

Biologie - Partie II - L'organisme : un système en interaction
avec son environnement

Partie IID - Ontogenèse et reproduction

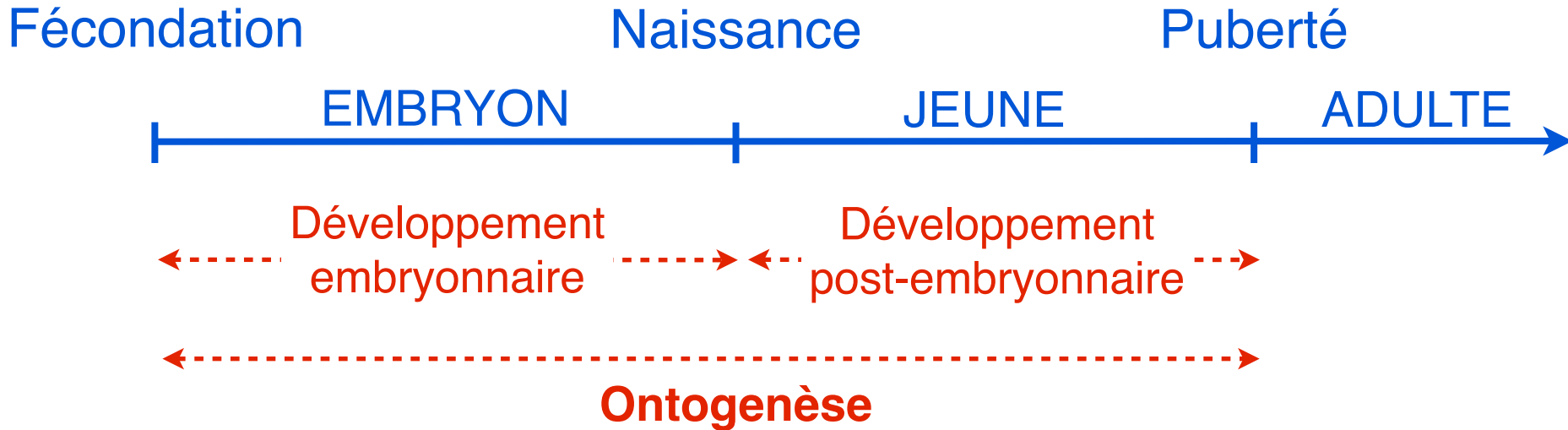
Chapitre 2

Le développement d'un organisme animal

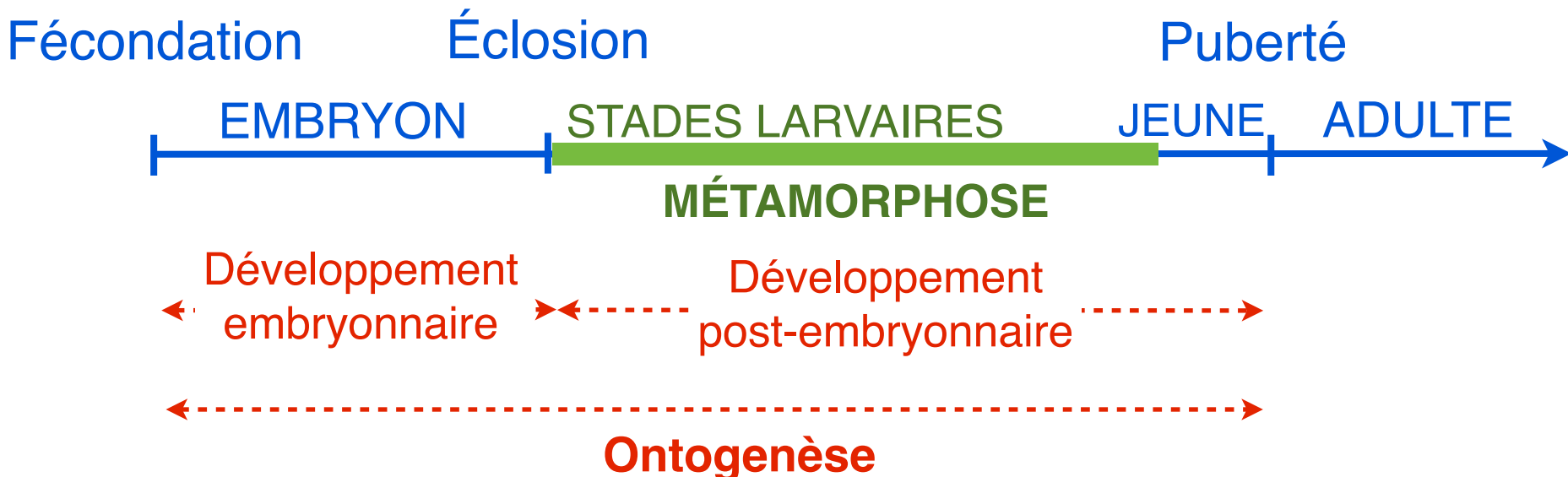
Développements direct et indirect



Vache : développement direct

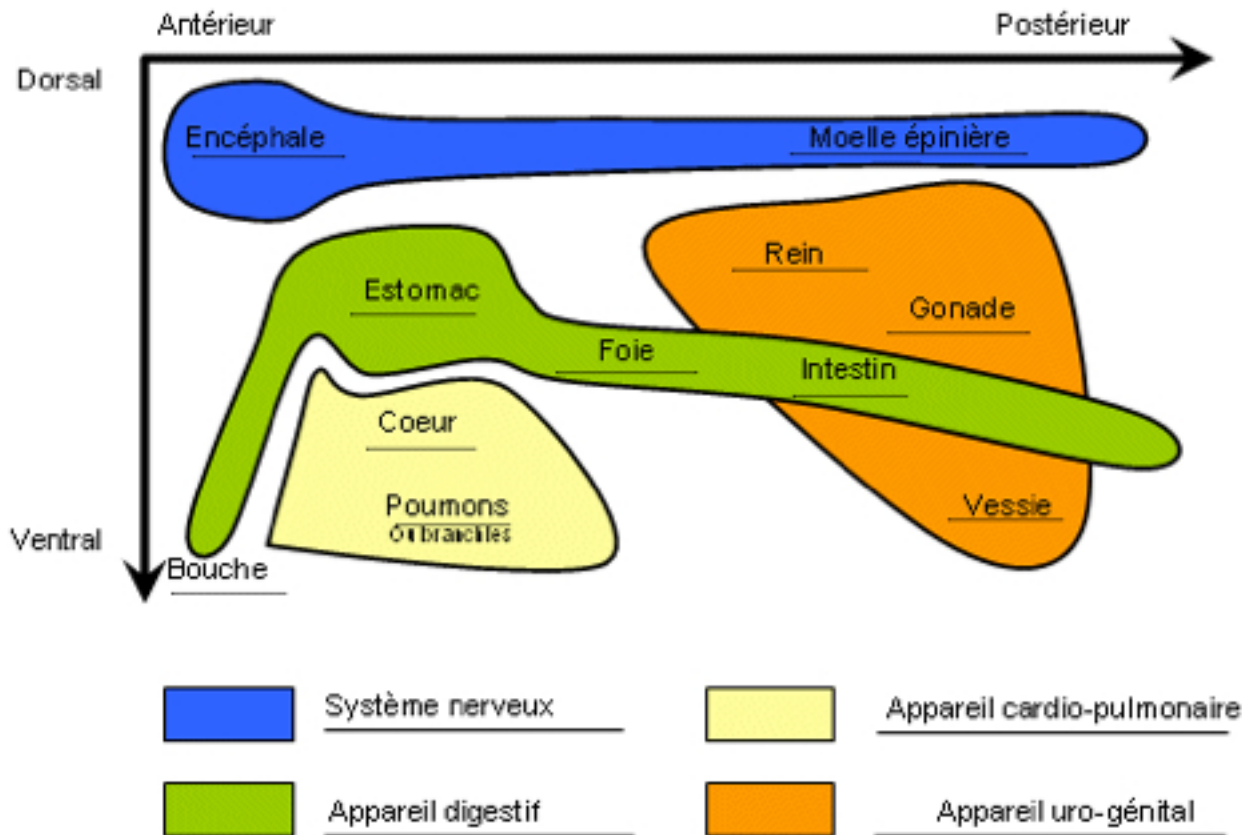


Grenouille : développement indirect



Plan d'organisation d'un Vertébré

Rappel du lycée

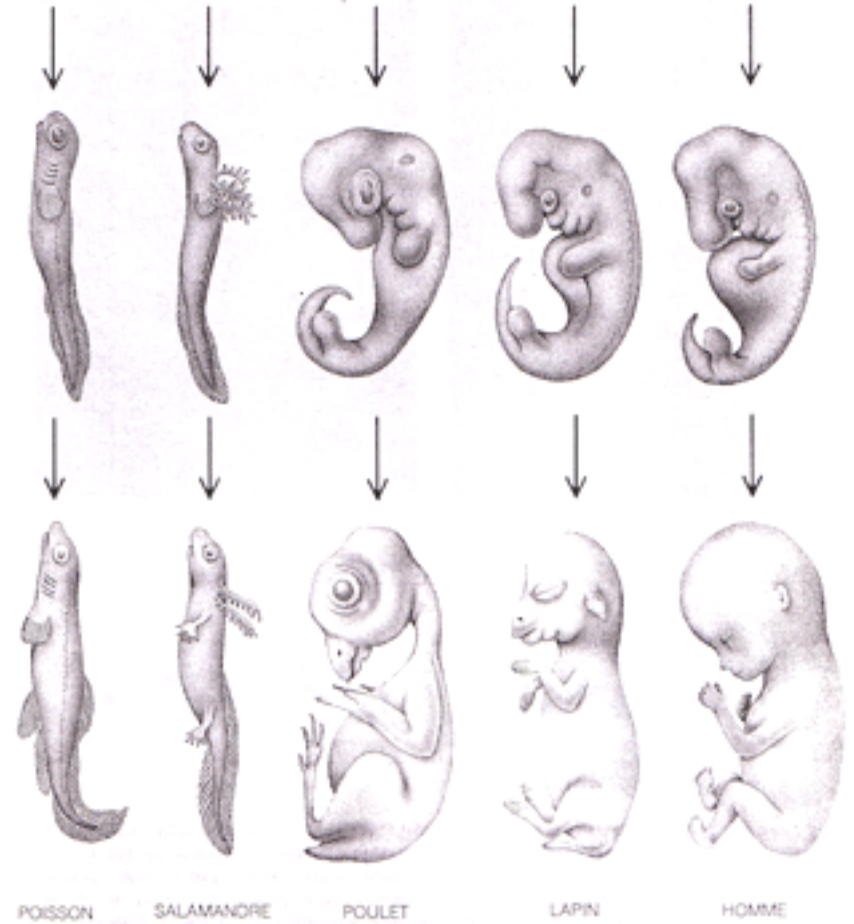
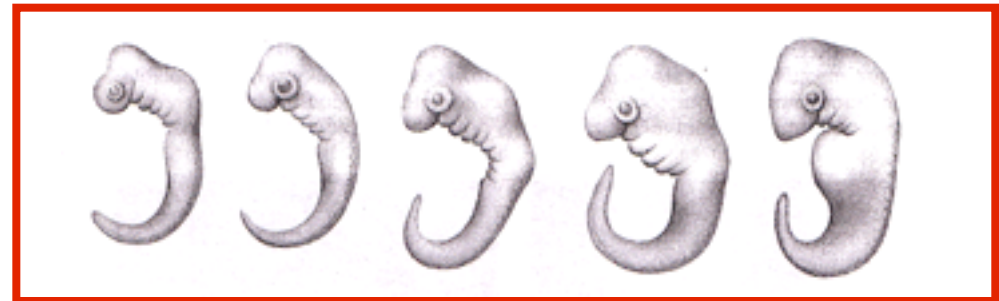
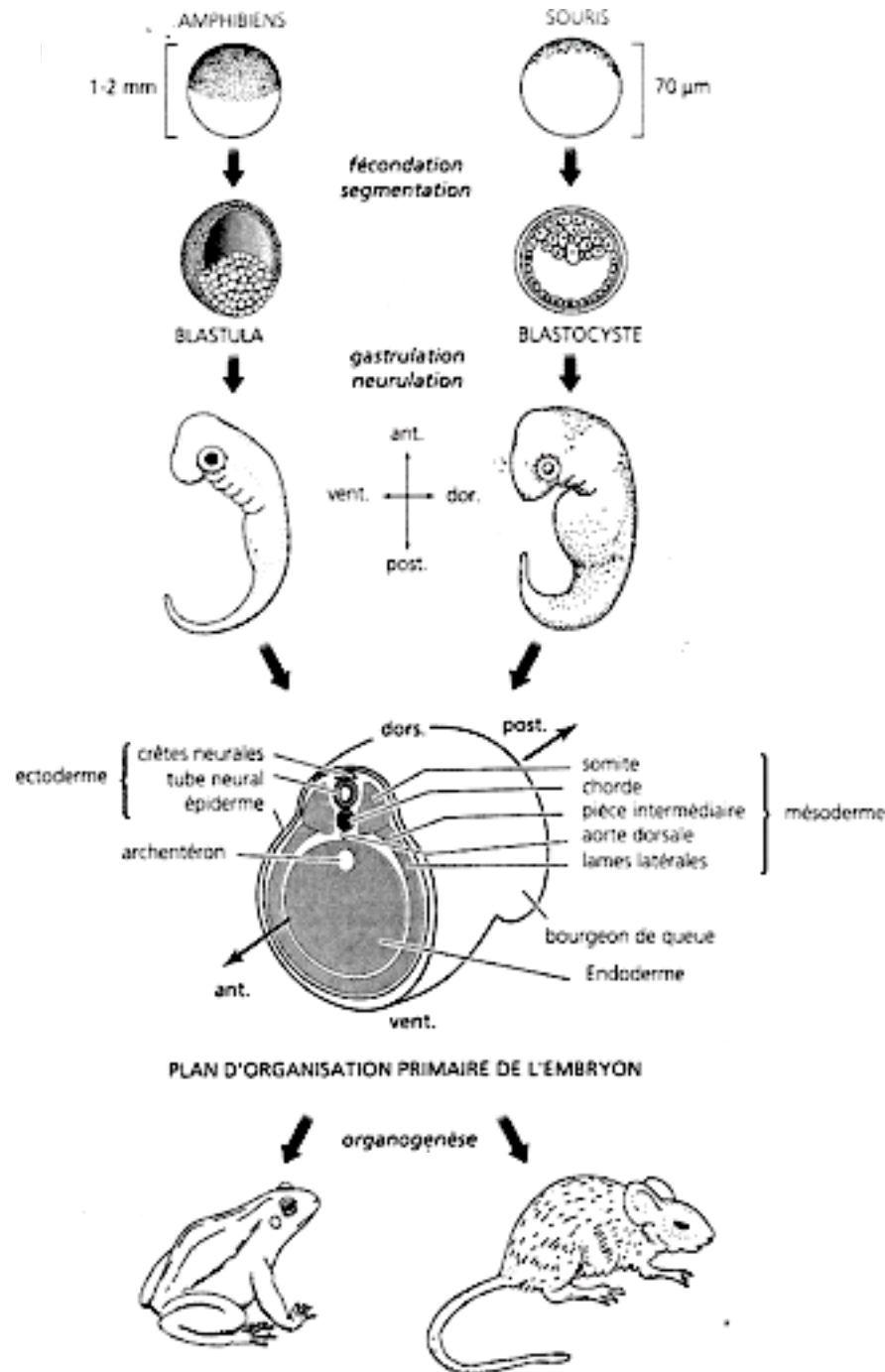


Plan d'organisation interne des vertébrés

3 axes et des organes disposés selon ces axes

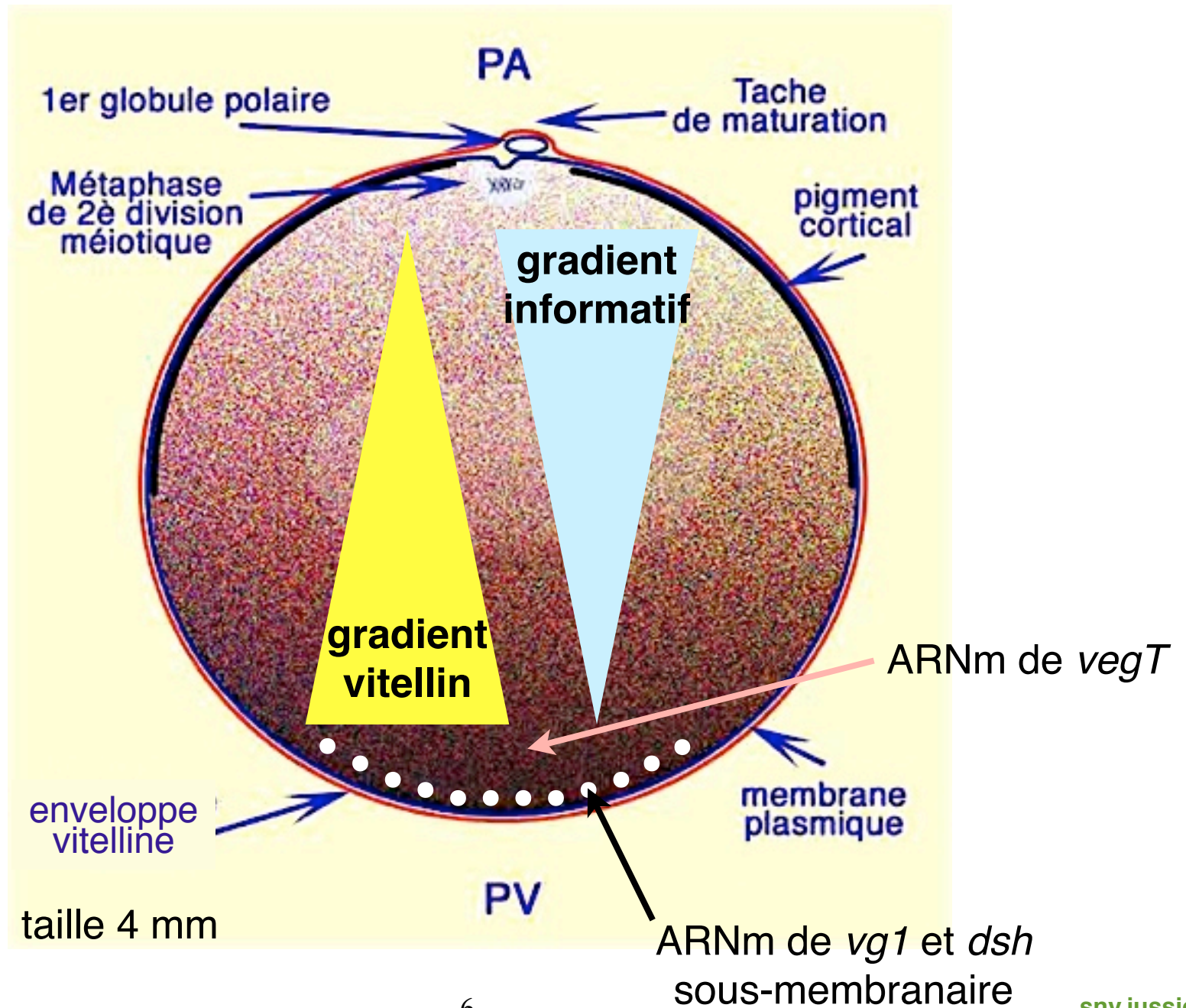
Le plan d'organisation primaire des Vertébrés

Une unité chez les Vertébrés :
le stade bourgeon caudal



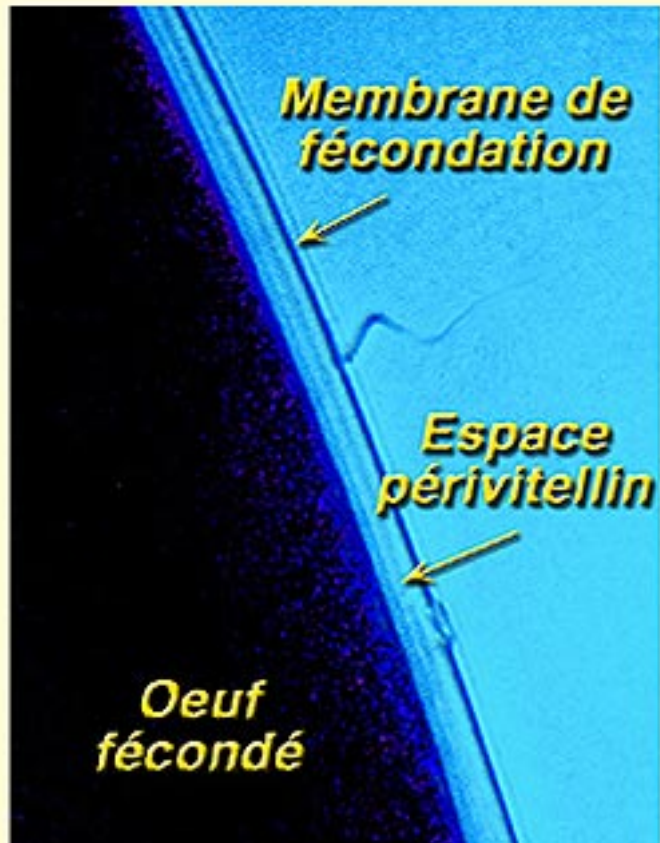
1. La segmentation : vers un individu pluricellulaire polarisé

L'ovocyte II de Xénope



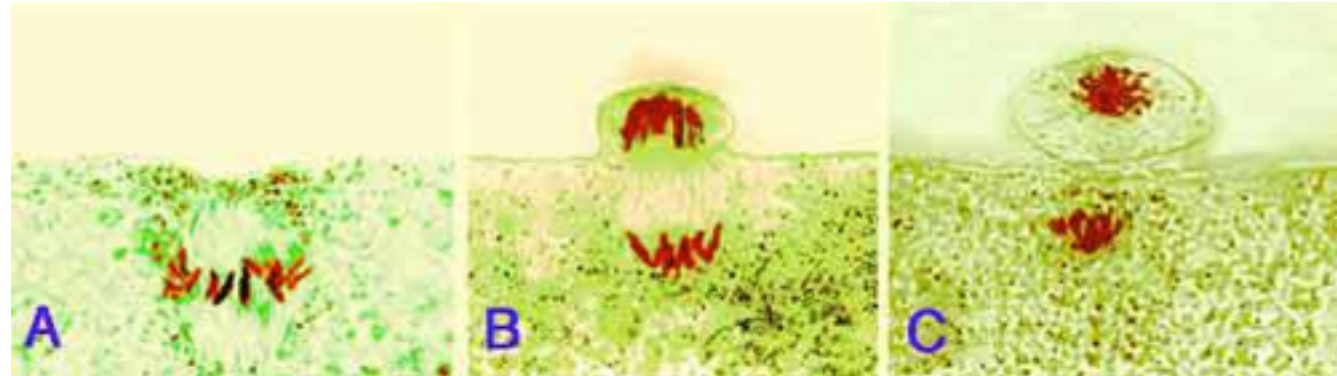
La fécondation

Arrivée du spermatozoïde : conséquences

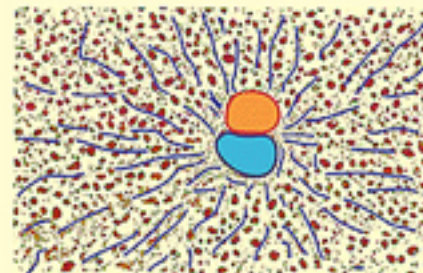
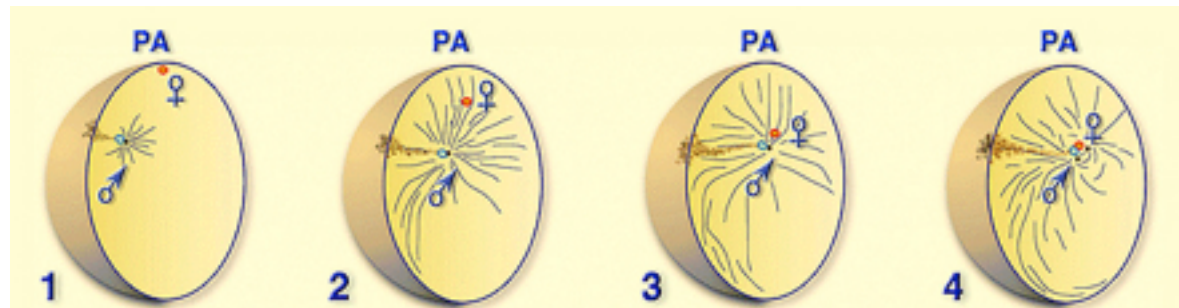


Décollement de l'enveloppe vitelline

enveloppe vitelline devient membrane de fécondation



Fin de méiose pour l'ovocyte II



Caryogamie

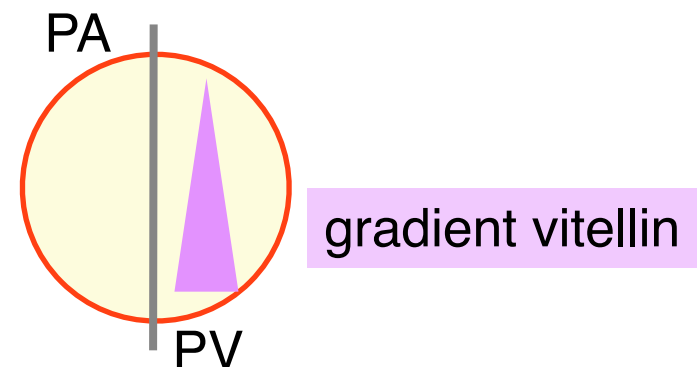
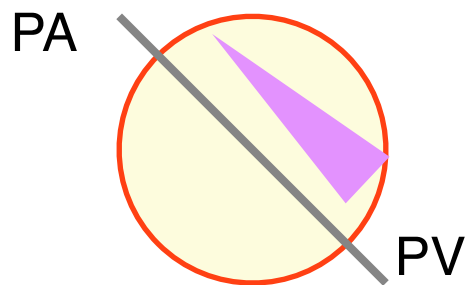
La rotation d'équilibration

Le décollement de l'enveloppe vitelline induit une rééquilibration selon la pesanteur

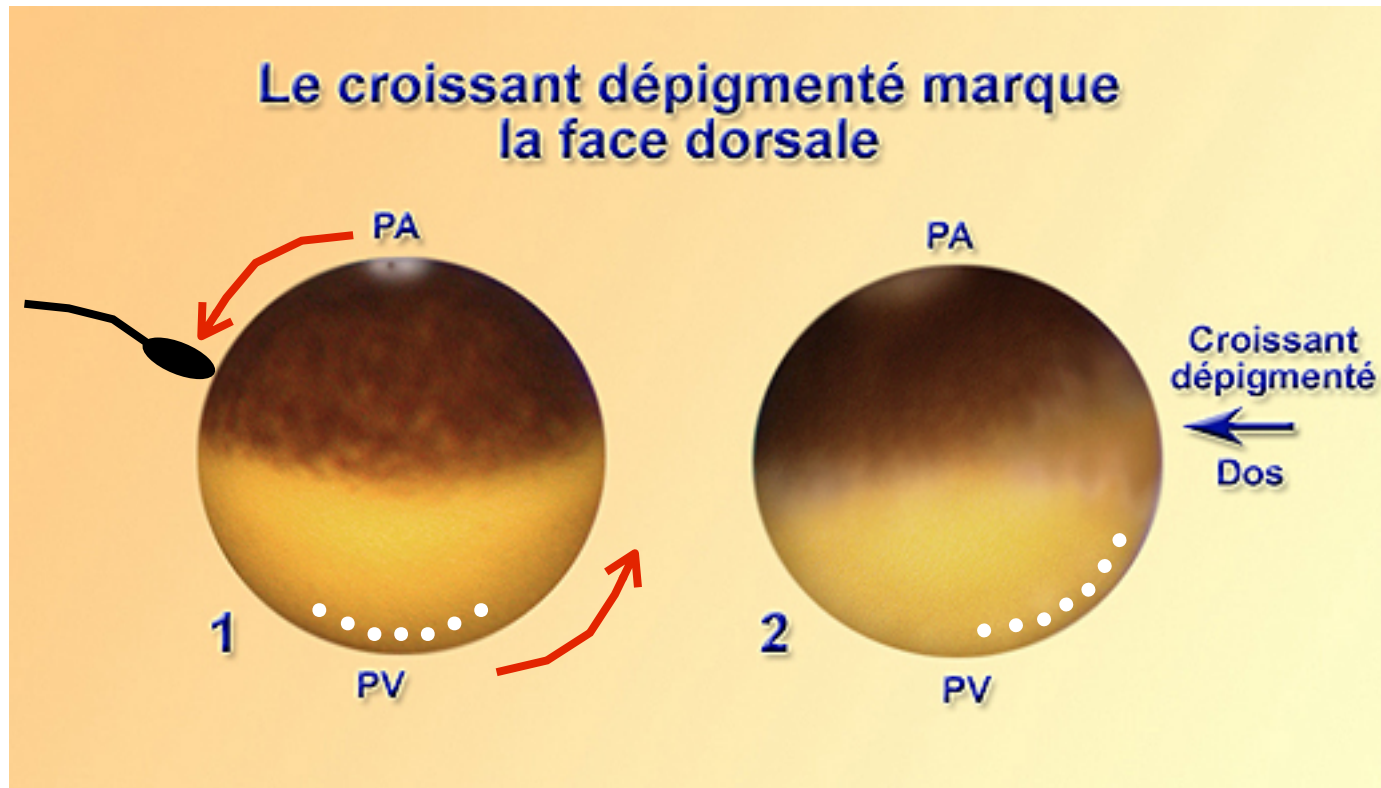


Orientation aléatoire avant fécondation

Cellules-œufs après rotation d'équilibration



La rotation corticale

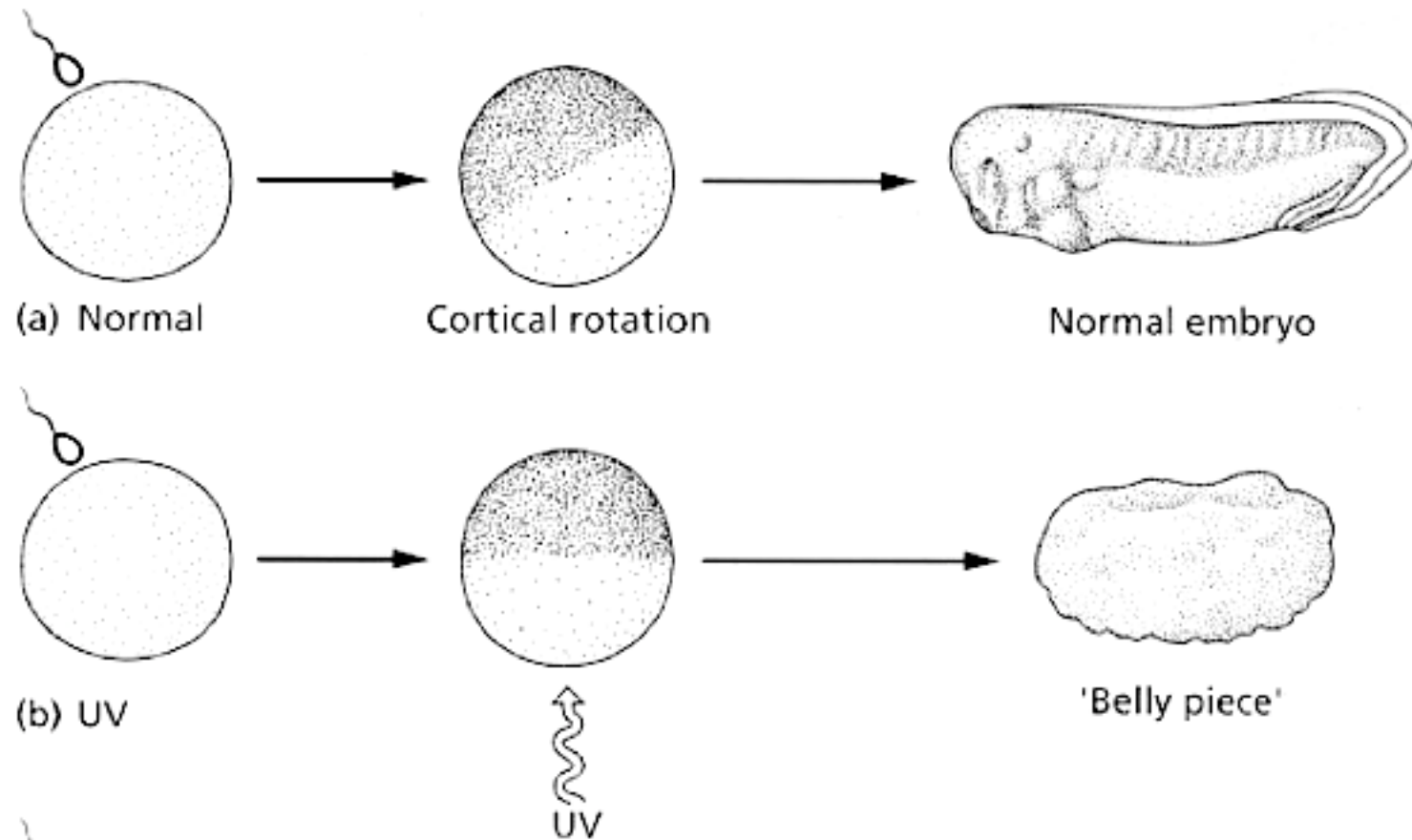


basculement de 30° du cytosol sous-membranaire

=> zone pigmentée déplacée de 30° laissant un croissant gris

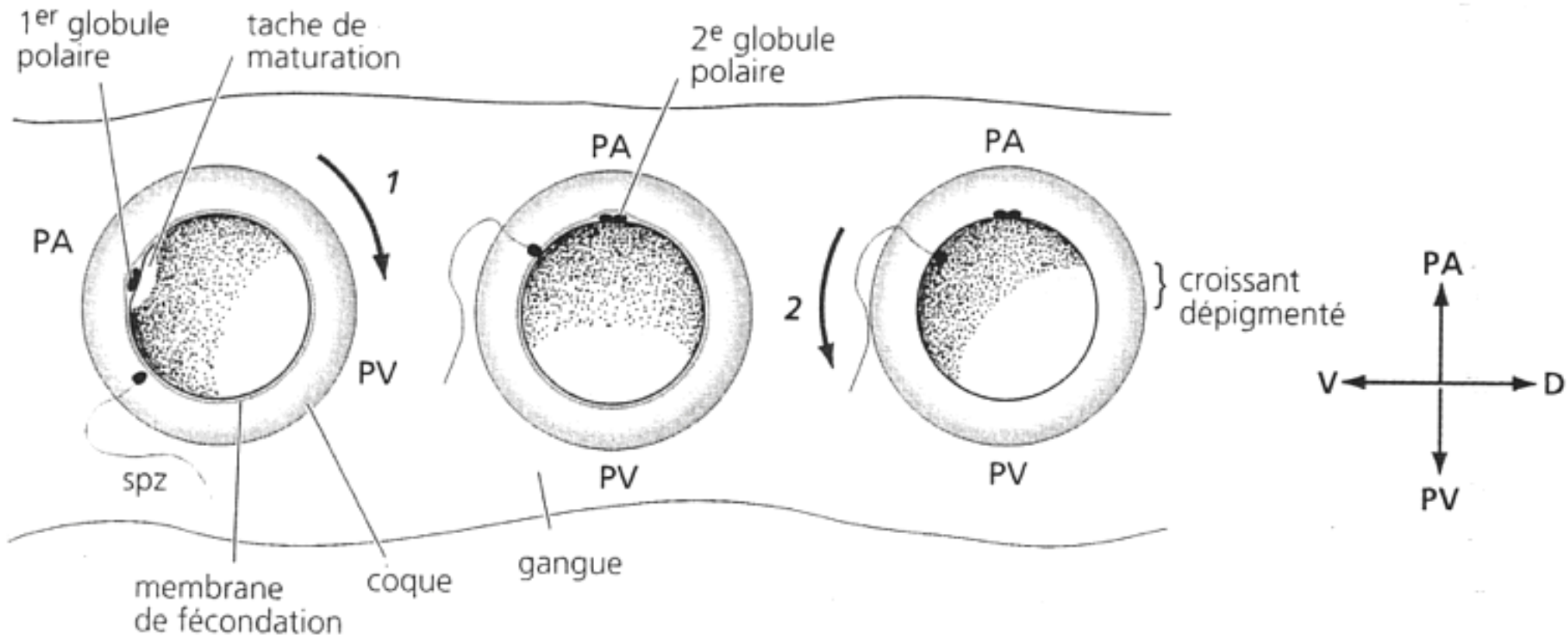
=> les ARNm de *vg1* et *dsh* se concentrent dans le futur dos

Approche expérimentale



Les rayons UV empêchent la rotation corticale

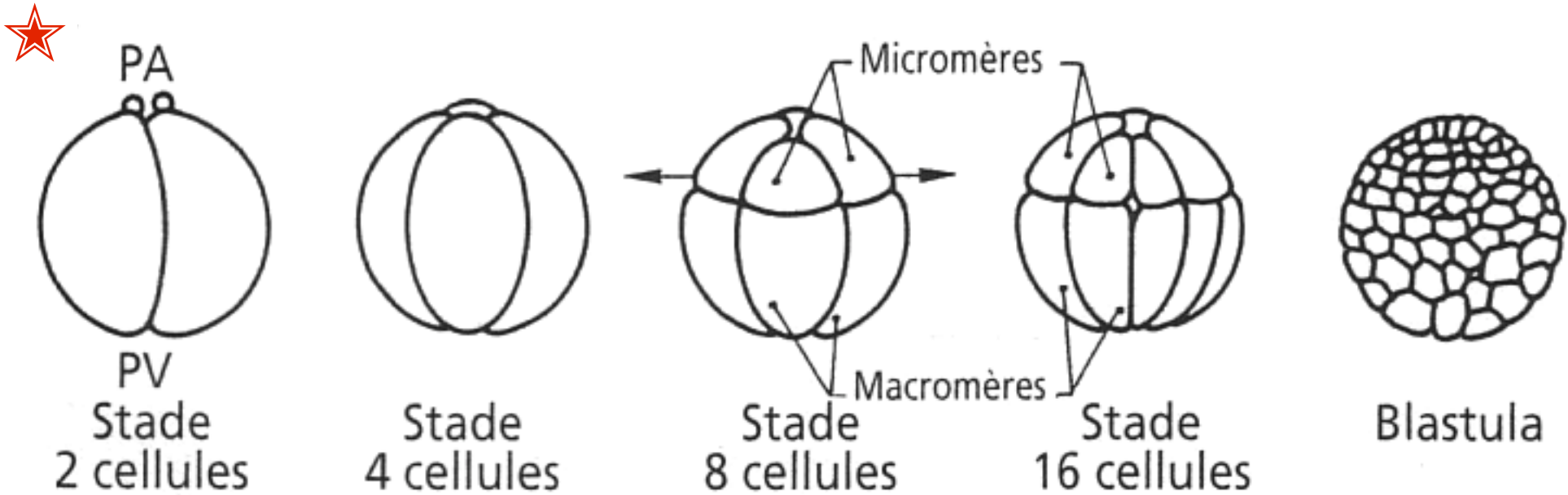
Bilan : les deux rotations



rotation
d'équilibration

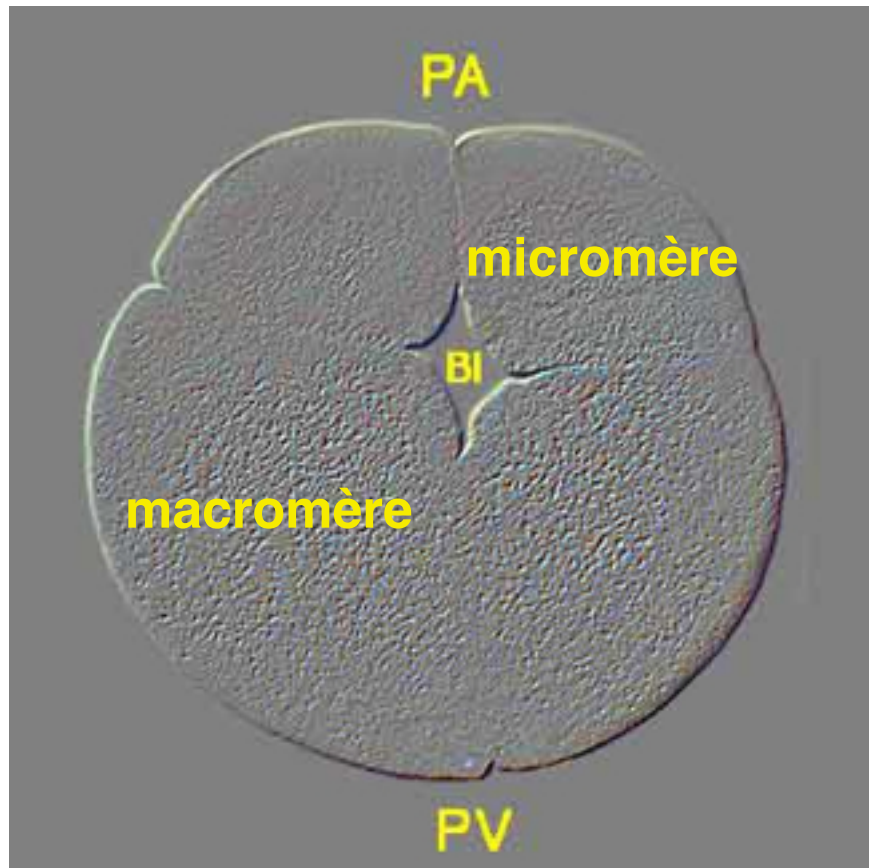
rotation
corticale

La segmentation

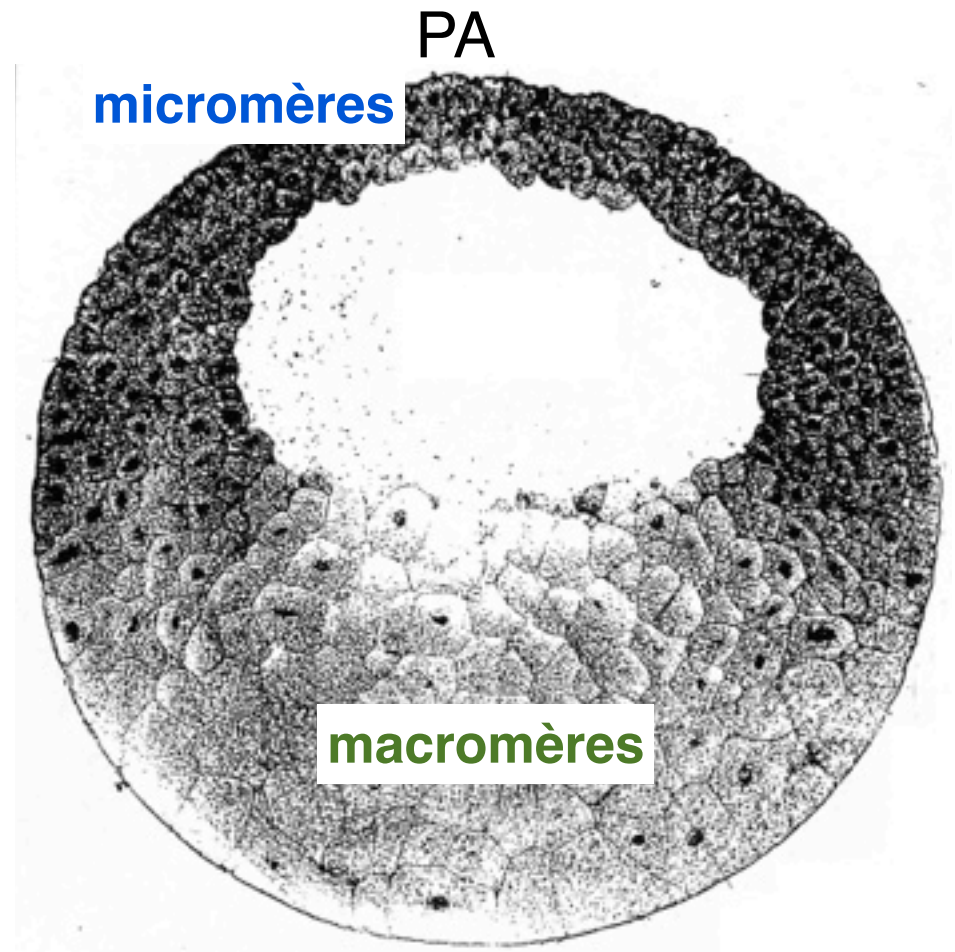


Les stades morulas : 2 à 128 cellules

Le blastocèle = blastocœle



Apparition d'un décollement
dès le stade 8 cellules



PV
Blastocœle en fin de
segmentation

La segmentation



6 cycles réduits S-M

5 cycles réduits S-M

à partir du 12^{ème} cycle: G1-S-G2-M

MORULA

apparition du blastocœle

BLASTULA

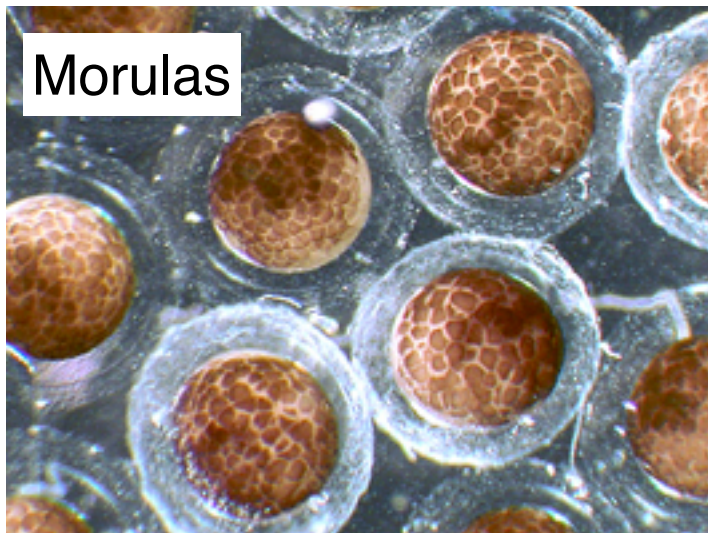
transition blastuléenne

Cellule-œuf

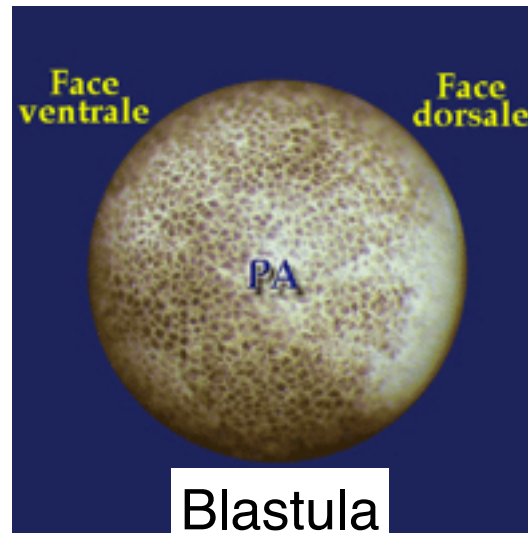
les gènes de l'embryon commencent à s'exprimer

stade 128 cellules

stade 2 048 cellules

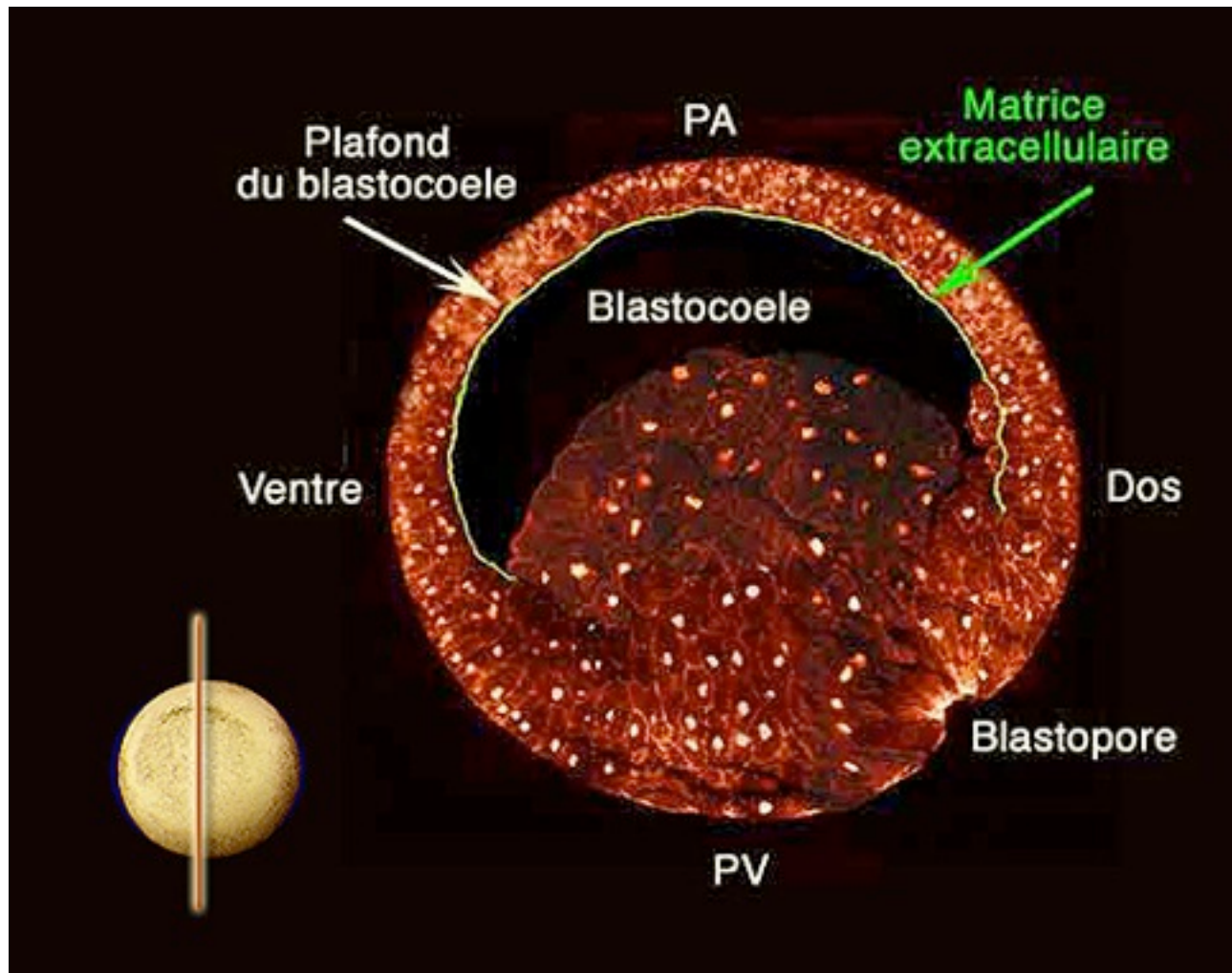


Morulas

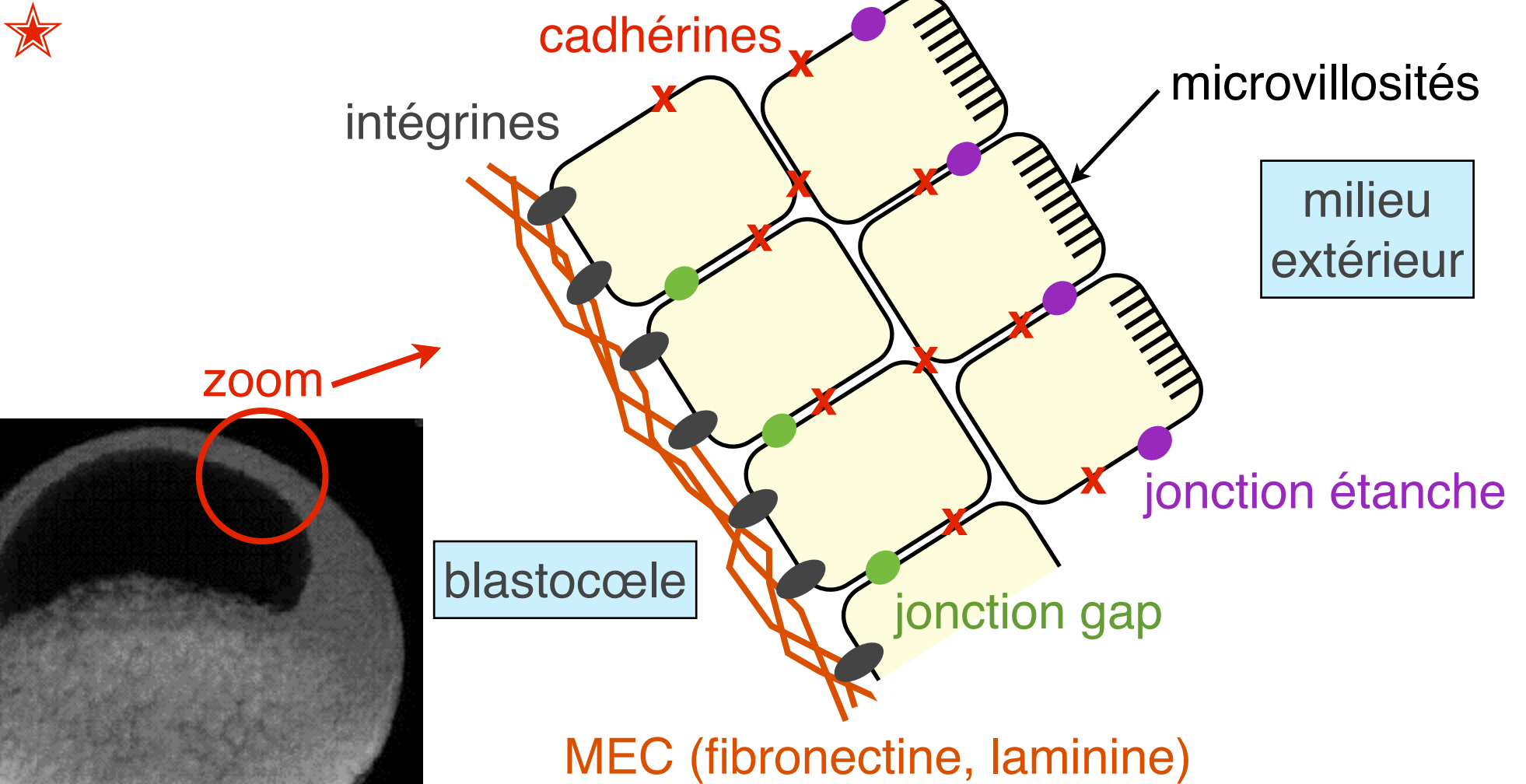


Blastula

Blastula et matrice extra-cellulaire



Une matrice extracellulaire



Détail des micromères

2 ou 3 couches de cellules selon l'espèce

Les 3 feuillets fondateurs

Feuillet embryonnaire = assise de cellules à l'origine d'un groupe de tissus de l'animal

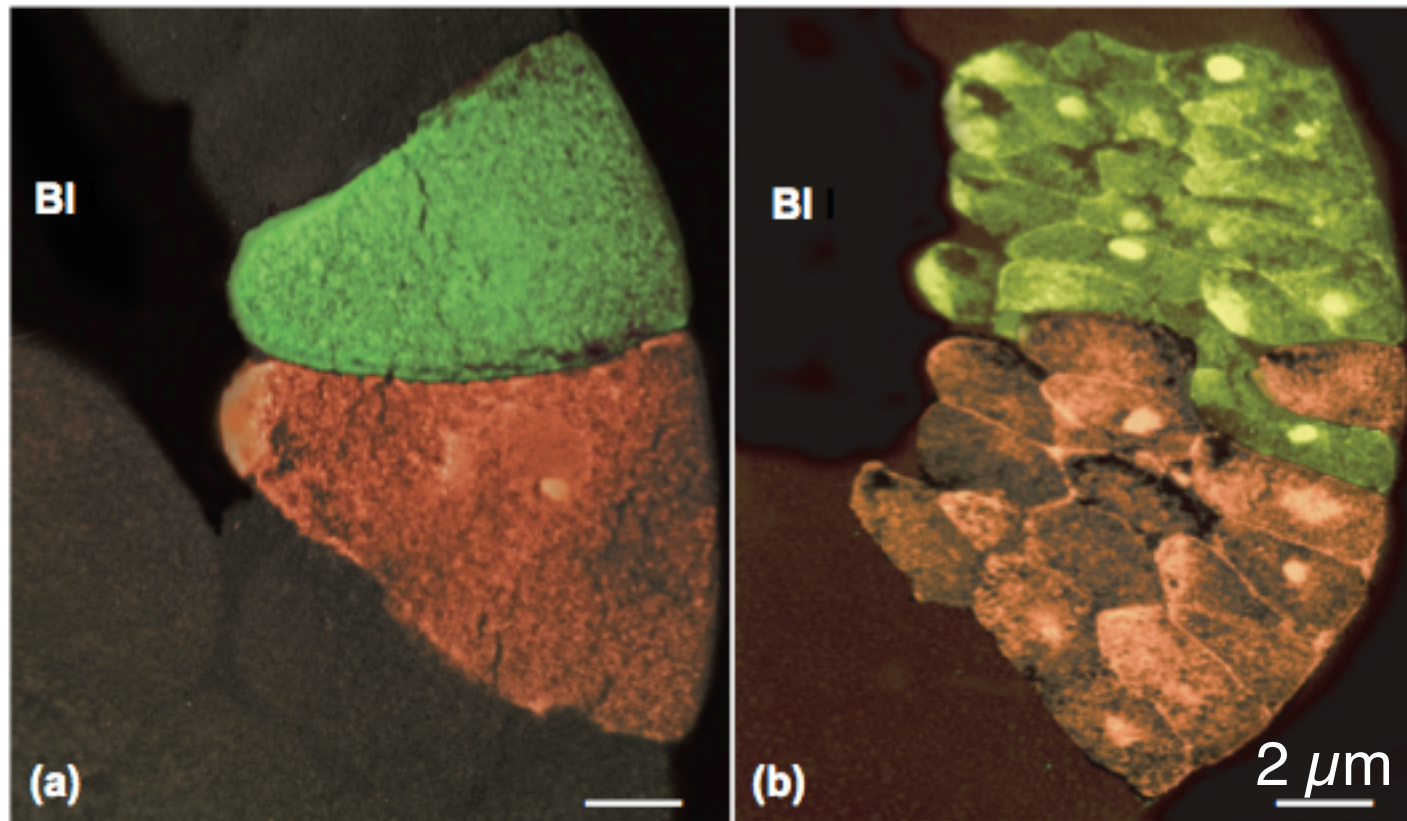
Ectoderme = épiderme et système nerveux

Mésoderme = muscles, reins, cœur, sang...

Endoderme = appareil digestif, poumons, vessie

Carte des territoires présomptifs

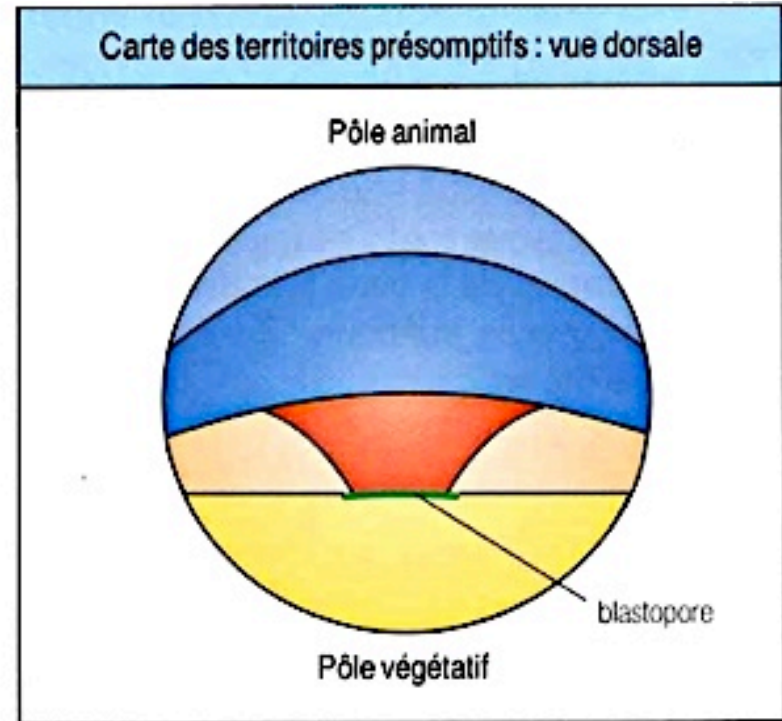
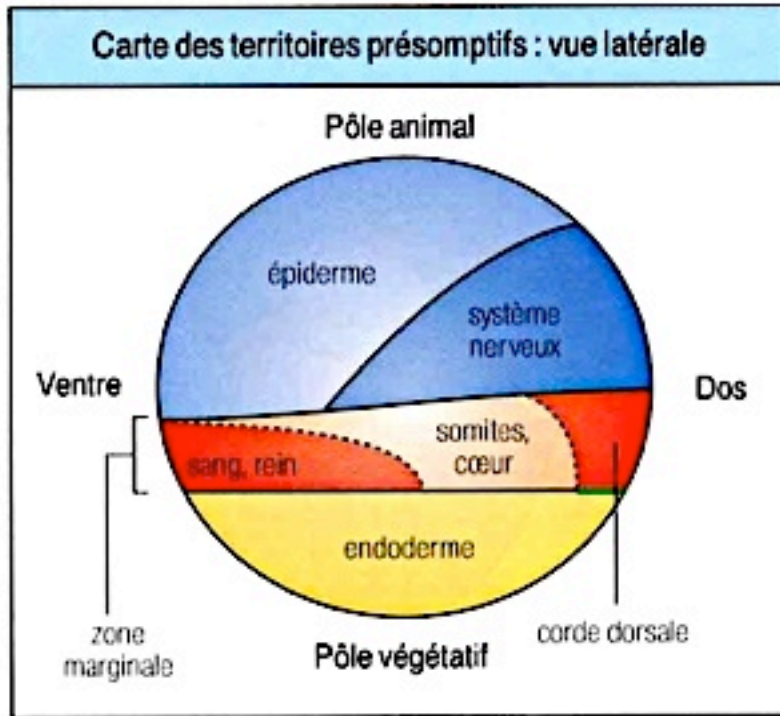
Technique de lignage cellulaire



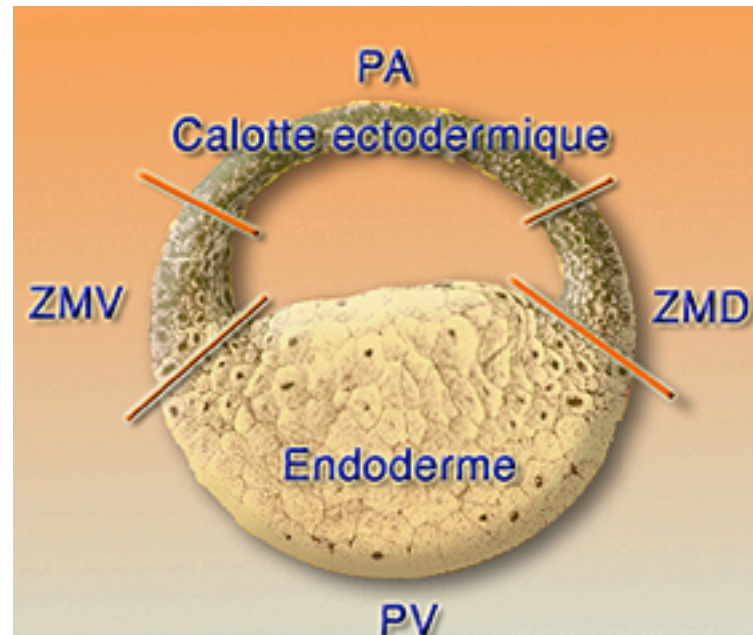
injection de 2
marqueurs
fluorescents au
stade 64 cellules

résultat en fin de
segmentation

Résultat : la carte des territoires présomptifs



La blastula a donc 3 régions



ZM = zone marginale futur mésoderme

L'endoderme, déterminé par l'ovocyte

ARNm maternel de **VegT** détecté par hybridation in situ
Il est localisé au pôle végétatif.



Injection de l'ARNm maternel de VegT dans n'importe quelle cellule => cellule transformée en endoderme

Endoderme déterminé par l'ARNm VegT d'origine maternelle

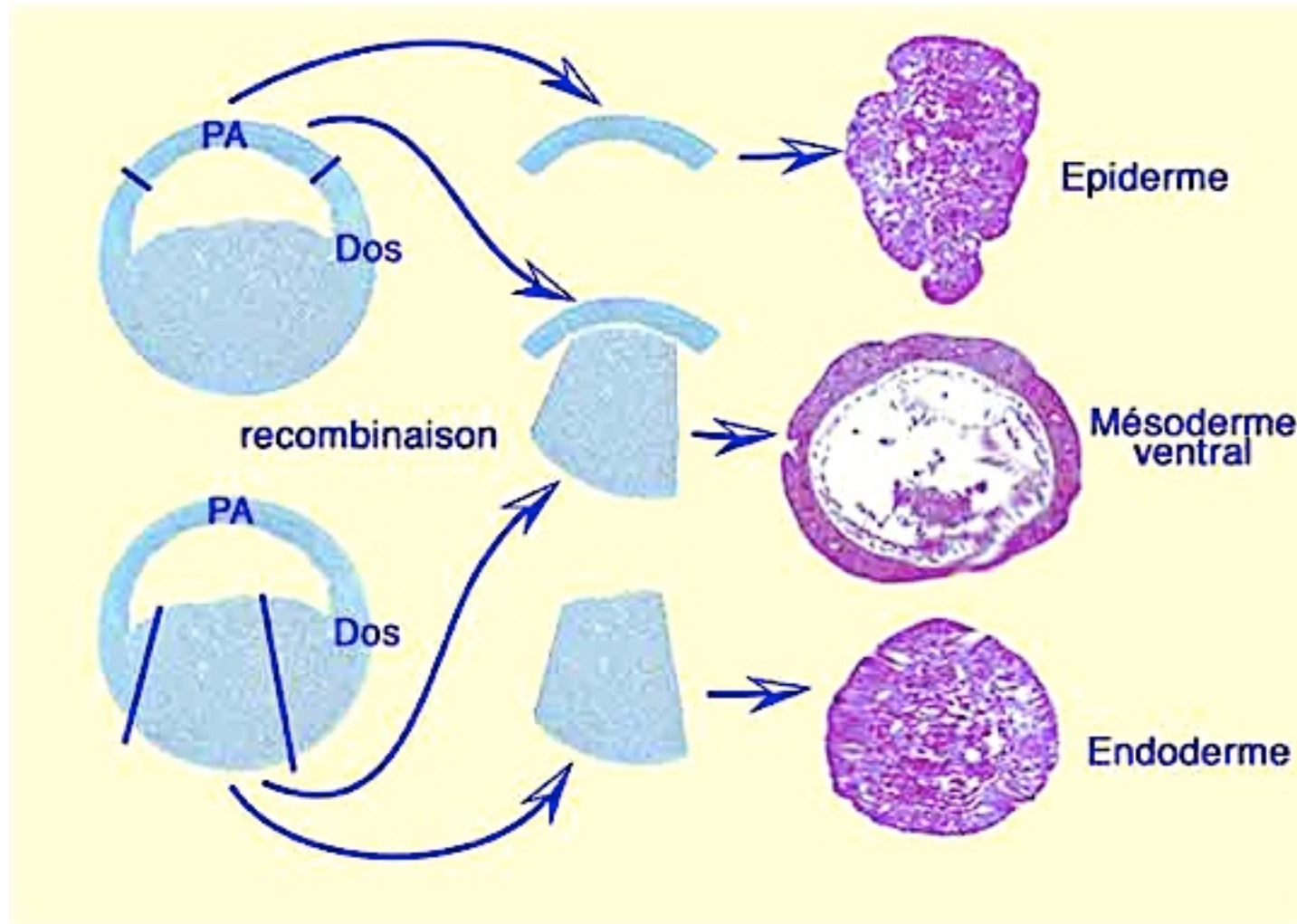
Acquisition de l'identité mésodermique

Les différents blastomères d'un embryon au stade 32 ou 64 cellules sont isolés et cultivés *in vitro* dans une solution saline. Après plusieurs jours de culture, les tissus obtenus sont analysés par histologie. Les résultats sont présentés dans le tableau 1.

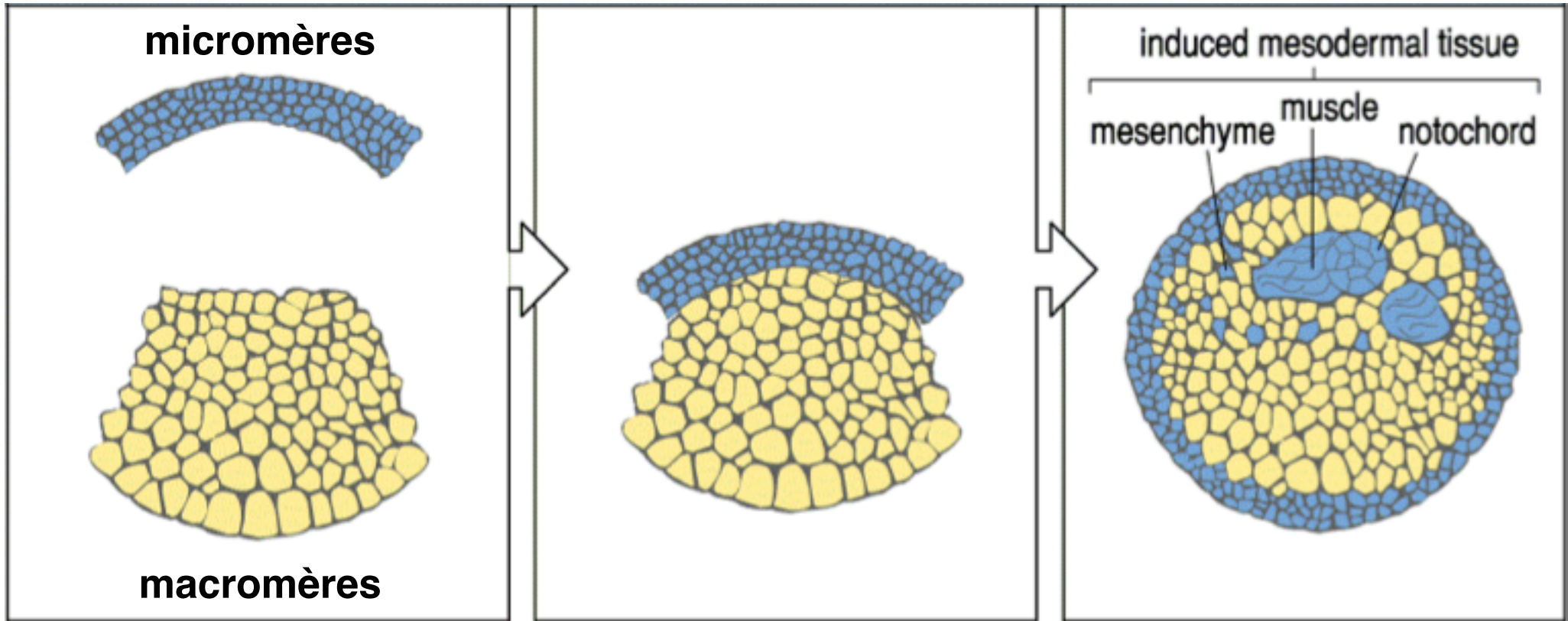
Tableau 1	stade 32 cellules	stade 64 cellules
blastomères de la zone marginale	Epiderme	Muscle Chorde Mésenchyme
blastomères animaux	Epiderme	Epiderme
blastomères végétatifs	Cellules endodermiques	Cellules endodermiques

Commentez et interprétez cette expérience.

Expérience de Nieuwkoop

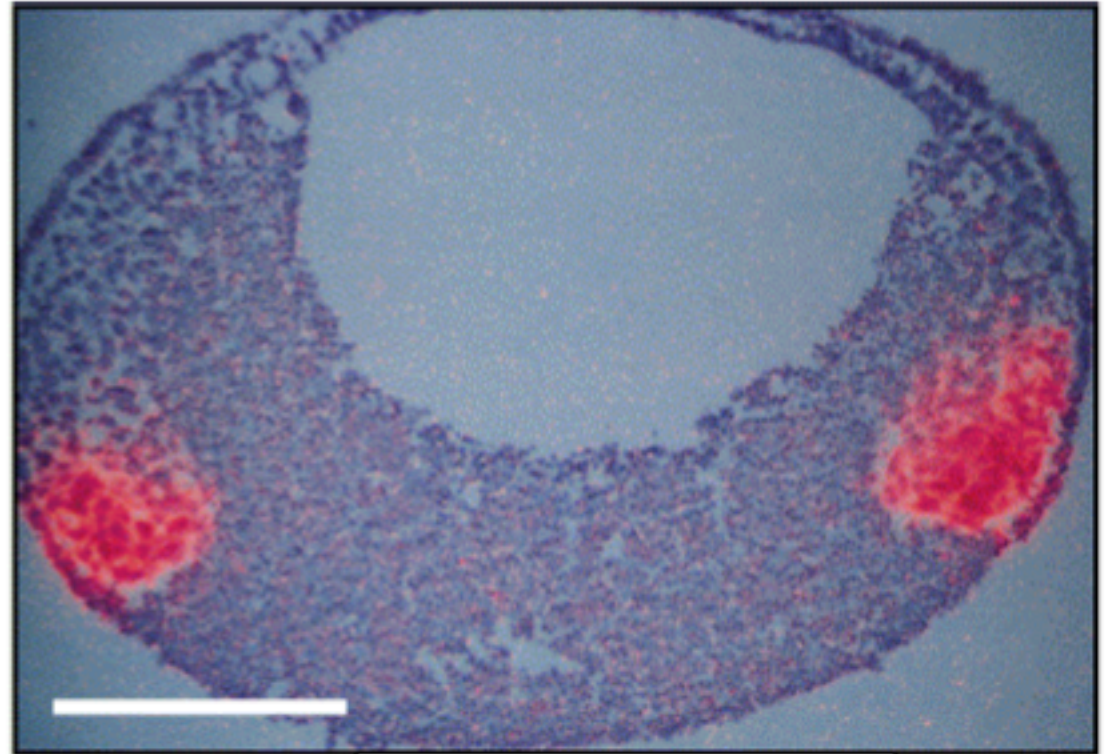
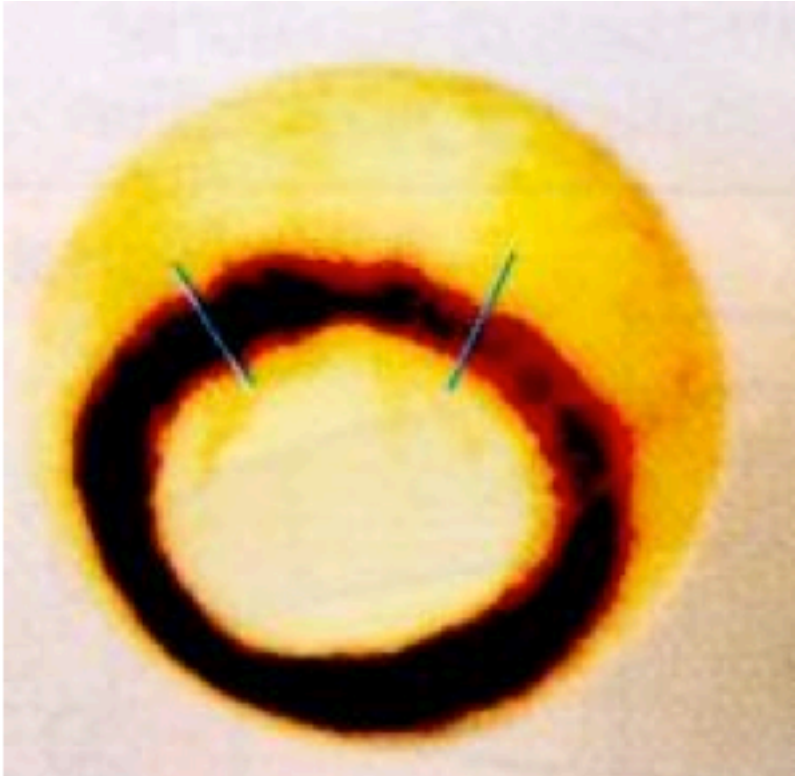


Origine des cellules mésodermiques



Mésoderme et brachyury

Hybridation in situ : le facteur de transcription brachyury



Le facteur de transcription brachyury est présent dans toute cellule mésodermique. L'endoderme a induit son apparition dans les futures cellules mésodermiques.

Conclusions



Mésoderme issu du contact entre endoderme et ectoderme.

Mésoderme = cellules ectodermiques ayant reçu un message inducteur de l'endoderme.

Cette induction a lieu à un stade précis, pendant un laps de temps déterminé. Il faut que les cellules soient sensibles au message inducteur : on dit qu'elles sont compétentes.

L'endoderme constitue les cellules inductrices et l'ectoderme les cellules compétentes.

Polarisation dorso-ventrale du mésoderme

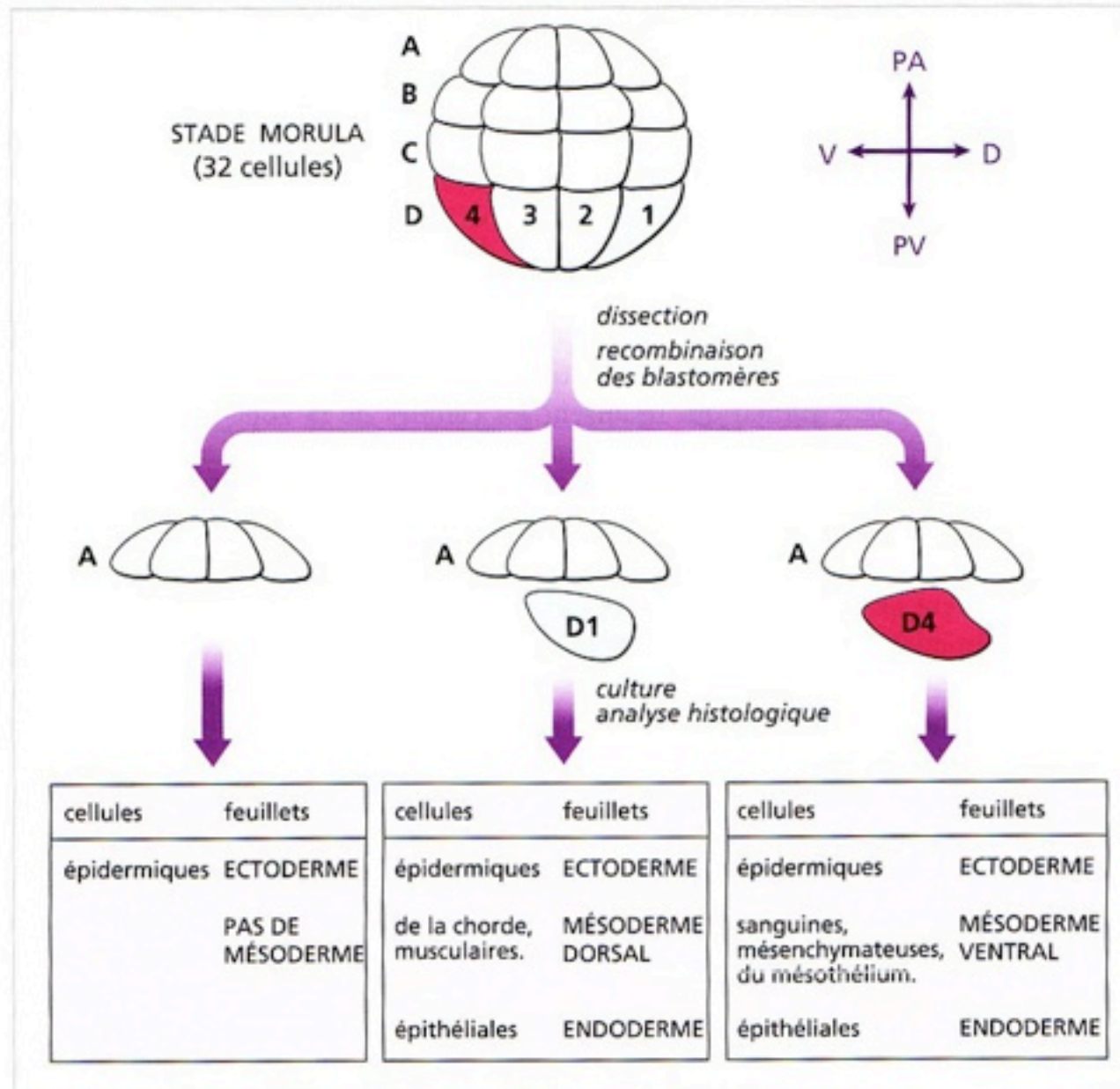


Fig. 3.13. Représentation schématique des expériences de recombinaison de blastomères réalisées par Dale et Slack (1987). Chez le xénope, les blastomères du pôle animal sont associés avec un blastomère végétatif. Chaque recombinaison est cultivée puis l'analyse des tissus obtenus est réalisée sur coupe histologique.

Expérience de Gimlich et Gerhart

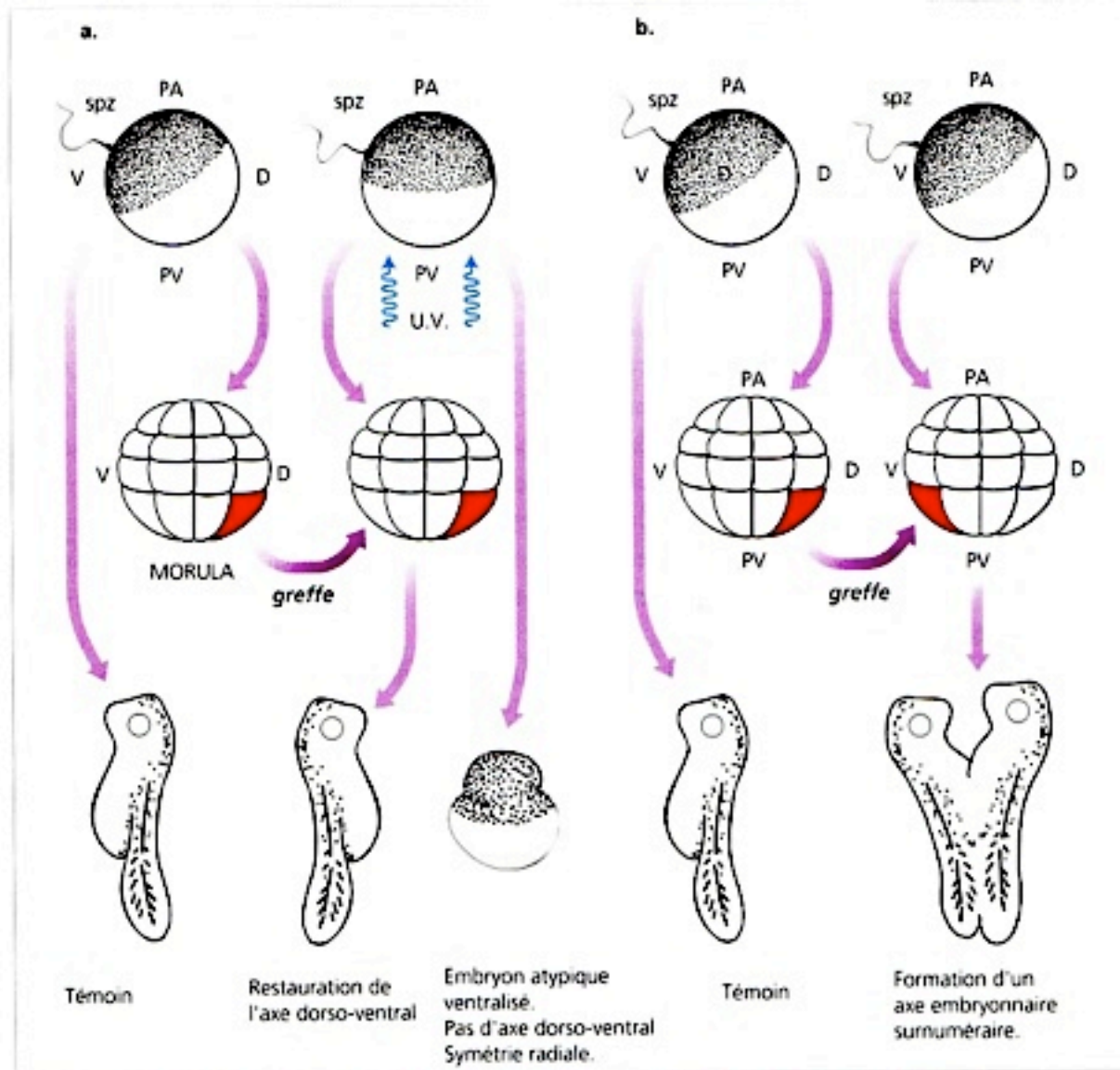
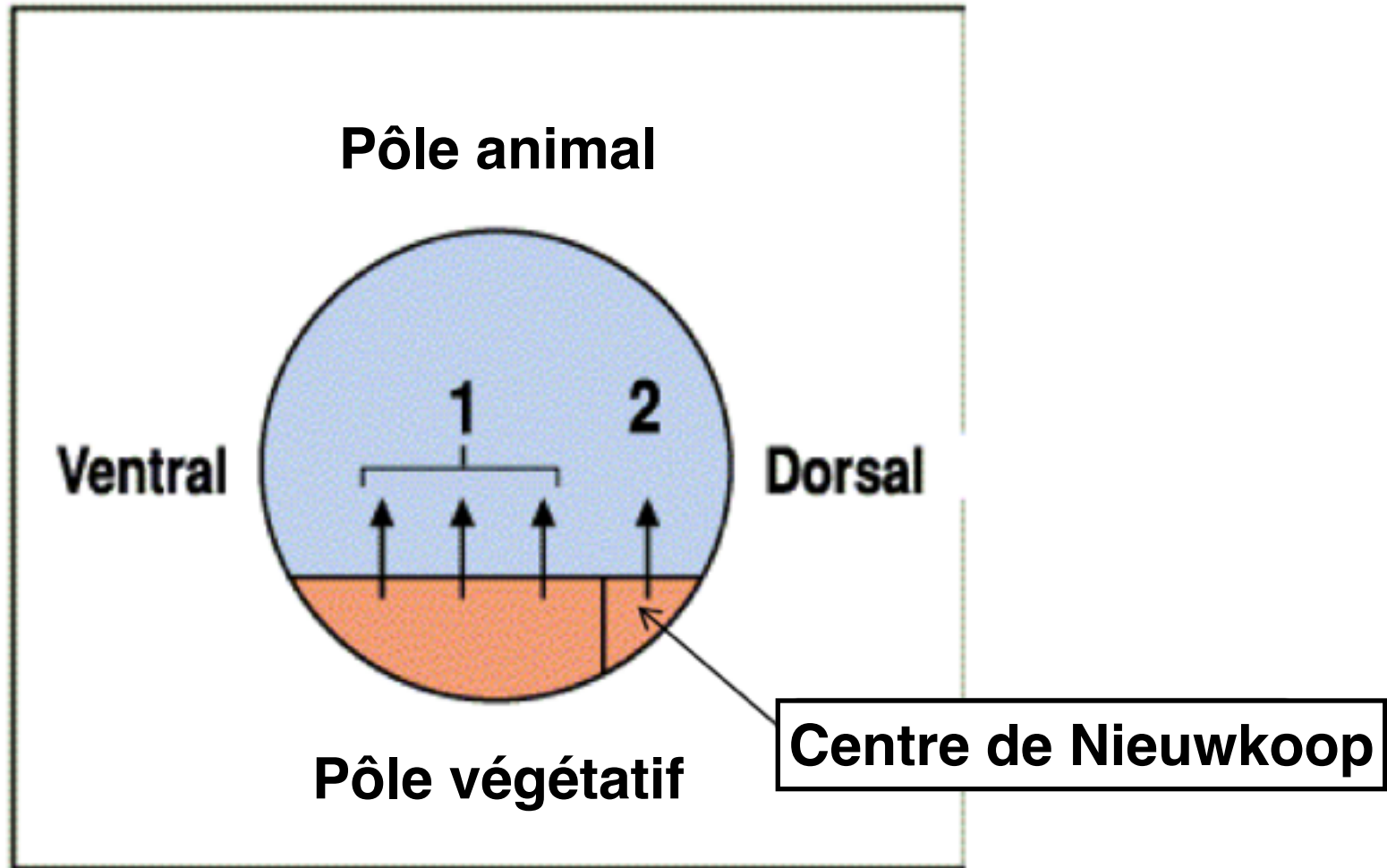


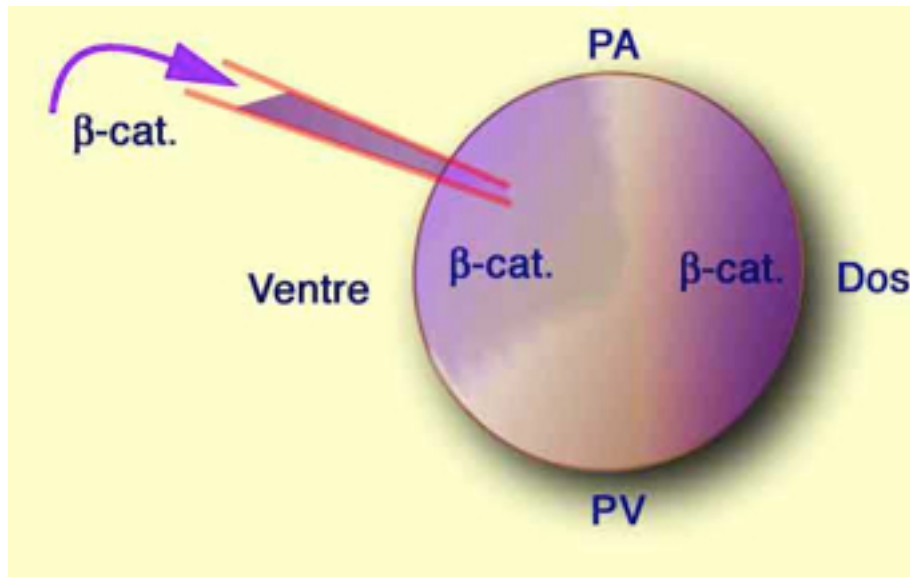
Fig. 3.14. Représentation schématique des expériences de Gimlich et Gerhart (1984, 1986). a. Chez le xénope, le blastomère dorso-végétatif prélevé au stade morula (64 cellules) restaure la polarité dorso-ventrale d'un embryon irradié par les UV. b. Chez le xénope, le blastomère dorso-végétatif transplanté en position ventrale sur une morula receveuse (64 cellules) conduit à la formation d'un axe embryonnaire secondaire. Si le blastomère greffé est marqué par un traceur fluorescent, l'analyse histologique montre que les structures mésodermiques induites sont exclusivement issues des cellules de l'hôte.

Bilan



L'endoderme induit le mésoderme grâce à des signaux inducteurs qui donnent également une information de position.

Rôle de la β -caténine

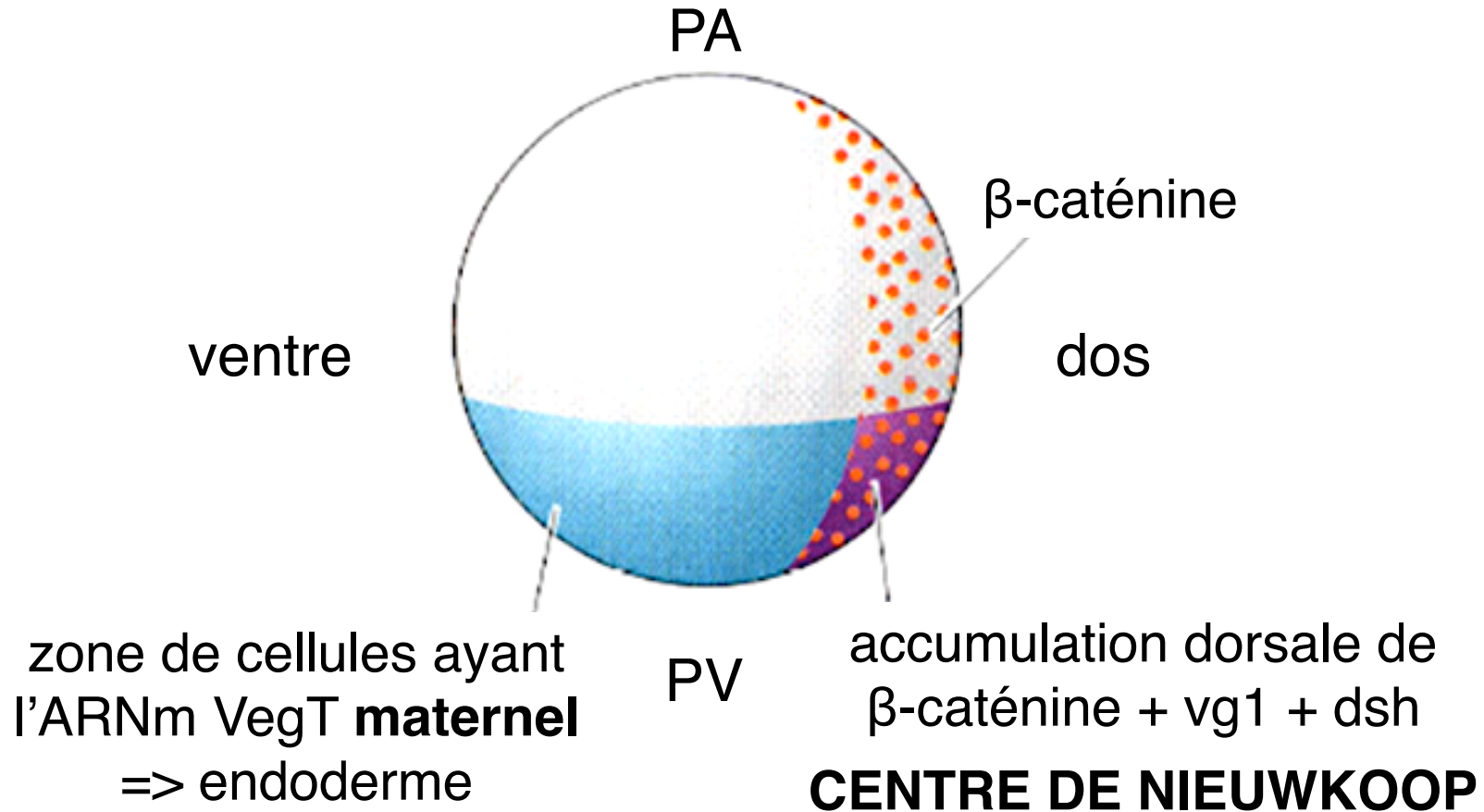


micro-injection de β -caténine
en position ventrale



embryon à 2 dos

Le centre de Nieuwkoop



- Le centre de Nieuwkoop se caractérise par :**
- la sécrétion de facteur mésodermisant (VegT de l'embryon)
 - ET l'accumulation de β -caténine

Nature du signal inducteur ?

Facteur maternel *vg1*

Injection d'ARNm de *vg1* à un micromère du PA

forte [ARNm] => mésoderme dorsal

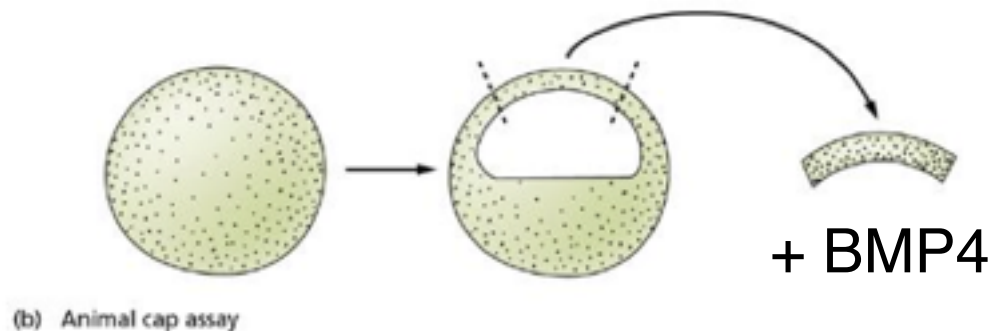
faible [ARNm] => mésoderme ventral

Même résultat avec *dsh*.

Facteur BMP4, protéine diffusible

Injection de BMP4 à un micromère du PA

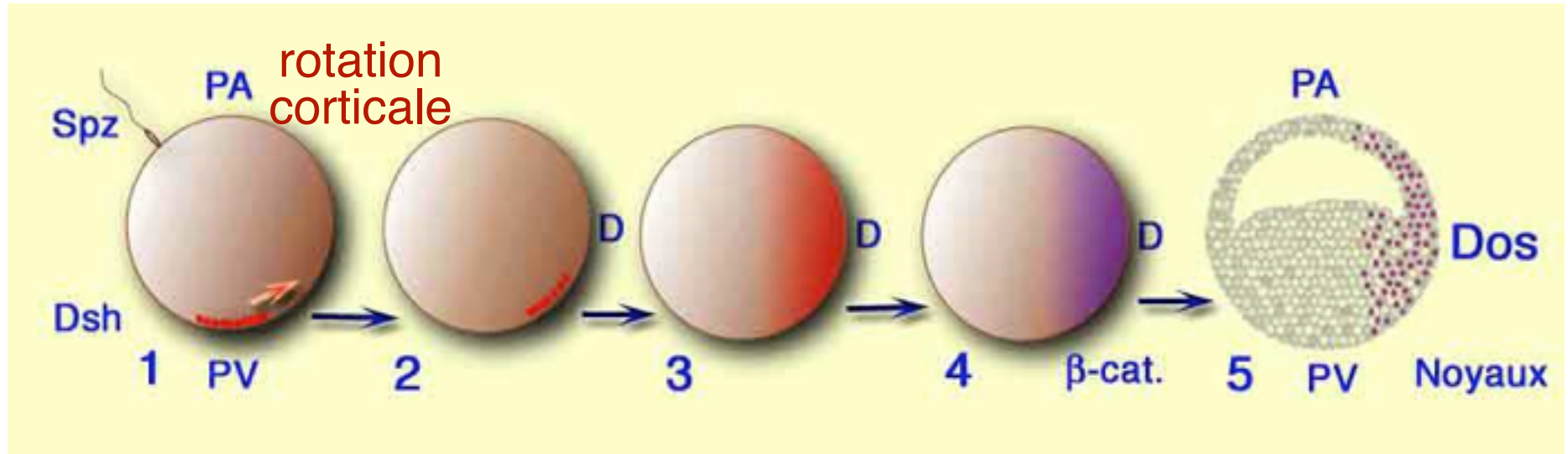
=> la cellule devient du mésoderme ventral



Il existe des facteurs inducteurs ventralisant ou dorsalisant.

Polarisation dorso-ventrale

Cascade des évènements qui conduisent à la polarisation dorsoventrale, depuis la fécondation (1) jusqu'à la période de clivage (5).

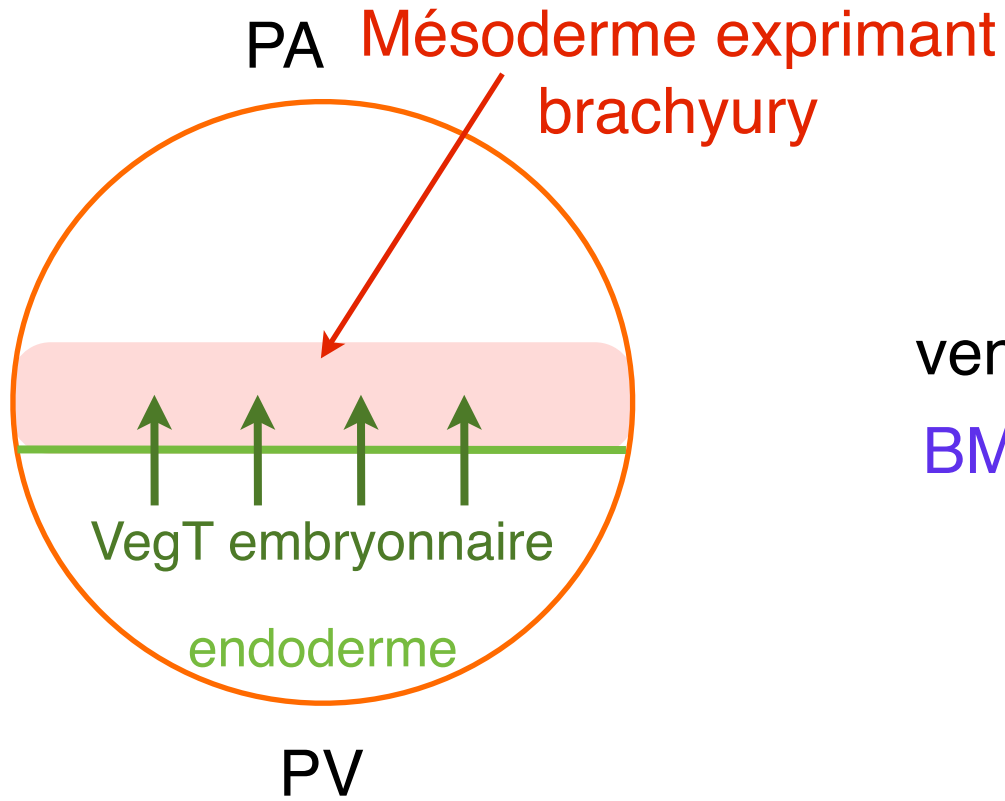


- 1,2- Dishevelled **dsh** se relocalise dans la région dorsovégétative (2).
- 3- L'expression de **dsh** s'étend dans toute la région dorsale.
- 4- Dsh permet la libération de la β -caténine cytoplasmique et la rend fonctionnelle.

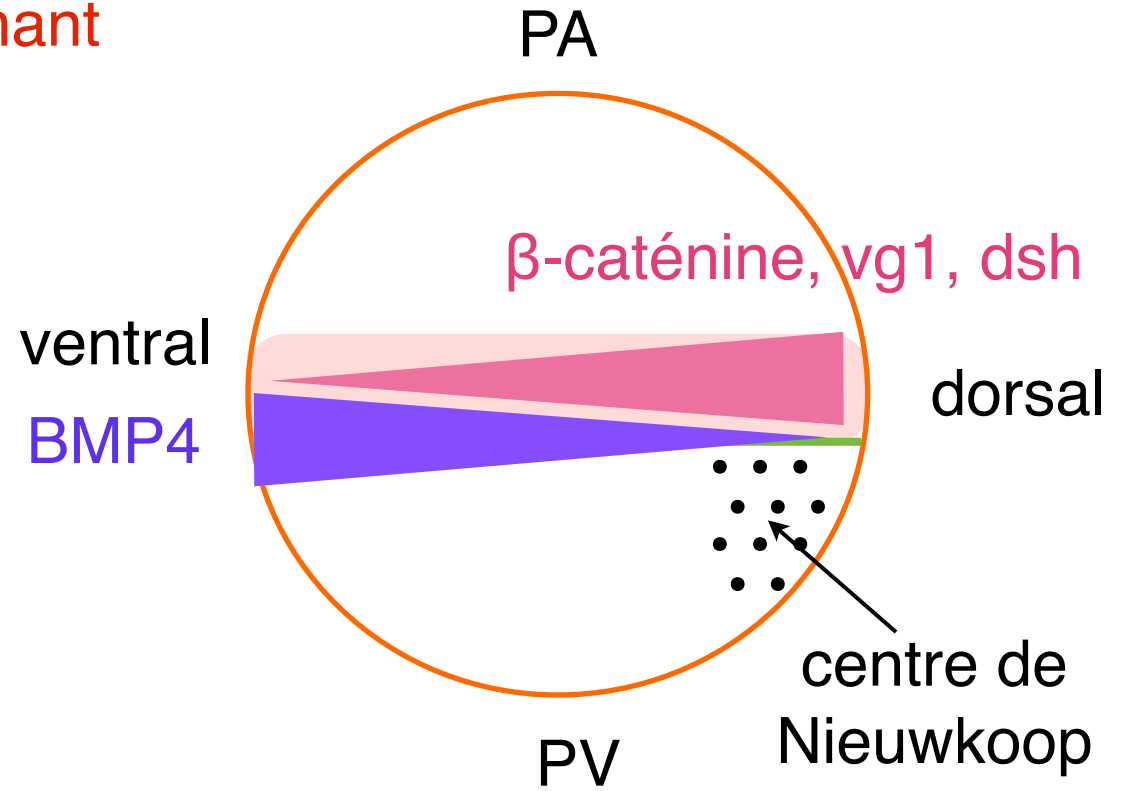
BILAN



Induction du mésoderme



Polarisation du mésoderme



Étapes de l'induction

Stade précoce (16-32 cellules) : induction de l'endoderme

L'ARNm maternel de VegT est concentré au PV. Il induit l'apparition de l'endoderme.

Induction du mésoderme (stade 64 cellules)

L'ARNm maternel VegT disparaît. Les cellules produisent le VegT du génome embryonnaire, qui diffuse vers la zone marginale. La protéine VegT est un facteur de transcription spécifique : elle provoque l'apparition de la protéine brachyury qui détermine le mésoderme.

Polarisation du mésoderme (quasi-simultanée)

Des signaux ventralisant (BMP4) et dorsalisant (caténine, dsh, vg1) précisent le devenir du mésoderme (corde, somites...).