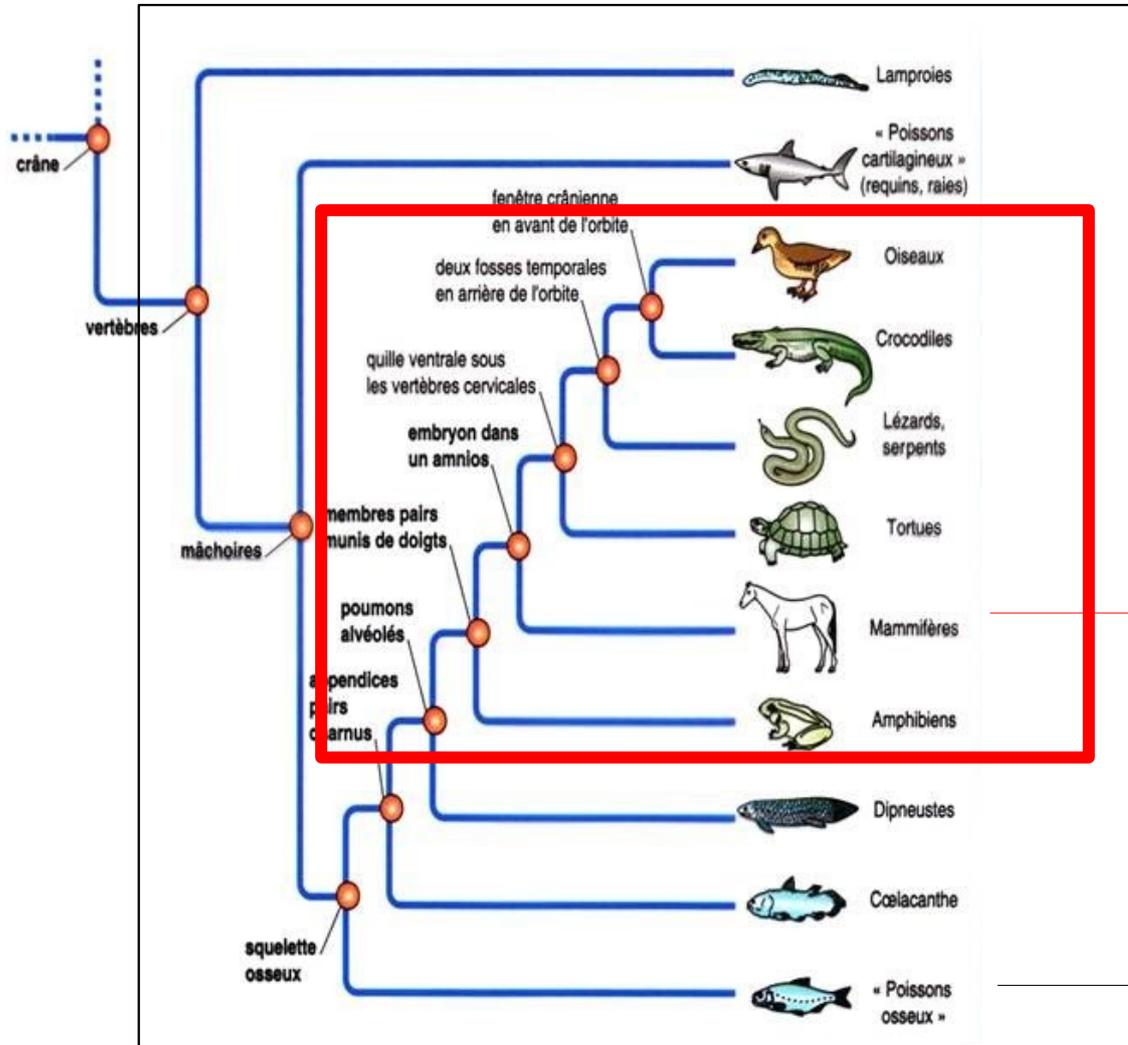
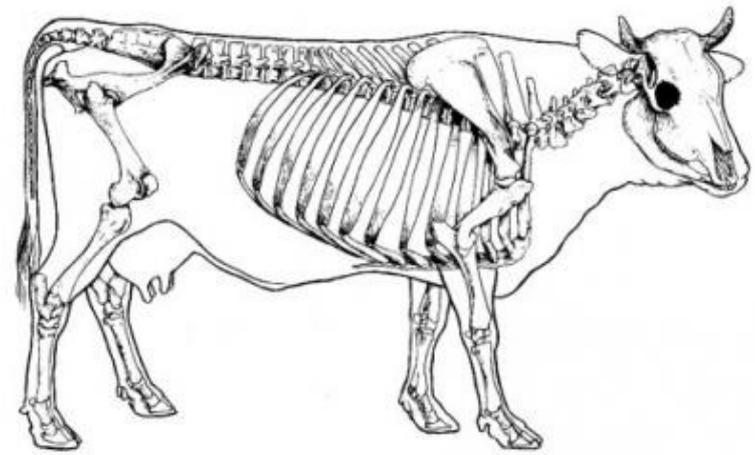


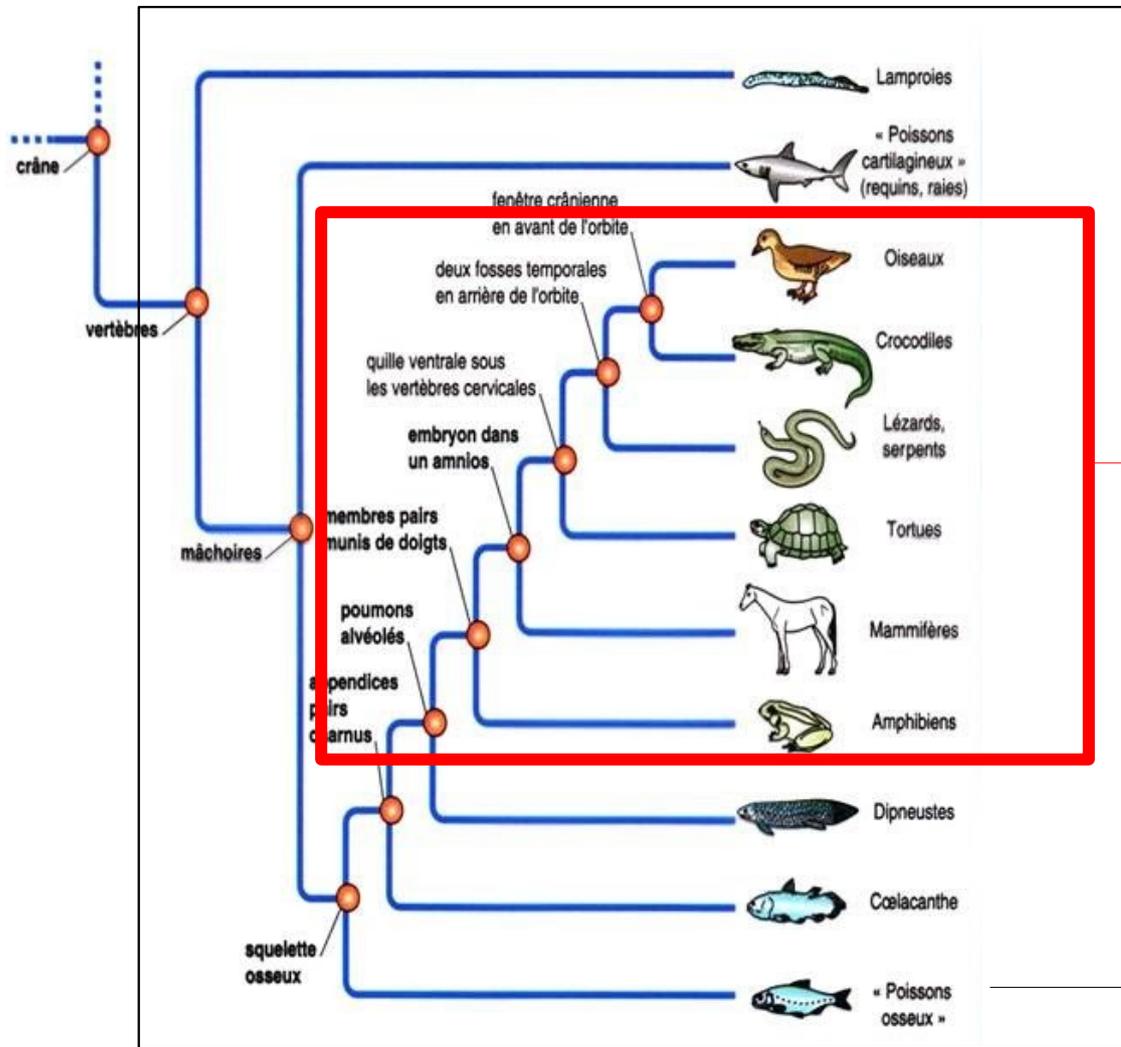
# SV-H Mécanismes du développement : exemple du développement du membre des tétrapodes



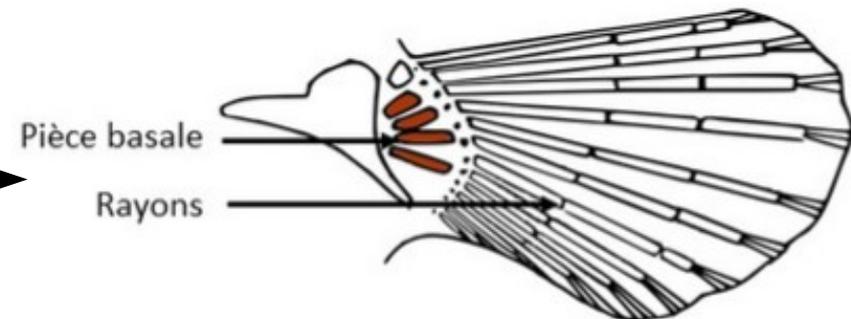
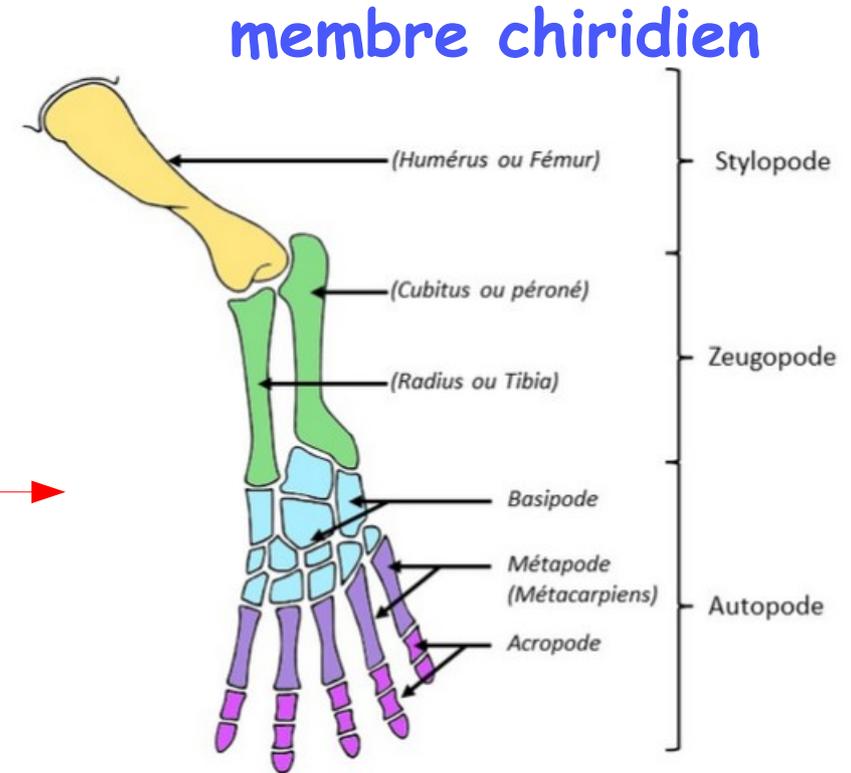
vertébrés



# SV-H Mécanismes du développement : exemple du développement du membre des tétrapodes



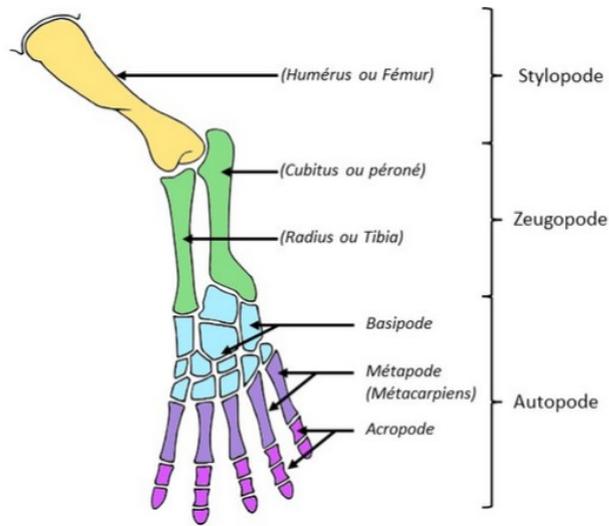
vertébrés



Nageoire

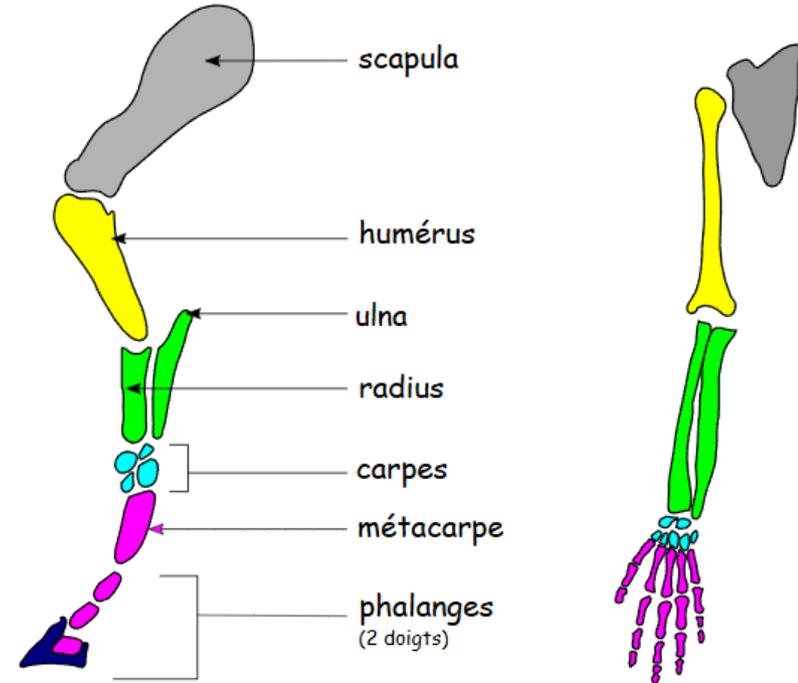
# Diversité anatomique et fonctionnelle des membres chiridiens

## Modèle ancestral



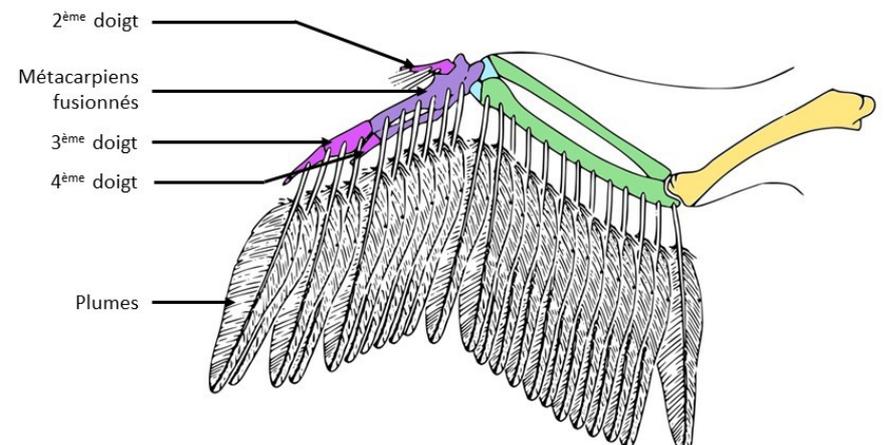
## galop (vache)

## préhension (homme)



## Nage (dauphin)

## vol (oiseau)



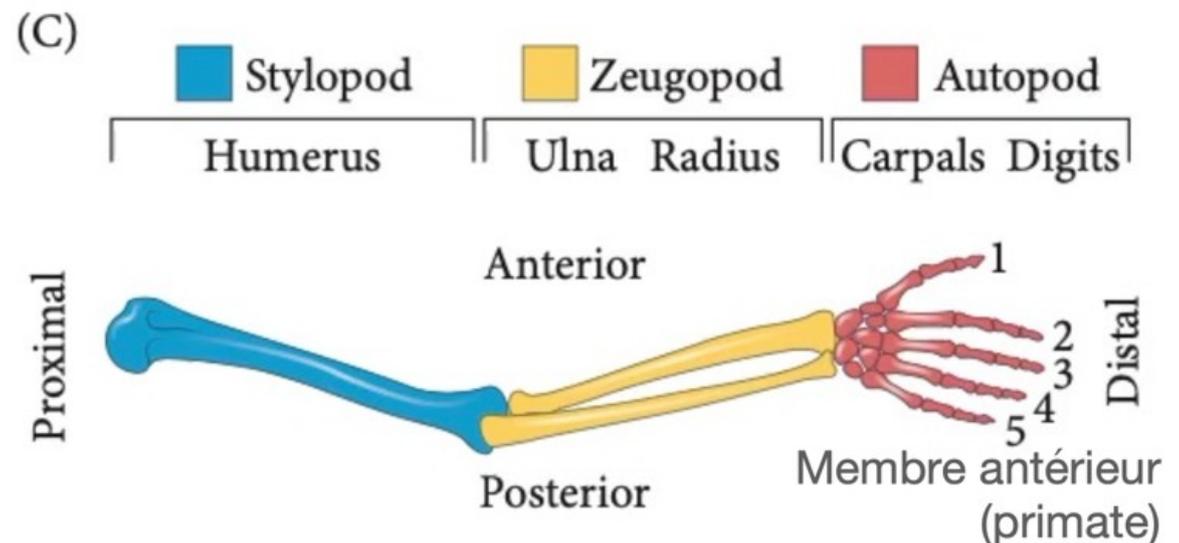
Aile d'oiseau

## SV-H Mécanismes du développement : exemple du développement du membre des tétrapodes

TP : étude anatomique, histologique, cytologique

Organes du membre : os, muscles, ligaments, tendons, nerfs,  
vaisseaux sanguin, peau

Orientation du membre :



# SV-H Mécanismes du développement : exemple du développement du membre des tétrapodes

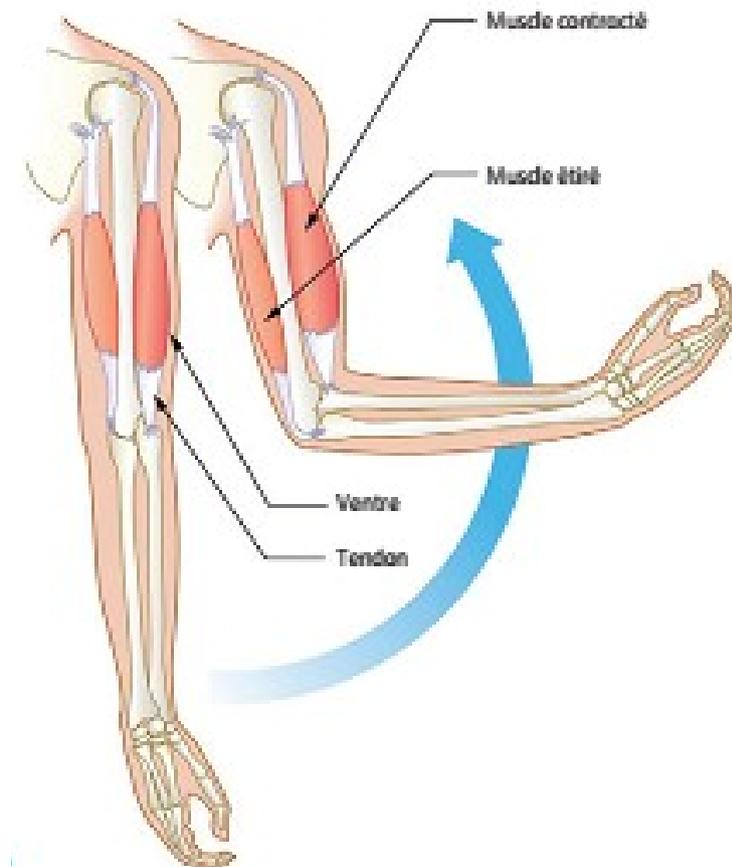
Comment se met en place le membre chiridien au cours du développement embryonnaire ?



Fécondation

Développement  
embryonnaire

Éclosion / naissance



Comment se met en place le membre chiridien au cours du développement embryonnaire ?

## **I- Les étapes du développement embryonnaire chez les vertébrés**

=> mise en place des tissus selon le plan d'organisation des vertébrés

## **II- Développement du bourgeon de membre**

=> individualisation des différents segments du membre par induction

## **III Différenciation d'un type cellulaire: la cellule musculaire striée squelettique**

=> détermination et différenciation d'une lignée cellulaire.

### **Révisions de BCPST1 :**

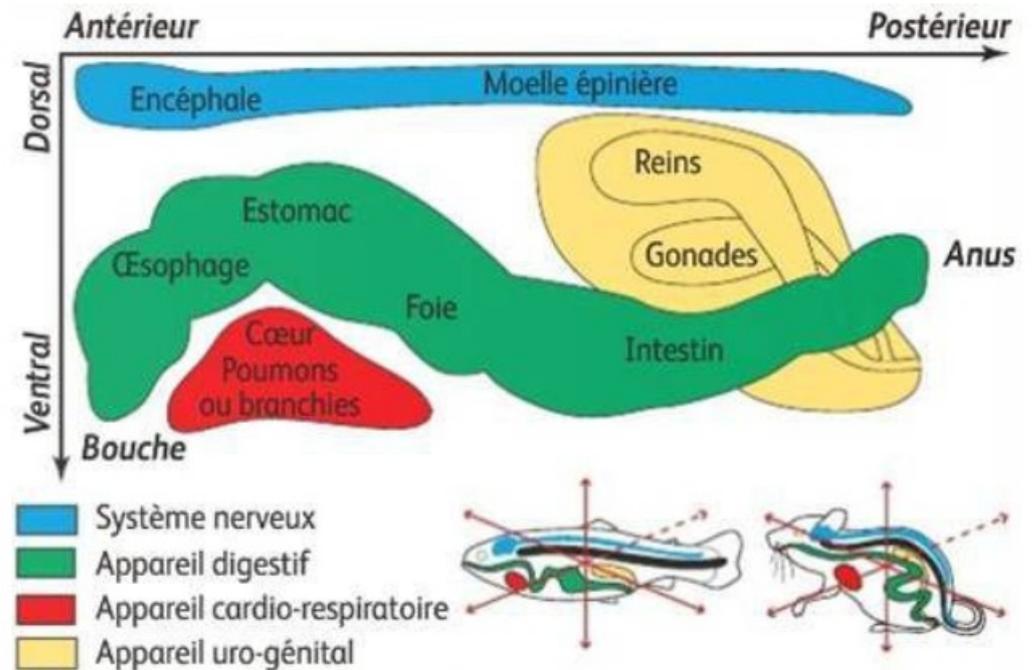
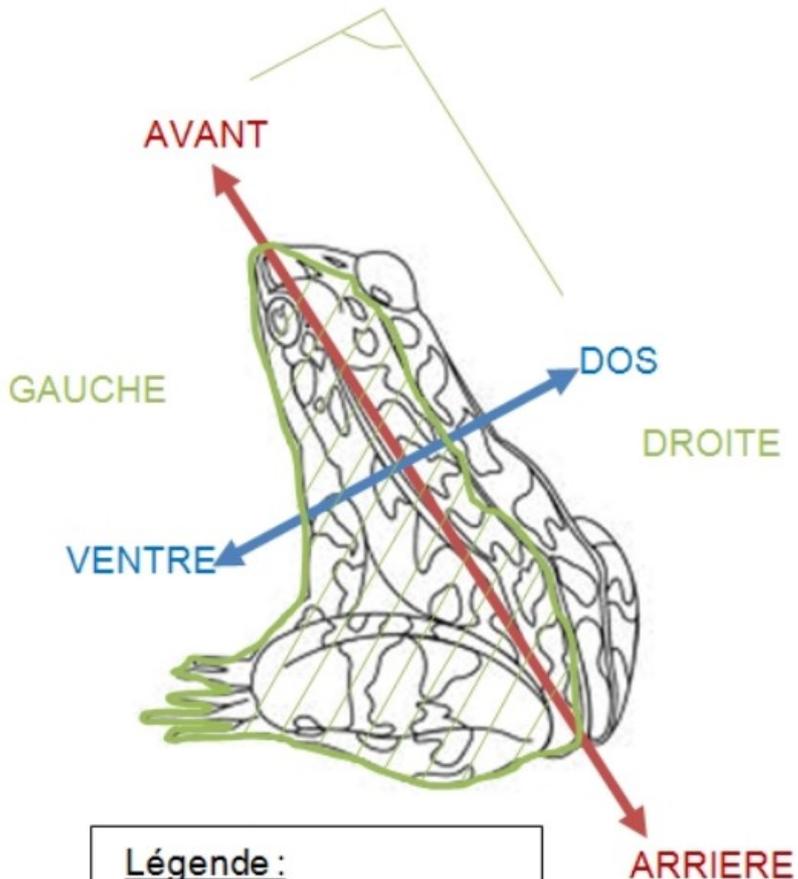
- SVC La cellule dans son environnement : 1-la cellule au sein d'un organisme ; 2-organisation fonctionnelle de la cellule ; 3-membrane et échanges membranaires

-SVF3 contrôle de l'expression du génome

TP : souris et poisson => plan d'organisation des vertébrés

# I- Les étapes du développement embryonnaire chez les vertébrés

## plan d'organisation des vertébrés

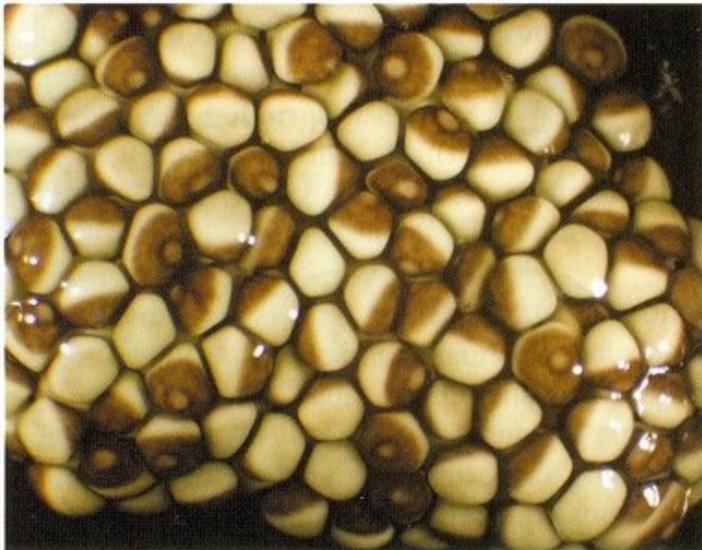


# I- Les étapes du développement embryonnaire chez les vertébrés

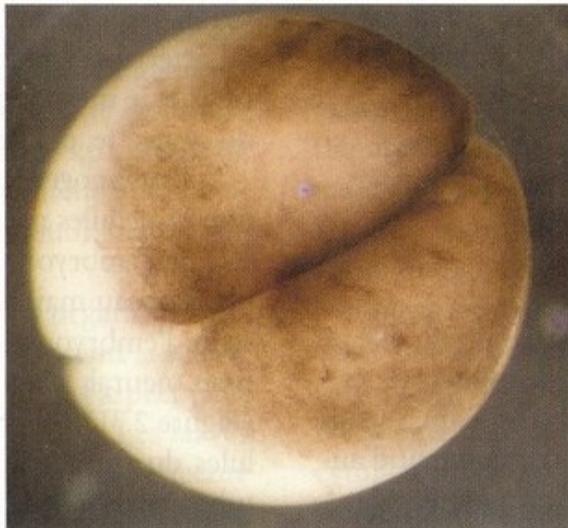
Modèle d'étude : le xénope

<https://www.youtube.com/watch?v=1NAt-OOSuKY>

(26 min)



Nombreux œuf  
développement externe

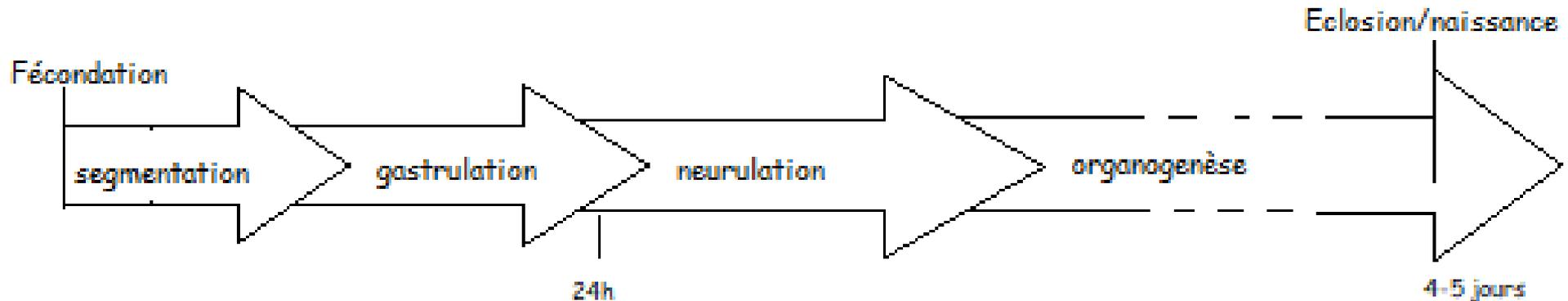


Grande taille (1mm)



# I- Les étapes du développement embryonnaire chez les vertébrés

9



Vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=dXpAbezdoHo>

A- La cellule œuf présente une symétrie bilatérale

B- La segmentation permet le passage à l'état pluricellulaire

C- La gastrulation met en place trois feuillets embryonnaires

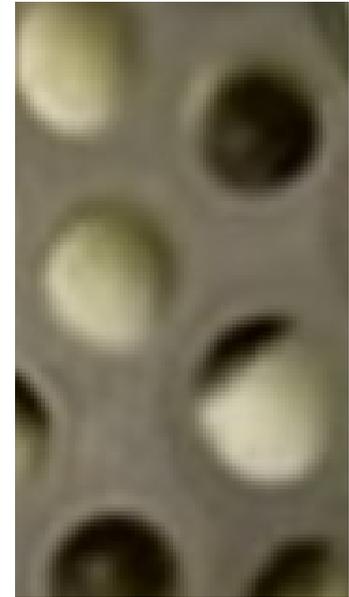
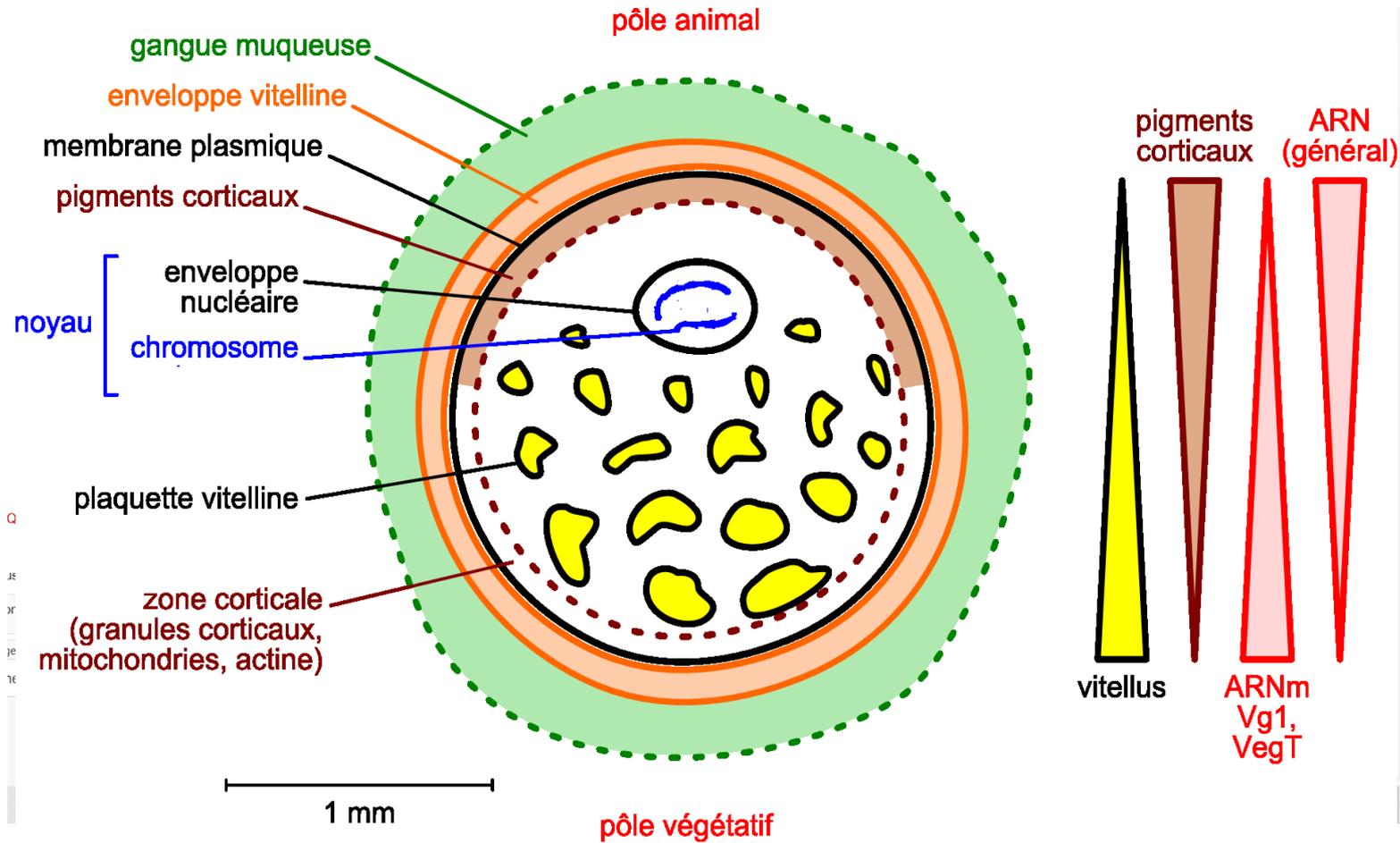
Vidéos : <https://www.youtube.com/watch?v=OPTmFxtivHI>

D- La neurulation permet l'internalisation du neuroderme

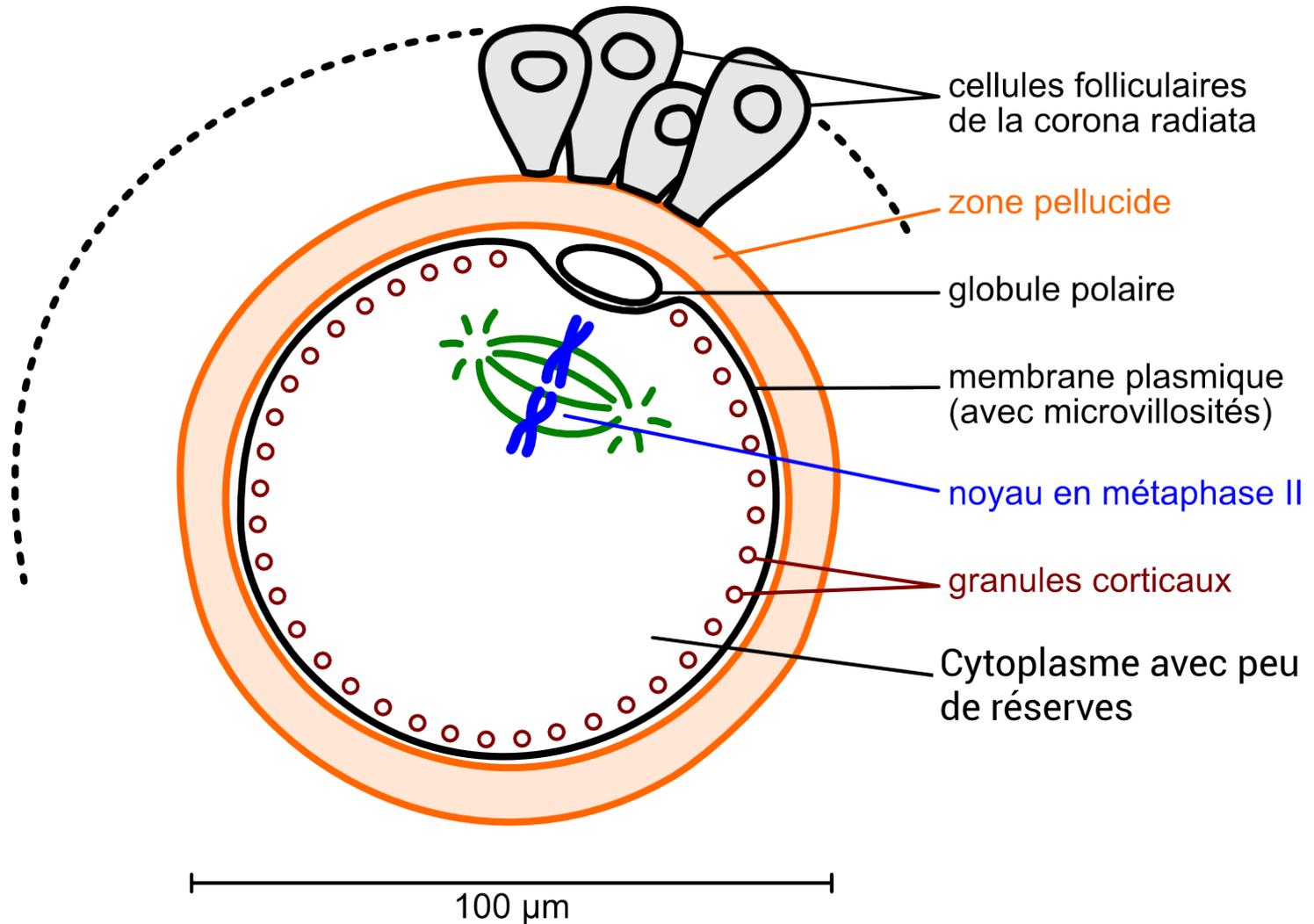
E- L'organogenèse permet la différenciation des organes

# A- La cellule œuf présente une symétrie bilatérale

## 1- l'ovocyte II est polarisé

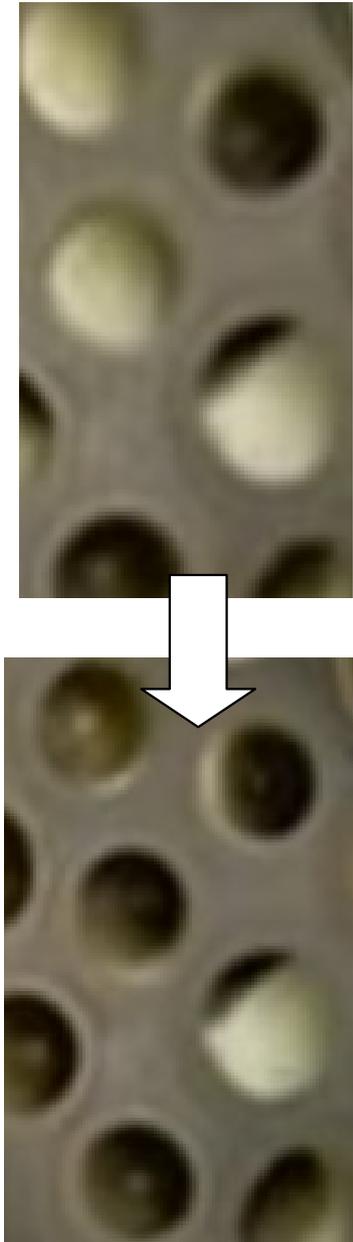
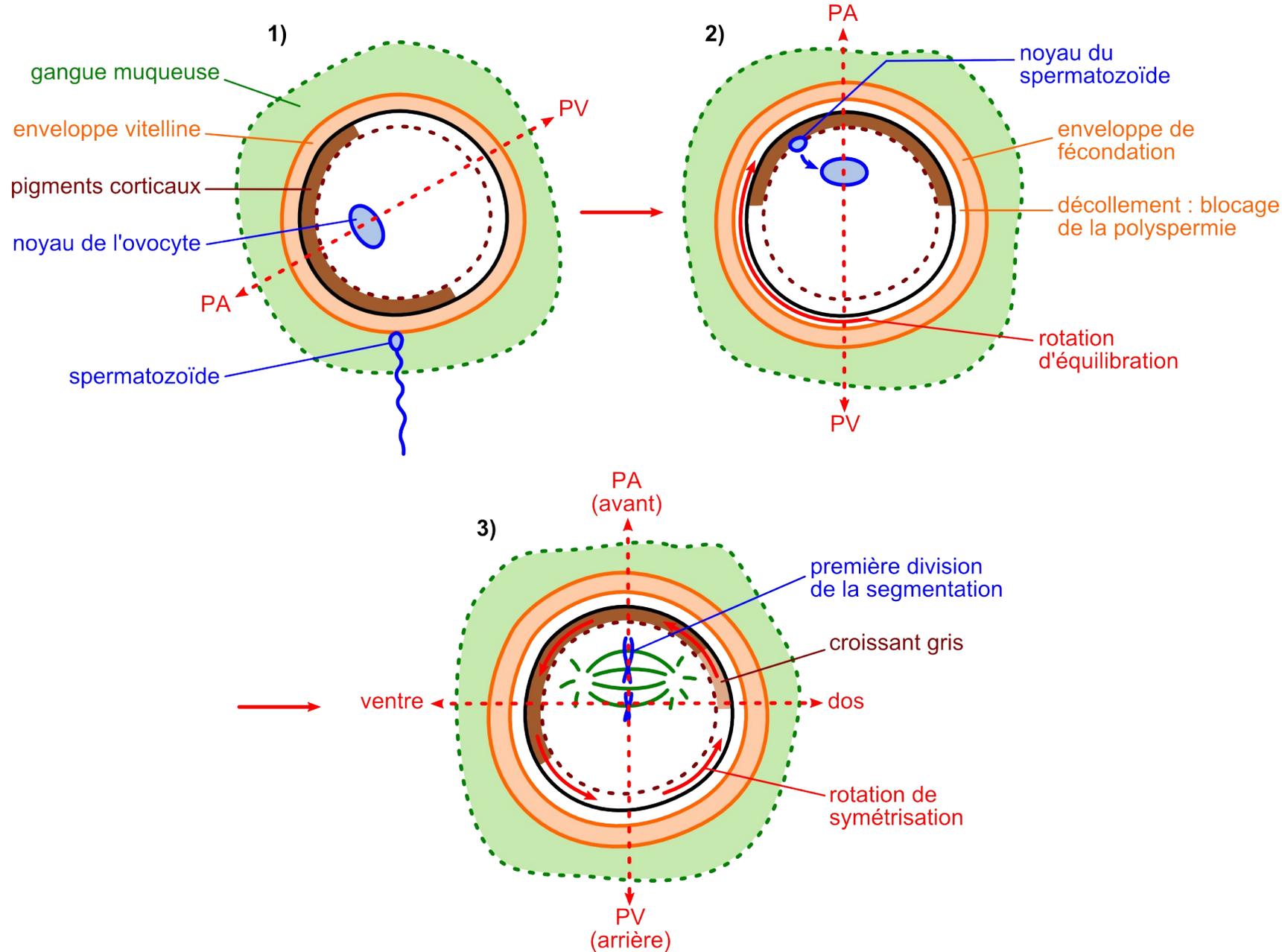


## Rappel : ovocyte II de mammifère est aussi polarisé



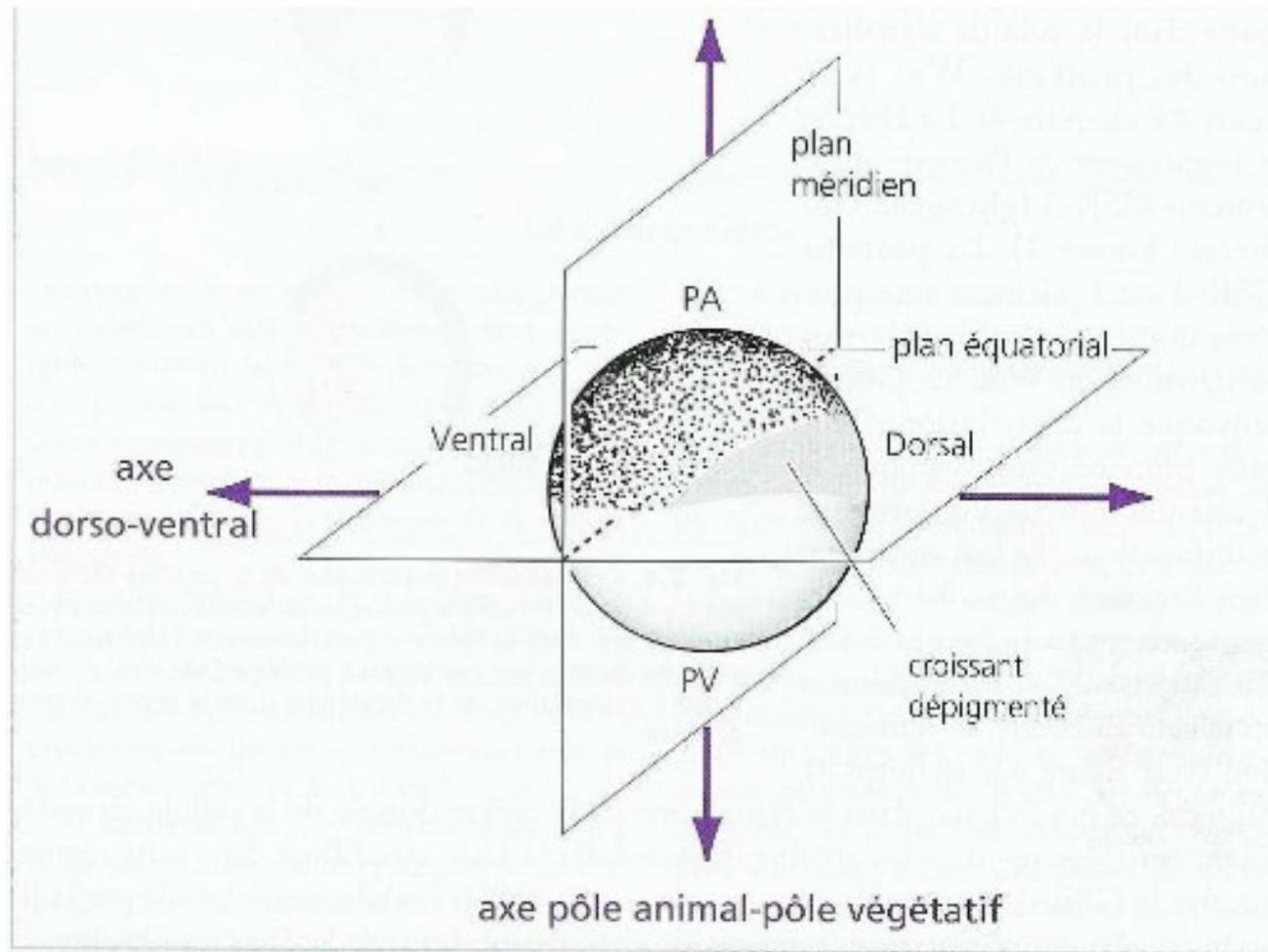
Structure d'un ovocyte II de mammifère.

## 2-la fécondation détermine l'axe dorso-ventral



Entrée du noyau du spz => mouvement polarisé du cortex=> 2 axes de polarité

2 axes => définition d'un plan de symétrie bilatérale=> bilatérien



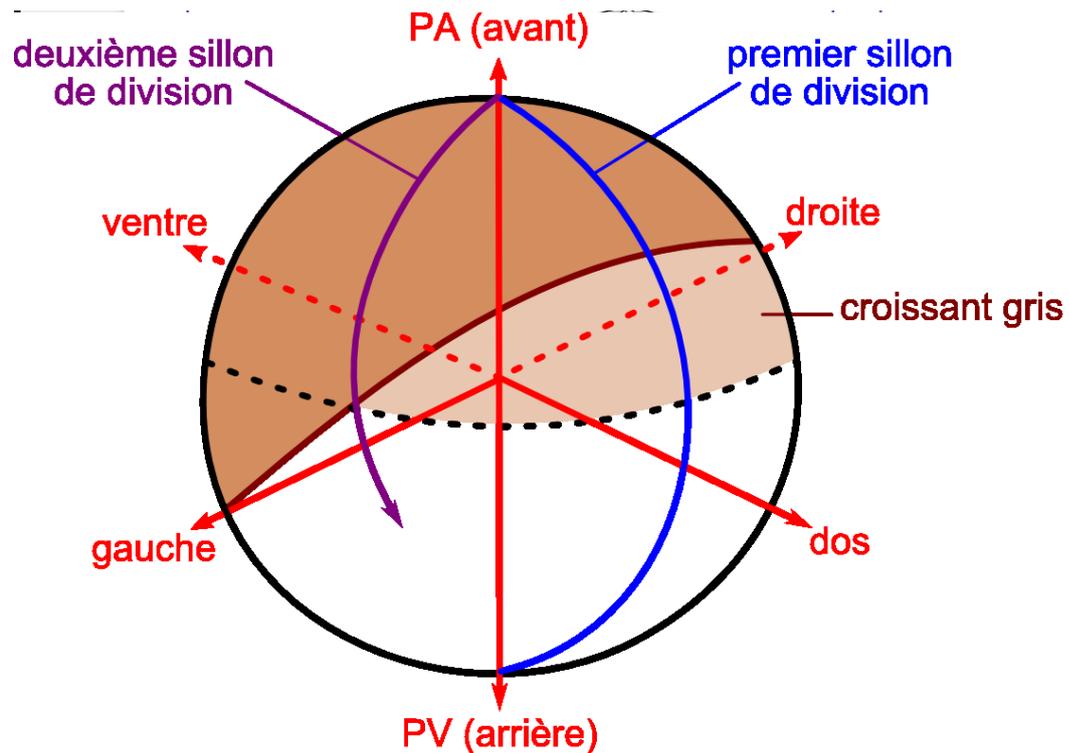
Représentation de l'œuf après la rotation corticale. La rotation corticale conduit à la mise en place d'un deuxième axe de polarité (axe dorso-ventral). Il est marqué par le croissant gris qui détermine la future région dorsale de l'embryon. Sont figurés les futurs plans de segmentation.

## B- La segmentation permet le passage à l'état pluricellulaire

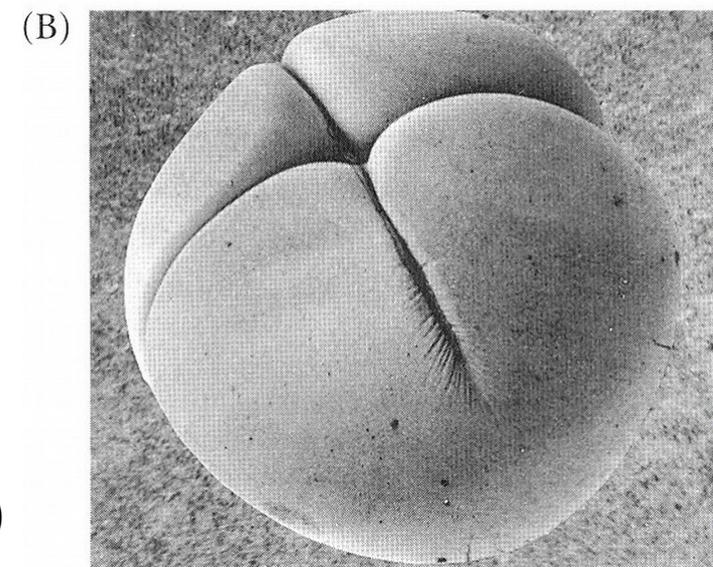
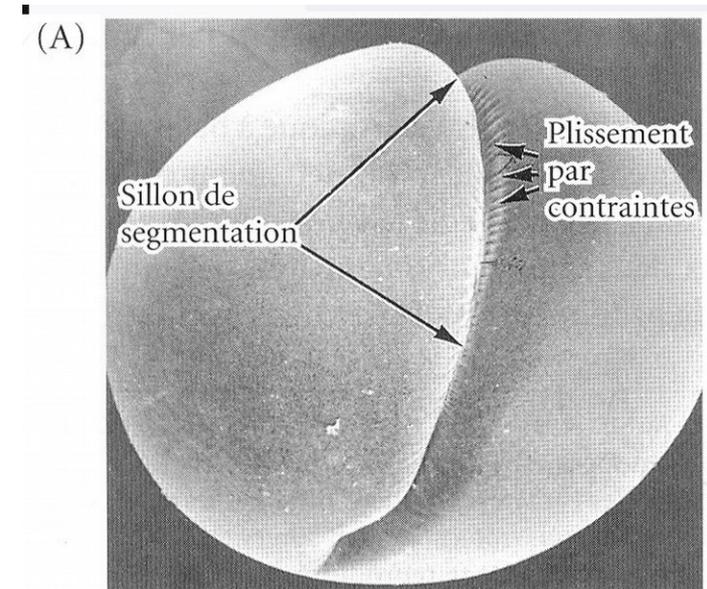
### 1- Les cellules se divisent par mitoses

Modalités (BCPST1)

### 2- les deux premières divisions sont méridiennes et forment des blastomères de même taille

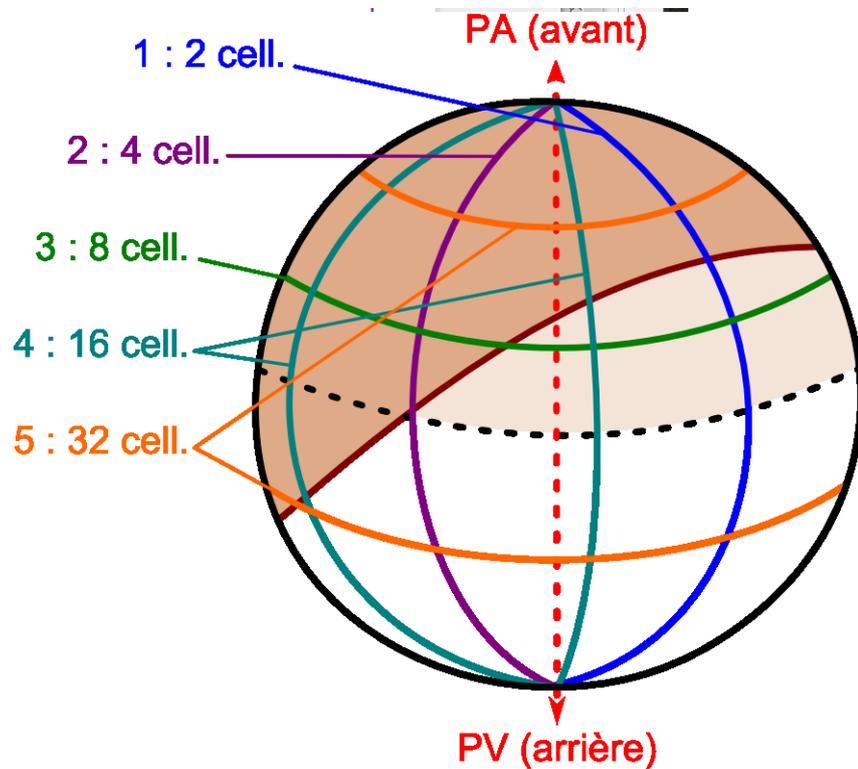


œuf de grenouille en cours de segmentation (MEB)

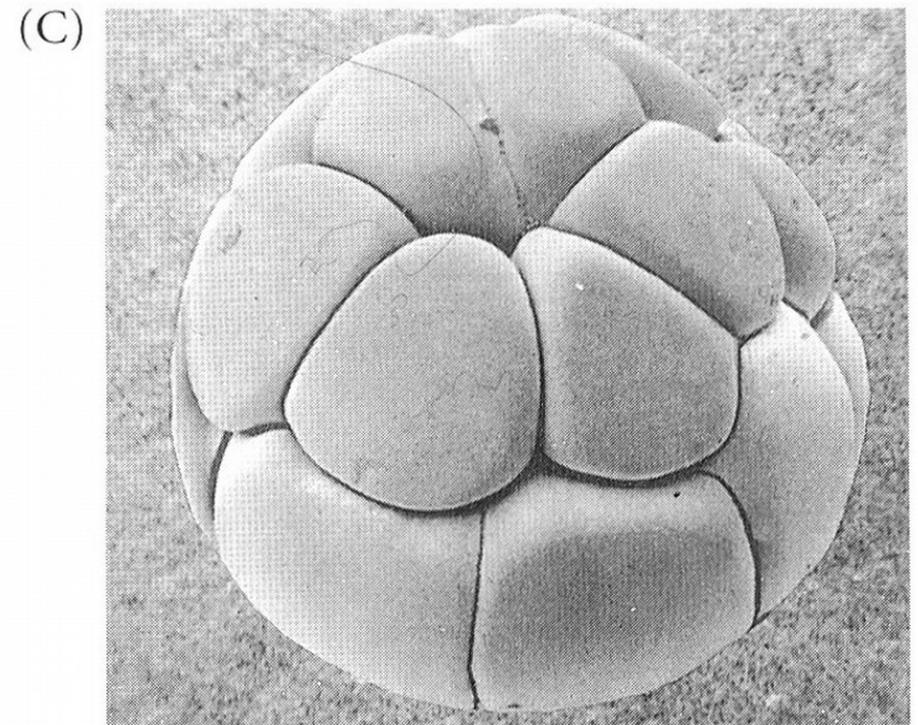


3- La troisième division est subéquatoriale et forme des blastomères inégaux PA : micromères ; PV : macromères

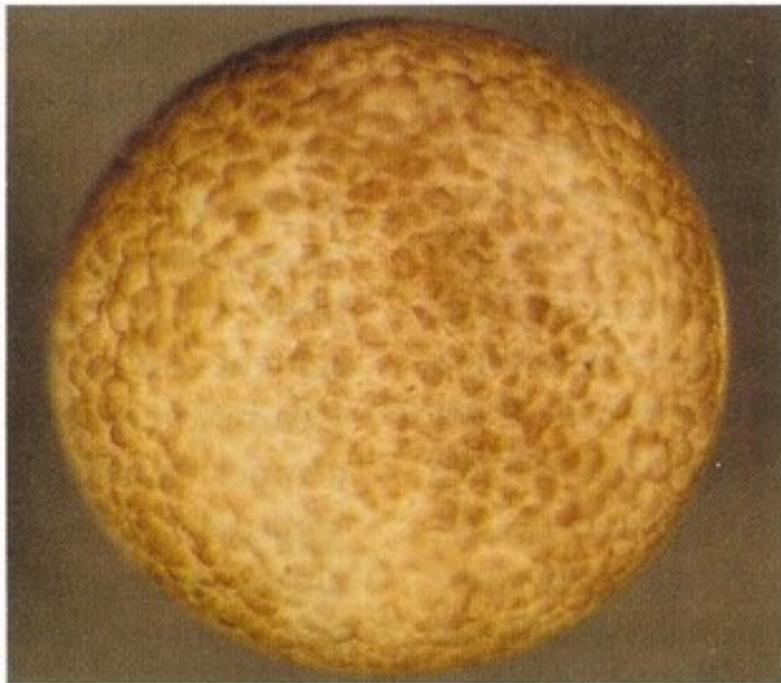
4- les 4-5-6 ièmes divisions forment une morula



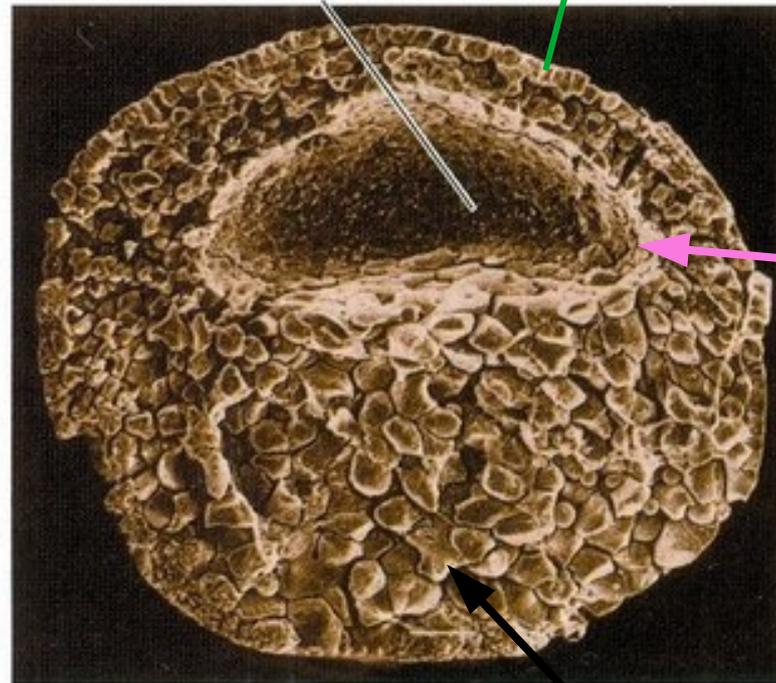
MEB- Embryon après 4 divisions  
stade 16 cellules



## 5- un blastocèle se creuse dans la blastula



Loupe

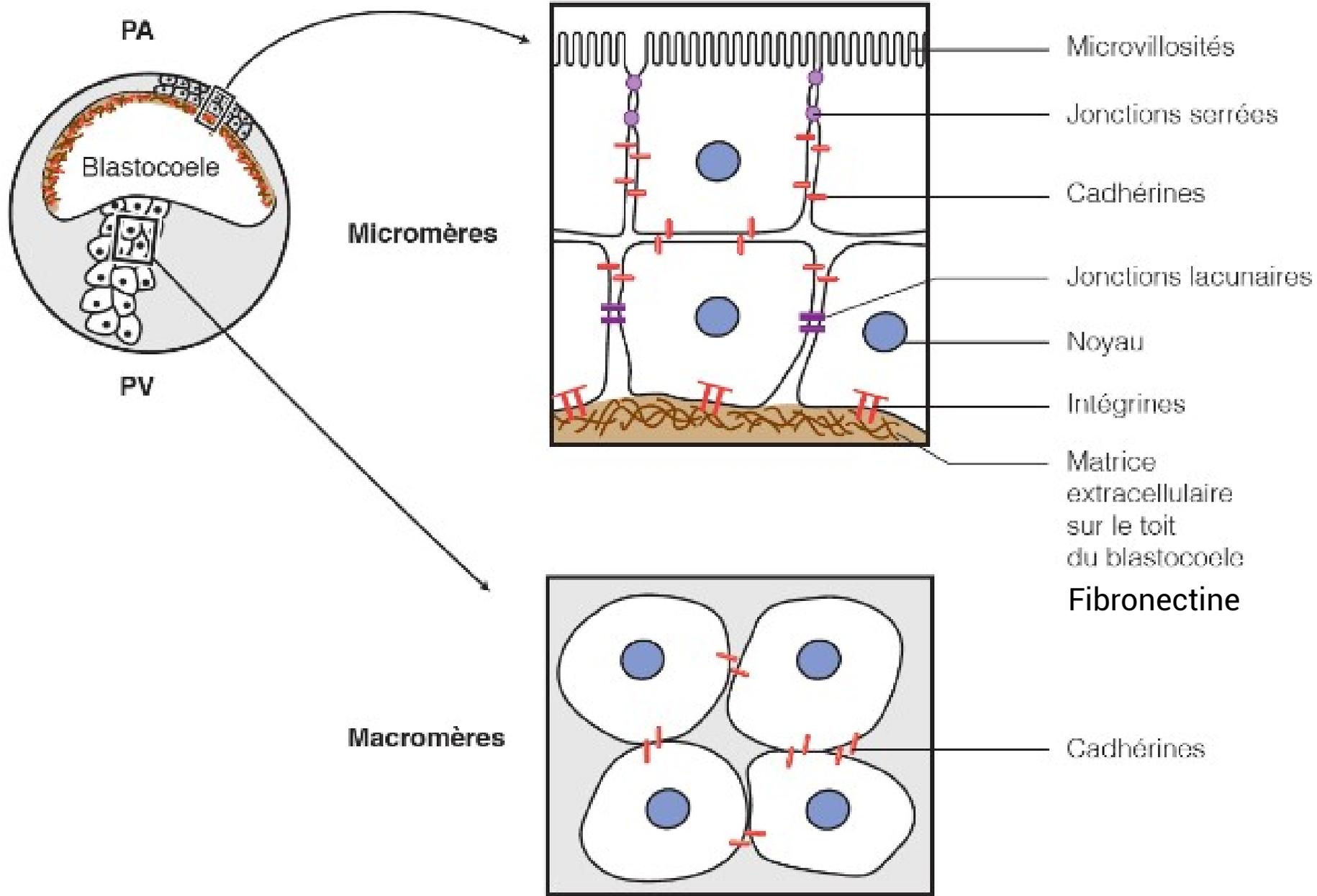


Blastocèle

Micromères  
(jonctions étanches  
Jonctions GAP)

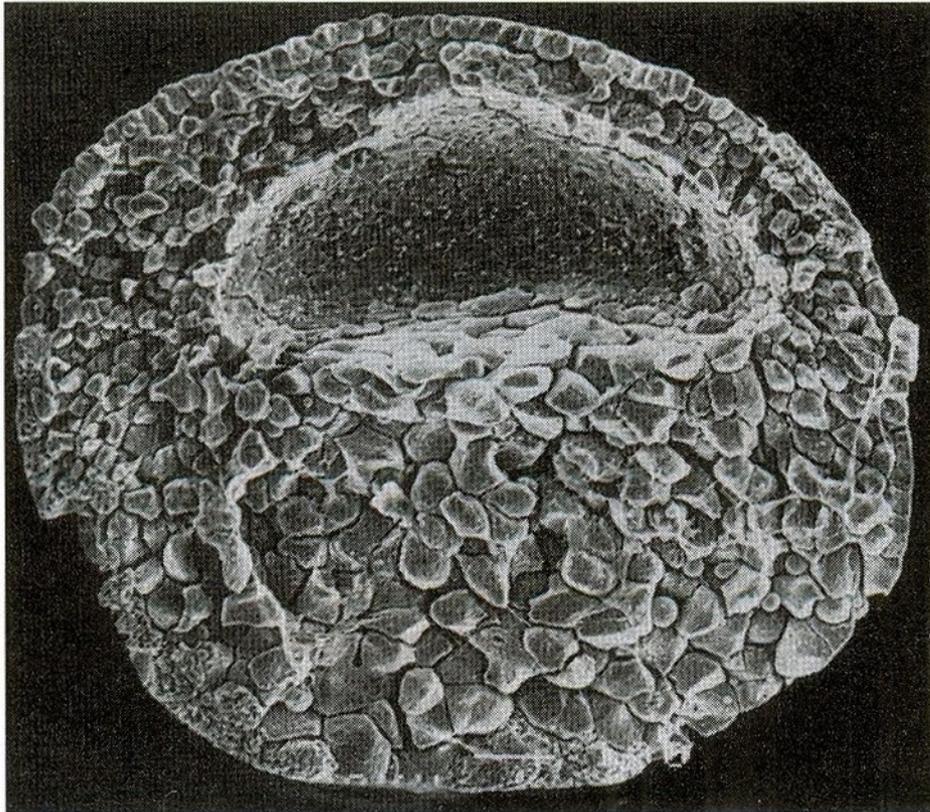
MEC  
(fibronectine)

Macromères  
Adhérence via des  
cadhérines (desmosomes)

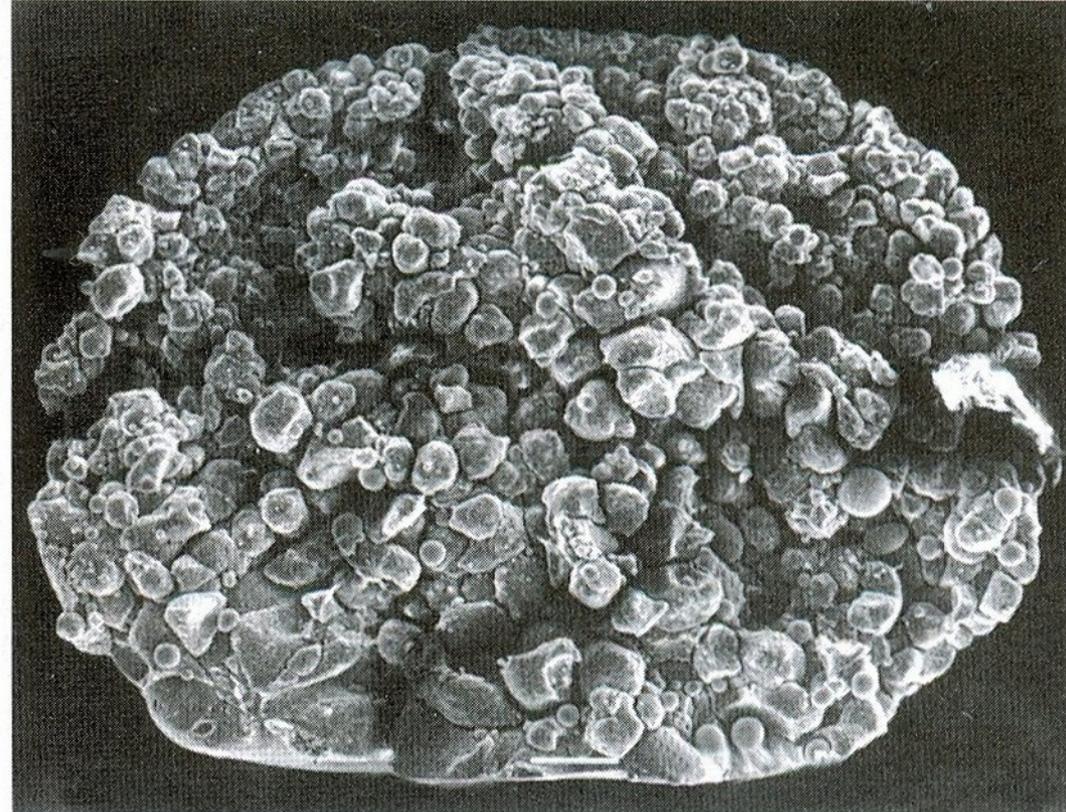


# La formation du blastocèle nécessite des molécules d'adhérence

(A)



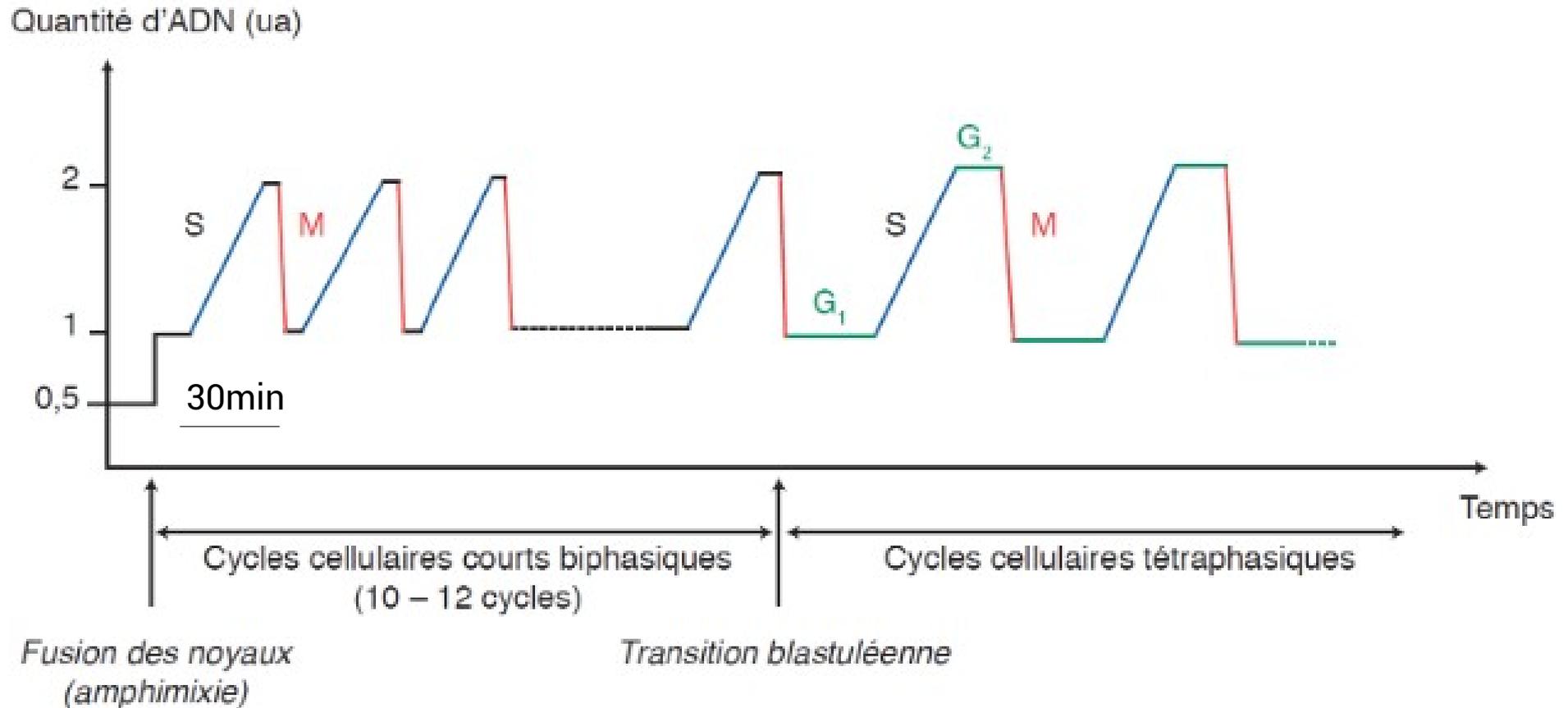
(B)



Rôle de la cadhérine dans l'adhésion des cellules d'une blastula.

(A) Coupe d'un embryon témoin. (B) Coupe d'un embryon n'exprimant plus le gène de la cadhérine

## 6-à partir de la transition blastuléenne, le génome de l'embryon s'exprime



**Pas de transcription**  
 Traduction d'ARN maternels  
 Div synchrones

transcription  
 traduction  
 D. asynchrones

(A)



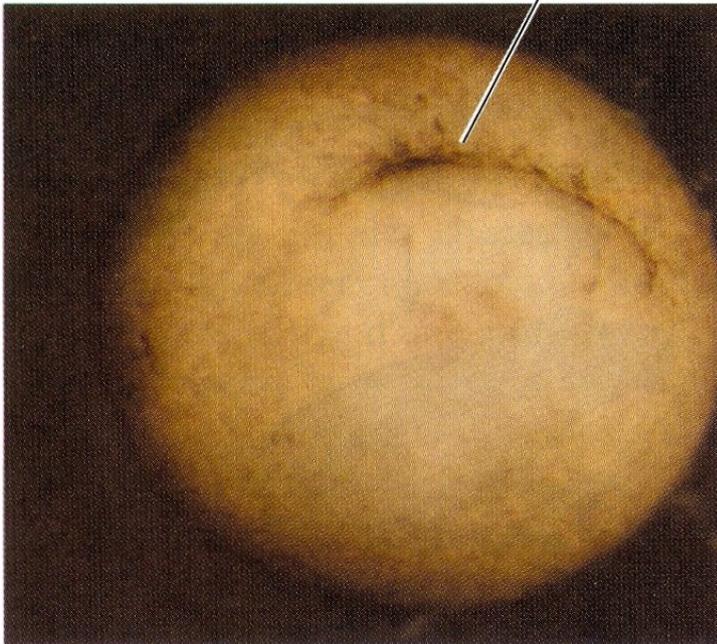
(D) Lèvre blastoporale dorsale

**FIN DE LA SEGMENTATION  
= Mise en mouvement des cellules  
= Début de la gastrulation**

(A) et (B) Début de la gastrulation.  
(C) Fin de la gastrulation.

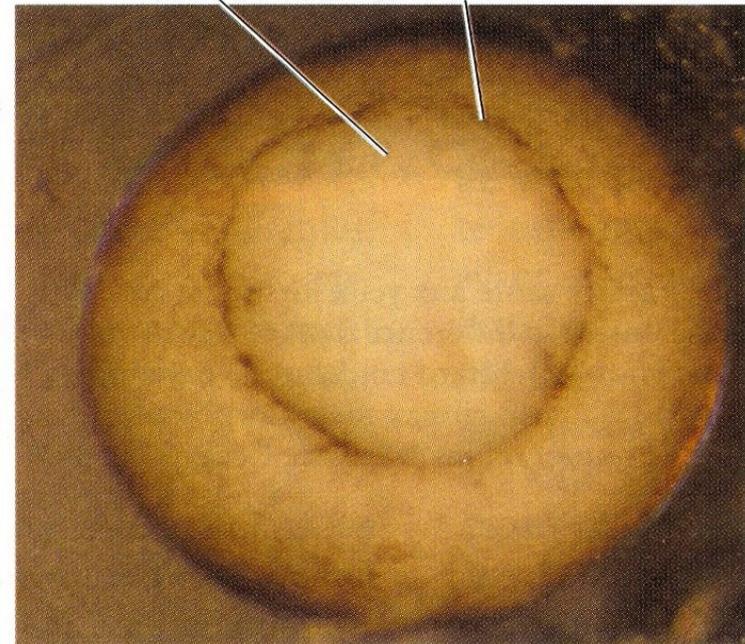
(B)

Lèvre blastoporale dorsale

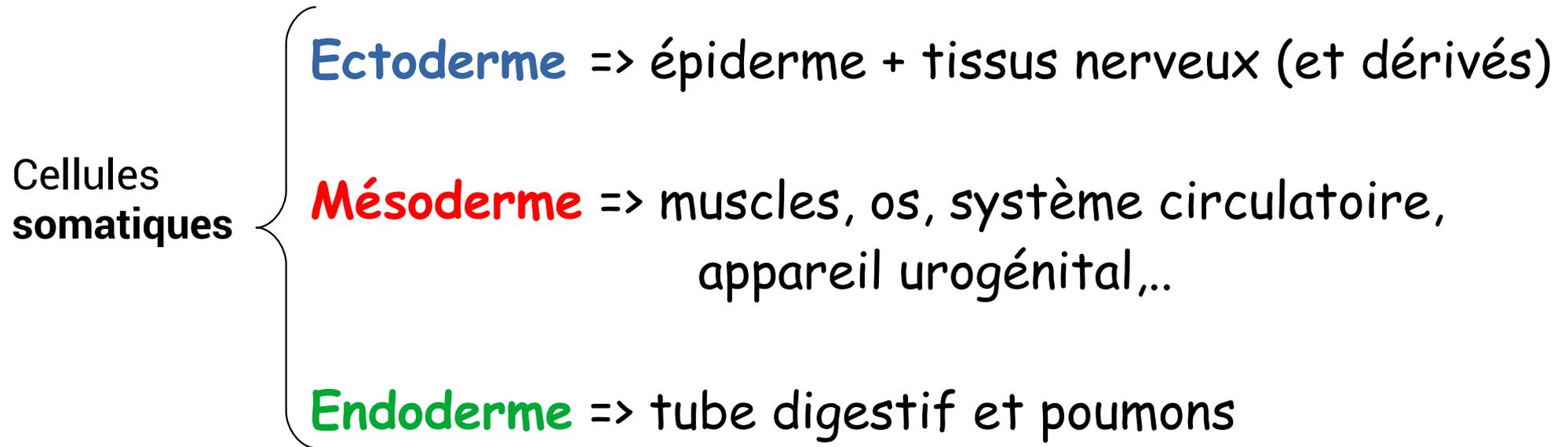


(C) Bouchon vitellin

Blastopore



## C- La gastrulation met en place trois feuillets embryonnaires



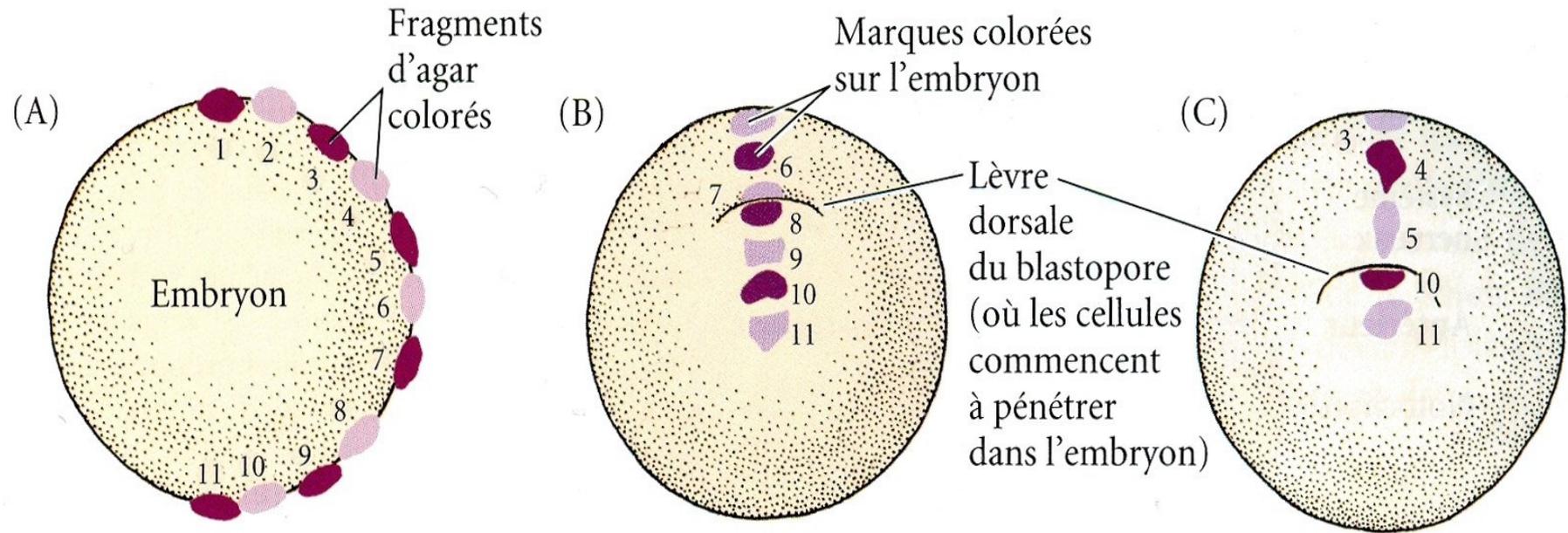
=> Triblastiques

RQ : -derme  $\approx$  -blaste

RQ : respecter le code couleur !!!!

# 1-Études expérimentales des mouvements cellulaires

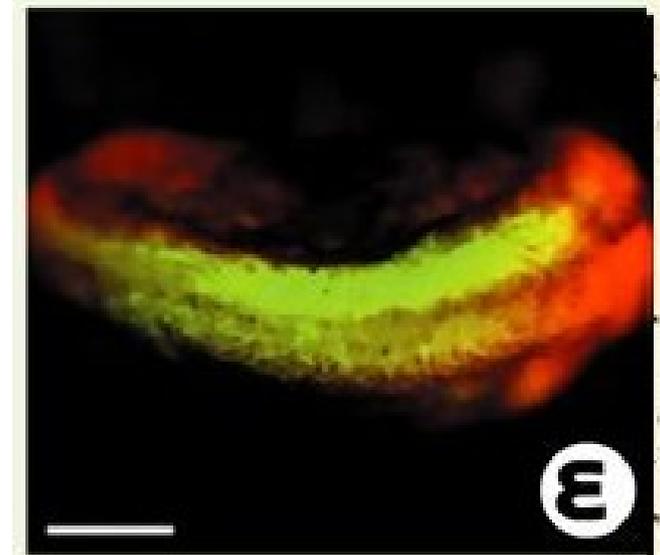
## -par marquage en surface (1925-Vogt)



<https://www.youtube.com/watch?v=1NAt-OOSuKY> (11:46-12:40)

## -par injection de marqueur fluorescent (2003)

Larve fluorescente après injection dans un micromère



## -Résultats et interprétation

### Repère : Blastopore

(dépression dorsale sous le croissant gris)

=> futur anus

=> deustérostomiens

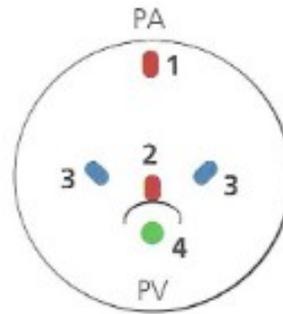
-déplacement et disparition de taches au niveau du blastopore

=> internalisation des cellules

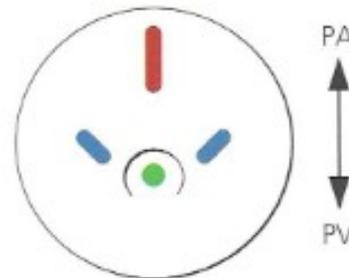
- étalement de taches

=> épibolie

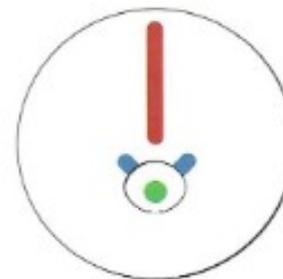
<https://www.youtube.com/watch?v=OPTmFxtivHI>



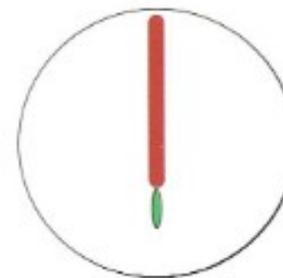
a. Stade de l'encoche du blastopore



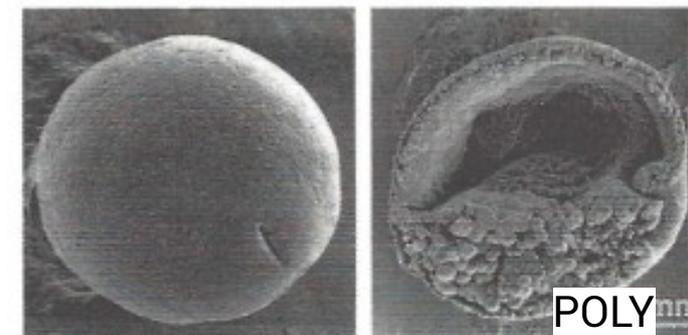
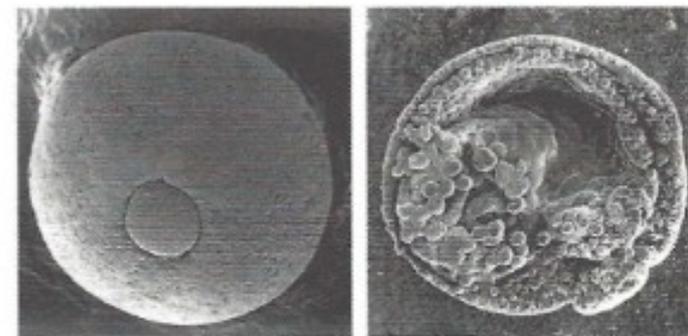
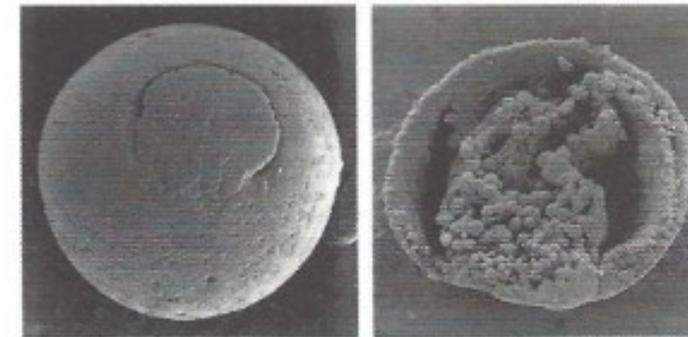
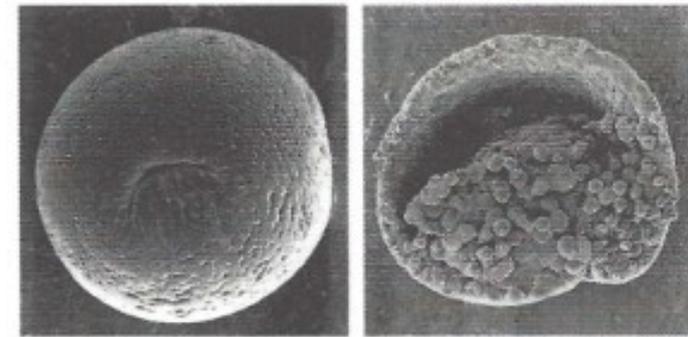
b. Stade du fer à cheval



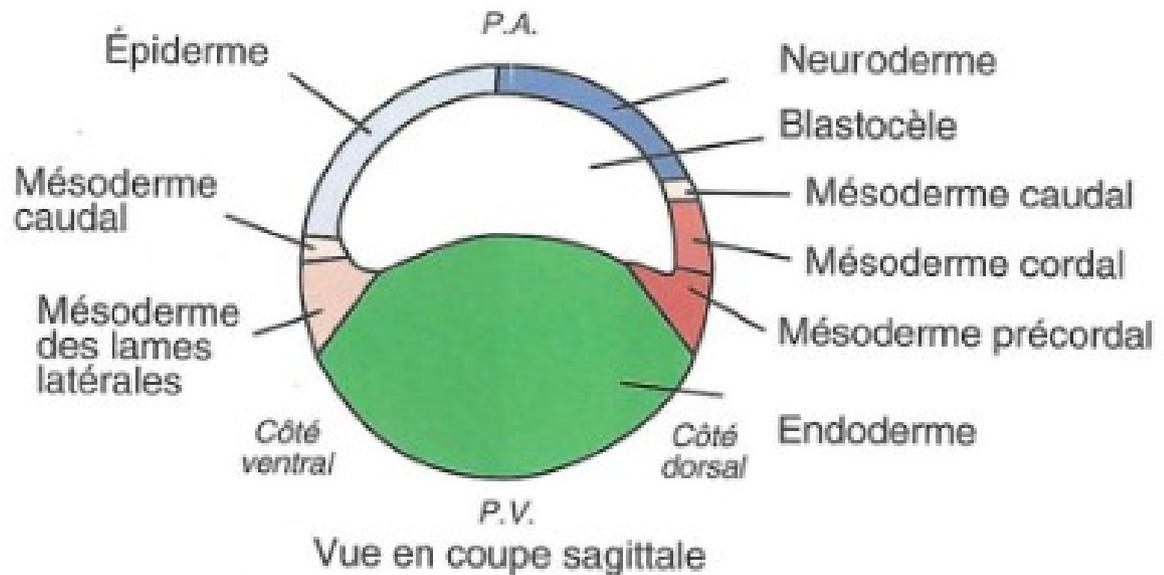
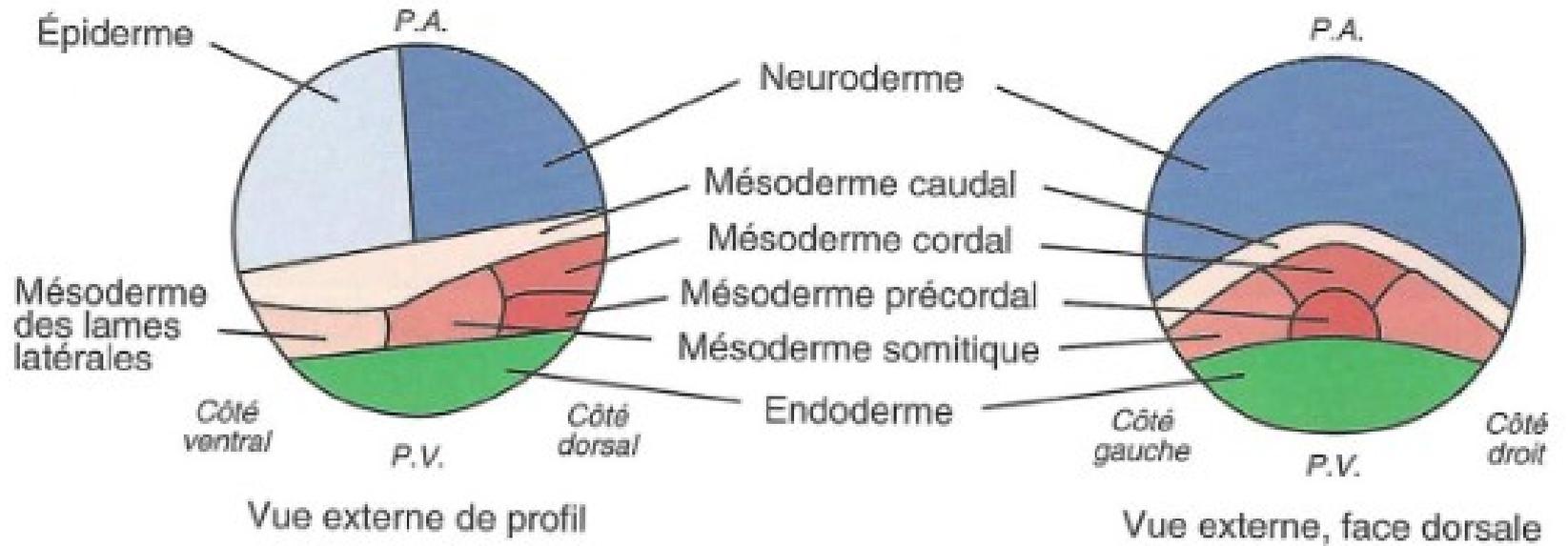
c. Stade du bouchon vitellin



d. Stade de la fente blastoporale



# 2-les territoires présomptifs de la blastula et leurs déplacements



Code couleur imposé !!

Bleu

Rouge

vert

# déplacements des territoires :

Repère : Blastopore

a- invagination

l'embolie de l'endoderme

l'involution du mésoderme

=> disparition blastocèle

=> apparition archentéron

b- l'épibolie  
de l'ectoderme

=> blastopore migre vers PV

=> Axe PA-PV devient

Axe antéro-postérieur

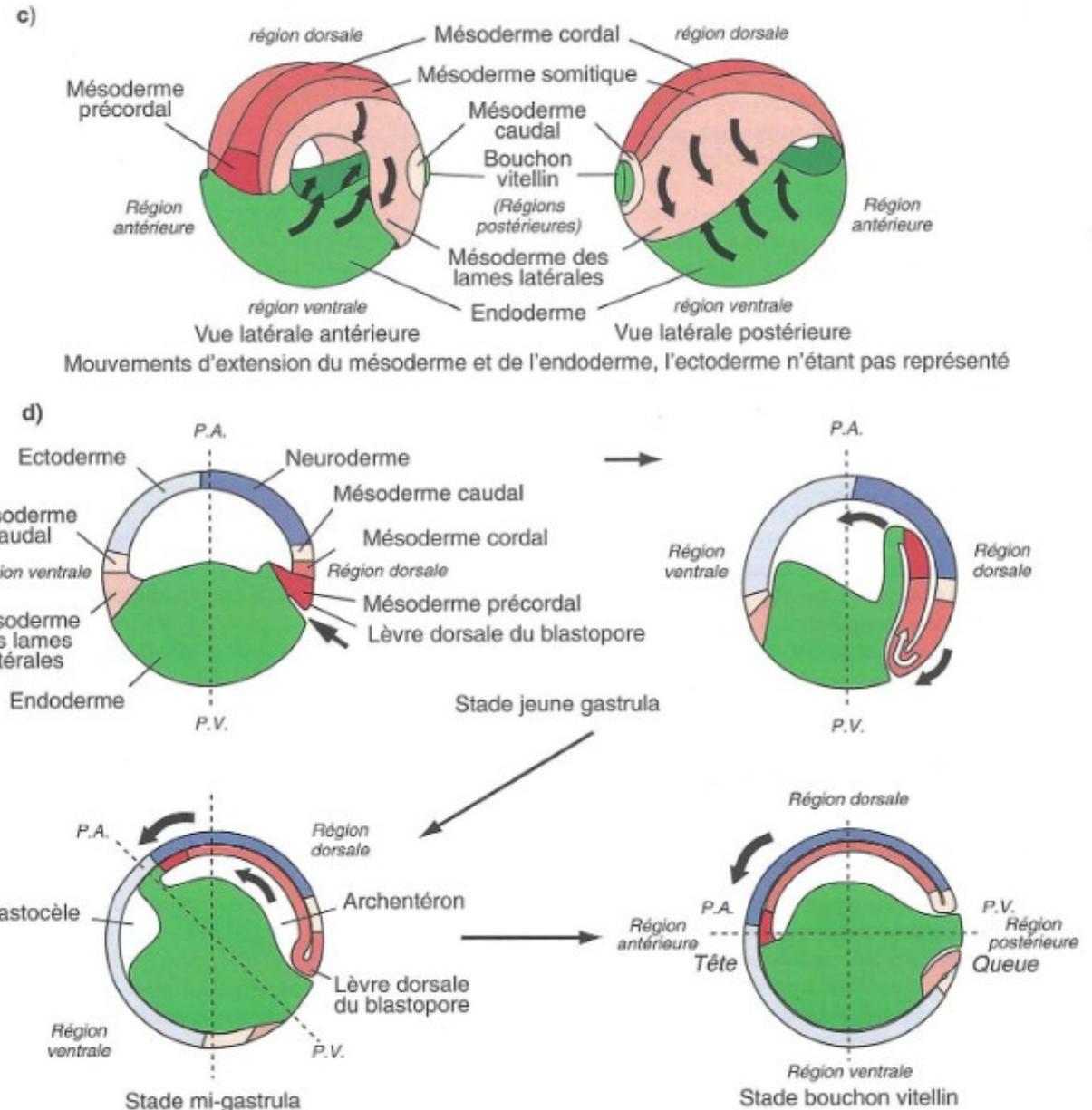


FIGURE 14. Gastrulation chez les Urodèles. D'après FRANQUINET & FOUCRIER (2003).

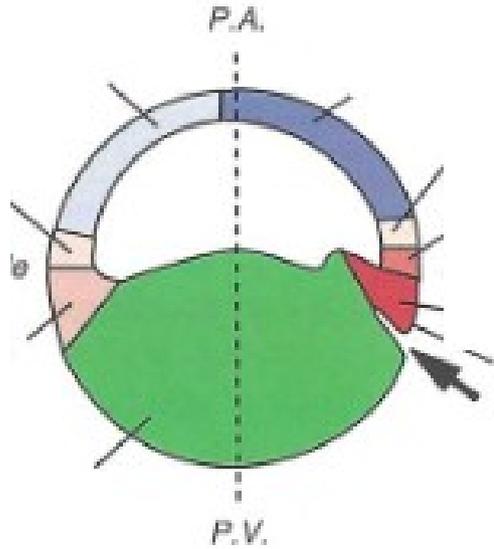
### 3-mécanismes permettant les mouvements cellulaires

a-La déformation des cellules au niveau du blastopore permet l'invagination

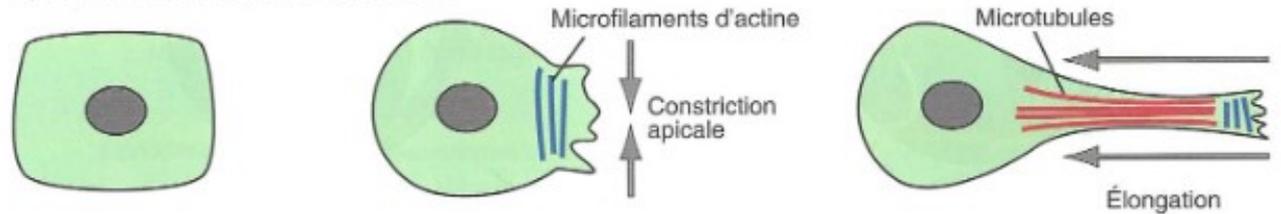
b-La migration sur le toit du blastocoele

c-les mitoses et intercalations permettent l'épibolie

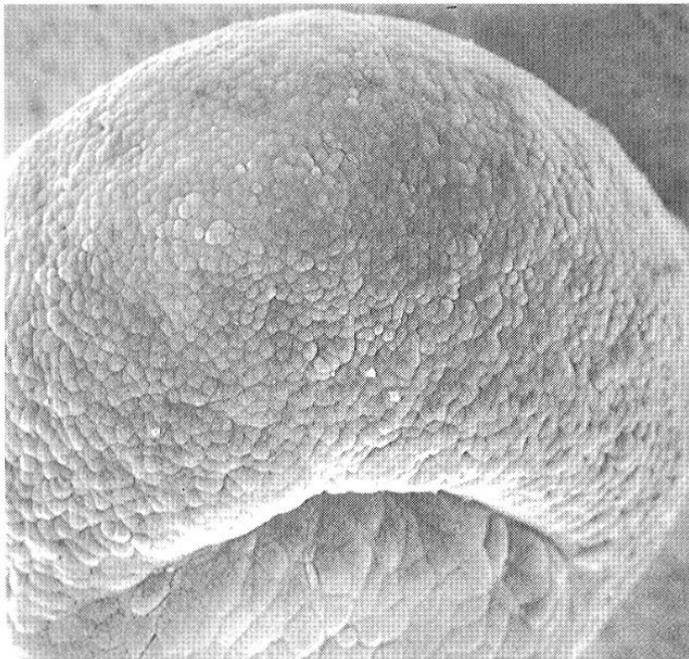
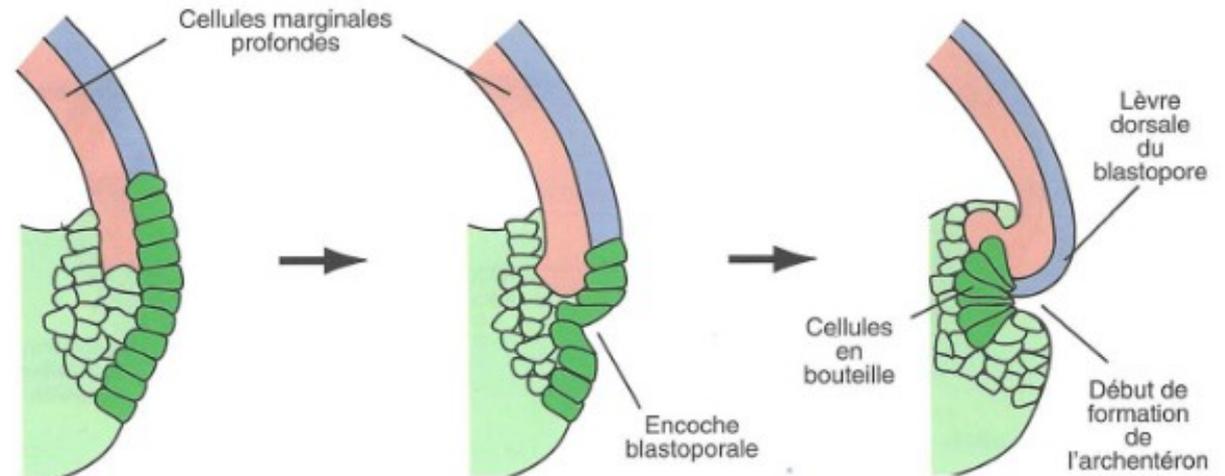
# a-La déformation des cellules au niveau du blastopore permet <sup>27</sup> l'invagination (involution : repli vers l'intérieur)



b) Formation des cellules en bouteille

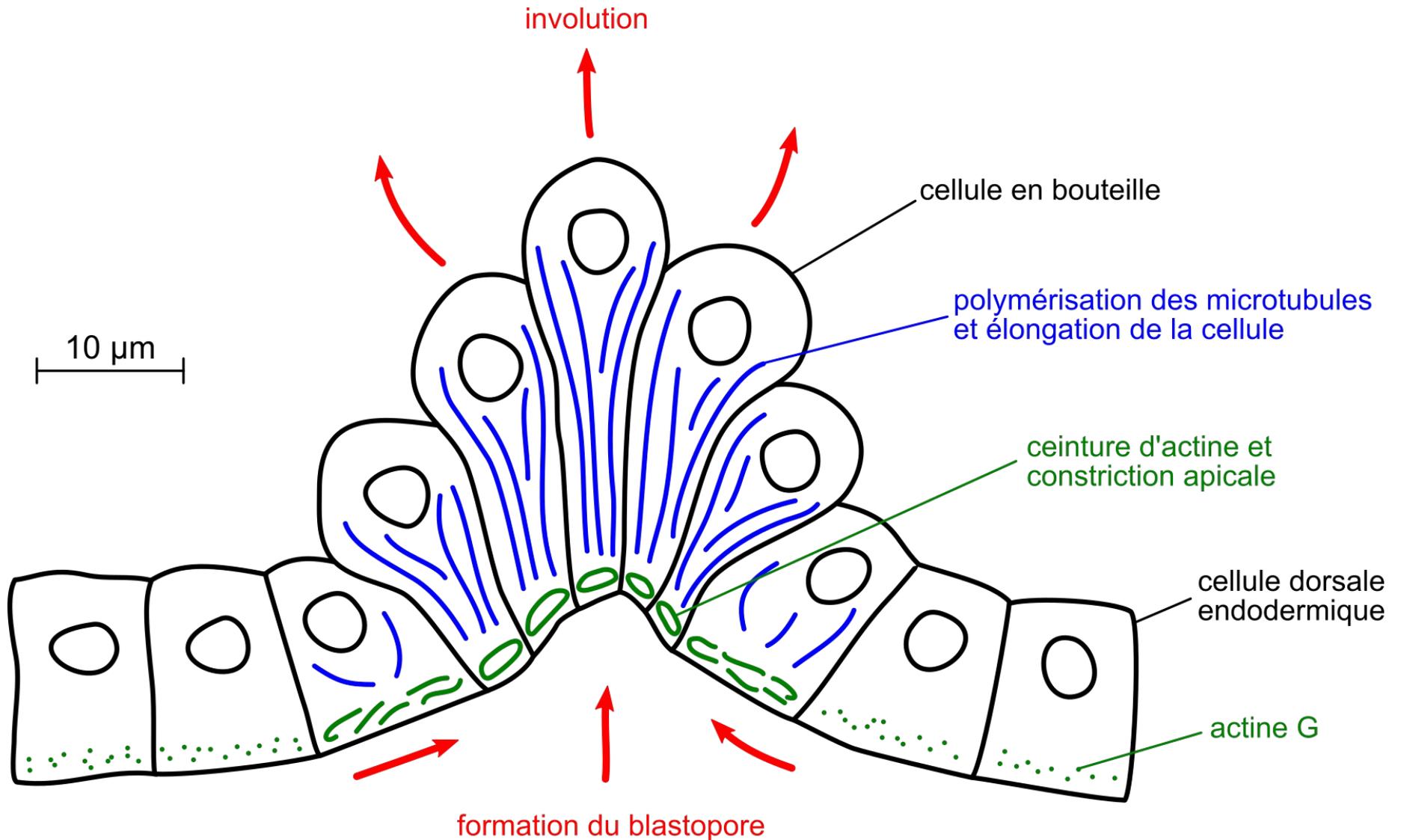


c) Schémas de la formation de l'archentéron



MEB-blastopore

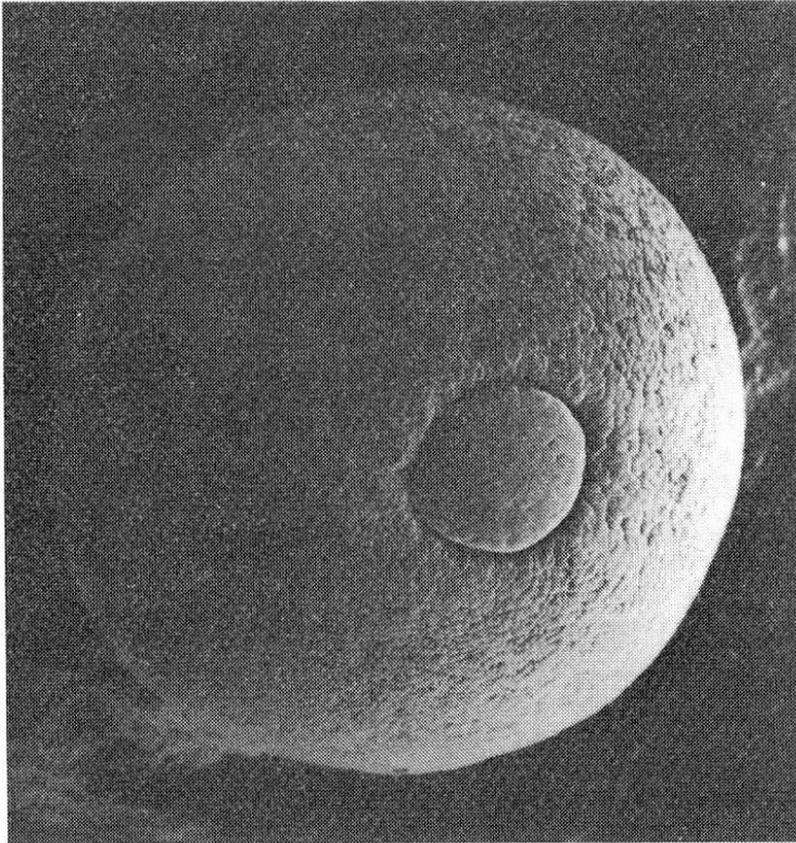
a-La déformation des cellules au niveau du blastopore permet l'invagination (involution : repli vers l'intérieur)



## b-La migration (par reptation) sur le toit du blastocèle

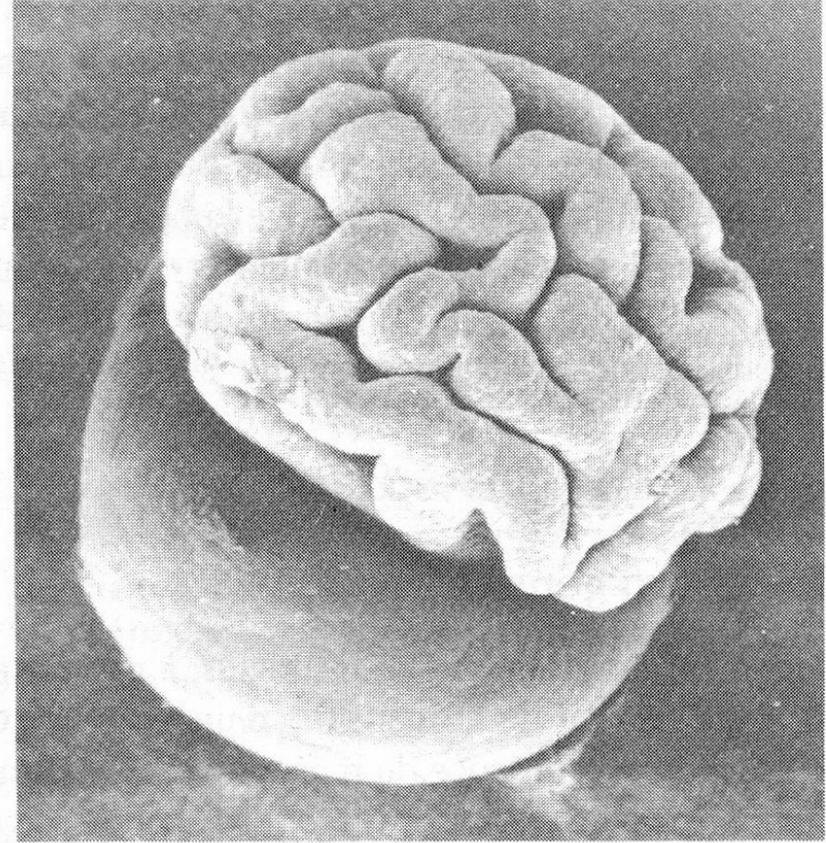
ARG : rôle de la MEC dans l'invagination de l'endoderme et mésoderme

Témoin



(A)

+ AC anti-fibronectine



(B)

0,5 mm

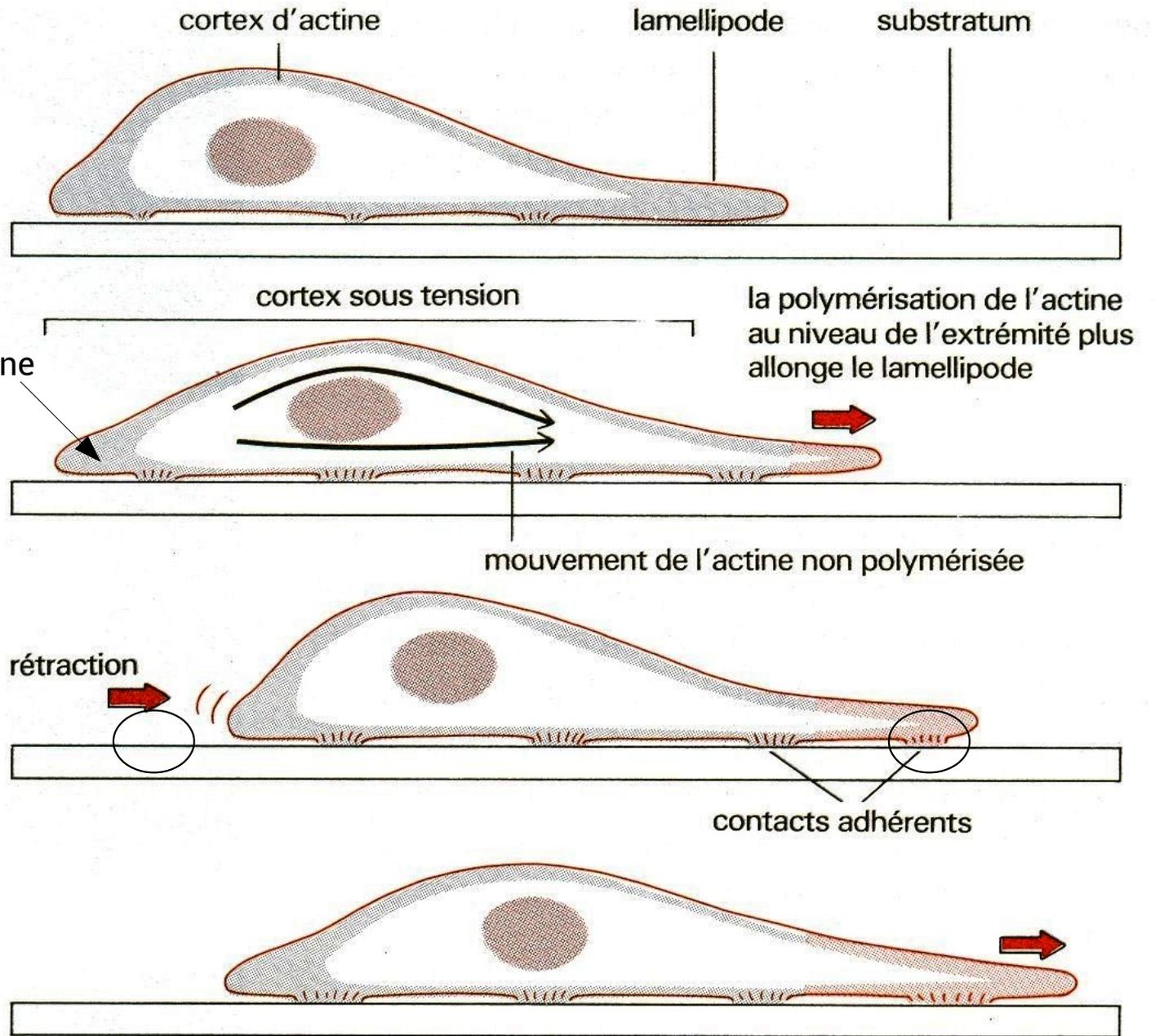
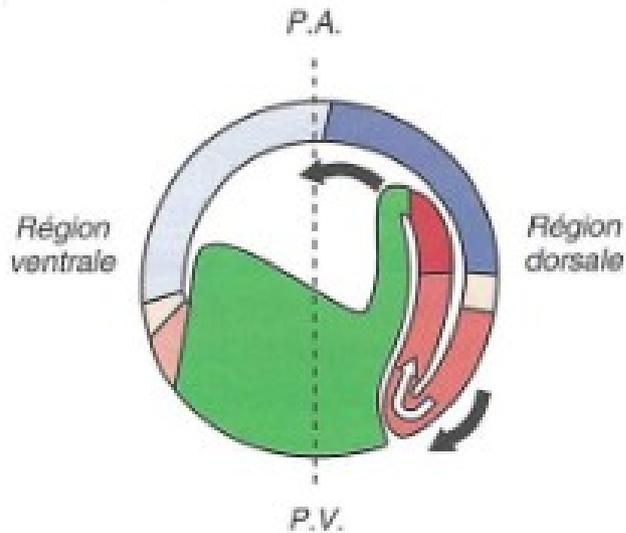
Expérience d'exogastrulation.

(A) Embryon témoin en fin de gastrulation (noter la présence du bouchon vitellin).

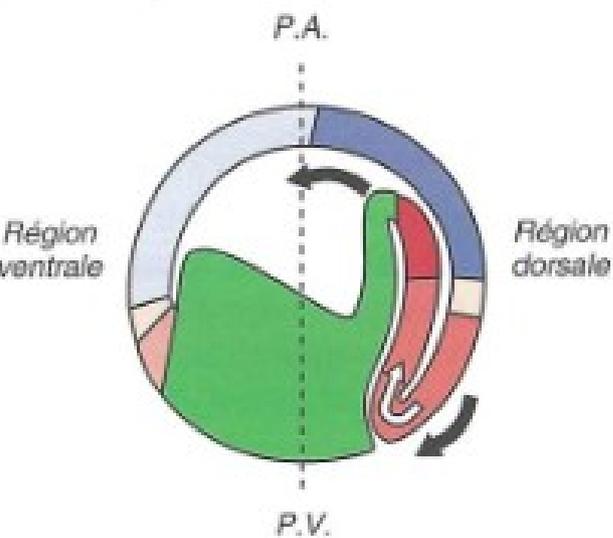
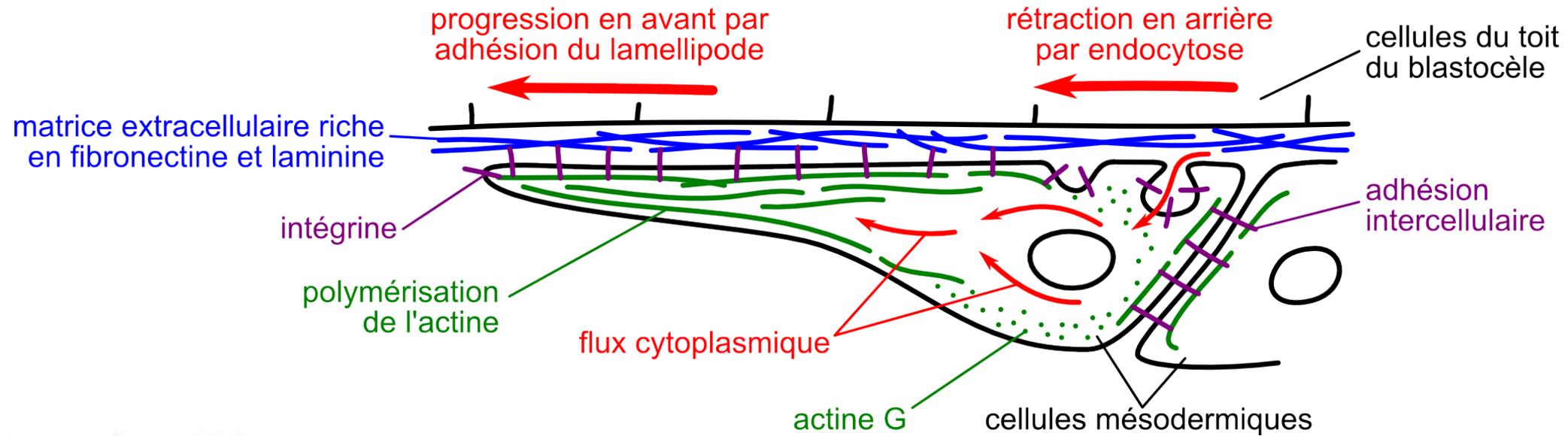
(B) Embryon au même stade dans lequel on a injecté un anticorps anti-fibronectine. Les cellules de l'endoderme n'ont pas pu migrer vers l'intérieur de l'embryon et forment la masse ronde et lisse située en bas de la photographie, contenant les cellules du mésoderme. L'ectoderme a subi son extension normale et forme un sac vide replié sur lui-même situé en haut de la photographie.

# b-La migration (par reptation) sur le toit du blastocèle

2-Dépolymérisation de l'actine + disparition de pts focaux

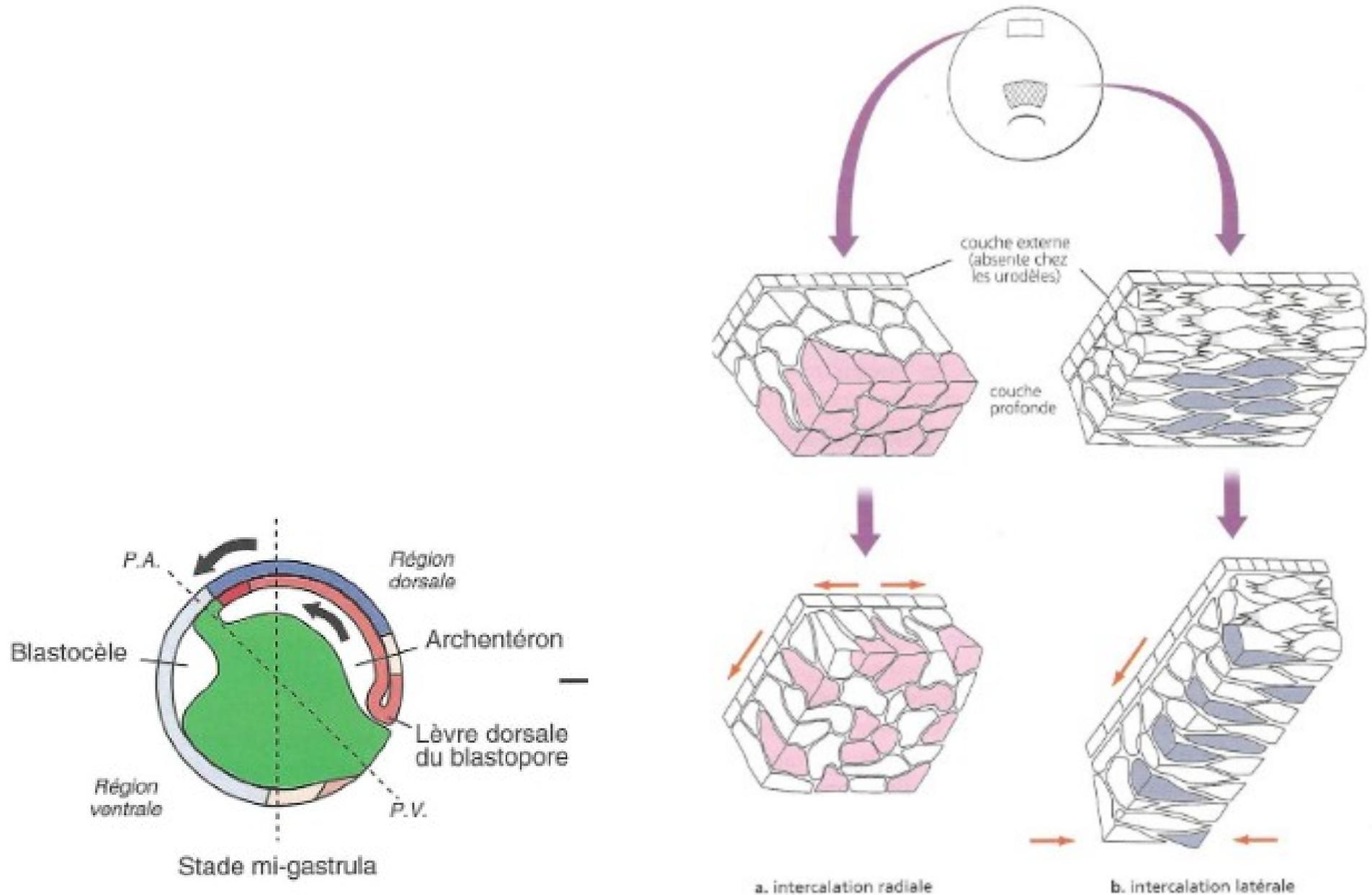


## b-La migration (par reptation) sur le toit du blastocèle

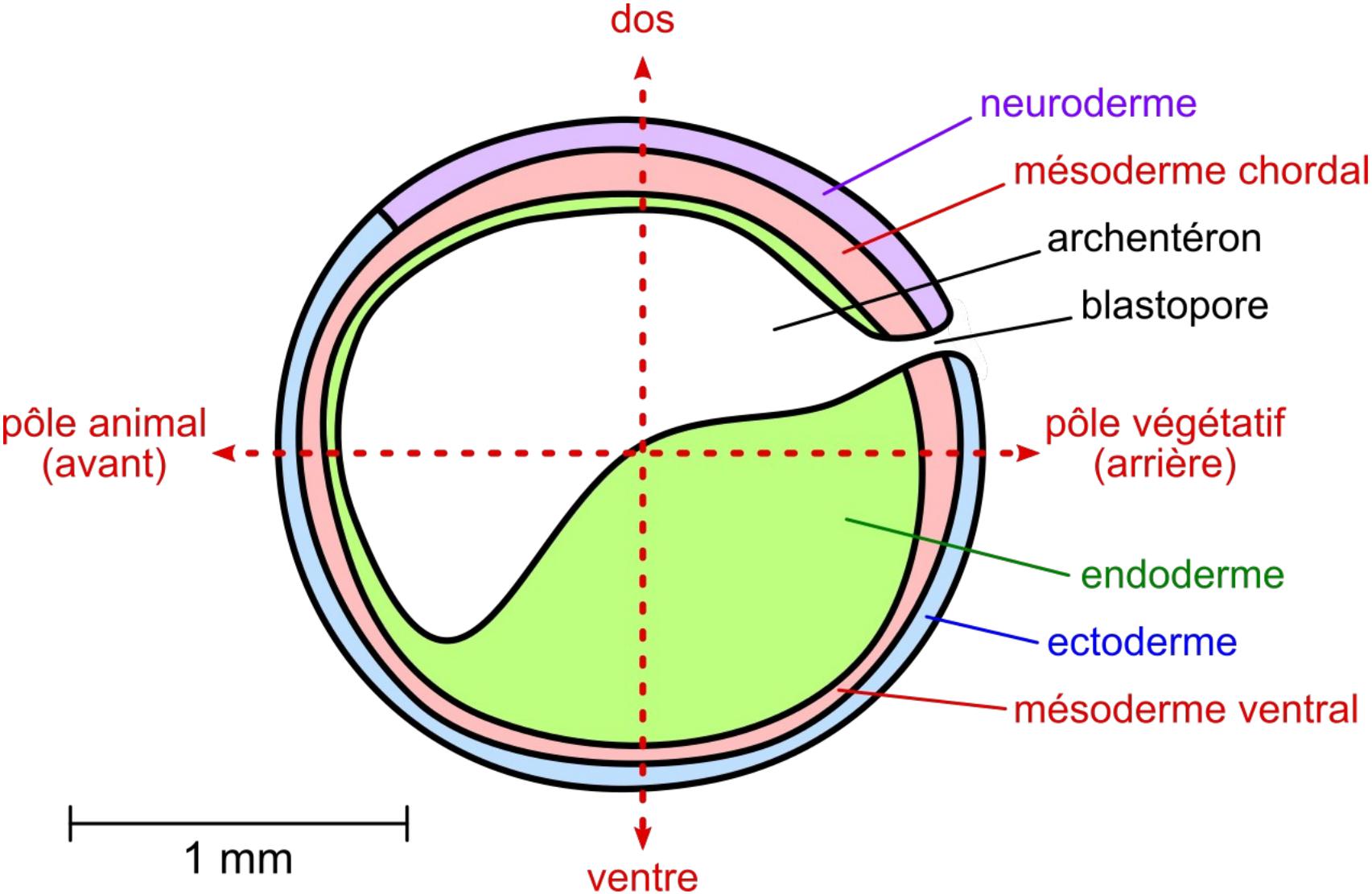


Progression d'une cellule mésodermique sur le toit du blastocèle au cours de la gastrulation.

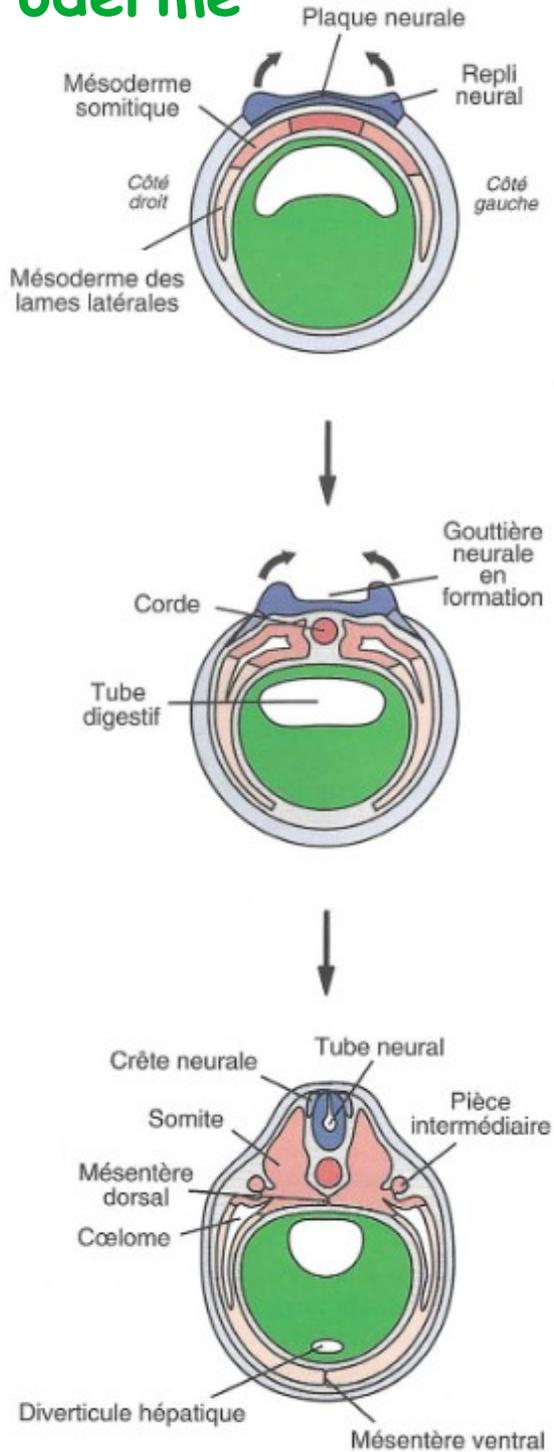
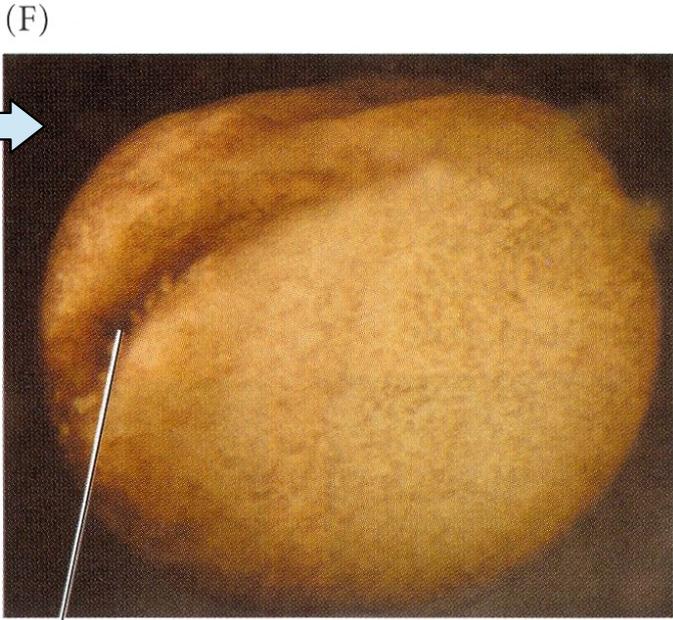
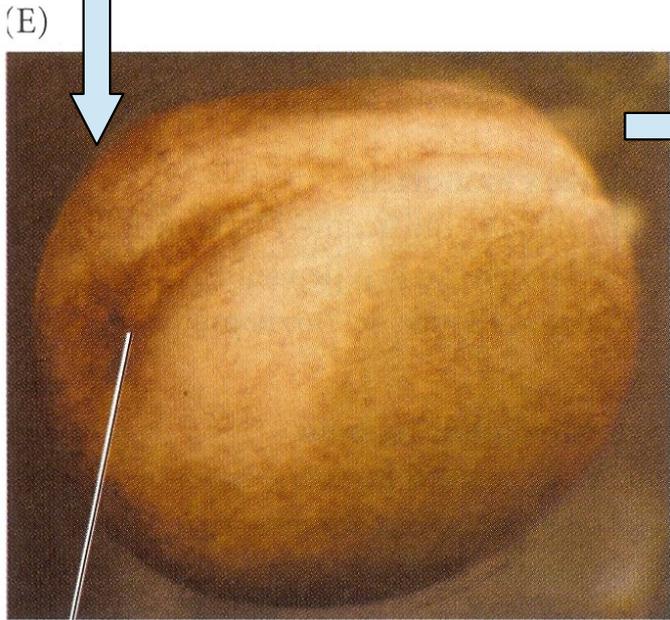
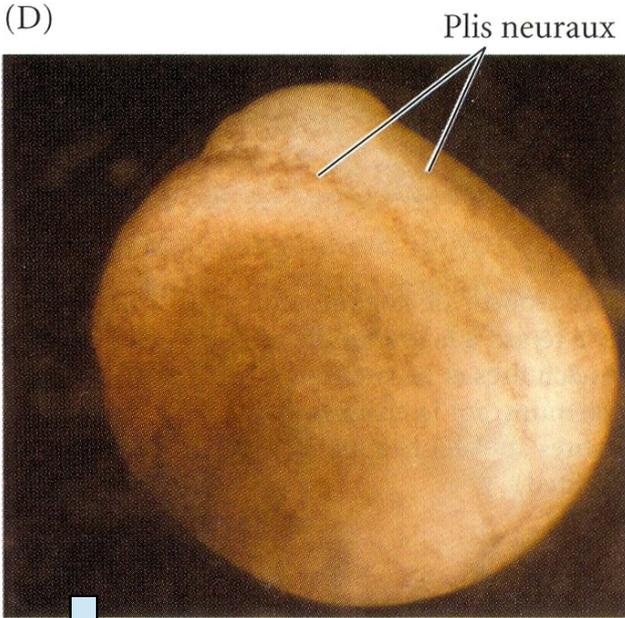
# c-les mitoses et intercalations permettent l'épibolie



Coupe longitudinale d'un embryon d'amphibien à la fin de la gastrulation.



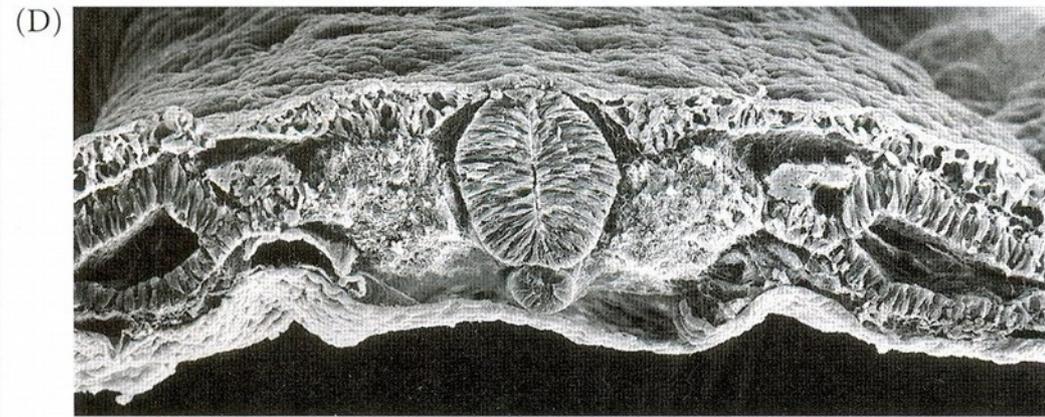
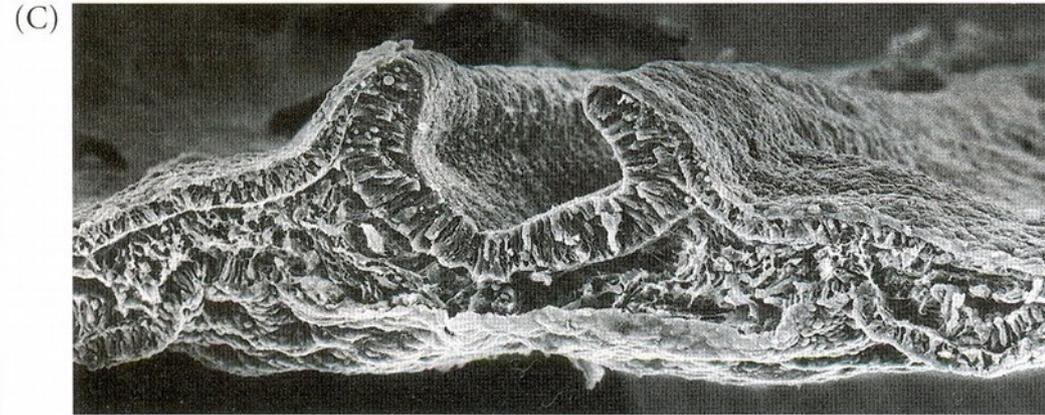
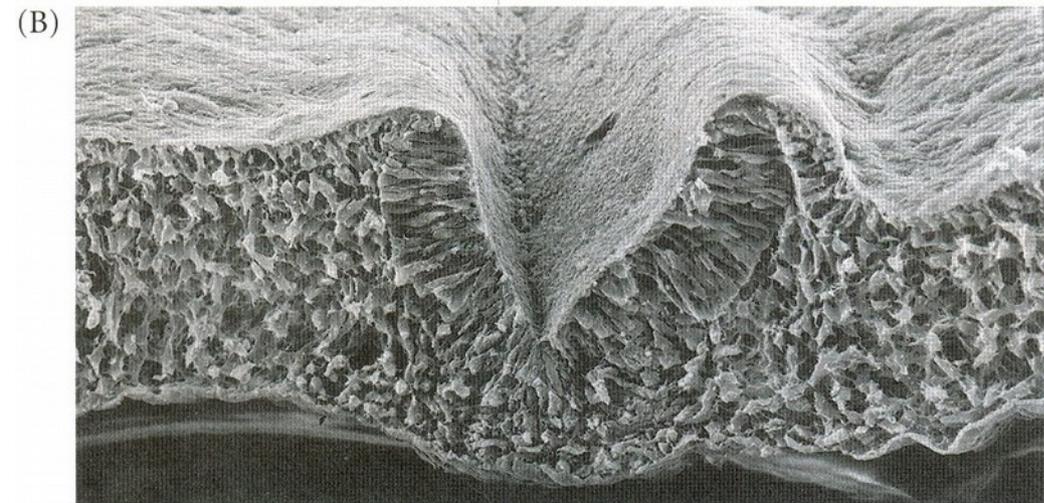
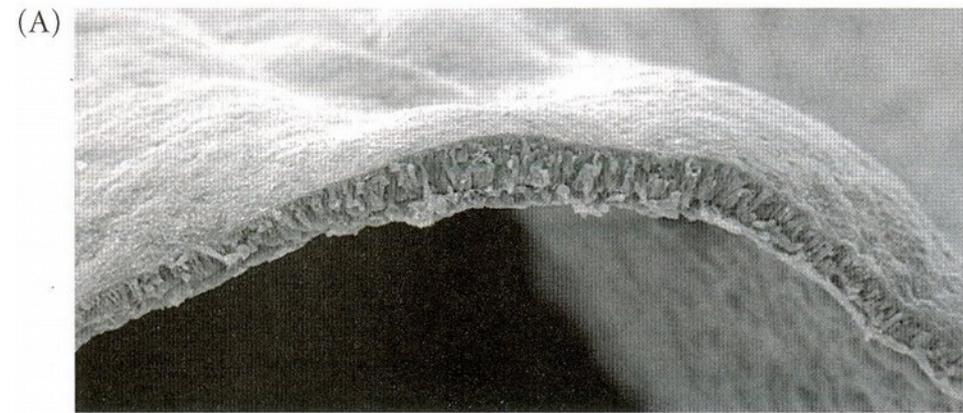
# D-la neurulation permet l'internalisation du neuroderme



Gouttière neurale

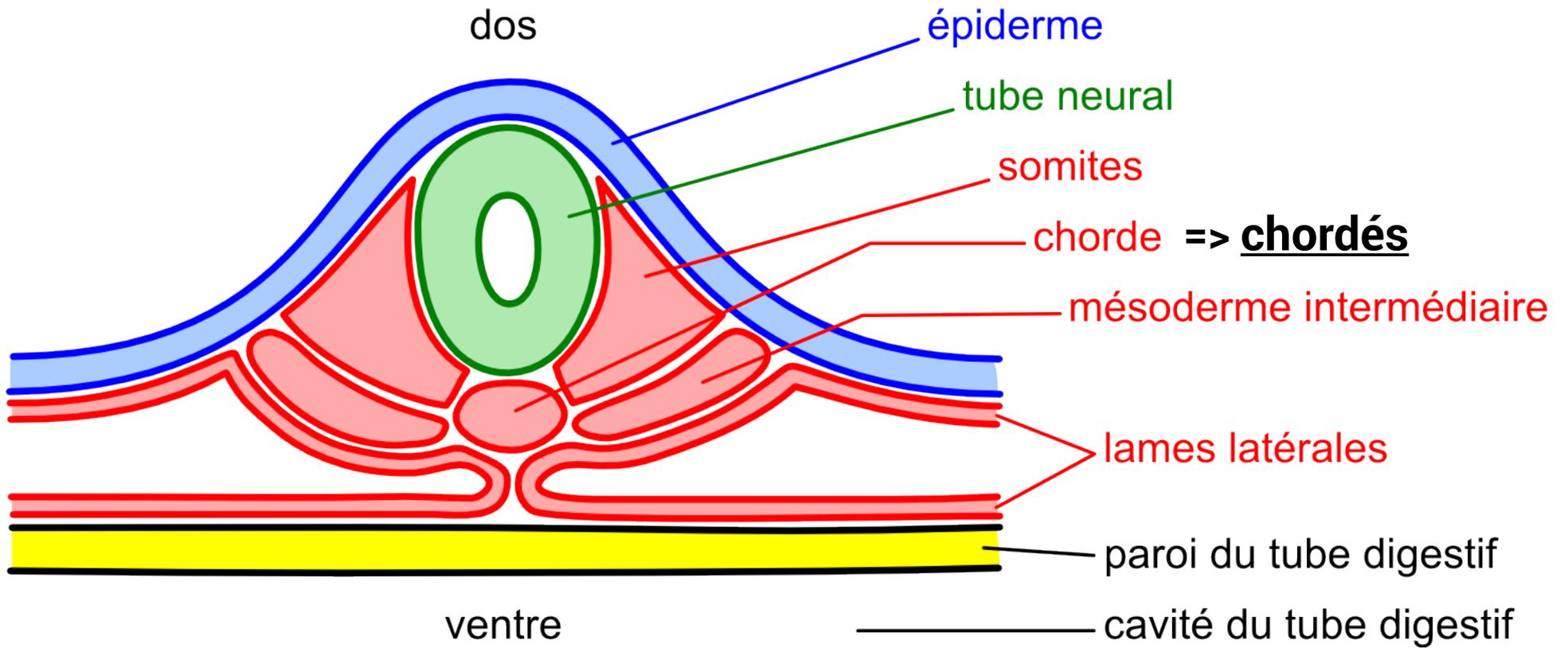
Tube neural ouvert

## D-la neurulation permet l'internalisation du neuroderme



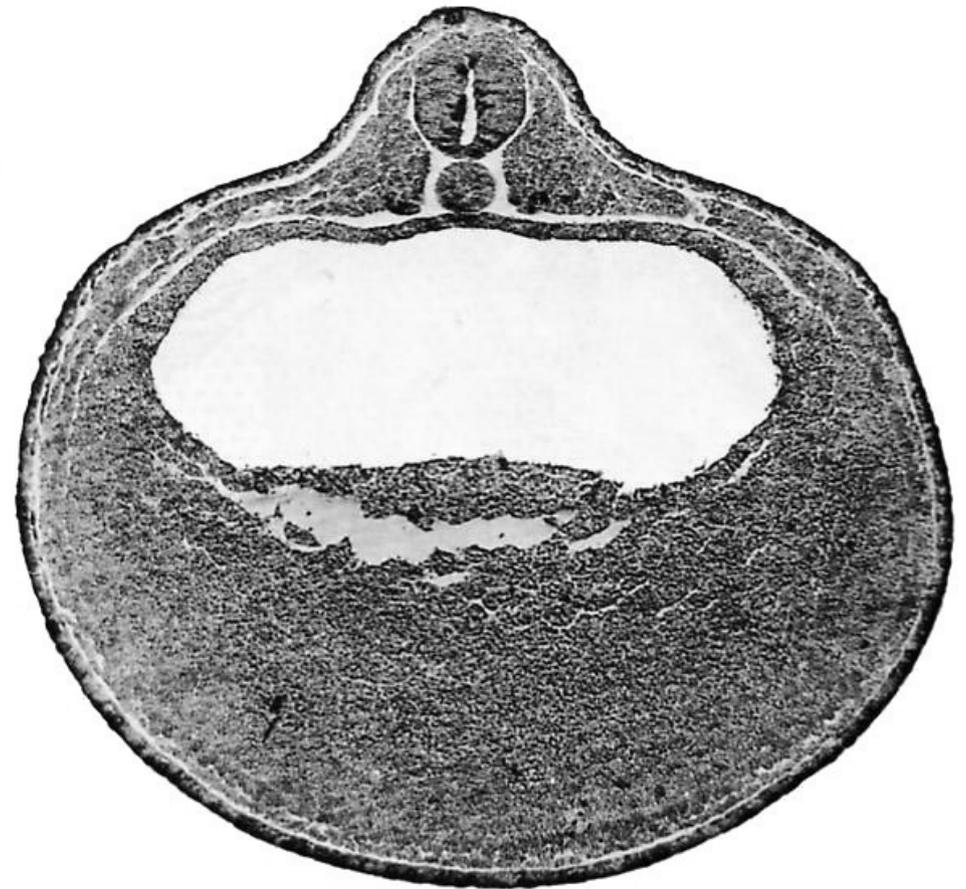
Coupes d'embryons de poulet en cours de neurulation, -MEB

- (A) Allongement des cellules du neuroderme. (B) Formation des plis neuraux.  
(C) Formation de la gouttière neurale. (D) Fermeture du tube neural.



Coupe transversale en fin de neurulation.

Coupe transversale d'un embryon d'amphibien en fin de neurulation.  
observé au MO (x40)



Poly -TP

## E- L'organogenèse permet la différenciation des organes

-allongement de l'embryon

-disparition d'organes embryonnaires

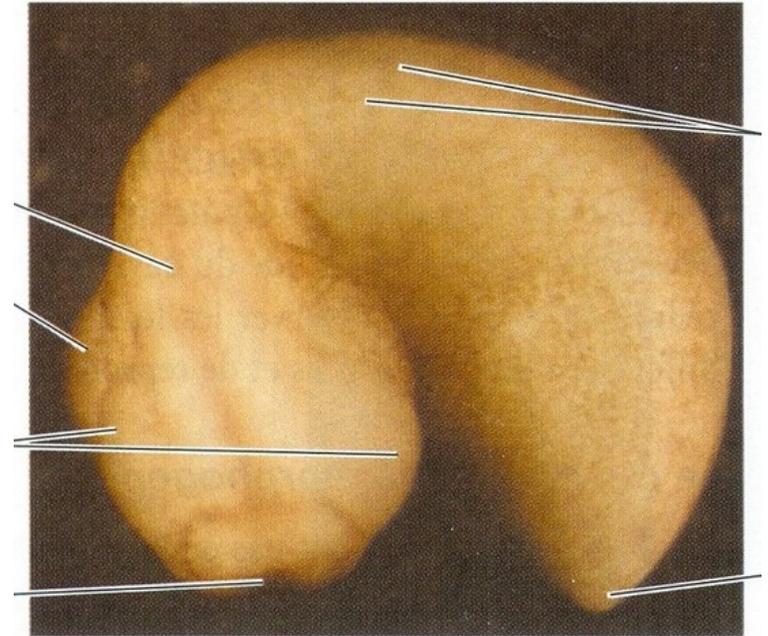
Apoptose

Ex : Chorde

-individualisation en secteurs

Métamérie

-différenciation des organes



# E- L'organogenèse permet la différenciation des organes

-allongement de l'embryon

-disparition d'organes embryonnaire

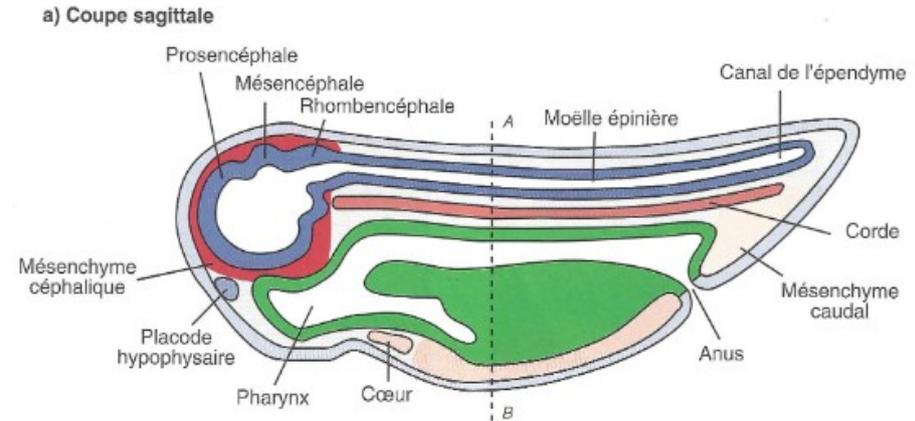
Apoptose

Ex : Chorde

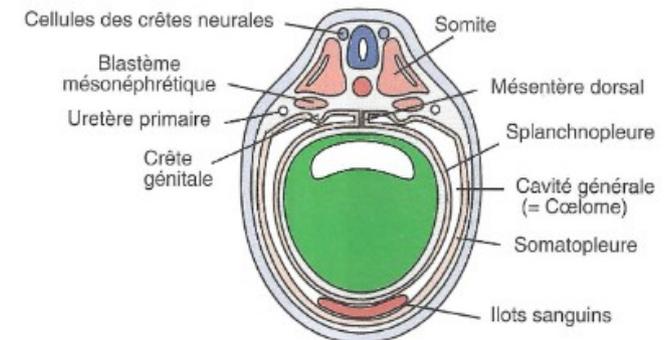
-individualisation en secteurs

Métamérie

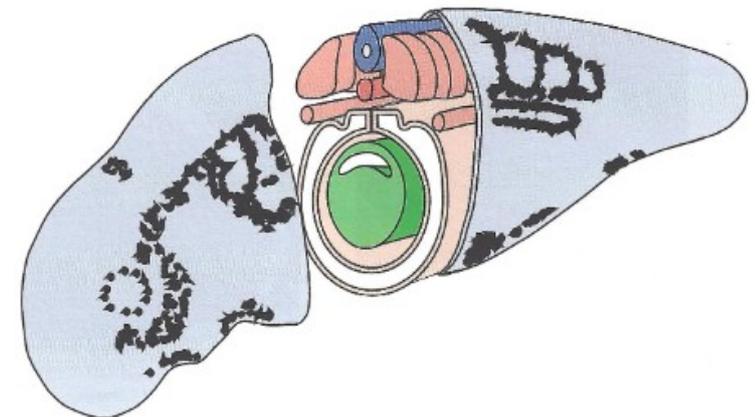
-différenciation des organes



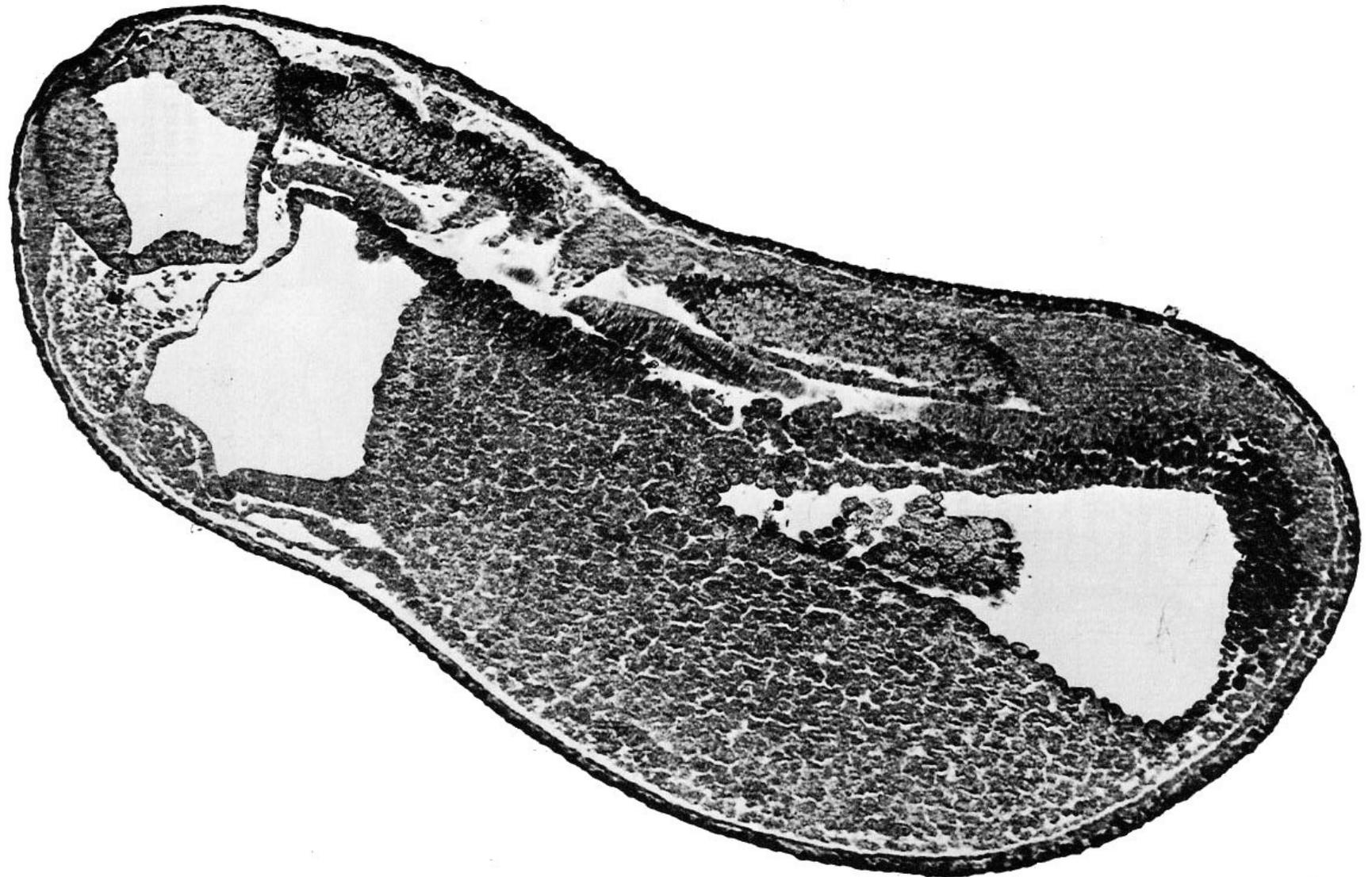
b) Coupe transversale selon AB



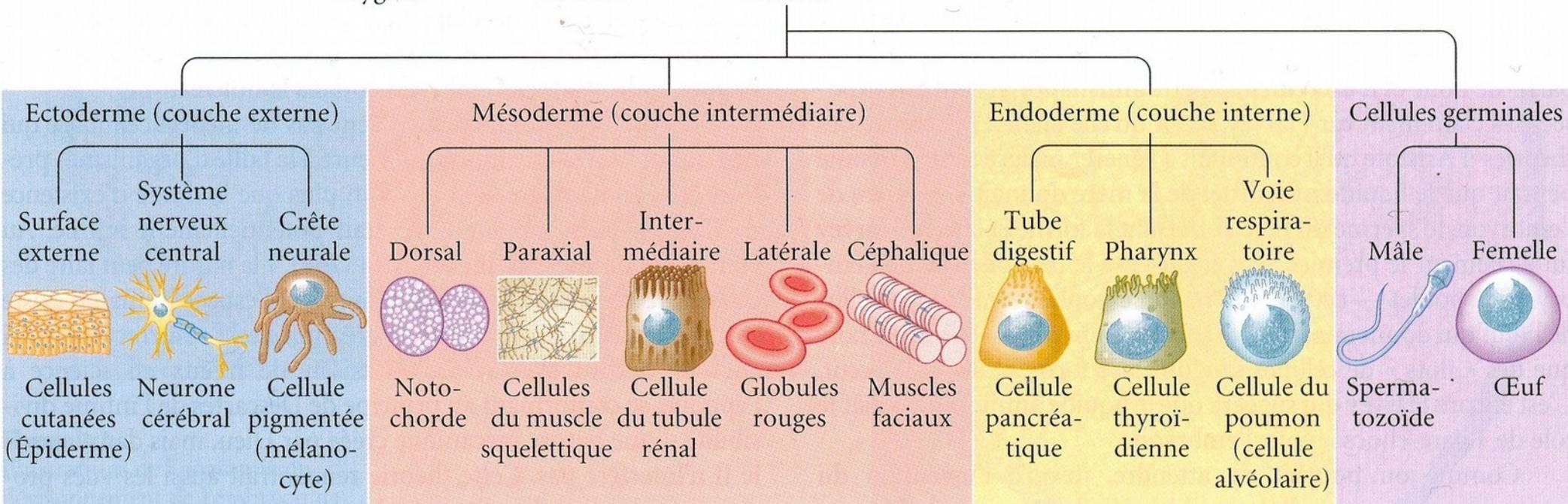
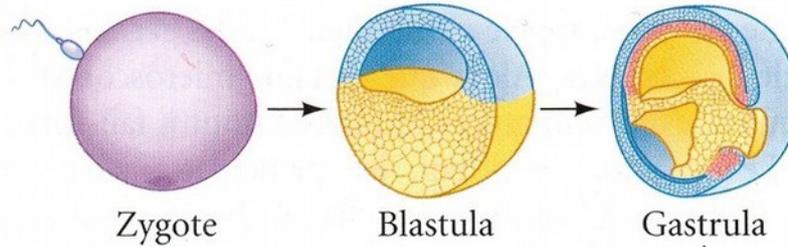
c) Métamérisation somitique



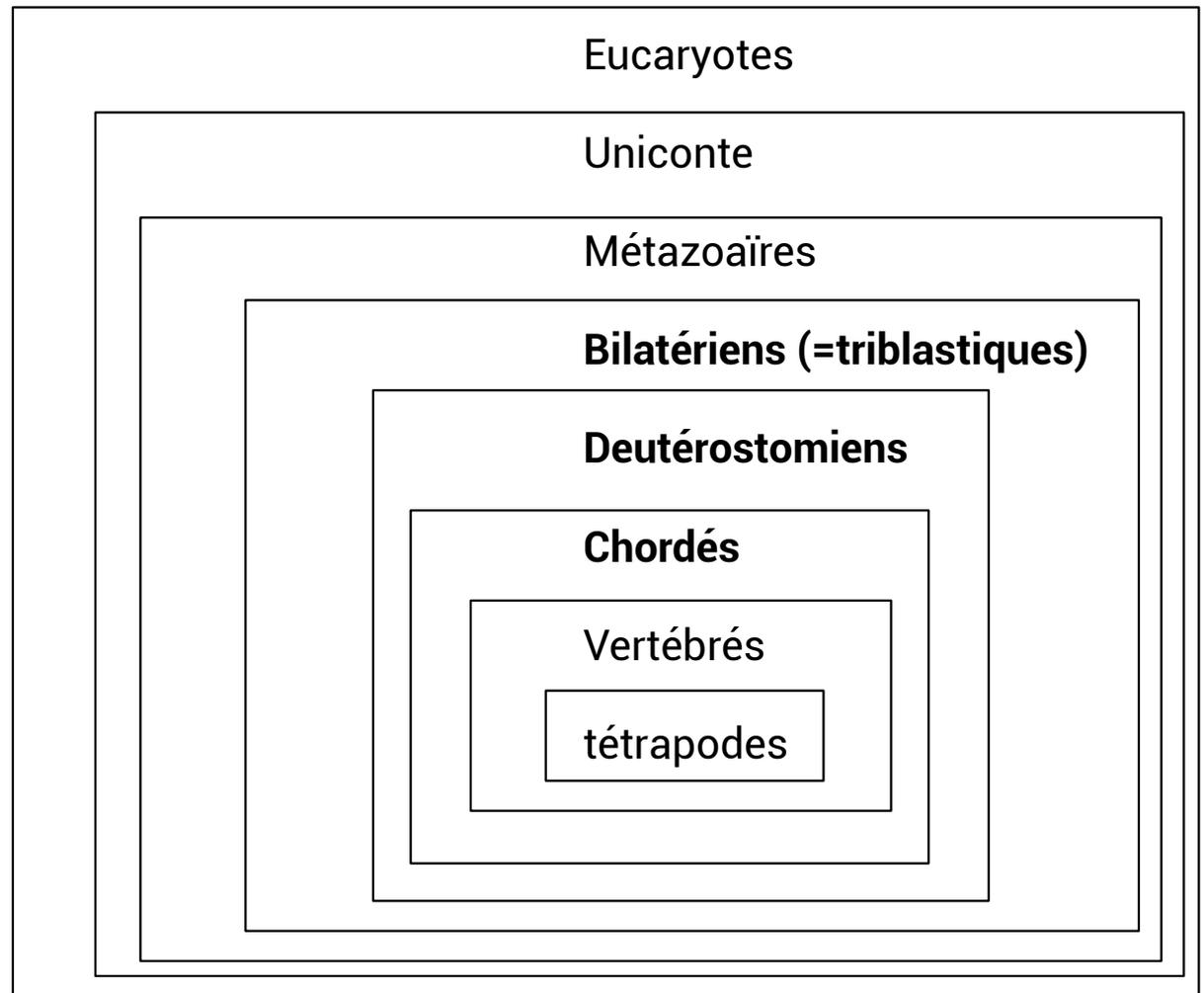
TP-Coupe longitudinale d'un embryon  
d'amphibien au stade bourgeon caudal  
(pendant l'organogenèse) observé au MO  
(x40)



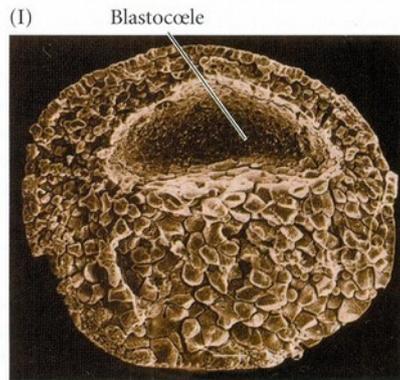
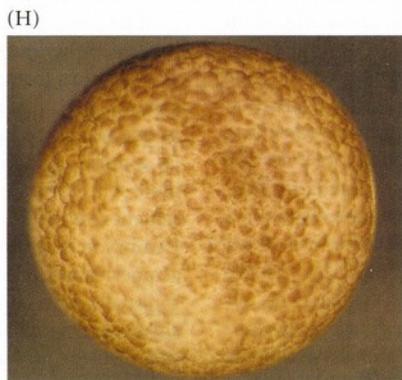
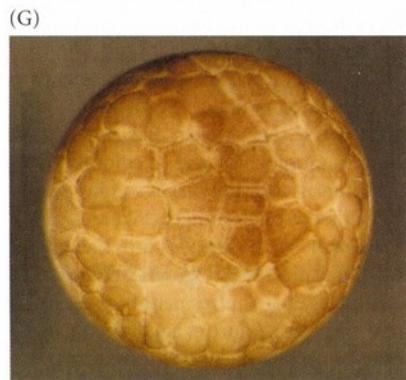
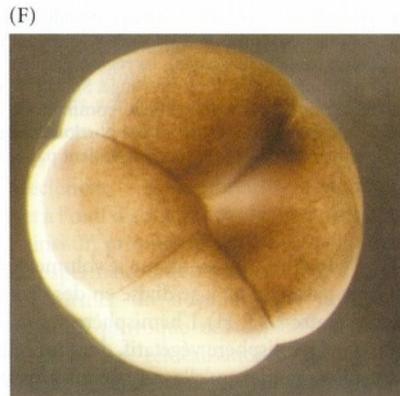
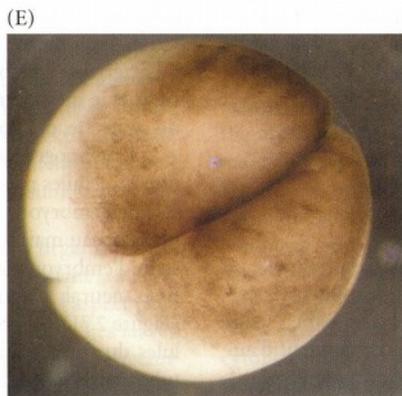
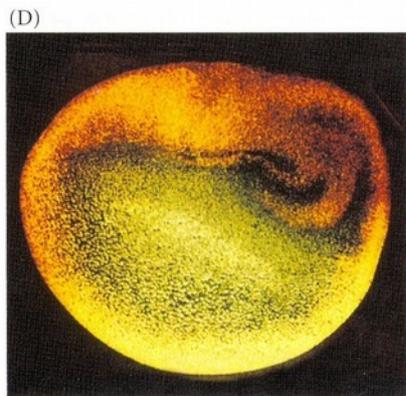
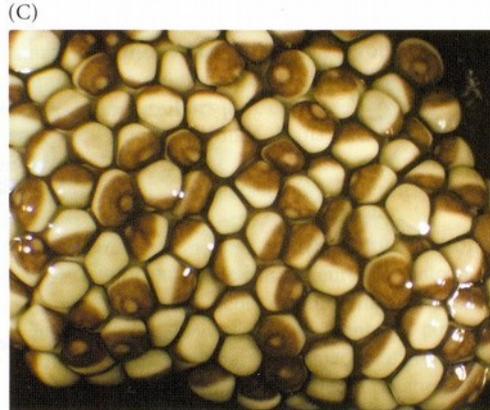
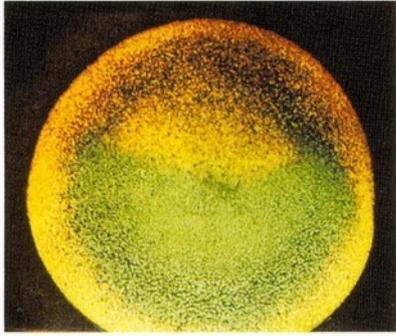
# RQ : Lignage de différents types cellulaires à partir des trois feuillets germinatifs.



RQ : Les caractères embryonnaires sont utilisés pour définir les groupes monophylétiques



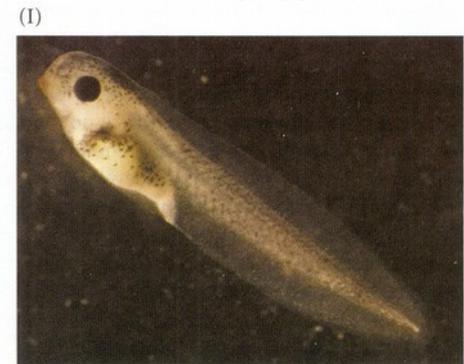
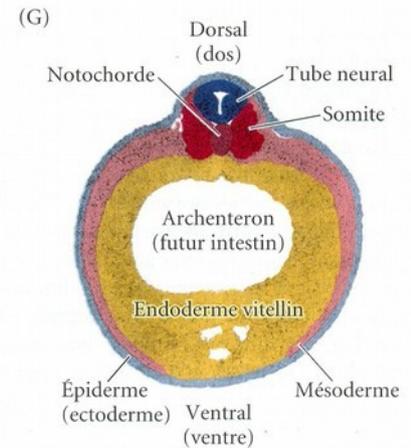
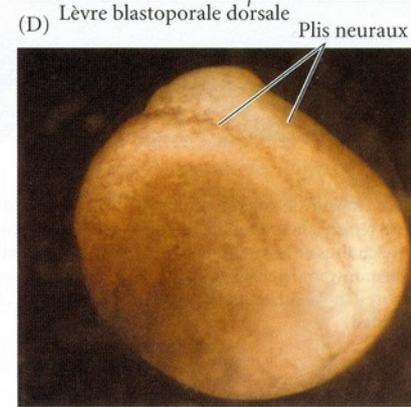
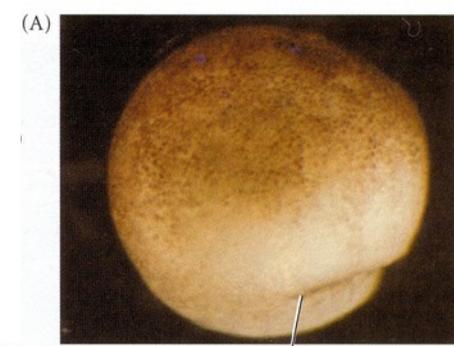
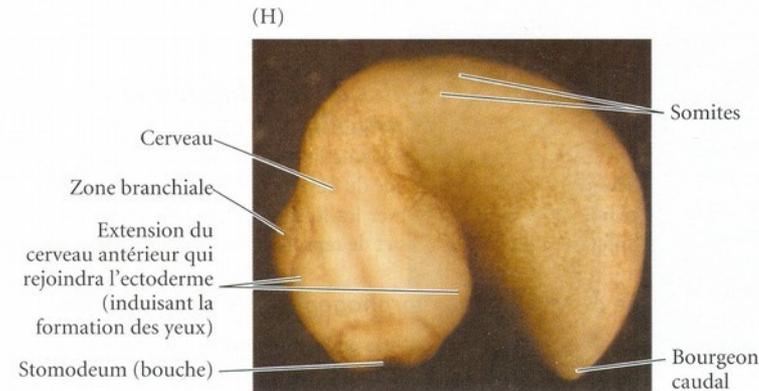
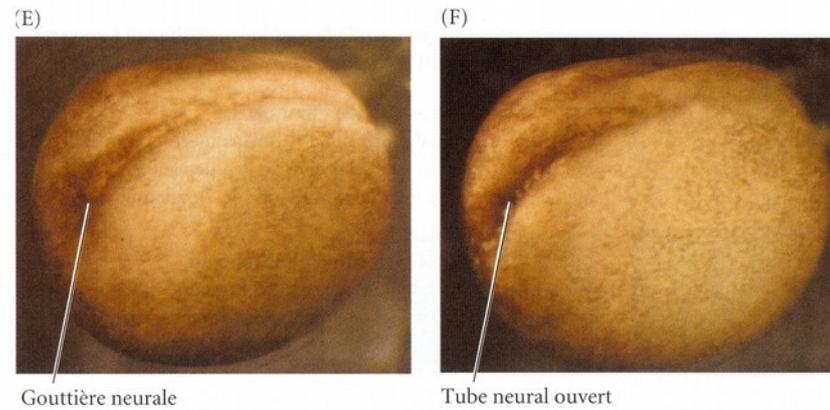
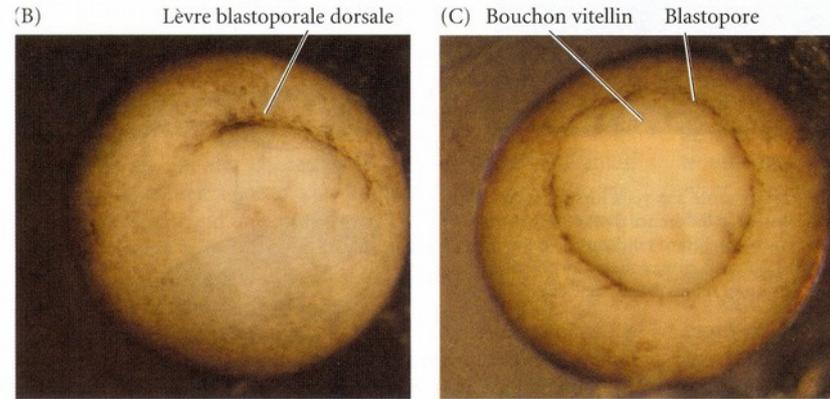
# Document 1\*\* Développement embryonnaire du xénope (1ère partie).

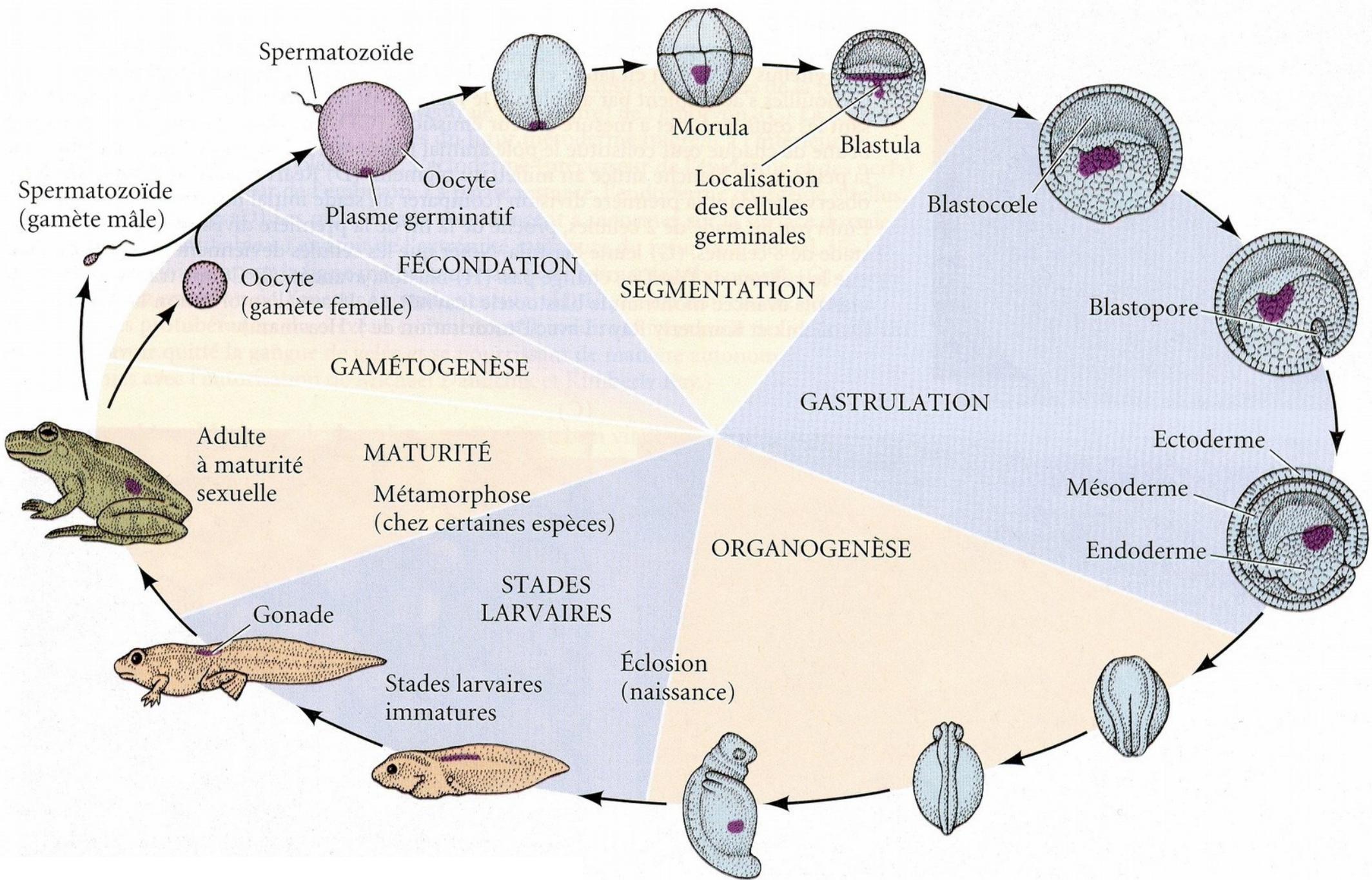


- (A) Vue latérale de l'œuf, avec le pôle animal pigmenté.
- (B) Accouplement et fécondation des œufs
- (C) Ponte d'œufs. Ils n'ont pas subi la rotation d'équilibrage, la pénétration des spermatozoïde n'a pas encore eu lieu.
- (D) Mouvements cytoplasmiques au cours de la rotation de symétrisation.
- (E) Stade 2 cellules.
- (F) Stade 8 cellules.
- (G) Jeune blastula.
- (H) Blastula avancée.
- (I) Blastula avancée vue en coupe transversale.

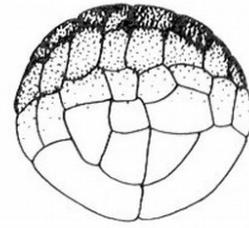
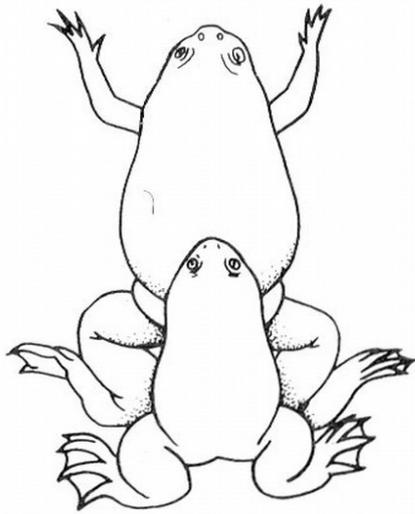
# Document 2\*\* Développement embryonnaire du xénope (2ème partie).

- (A) et (B) Début de la gastrulation.
- (C) Fin de la gastrulation.
- (D) Début de la neurulation.
- (E) et (F) Progression de la neurulation.
- (G) Coupe transversale d'un embryon en fin de neurulation.
- (H) Embryon précoce, au stade où les protubérances du cerveau induisent la formation des yeux.
- (I) Têtard après éclosion.

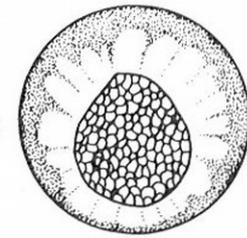




**Document 3\*\*\*** Cycle de vie et principales étapes du développement d'un amphibien.

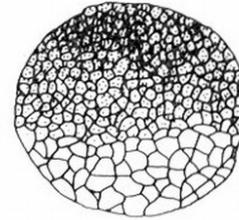


4 heures, 64 cellules



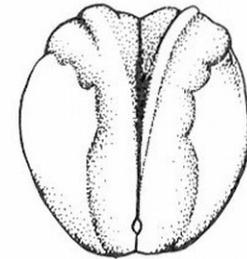
gastrula

10 heures, 30 000 cellules



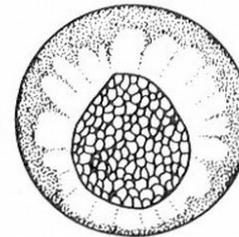
blastula

6 heures, 10 000 cellules



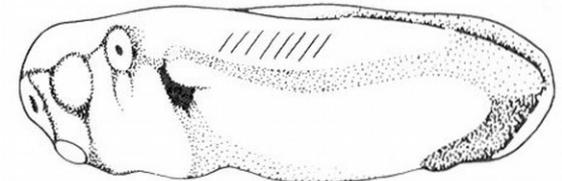
neurula

19 heures, 80 000 cellules



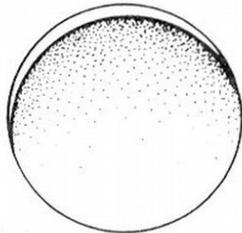
gastrula

10 heures, 30 000 cellules



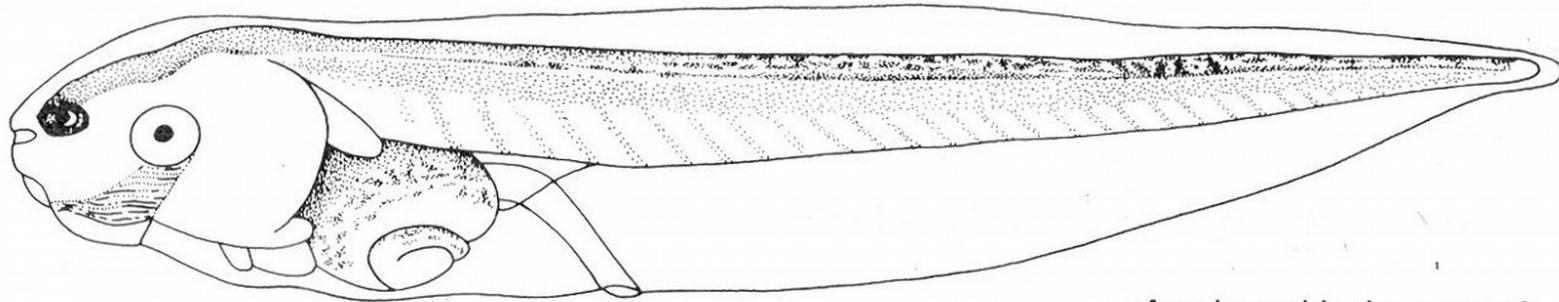
32 heures, 170 000 cellules

œuf fécondé



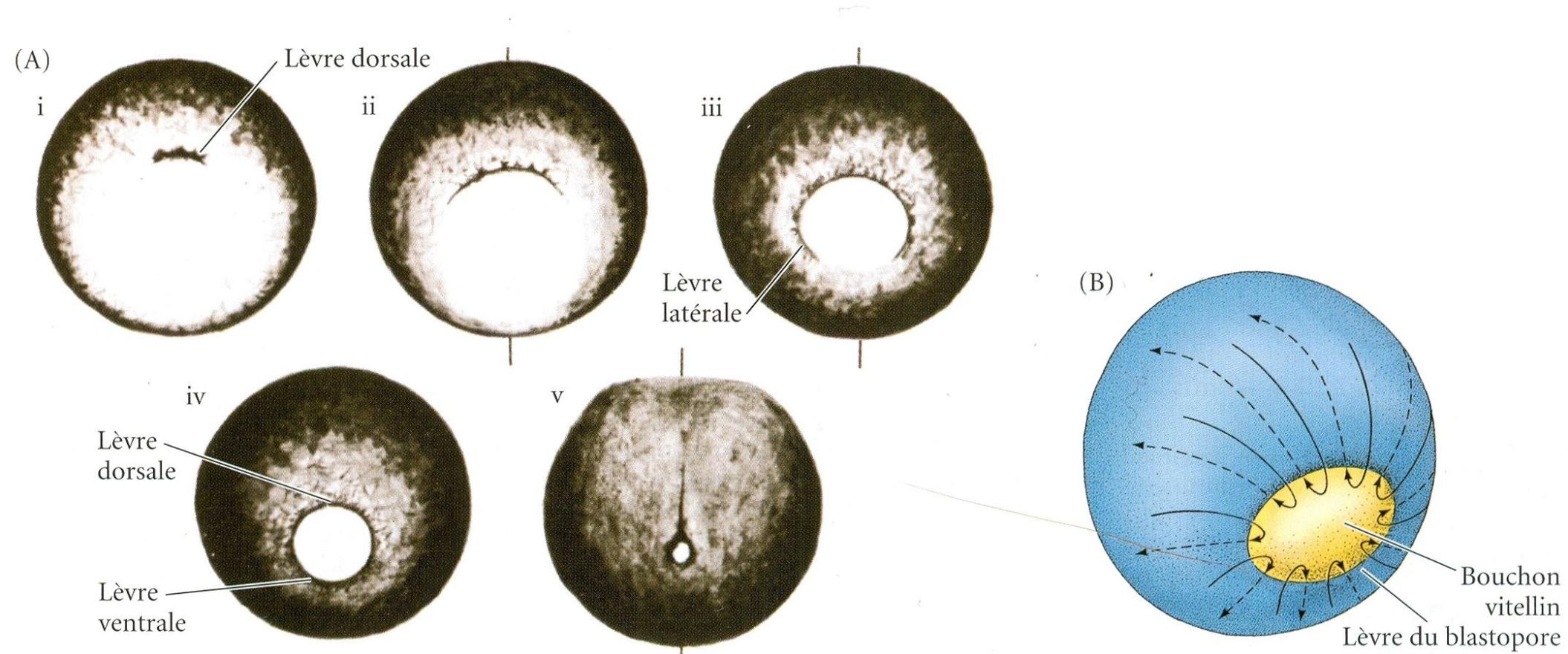
1mm

1/2 heure, 1 cellule



têtard capable de se nourrir  
110 heures,  $10^6$  cellules

**Document 4\*\*** Scénario du développement du xénope depuis l'œuf jusqu'au têtard capable de se nourrir.



## Epibolie de l'ectoderme.

- (A) Apparition successive des lèvres dorsales, latérales et ventrale du blastopore et invagination finale de l'endoderme au niveau du bouchon vitellin.  
 (B) Représentation schématique des mouvements d'épibolie de l'ectoderme et d'involution du mésoderme et de l'endoderme.