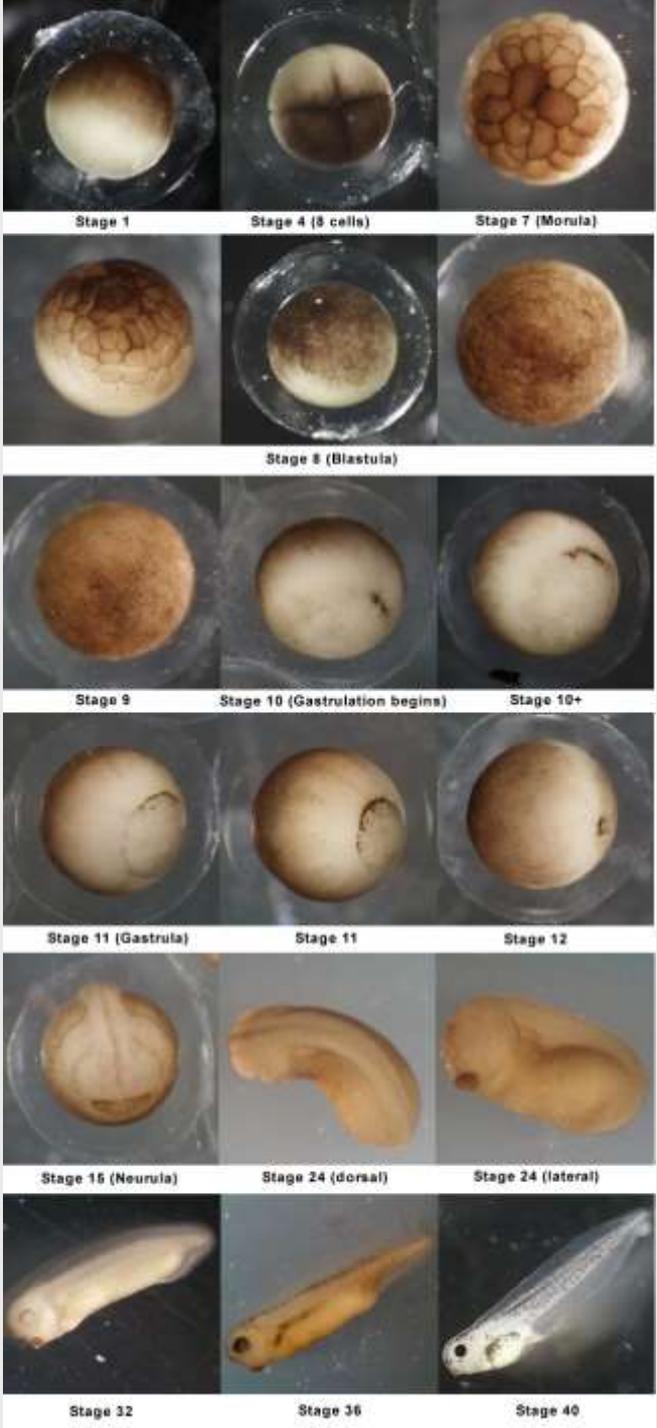


SV H 1 – TP :

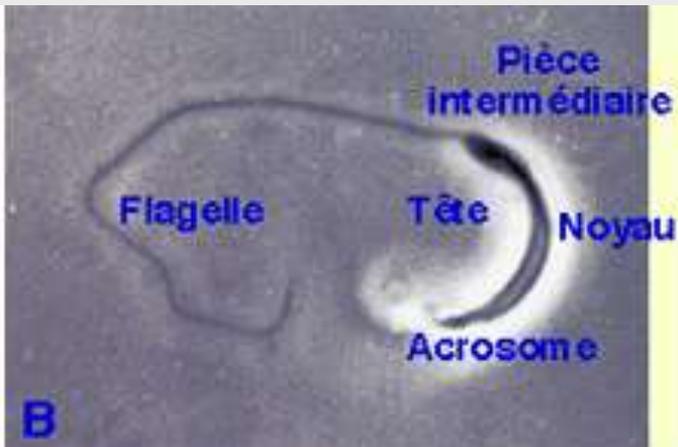
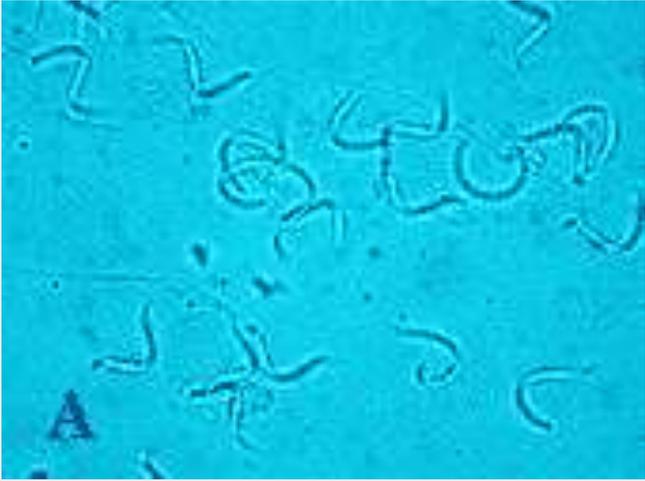
Les étapes du développement embryonnaire : exemple des Amphibiens



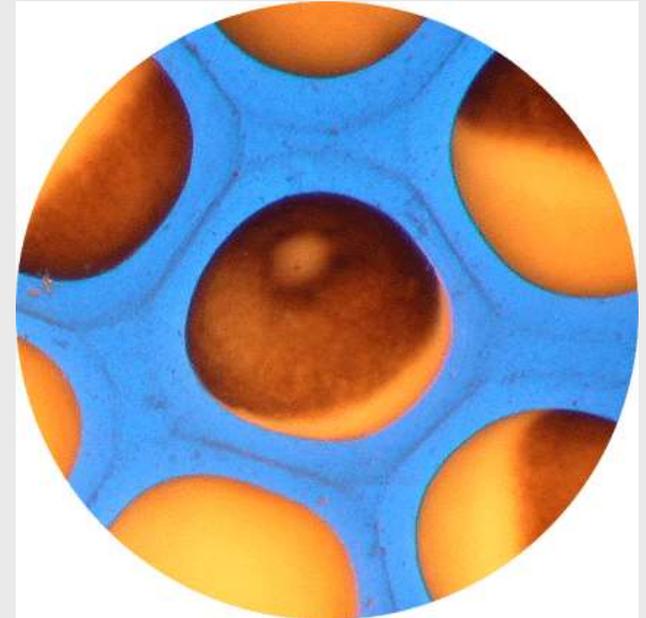
De l'œuf au têtard à l'éclosion



Les gamètes



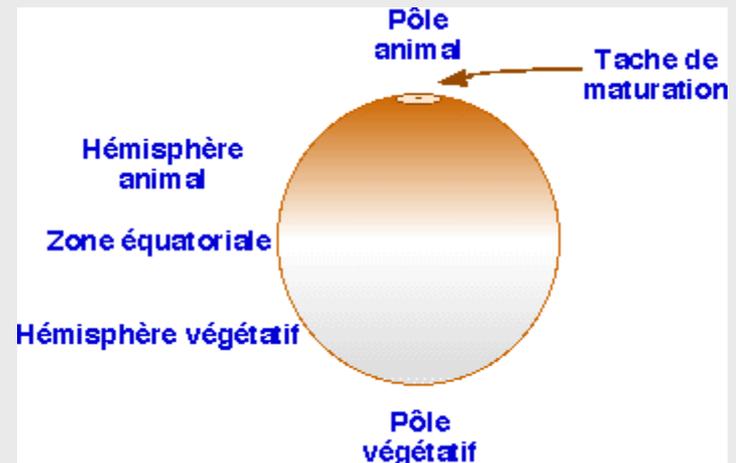
Spermatozoïdes de Xénope observés in vivo au microscope en contraste de phase.
A, suspension de spermatozoïdes .
B, détail montrant la morphologie classique d'un spermatozoïde.

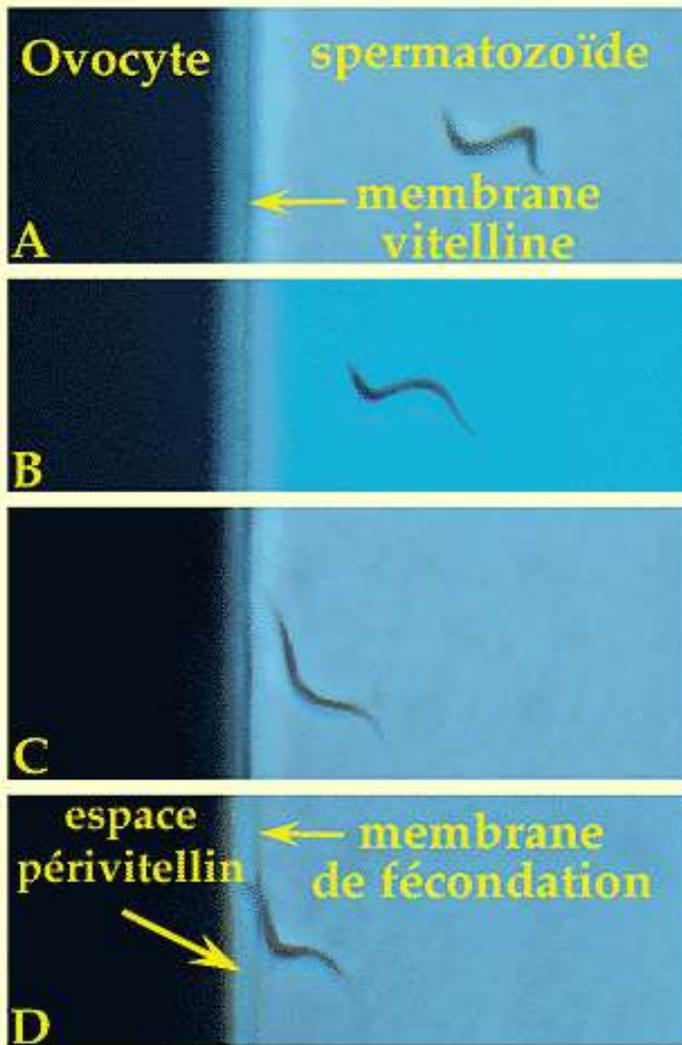


Au centre, un ovocyte secondaire de Xénope vu par le pôle animal.

Photo M. Delarue. L'OEUF DE BATRACIEN - SFRS - UPMC - CNRS I/M - 2003

Schéma d'un ovocyte secondaire de Xénope en vue équatoriale.





Le spermatozoïde arrive au contact de la membrane vitelline (A,B,C), puis de la membrane plasmique.

La fusion des deux gamètes provoque le soulèvement de la membrane vitelline en membrane de fécondation (D).

L'espace périvitellin créé entre les membranes plasmique et de fécondation interdit toute pénétration de spermatozoïde surnuméraire.

L'ensemble, membrane de fécondation et espace périvitellin assure le blocage de la polyspermie.

Membrane de fécondation

Pôle animal

Cortex pigmenté

Espace périvitellin

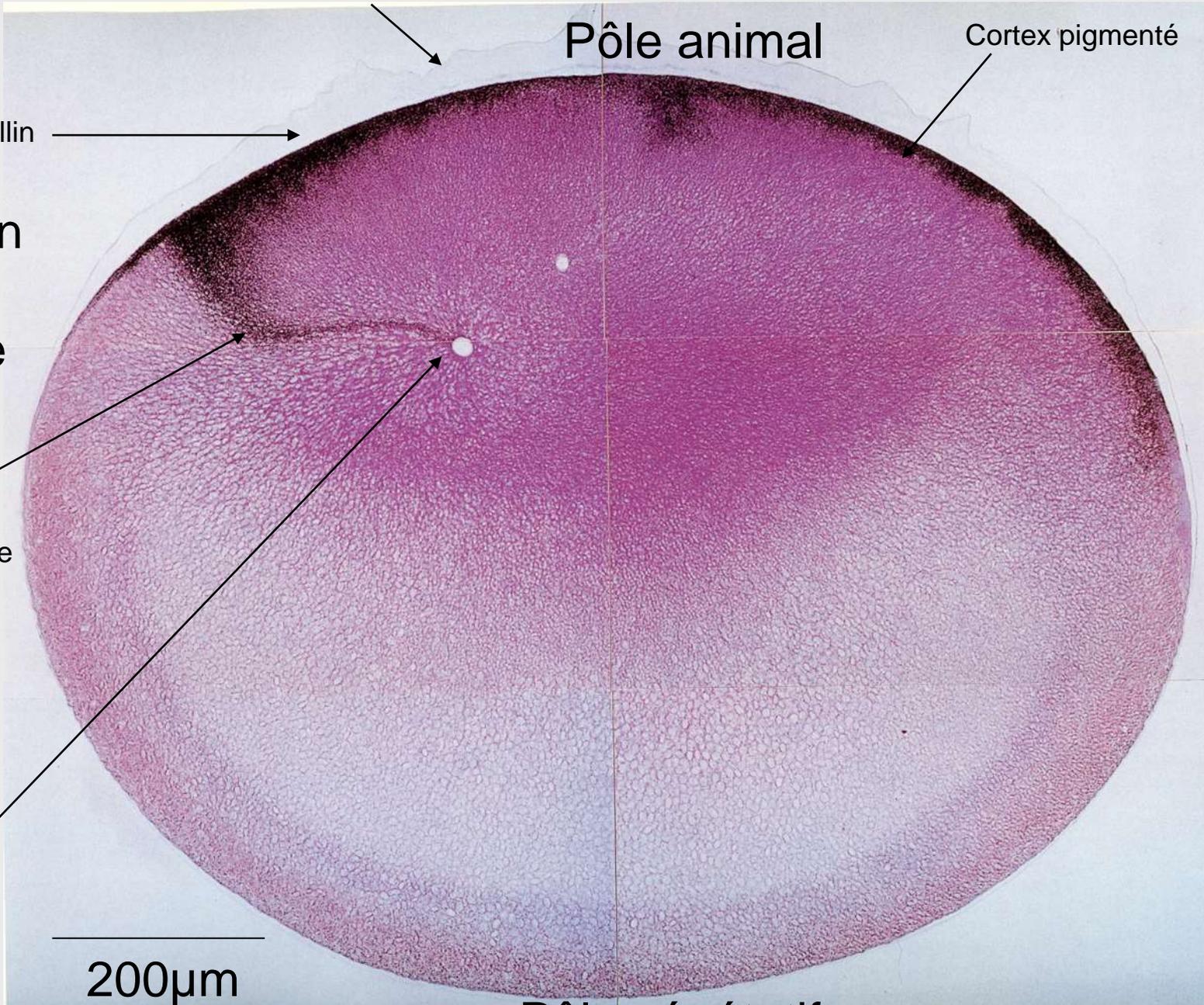
Fécondation
avant la
caryogamie

Trainée spermatique

Pronucléus mâle

200µm

Pôle végétatif





Disposition aléatoire des ovocytes avant fécondation.



Même vue 30 min après la fécondation. La rotation d'équilibration a eu lieu : tous les ovocytes fécondés présentent leur pôle animal vers l'observateur.

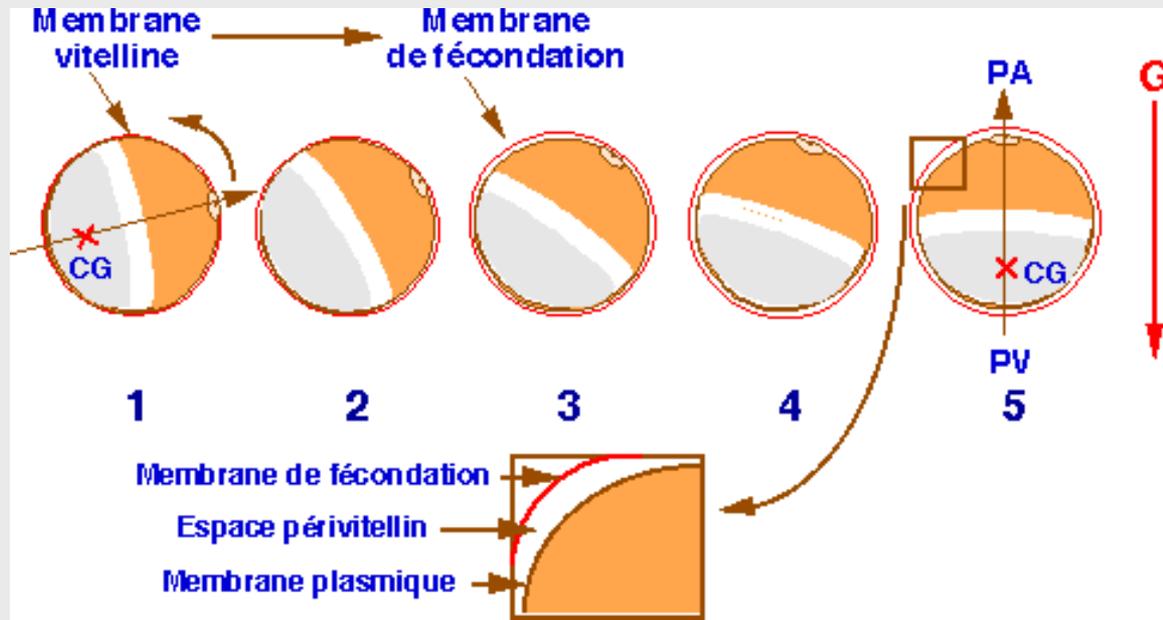
Rotation d'équilibration

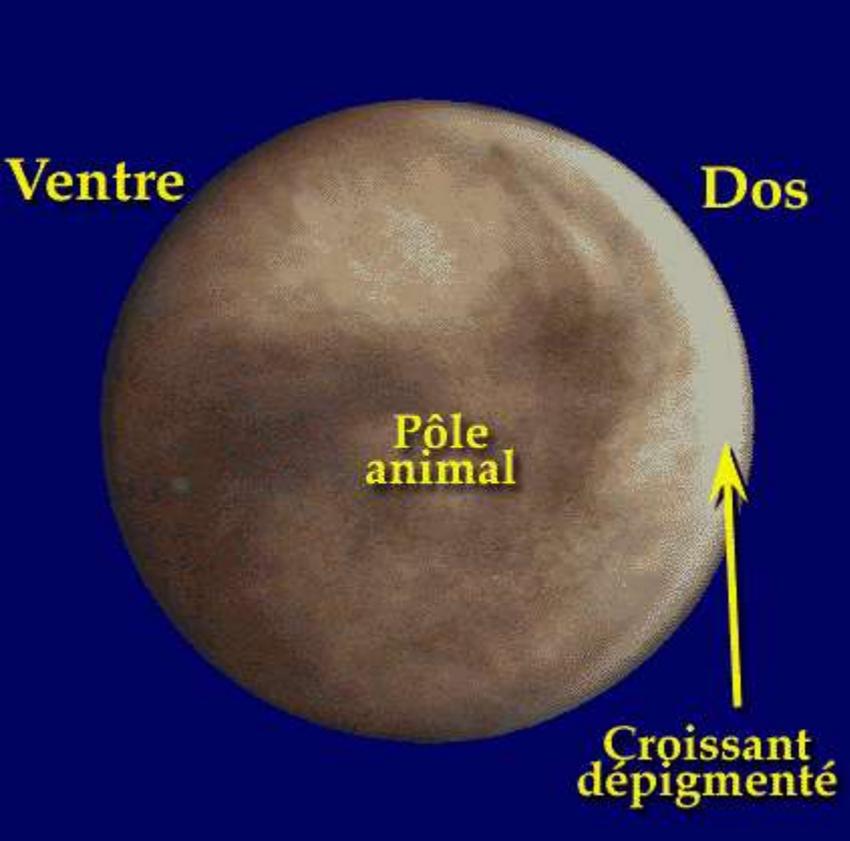
En détail : création de l'espace périvitellin qui désolidarise l'ovocyte de ses enveloppes.

PA : pôle animal

PV : pôle végétatif

Le pôle végétatif plus lourd se positionne en bas.



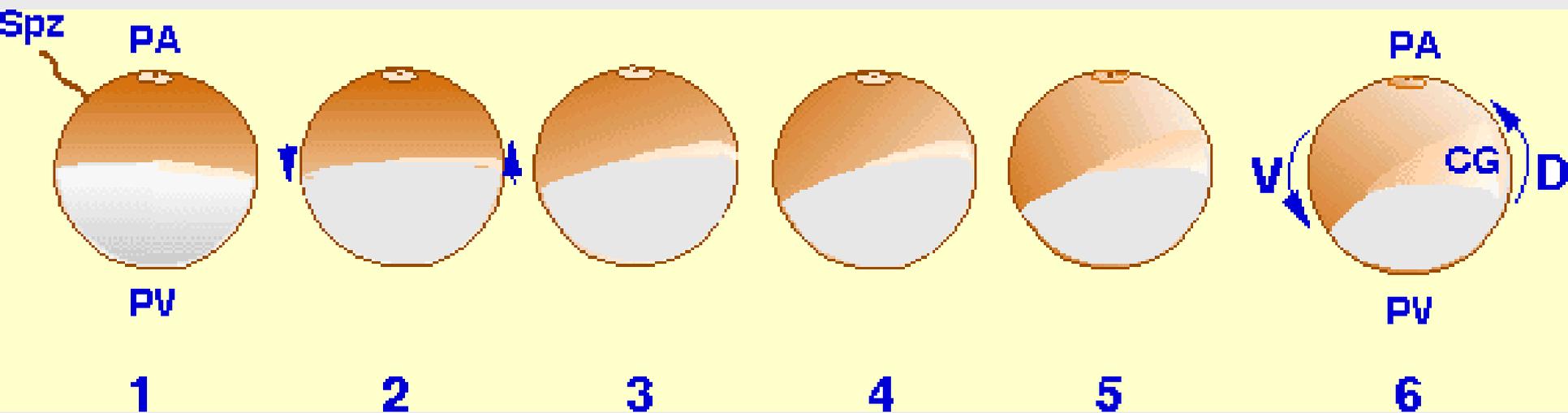


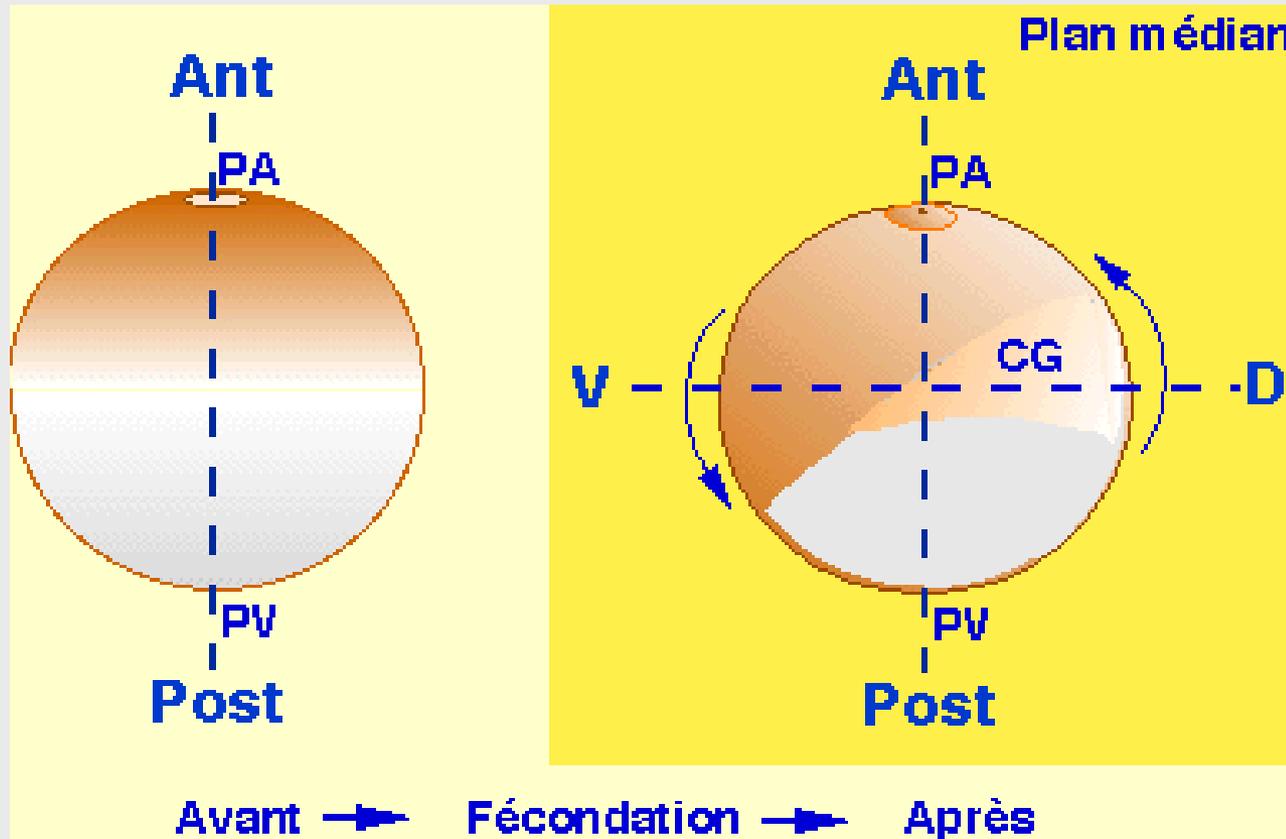
La région claire de la face dorsale affecte la forme d'un croissant. Il s'agit du croissant dépigmenté ou croissant gris.

Rotation de symétrisation

= Rotation corticale

La calotte pigmentaire de l'hémisphère animal bascule vers le point d'entrée du spermatozoïde laissant à l'opposé de celui-ci des trainées de pigment cortical qui affectent la forme d'un croissant (« croissant gris » CG).





Acquisition des axes de polarité chez le Xénope.

Comparaison entre l'ovocyte avant la fécondation et l'œuf fécondé une heure après l'entrée du spermatozoïde.

Ant : antérieur ; D : dorsal ; Post : postérieur ; V : ventral.

Les différents types de coupes

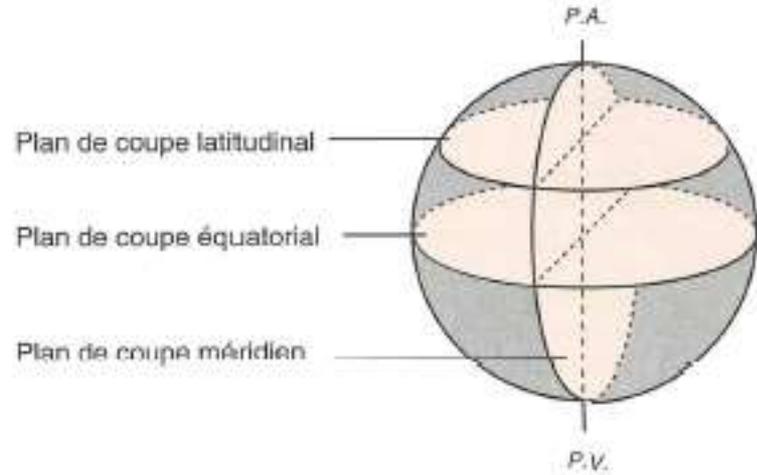
(très utile pour interpréter les coupes suivantes)

Coupe frontale

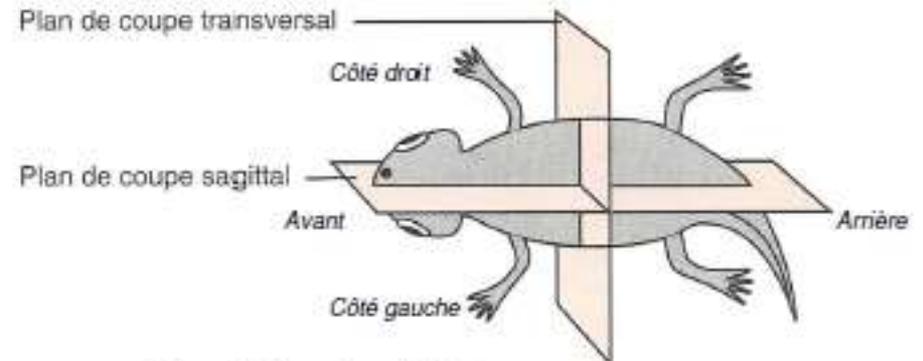
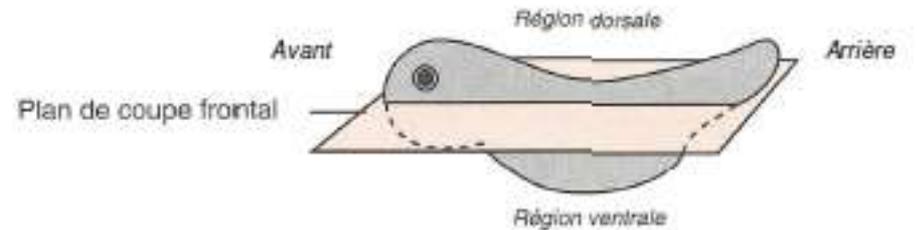
Coupe transversale

Coupe sagittale

1°) Par rapport à l'axe pôle animal - pôle végétatif



2°) Par rapport aux axes antéro-postérieur et dorso-ventral



▲ FIGURE f. Axes de polarité et coupes.
D'après FRANQUINET & FOUCHIER (2003).

Première division

Pôle animal

Sillon de division



→ 2 blastomères

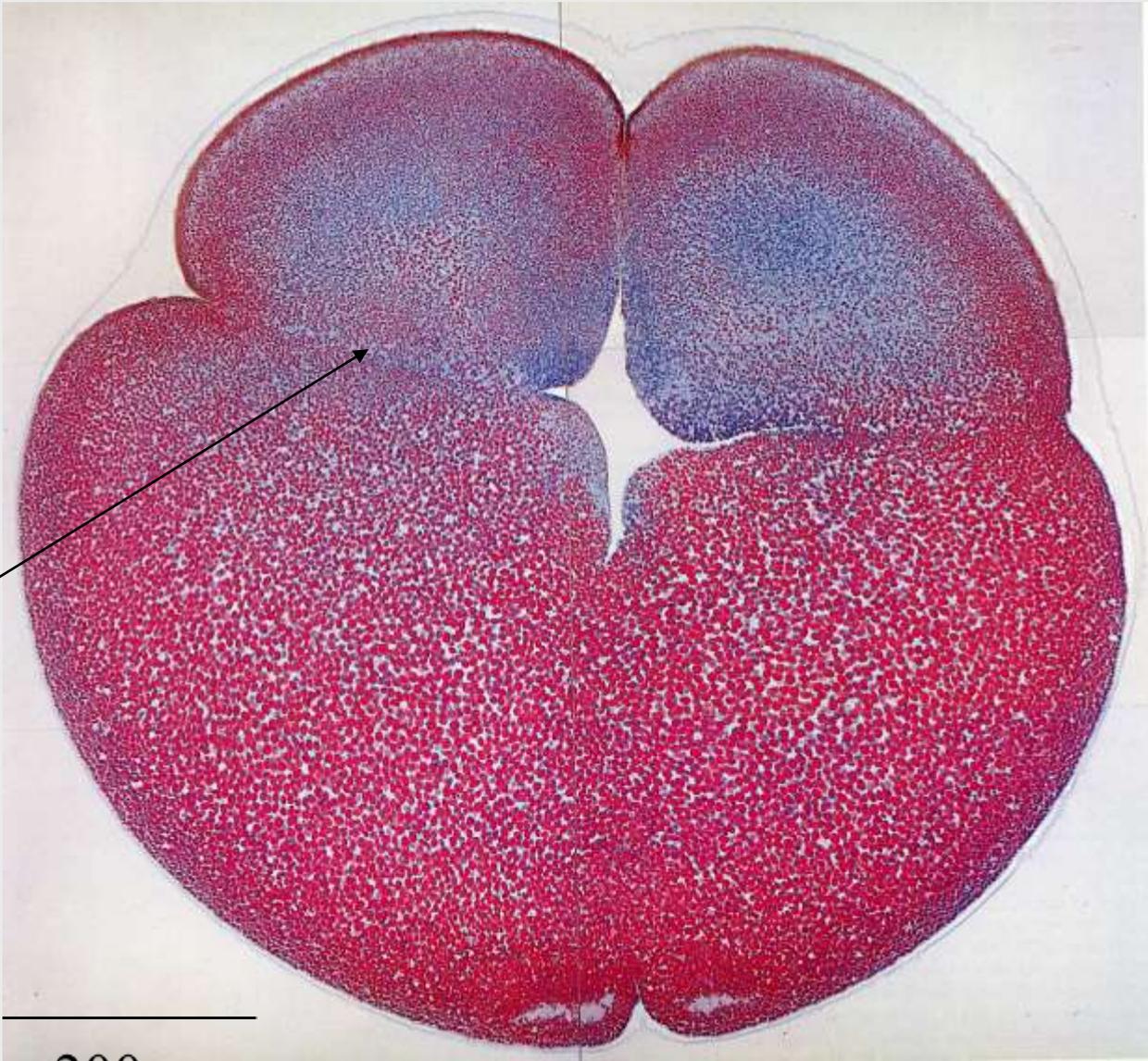


200µm

Pôle végétatif

Stade 8 cellules

Pôle animal



Troisième plan de division,
perpendiculaire aux
deux premiers

200µm

Pôle végétatif

La segmentation



Du stade 2 au stade 4 cellules.

Chez ces embryons, la polarisation dorso-ventrale reste nettement visible grâce à la différence de pigmentation.



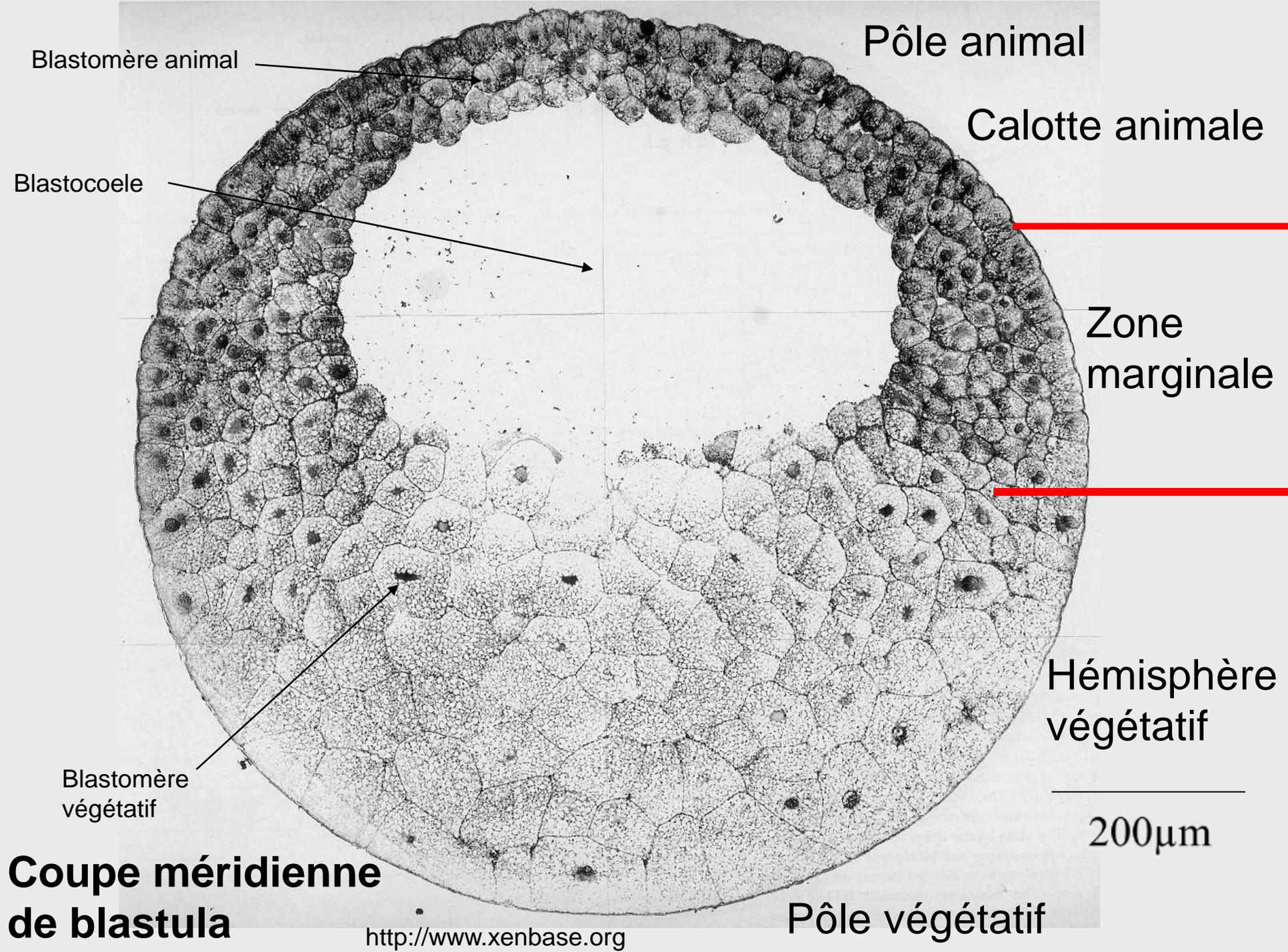
Du stade 8 à 128 cellules, la morula.

La différence de pigmentation dorso-ventrale est toujours perceptible.

Au terme du clivage : la blastula.

Vue par le pôle animal.





Blastomère animal

Pôle animal

Calotte animale

Blastocoele

Zone marginale

Hémisphère végétatif

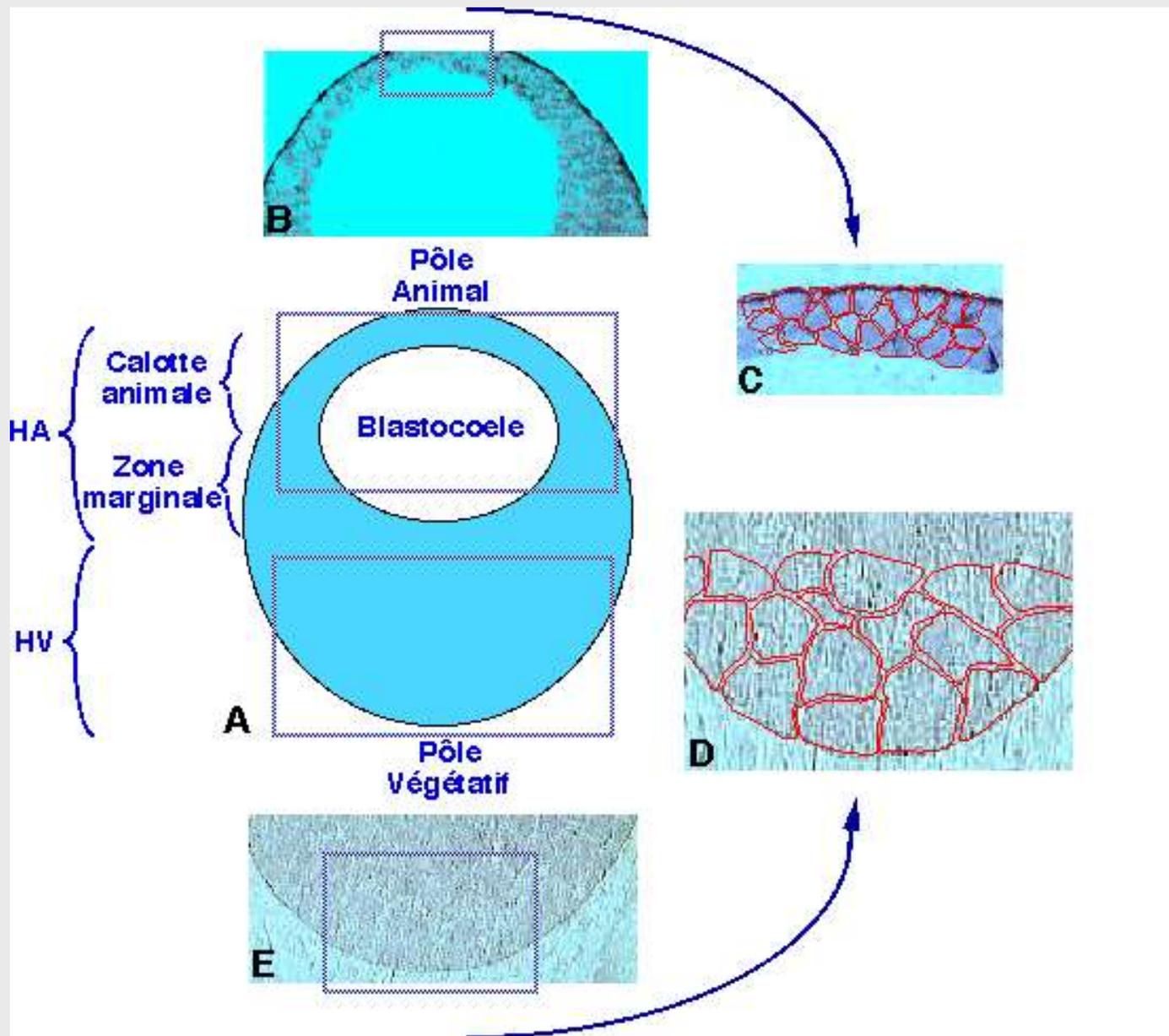
Blastomère végétatif

200 μm

Coupe méridienne de blastula

<http://www.xenbase.org>

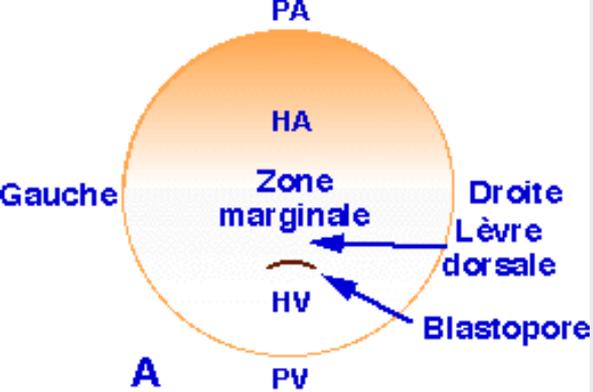
Pôle végétatif



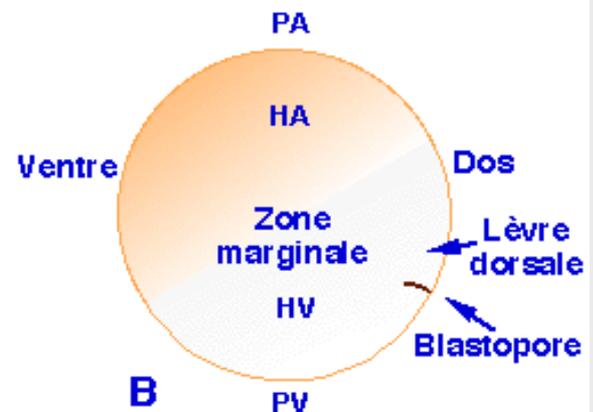
Blastula de Xénope et coupes histologiques réalisées dans les hémisphères animal et végétatif.

La gastrulation

Quelques stades de la gastrulation vus par l'hémisphère végétatif.

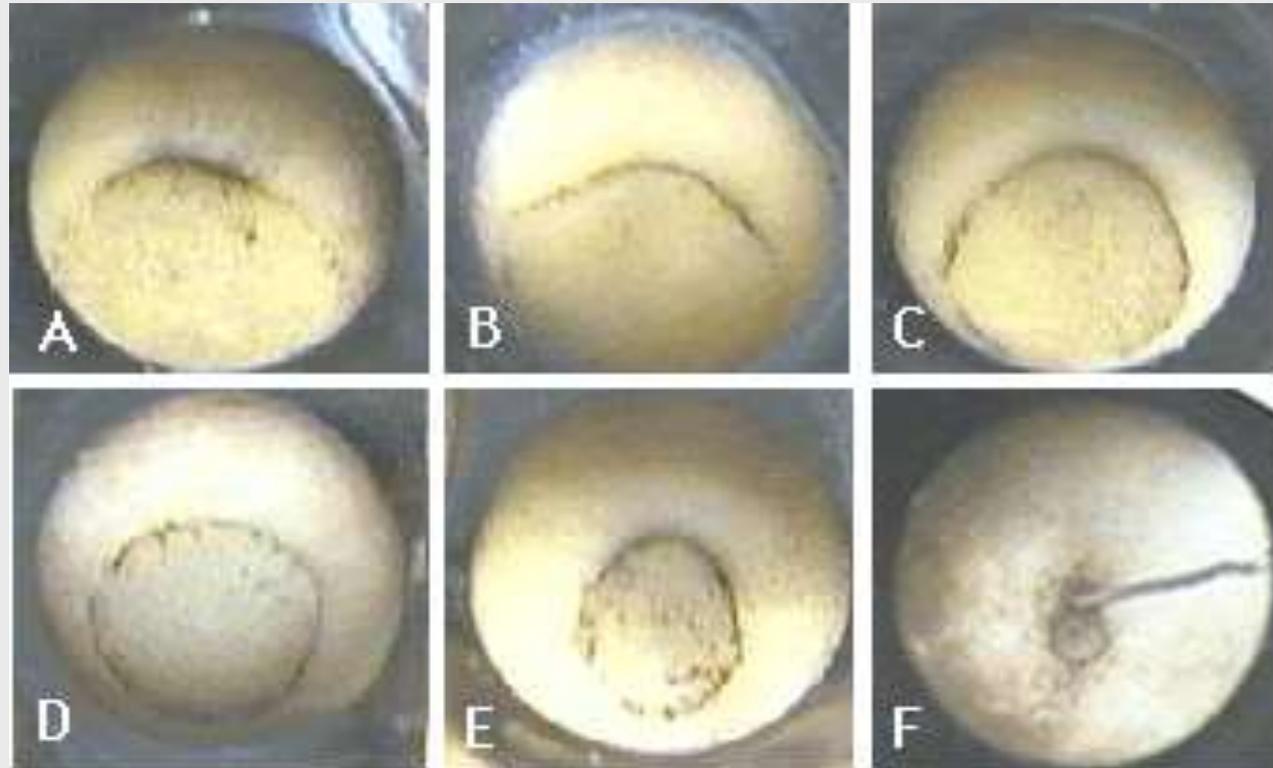
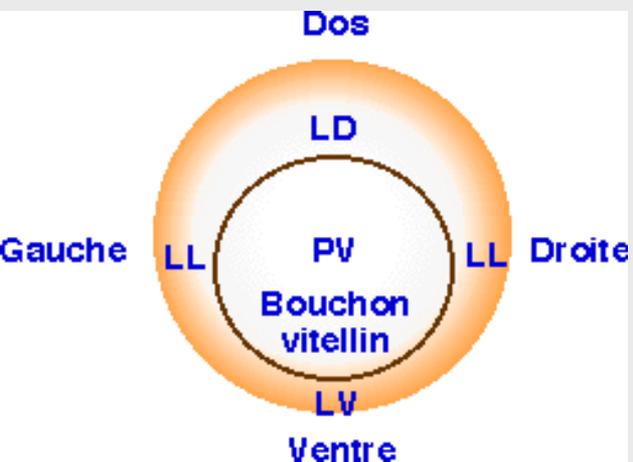


A



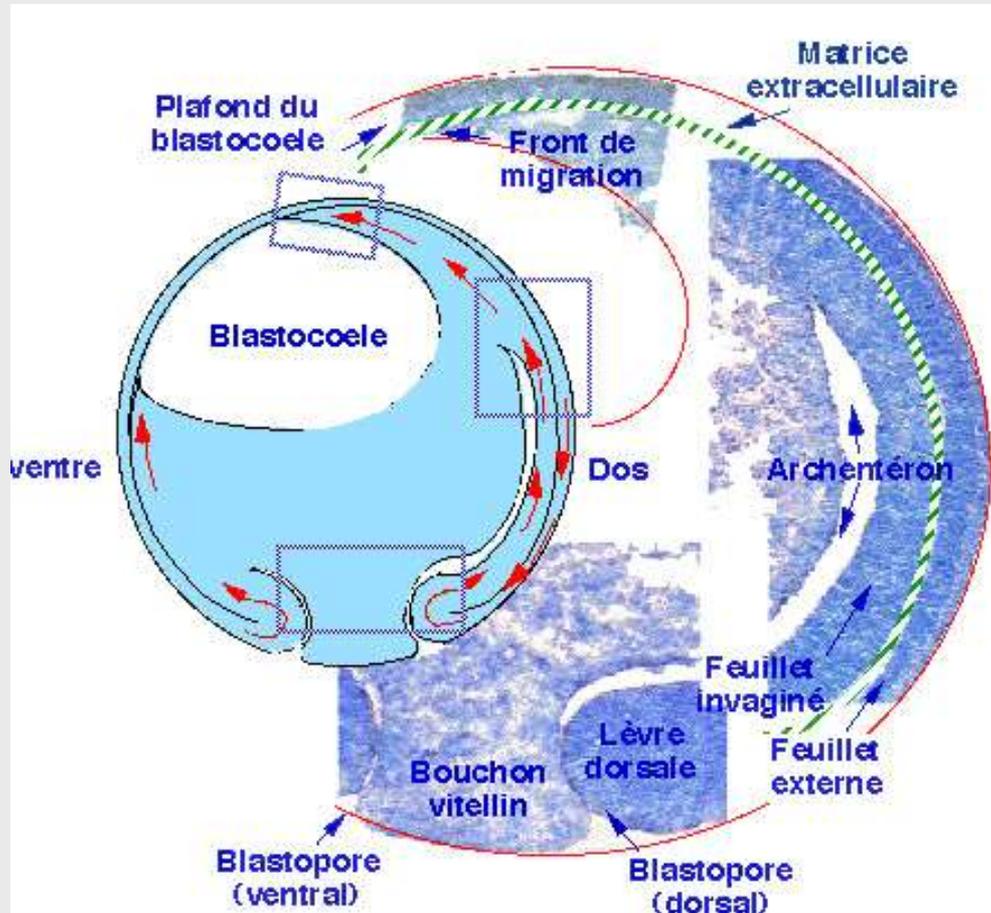
B

Jeune gastrula en vue dorsale (A) et en vue de profil (B).



Gastrula au stade jeune bouchon vitellin vu par le pôle végétatif.

LD : lèvre dorsale, LL : lèvre latéral, LV : lèvre ventral, PV : pôle végétatif.



Gastrula âgée de Xénope et coupes histologiques réalisées au niveau du bouchon vitellin, de la lèvre dorsale du blastopore, de l'archentéron et du front de migration.

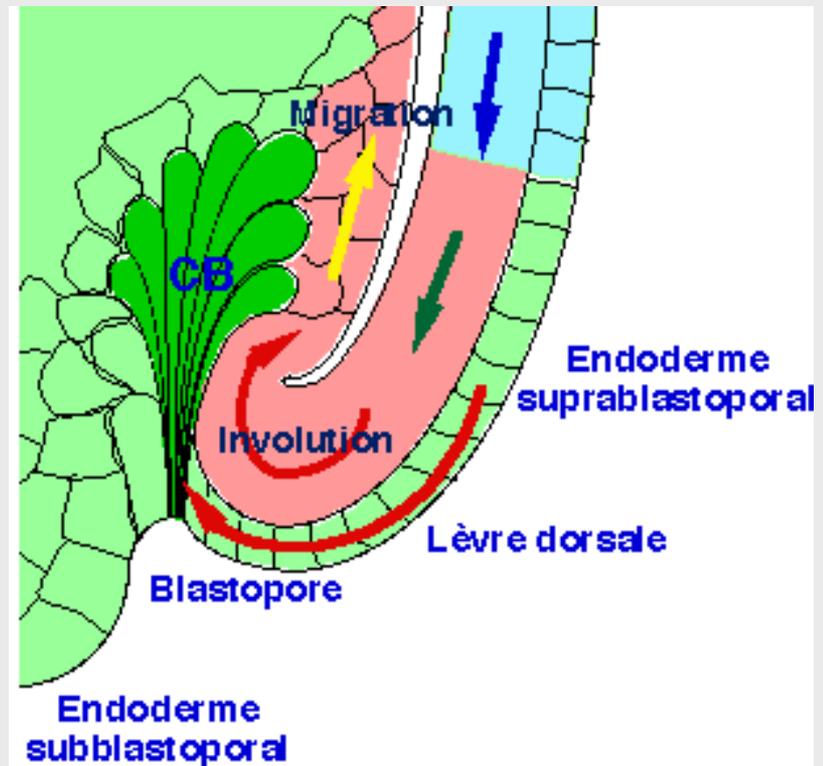
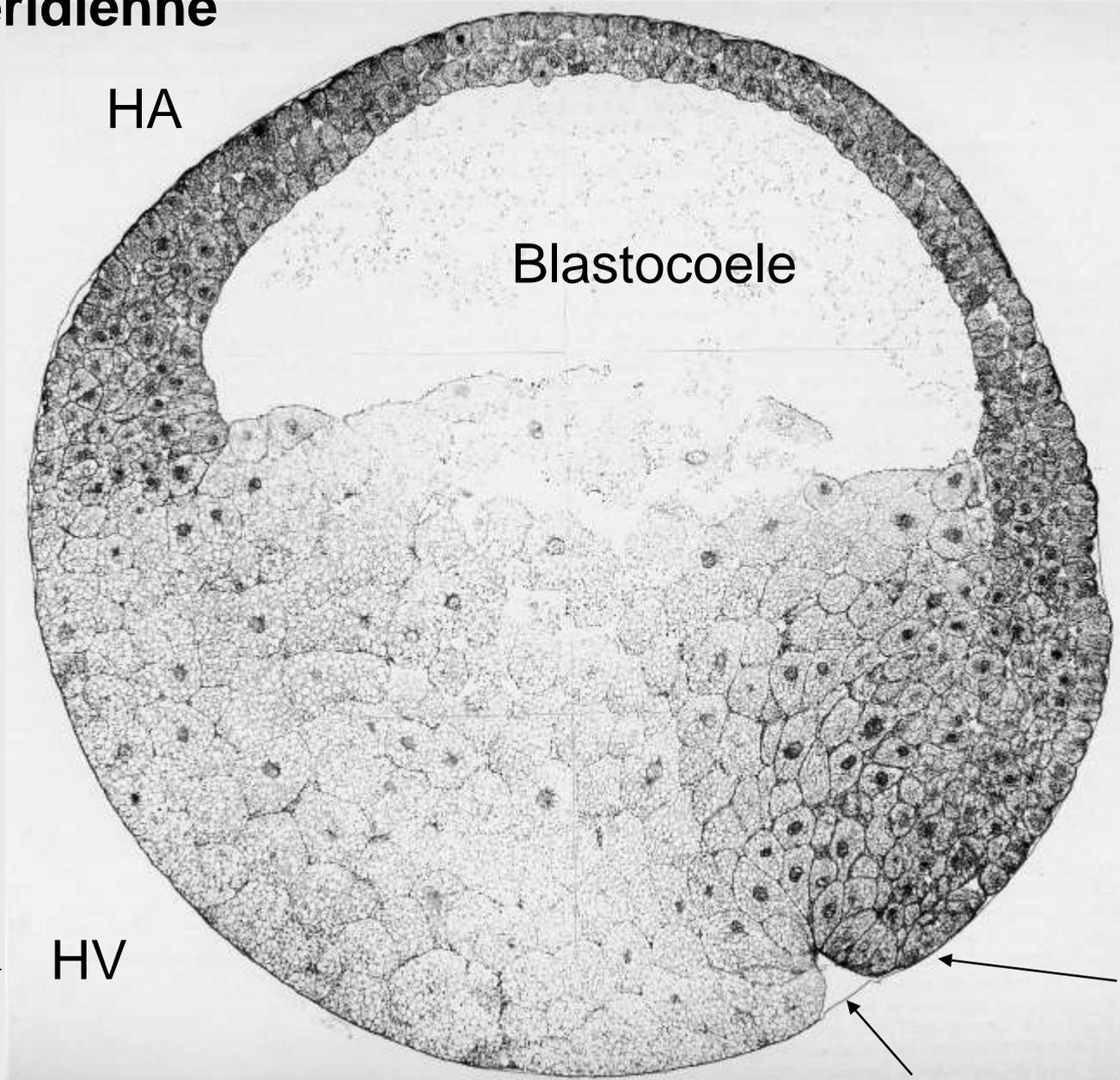


Schéma d'interprétation d'une coupe sagittale dans la région dorsale rendant compte des mouvements d'involution.

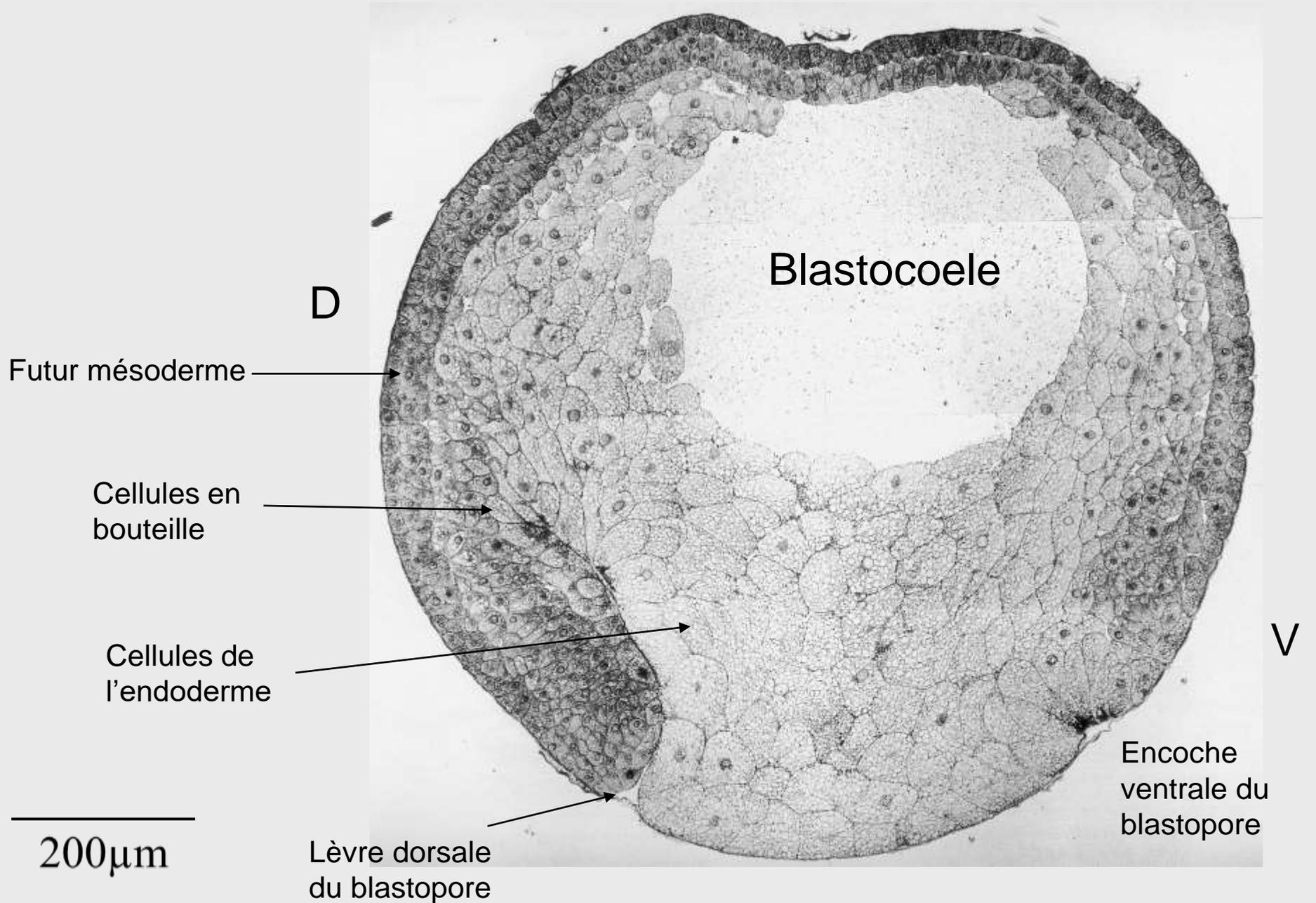
Début de gastrulation

Coupe méridienne



200µm

Milieu de gastrulation



Futur mésoderme

D

Blastocoele

Cellules en
bouteille

Cellules de
l'endoderme

V

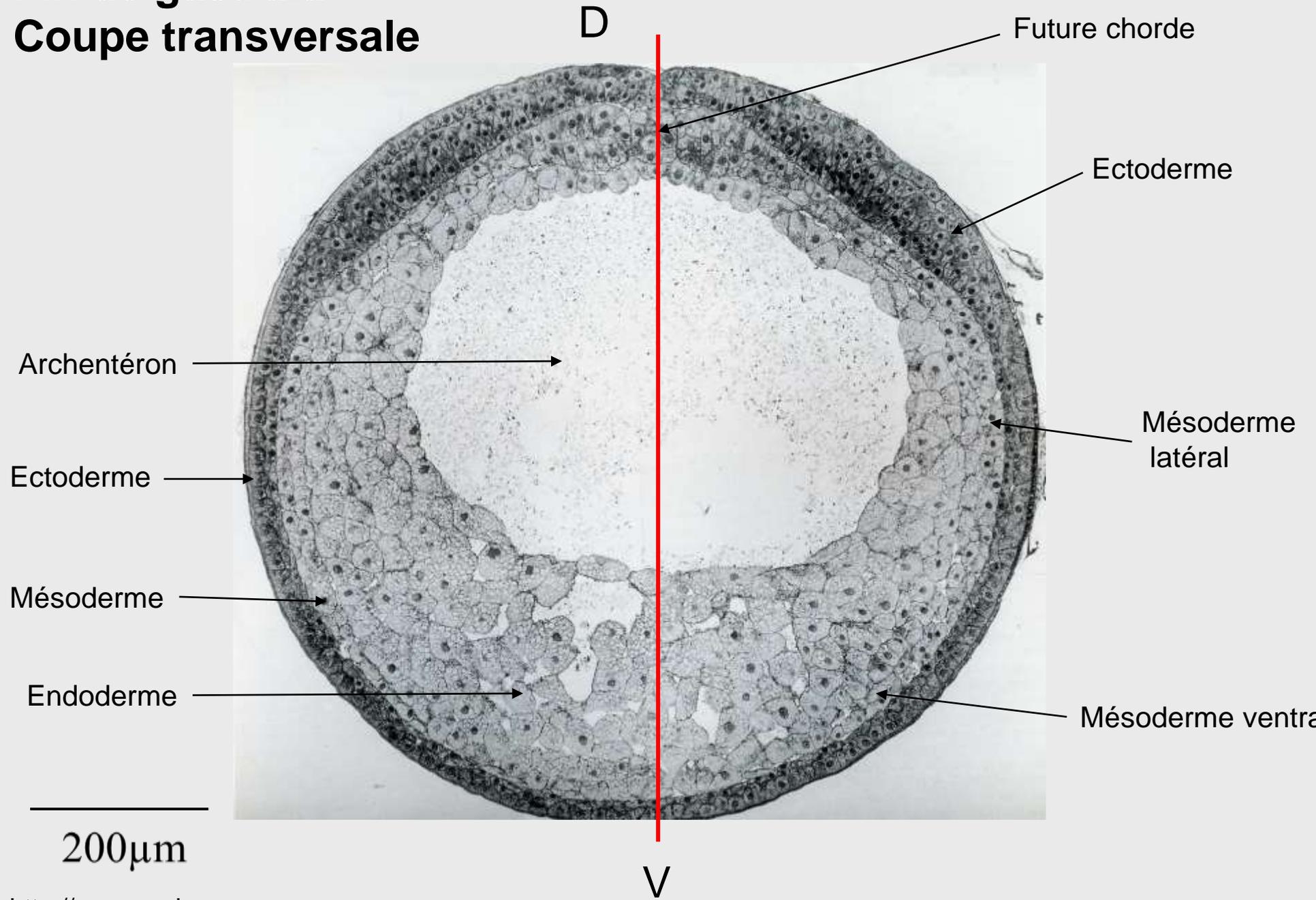
Encoche
ventrale du
blastopore

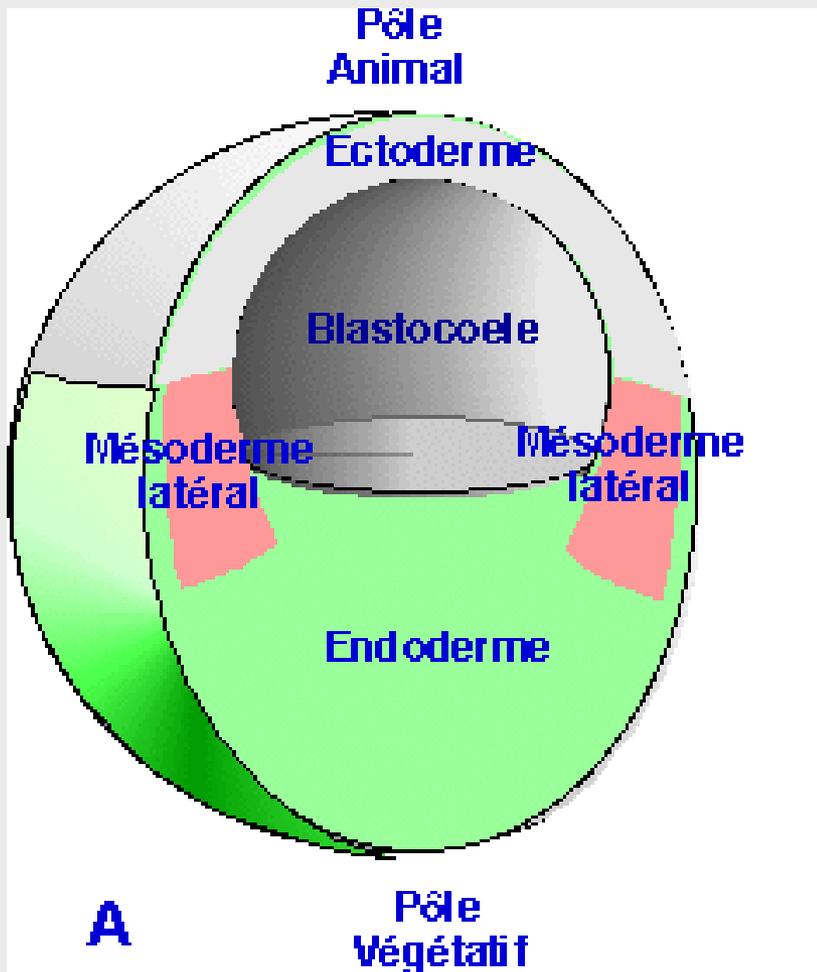
Lèvre dorsale
du blastopore

200 μm

Fin de gastrula

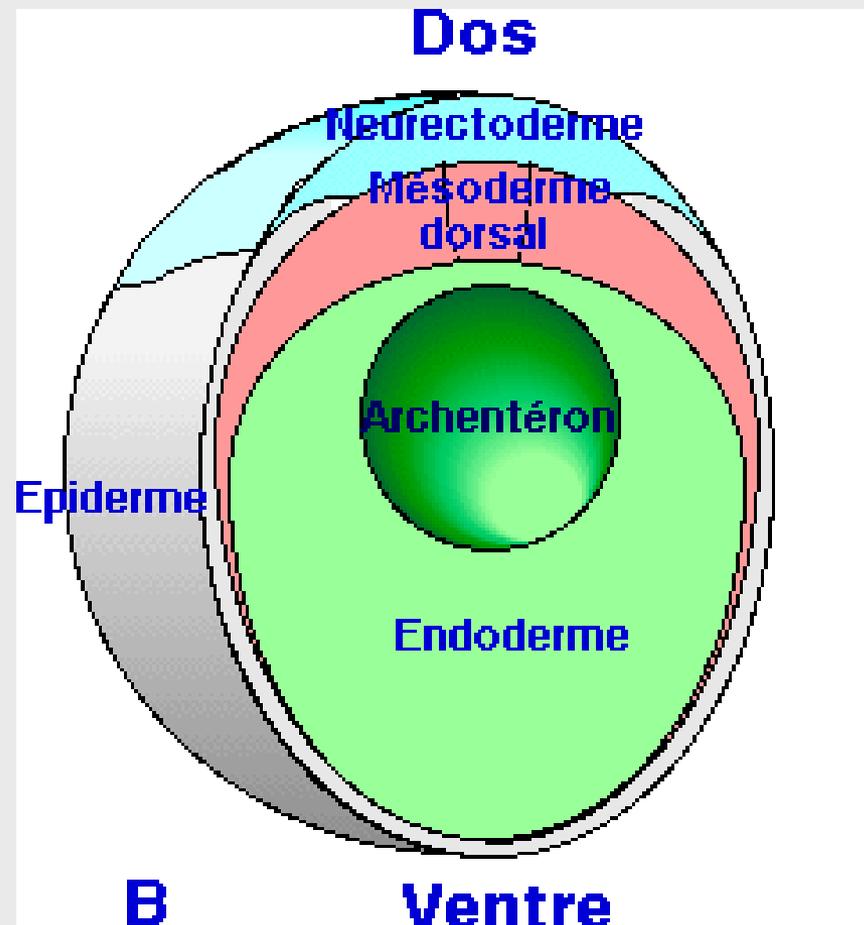
Coupe transversale





Coupe transversale au début de la gastrulation.

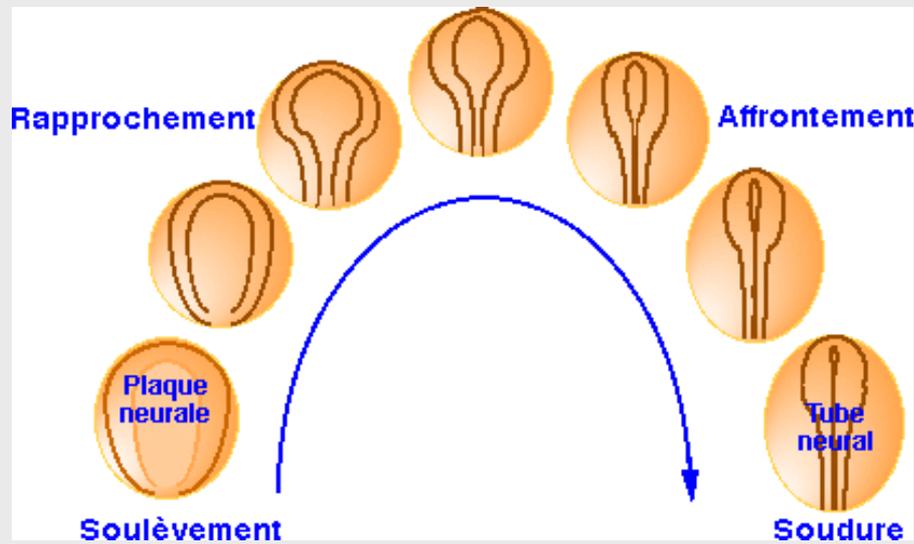
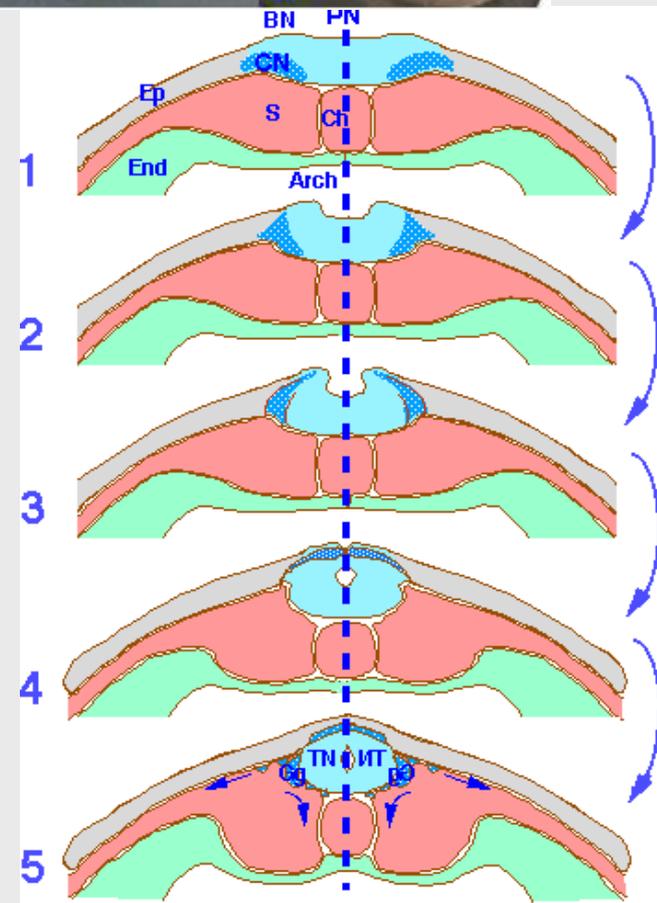
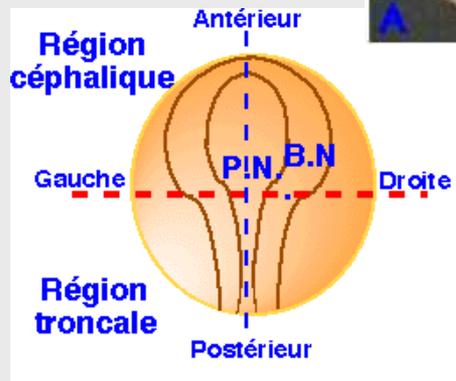
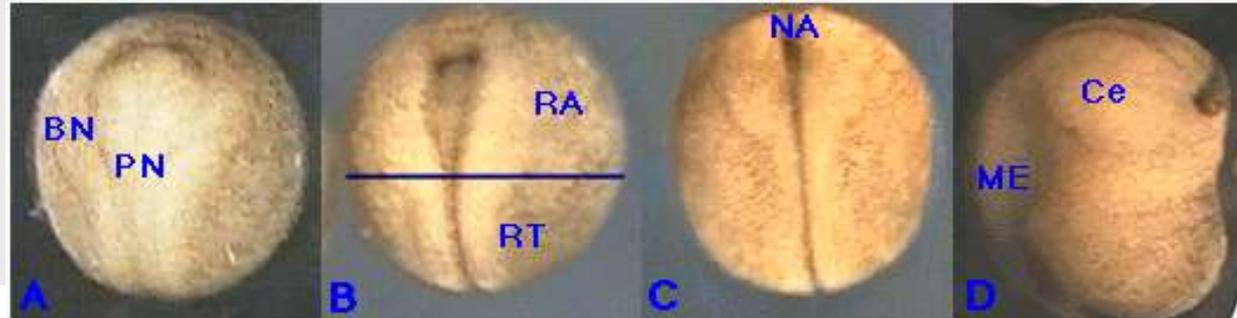
Voir l'organisation étagée de l'ectoderme, du mésoderme et de l'endoderme.



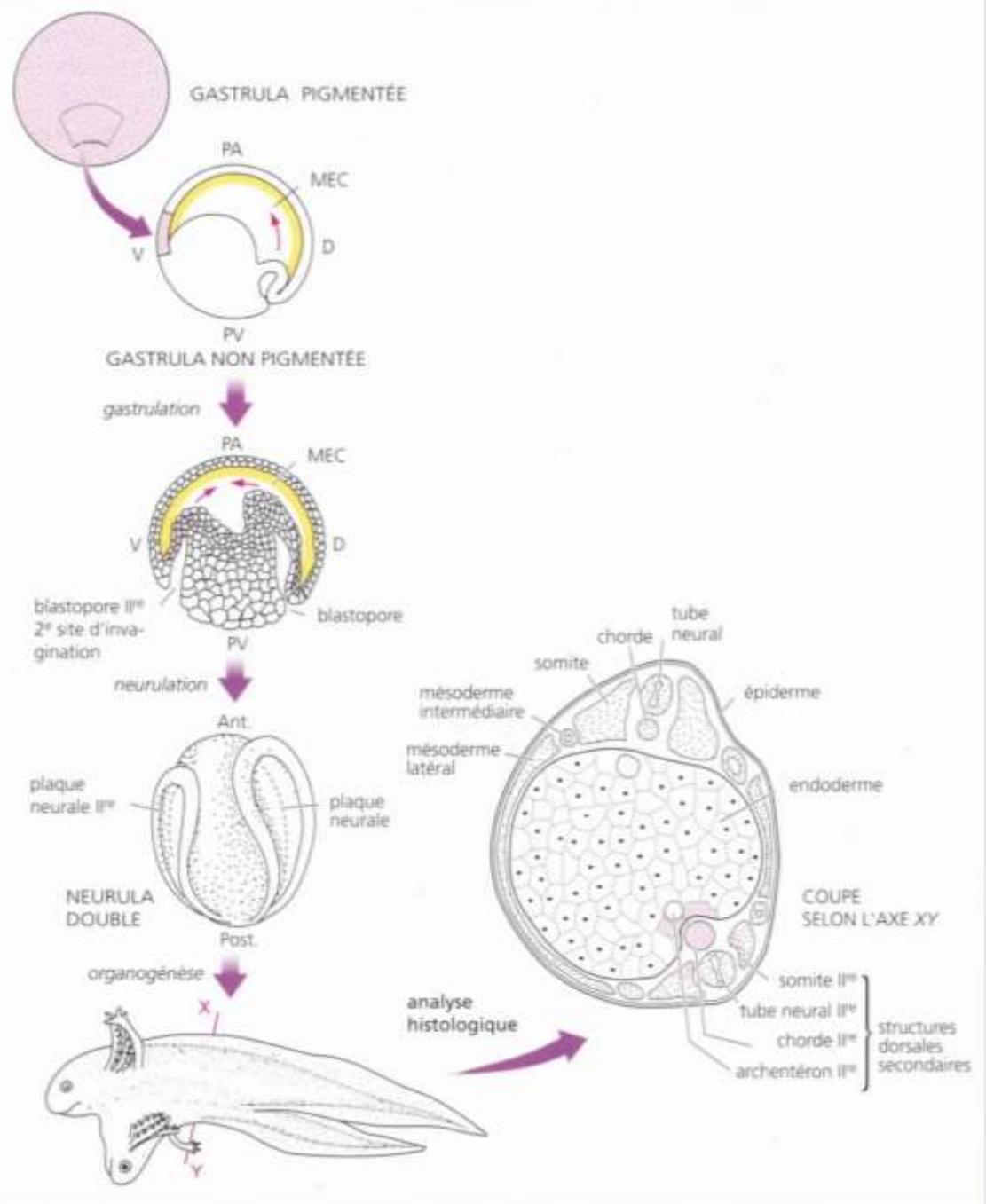
Coupe transversale à la fin de la gastrulation.

Voir l'organisation concentrique des feuilletts embryonnaires.

La neurulation



Expérience de Speman et Mangold

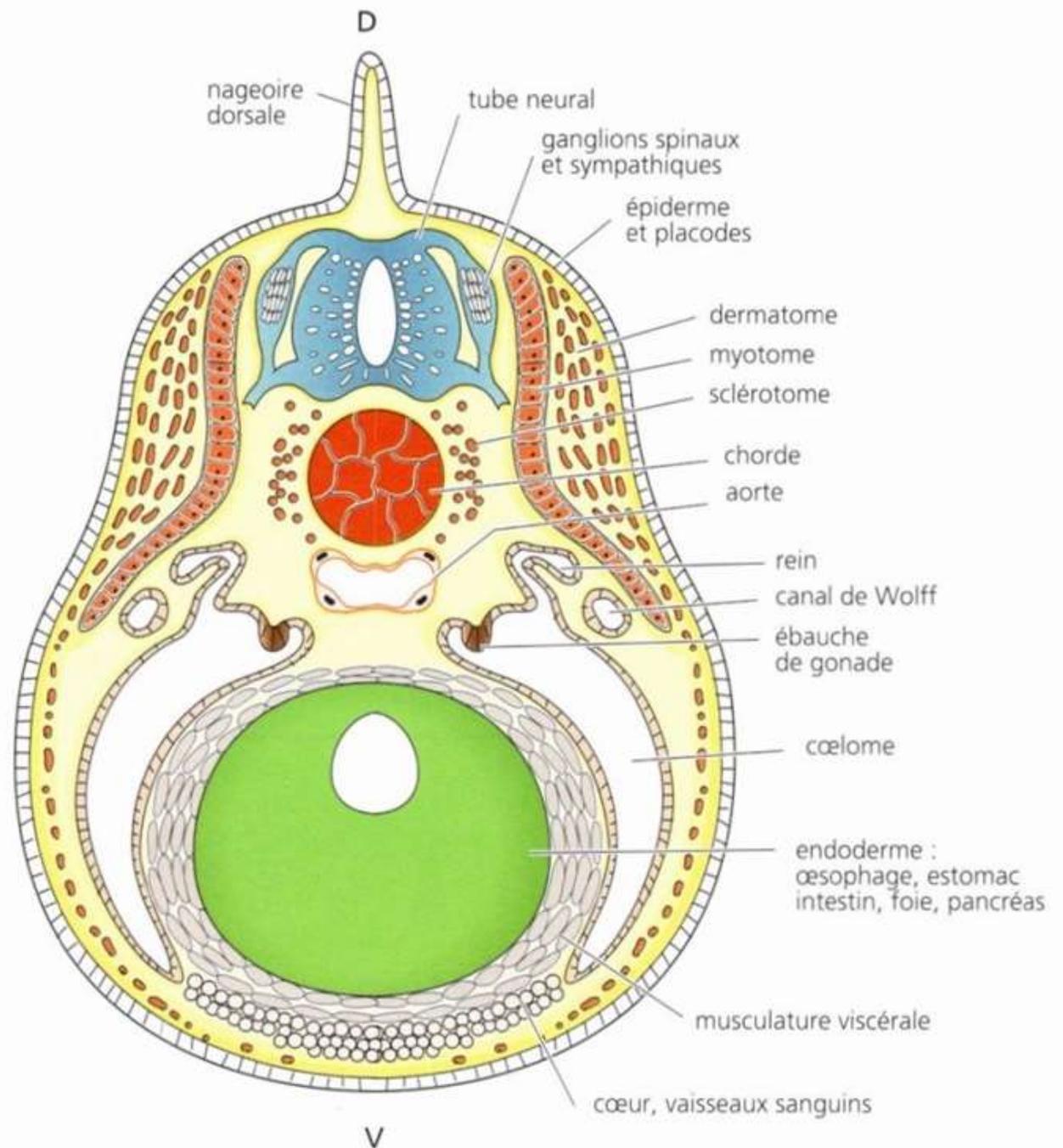


(Doc 19 du cours)

Devenir des feuilletts lors de l'organogenèse

NEURULA		BOURGEON CAUDAL	ORGANES DÉFINITIFS
EPIBLASTE		EPIDERME	Epiderme, dérivés cutanés
		PLACODES SENSORIELLES	Dérivés sensoriels
NEUROBLASTE		CRÊTES NEURALES	ganglions nerveux
		PROENCÉPHALE	Télocéphale, Diencéphale
		MÉENCÉPHALE	Méencéphale
		RHOMBENCÉPHALE	Méencéphale, Myélocéphale
	MÛELLE	Mœlle épinière	
MÉSODERME	AXIAL	CORDE	Corde
	SOMITIQUE	SCLÉROTOME	Squelette axial (vertèbres)
		MYOTOME	Muscles striés
		DERMATOME	Derme
	P. INTERM ^{AIRE}	PIÈCE INTERMÉDIAIRE	Appareil Uro-génital
	L. LAT ^{ALES}	SOMATOPLEURE	Appendices (= membres), Péricarde
SPLANCHNOPLEURE		M. lisses, endo. et myocarde Endothéliums	
ENDODERME	APP. RESPIRATOIRE	Poumons, fentes branchiale	
	ARCHENTÉRON	Tubes digestif, glandes annexes	
Cellules germinales			Ovogonies ou spermatogonies

Coupe transversale en fin d'organogenèse

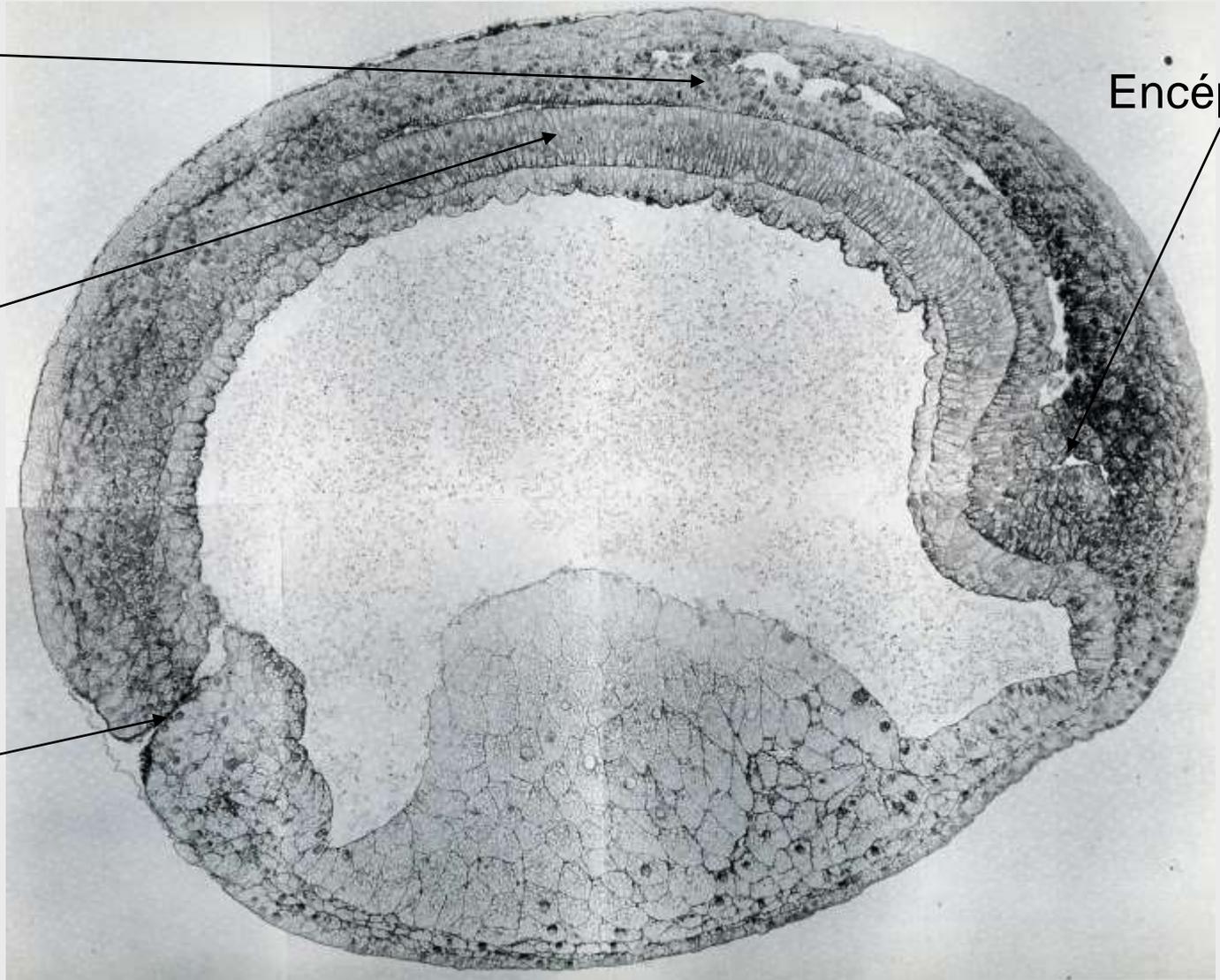


Tube neural

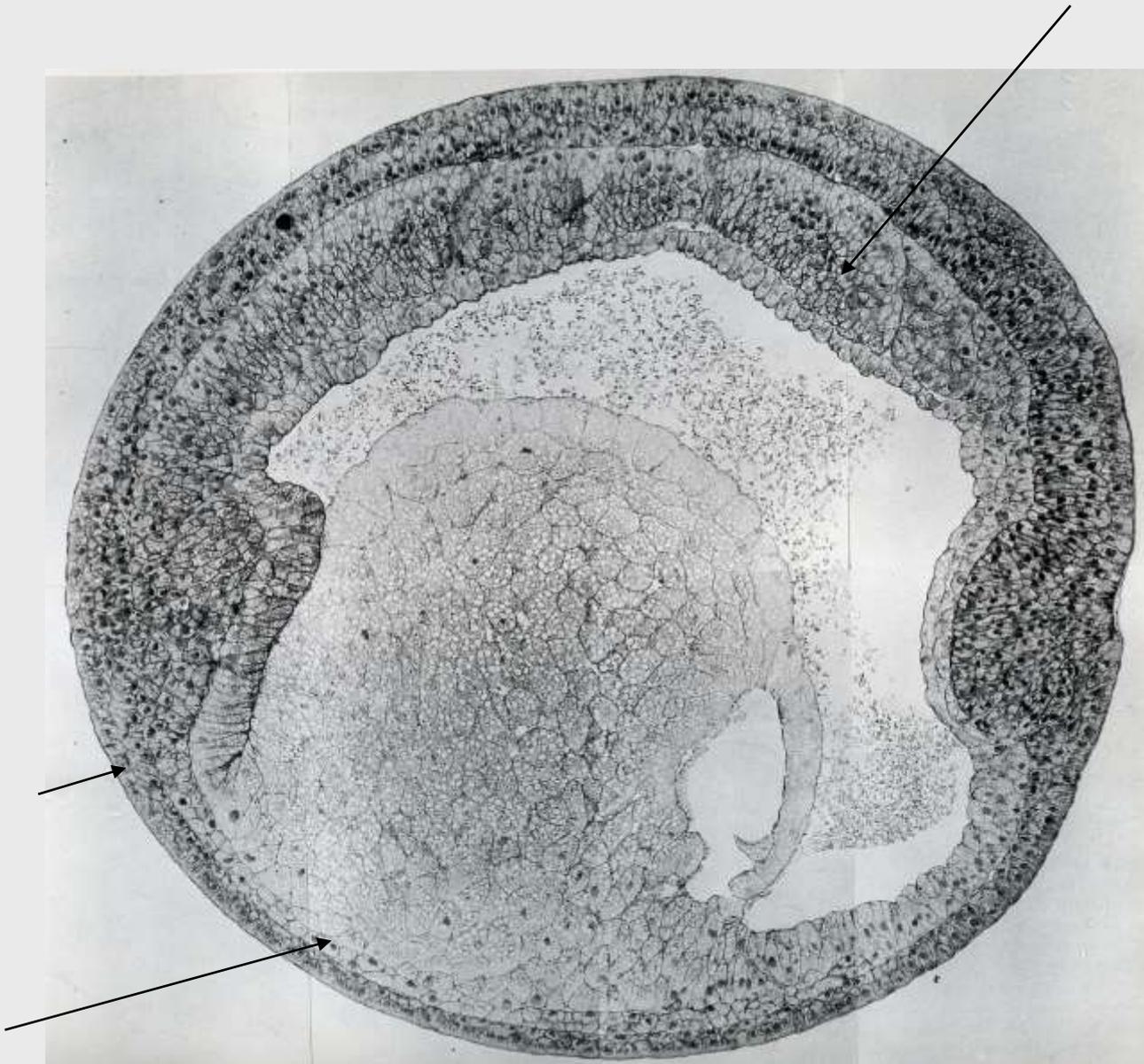
Encéphale

Chorde

Blastopore

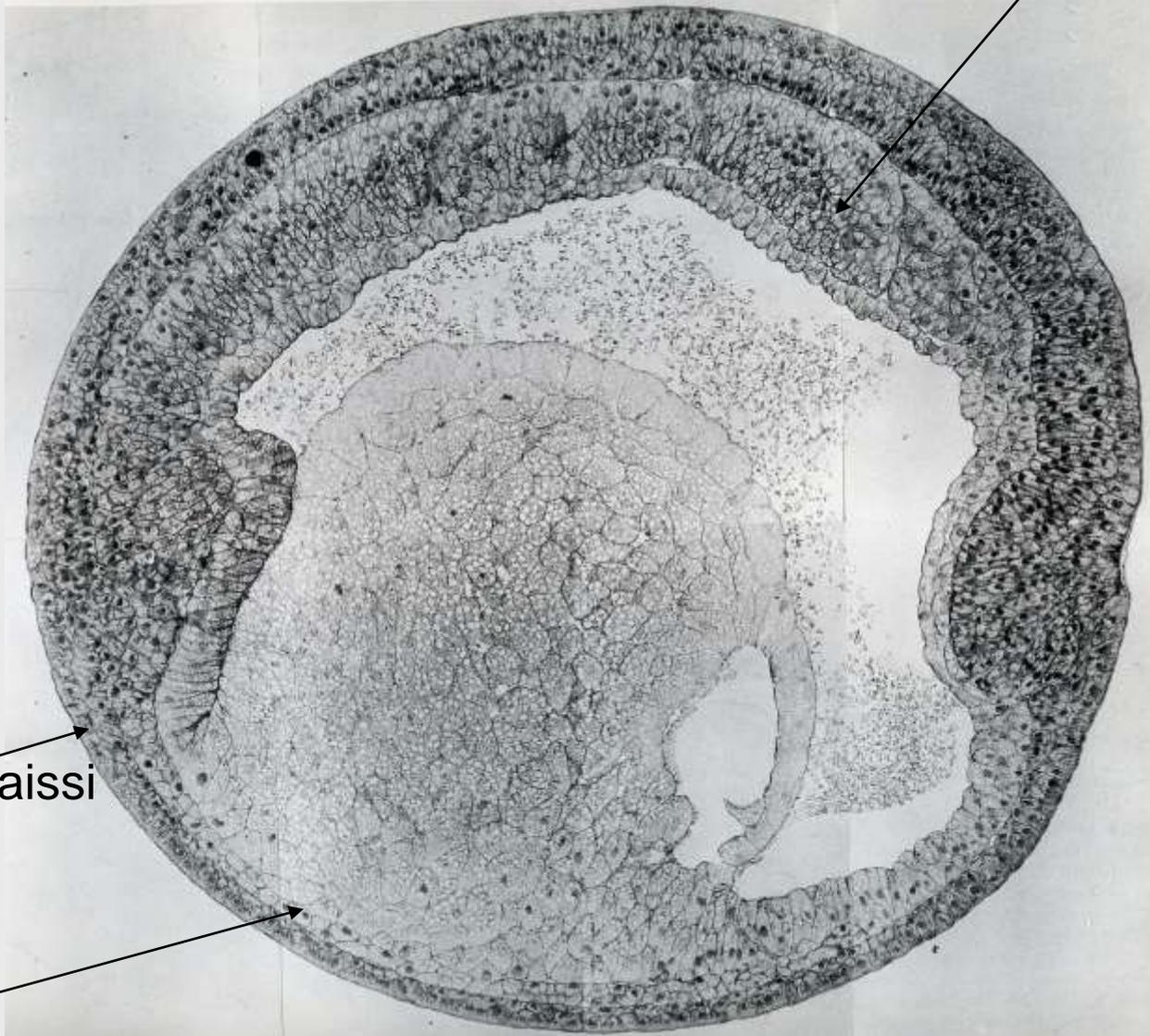


Coupe sagittale neurula



Somite
individualisé

Chorde non
visible



Epiderme épaissi

Mésoderme
ventral

CL parasagittale Neurula



**Figure 40. Stade
bourgeon caudal jeune**

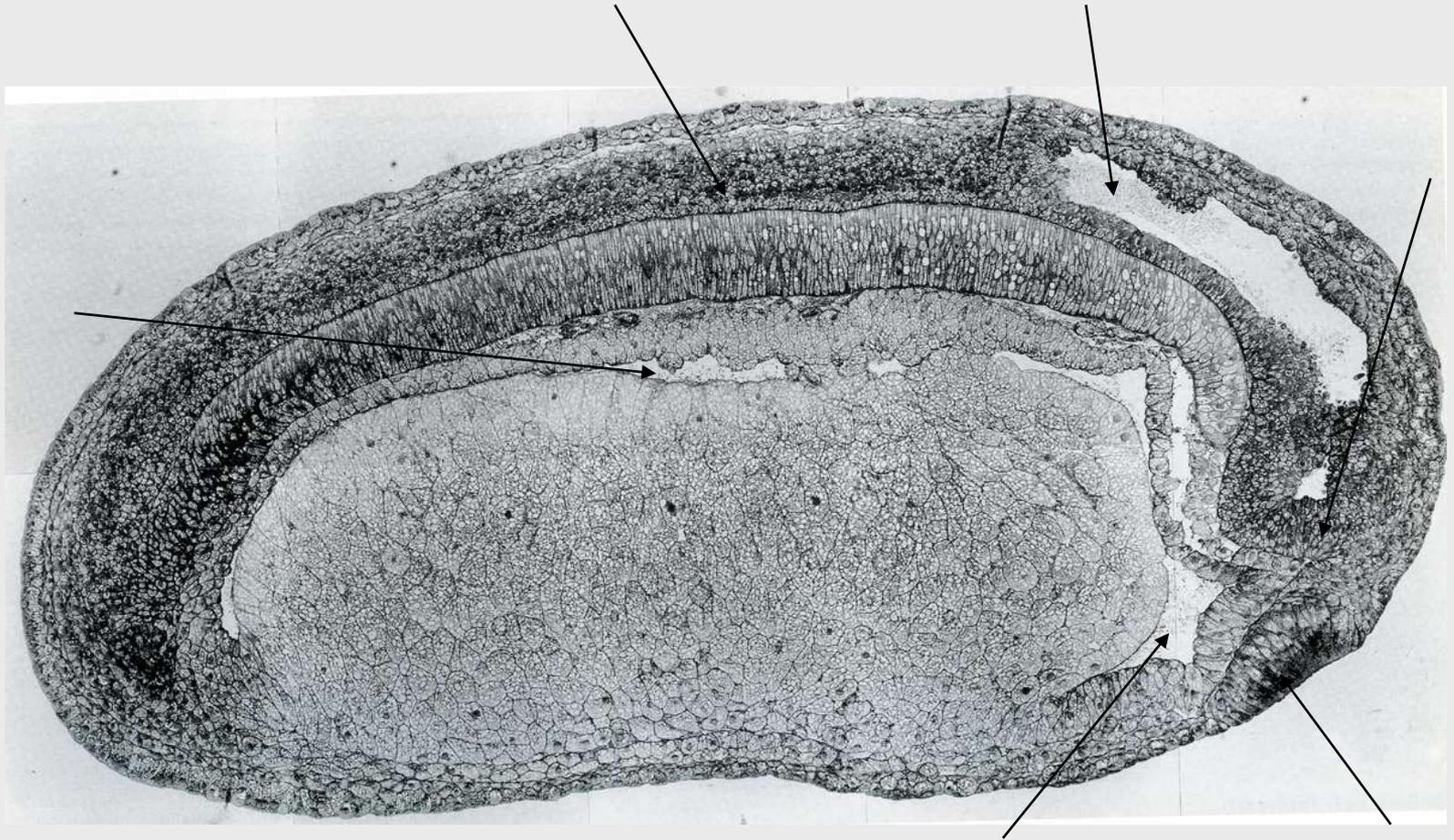


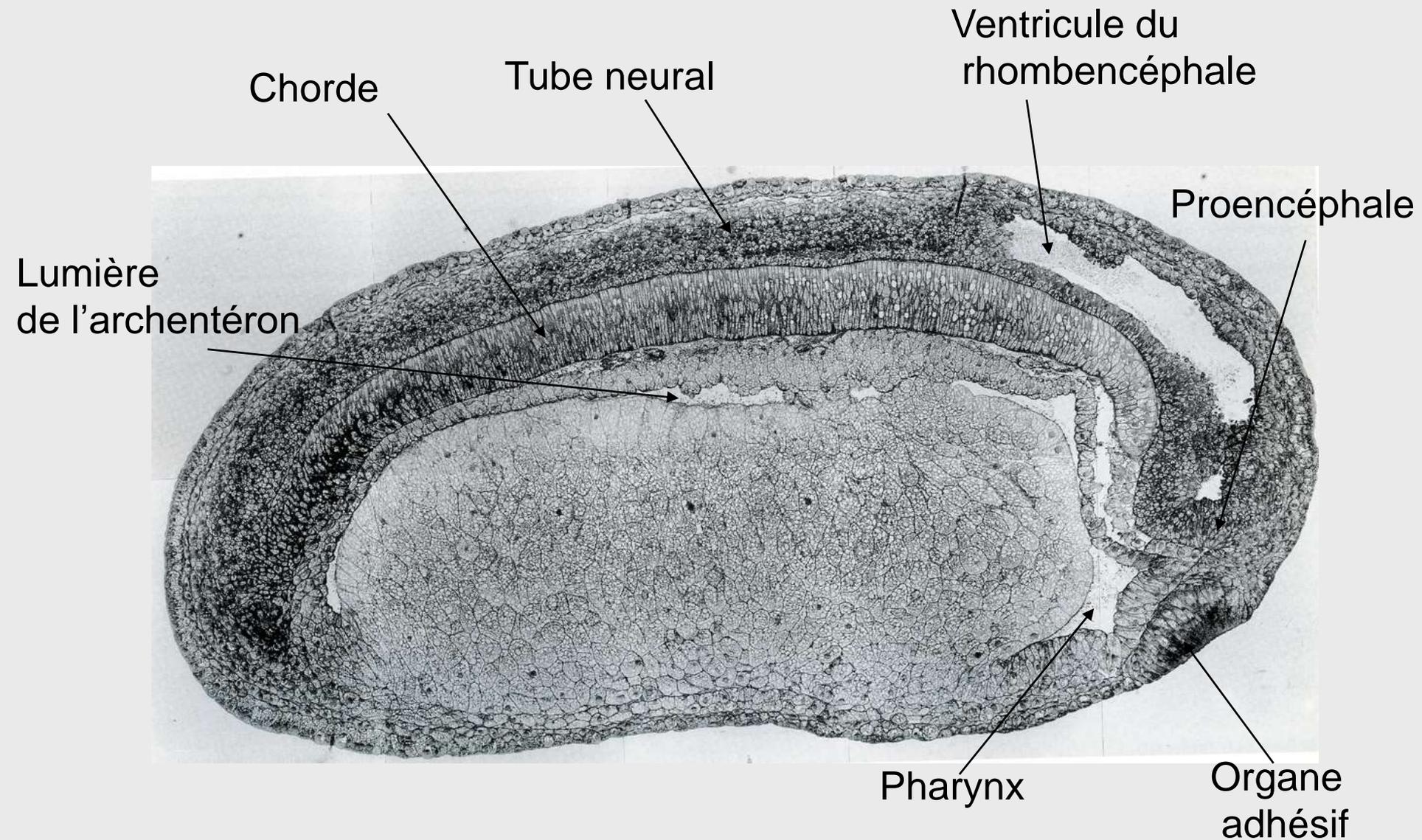
**Figure 41. Stade
bourgeon caudal moyen**



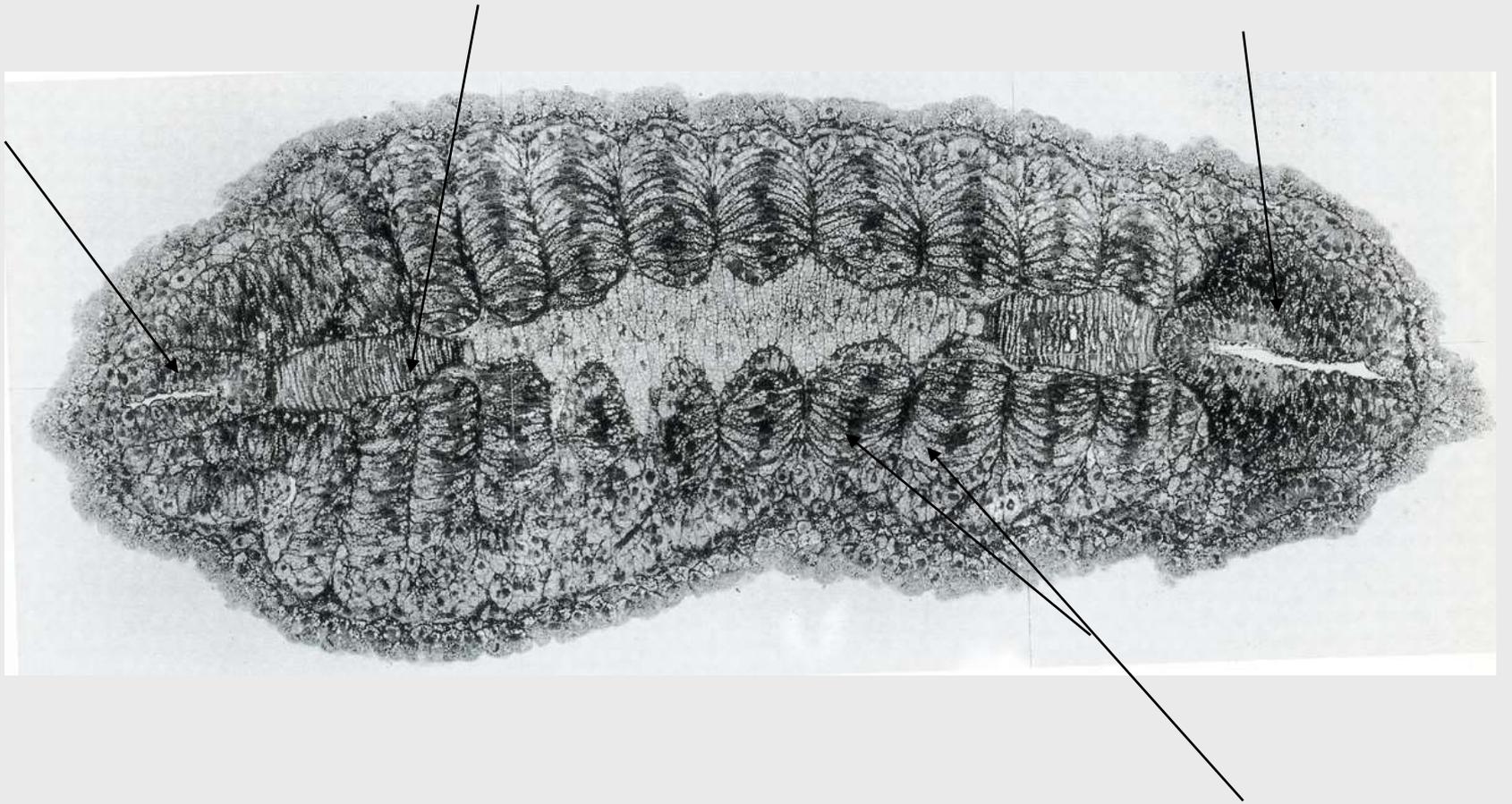
**Figure 42. Stade bourgeon
caudal âgé**

Le stade bourgeon caudal : morphologie externe





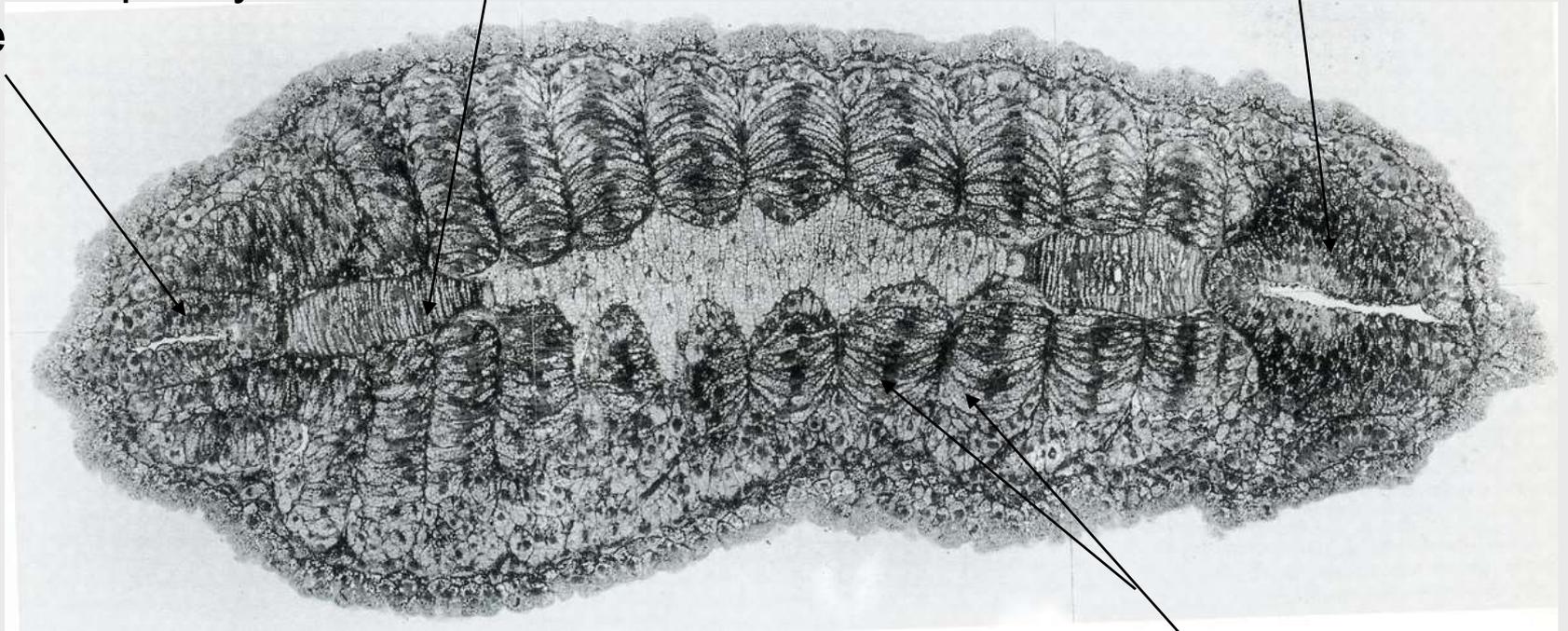
**Coupe sagittale : bourgeon caudal
(l'embryon s'est allongé)**



Tube neural
postérieur,
canal de l'épendyme
visible

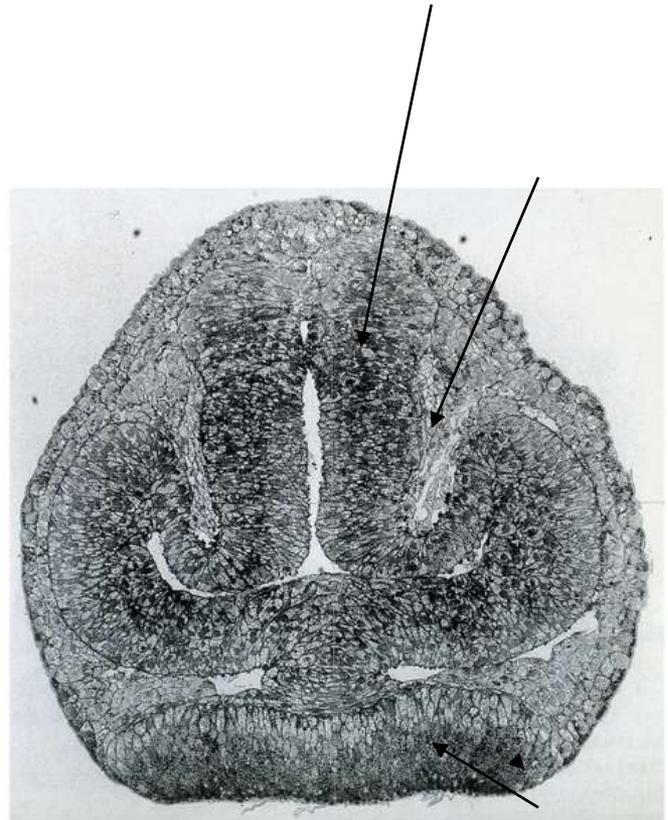
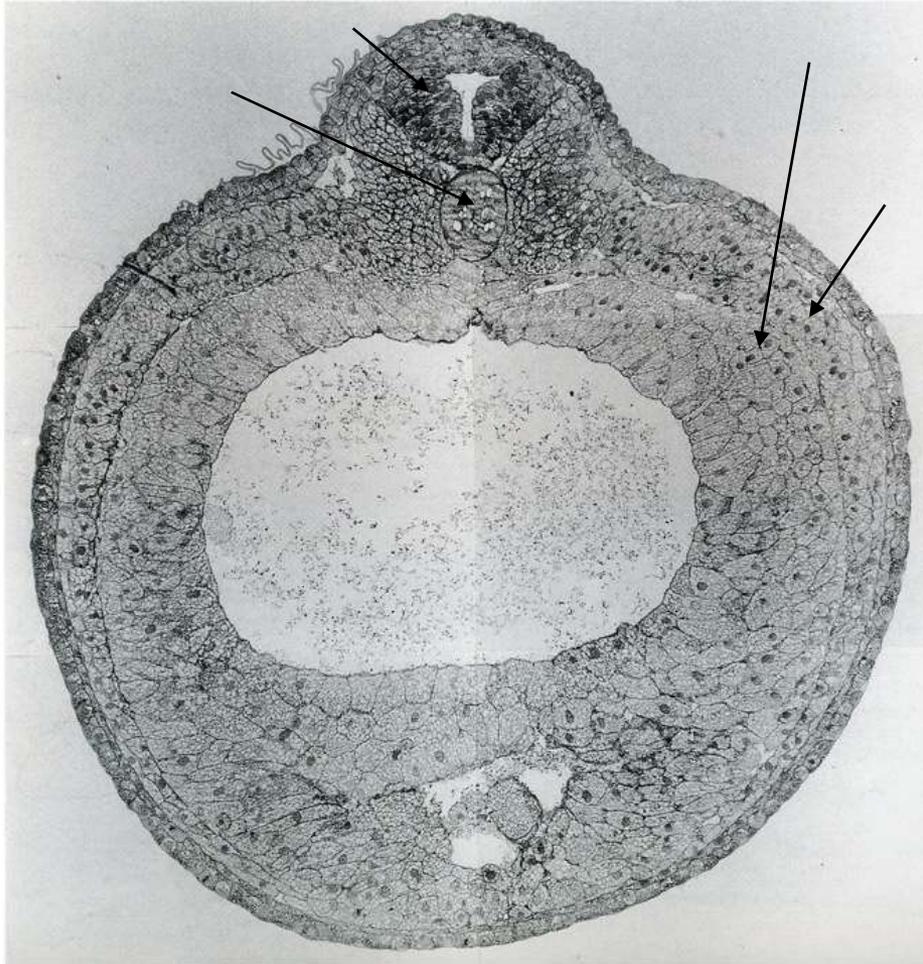
Chorde

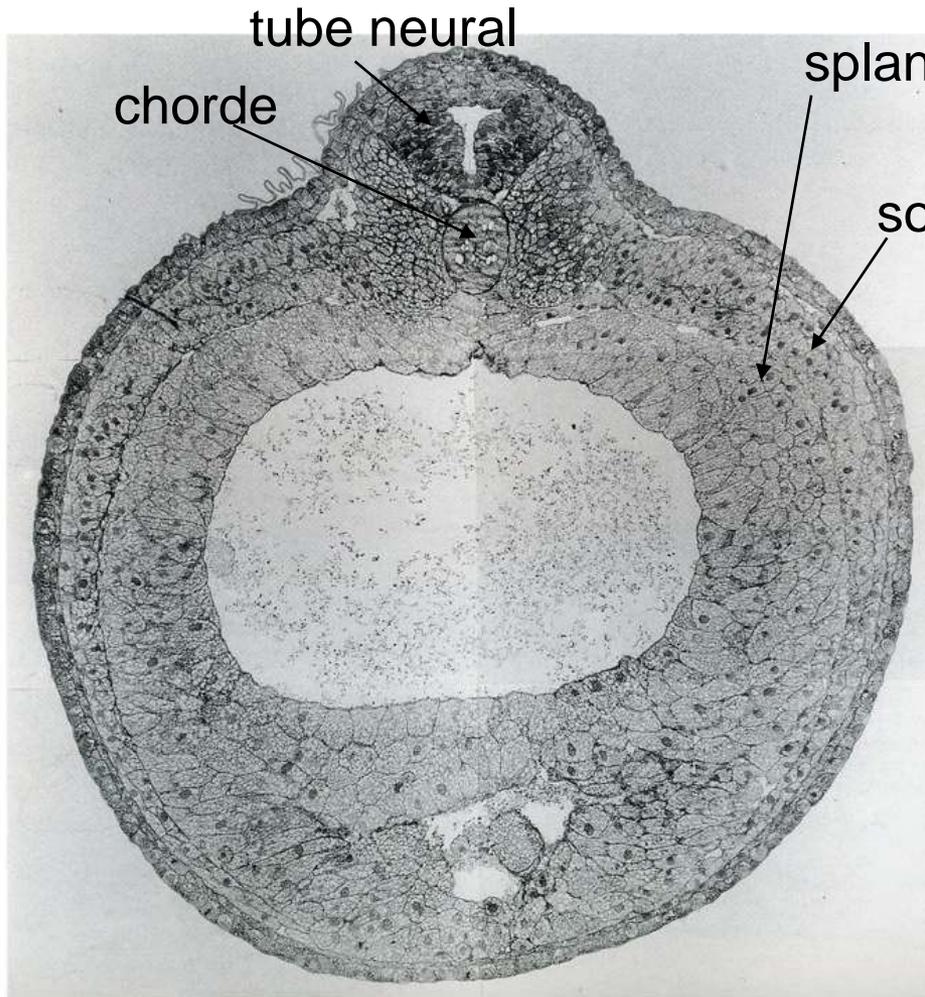
Rhombencéphale



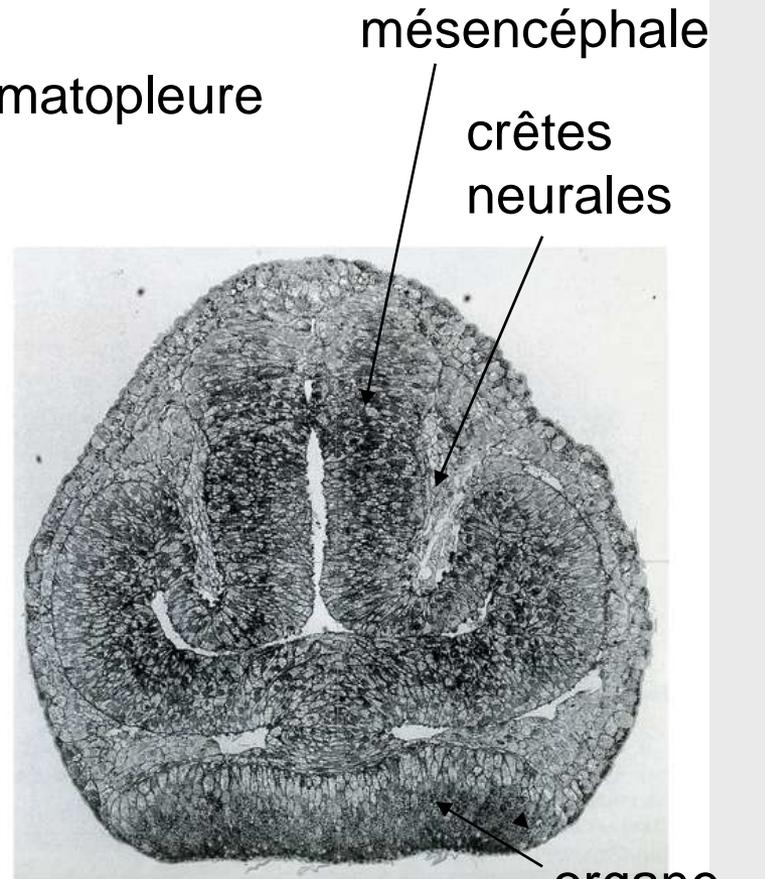
somites

Coupe frontale stade bourgeon caudal





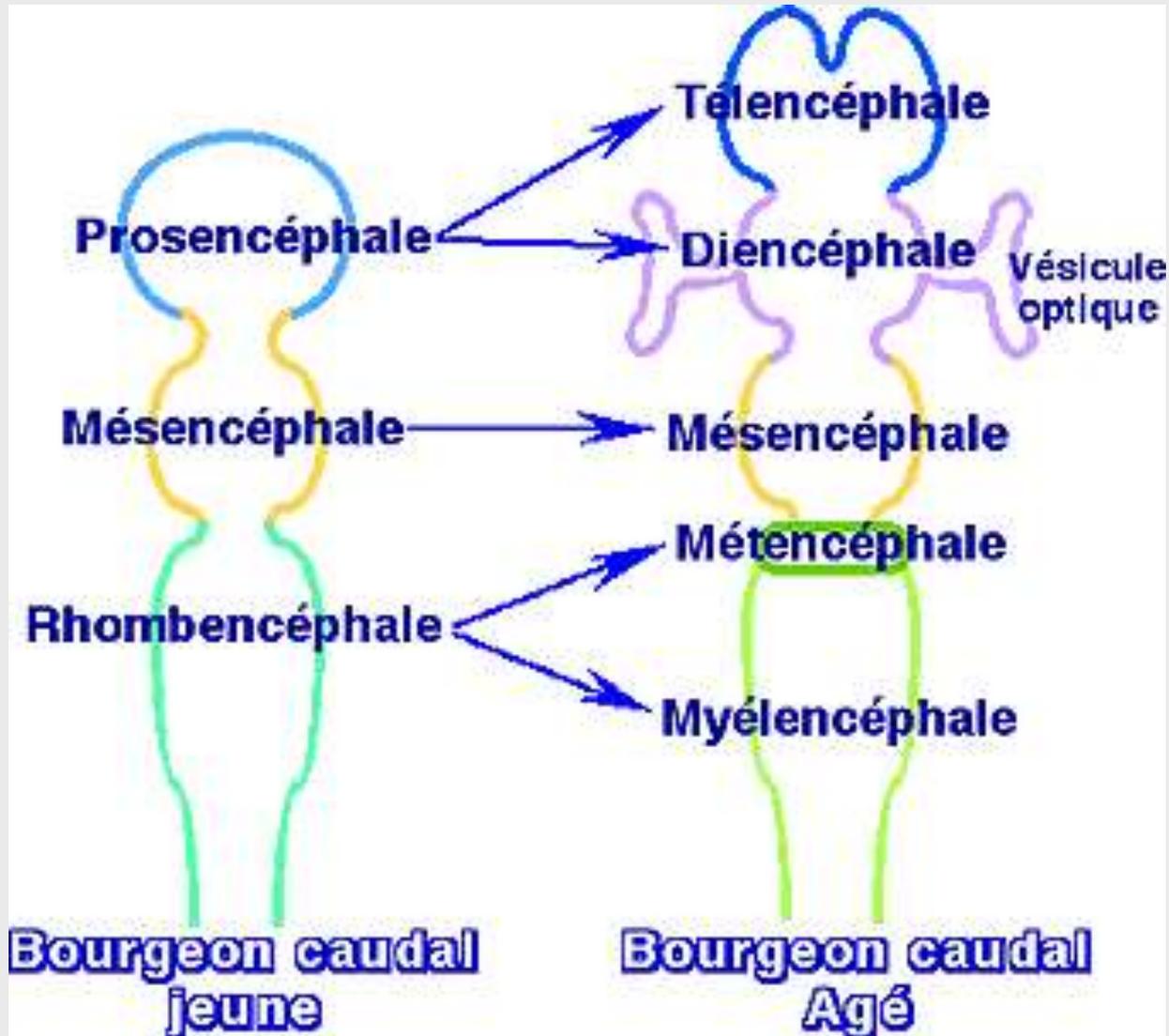
**Coupe transversale
bourgeon caudal
région troncale**



**CT
bourgeon caudal
région antérieure**

Evolution du tube neural au cours de l'organogenèse

(doc 17 cours)



Le stade bourgeon caudal : organogenèse (doc 18 cours)

Morphologie externe : (poly couleur p. 9-10-11)

La **forme** de l'embryon change (allongement), **trois régions** (céphalique, troncale et caudale) se différencient.

Des **ébauches d'organes** sont visibles sous l'épiderme.

Morphologie interne :

- **Evolution du tube neural** (poly couleur p. 12),

- **Mise en place des organes sensoriels** (placodes) dans la région céphalique antérieure (poly couleur p. 14-15-16)

- **Plan d'organisation fondamental des Vertébrés bien visible** dans la région troncale (m.e., chorde, endoderme et cavité archentérique, somites + pronéphros + lames latérales, épiderme limitant). (poly couleur p. 13)

- **Segmentation du mésoderme en somites** (métamérie visible), à l'origine de 3 dérivés :
+ sclérotome profond --> vertèbres
+ dermatome superficiel --> derme
+ myotome intermédiaire --> muscles (poly couleur p. 17-18)

- **Mise en place des viscères** : (poly couleur p. 19-20)
cœur, diverticule hépatique, proctodeum (anus primitif issu du blastopore).



A



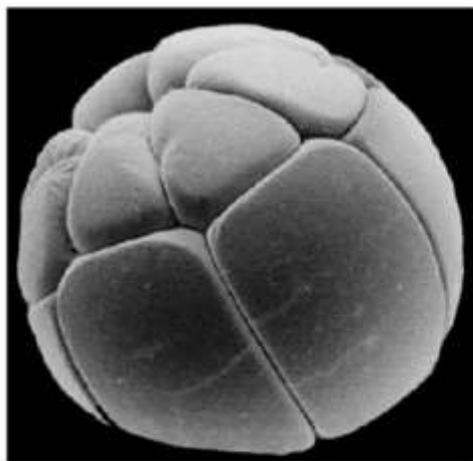
B



C



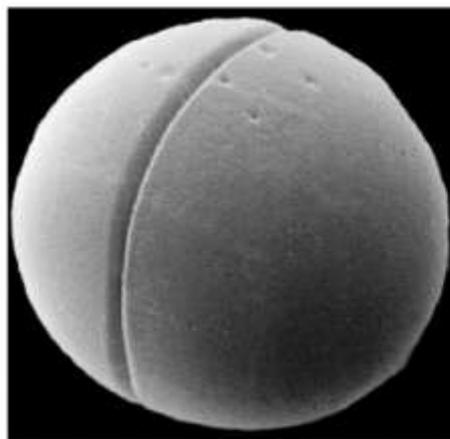
Vues de détail



D



E



F



→ Ordonner les clichés A à F et proposer un titre pour chacun d'entre eux.



A Stade 32 cellules
Vue du pôle animal



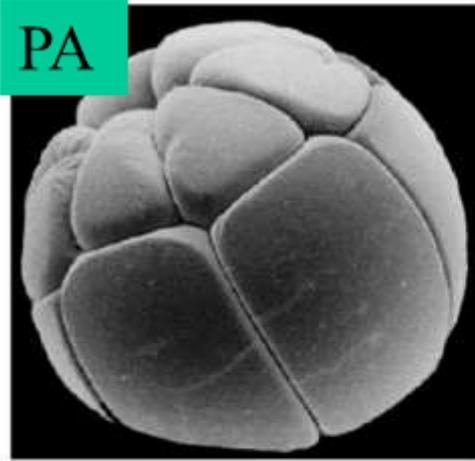
B Stade 4 cellules
Vue polaire



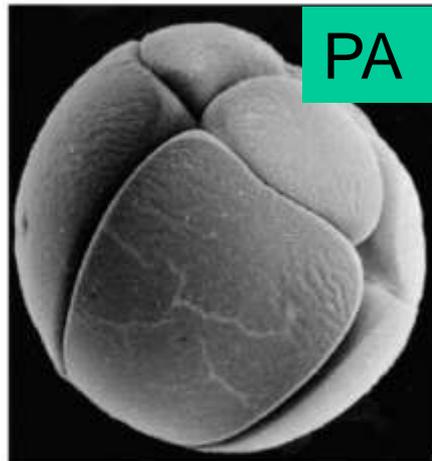
C Morula



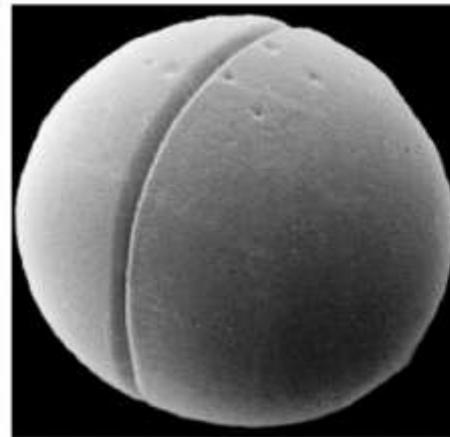
Vues de détail



D Stade 16 cellules
Vue équatoriale



E Stade 8 cellules
Vue équatoriale



F Stade 2 cellules



→ Ordonner les clichés A à F et proposer un titre pour chacun d'entre eux.

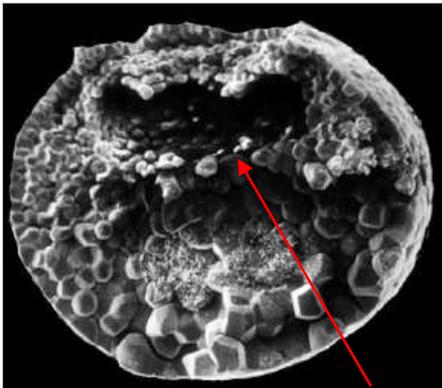
Source des images :
<http://www.ulb.ac.be/sciences/biodic/homepage.html>

CT Gastrula
involution du
mésoblaste

Cellules en bouteille

Vues de détail

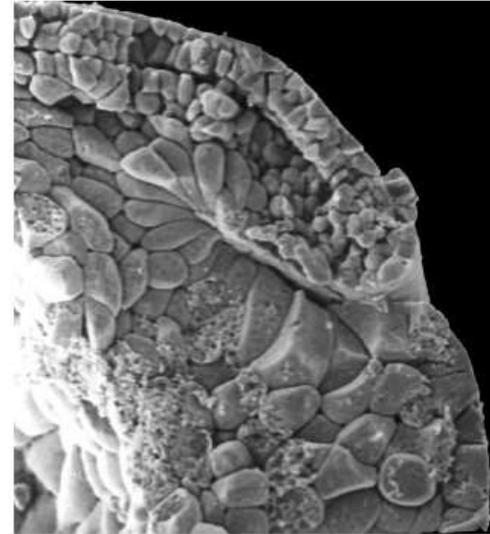
→ Proposer un titre
à chaque cliché.



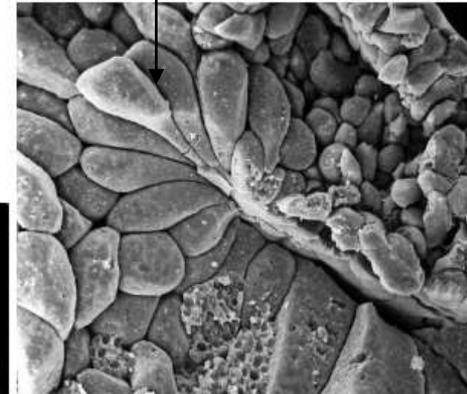
A CT Blastula **Blastocoèle**



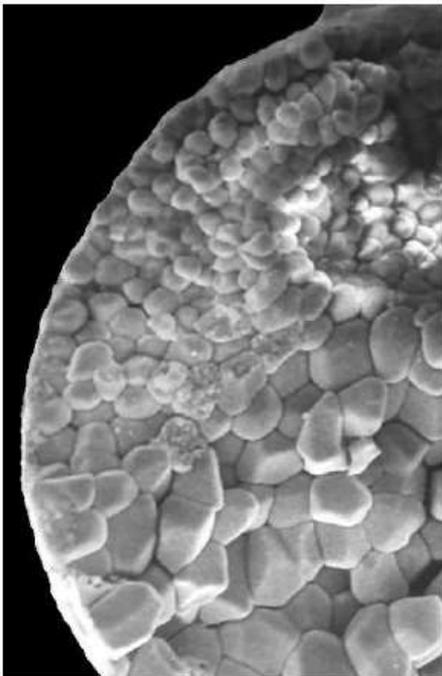
C Vue externe
lèvre dorsale d'une
jeune gastrula



D

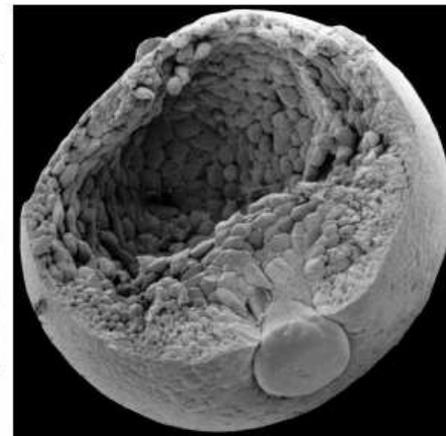
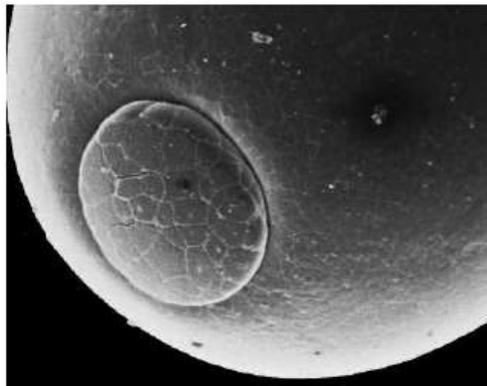


F



Détail de la blastula

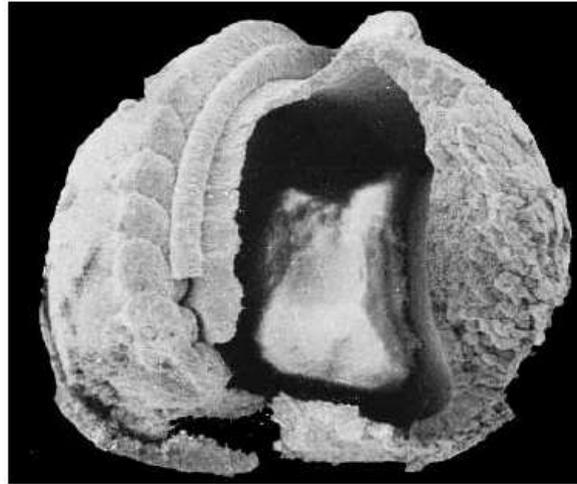
E Gastrula âgée
stade bouchon vitellin
Vue externe



Gastrula âgée
disséquée, archentéron visible



A



C

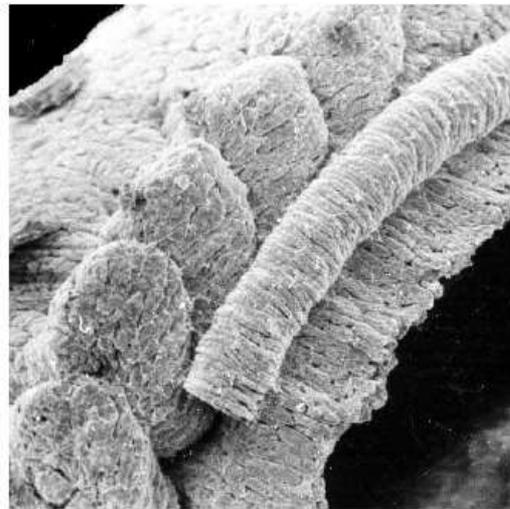


(C) U.L.B. - L. De Vos

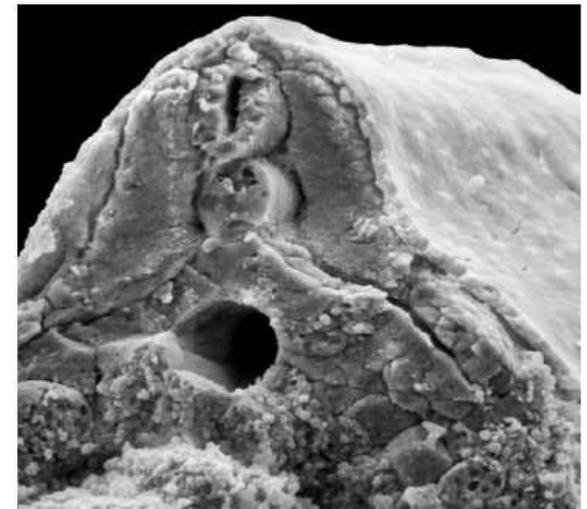
E



B



D

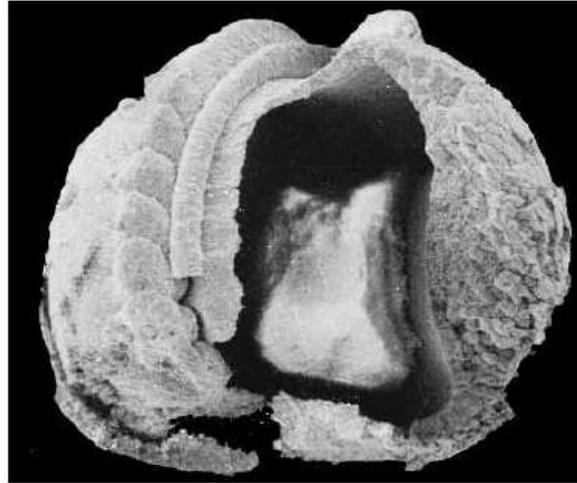


F

→ Proposer un titre à chaque cliché.



A Neurula vue antérieure



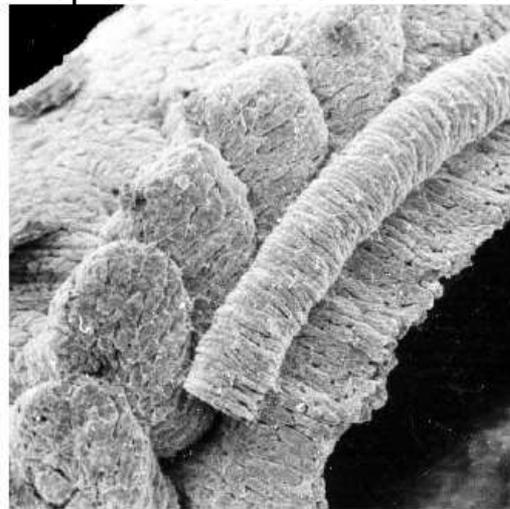
c Dissection d'une neurula, épiderme et tube neural ôtés



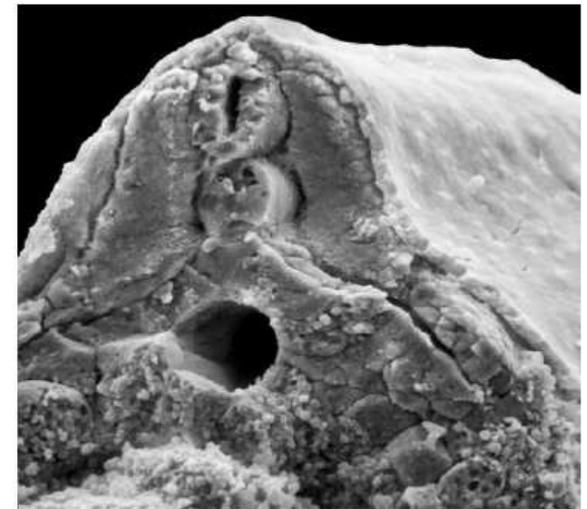
E CT région dorsale jeune neurula



B Neurula vue antéro-latérale



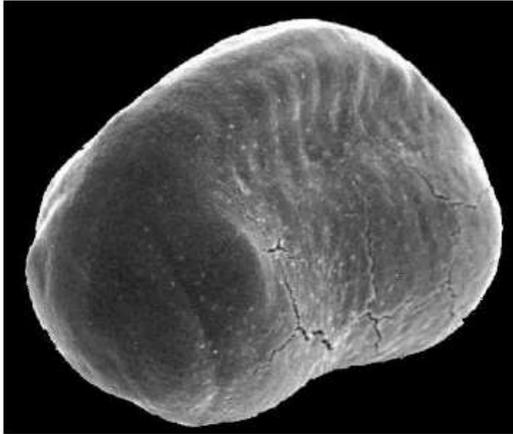
D Dissection d'une neurula, détail : somites et chorde



F CT région dorsale neurula âgée

→ Proposer un titre à chaque cliché.

Développement embryonnaire des Amphibiens – Planche 4

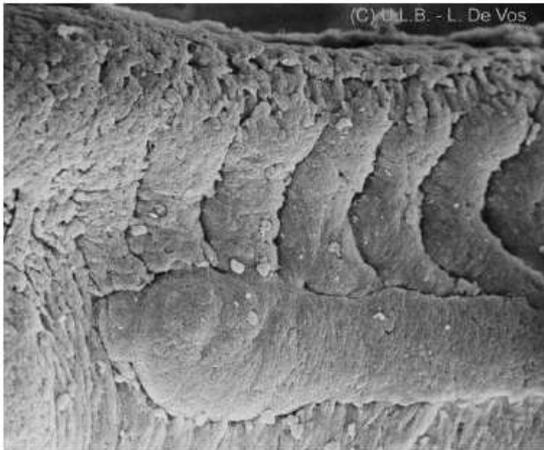


A

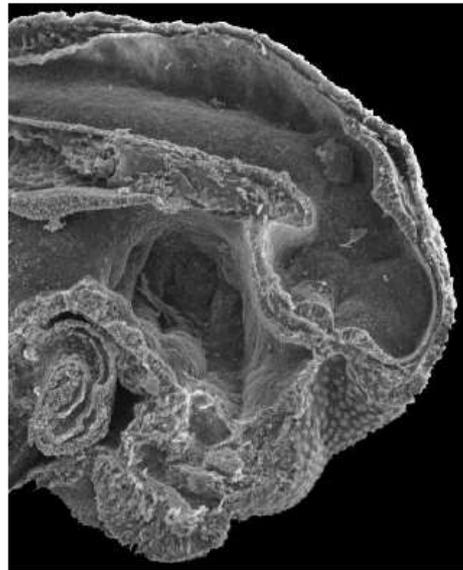
→ Proposer un titre à chaque cliché.



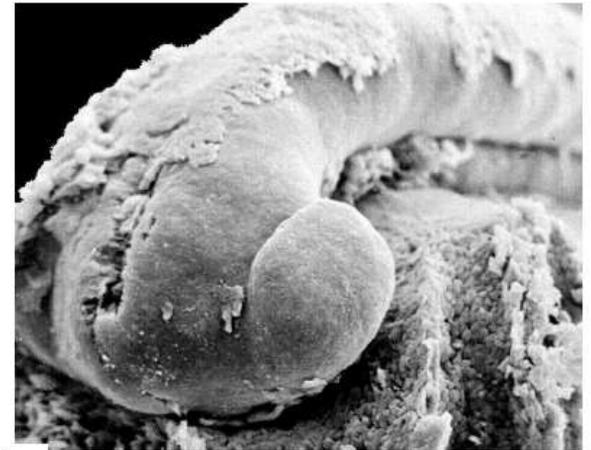
B



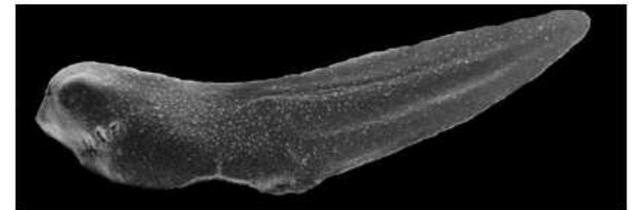
C



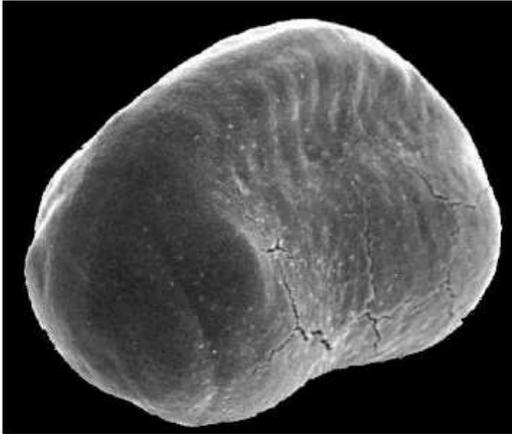
E



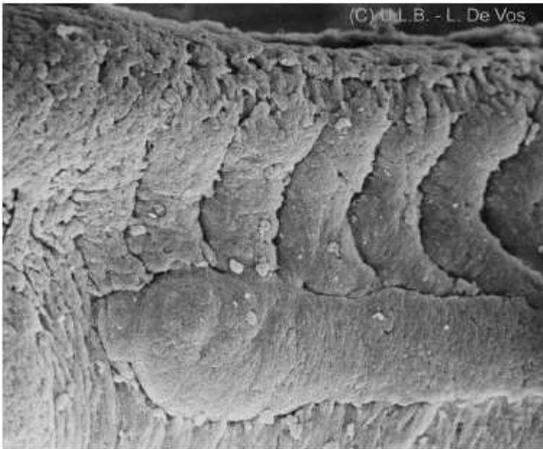
D



F



Bourgeon caudal jeune
vue antérieure



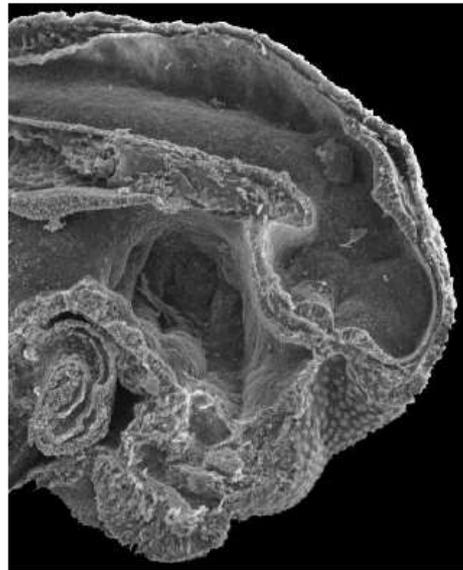
c Somites d'un bourgeon caudal

→ Proposer un
titre à chaque
cliché.

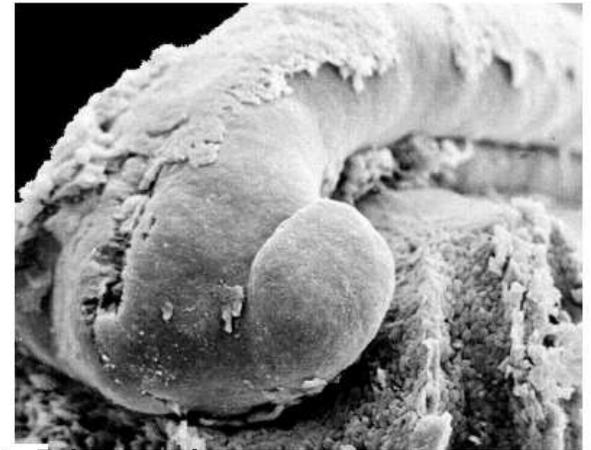
Bourgeon
caudal
vue latérale



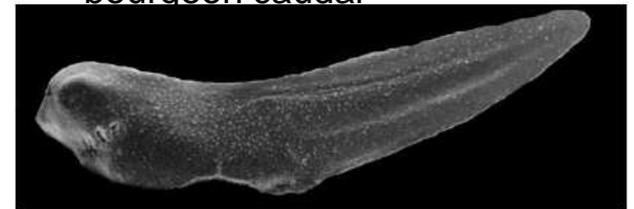
B



E CL région céphalique
bourgeon caudal



D Région céphalique stade
bourgeon caudal



F Bourgeon caudal âgé

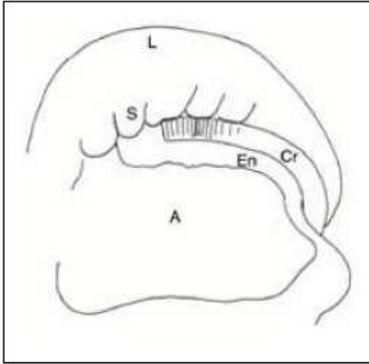


Planche 3 – cliché C

Dissection d'une jeune neurula.

L'ectoderme dorsal, le tube neural ainsi que le mésoderme du côté gauche ont été enlevés. Une fenêtre a été pratiquée dans l'endoderme ventral. L'archenteron (A) est délimité par l'endoderme (En) sur lequel repose la corde mésodermique (Cr). A ce stade, le mésoderme latéral est déjà partiellement métamérisé en grands blocs successifs : les somites (S), qui se prolongent par les lames latérales continues (L).

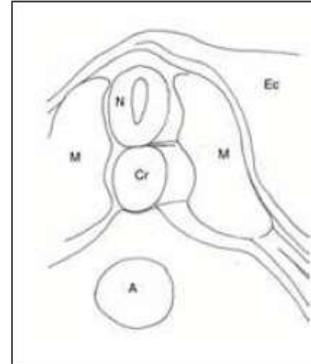


Planche 3 – cliché F

Fracture transverse d'une neurula âgée.

De haut en bas le tube neural (N) et corde (Cr), reposent sur l'endoderme entourant l'archenteron (A). De part et d'autre du tube neural et de la corde, le mésoderme différencié en myotomes (M) recouvert par l'ectoderme (Ec).

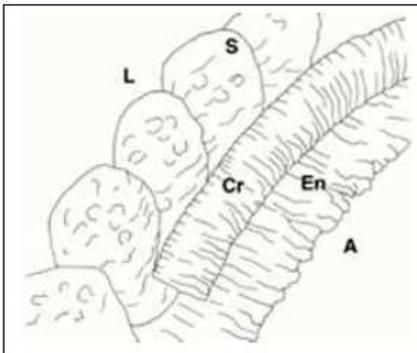


Planche 3 – cliché D

Dissection d'une jeune neurula, détail.

De gauche à droite les lames latérales (L), les somites (S) et la corde (Cr) qui reposent sur l'endoderme (En), lequel délimite l'archenteron (A).

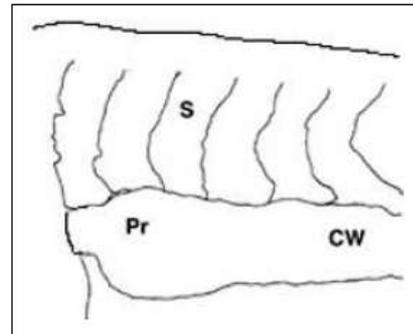


Planche 4 – cliché C

Stade début de bourgeon caudal (neurula âgée) dissection de la région troncale dont l'ectoderme a été enlevé.

Les somites (S) sont bien visibles ainsi que l'ébauche du canal de Wolf .

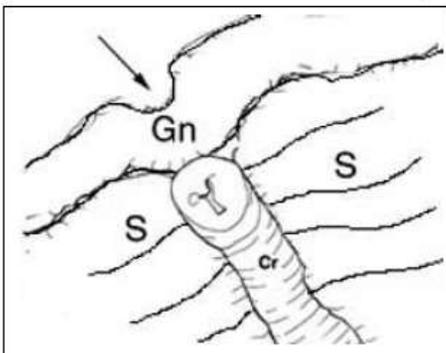


Planche 3 – cliché E

Stade gouttière neurale, dissection de la partie antérieure (endoderme enlevé).

La corde (Cr), cylindrique, est flanquée à gauche et à droite des nappes mésodermiques découpées en somites (S). L'ectoderme en contact avec la corde s'est épaissi et s'est creusé pour former la gouttière neurale (GN).

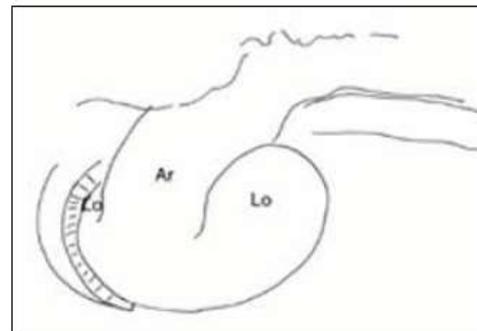
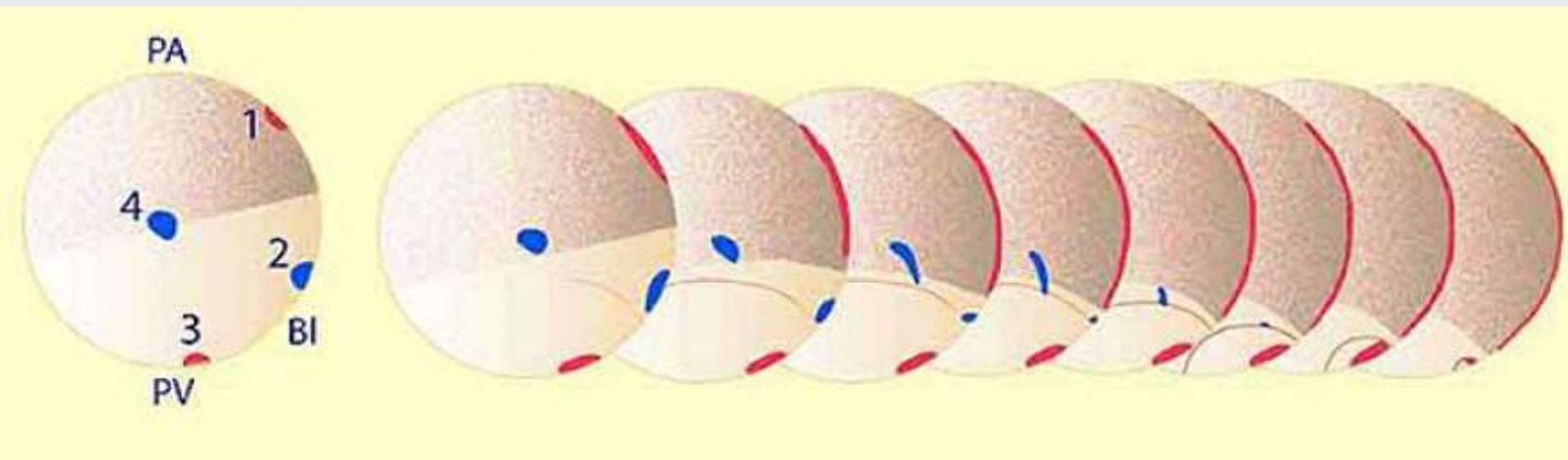


Planche 4 – cliché D

Stade bourgeon caudal, dissection de la région céphalique.

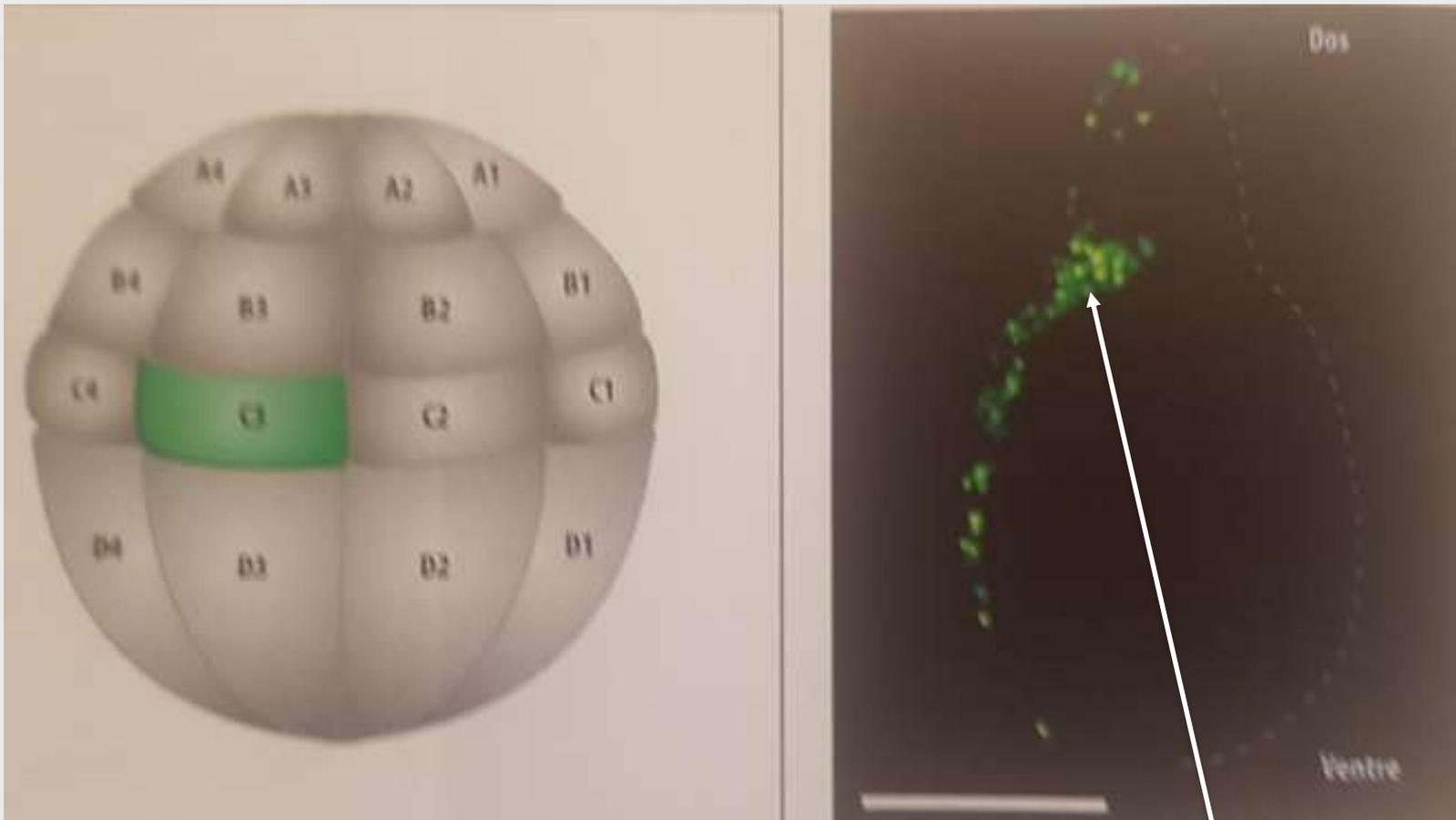
Vue latérale de l'archencéphale (Ar) flanqué de part et d'autre des deux lobes optiques (LO).

Exploitation de données de marquage



Document 1. Mise en œuvre de la technique des marques colorées sur une jeune gastrula et résultats.

Quatre marqueurs colorés notés 1, 2, 3 et 4 ont été placés sur une jeune blastula. On suit leur devenir au cours de la gastrulation.



Cellules mésodermiques

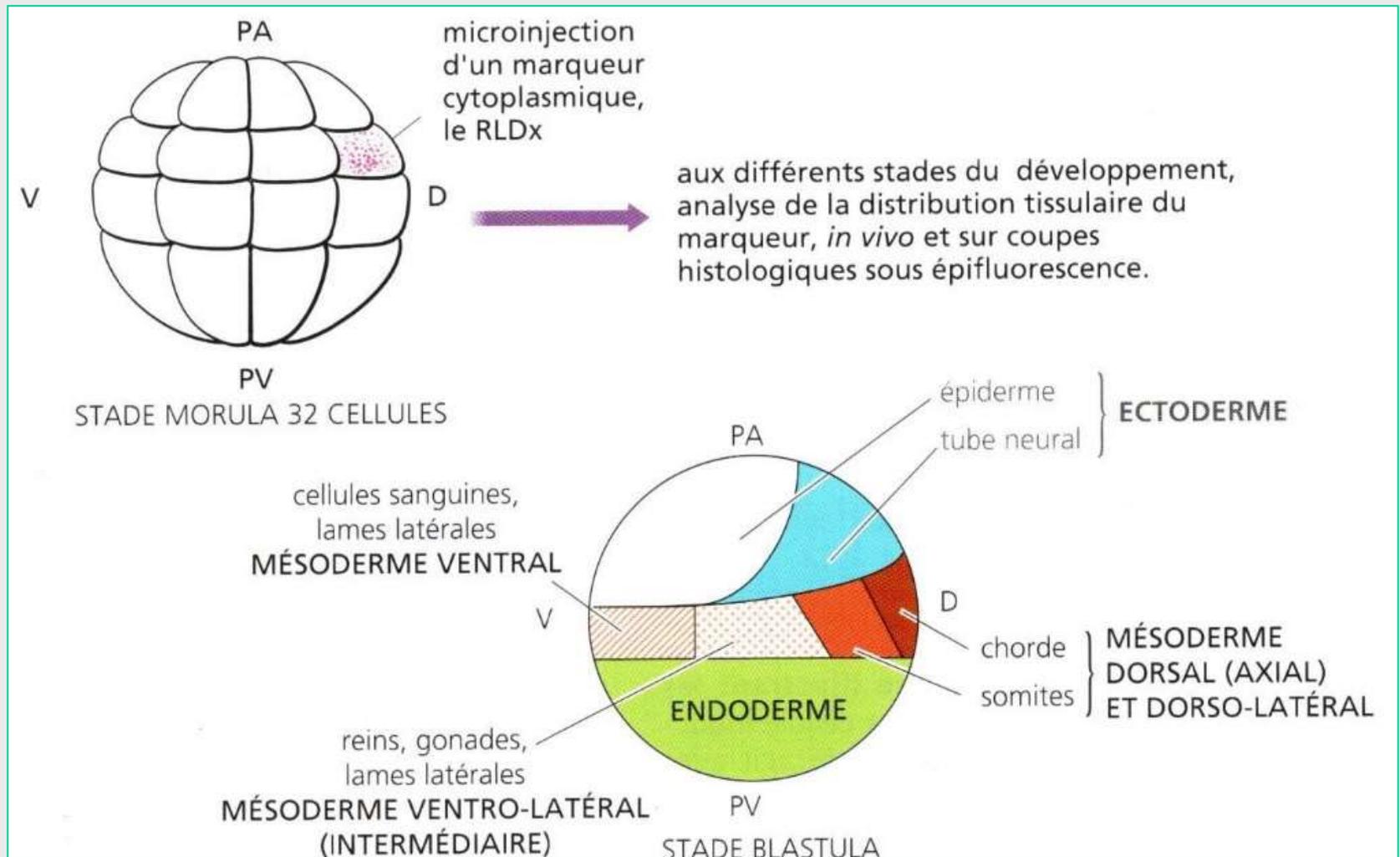
Document 2.

Une cellule unique C3 de la blastula au stade 32 cellules est marquée par l'injection de dextran couplée à la fluorescéine.

A droite: coupe d'embryon au stade têtard, éclairée sous UV.

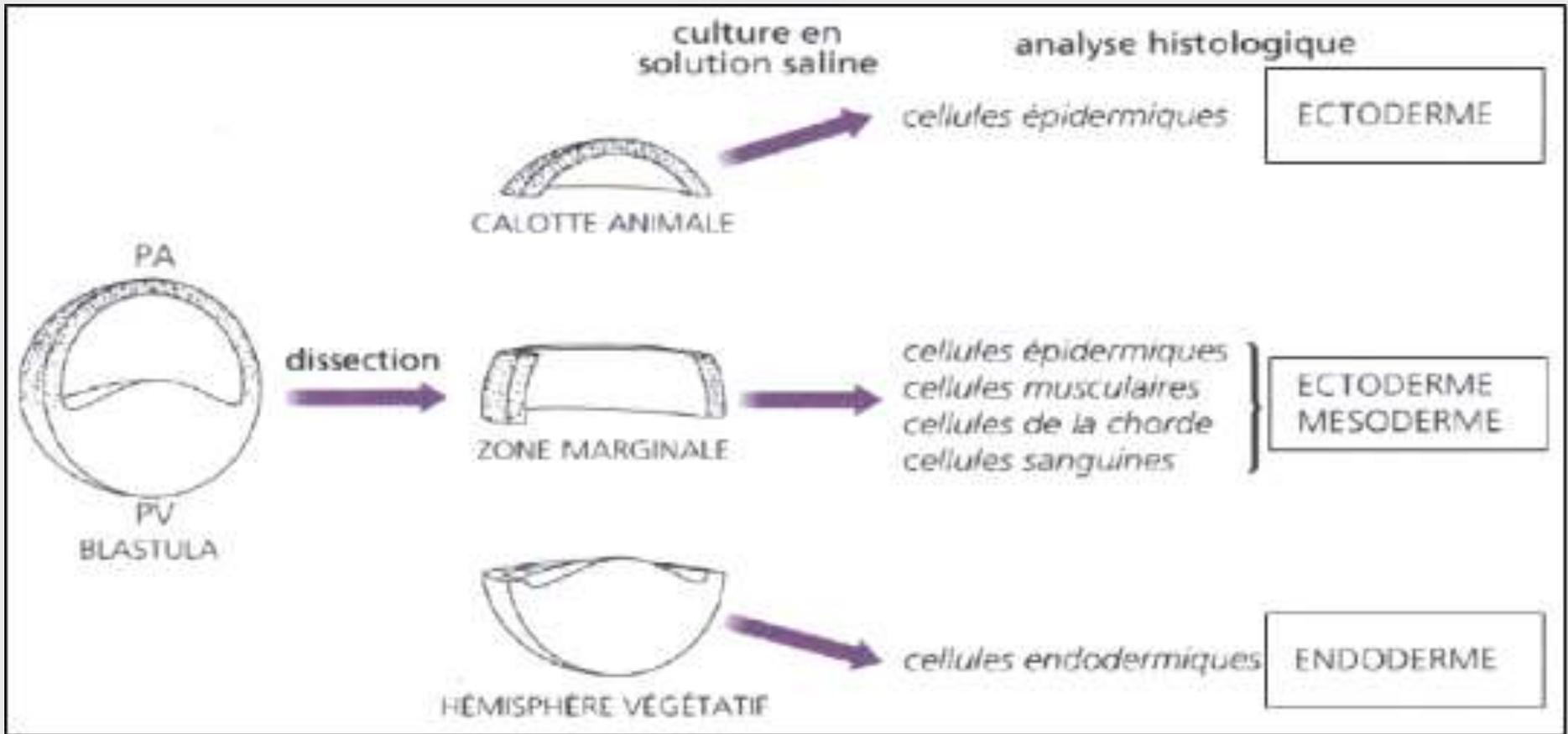
Barre d'échelle 0,5 mm

(Wolpert, biologie du développement, Dunod 5 edition)



Document 3. Représentation schématique des résultats des expériences de marquage dans un stade morula 32 cellules.

Un marqueur est injecté dans les différentes cellules de la morula. Des coupes sont ensuite réalisées pour identifier le lignage du blastomère dans lequel l'injection a été faite.



Document 4. Représentation schématique de l'expérience de Nieuwkoop et de ses résultats.