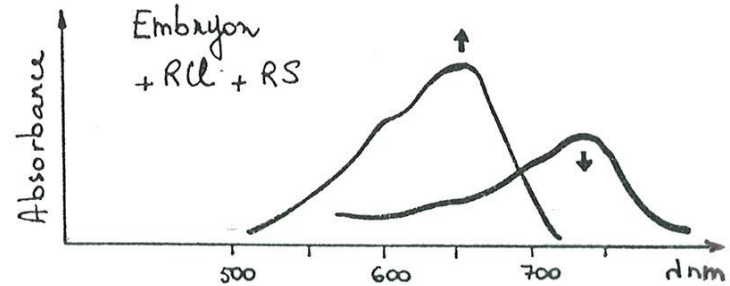
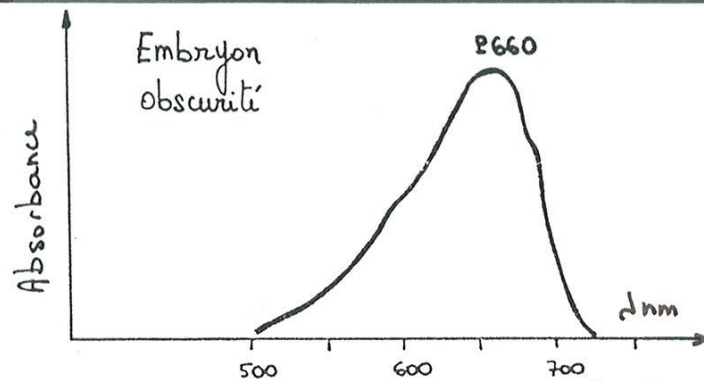
Structure du chromophore du phytochrome



forme inactive
= forme native
= forme de stockage



forme active
réversible
responsable de la germination



Expériences de spectrophotométrie *in vivo*
d'embryons de laitue
(*Lactuca sativa*)

2.4.4. Les dormances photolabiles

2.4.4.1. Sensibilité à la lumière

2.4.4.2. Etude expérimentale

2.4.4.2.1. Observations

2.4.4.2.2. Hypothèses

2.4.4.2.3. Expérience de spectrophotométrie in vivo

2.4.4.2.4. Equilibre phytochromique

2.4.4.2.5. Forme native, forme active

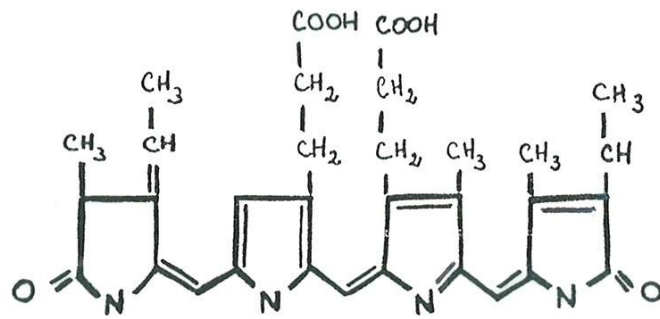
2.4.4.2.6. Structure du phytochrome

2.4.4.2.7. Efficience quantique

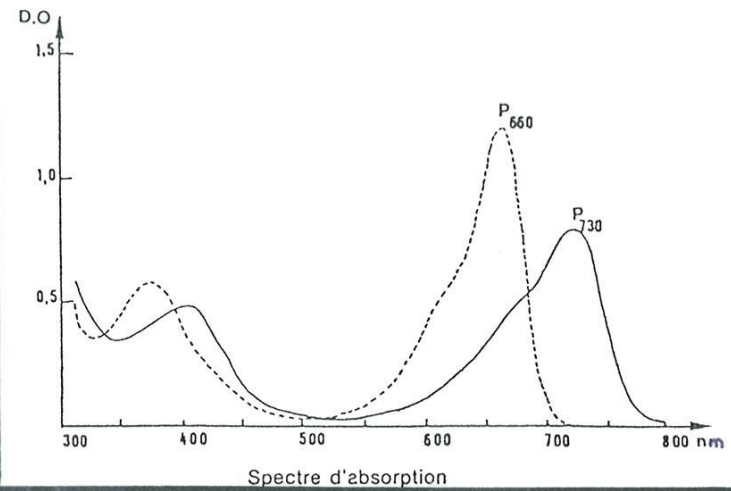
2.4.4.3. Mode d'action du phytochrome

2.4.4.3.1. Métabolisme du phytochrome

2.4.4.3.2. Mécanisme d'action



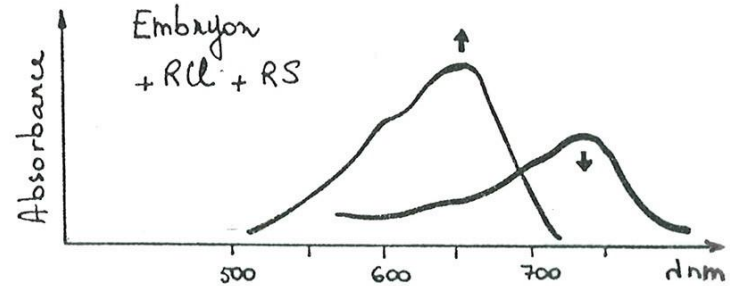
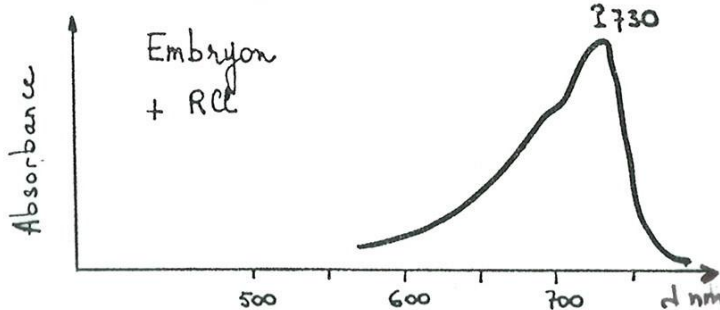
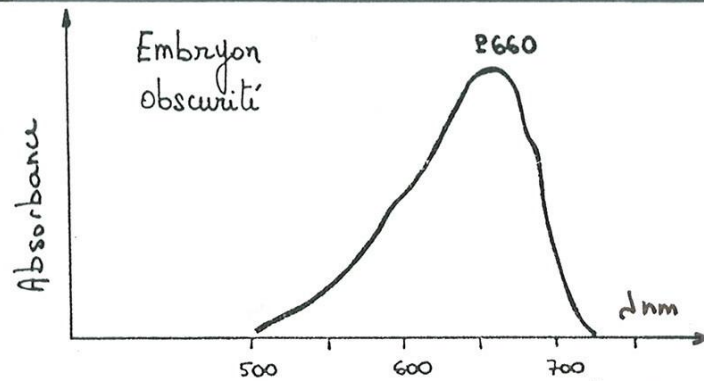
Structure du chromophore du phytochrome



forme inactive
= forme native
= forme de stockage



forme active
réversible
responsable de la germination



Expériences de spectrophotométrie *in vivo*
d'embryons de laitue
(*Lactuca sativa*)

2.4.4. Les dormances photolabiles

2.4.4.1. Sensibilité à la lumière

2.4.4.2. Etude expérimentale

2.4.4.2.1. Observations

2.4.4.2.2. Hypothèses

2.4.4.2.3. Expérience de spectrophotométrie in vivo

2.4.4.2.4. Equilibre phytochromique

2.4.4.2.5. Forme native, forme active

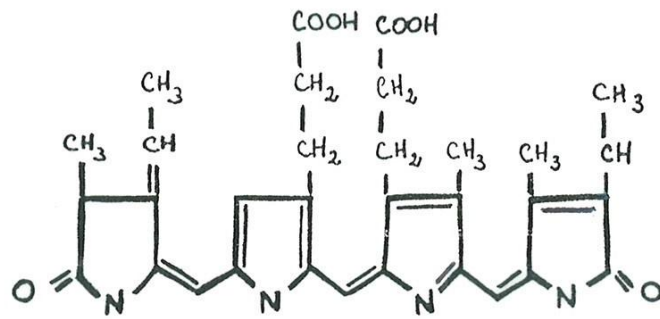
2.4.4.2.6. Structure du phytochrome

2.4.4.2.7. Efficience quantique

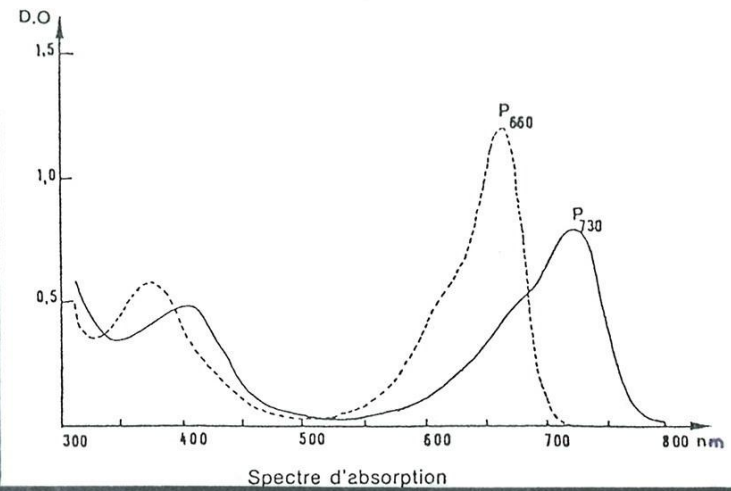
2.4.4.3. Mode d'action du phytochrome

2.4.4.3.1. Métabolisme du phytochrome

2.4.4.3.2. Mécanisme d'action



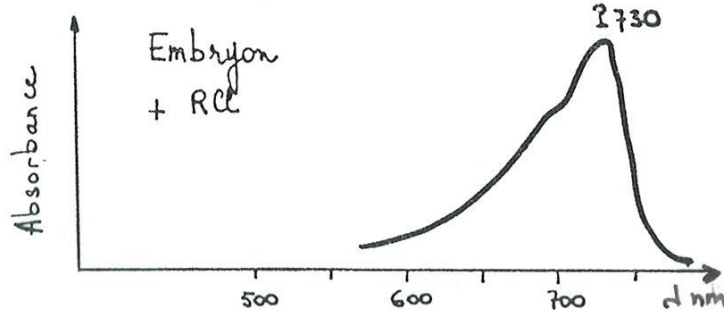
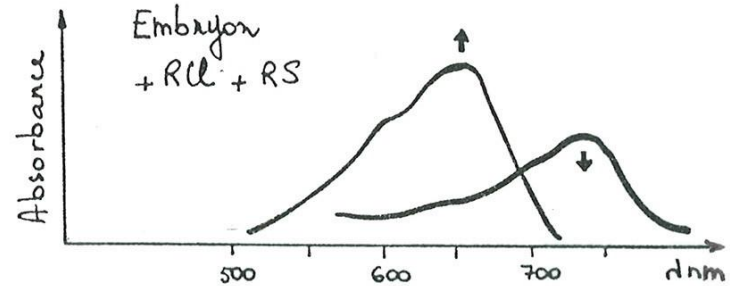
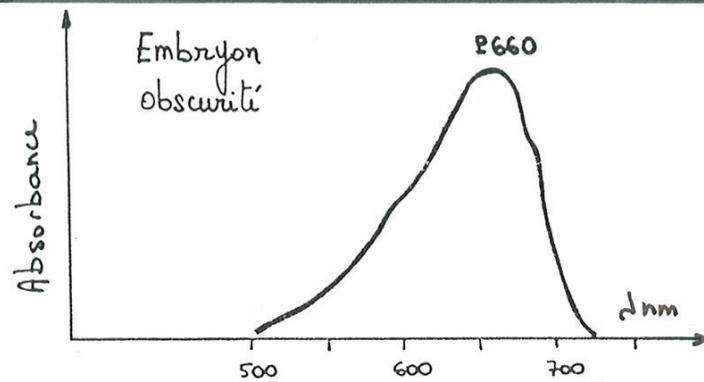
Structure du chromophore du phytochrome



forme inactive
= forme native
= forme de stockage



forme active
réversible
responsable de la germination



Expériences de spectrophotométrie *in vivo*
d'embryons de laitue
(*Lactuca sativa*)

2.4.4. Les dormances photolabiles

2.4.4.1. Sensibilité à la lumière

2.4.4.2. Etude expérimentale

2.4.4.2.1. Observations

2.4.4.2.2. Hypothèses

2.4.4.2.3. Expérience de spectrophotométrie in vivo

2.4.4.2.4. Equilibre phytochromique

2.4.4.2.5. Forme native, forme active

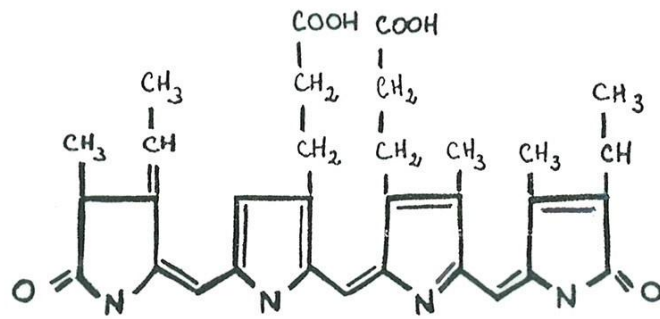
2.4.4.2.6. Structure du phytochrome

2.4.4.2.7. Efficience quantique

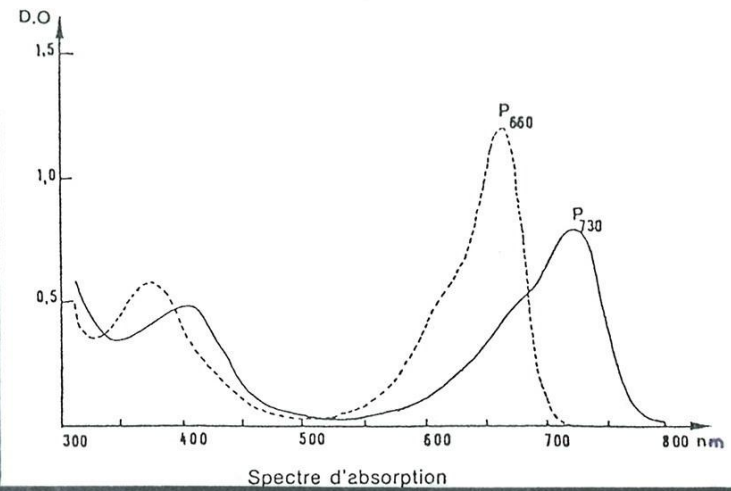
2.4.4.3. Mode d'action du phytochrome

2.4.4.3.1. Métabolisme du phytochrome

2.4.4.3.2. Mécanisme d'action



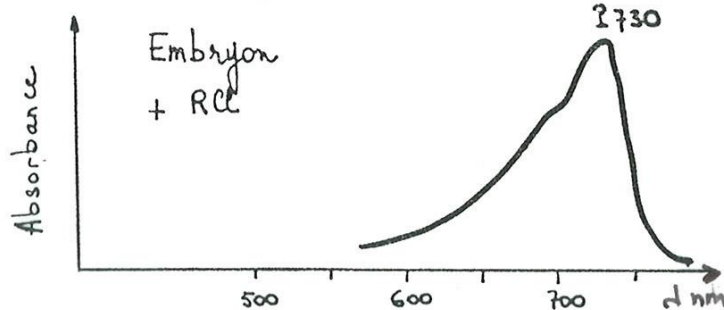
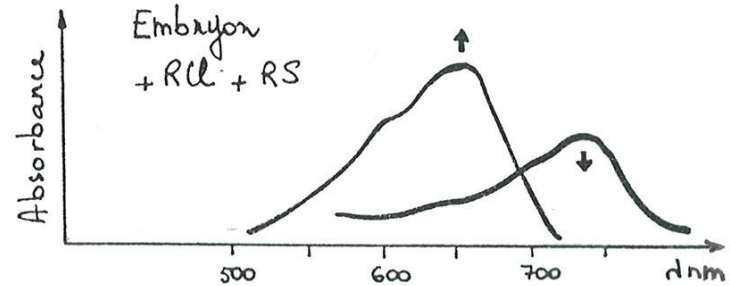
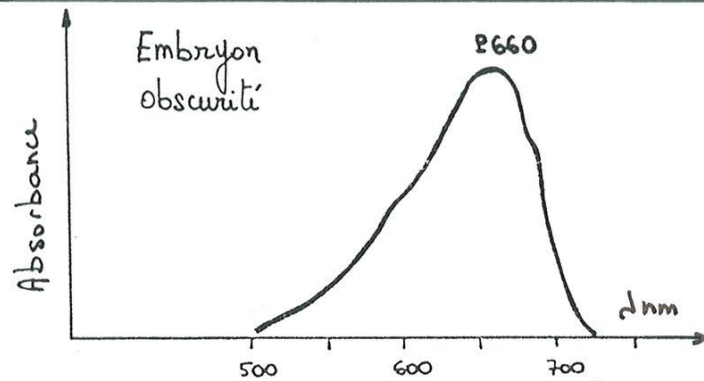
Structure du chromophore du phytochrome



forme inactive
= forme native
= forme de stockage



forme active
réversible
responsable de la germination



Expériences de spectrophotométrie *in vivo*
d'embryons de laitue
(*Lactuca sativa*)

2.4.4. Les dormances photolabiles

2.4.4.1. Sensibilité à la lumière

2.4.4.2. Etude expérimentale

2.4.4.2.1. Observations

2.4.4.2.2. Hypothèses

2.4.4.2.3. Expérience de spectrophotométrie in vivo

2.4.4.2.4. Equilibre phytochromique

2.4.4.2.5. Forme native, forme active

2.4.4.2.6. Structure du phytochrome

2.4.4.2.7. Efficience quantique

2.4.4.3. Mode d'action du phytochrome

2.4.4.3.1. Métabolisme du phytochrome

2.4.4.3.2. Mécanisme d'action

2.4.4. Les dormances photolabiles

2.4.4.1. Sensibilité à la lumière

2.4.4.2. Etude expérimentale

2.4.4.2.1. Observations

2.4.4.2.2. Hypothèses

2.4.4.2.3. Expérience de spectrophotométrie in vivo

2.4.4.2.4. Equilibre phytochromique

2.4.4.2.5. Forme native, forme active

2.4.4.2.6. Structure du phytochrome

2.4.4.2.7. Efficience quantique

2.4.4.3. Mode d'action du phytochrome

2.4.4.3.1. Métabolisme du phytochrome

2.4.4.3.2. Mécanisme d'action

2.4.4. Les dormances photolabiles

2.4.4.1. Sensibilité à la lumière

2.4.4.2. Etude expérimentale

2.4.4.2.1. Observations

2.4.4.2.2. Hypothèses

2.4.4.2.3. Expérience de spectrophotométrie in vivo

2.4.4.2.4. Equilibre phytochromique

2.4.4.2.5. Forme native, forme active

2.4.4.2.6. Structure du phytochrome

2.4.4.2.7. Efficience quantique

2.4.4.3. Mode d'action du phytochrome

2.4.4.3.1. Métabolisme du phytochrome

2.4.4.3.2. Mécanisme d'action

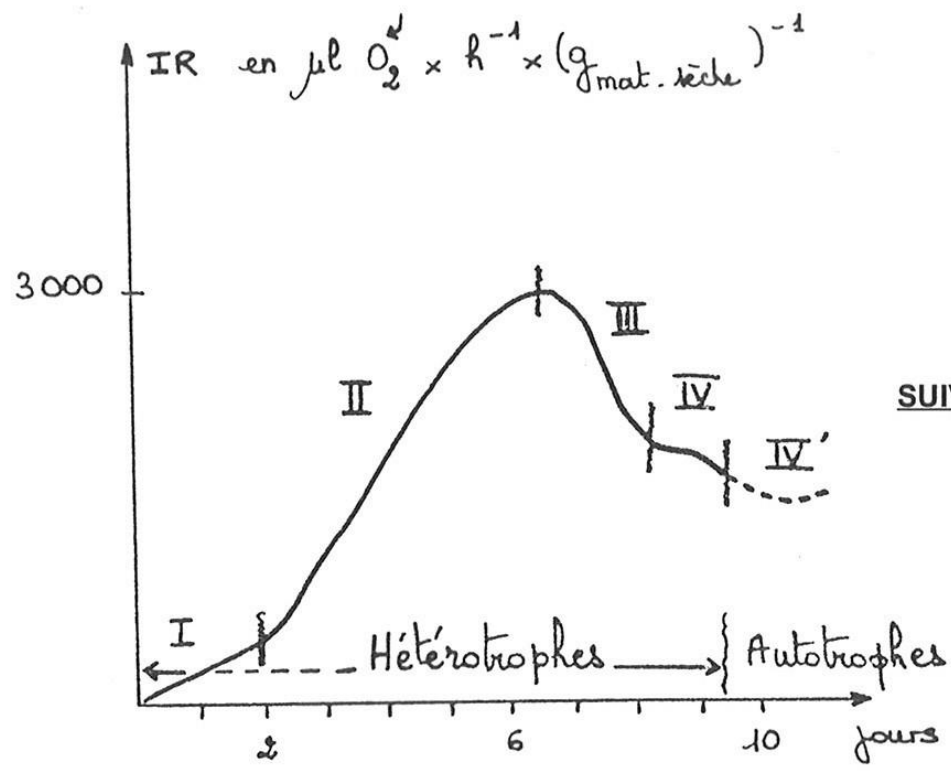
3. LES ASPECTS BIOCHIMIQUES DE LA GERMINATION

3.1. SUIVI RESPIRATOIRE

3.2. LA MOBILISATION DES RESERVES

3.3. CONTRÔLE HORMONAL DES HYDROLASES

4. CONCLUSION



SUIVI RESPIRATOIRE DE LA GERMINATION CHEZ LE BLE

3. LES ASPECTS BIOCHIMIQUES DE LA GERMINATION

3.1. SUIVI RESPIRATOIRE

3.2. LA MOBILISATION DES RESERVES

3.3. CONTRÔLE HORMONAL DES HYDROLASES

4. CONCLUSION

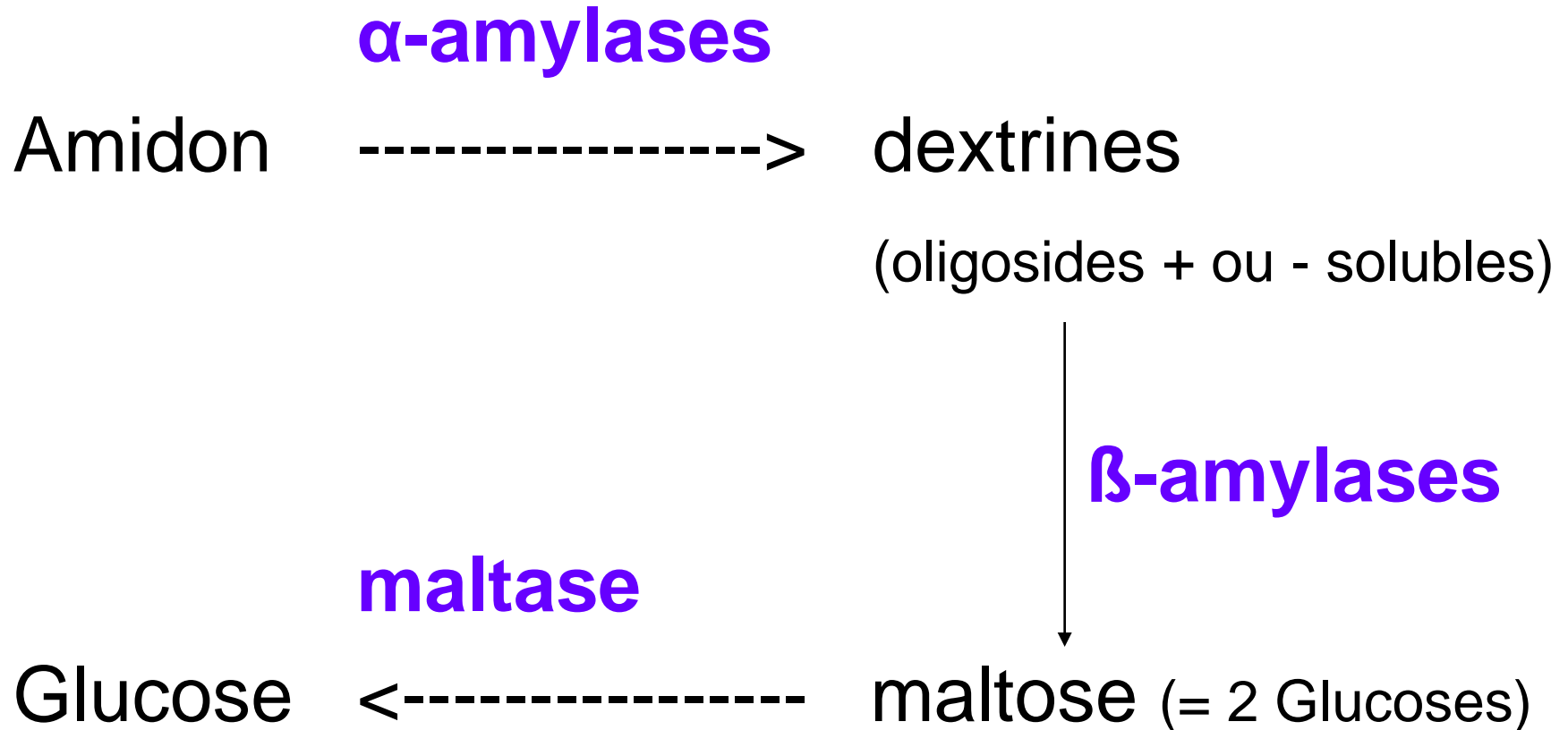
Mobilisation des réserves glucidiques

Le cas de l'amidon

- Action des hydrolases :
 - 3 types d'hydrolases, dans un ordre précis
 - α -amylases
 - β -amylases
 - α -1,6 glucosidase
 - Elles coupent les liaisons α -1,4 et α -1,6 par fixation d'une molécule d'eau

Mobilisation des réserves glucidiques

Le cas de l'amidon



Mobilisation des réserves glucidiques

Le cas de l'amidon

- 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 H_3PO_4 sur les liaisons α -1,4
 - ✓ les molécules de glucose libérées sont des Glu 1 P

Mobilisation des réserves glucidiques

Le cas de l'amidon

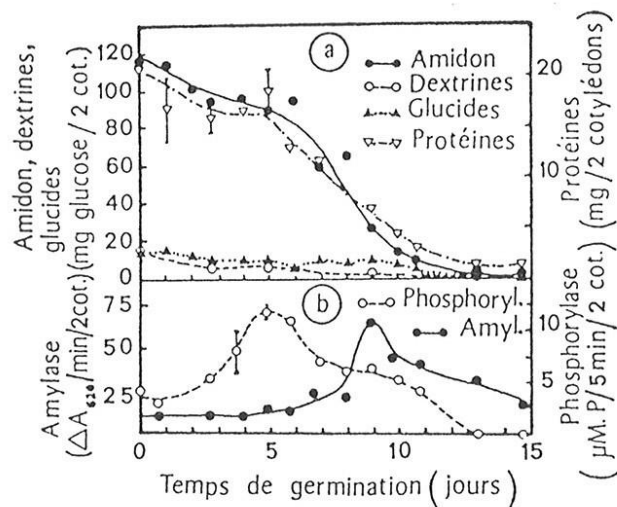


Glucose 6 P

UDP Glucose + Fructose

Saccharose + UDP

MOBILISATION DES RESERVES

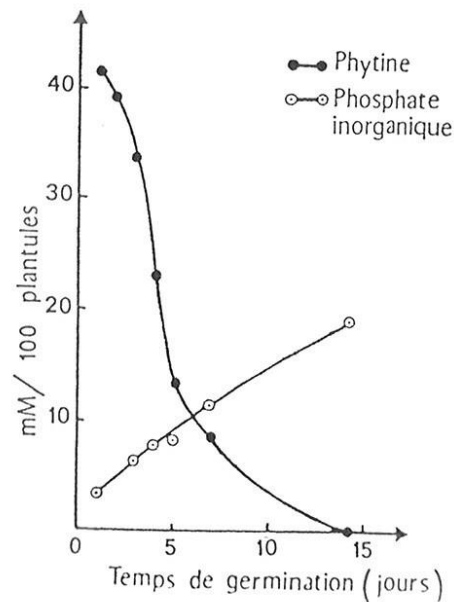


Graphique a : Evolution de la teneur des cotylédons du Pois en amidon, dextrines, glucides et protéines totales, au cours de la germination.

Graphique b : Variations de l'activité de l'amylase (exprimée en différence de densité optique, $\Delta D.O.$, à 620 nm) et de la phosphorylase (exprimée en μM de phosphore pour 5 mn et 2 cotylédons), au cours de la germination du Pois

Evolution des sucres totaux et des lipides au cours de la germination et de la croissance du Ricin.

Temps de germination (jours)	Poids sec (g / 100 graines)		Lipides (g / 100 graines)		Sucres totaux (g / 100 graines)	
	Albumen	Embryon	Albumen	Embryon	Albumen	Embryon
0	37,6	—	26,2	—	1,5	—
4	37,0	2,0	24,9	0,1	4,2	0,8
6	25,6	19,5	10,0	0,8	12,2	6,0
8	18,4	25,5	4,0	1,5	9,6	13,8
11	4,0	34,2	0,7	1,1	1,1	16,6

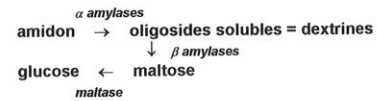


Evolution quantitative de la phytine et du phosphate inorganique au cours de la germination du Blé

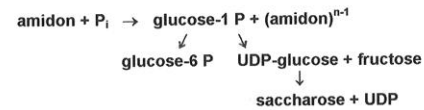
LA MOBILISATION DES RESERVES

1. MOBILISATION DES RESERVES GLUCIDIQUES

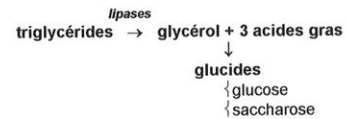
• HYDROLASES



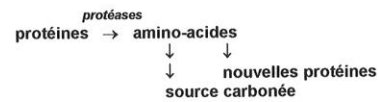
• PHOSPHORYLASES



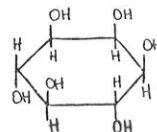
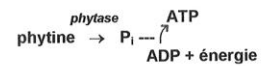
2. MOBILISATION DES RESERVES LIPIDIQUES



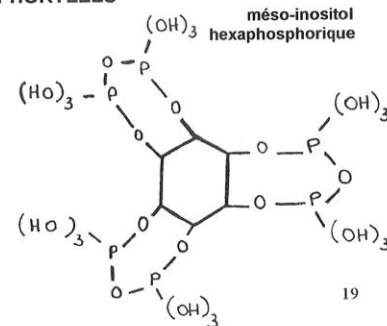
3. MOBILISATION DES RESERVES PROTEIQUES



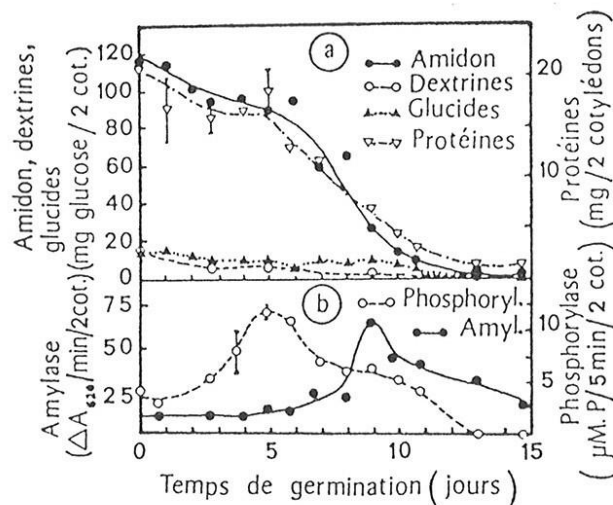
4. MOBILISATION DES RESERVES PHOSPHORYLEES



méso-inositol



MOBILISATION DES RESERVES

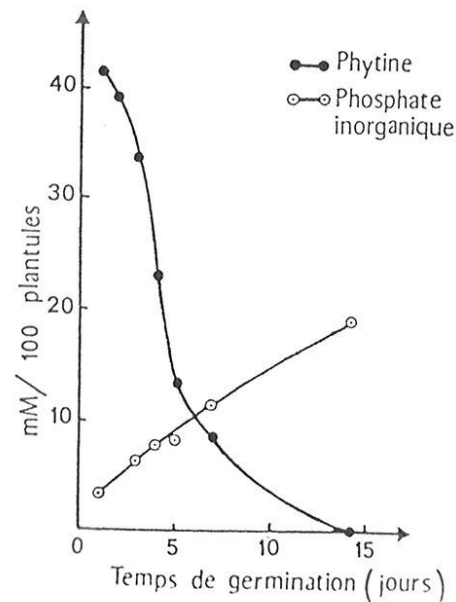


Graphique a : Evolution de la teneur des cotylédons du Pois en amidon, dextrines, glucides et protéines totales, au cours de la germination.

Graphique b : Variations de l'activité de l'amylase (exprimée en différence de densité optique, $\Delta D.O.$, à 620 nm) et de la phosphorylase (exprimée en μM de phosphore pour 5 mn et 2 cotylédons), au cours de la germination du Pois

Evolution des sucres totaux et des lipides au cours de la germination et de la croissance du Ricin.

Temps de germination (jours)	Poids sec (g / 100 graines)		Lipides (g / 100 graines)		Sucres totaux (g / 100 graines)	
	Albumen	Embryon	Albumen	Embryon	Albumen	Embryon
0	37,6	—	26,2	—	1,5	—
4	37,0	2,0	24,9	0,1	4,2	0,8
6	25,6	19,5	10,0	0,8	12,2	6,0
8	18,4	25,5	4,0	1,5	9,6	13,8
11	4,0	34,2	0,7	1,1	1,1	16,6

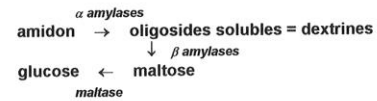


Evolution quantitative de la phytine et du phosphate inorganique au cours de la germination du Blé

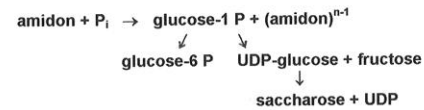
LA MOBILISATION DES RESERVES

1. MOBILISATION DES RESERVES GLUCIDIQUES

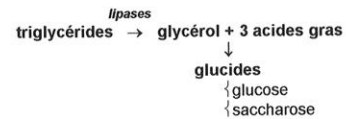
• HYDROLASES



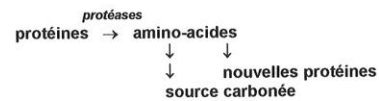
• PHOSPHORYLASES



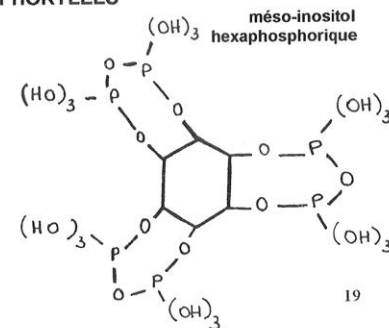
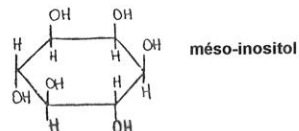
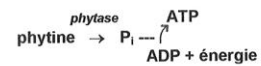
2. MOBILISATION DES RESERVES LIPIDIQUES



3. MOBILISATION DES RESERVES PROTEIQUES



4. MOBILISATION DES RESERVES PHOSPHORYLEES



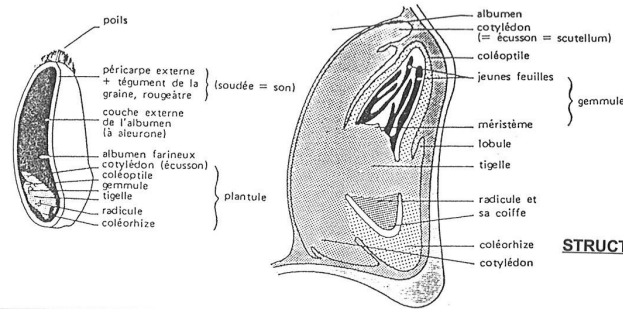
3. LES ASPECTS BIOCHIMIQUES DE LA GERMINATION

3.1. SUIVI RESPIRATOIRE

3.2. LA MOBILISATION DES RESERVES

3.3. CONTRÔLE HORMONAL DES HYDROLASES

4. CONCLUSION

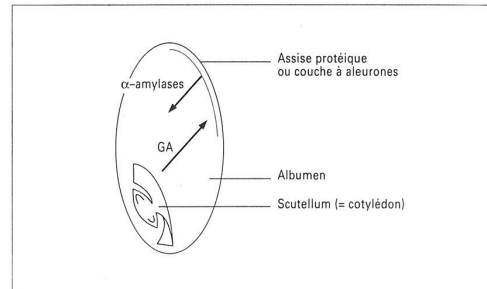


STRUCTURE DE LA SEMENCE DES CEREALES

CONTRÔLE HORMONAL DES HYDROLASES

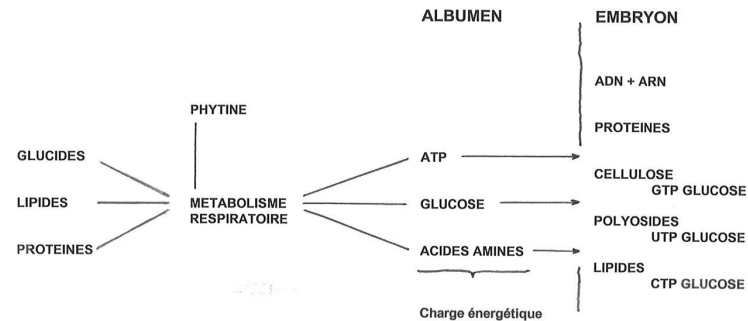
Cas des «-amylases de l'orge

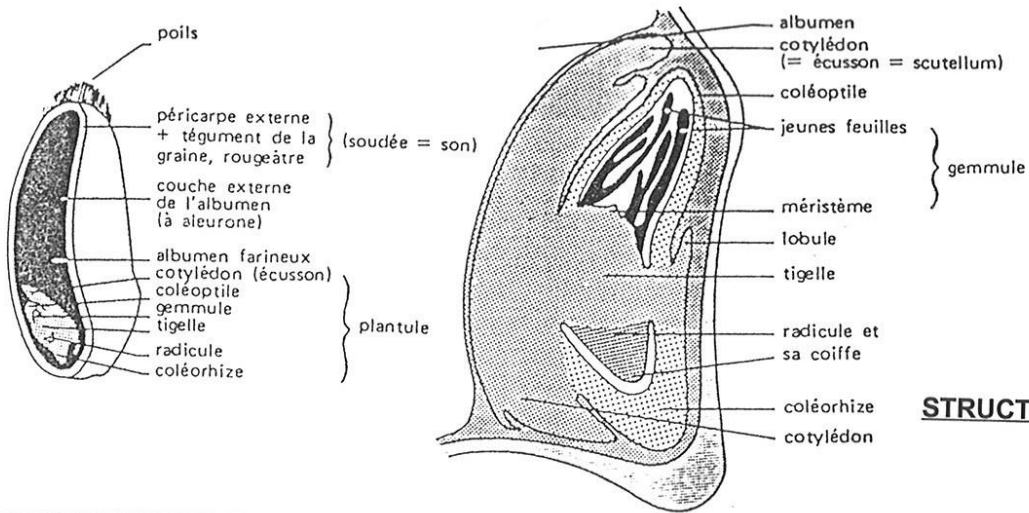
(d'après YOMO, 1960; PALEG, 1960; VARNER, 1964 et GROAT, 1969)



GA: 48 h → synthèse max.
α- amylases: 72 h → synthèse max.

BIOCHIMIE DE LA GERMINATION : TABLEAU RECAPITULATIF



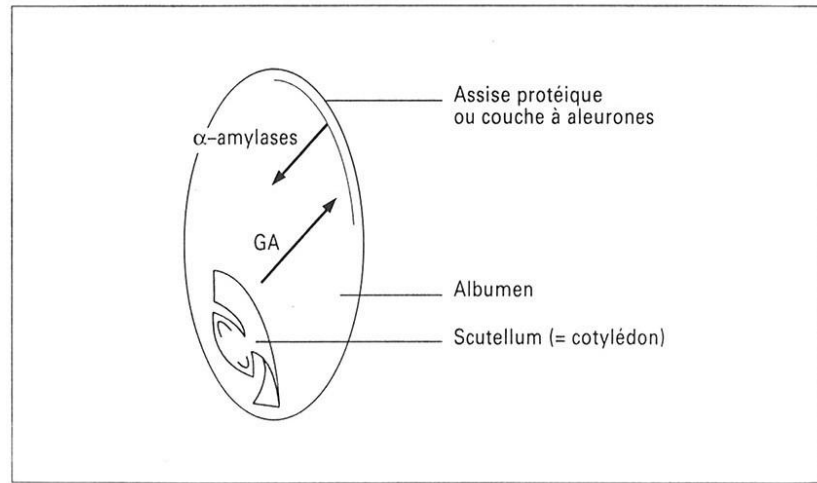


STRUCTURE DE LA SEMENCE DES CEREALES

CONTRÔLE HORMONAL DES HYDROLASES

Cas des α -amylases de l'orge

(d'après YOMO, 1960; PALEG, 1960; VARNER, 1964 et GROAT, 1969)



GA: 48 h → synthèse max.
 α -amylases: 72 h → synthèse max.

3. LES ASPECTS BIOCHIMIQUES DE LA GERMINATION

3.1. SUIVI RESPIRATOIRE

3.2. LA MOBILISATION DES RESERVES

3.3. CONTRÔLE HORMONAL DES HYDROLASES

4. CONCLUSION

BIOCHIMIE DE LA GERMINATION : TABLEAU RECAPITULATIF

