

Les plantules modèles : pois, blé, maïs et soja (2/2)

Publié le 30.04.02 | Par Roger Prat

Présentation des modalités de germination de quatre types de graines : pois, blé, maïs et soja.

1. Introduction

Vous trouverez ci-dessous une étude photographique de la germination de quatre plantes les plus utilisées pour les études sur la croissance : le maïs, le blé, le soja et le pois.

Ces quatre plantes sont très faciles à faire germer dans des conditions simples :

- Température de la pièce entre 18 °C et 25 °C ou mieux en étuve réglée à température constante.
- Obscurité. Pour les études de croissance, il est d'usage d'utiliser des organes étiolés. En effet, la croissance en longueur est plus forte à l'obscurité qu'à la lumière et l'action de l'auxine est plus facile à mettre en évidence.
- Support : coton ou mieux vermiculite humides.

De très nombreuses expériences sont réalisées à partir de ces matériels. Ce dossier constitué de photographies et de vidéos permet de poser quelques jalons pour la réalisation de protocoles expérimentaux.

Cliquez sur une image pour atteindre le dossier correspondant.

Figure 1 : Les différentes plantules modèles



- Les grains de blé et de maïs (graminées) sont des caryopses, c'est-à-dire des fruits secs indéhiscent contenant une seule graine dont le tégument est soudé au péricarpe. Ce sont des monocotylédones. Ces graines contiennent un embryon et un albumen. Ce sont des graines albuminées. L'apex est protégé par un organe transitoire, le coléoptile. Cet organe, siège d'une simple élévation, est utilisé dans les expériences de croissance.
- Le pois et le soja sont des dicotylédones. Les deux graines sont exalbuminées. Les réserves sont contenues dans l'embryon lui-même au niveau des cotylédons. La germination du pois est hypogée, celle du soja est épigée. En effet, un organe transitoire, l'hypocotyle sert d'intermédiaire entre la tige épicotylée et la racine.

2. La germination du grain de blé

La germination débute par la sortie de la radicule suivie très rapidement de l'émergence du coléoptile. Celui-ci grandit essentiellement par élévation cellulaire. Il protège les premières feuilles et l'apex caulinaire. Il s'allonge davantage chez les plantes cultivées à l'obscurité. Par contre, les premières feuilles ont une croissance sensiblement égale à la lumière et à l'obscurité. La différence porte essentiellement sur la couleur (synthèse de chlorophylle et photosynthèse).

Figure 2 : Germination de grains de blé à l'obscurité



Germinations de grains de blé de 4, 6, 7 et 8 jours cultivés à 20 °C sur de la vermiculite à l'obscurité.

Figure 3 : Germination de grains de blé à la lumière



Germinations de grains de blé de 4, 6, 7 et 8 jours cultivés à 20 °C sur de la vermiculite à la lumière.

Figure 4 : Germination de blé vue de face



L'apex caulinaire et les jeunes feuilles sont protégés par le coléoptile. La racine principale est elle aussi protégée par un étui, le coléorhize mais celui-ci est très transitoire. De part et d'autre de la racine principale, deux racines adventives se sont développées.

Figure 5 : Grain de blé germé sectionné longitudinalement



On distingue l'embryon, l'albumen et les enveloppes.

Figure 6 : Deux états du coléoptile d'une germination de blé



À gauche, le coléoptile poursuit sa croissance et protège les jeunes feuilles. À droite, sa croissance est terminée et les jeunes feuilles sortent à son extrémité.

Le coléoptile de blé, de taille plus grande que le coléoptile d'avoine, permet de réaliser plusieurs types d'expériences : croissance auxinique, phototropisme, etc. Les grains doivent être cultivés à l'obscurité. En effet, le coléoptile étiolé manifeste une croissance par élévation plus grande que celle du coléoptile cultivé à la lumière.

3. La germination du grain de maïs

La germination débute par la sortie de la radicule. Le coléoptile, protégeant l'apex et les premières feuilles, grandit ensuite. De nouvelles racines se forment, il s'agit de racines adventives. Un organe intermédiaire entre le système

racinaire et le coléoptile se développe et croit particulièrement à l'obscurité.

3.1. Germination et croissance à l'obscurité

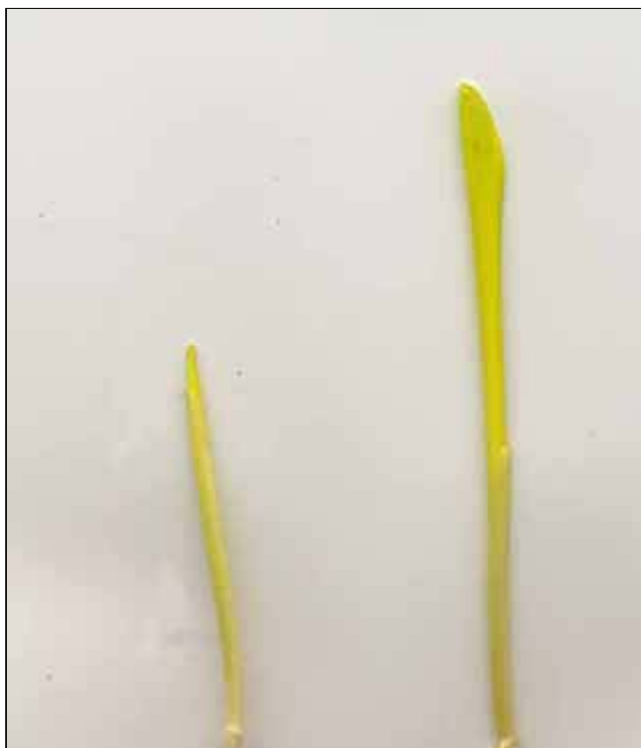
Figure 7 : Germination d'un grain de maïs à l'obscurité



Apparition de la radicule, développement du coléoptile puis apparition de nouvelles racines adventives.



Développement du mésocotyle.



Ouverture du coléoptile et sortie des premières feuilles.

Figure 8 : Développement mésocotyle d'un grain de maïs germé à l'obscurité



Le coléoptile protège l'apex caulinaire et les jeunes feuilles. Un organe transitoire, le mésocotyle, constitue un intermédiaire entre le grain et le coléoptile. Cet organe se développe beaucoup à l'obscurité. Autour de la racine principale, se développent des racines adventives de manière assez anarchique.

3.2.

3.3. Germination et croissance à la lumière

Figure 9 : Germinations de grains de maïs à 20 °C à la lumière



Par rapport à l'obscurité, les différences concernent la couleur (synthèse de chlorophylle dans les feuilles, synthèse d'anthocyanes par endroit) et la croissance plus faible du coléoptile. Le mésocotyle présente une croissance très réduite. La photo de droite montre la sortie des premières feuilles à l'apex du coléoptile qui a terminé sa croissance.



À ces stades, le coléoptile est déchiré et les premières feuilles sont sorties.

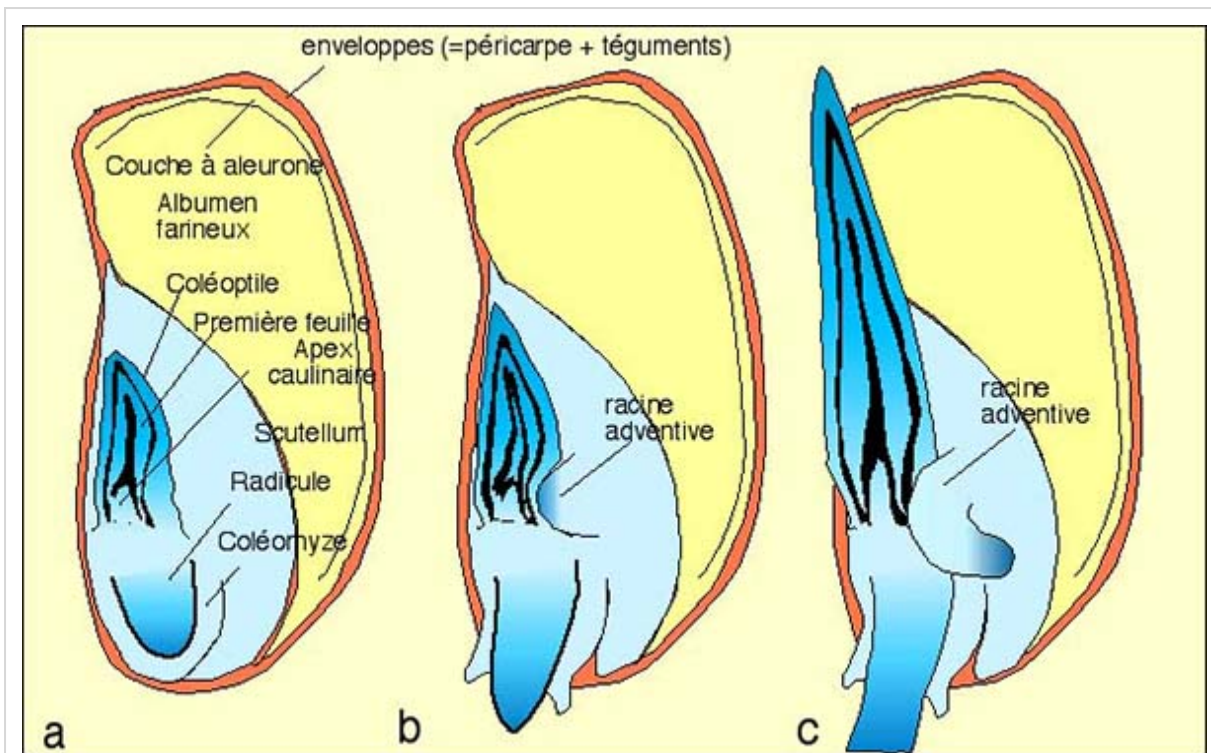
3.4.

3.5. Structure du caryopse de maïs

Figure 10 : Section longitudinale d'un caryopse de maïs



Figure 11 : Trois étapes de la germination du caryopse de maïs



- 1 - Le grain imbibé.
- 2 - Sortie de la radicule au travers du coléorhyze.
- 3 - Développement du coléoptile et formation de racines secondaires adventives.

3.6.

3.7. Nutation du coléoptile de maïs

La plupart des tiges principales présente une croissance verticale orientée de bas en haut par suite d'un gravitropisme négatif et sont animées d'un mouvement hélicoïdal (nutation) dû à des inégalités de croissance. Bien que le phénomène soit très discret, c'est également le cas pour les coléoptiles.

Les nutations, non décelables à l'œil nu peuvent être mises en évidence par une prise de vue (vidéo) visualisée en vitesse accélérée. Ci-dessous deux images (début et fin) d'une séquence de 5 heures. Voir également la vidéo juste après. Constatez que le coléoptile a grandi au cours de ce mouvement.

Figure 12 : Nutation du coléoptile de maïs



Coléoptile photographié au début de la séquence. On observe la première feuille à l'intérieur du coléoptile.



Le même 8 heures après. La séquence ayant été effectuée à la lumière, on constate que la jeune feuille vue en transparence est devenue verte.

Remarque : La séquence a été réalisée à la lumière. À l'obscurité, la croissance aurait été beaucoup plus importante.

Figure 13 : Nutation de la tige de maïs en vidéo

Ici l'alternative à la vidéo : un lien de téléchargement, un message, etc.

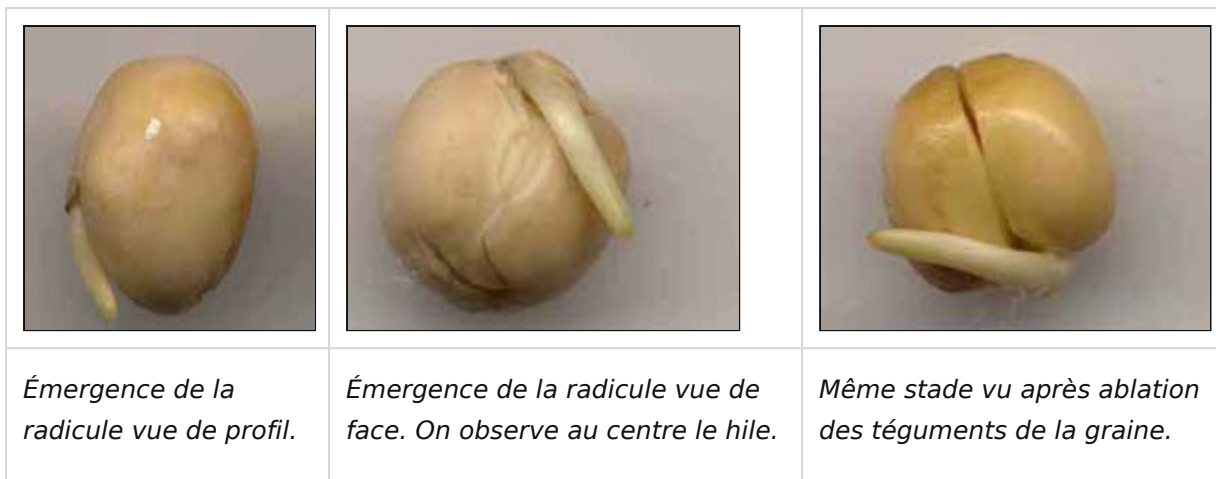
4.

5. La germination de la graine de pois

La germination du pois est une germination hypogée. La graine (et donc les cotylédons) restent sous la terre. C'est la tige feuillée épicotylée qui va émerger. La première réaction apparente est la sortie de la radicule bientôt suivie du développement de cette tige feuillée épicotylée.

5.1. Premier stade : la sortie de la radicule

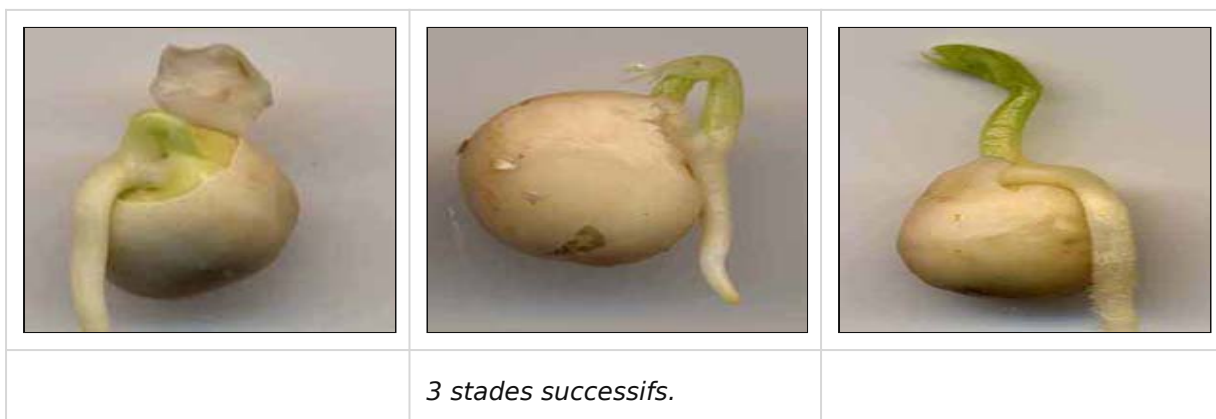
Figure 14 : Émergence de la radicule d'un germe de pois



5.2.

5.3. Deuxième stade : développement de la tige feuillée épicotylée

Figure 15 : Développement de la tige feuillée épicotylée d'un germe de pois



5.4.

5.5. Le développement de la plantule

Figure 16 : Développement du système racinaire



Développement du système racinaire par l'apparition progressive et la croissance de racines secondaires.

Figure 17 : Comparaison de la germination de graine de pois à la lumière et à l'obscurité



Comparaison de deux plantules de 6 jours cultivées à la lumière et à l'obscurité.



Comparaison de deux plantules de 8 jours cultivées à la lumière et à l'obscurité.

5.6.

5.7. Un exemple d'animation vidéo : la nutation de la tige épicotylée

La plupart des tiges principales présente une croissance verticale orientée de bas en haut par suite d'un gravitropisme négatif. Cependant cette croissance n'est pas linéaire. L'apex décrit une spirale. Ceci est dû à une inégalité de la vitesse de croissance au niveau des différentes génératrices. Ce mouvement spontané s'appelle une nutation. Lorsqu'il présente une grande amplitude (exemple : haricots et autres plantes volubiles, il permet de favoriser la rencontre d'un support. On parle alors de circumnutation.

Figure 18 : La nutation de la tige de pois



Les nutations, non décelables à l'œil nu peuvent être mises en évidence par une prise de vue (vidéo) visualisée en vitesse accélérée.

Figure 19 : La nutation de la tige de pois en vidéo

Ici l'alternative à la vidéo : un lien de téléchargement, un message, etc.

6.

7. La germination de la graine de soja

Les graines de soja vert (*Vigna radiata L.*), sont utilisées dans l'alimentation (en graines comme les lentilles ou en germination, dans la cuisine asiatique).

Les germinations sont réalisées de manière classique (coton humide ou mieux vermiculite) à l'obscurité (germinations étiolées). À 20 °C, il faut six à sept jours pour obtenir des germinations de 5 cm. À 25 °C, quatre jours suffisent.

7.1. La germination au cours du temps

Comme toutes les germinations épigées, les cotylédons sont soulevés par la croissance de l'hypocotyle. Cet organe grandit plus à l'obscurité qu'à la lumière. Il est le siège d'une simple élongation et représente un matériel de choix pour les études sur l'élongation cellulaire.

Figure 20 : Germinations cultivées à l'obscurité à 20 °C



Germinations de 3 à 8 jours de droite à gauche.

Figure 21 : Germinations cultivées à la lumière à 20 °C



Germinations de 4 à 8 jours de droite à gauche.

7.2.

7.3. Morphologie de la partie supérieure de la germination de soja

C'est à ce niveau que se situe la zone de croissance.

Figure 22 : Partie supérieure de la germination de soja



Partie supérieure d'une germination de soja.

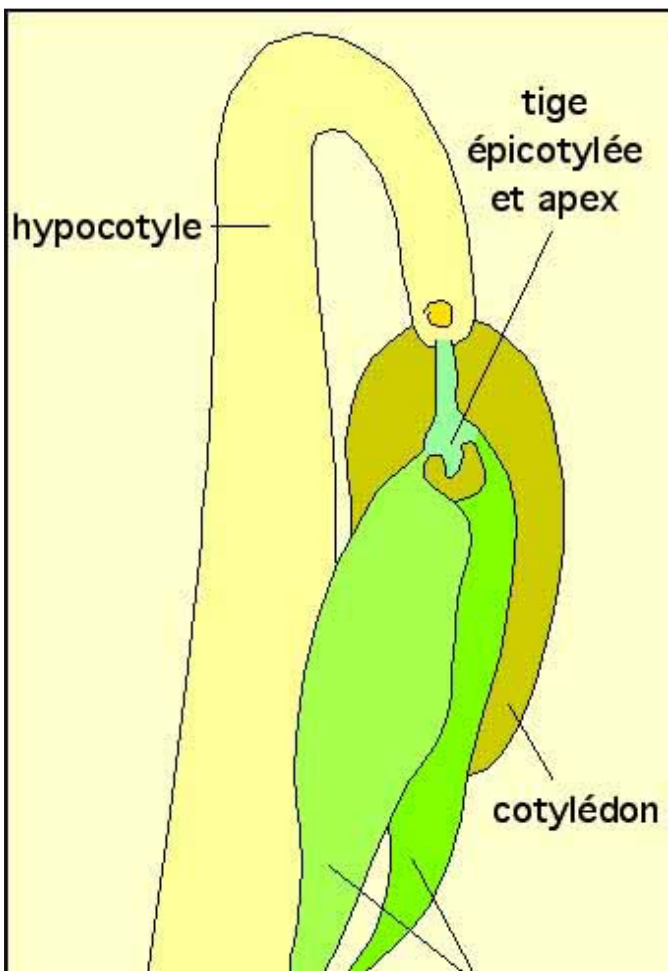


Schéma d'interprétation.

7.4.

7.5. Quelques aspects de la croissance sous formes d'animations vidéo accélérées

7.5.1. La croissance d'une population de germinations de soja pendant 10 heures

Figure 23 : Germination de graine de soja



Ces deux images représentent le début et la fin d'une séquence de 10 heures.

Figure 24 : Germination du soja en vidéo

Ici l'alternative à la vidéo : un lien de téléchargement, un message, etc.

7.5.2.

7.5.3. Un exemple de réaction d'une plantule de soja à l'environnement : la réaction gravitropique

Figure 25 : Effet du gravitropisme sur le soja en croissance



Une germination de soja de 5 jours maintenue allongée.



Elle s'est relevée grâce à une courbure de l'hypocotyle au niveau de la base de la zone de croissance.

Ces deux images représentent le début et la fin d'une séquence de 5 heures.

Figure 26 : Germination du soja en vidéo

Ici l'alternative à la vidéo : un lien de téléchargement, un message, etc.

Vidéo : Jean-Pierre Rubinstein.

Figure 27 : Visualisation de la zone de croissance d'un hypocotyle



Partie terminale d'un hypocotyle de soja marqué par des traits de stylo d'imprimerie.



Le même 5 heures après. On observe le changement de taille de l'hypocotyle et le déplacement des marques.

Figure 28 : Visualisation de la zone de croissance d'un hypocotyle en vidéo

Ici l'alternative à la vidéo : un lien de téléchargement, un message, etc.

CRÉDITS

AUTEUR(S)/AUTRICE(S)

Roger Prat

Professeur de physiologie végétale à l'université Pierre et Marie Curie.

LICENCE DU TEXTE DE L'ARTICLE

