

© TOUS  
DROITS  
RESERV

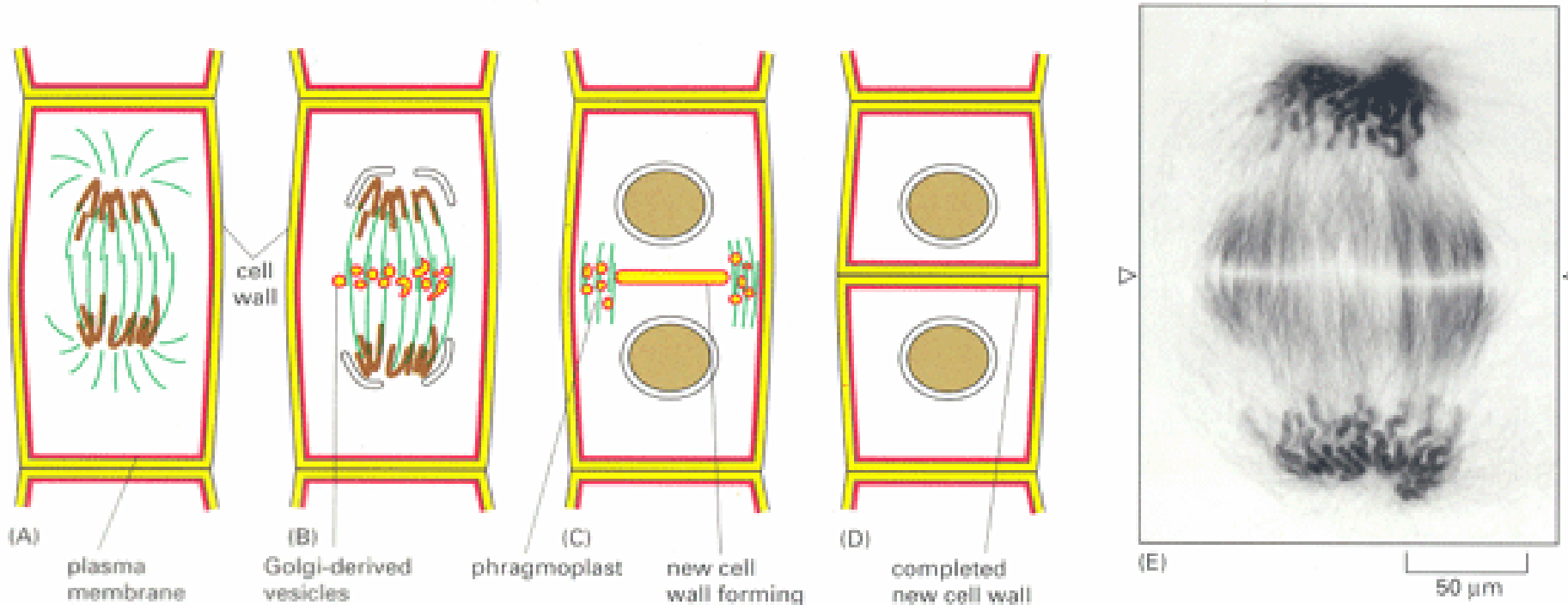
## II - Lignage et Identité Cellulaire

© TOUS  
DROITS  
RESERV



# 1-1-2 Le phragmoplaste

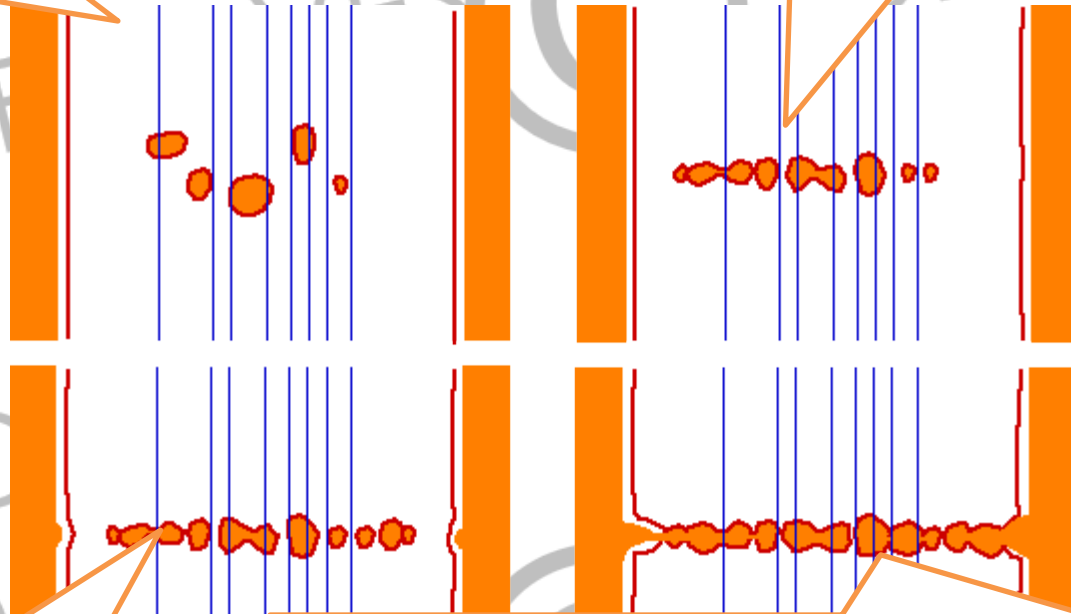
- Formation en début de télophase avant la cytokinèse
- Structure nécessaire pour reconstituer la paroi des deux cellules filles



Structure spécifique des cellules végétales, formée d'un réseau de MT, de filaments d'actine et de vésicules

1 – Mise en place d'un réseau de microtubules antiparallèles qui guide le positionnement des vésicules au niveau de la plaque équatoriale

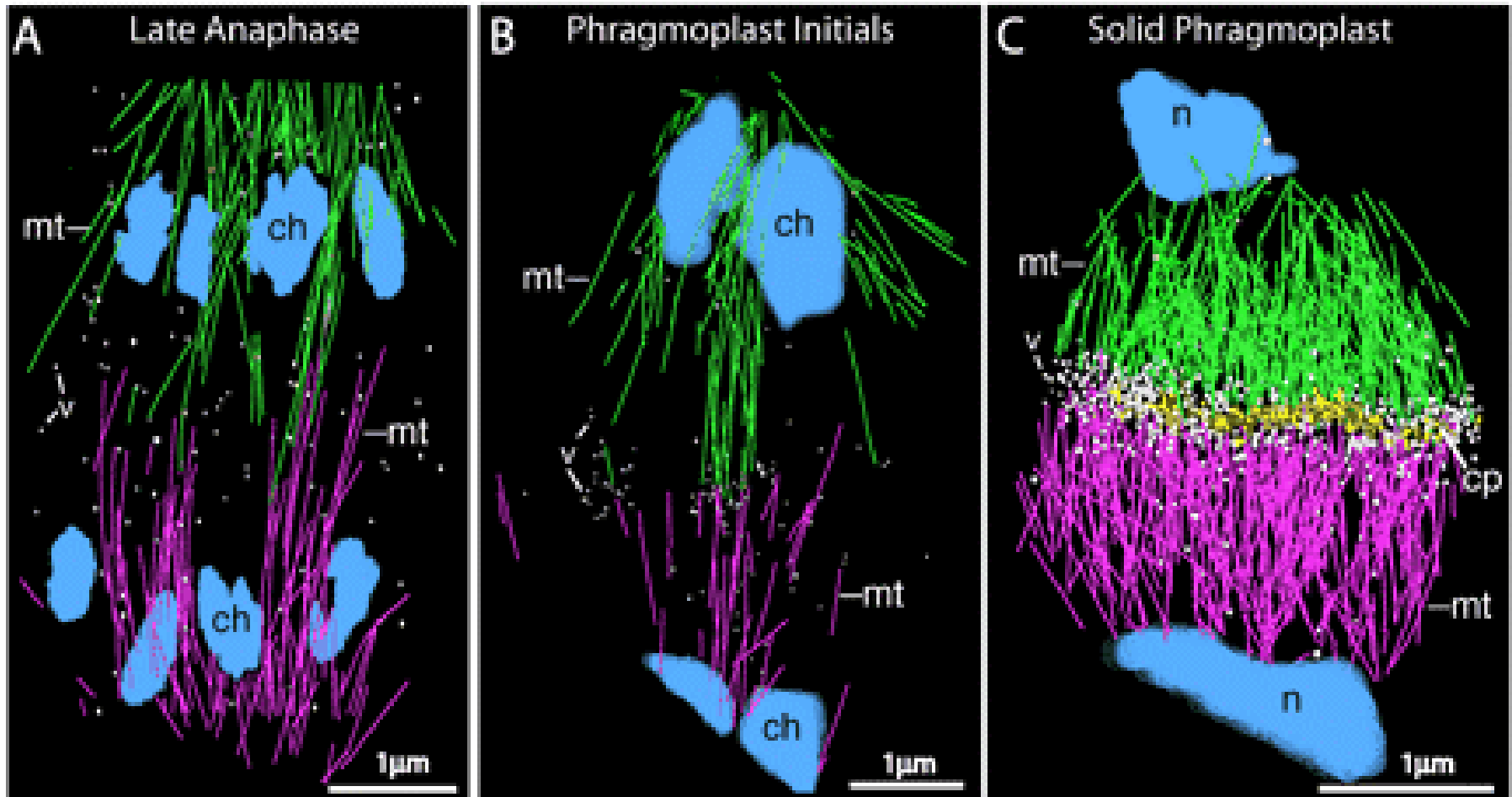
2 – Les vésicules fusionnent entre-elles



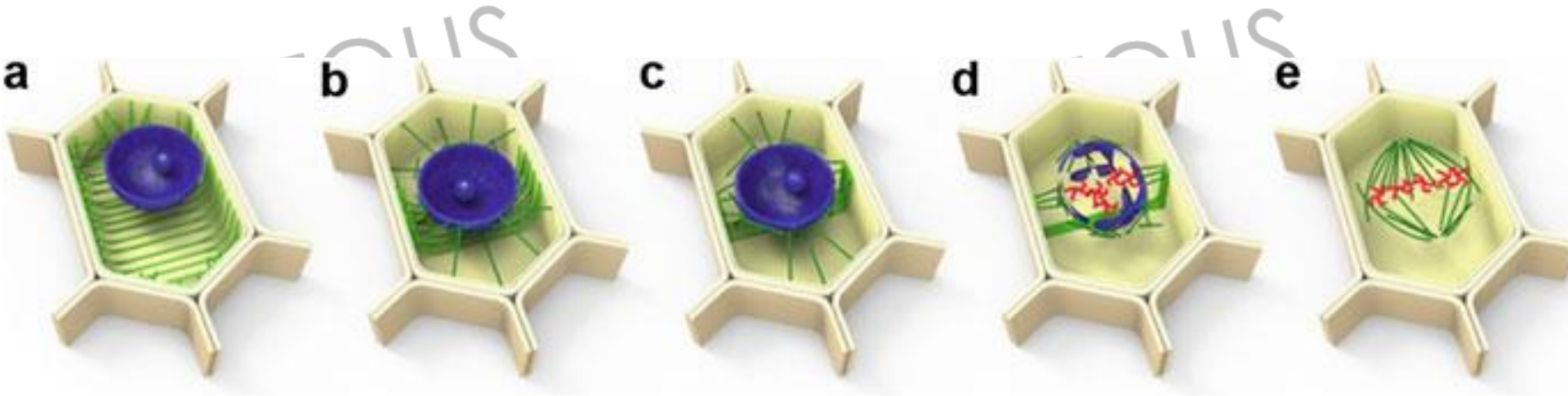
3 – La fusion des vésicules golgiennes permet de reconstruire les membranes plasmiques et la paroi des cellules filles: **SYNTHESE CENTRIFUGE**

4 – La nouvelle paroi se soude aux parois longitudinales anciennes. Les membranes des vésicules golgiennes se sont différenciées et sont analogues à la membrane plasmique. L'ensemble de ces membranes se soude aux membranes latérales.

# Réseau de Microtubules anti-parallèles



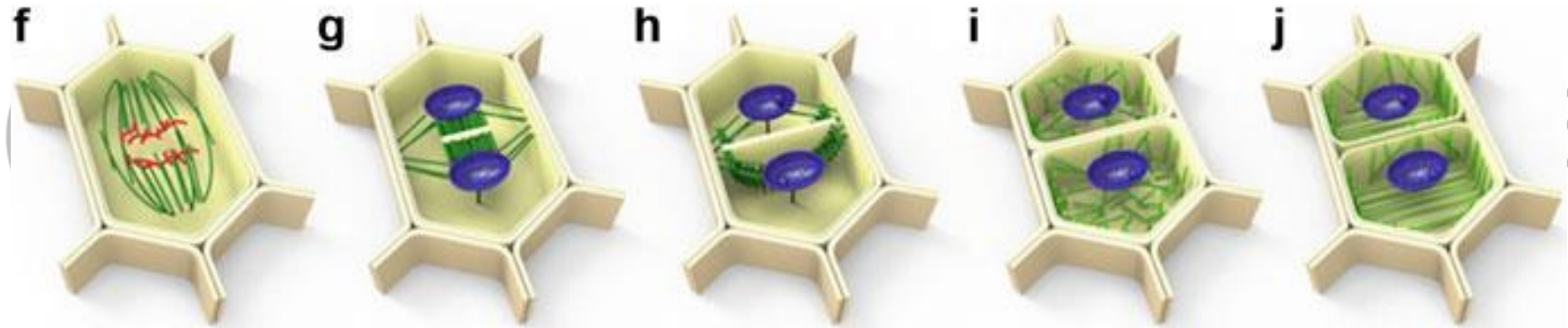
## Bilan: les différentes étapes de la division cellulaire



Bouchez et al. 2014

- a – Interphase. MT corticaux perpendiculaires à l'axe de la cellule
- b – Migration du noyau au centre de la cellule. MT s'organisent en PPB
- c – Prophase: PPB s'affine
- d – Fin de prophase, MT s'accumulent aux futurs pôles de la division, l'enveloppe nucléaire disparaît
- e – Métaphase: alignement des chromosomes. Connexion des pôles du fuseau aux extrémités

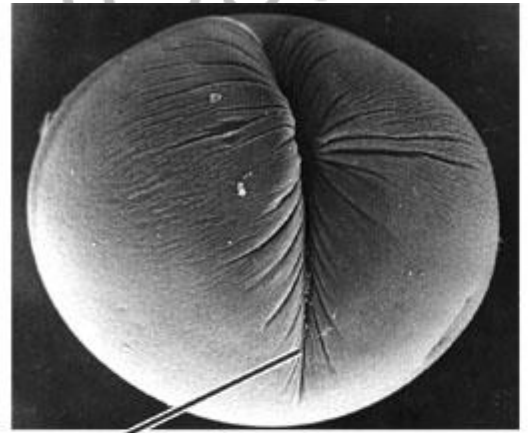
## Bilan: les différentes étapes de la division cellulaire



Bouchez et al. 2014

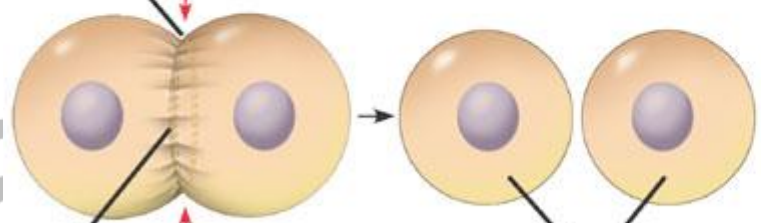
- f – Anaphase. Ségrégation des chromosomes
- g – Début de télophase: phragmoplaste forme un cylindre de MT antiparallèle
- h – Le phragmoplaste s'étend de façon centrifuge
- i – Une fois la cytokinèse achevée, réapparition des MT corticaux
- j – Réorientation des MT selon l'axe d'élongation cellulaire

# Comparaison de la CYTOKINESE animale vs végétale



100 μm

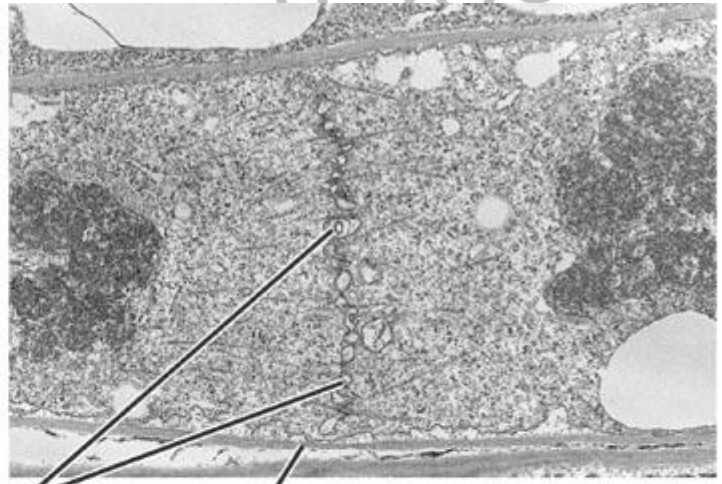
Cleavage furrow



Contractile ring of microfilaments

Daughter cells

(a) Cleavage of an animal cell (SEM)



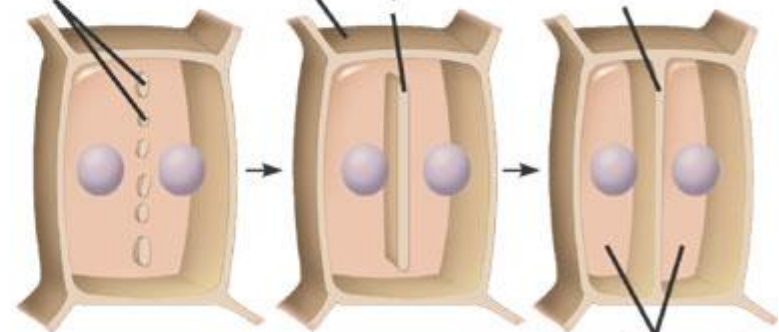
1 μm

Vesicles forming cell plate

Wall of parent cell

Cell plate

New cell wall



Daughter cells

(b) Cell plate formation in a plant cell (TEM)

# 1-2 : Variations du cycle cellulaire

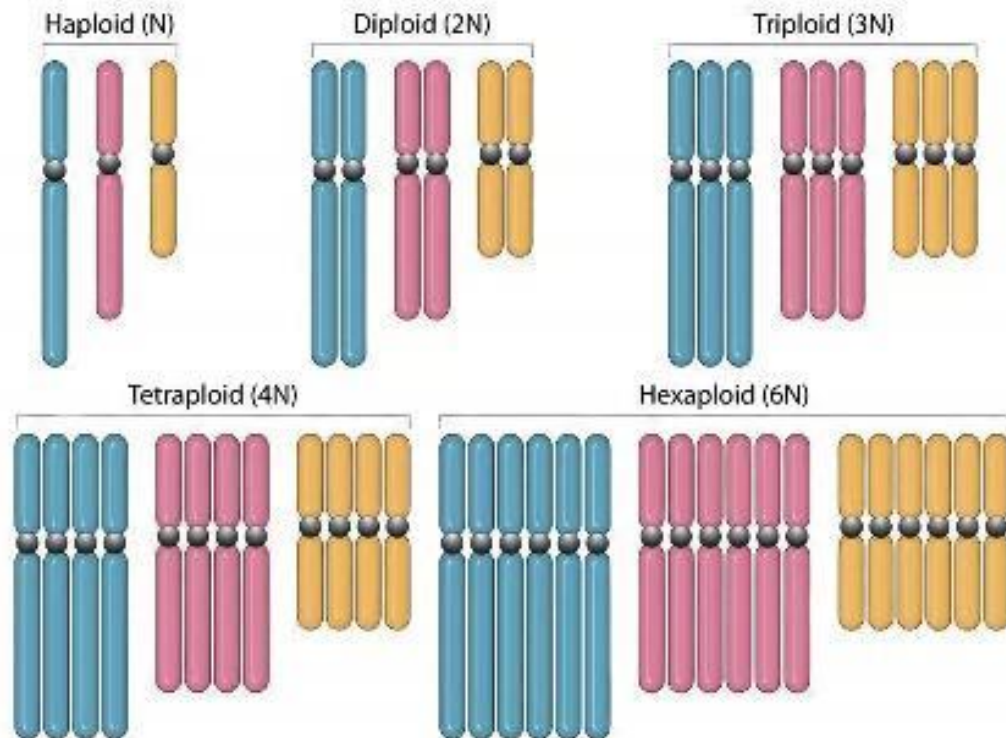
- Processus de **polyploïdisation** = processus permettant d'augmenter la quantité d'ADN au sein d'une cellule **au - delà de 2 jeux complets de chromosomes homologues**
- **Phénomène commun chez les plantes** (entre 50 et 80% des espèces de plantes à fleurs sont polyploïdes, comparé à un phénomène rare chez les animaux).



On distingue 2 cas de polyploïdisation:

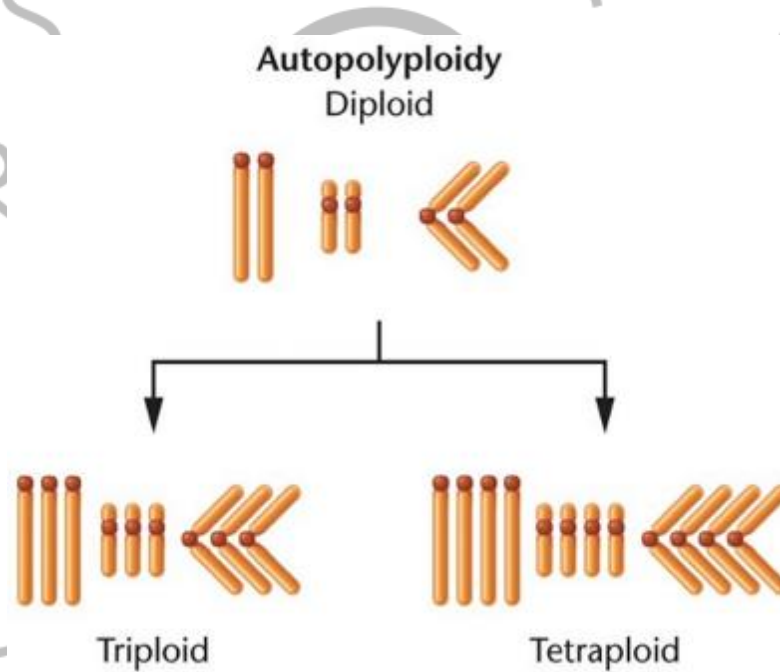
1-2-1 : Polyploïdisation constitutive:

**Toutes les cellules** de l'organisme possèdent une quantité augmentée d'ADN.



## 1 -2 -1 – 1 : Autopolyploïdie

→ Multiplication au sein de la même espèce



### Exemples:

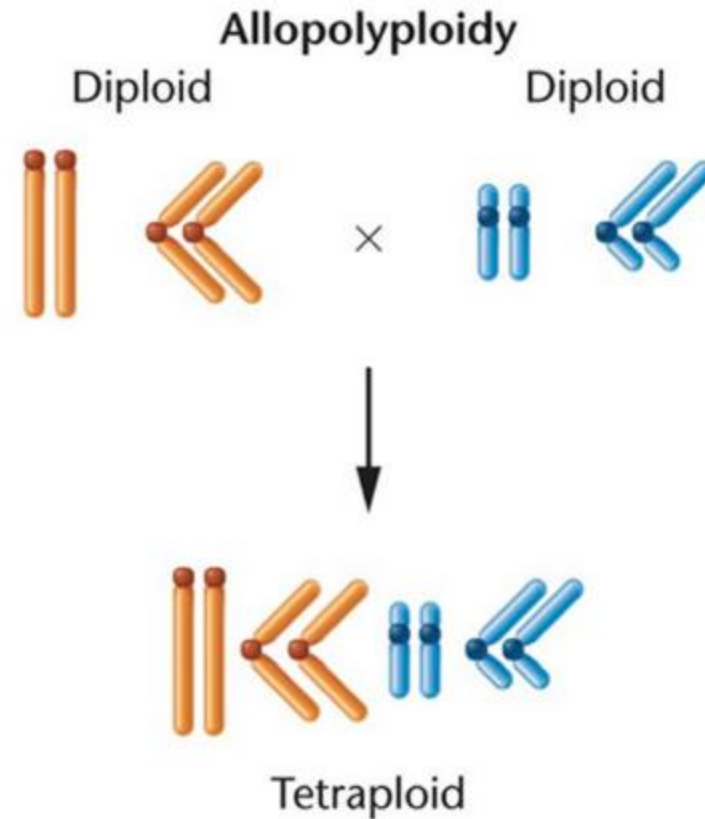
Pomme de terre = Tetraploïde (48 chromosomes)

Banane = Triploïde (33 chromosomes)

Patate douce = Hexaploïde (90 chromosomes)

## 1 - 2 - 1 - 2 : Allopolyploïdie

→ Hybridation entre deux ou plusieurs espèces



### Exemples:

Tabac = Tétraploïde (48 chromosomes)

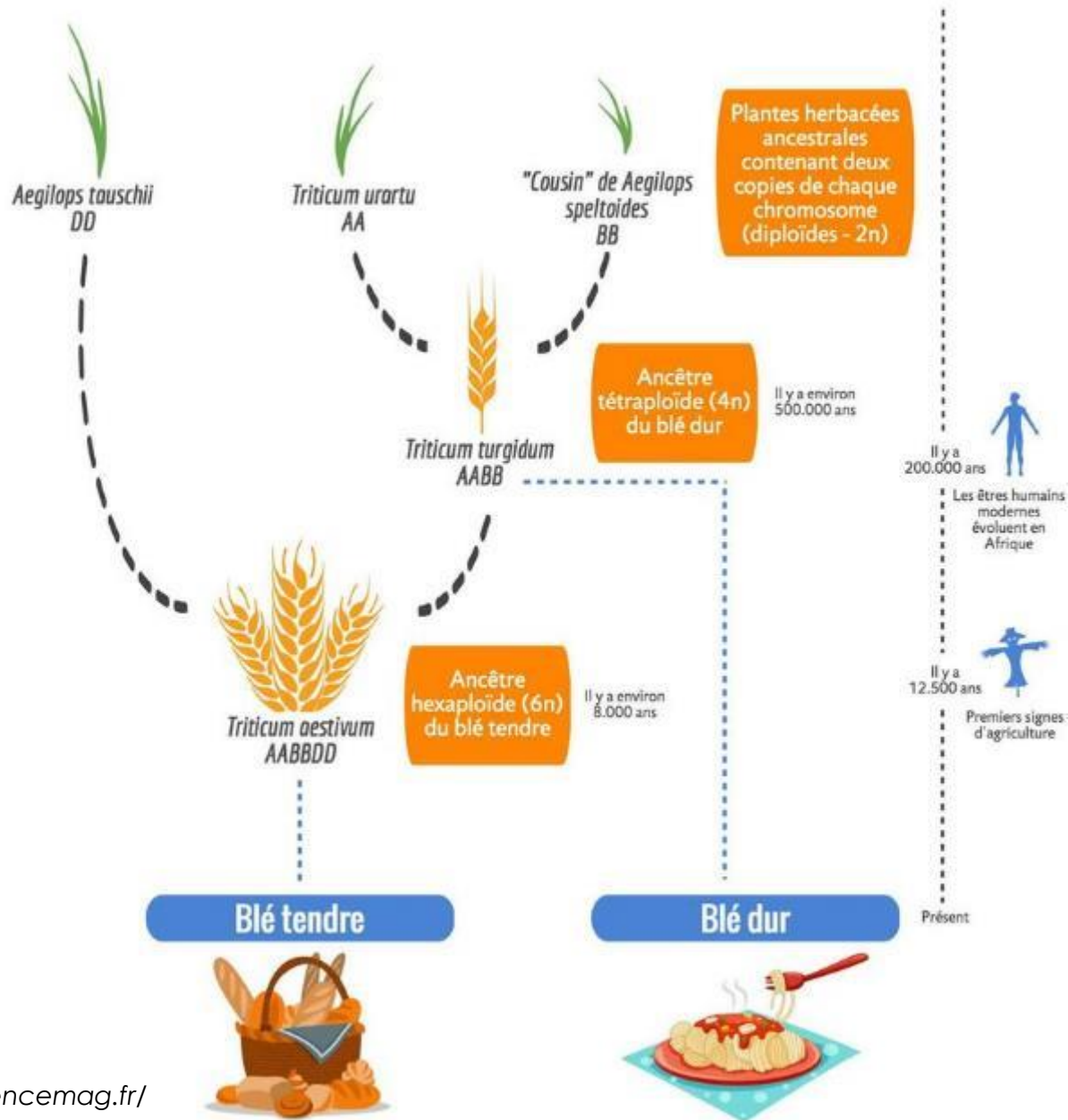
Canne à sucre = Octoploïde (80 chromosomes)

Blé tendre = Héxaploïde (42 chromosomes)

## Quels avantages évolutifs?

- **Coordonner les interactions entre les génomes des noyaux et des organites.**  
Par exemple, lors du développement des cellules photosynthétiques, le nombre de chloroplastes augmente et la polyploïdisation du génome nucléaire permet alors d'accroître la transcription des gènes nucléaires impliqués dans le développement des chloroplastes.
- **Développement de grandes cellules** ayant la capacité d'augmenter rapidement leur volume cellulaire. Meilleure résistance au stress hydrique.
- **Adaptations aux stress environnementaux** (permet de transcrire rapidement un grand nombre de copie de gènes)
- **Augmenter la diversité génétique** : adaptation et colonisation de nouveaux habitats
- **Diversification et création de nouvelles espèces**
- **Application en Biotechnologie**

Le blé tendre tel que nous le connaissons aujourd'hui provient de trois espèces de plantes herbacées ancestrales ayant subi deux hybridations consécutives

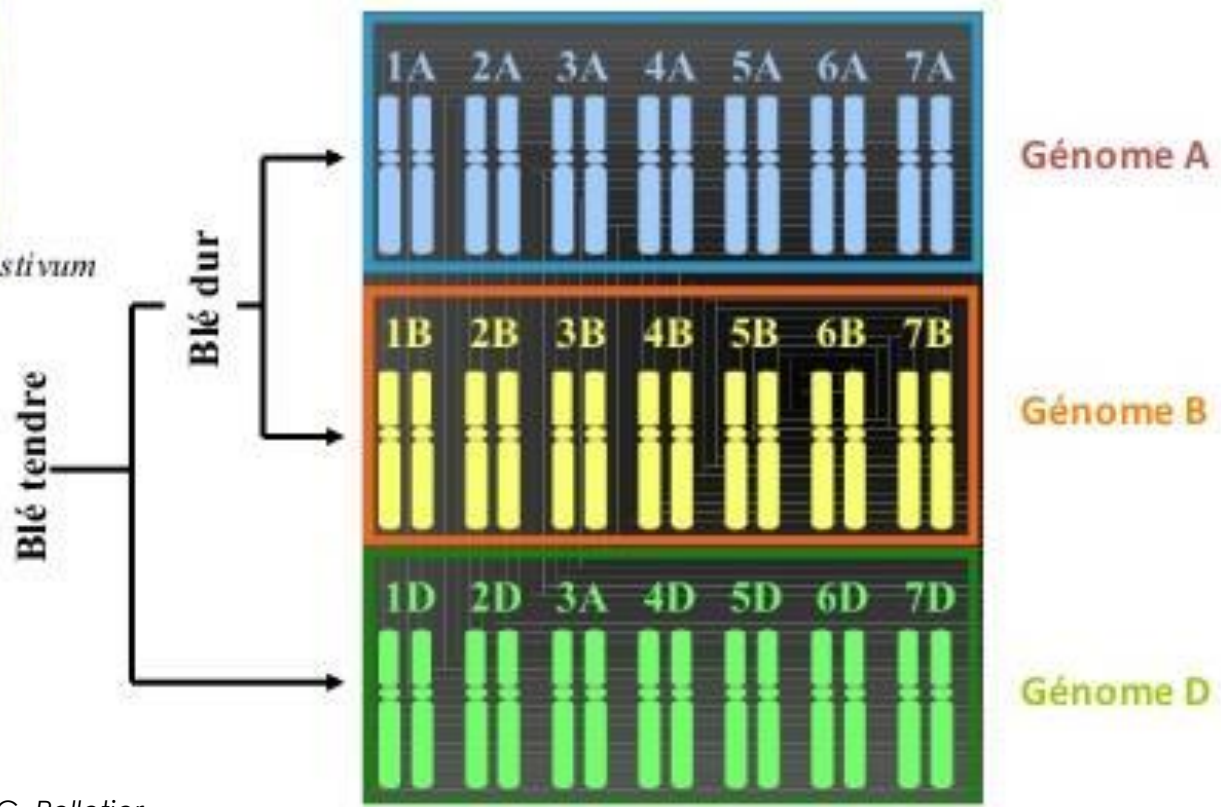


DR  
DITS  
SERVES

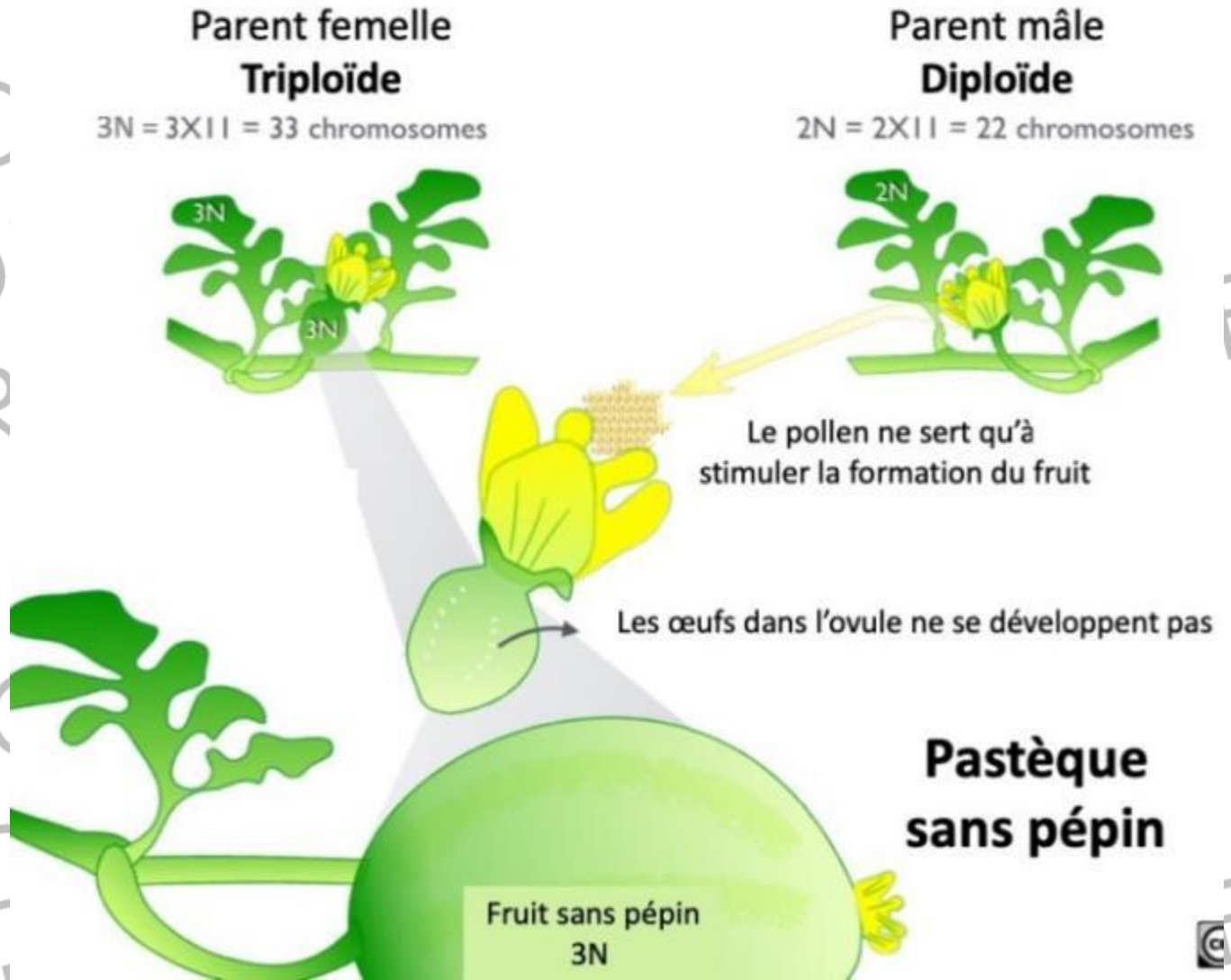
DR  
DITS  
SERVES



*Triticum aestivum*



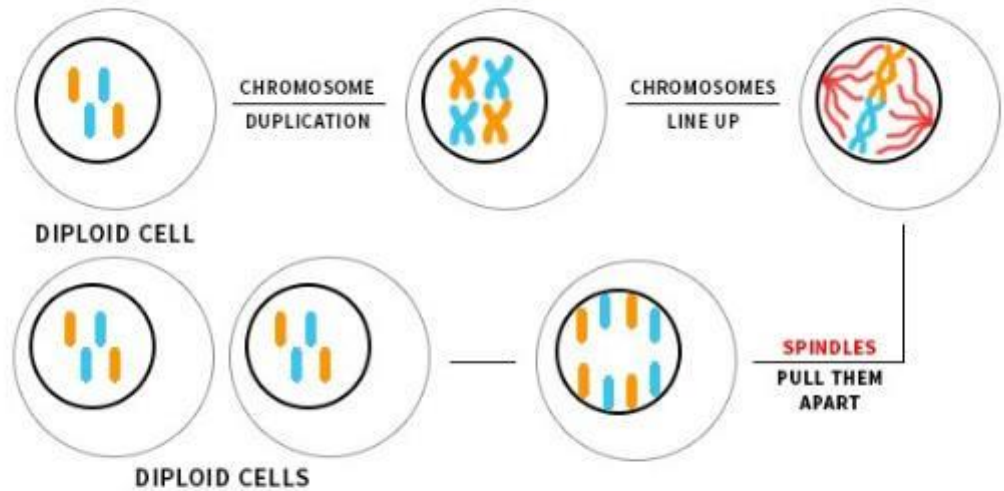
Adapté L. Lepiniec, G. Pelletier



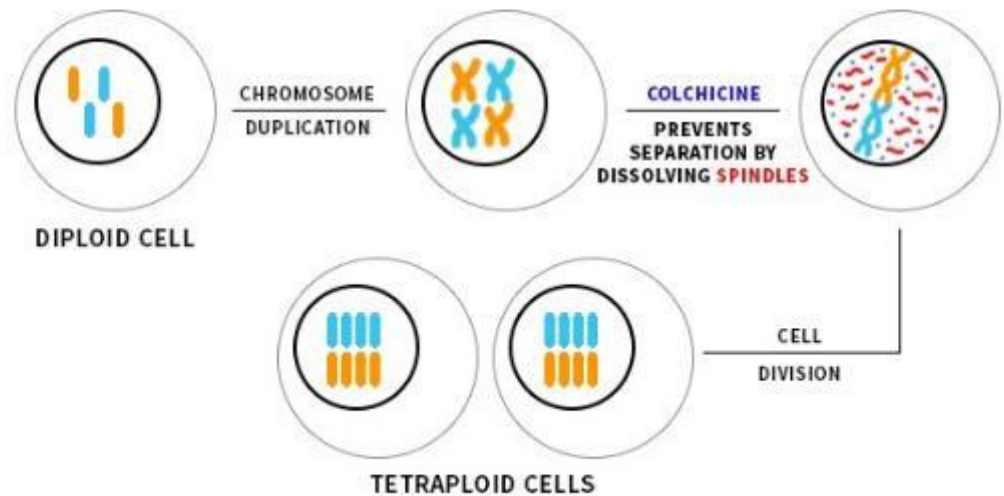
Comment créer des plantes polyploïdes ?

Exemple de  
polyploïdisation induite  
de façon artificielle par la  
Colchicine

## NORMAL MITOSIS



## MITOSIS WITH COLCHICINE





## 1-2-2: L'endopolyploïdisation

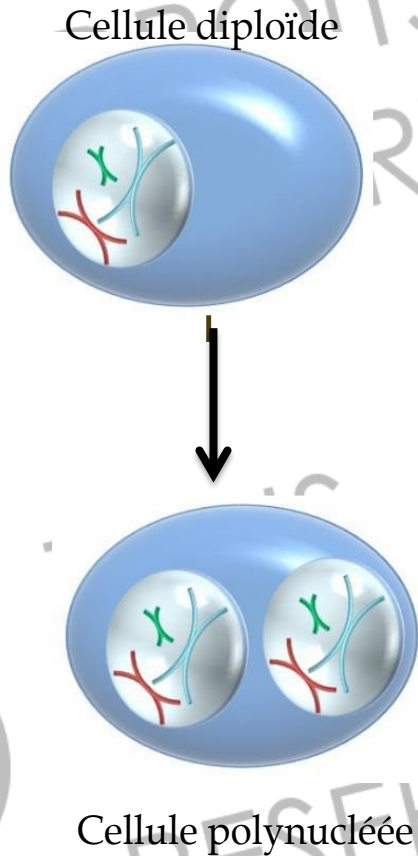
Seules **certaines cellules** d'un organe ou d'un tissu augmentent leur quantité d'ADN.

Concerne 90% des angiospermes!

Il existe différents cas d'endopolyploïdisation:

## 1-2-2-1 Polynucléation

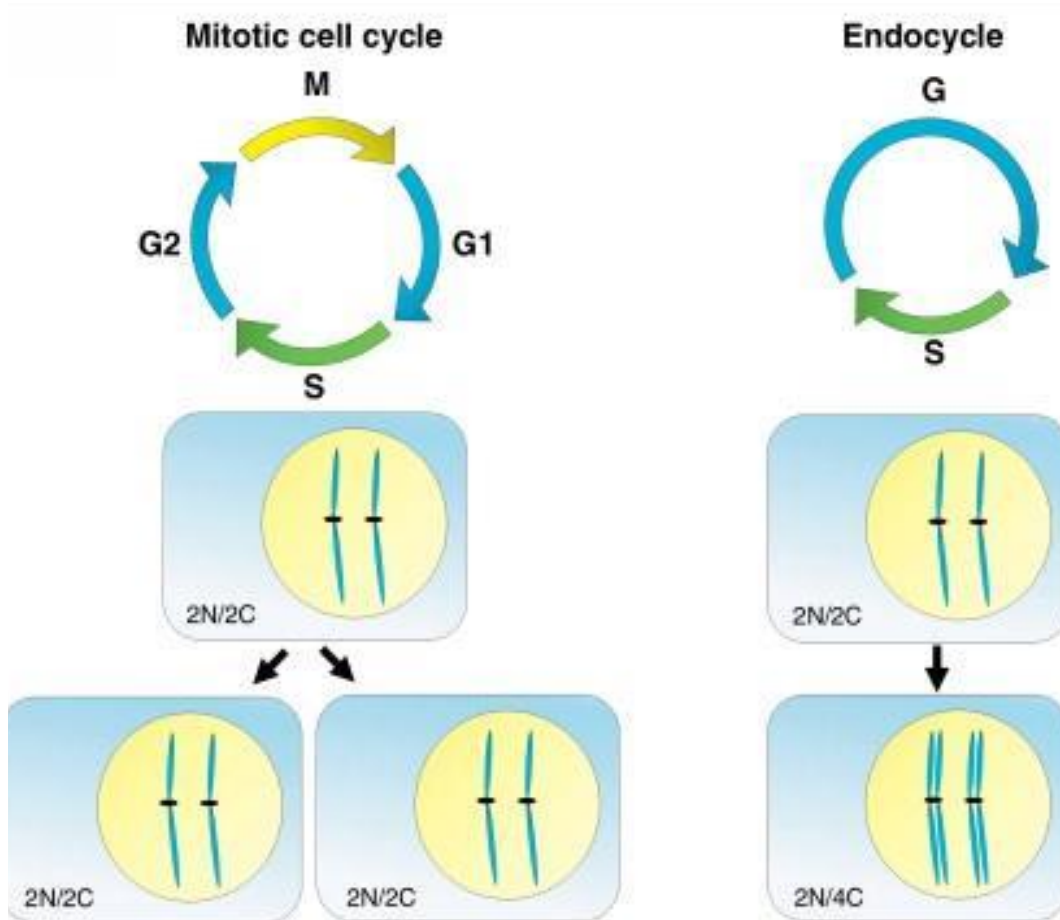
→ Cas de caryocinèse sans cytokinèse



Exemple: Albumen  
coenocytique de la noix ce coco

## 1-2-2-2 Endoréplication (ou endoreduplication)

Phase S mais pas de phase M (endocycle)



DROITS  
RESERVES

TOUS  
DROITS

**2N/2C → 2N/4C**

Observation de  
chromosomes  
**polytènes**

## Corrélation entre Endoréplication et développement

L'endoréplication est indispensable à un développement correct

Ex: mutant d'endoréplication

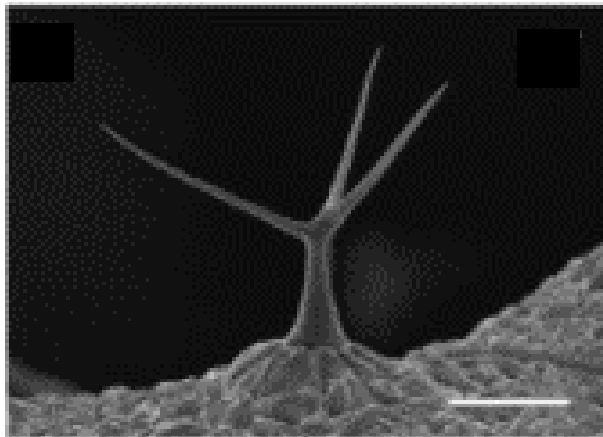
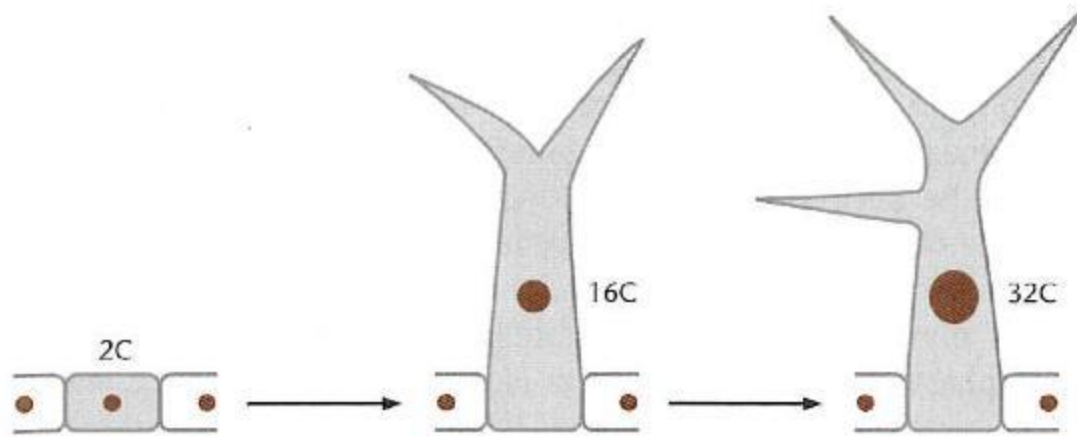


WT Mutant endo- 87



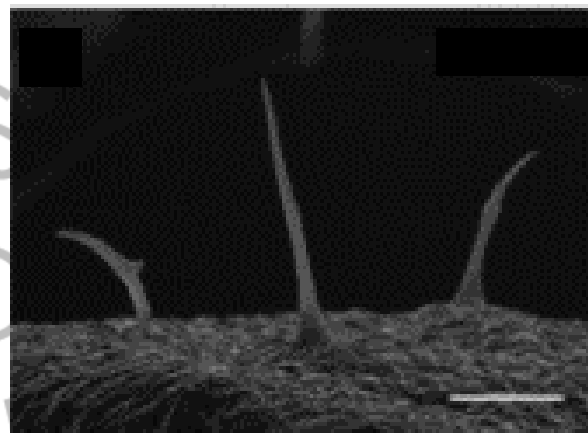
# Corrélation entre la taille des cellules et le contenu en ADN

## Exemple 1: Formation des trichomes

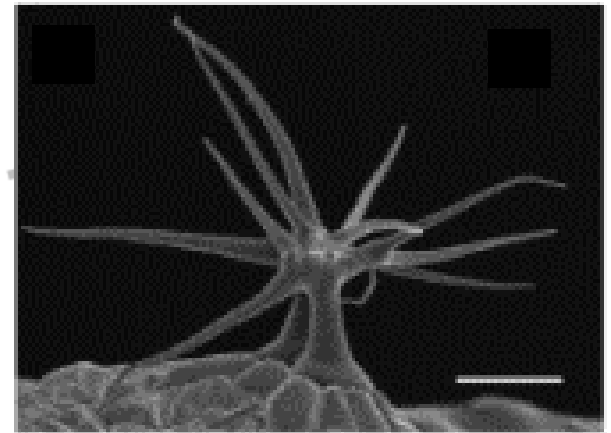


32 C

Trichome normal

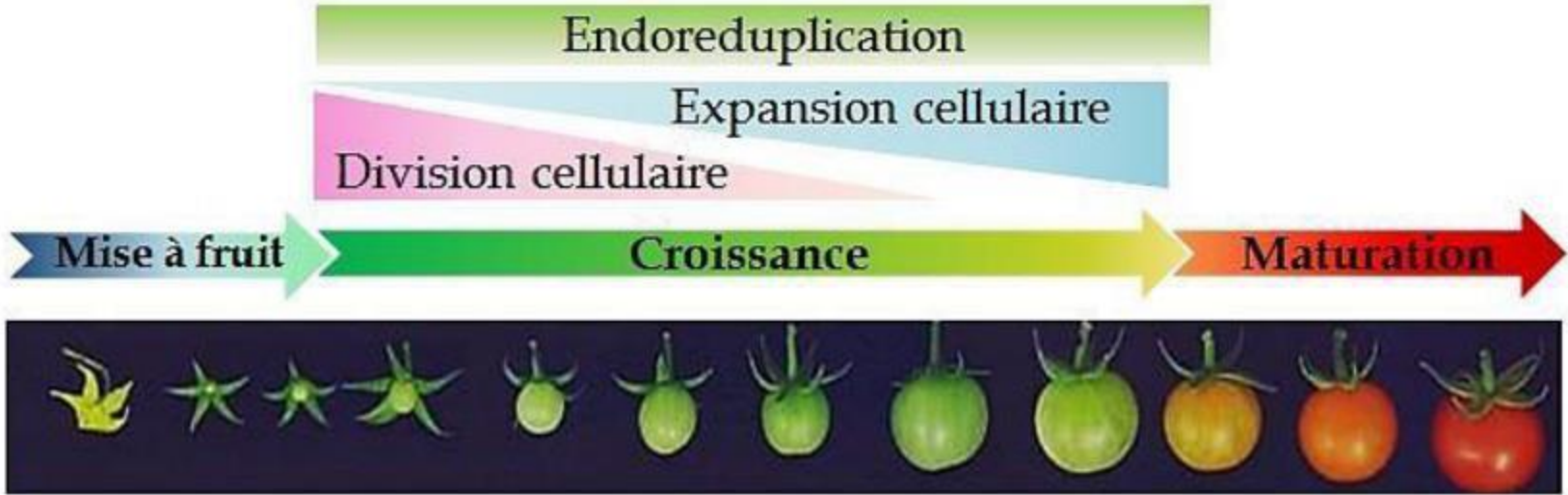


8 C



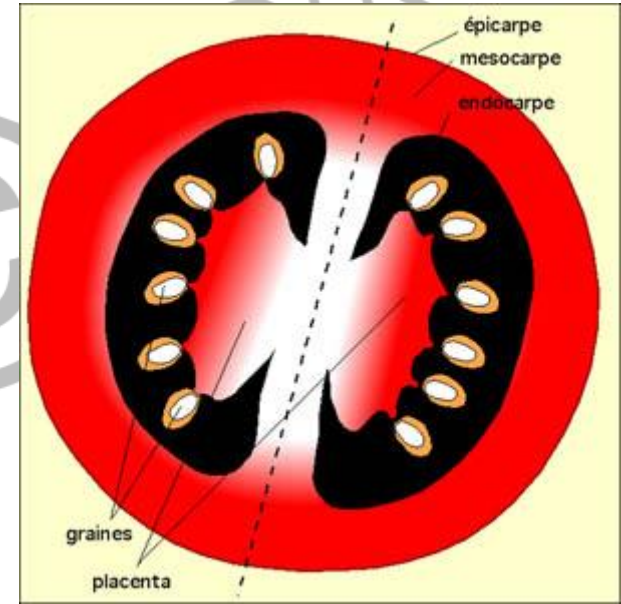
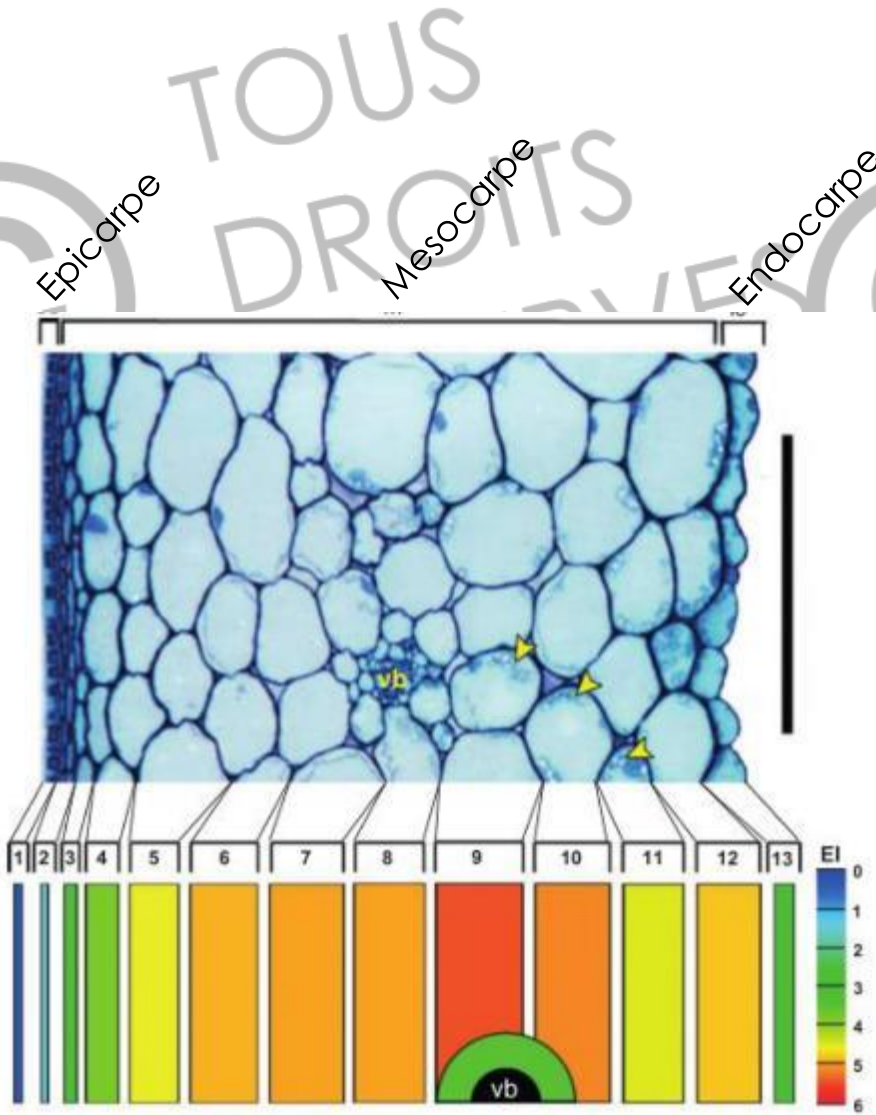
64 C

**Exemple 2:** Développement du fruit de tomate



DROITS  
RESERVES ©

DROITS  
RESERVES

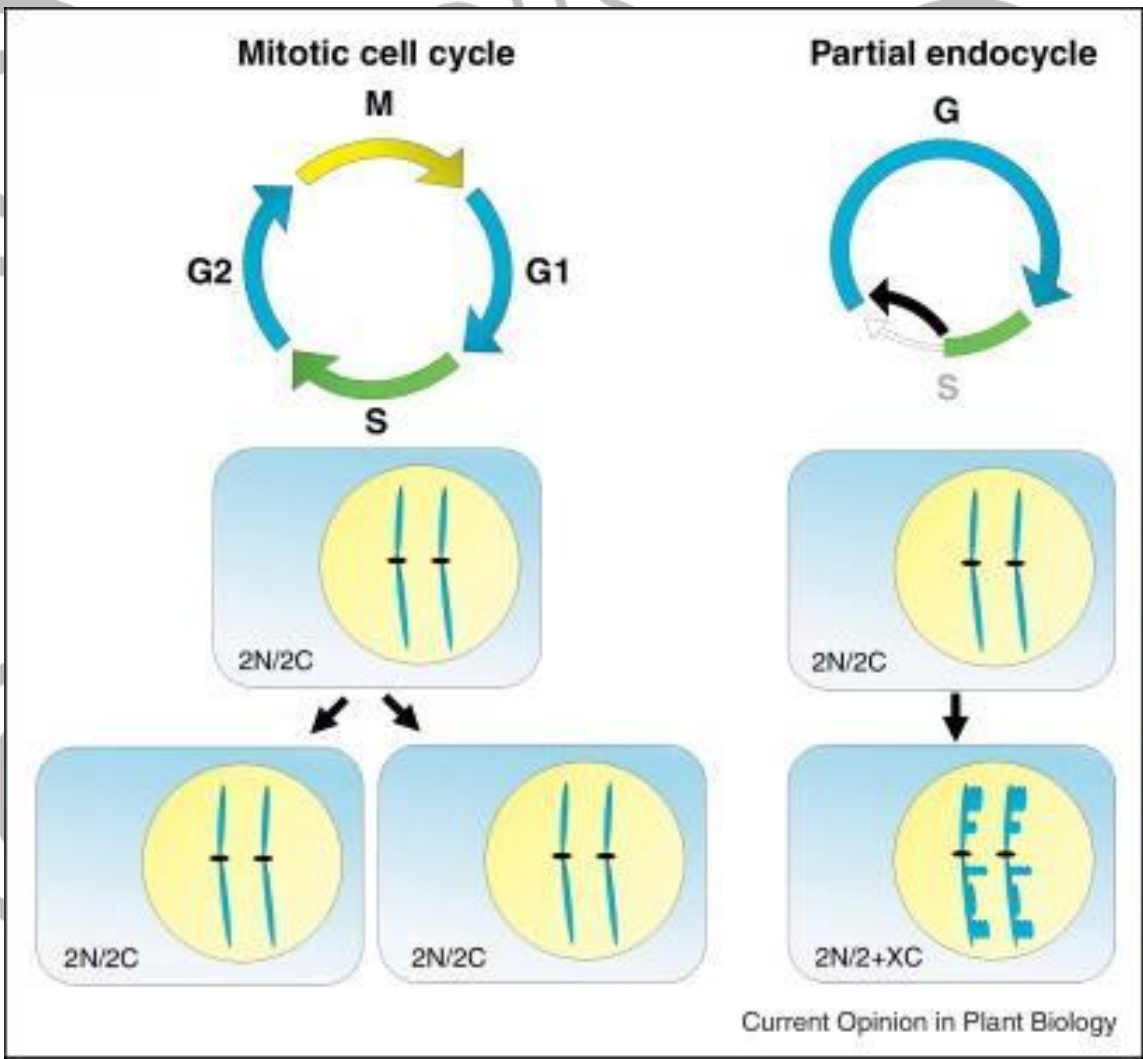


Distribution des index moyens d'endoréplication en fonction des assises.

L'échelle de couleur à droite représente l'index d'endoréplication moyen;

# Cas d'endoréplication partielle:

Pas de phase M. Re-réplication de certaines parties du génome

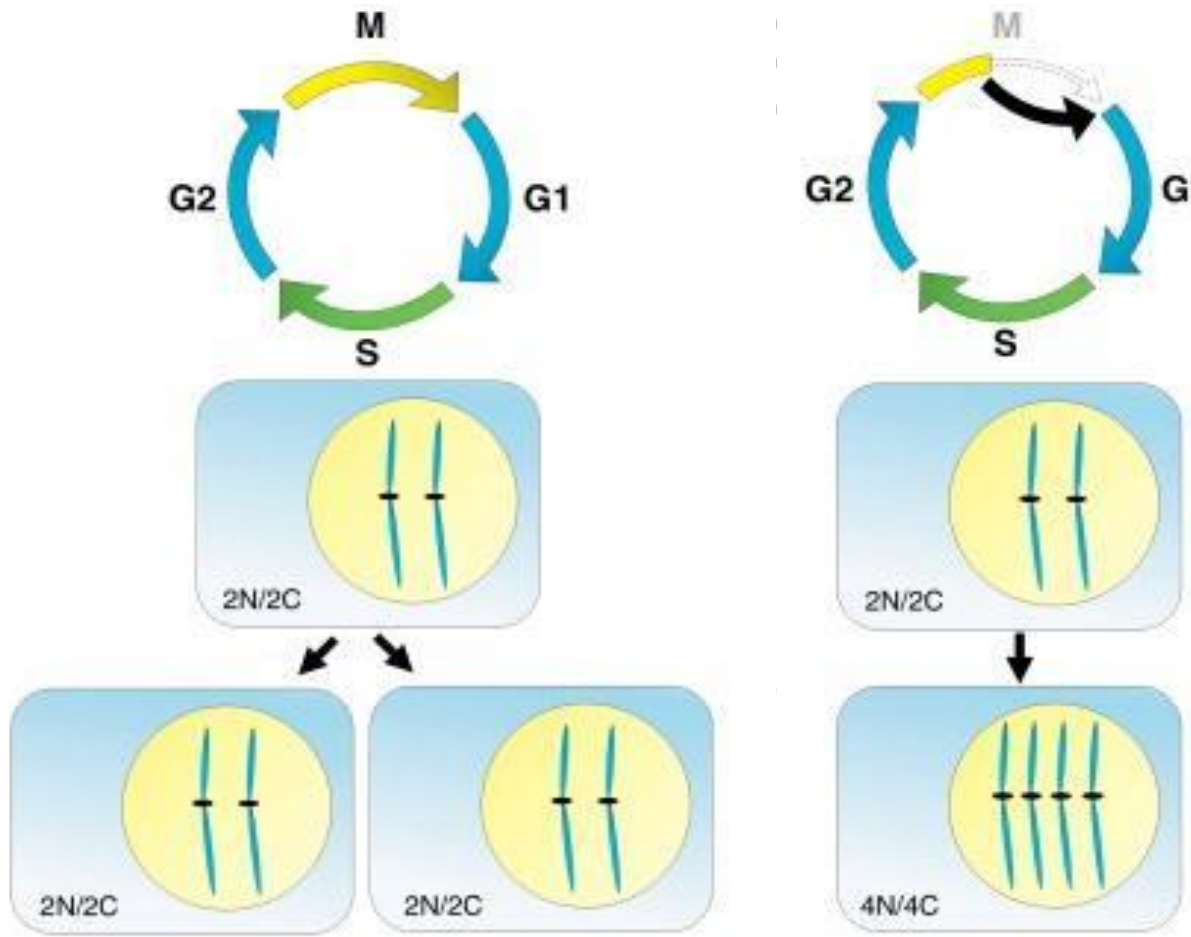


**2N/2C → 2N/2 + XC**



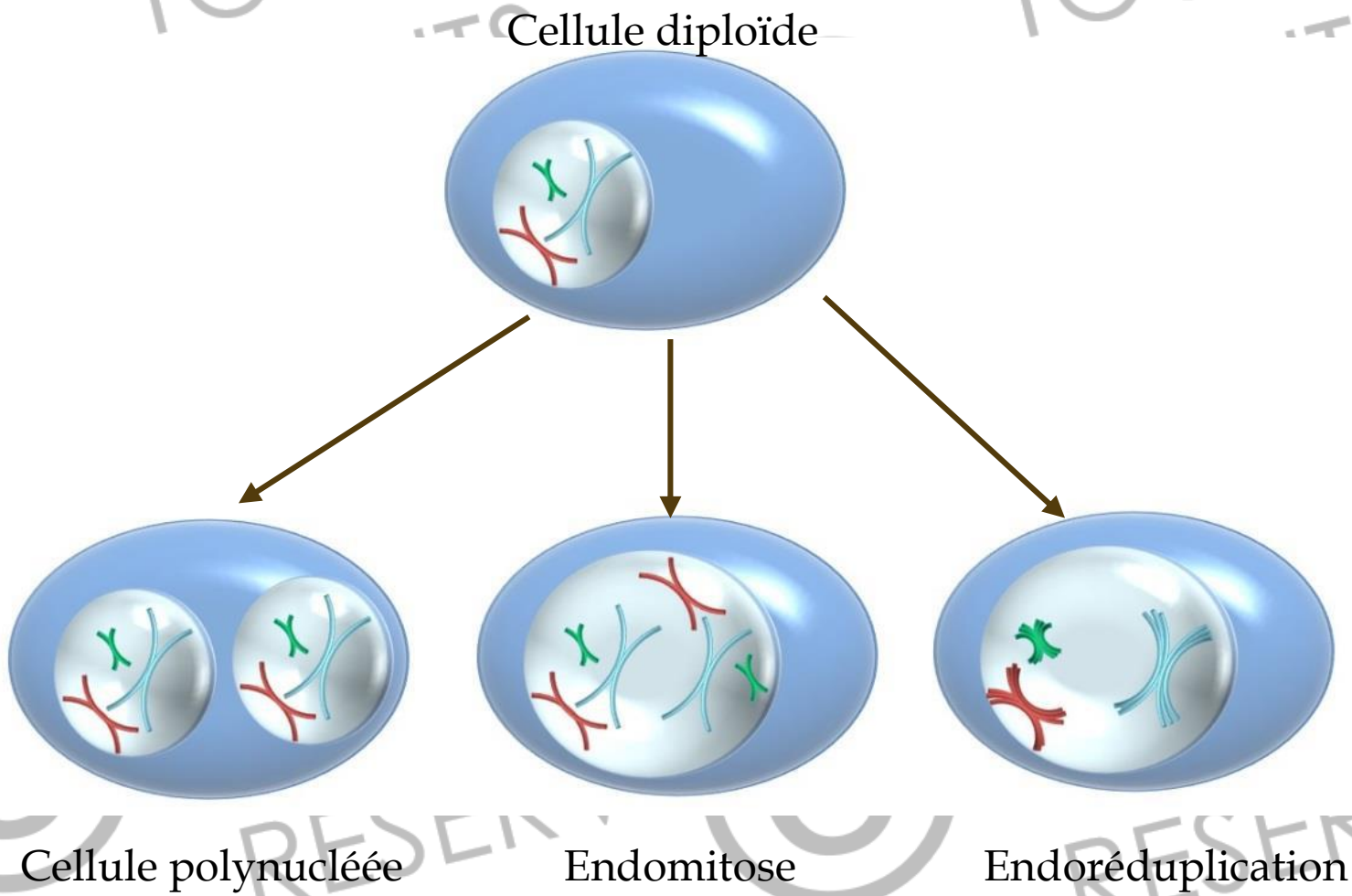
### 1-2-2-3 Endomitose

Phase M partielle. Séparation des chromatides, mais absence de cytokinèse



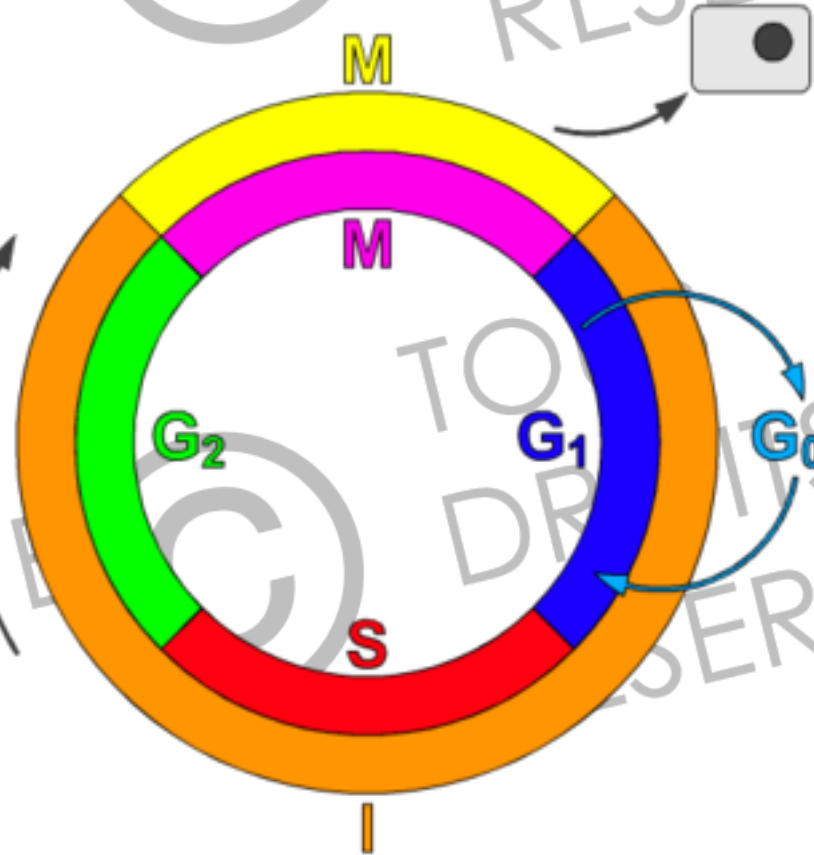
**2N/2C → 4N/4C**

# Bilan : 3 cas d'endopolyploïdisation

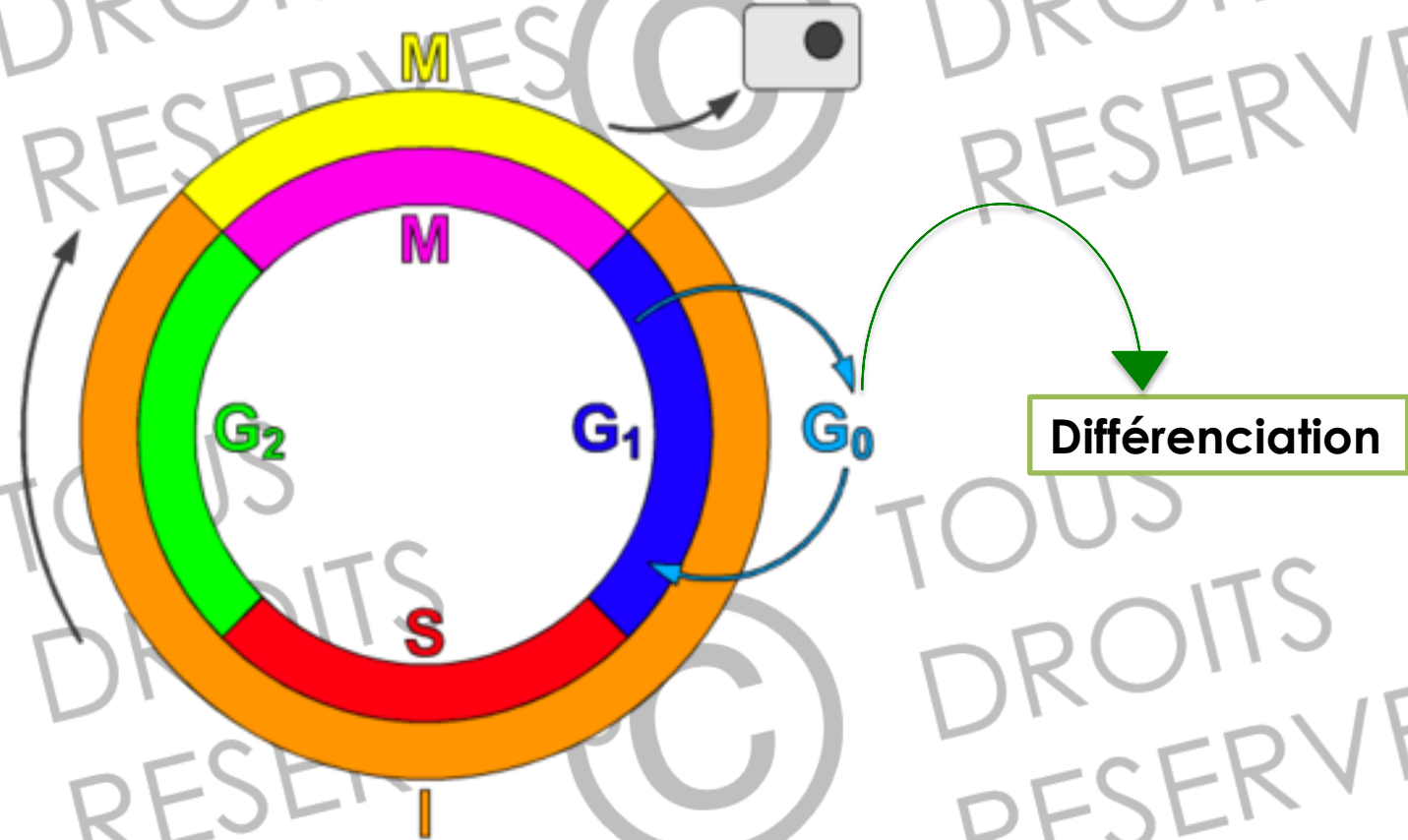


## 1-3 : Quiescence et cellule non cyclante

- La majorité des cellules d'un organisme adulte sont en phase  $G_0$
- Etat de quiescence généralisé en attente de conditions favorables (bourgeons, graines, etc...)



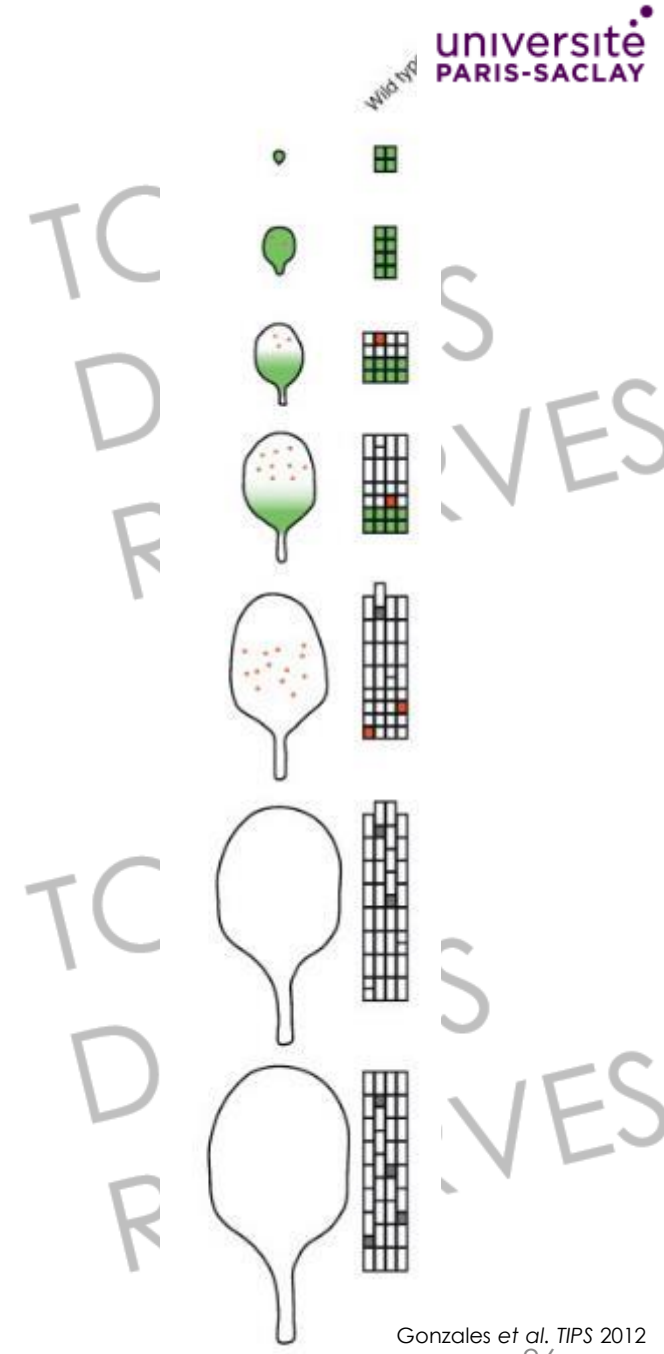
# La Différenciation cellulaire correspond à une sortie du cycle en phase $G_0$



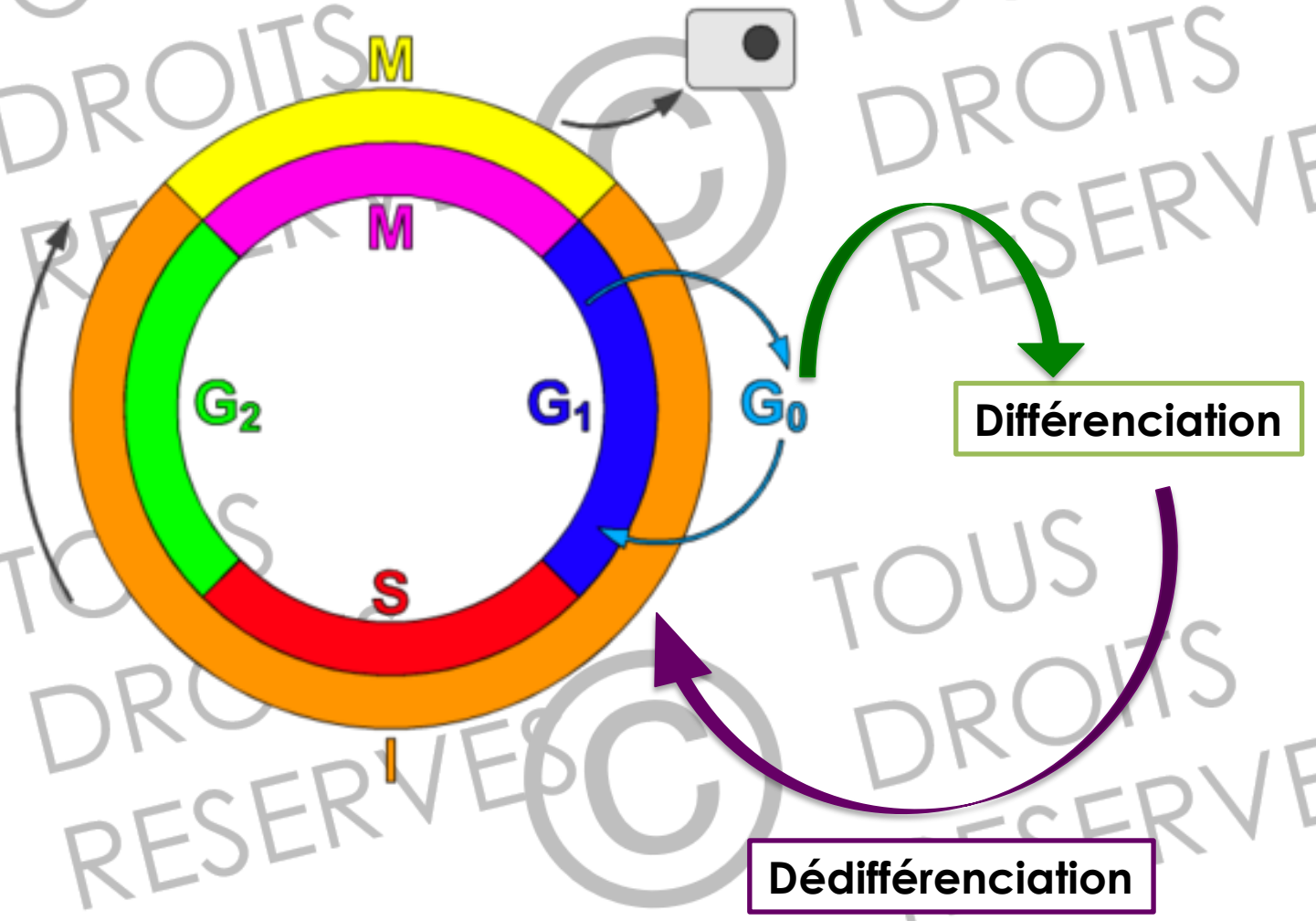
# Contrôle du Cycle cellulaire en fonction du développement

Exemple: profil Division / Elongation cellulaire lors du développement de la feuille chez *A. thaliana*

- Division
- Elongation
- Différentiation des stomates



# Capacité de totipotence des cellules végétales



Cellule  
différenciée A  
(ex: feuille)

Dédifférenciation

Cellule  
indifférenciée

Contrôles hormonaux

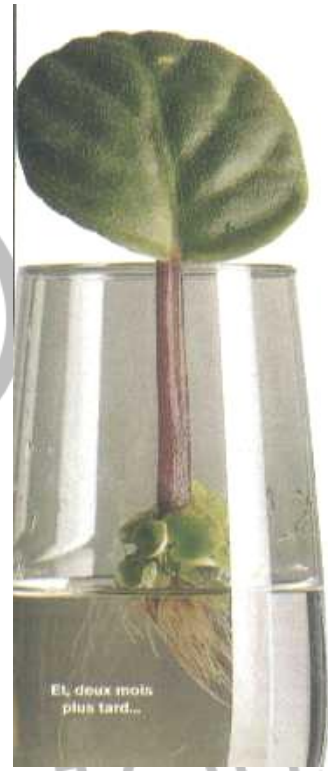
Cellule  
différenciée B

Chez les plantes, la **totipotence** peut se définir comme la propriété qu'ont **certaines cellules** de pouvoir régénérer un individu lorsqu'elles sont placées dans des conditions appropriées, en passant éventuellement par une étape de dédifférenciation

# Exemple : bouturage du Saint Paulia



2 mois plus  
tard



Dédifférenciation  
cellule de tige



Etat indifférencié

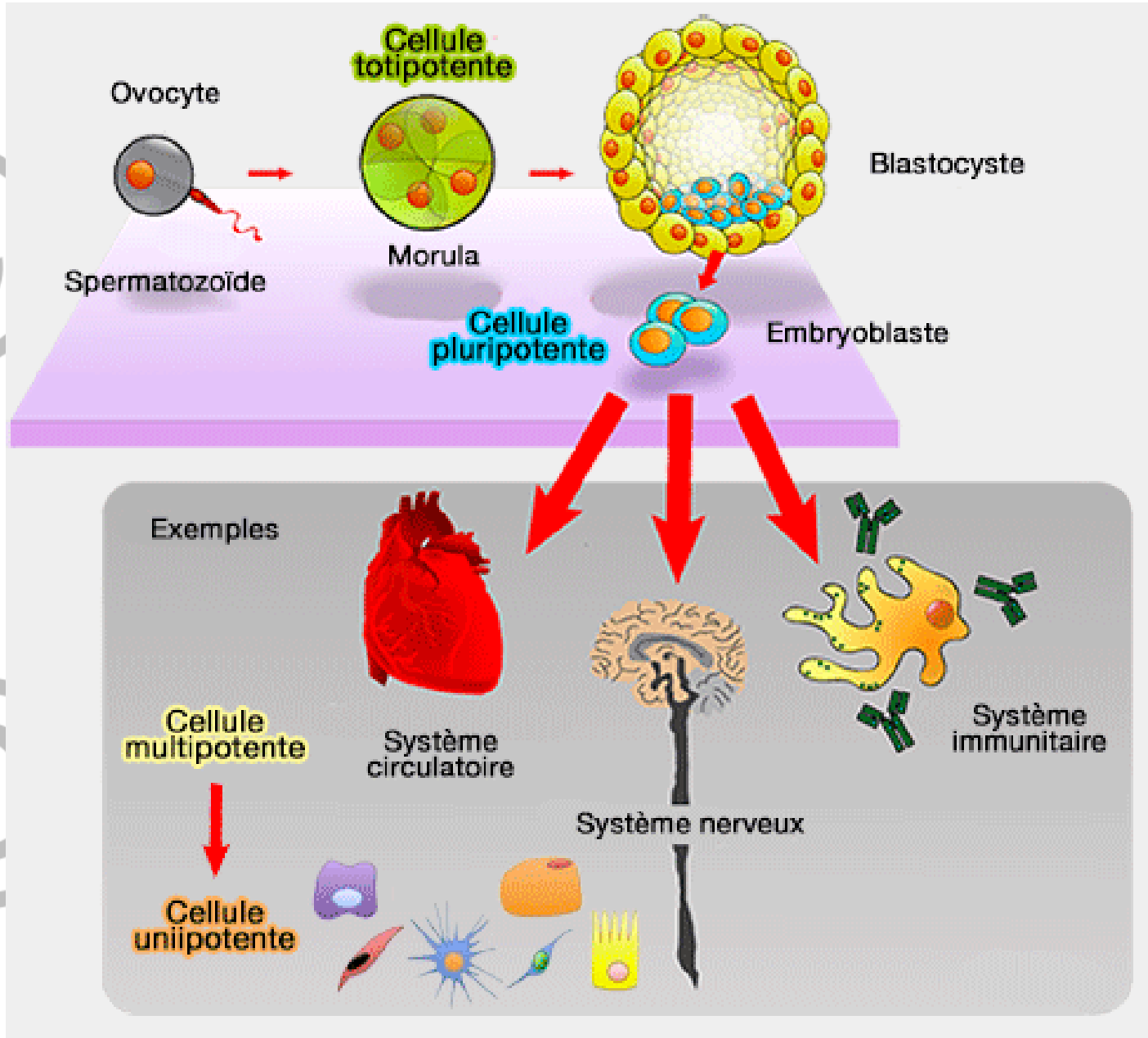


Redifférenciation  
cellule de racine

La totipotence est à la base de la **multiplication végétative** non-sexuée = CLONAGE



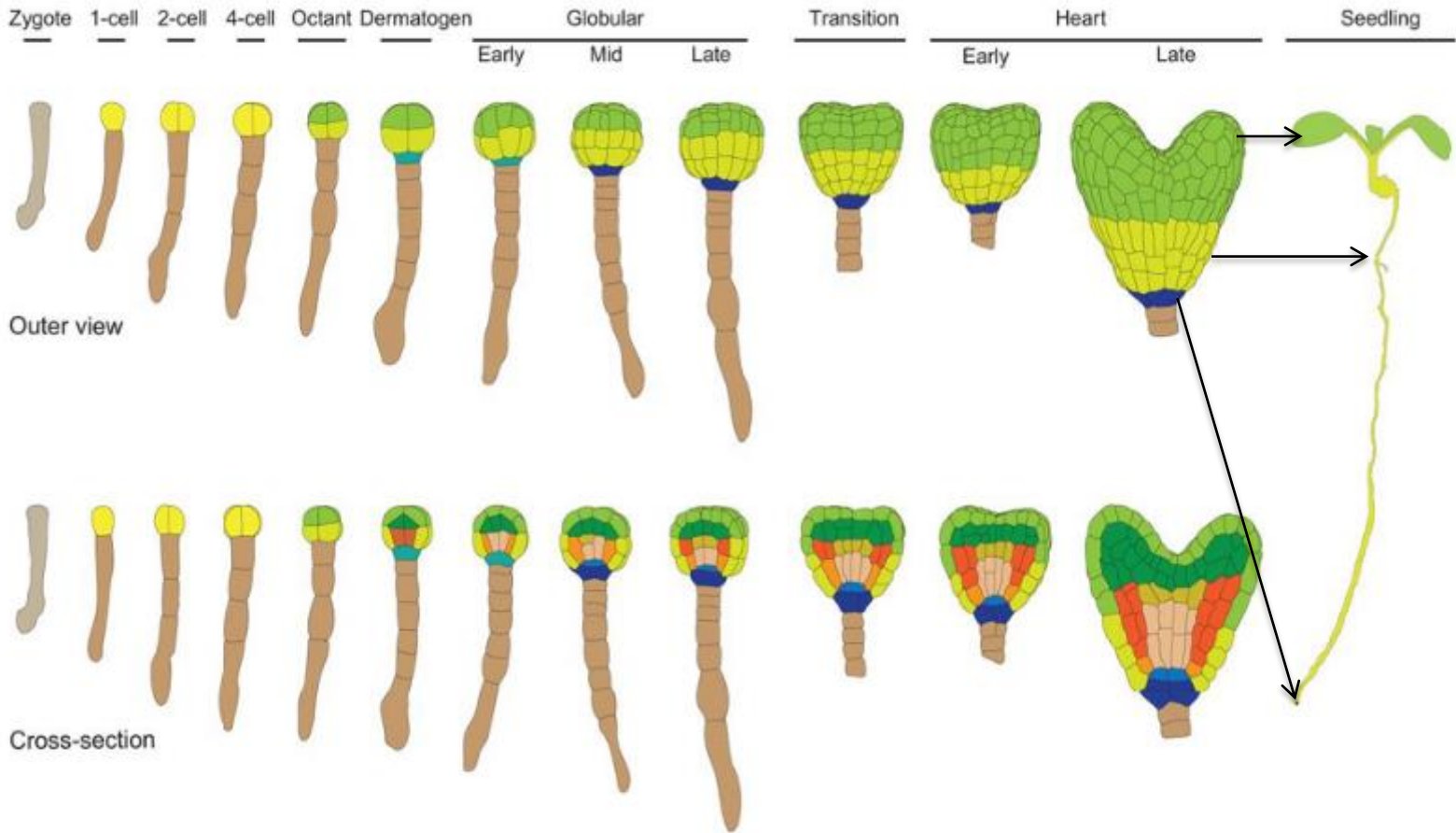
# DEFINITIONS CHEZ LES ANIMAUX



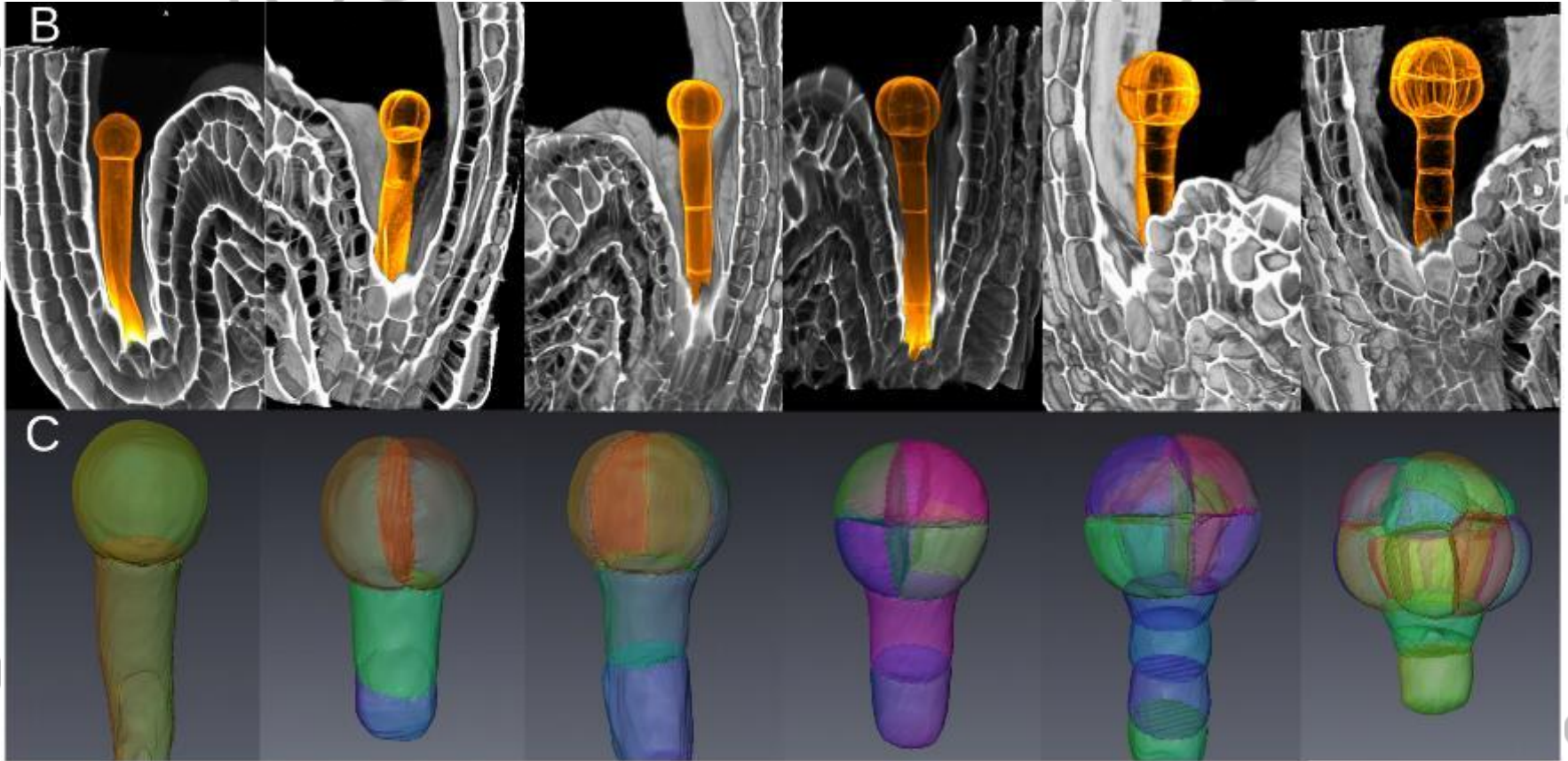
# 2 – Identité et différenciation cellulaire

## Notion de Lignage et d'identité cellulaire

Développement embryonnaire stéréotypé chez certaines espèces (ex: *Arabidopsis thaliana*)

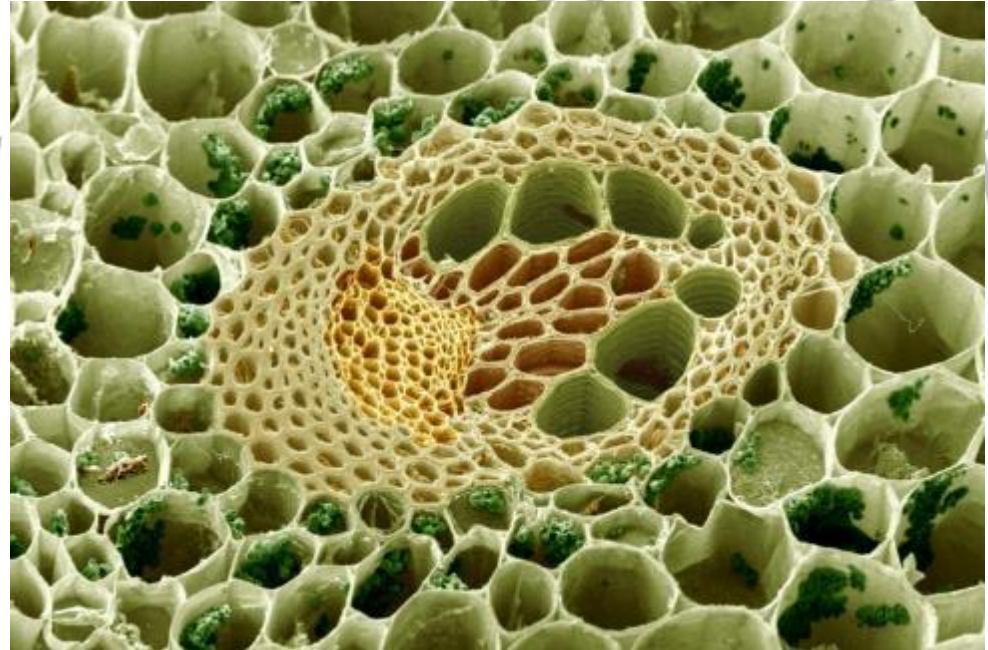


Key					
Extra-embryonic	Embryonic	Upper tier	Lower tier	Inner	Vascular tissue
Protoderm	Hypophysis	QC	Ground tissue	Columella	



## Cas particulier des cellules végétales

En raison de l'existence de la paroi, il n'existe pas de migration cellulaire chez les plantes: **les cellules se divisent et se différencient sur place!**



Exemple: tissu vasculaire (Power and Syred/Science Photo Library/Getty Images)

La construction en 3D d'un organe est donc établie par le contrôle très précis de **l'orientation des mitose et l'identité des cellules filles**

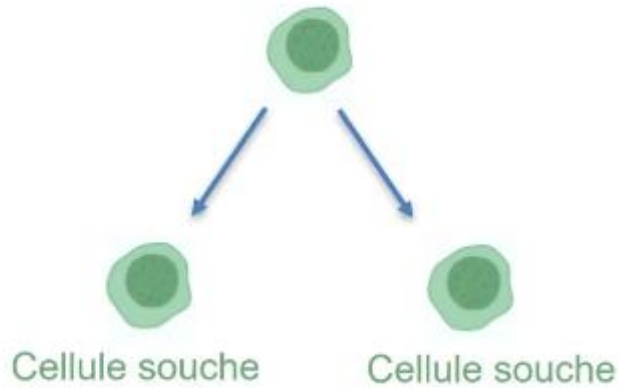
## On distingue deux types de divisions cellulaires:

- Divisions **symétriques** (cellules filles identiques entre elles)
- Divisions **asymétriques** (cellules filles différentes entre elles)

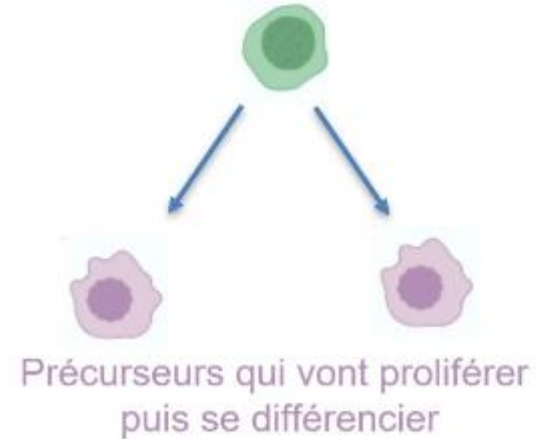
## 2 -1 Divisions Symétriques

→ Cas des cellules souches

### Division symétrique



⇒ Expansion de la population de cellules souches

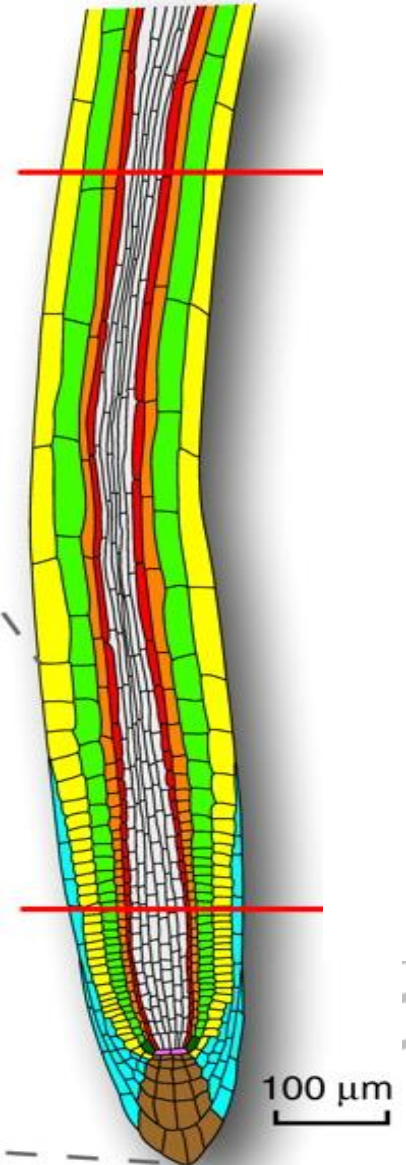


⇒ Epuisement de la population de cellules souches

→ Divisions **prolifératives** qui ne permettent pas de différencier de nouveaux tissus ou organes

Exemple: Développement racinaire

**Divisions symétriques** →

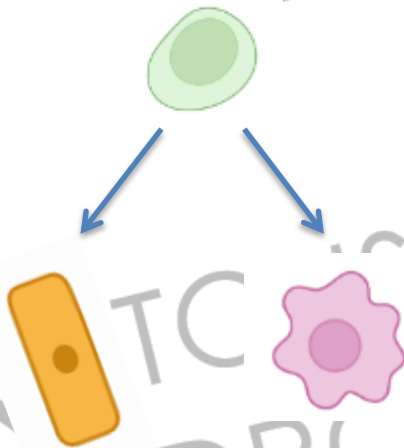


## 2-2: Divisions asymétriques

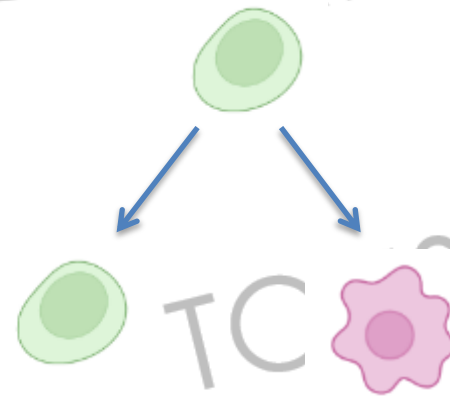
→ Divisions **formative**

Bases de la différenciation cellulaire. 2 cas:

**Changement d'identité cellulaire**



**Maintien des cellules souches**



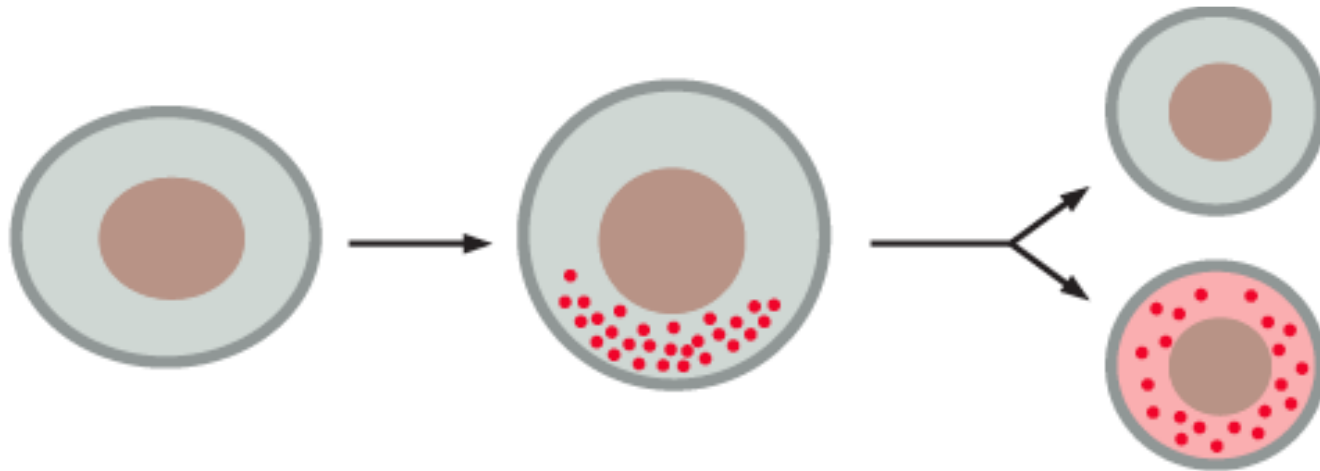
Question fondamentale en biologie du développement:

**→ Comment créer deux cellules sœurs différentes?**



La différenciation cellulaire peut impliquer deux processus différents:

### 2-2-1 – Ségrégation de déterminant cytoplasmiques



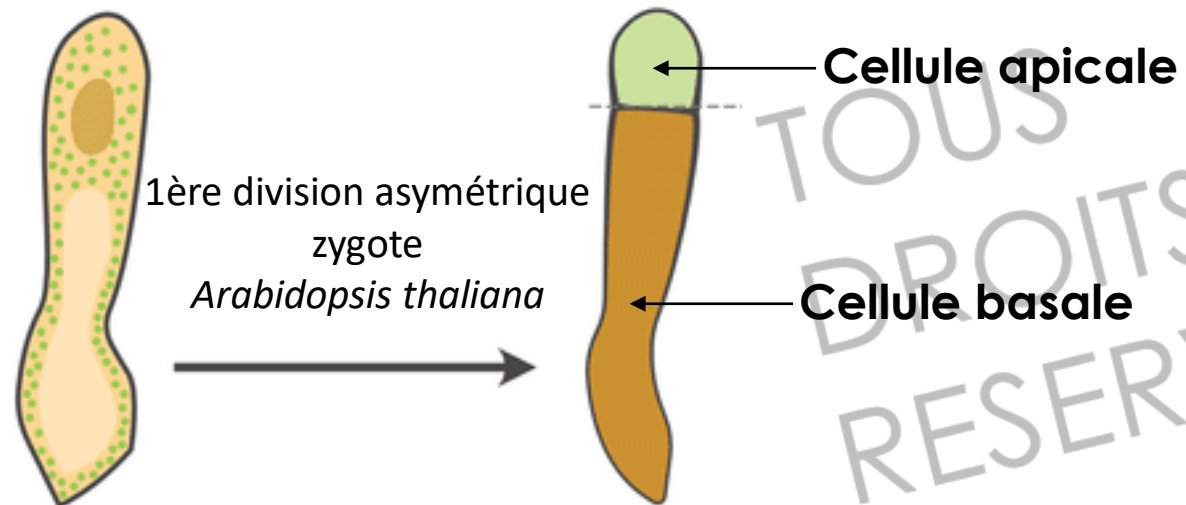
#### → Rupture de la symétrie:

Etablissement d'une asymétrie intracellulaire avant la mitose

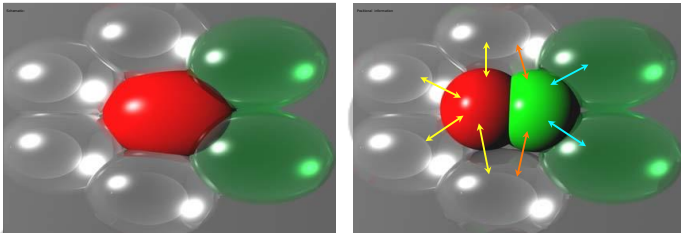
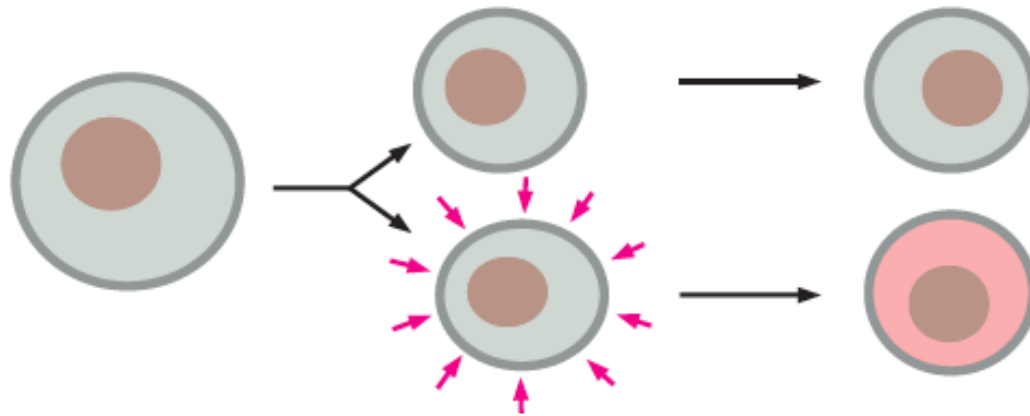
## Ségrégation de déterminants cytoplasmiques

### Différents mécanismes:

- Localisation polarisée de protéines ou d'ARN
- Etablissement d'un gradient intracellulaire (auxine, calcium, etc...)
- Mouvement de molécule d'une cellule à l'autre (Facteur de transcription)
- Accumulation du cytoplasme à un pôle (exemple zygote)



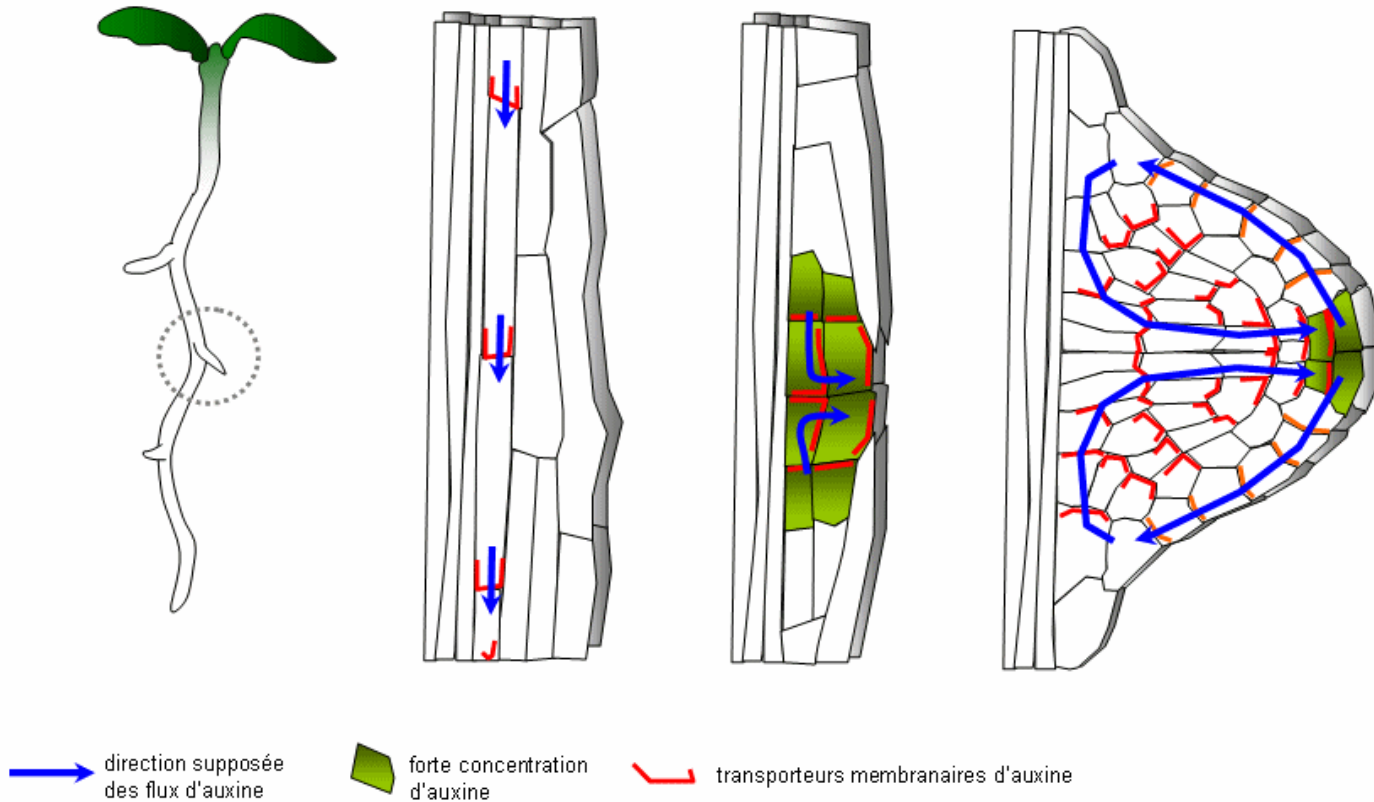
## 2-2-2 – Différenciation par des effets de position



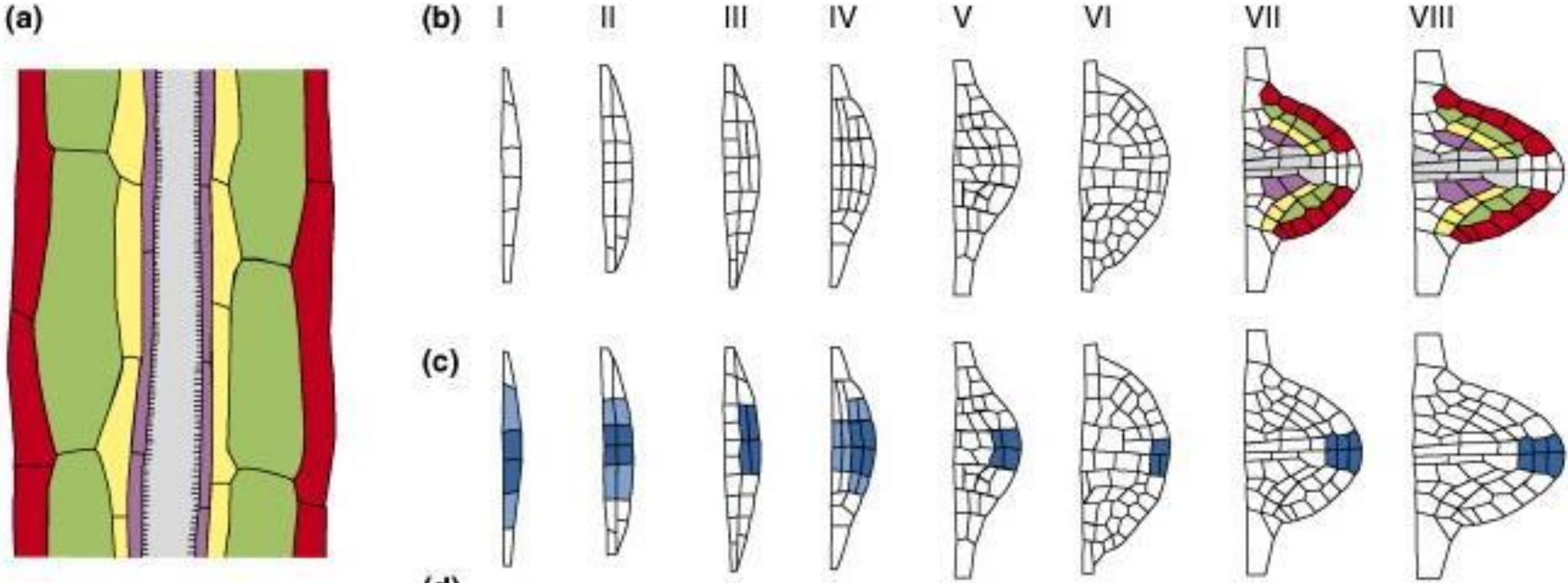
- Pas de migration cellulaire chez les plantes
- Importance de l'emplacement des cellules filles

## Exemple: effets de positions lié à des signaux hormonaux

→ Formation de racines secondaires à partir du péricycle marquée par une accumulation d'auxine (hormone végétale qui a un rôle de signalisation)



Le changement d'identité cellulaire est associé à un maximum d'auxine

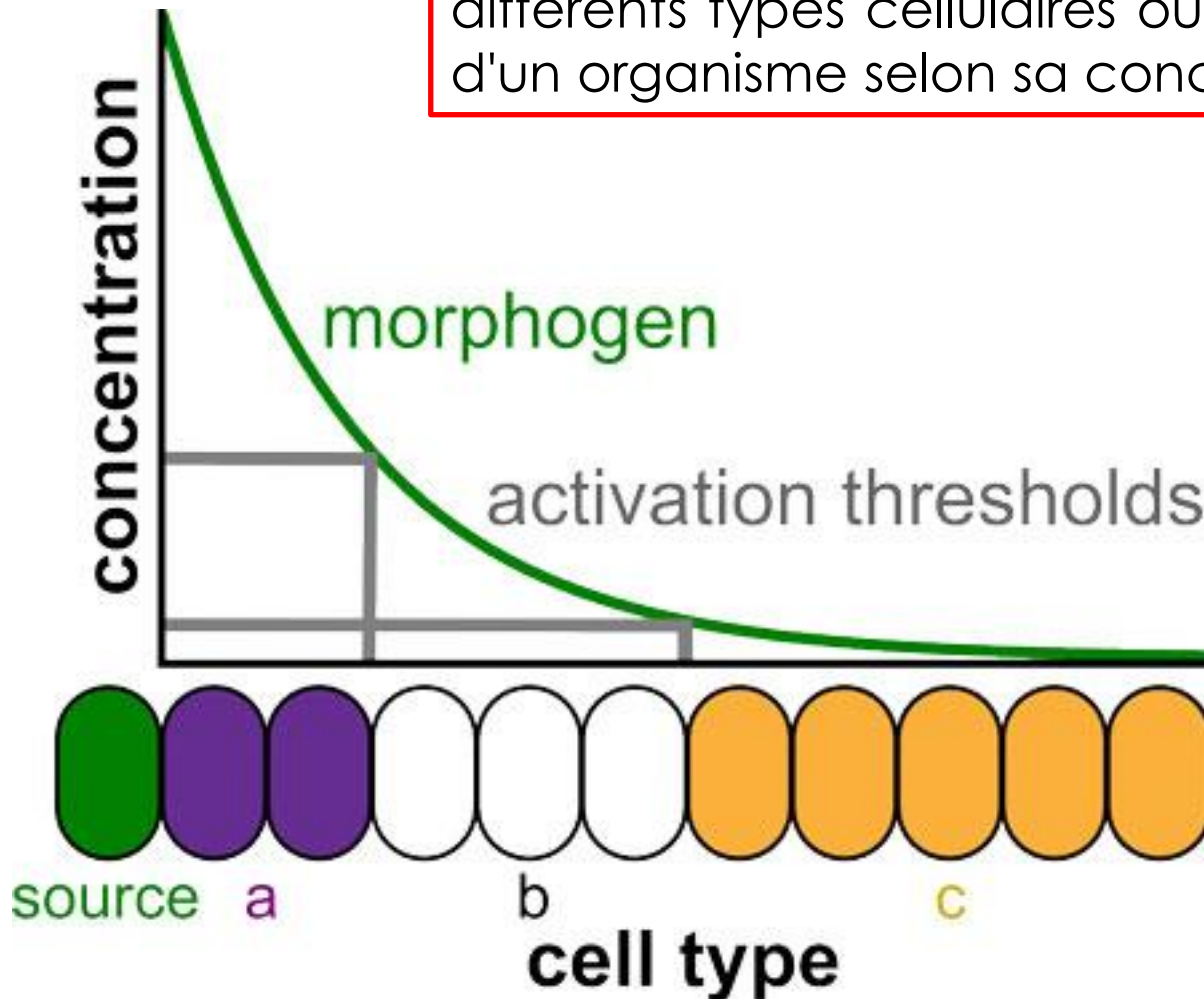


**Key:**

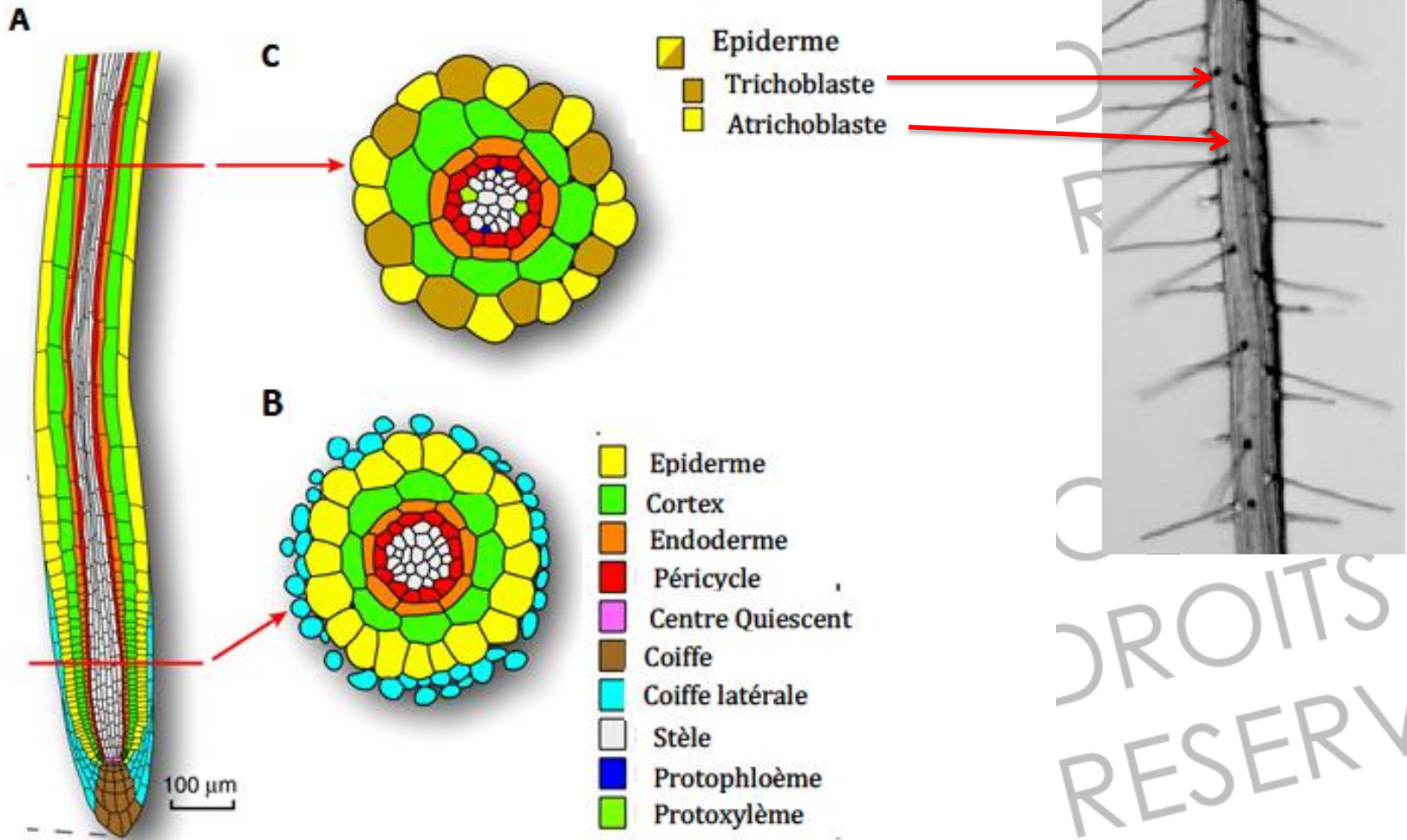
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: red; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Epidermis	<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: purple; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Pericycle
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: green; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Cortex	<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: grey; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Stele
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: yellow; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Endodermis	<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: blue; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Auxin maximum

# L'auxine: un morphogène végétal

Un **morphogène** est une molécule qui spécifie différents types cellulaires ou différentes régions d'un organisme selon sa concentration.



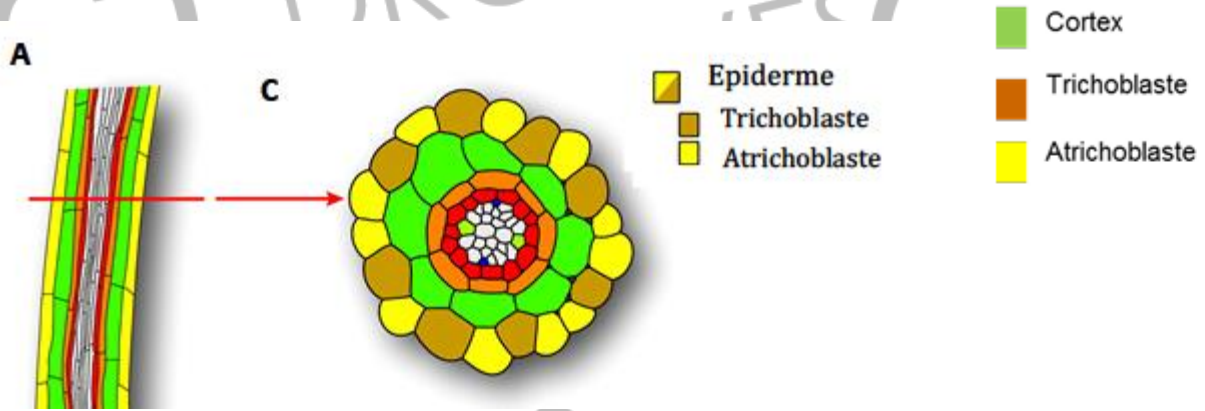
# Effet de position et différentiation des poils racinaires



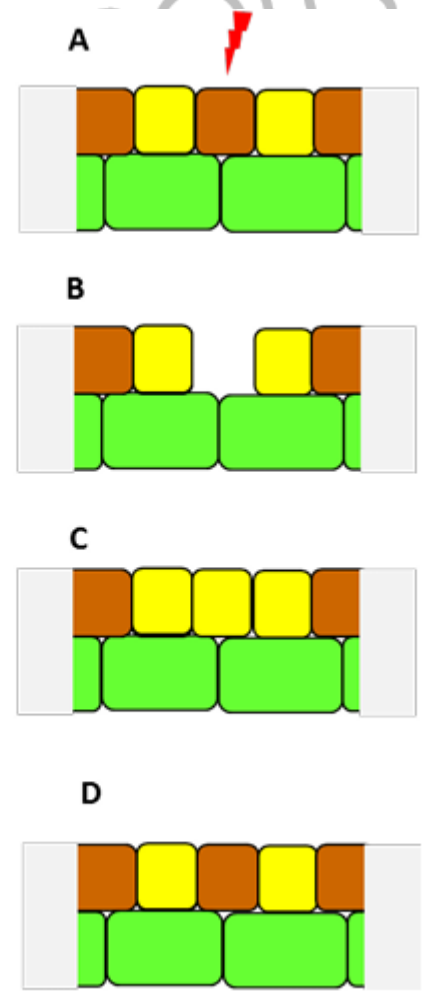
# → Différenciation des poils racinaires

## Un moyen d'analyse: l'ablation cellulaire

Exemple de la formation des poils racinaires

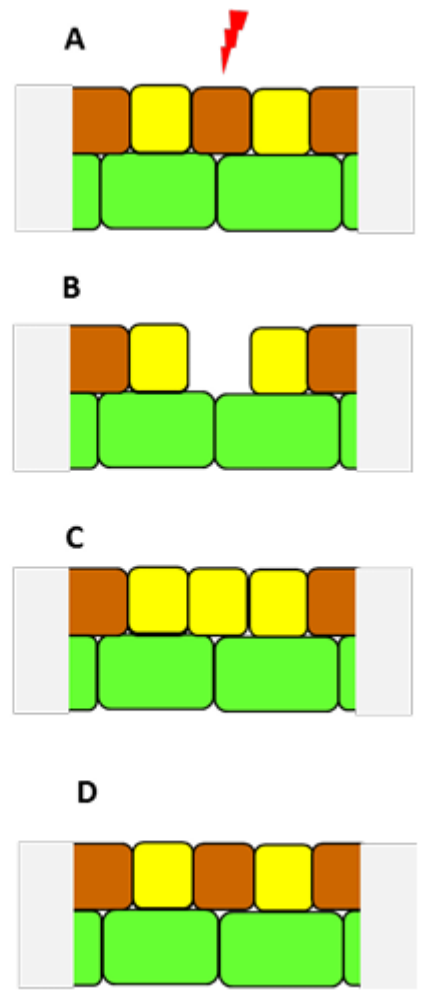


Informations positionnelles venant de fissus adjacents ou de cellules voisines

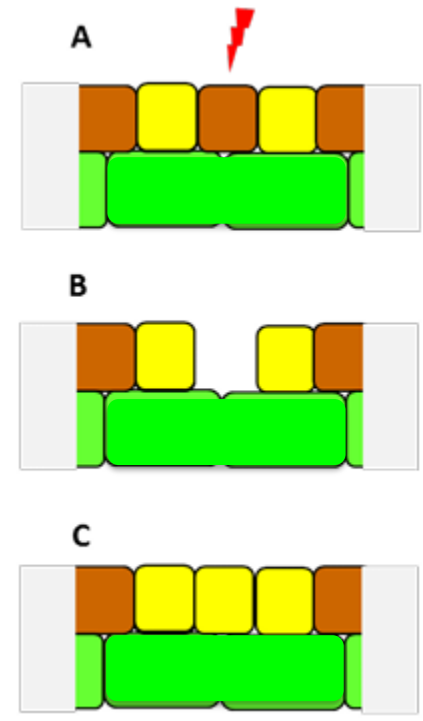




- Cortex
- Trichoblaste
- Atrichoblaste



- Cortex
- Trichoblaste
- Atrichoblaste



Informations positionnelles venant de tissus  
adjacents ou de cellules voisines

**Conclusion:** l'identité des cellules peut se modifier en fonction de leur emplacement

**Des particularités liées:**

- A une nécessité d'adaptation à l'environnement
- A un développement post-embryonnaire