

Candidatures en Master

Journée Poursuite
d'études

7 février 2025

Présentation Masters
domaines Biologie et Santé
14h30 à 15h00 Amphi H2

+ JPO 8 février 2025

université
PARIS-SACLAY

Portail national unique
« [Mon Master](#) »

Période de
candidature nationale:
**Du 25 février au 24 mars
2025**

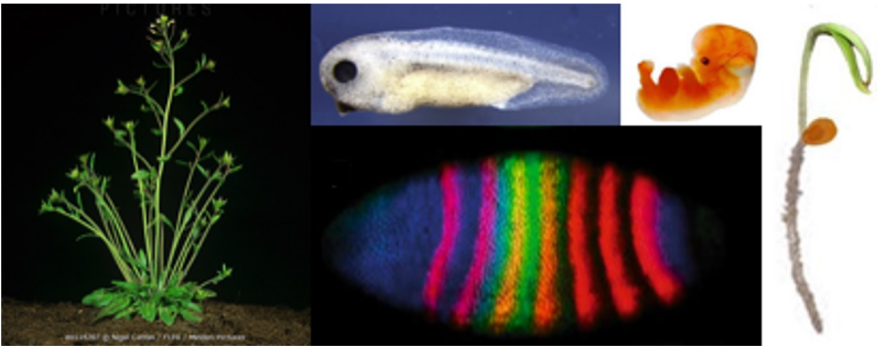
Infos pratiques:
site web Paris-
Saclay

=>

Formation/Master



BIOLOGIE DU DEVELOPPEMENT ANIMAL ET VEGETAL



Marianne Delarue
Patrick Pla
Laurent Théodore
Céline Charon

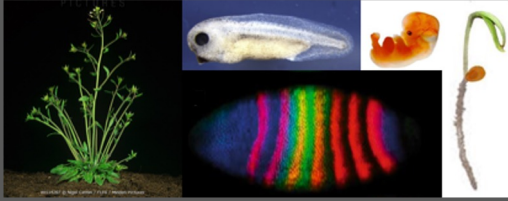
L3 parcours Biologie-Santé
2022

université
PARIS-SACLAY

Génétique du développement et de la différenciation

Signalisation et morphogenèse

Infos pratiques sur [e-campus](#)



COURS L3

BIOLOGIE DU
DEVELOPPEMENT
ANIMAL ET
VEGETAL

Introduction

Notions de base et vocabulaire

- développement
- développement direct, indirect, embryon, croissance
- différenciation, détermination, morphogenèse
- déterminisme génétique, environnement
- stéréotype, programmes de développement
- gènes de développement, signalisation

=> Consultez le Glossaire sur e-campus

COURS L3

BIOLOGIE DU
DEVELOPPEMENT
ANIMAL ET
VEGETAL

Introduction

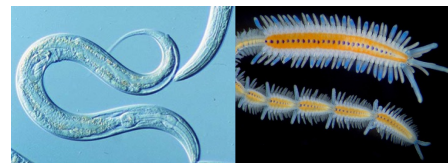
Organismes Modèles

- *Xenopus laevis*
- (+ *X. tropicalis*)

- *Drosophila melanogaster*

- *Arabidopsis thaliana*

- *Caenorhabditis elegans*
- Annélides
- Et bien d'autres!



Développement des métazoaires: Les changements de forme sont gouvernés par des mouvements:
=> à voir absolument en 4D !

***D. melanogaster* (Diptère)**

- Observation directe (contraste de phase)
https://figshare.com/articles/Drosophila_melanogaster_e mbryogenesis/882897



- Marquage nucléaire
<https://youtu.be/FChS4KU5jDM>
- Gastrulation
<https://youtu.be/MefTPoeVQ3w>
- Premières divisions
<https://youtu.be/sBcbXzamai4>
(tableau)

Tous les détails!

<http://flybase.org/imagebrowse/>

Nobel Price Eric Wieschaus commenting early development

<https://youtu.be/ymRYxFYLsZ4>

Xénope (*Xenopus laevis*, Lissamphibien)

- Observation directe (loupe)
https://youtu.be/ljyemX7C_8U
- Schématisation des premières divisions

- Gastrulation
<https://youtu.be/TmEoaKWoxTY>



Tous les détails!

<https://www.xenbase.org/anatomy/static/movies.jsp>

***C. elegans* (Nématode)**

- Observation directe (contraste de phase)
<https://youtu.be/M2ApXHhYbaw>
- Schématisation des premières divisions
<https://youtu.be/f9gioAa1Y4Q>



Tous les détails!

<http://labs.bio.unc.edu/Goldstein/movies.html>

Développement des métazoaires: Les changements de forme sont gouvernés par des mouvements:
=> à voir absolument en 4D !

***D. melanogaster* (Diptère)**

- Observation directe (contraste de phase)
https://figshare.com/articles/Drosophila_melanogaster_embryogenesis/882897

- Marquage nucléaire
<https://youtu.be/FChS4KU5jDM>

- Gastrulation
<https://youtu.be/MefTPoeVQ3w>

- Premières divisions
<https://youtu.be/sBcbXzamai4>

Tous les détails!

<http://flybase.org/imagebrowse/>

Nobel Price Eric Wieschaus commenting early development

<https://youtu.be/ymRYxFYLSZ4>



Xénope (*Xenopus laevis*, Lissamphibien)

- Observation directe (loupe)
https://youtu.be/ljyemX7C_8U
- Schématisation des premières divisions

- Gastrulation
<https://youtu.be/TmEoaKWoxTY>

Tous les détails!

<https://www.xenbase.org/anatomy/static/movies.jsp>



← **Autoformation:
à consulter avant le
prochain cours !**

Problématiques communes au développement animal et végétal

Comparaison des modalités de développement chez les plantes et les métazoaires

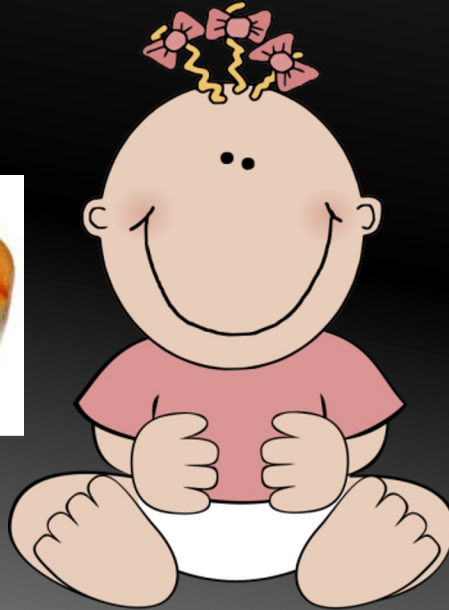
- Organismes multicellulaires
- Axes de polarité
- Morphogenèse
- Spécialisation cellulaire: différenciation
- Organogenèse (4D)



Fig. 1. Examples of multicellular macro-eukaryotes, namely animals and land plants. From left to right: a lion (© 2004 Tambako The Jaguar); a brown seaweed, *Fucus* (© Patrick Keeling); a fern fiddlehead (*Sadleria cyatheoides*, © 2004 Eric Schuettpeitz); a seastar (*Ophioderma rubicundum*) resting on a coral (© 1998 M. Benjamin Cowan, Ocean Images); a bee pollinating a flower (© Patrick Keeling); a green vine snake (*Ahaetulla nasuta*, © 2006 Jayanth Sharma). By the way, one of these pictures is actually not really an animal or plant, can you guess which one? [Click here to find out.](#)

Les plantes comme les animaux sont formés à partir d'une cellule unique, le zygote

Zygote

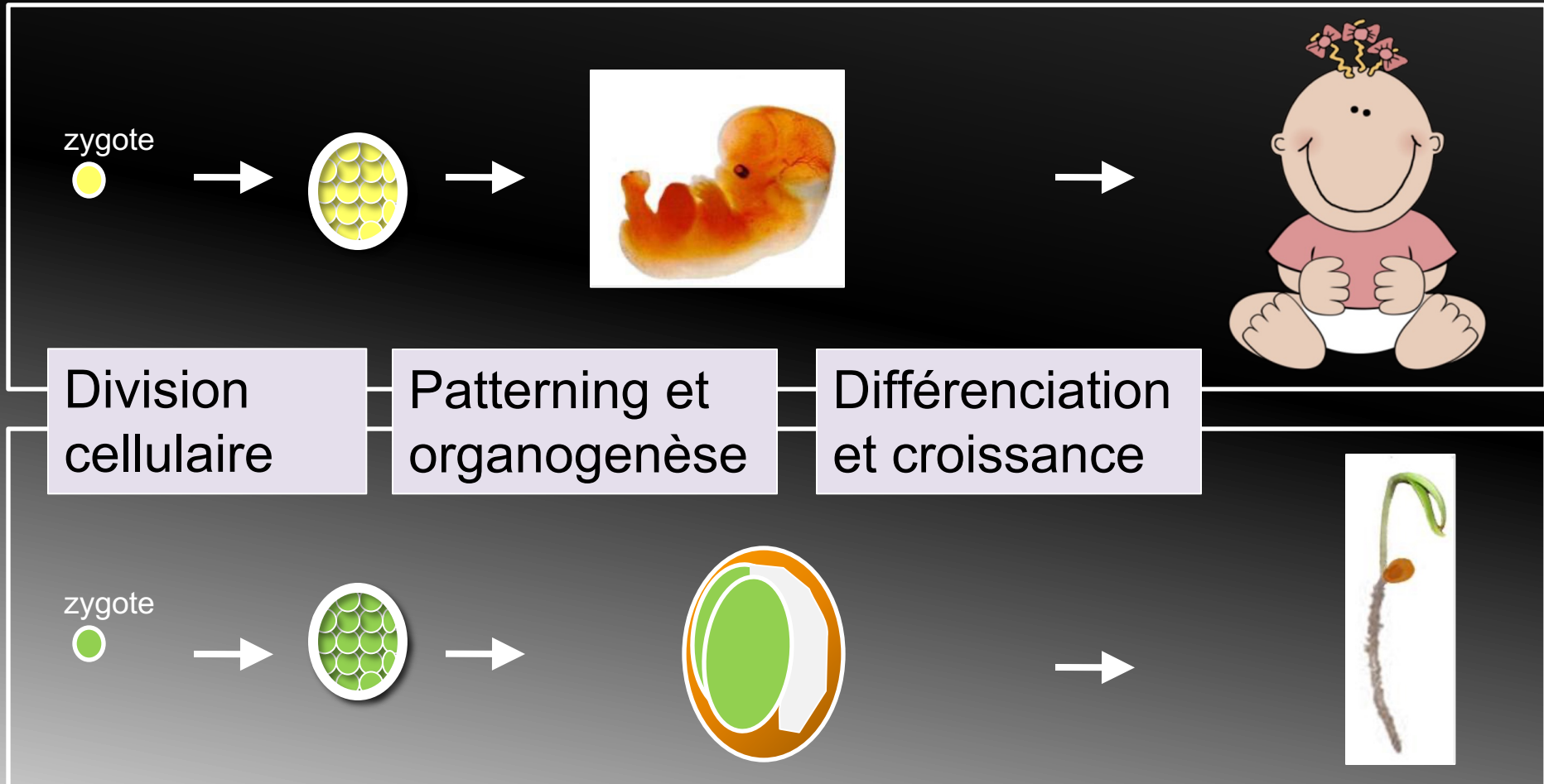


Développement
embryonnaire



Développement
embryonnaire

Des processus communs sont nécessaires pour passer du zygote à l'embryon



Développement

embryonnaire



Fin d'embryogenèse

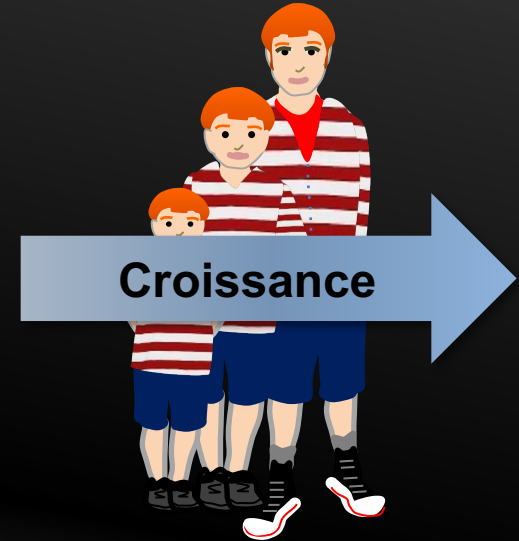
Organes formés

Développement post-embryonnaire

Croissance

Adulte (reproduction)

post embryonnaire



Fin d'embryogenèse

Pas d'organes

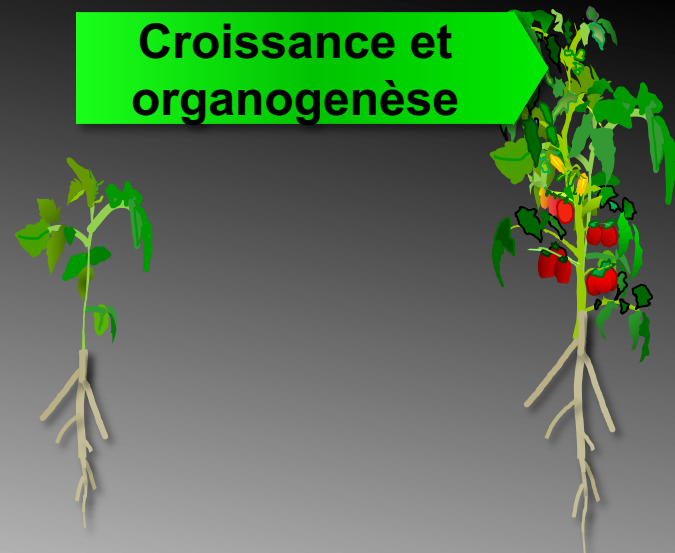
Développement post-embryonnaire

Croissance + organogenèse

Plante mature (reproduction)



Croissance et organogenèse



Développement

embryonnaire



Fin d'embryogenèse

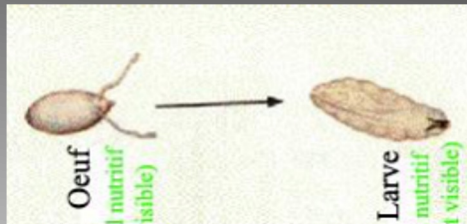
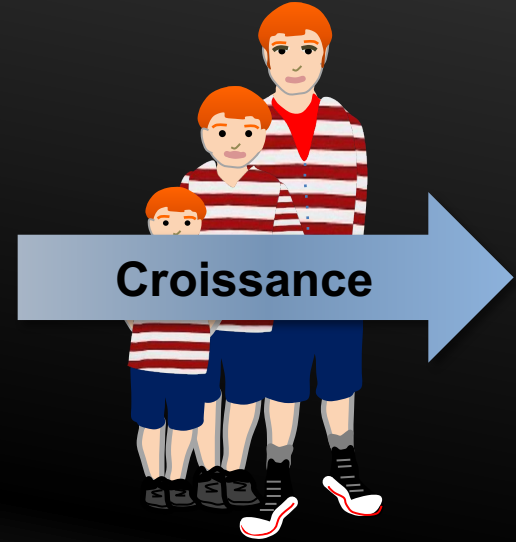
Organes formés

Développement post-embryonnaire

Croissance

Adulte (reproduction)

post embryonnaire



Fin d'embryogenèse

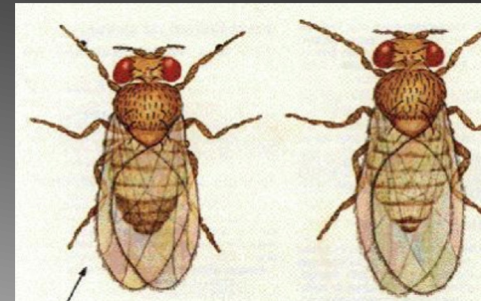
Organes larvaires

Développement post-embryonnaire

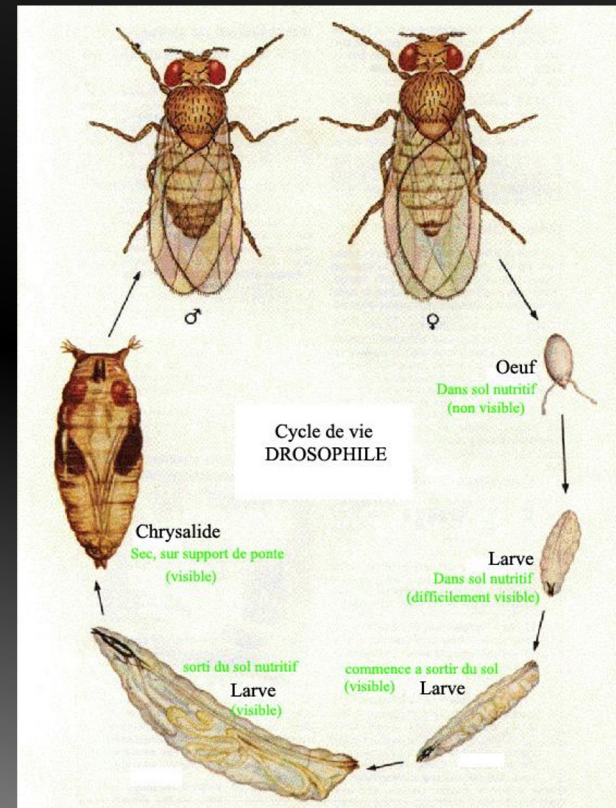
Croissance + organogenèse

Plante mature (reproduction)

Croissance et organogenèse



Organogenèse post-embryonnaire: chez les métazoaires à développement discontinu



Cycle amphibien: Xénope

Cycle arthropode: Drosophile

Métamorphose: organogenèse

Organogenèse

(4D)

⇒ Post-embryonnaire chez les plantes

⇒ Embryonnaire et post-embryonnaire
chez les métazoaires à développement
discontinu
(stade larvaire, métamorphose)

⇒ Embryonnaire chez les métazoaires à
développement continu

Introduction

Comparaison des modalités de développement chez les plantes et les métazoaires

Introduction

Morphogenèse



Replis

Migration cellulaire

Différenciation cellulaire

Changements de forme cellulaire

Mouvements

Différenciation cellulaire

Changements de forme cellulaire

Exemple: élongation

Pas de mouvement

Problématiques communes au développement animal et végétal

Comparaison des modalités de développement chez les plantes et les métazoaires

- Organismes multicellulaires



Fig. 1. Examples of multicellular macro-eukaryotes, namely animals and land plants. From left to right: a lion (© 2004 Tambako The Jaguar); a brown seaweed, *Fucus* (© Patrick Keeling); a fern fiddlehead (*Sadleria cyatheoides*, © 2004 Eric Schuettpelez); a seastar (*Ophioderma rubicundum*) resting on a coral (© 1998 M. Benjamin Cowan, Ocean Images); a bee pollinating a flower (© Patrick Keeling); a green vine snake (*Ahaetulla nasuta*, © 2006 Jayanth Sharma). By the way, one of these pictures is actually not really an animal or plant, can you guess which one? [Click here to find out.](#)

Organismes
multicellulaires

Introduction

Division cellulaire

=> Particularités des mitoses

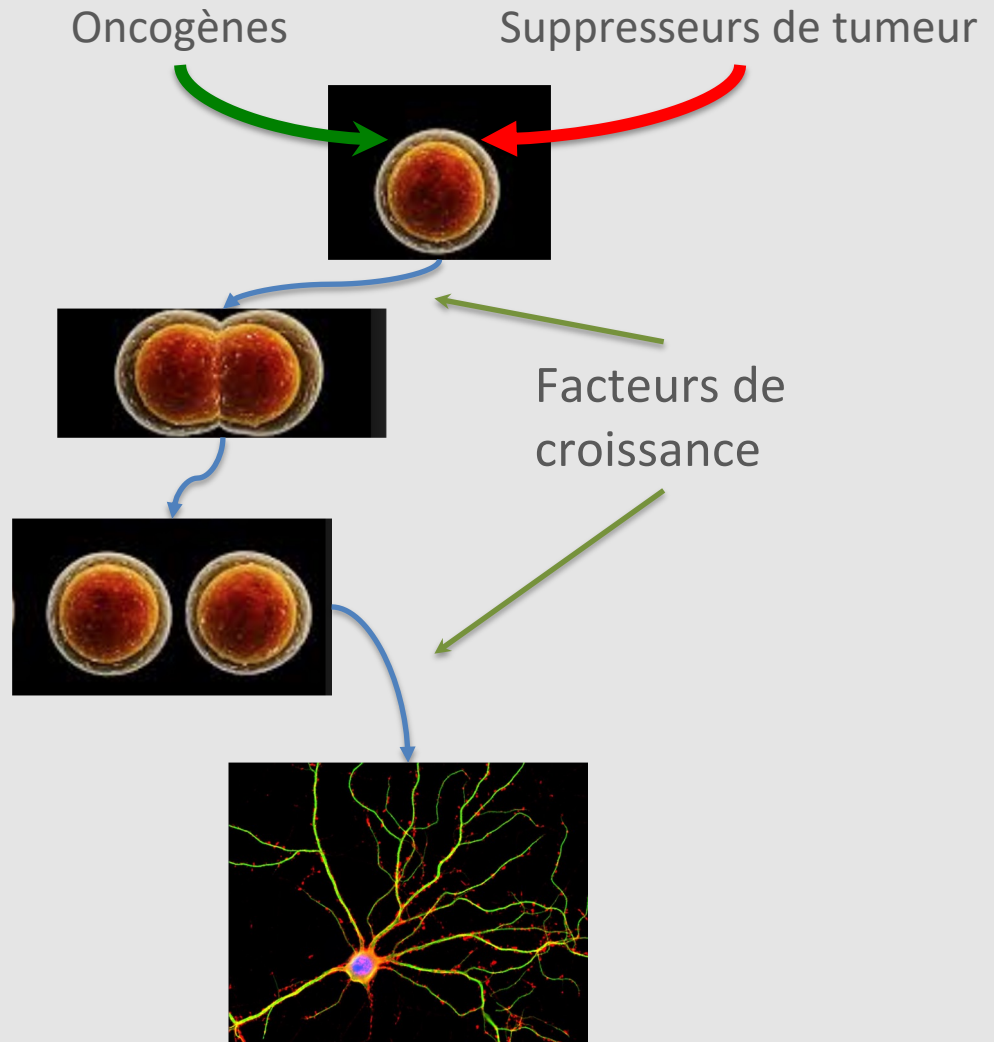
Contrôle du cycle cellulaire

Division symétrique et asymétrique

Division cellulaire

Introduction

- Contrôle de la division cellulaire
Exemple: animaux



Spécialisation
cellulaire

Problématiques communes au développement animal et végétal

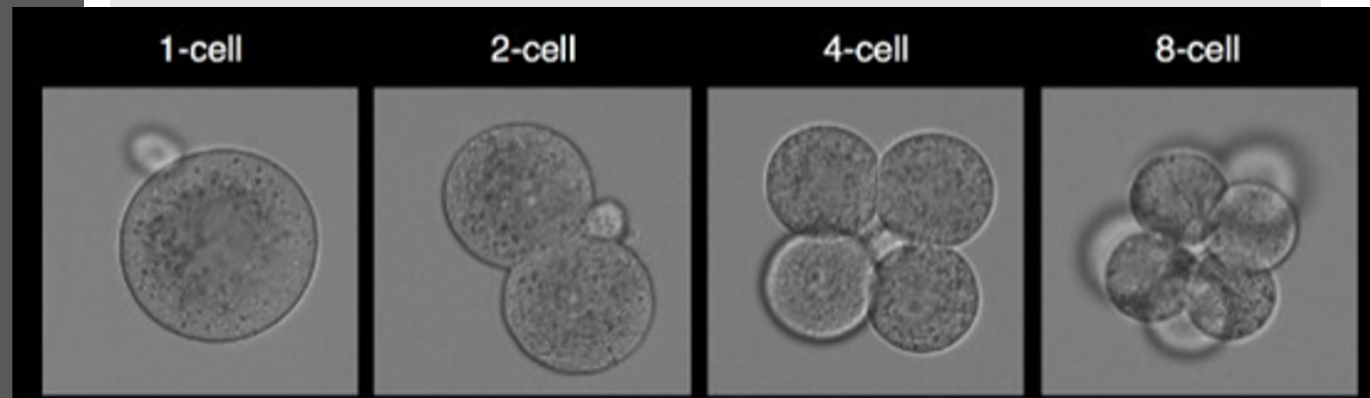
- Cellules spécialisées
 - => **Division asymétrique**
 - => Différenciation
 - => Organisation 3D (4D): Organes

Introduction

Division
asymétrique

Introduction

- Exemple chez la souris

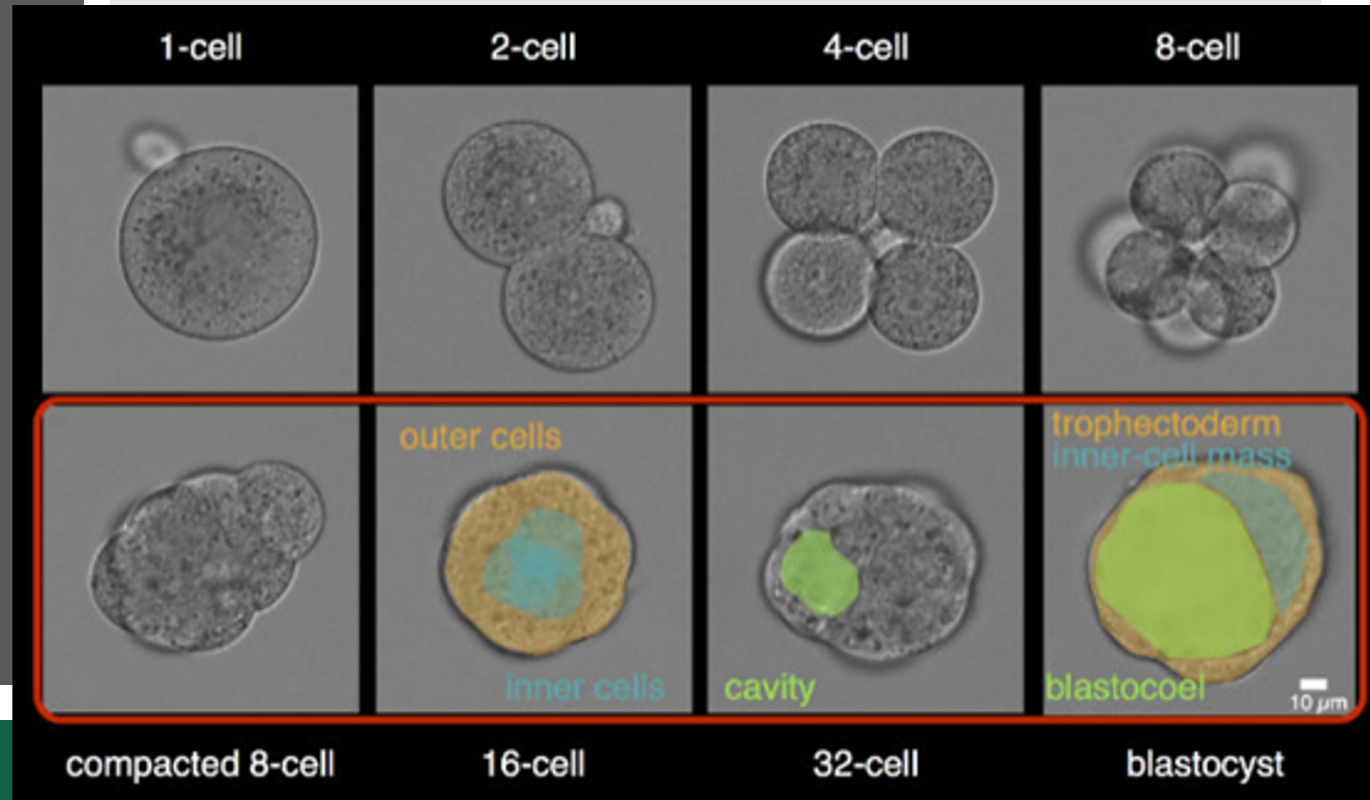


Trois premières divisions:
symétriques

- ⇒ toutes les cellules ont la même forme, le même volume, rien ne permet de les différencier les unes des autres.
- ⇒ Toutes les cellules ont le même potentiel

- Exemple chez la souris

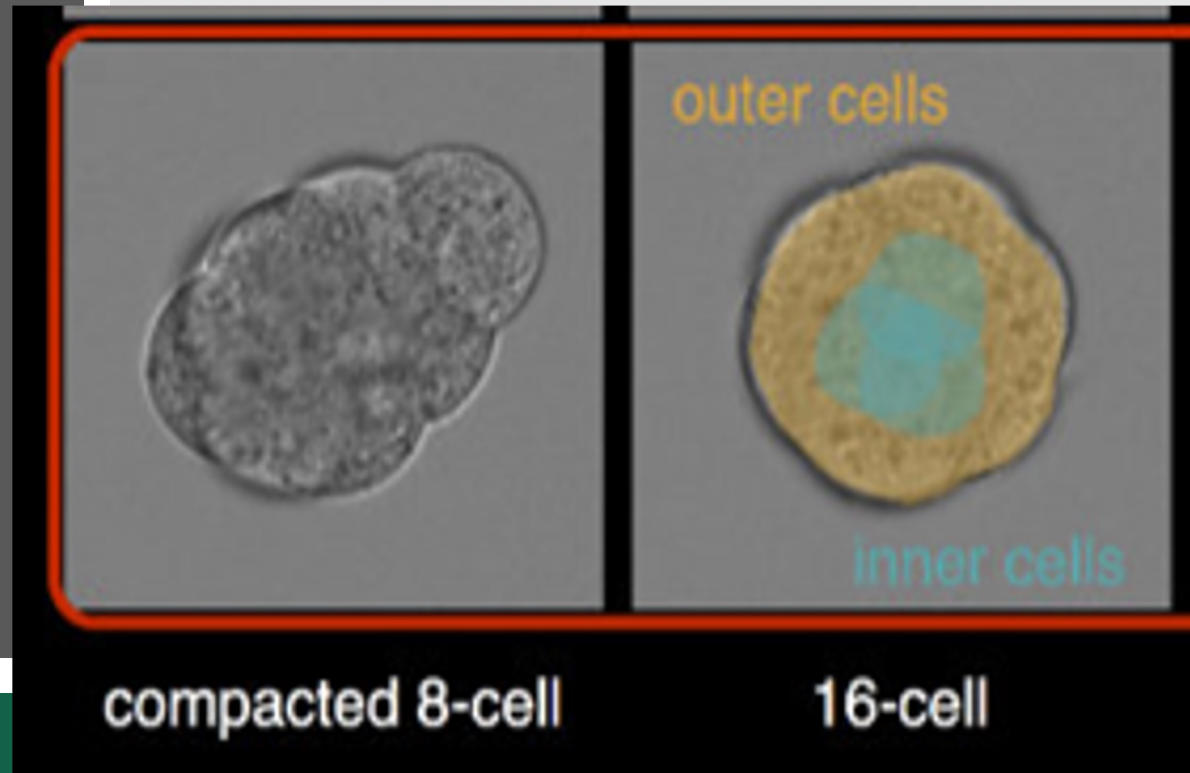
Division
asymétrique



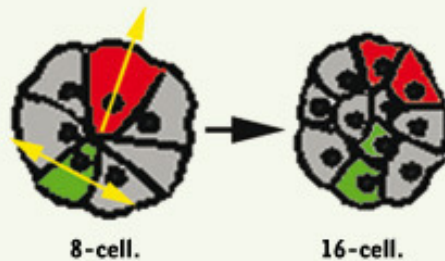
Introduction

- Exemple chez la souris

Division
asymétrique



Introduction



Division symétrique

Division asymétrique

Division asymétrique

- La position du fuseau mitotique impacte la polarisation des cellules filles

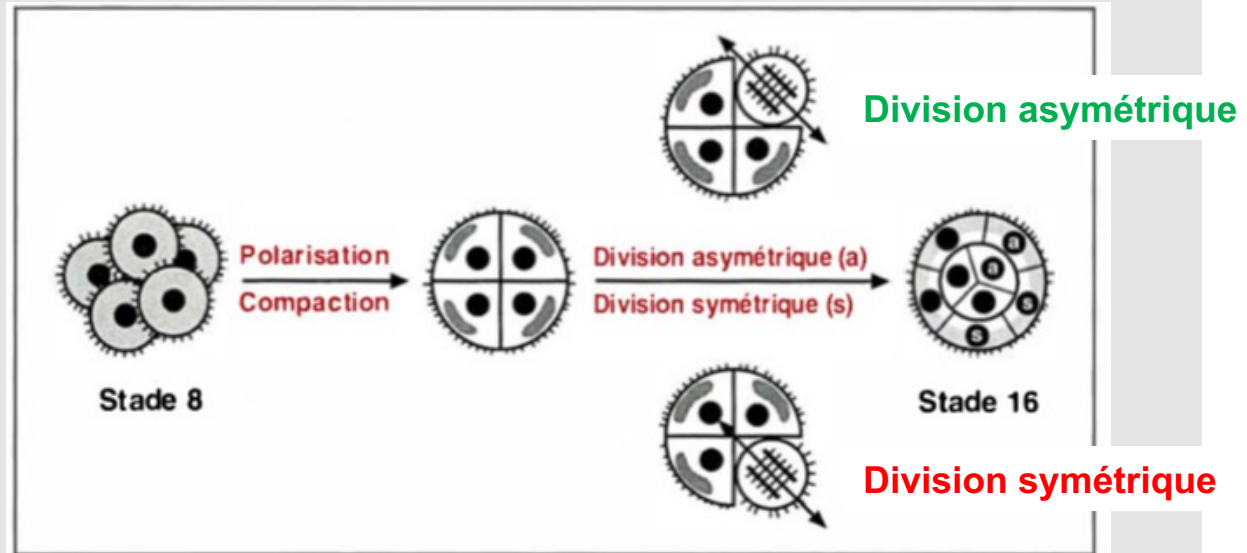


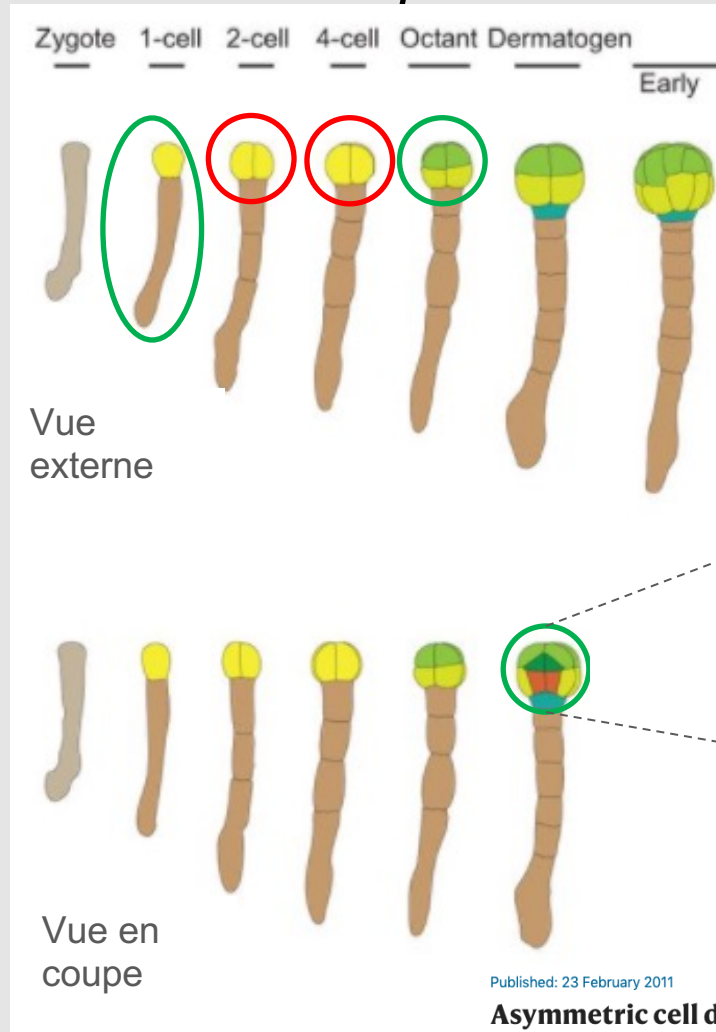
Figure 2. **Mécanismes cytoplasmiques impliqués dans la divergence des deux premiers lignages de l'embryon.** **Polarisation** : lors de la compaction, les blastomères, jusqu'alors symétriques, se polarisent (formation d'un pôle apical comprenant des microvillosités à la surface et divers organites dans le cytoplasme). **Division asymétrique** : lors de la division cellulaire, l'orientation du fuseau mitotique, parallèle ou orthogonal à l'axe de polarité de la cellule, détermine le phénotype des cellules filles : deux cellules polarisées si le fuseau est orthogonal (division symétrique) ou une cellule polarisée et une cellule non polarisée s'il est parallèle (division asymétrique). Seules les deux situations extrêmes sont représentées, le fuseau pouvant avoir n'importe quelle orientation par rapport à l'axe de polarité de la cellule. **Adhérence** : les cellules non polarisées sont adhérentes sur toute leur surface alors que les cellules polarisées ne le sont que dans la région baso-latérale, la partie apicale n'étant pas adhérente. De ce fait, les cellules polarisées restent à l'extérieur de l'embryon et entourent les cellules non polarisées.

Introduction

Division
asymétrique

Introduction

- Chez *Arabidopsis*



Division asymétrique

Division symétrique

Published: 23 February 2011

**Asymmetric cell division in land plants and algae:
the driving force for differentiation**

Ive De Smet & Tom Beeckman

Nature Reviews Molecular Cell Biology 12, 177–188(2011) | Cite this article

- Asymétrie à l'échelle moléculaire

Division
asymétrique

Introduction

a *C. elegans*
(one-cell stage)



Interphase

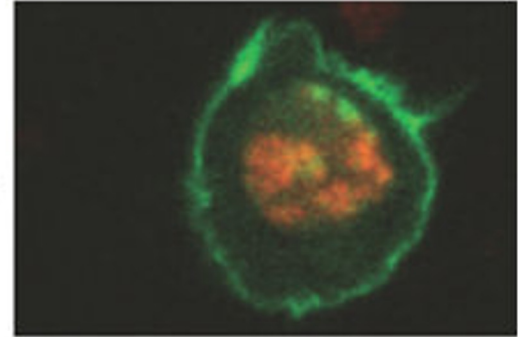


Anaphase

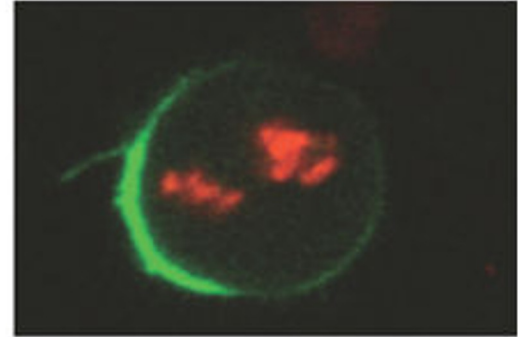


Daughter
cells

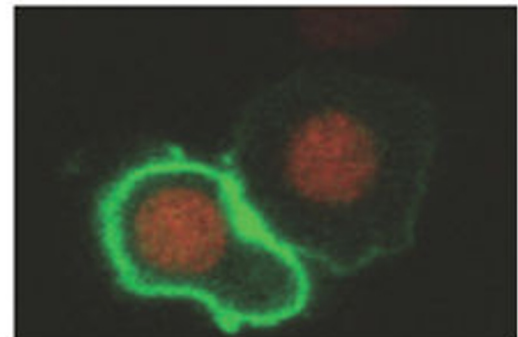
b *D. melanogaster*
(SOP)



Interphase



Anaphase



Daughter
cells

tre

rel.

Division asymétrique

- Division asymétrique et distribution de “determinants”

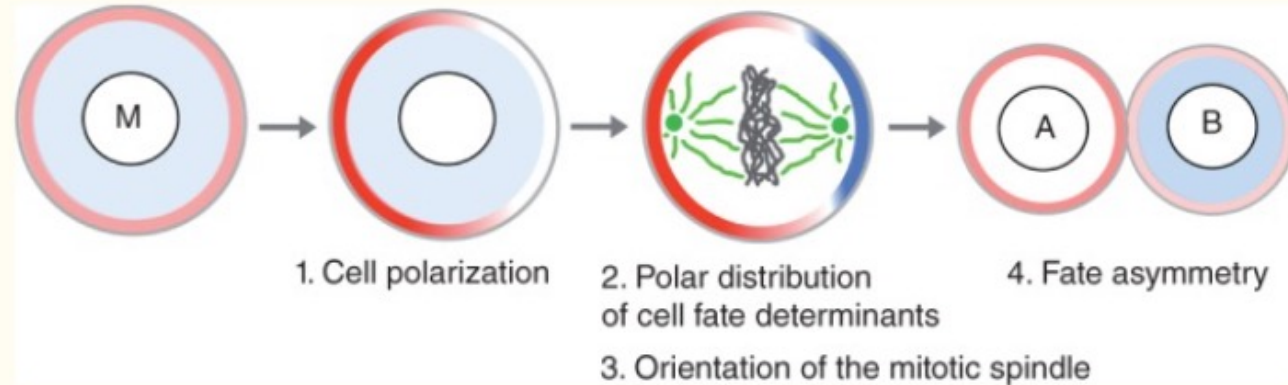


Figure 1

Key steps in asymmetric cell division. In a first step, a polarity axis is set up in the mother cell (M), as indicated by the polarized distribution of polarity proteins (red) at the cell cortex prior to mitosis. In a second step, the polarization of cell M leads to the polar distribution of cell fate determinants (blue). In a third step, cortical cues localized along the polarity axis capture astral microtubules and orient the mitotic spindle (green; chromatin in gray) along the polarity axis such that the cell fate determinants are unequally inherited at cytokinesis. In a fourth step, cell fate determinants regulate the binary A versus B cell fate decision.

Introduction

Division asymétrique

Introduction

Définition:

Quand deux cellules-filles diffèrent l'une de l'autre

Par exemple:

- En volume
 - première division zygote *C. elegans*
<https://youtu.be/Ylcb-xOuRLI>
 - première division *Arabidopsis*
 - troisième division zygote Xénope
https://youtu.be/ljyemX7C_8U
- En aspect
 - seconde division zygote Xénope
https://youtu.be/ljyemX7C_8U
- En position par rapport à leur environnement (+ polarité)
 - quatrième division zygote Souris
 - Quatrième division zygote *Arbidopsis*
 - cellules souches germinales femelles *D. melanogaster*
- En contenu cytoplasmique, membranaire ou nucléaire
 - première division zygote *C. elegans*
 - Division des neuroblastes *D. melanogaster*
 - Division des précurseurs des organes sensoriels *D. mel.*
 - ...

Division
asymétrique

Introduction

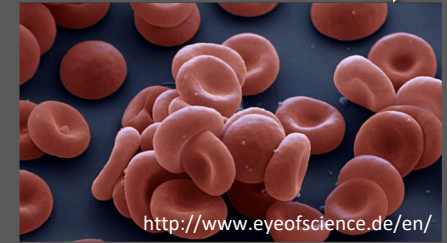
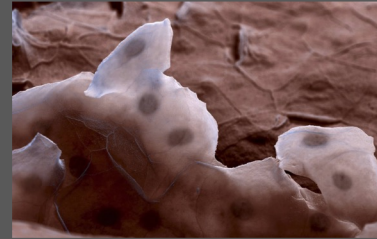
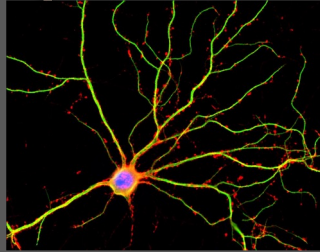
Résumé:

La division asymétrique donne deux cellules filles qui diffèrent par leur contenu intracellulaire et/ou par leur polarité et/ou leur environnement.

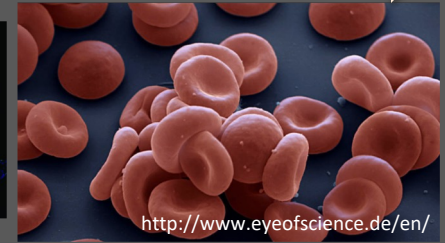
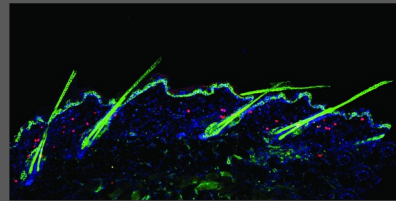
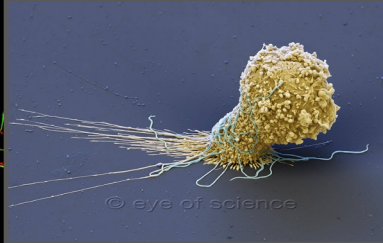
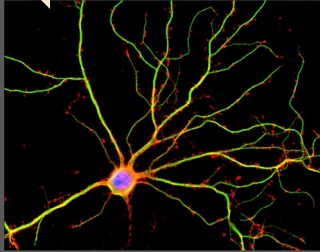
Ces deux cellules filles s'engagent vers des voies de développement différentes.

Après division(s) asymétrique(s):

Diversification des devenir(s) cellulaires



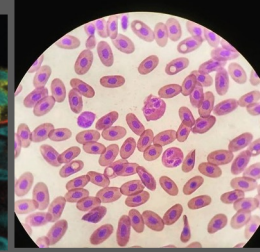
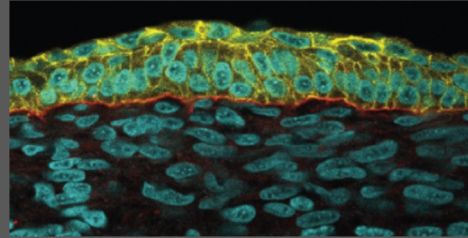
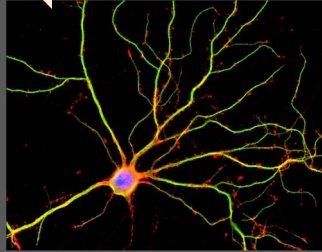
Diversification des devenir cellulaires



Coordination



Diversification des devenir cellulaires



Coordination: plan d'organisation, espèce



Le développement embryonnaire est stéréotypé et dépend de l'espèce



Différences génétiques

Stéréotypes

Programmes de développement

=> Rôle du génome



Pas de différence génétique

=> Individus adultes identiques?



Pas de différence génétique
Adultes différents
=> Interactions avec environnement

Développement

Stéréotype



Génome

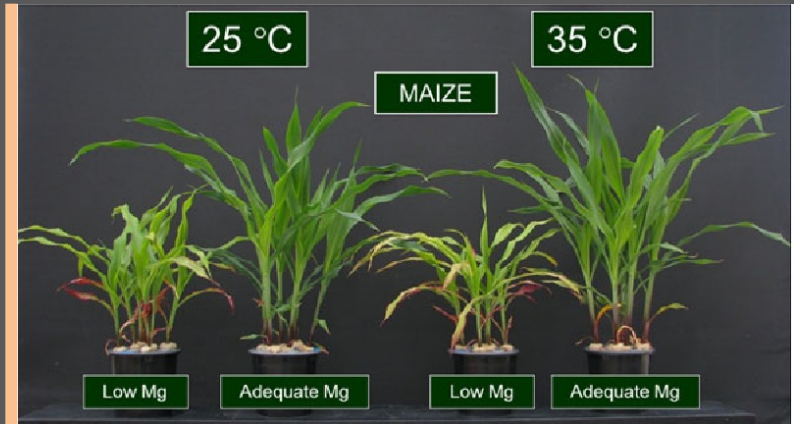


Division cellulaire

Asymétrie

Détermination et différenciation

Morphogenèse



Environnement



Développement

Stéréotype



Contrôle
génétique

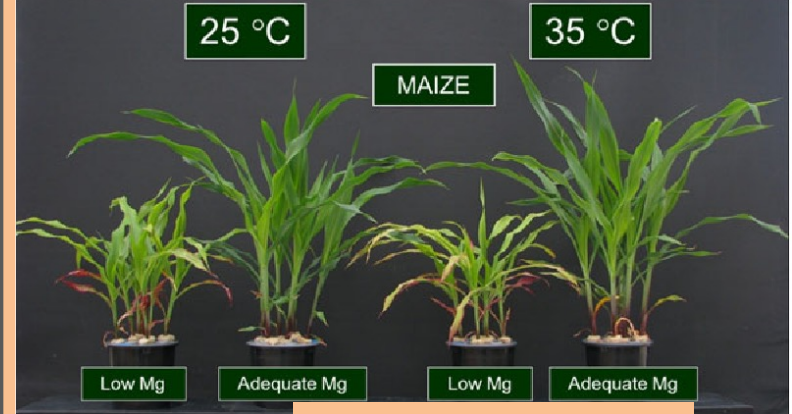


Division
cellulaire

Asymétrie

Détermination
et
différenciation

Morphogenèse



Signalisation

Epigénétique



Comparaison des modalités de développement chez les plantes et les métazoaires

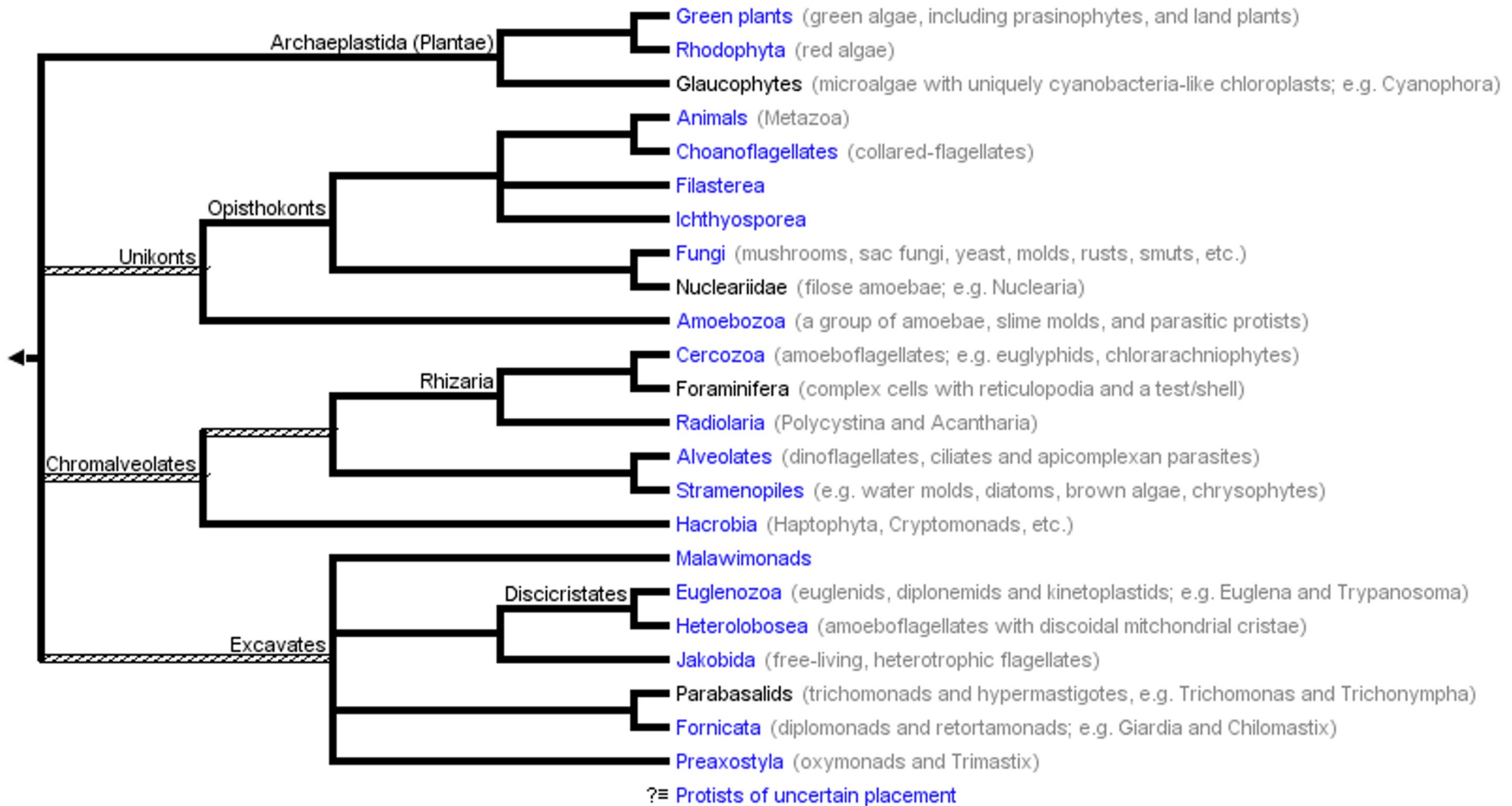
Problématiques communes au développement animal et végétal

- Organismes multicellulaires
 - Axes de polarité
 - Morphogenèse
 - Spécialisation cellulaire: différenciation
 - Organes (3D)
-
- **Origine évolutive ?**

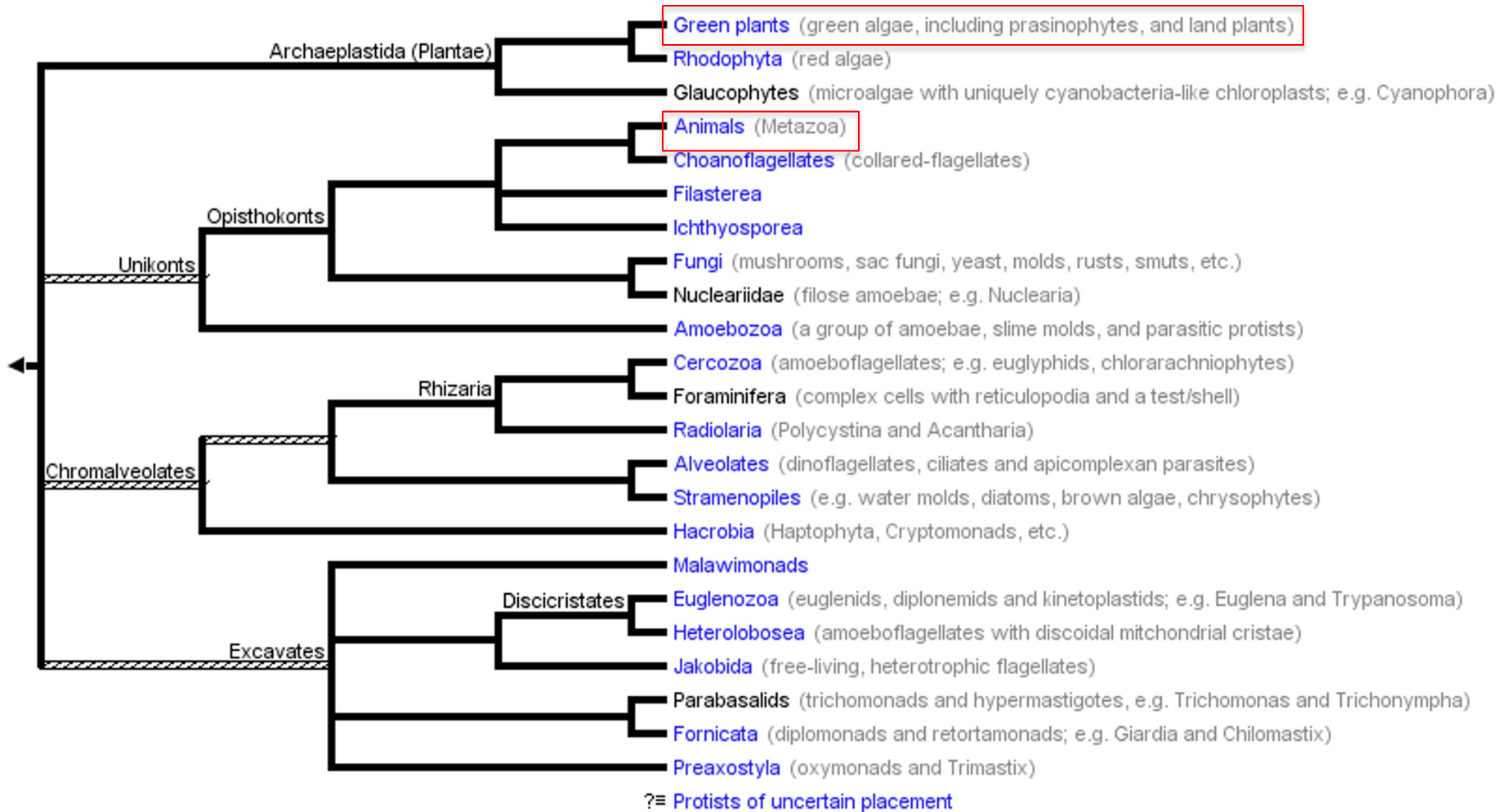


Fig. 1. Examples of multicellular macro-eukaryotes, namely animals and land plants. From left to right: a lion (© 2004 Tambako The Jaguar); a brown seaweed, *Fucus* (© Patrick Keeling); a fern fiddlehead (*Sadleria cyatheoides*, © 2004 Eric Schuettpeitz); a seastar (*Ophioderma rubicundum*) resting on a coral (© 1998 M. Benjamin Cowan, Ocean Images); a bee pollinating a flower (© Patrick Keeling); a green vine snake (*Ahaetulla nasuta*, © 2006 Jayanth Sharma). By the way, one of these pictures is actually not really an animal or plant, can you guess which one? [Click here to find out.](#)

Eucaryotes



Eucaryotes



Comparaison des modalités de développement chez les plantes et les métazoaires

Problématiques communes au développement animal et végétal

- Deux lignées évolutives distinctes
=> Multicellularité et organogenèse
résultent de convergences évolutives

“ressemblances non héritées d’un ancêtre commun”



Fig. 1. Examples of multicellular macro-eukaryotes, namely animals and land plants. From left to right: a lion (© 2004 Tambako The Jaguar); a brown seaweed, *Fucus* (© Patrick Keeling); a fern fiddlehead (*Sadleria cyatheoides*, © 2004 Eric Schuettpelez); a seastar (*Ophioderma rubicundum*) resting on a coral (© 1998 M. Benjamin Cowan, Ocean Images); a bee pollinating a flower (© Patrick Keeling); a green vine snake (*Ahaetulla nasuta*, © 2006 Jayanth Sharma). By the way, one of these pictures is actually not really an animal or plant, can you guess which one? [Click here to find out.](#)



BIOLOGIE DU DEVELOPPEMENT ANIMAL ET VEGETAL

Partie 1
L. Théodore

Génétique du
développement
Modèle : Drosophile

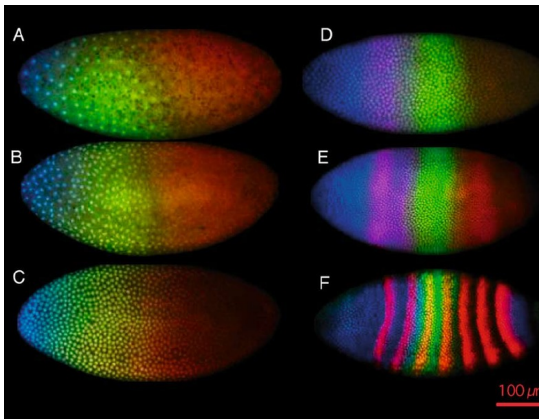
COURS 1
Introduction
Programmes de développement
+ Méthodes: TD1

COURS 2
Génétique du développement animal
concepts, méthodes
+TD 2 + TP Dev Animal

COURS 3
Gènes de segmentation
+ TD 3, TD4

COURS 4
Gènes homéotiques
+ TD5

COURS 5
Evo-Dévo
+ TD 6





BIOLOGIE DU DEVELOPPEMENT ANIMAL ET VEGETAL

Partie 1
L. Théodore

Génétique du
développement
Modèle : Drosophile

Notions abordées (Partie 1):

Mise en place des axes de polarité

Contrôle spatial de l'expression génique

Centre organisateur

Identité de position

Gènes homéotiques

Evolution des plans d'organisation

