

Chapitre III : L'EMBRYOGENESE

L'embryogenèse regroupe les étapes successives du développement du zygote, durant lesquelles une série complexe de changements morphologiques et physiologiques aboutissent à la formation d'un embryon

Chez les angiospermes (plantes à fleurs), l'embryogenèse est constituée de trois étapes majeures qui se déroulent de manière séquentielle

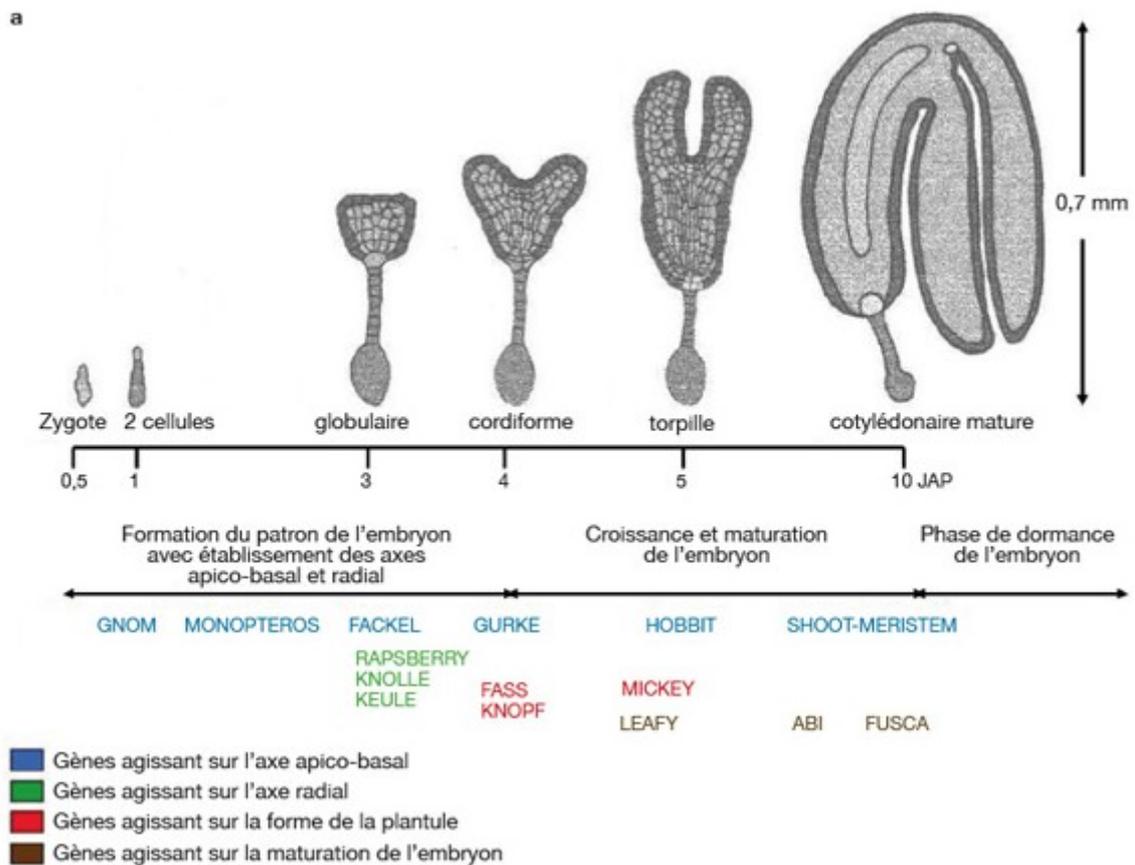
a/ Etape de la formation du patron de l'embryon.

b/ Etape de croissance et de maturation de l'embryon pendant laquelle l'embryon emmagasine des réserves pour assurer la germination après la dormance.

c/ Etape de la dormance qui est un état de repos végétatif permettant aux graines d'attendre les bonnes conditions climatiques pour germer.

1-la formation du patron de l'embryon

la formation du patron de l'embryon passe par différents stades de développement nommés en fonction de la forme de l'embryon. Chaque phase de développement nécessite l'expression de différents groupes de gènes



a : Représentation schématique des principales phases du développement de l'embryon et les principaux gènes impliqués du stade zygote au stade cotylédonaire mature à 10 jours après pollinisation (JAP) — Schematic drawing of key developmental

1.1 Stade initial

L'embryogenèse est initiée dans la cellule gamétique femelle, l'**oosphère**, qui est une cellule polarisée, avec son noyau situé à l'un des pôles de la cellule, dans une zone riche en cytoplasme, alors que l'autre partie de l'oosphère est très vacuolisée.

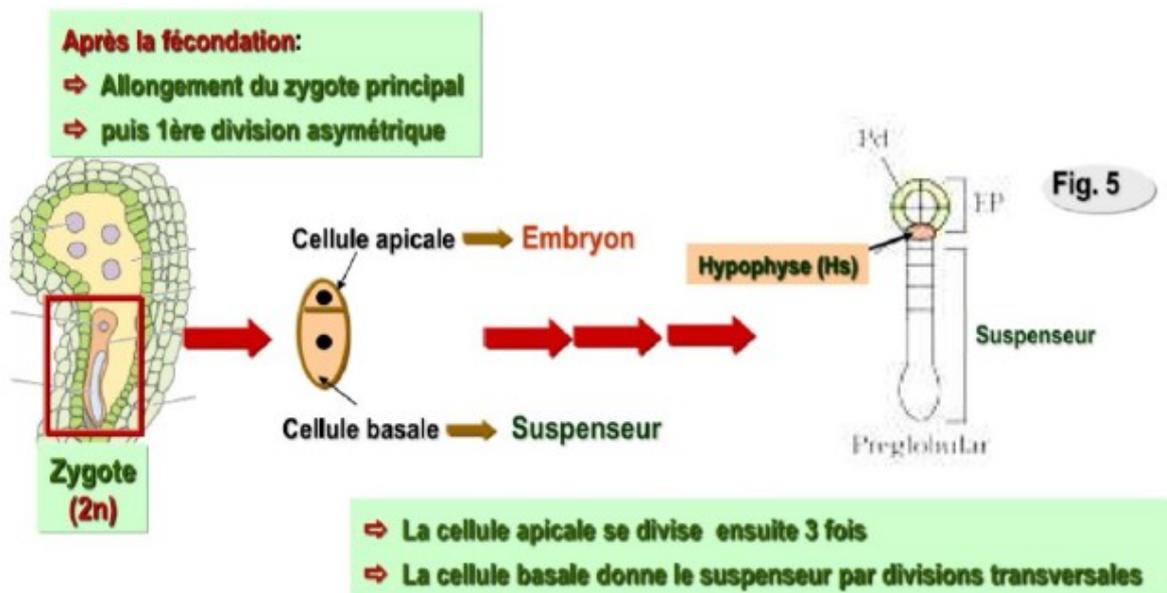
Quelques jours après la fécondation, le zygote principal subit une première mitose et donne 2 cellules superposées:

- * Une cellule apicale qui fournira la majeure partie de l'embryon du côté de la chalaze
- * Une cellule basale proche du micropyle, génère le suspenseur, et également une partie de la base du futur embryon, nommée **hypophyse**.

1.2 Stade linéaire

Après la première division asymétrique, puis durant l'allongement unidirectionnel de l'embryon, la cellule apicale demeure de taille constante. Tandis que la partie basale se divise et s'allonge. Les cloisons de quelques divisions suivantes sont perpendiculaires à l'axe apico-basal. Ceci produit une courte file de cellules, constituée d'une partie de la cellule apicale nommée **hypophyse** et **du suspenseur, c'est le stade linéaire**.

Le suspenseur permet l'accrochage de l'embryon dans l'ovule et sa nutrition. Il disparaît à la maturité de l'embryon.



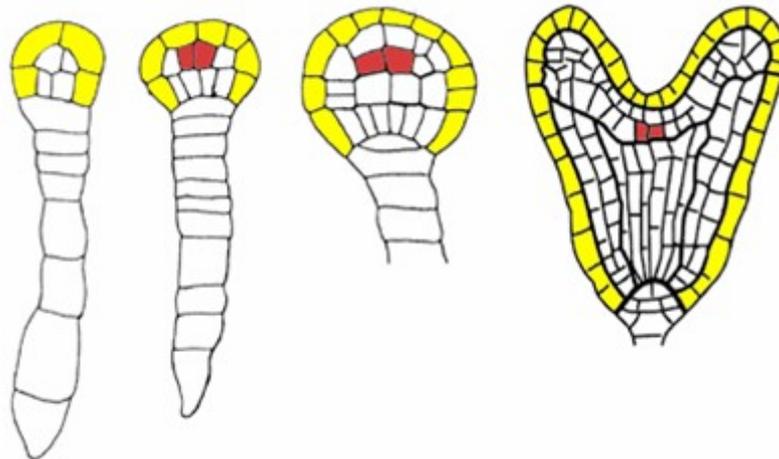
L'embryon passera ensuite par les différents stades globulaires, triangulaires, cordiformes, torpilles et cotylédonaire.

1.3- Stade globulaire

1.3.1- L'embryon préglobulaire

Cette étape est d'une importance capitale. Elle concerne la division de la cellule apicale, avec une mitose dont l'axe est perpendiculaire à l'axe apico-basal (cloisonnement dans l'axe apico-basal). le zygote, une seule cellule, se divise activement pour former des embryons préglobulaires (sphère) : c'est le stade globulaire jeune (le quadrant, un embryon de 4 cellules ; l'octant, un embryon de 8 cellules etc....)

Au stade 8-12 cellules, des divisions tangentielles isolent une assise cellulaire périphérique nommée protoderme à l'origine de l'épiderme de la future plante. Cette assise cellulaire exprime des gènes spécifiques du protoderme (et de l'épiderme) : *AtLTP1* (pour lipid transfer protein) et *AtML1* (pour meristem layer 1). Il s'agit **du premier événement histogène** de la vie de la plante.



De gauche à droite, stades globulaires jeune à âgé, stade cordiforme. La figure indique en jaune le marquage de l'épiderme (*LTP*) et en rouge celui du centre organisateur du MAC (*WUS*) aux Développement embryonnaire d'une Brassicaceae.

1.3.2- L'embryon globulaire

*** mise en place du méristème apical caulinaire (MAC).**

Au stade 12-16 cellules, l'embryon globulaire différencie des cellules apicales sous-épidermiques exprimant le gène *WUSCHEL*. Ceci constitue la première étape de la mise en place du méristème apical caulinaire (MAC). Il s'agit **du premier événement organogène du développement**

Le fonctionnement du MAC va permettre la mise en place des cotylédons et des premières feuilles. Cette mise en place du MAC va considérablement modifier la forme de l'embryon, avec les stades triangulaire, cordiforme et torpille.

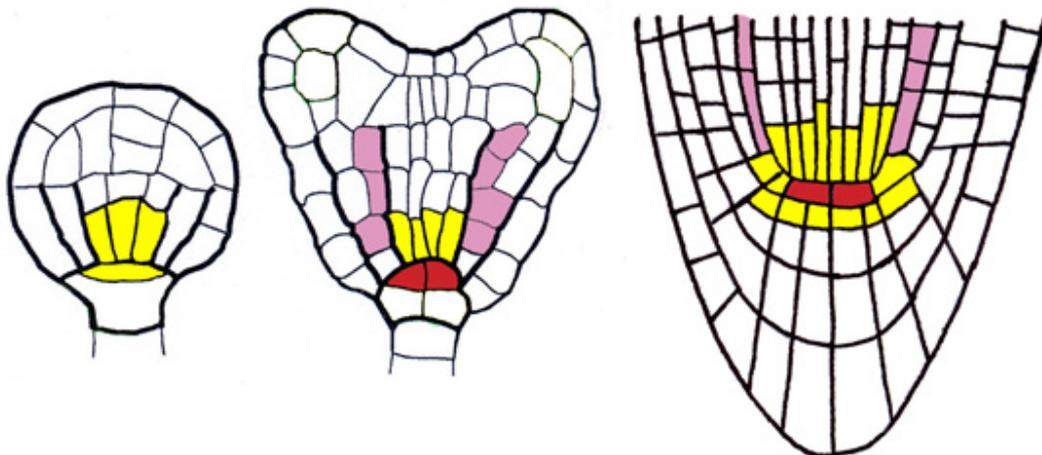
*** mise en place du méristème apical racinaire (MAR).**

Parallèlement à l'installation du MAC, les cellules de la partie basale de l'embryon, ainsi que celles du sommet du suspenseur, mettent en place un méristème apical racinaire (MAR). Celui-ci est identifiable par les tissus qui le caractérisent.

La définition histologique de la racine se déroule avant sa croissance, contrairement à la partie apicale dans laquelle l'histogenèse suit la morphogenèse.

Le MAR croît très peu jusqu'à la germination. Les analyses cytologiques montrent que le MAR est en place dans la graine, avec quelques petites différences avec ce que l'on observe après germination, notamment dans le nombre de cellules du péricycle, et la présence d'une seconde assise corticale.

Le fonctionnement du MAR, uniquement histogène diffère considérablement de celui du MAC, histogène et organogène.



Mise en place du méristème racinaire durant le développement embryonnaire.

Le centre quiescent figure en rouge, le péricycle en rose et les cellules initiales (et leurs ancêtres) en jaune.

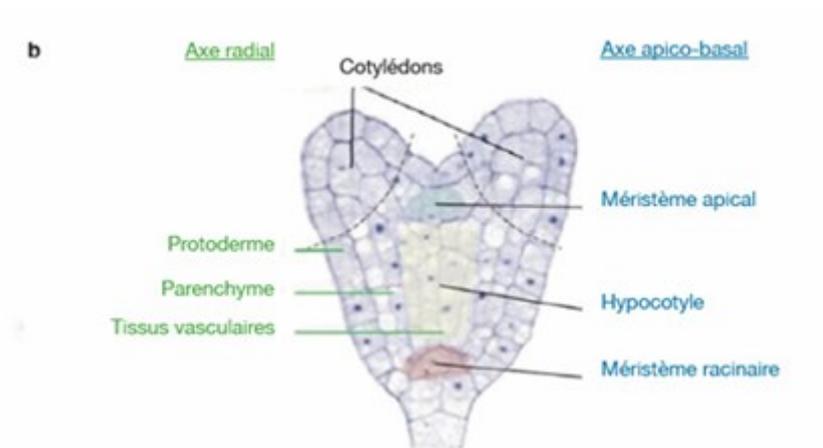
1.4- Le stade cordiforme

La formation du patron est achevée dans l'embryon au stade cordiforme correspondant à l'embryogenèse précoce. Les cellules qui donneront les différents méristèmes et tissus sont alors positionnées.

L'embryogenèse précoce est une étape de morphogenèse qui aboutit à la formation de deux axes :

* un axe radial qui traduit la mise en place des différents tissus (l'épiderme, le parenchyme, le cortex, l'endoderme, le péricycle et les tissus vasculaires)

* un axe apico-basal correspondant à la mise en place des différents organes (le méristème apical, le(s) cotylédon(s), l'hypocotyle, la racine et le méristème racinaire).



2- Mécanismes de développement embryonnaire

Le développement embryonnaire requiert l'intervention de signaux de développement, parmi lesquels l'auxine semble jouer un rôle de premier plan selon les stades de développement :

* dans les stades globulaires jeunes, l'auxine présente dans la plupart des cellules est impliquée dans l'activation des divisions de l'embryogenèse.

* Dès le stade cœur, l'auxine paraît préférentiellement localisée dans la zone du MAR, montrant une relocalisation dans le territoire des cellules initiales.

