



**République Algérienne Démocratique et  
Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et  
de la Recherche Scientifique**  
**Université 20 Août 1955 Skikda**



**Embryologie spéciale et Expérimentale**  
**post graduation en biotechnologie de la reproduction animale**

# **Les grandes étapes du développement embryonnaire**

**Dr Djeffal Samia**

# Introduction

- **Ontogénèse**

Développement de l'individu

Fécondation



Mort

- **Phylogénèse**

Evolution de l'espèce



Temps

# Introduction

- **Ontogénèse**

L'ontogénèse est divisée par la **naissance** (ou l'éclosion) en une **période prénatale** caractérisée par des changements rapides et très marqués et une **période postnatale** où les changements sont plus lents.

# Introduction

Le développement d'un organisme en société de cellules durant la vie embryonnaire implique plusieurs mécanismes de croissance de l'embryon tels que les phénomènes:

- Auxétique** : augmentation de la taille des cellules;
- Multiplicative** : augmentation du nombre des cellules;
- Accrétionnaire** : augmentation de la quantité du matériel acellulaire.

# Introduction

- **L'embryologie**

Est l'étude du développement prénatal.

- **Période pré embryonnaire** (étude de la formation et de la morphologie des gamètes mâle et femelle).
- **Période embryonnaire** s'étend de la fécondation jusqu'à l'origine des ébauches des principaux organes et l'individualisation de l'embryon de ses annexes extra embryonnaires.
- **Période foétale** (le temps entre la période embryonnaire et la parturition (la fin de la gestation), au cours de laquelle les organes se développent et commencent à fonctionner).

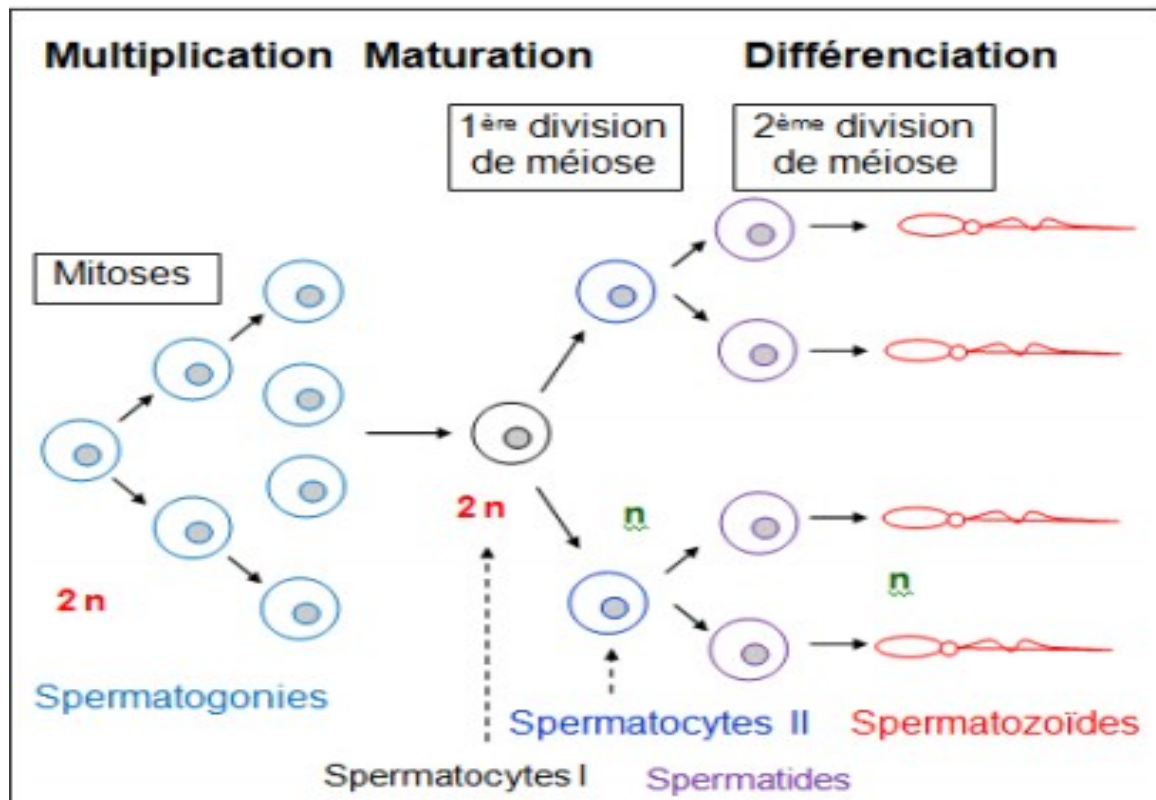
# Période pré embryonnaire

➤ Étude de la formation et de la morphologie des gamètes mâle et femelle).

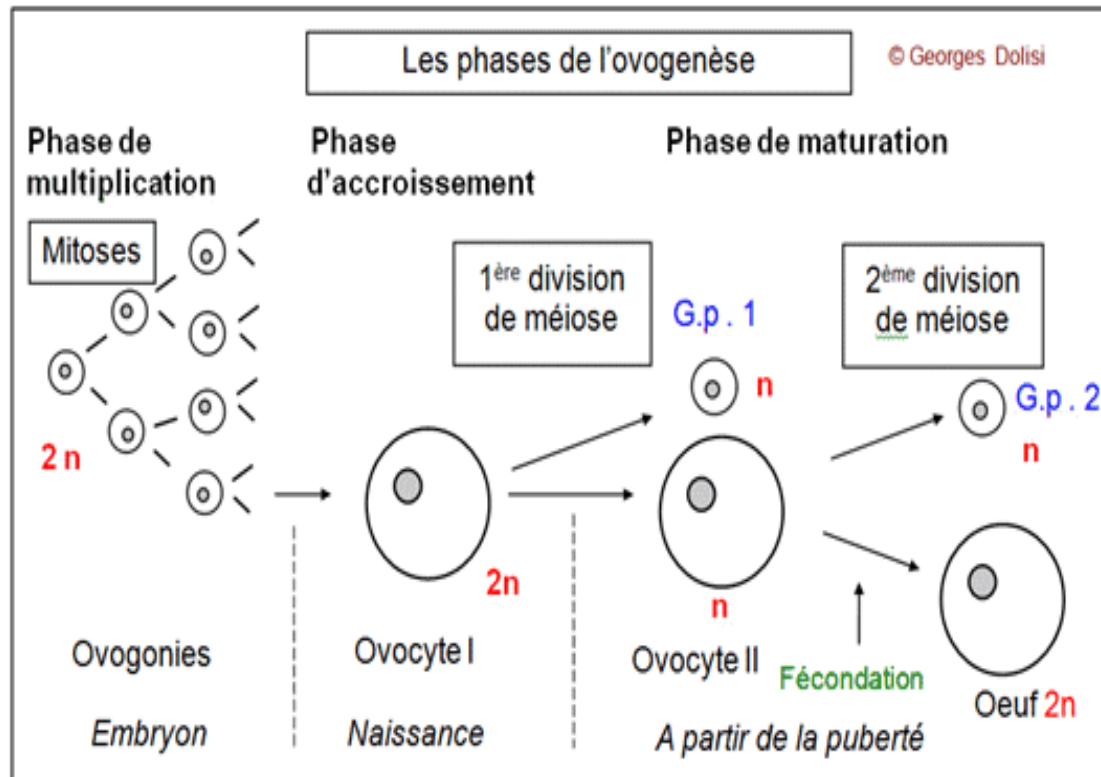
➤ **Ovogénèse**

➤ **Spermatogenèse**

# Etapes de la spermatogénèse



# L'ovogénèse



# Période embryonnaire

## Fécondation

La **fécondation**: c'est la **fusion** du **spermatozoïde** et de l'**ovule** qui aboutit à la formation d'un **zygote**, lui-même à l'origine d'un nouvel individu.

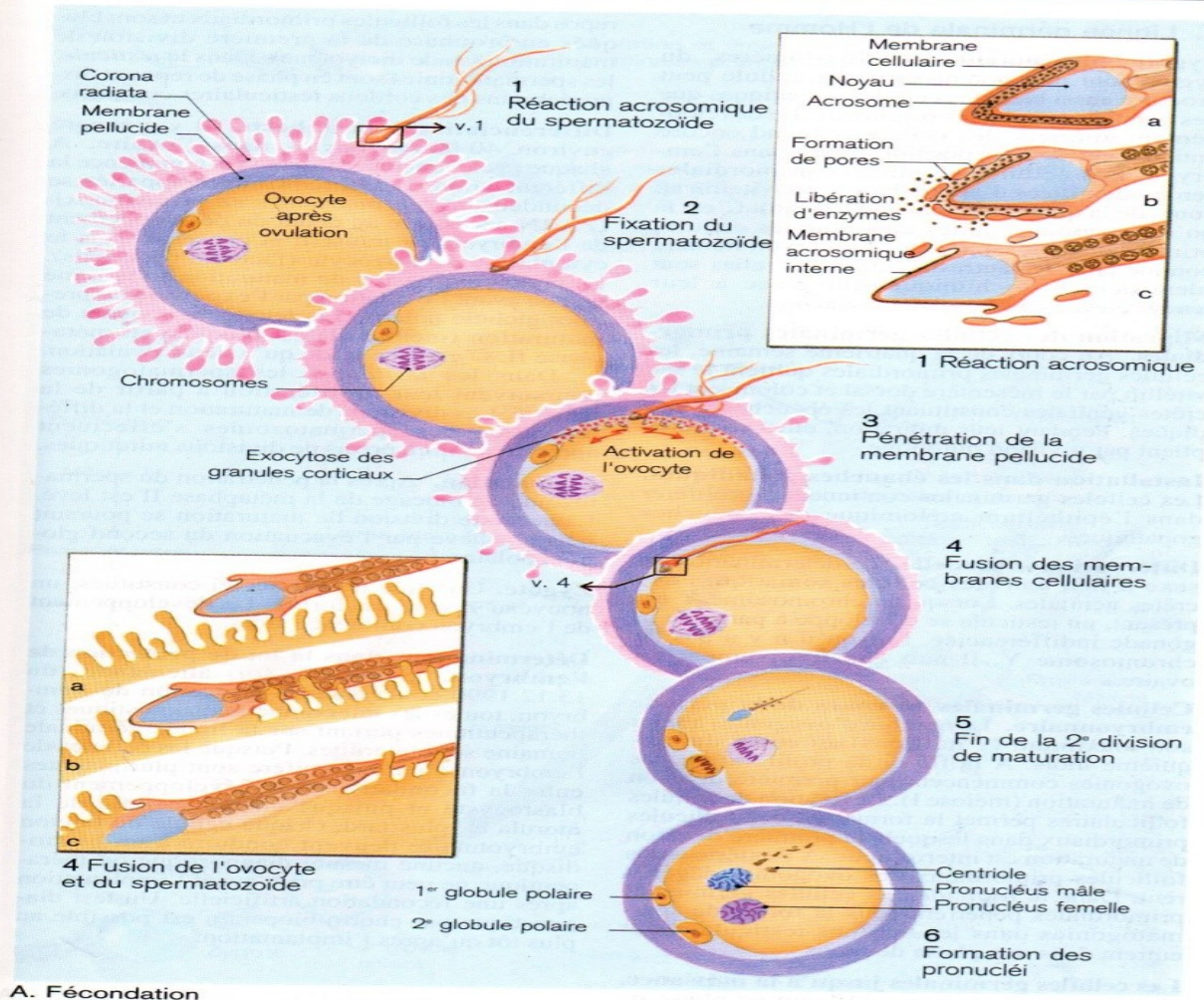
La fécondation commence par la fusion des gamètes (formation de zygotes) et se termine avec l'initiation de la division cellulaire zygote (le début du clivage).

# Période embryonnaire

## Fécondation

### Pénétration du spermatozoïde

- Traversée de la zone pellucide: obliquement (réaction acrosomiale et par l'acrosine ) (figure1).
- Modification potentielle de la membrane de l'ovocyte qui devient imperméable à la pénétration d'autres spermatozoïdes (réaction corticale) (figure2).



**Figure 1: Pénétration du spermatozoïde**

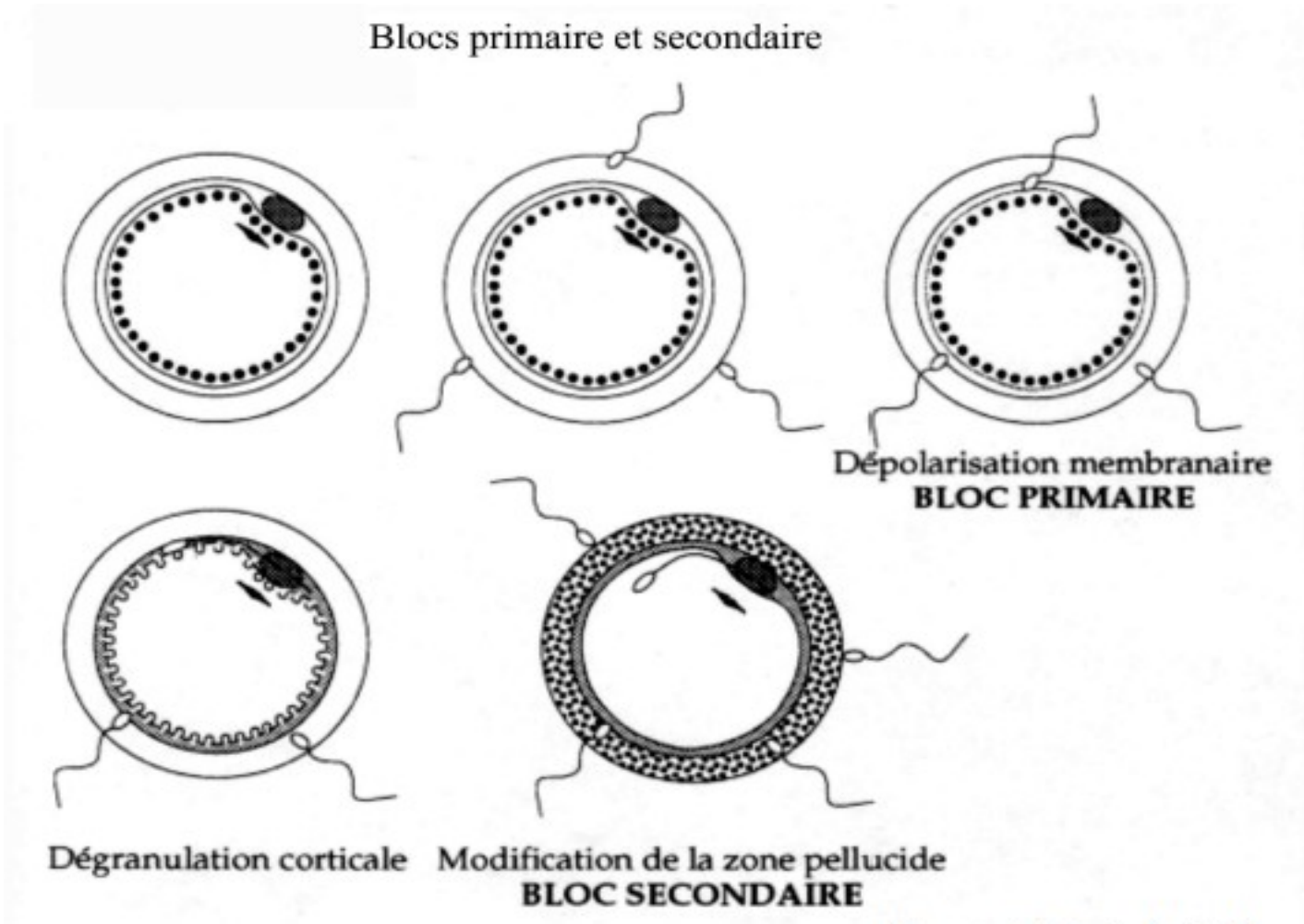
# Période embryonnaire

## Fécondation

### Pénétration du spermatozoïde

- Dès la pénétration, le spermatozoïde laisse sa membrane protoplasmique à la surface de l'ovocyte qui achève sa deuxième division de maturation et ses chromosomes se rassemblent dans un noyau d'aspect vésiculaire : le pronucléus femelle.
- En se rapprochant du pronucléus femelle, le spermatozoïde devient pronucléus mâle.

# Période embryonnaire



Sources : Austin et al. et A. Moens

# Période embryonnaire

## Fécondation

### Amphimixie

- Le pronucléus mâle effectue une rotation qui amène le centriole proximal orienté vers le centre de l'œuf. Avant de fusionner, les deux pronucléus gagnent le centre de l'ovule, leurs membranes disparaissent et leurs chromosomes se condensent.
- Les  $N$  chromosomes maternels et les  $N$  chromosomes paternels se mettent en place sur le fuseau puis se clivent au niveau du centromère. Comme une mitose, les demi-chromosomes migrent vers les pôles opposés de la cellule. Un profond sillon apparaît à la surface de la cellule et divise le cytoplasme en deux : chaque cellule ( $2N$  Chr).

# Période embryonnaire



**Figure 3: Amphimie**

# Période embryonnaire

Tableau 01: Nombre de chromosomes chez diverses espèces (Moenz,2020)

Espèce	Nb (2n = )	Espèce	Nb (2n = )
Etre humain	46	Chat	38
Bovin	60	Chien	78
Mouton	54	Souris	40
Chèvre	60	Rat	42
Porc	38	Lapin	44
Cheval	64		
Ane	62	Poule	78

# Période embryonnaire

## Parthénogenèse

- Du grec parthenos= **vierge**, genesis= naissance.
- Mode de **reproduction asexuée**. Dans le règne animal, la parthénogenèse est le développement d'un organisme à partir d'une cellule reproductrice vierge, exclusivement femelle.
- **Naturellement** existe chez les:
  - Insectes (abeilles, fourmis...).
  - Reptiles (lézards, serpents).
  - Poissons et amphibiens.
  - Exceptionnellement chez les plantes (apomexie).

# Période embryonnaire

## Parthénogenèse

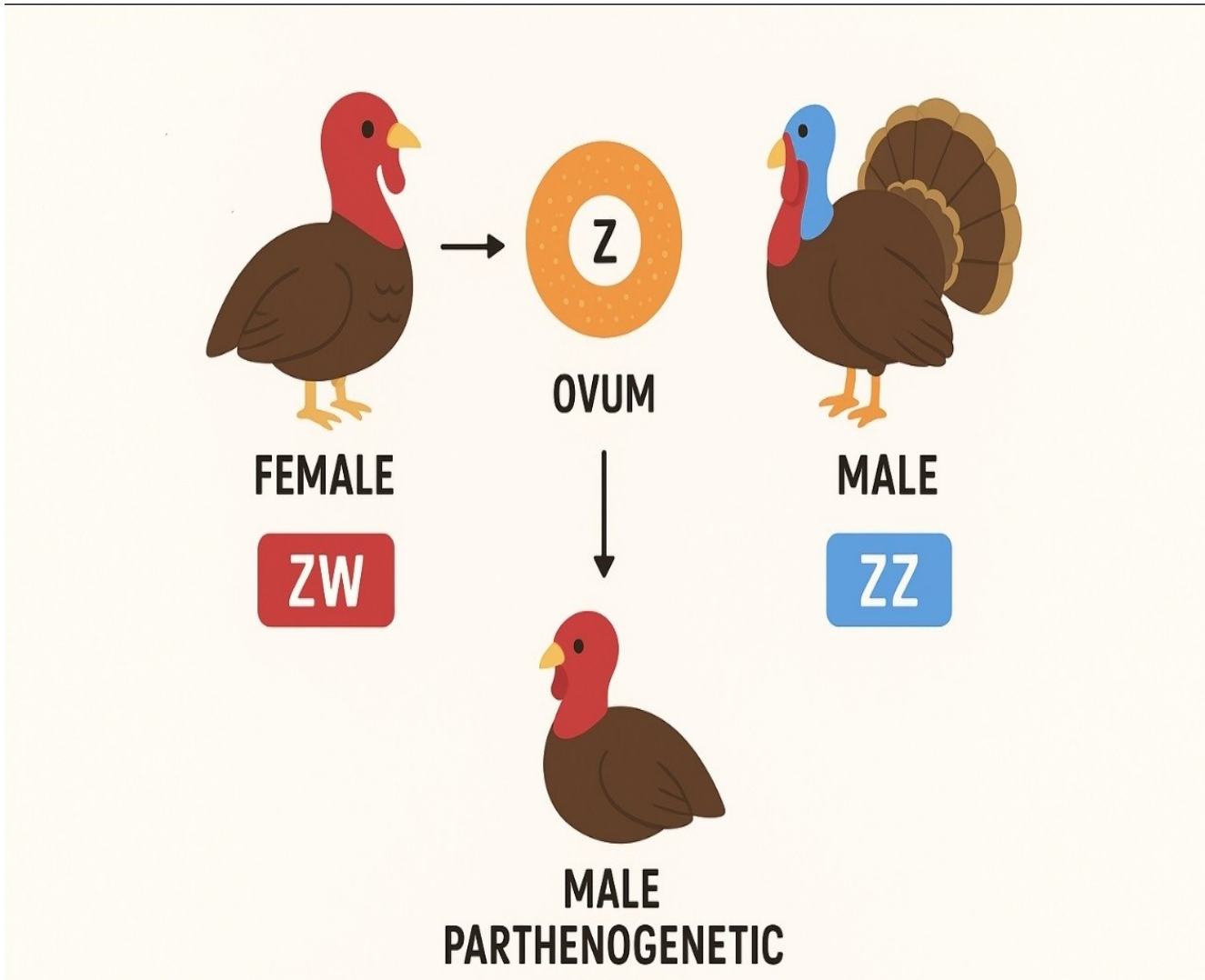
**Artificiellement**, chez les mammifères, il est possible d'initier expérimentalement un développement parthénogénétique en **empêchant la seconde division de maturation** et en **activant artificiellement l'ovotide**.

# Période embryonnaire

## Parthénogenèse

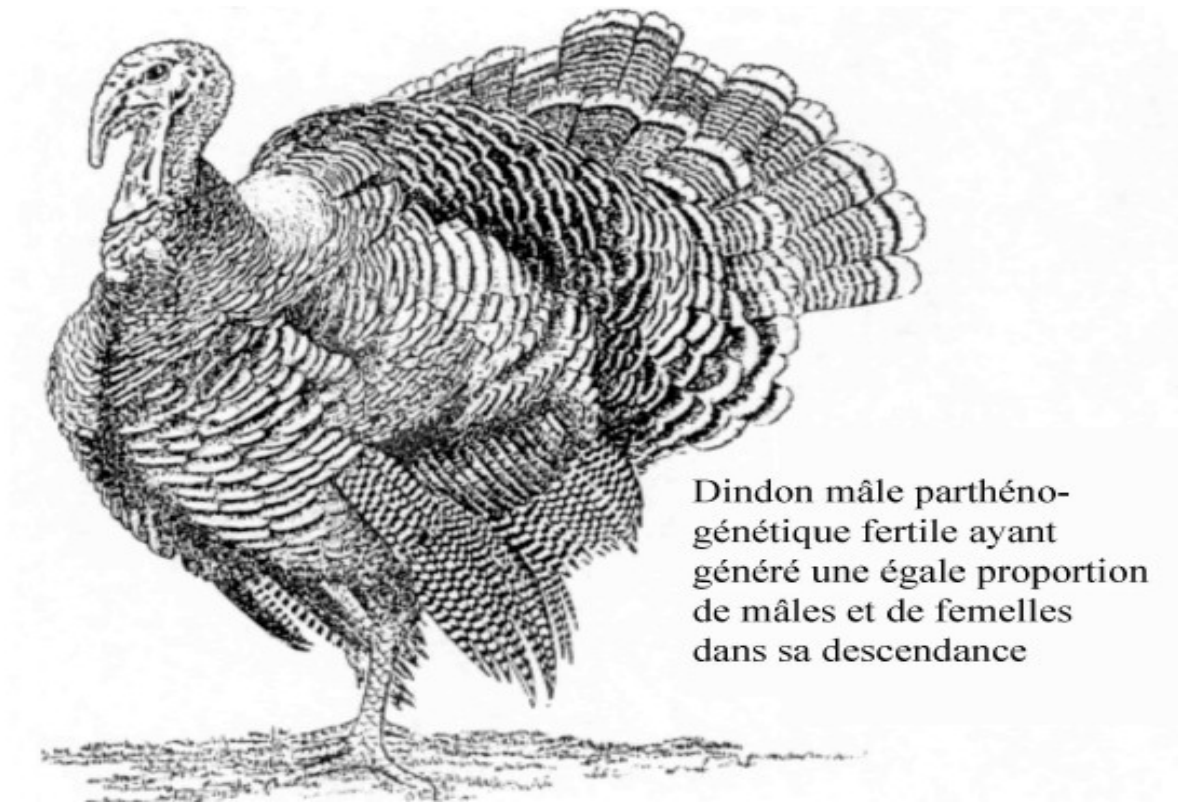
Le second globule polaire n'est pas expulsé et les chromatides reconstituent un noyau diploïde ou forment deux pronuclei femelles qui réaliseront l'amphimixie. Il s'agit d'une parthénogenèse par définition **télytoque** et incomplète car systématiquement abortive. Elle est également qualifiée de rudimentaire(figure4).

# Parthénogenèse



# Période embryonnaire

## Parthénogenèse



**Figure 4: Dindon male parthénogénétique  
(Moens,2021)**

# Période embryonnaire

## Segmentation

Le zygote entreprend une série de divisions qui donnent, chez les mammifères, des cellules filles appelées blastomères. Ces blastomères s'organisent bientôt en un petit amas cellulaire compact appelé morula comportant de 8 à 32 (64) cellules suivant l'espèce (figure3).

Elle se produit au stade **8 cellules** chez la **souris**, **16 cellules** chez la **brebis** et **32 cellules** chez la **vache**.

# La segmentation



*Image 1 : Figure 1 : Segmentation de l'œuf fécondé*

**Figure 5: segmentation**

# Période embryonnaire

## Segmentation

La morula se transforme ensuite en blastocyste par l'apparition d'une cavité blastocoelique.

Ces cellules polarisées sont à l'origine du :

-Trophectoderme (**trophoblaste**) qui participera à la formation du placenta.

-Cellules centrales de la morula, non polarisées, donneront la masse cellulaire interne(ou **bouton embryonnaire**) à l'origine de l'entièreté de l'embryon et de la majeure partie des organes extra embryonnaires (placenta, amnios, allantoïde et chorion) .

# Période embryonnaire

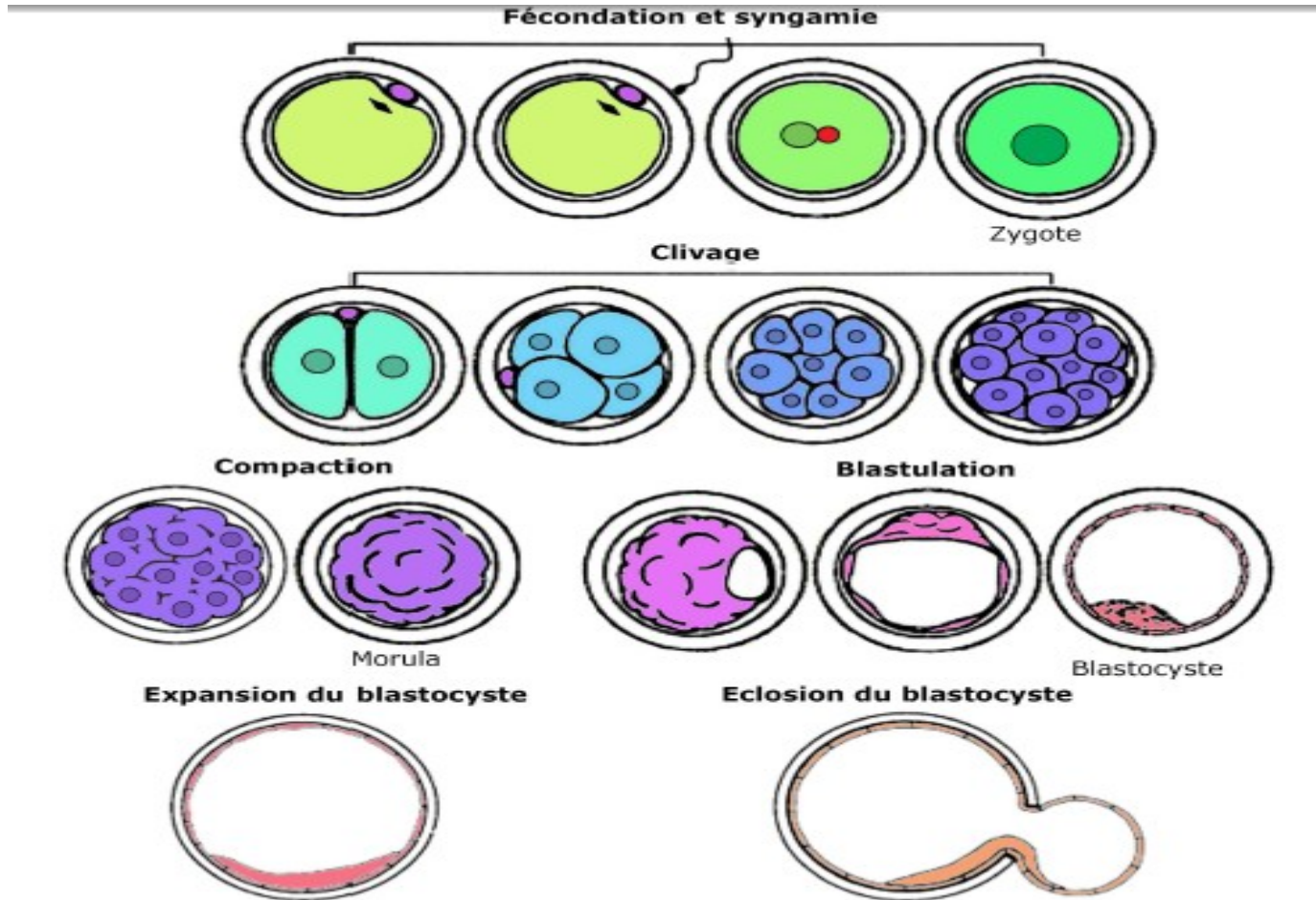


Figure 6: Stades de développement préimplantaire de l'embryon des mammifères

# Période embryonnaire

## I. Gastrulation

- La **gastrulation** suit la segmentation, elle débute au cours de l'implantation chez les rongeurs et les primates (espèces à implantation précoce) et durant la période préimplantatoire chez nos mammifères domestiques (espèces à implantation tardive).

# Période embryonnaire

## I. Gastrulation

- Elle met en place les trois feuillets fondamentaux de l'embryon: l'**ectoblaste** (feuille externe qui recouvre l'embryon, et dont dérive le tissu nerveux), le **mésoblaste** (feuille intermédiaire) et l'**endoblaste** (feuille interne dont dérivent l'appareil digestif et ses glandes annexes). Leur agencement préfigure l'organisation de l'embryon. Ces feuillets se prolongent et se combinent pour former plusieurs annexes embryonnaires

# Période embryonnaire

## Principales étapes de la gastrulation

### Première étape

Elle se caractérise par l'apparition de **la ligne primitive** et du **nœud de Hensen** (figure 5). D'abord circulaire, le disque embryonnaire devient bientôt ovalaire et s'allonge selon l'axe du futur embryon. Puis apparaît à sa partie caudale une petite tâche qui résulte d'une prolifération des cellules de l'ectoblaste et qui s'invagine entre l'entoblaste et les cellules restantes de l'ectoblaste.

# Période embryonnaire

Cette tâche s'allonge jusque vers le milieu de l'ébauche embryonnaire, elle constitue ainsi la ligne primitive. Vers le 17ème jour son extrémité craniale s'épaissit alors et forme un centre très actif de multiplication cellulaire qui produit une sorte de nodosité le **nœud de Hensen** ( figure 7).

# Période embryonnaire

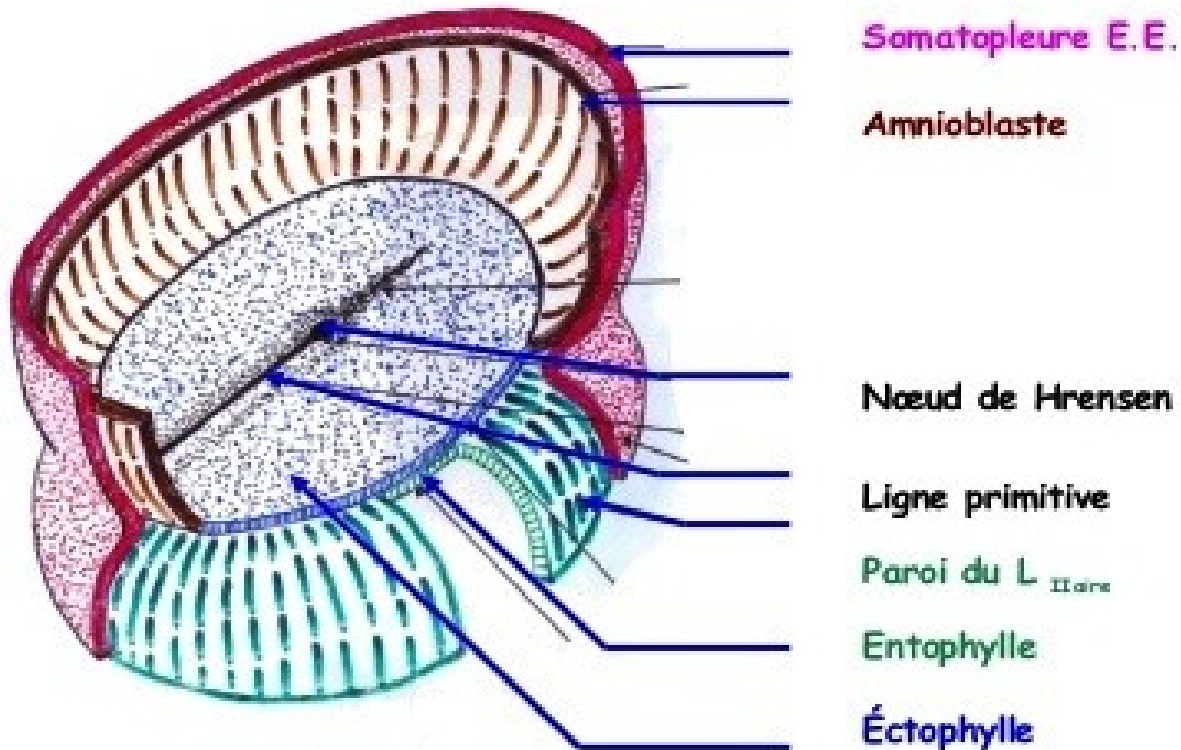


Figure7:Formation de la ligne primitive et le noud de Hensen

# Période embryonnaire

## Principales étapes de la gastrulation

### Deuxième étape

- Elle a lieu vers la 3<sup>ème</sup> semaine et se caractérise par: une migration mésoblastique, par la formation du **processus chordal** et par la mise en place du **diverticule allantoïde**.
- Au centre de la ligne primitive se creuse un sillon par invagination des cellules ectoblastiques: la gouttière primitive. Les cellules de l'ectoblaste qui s'invaginent se différencient en **cellules mésodermiques**.

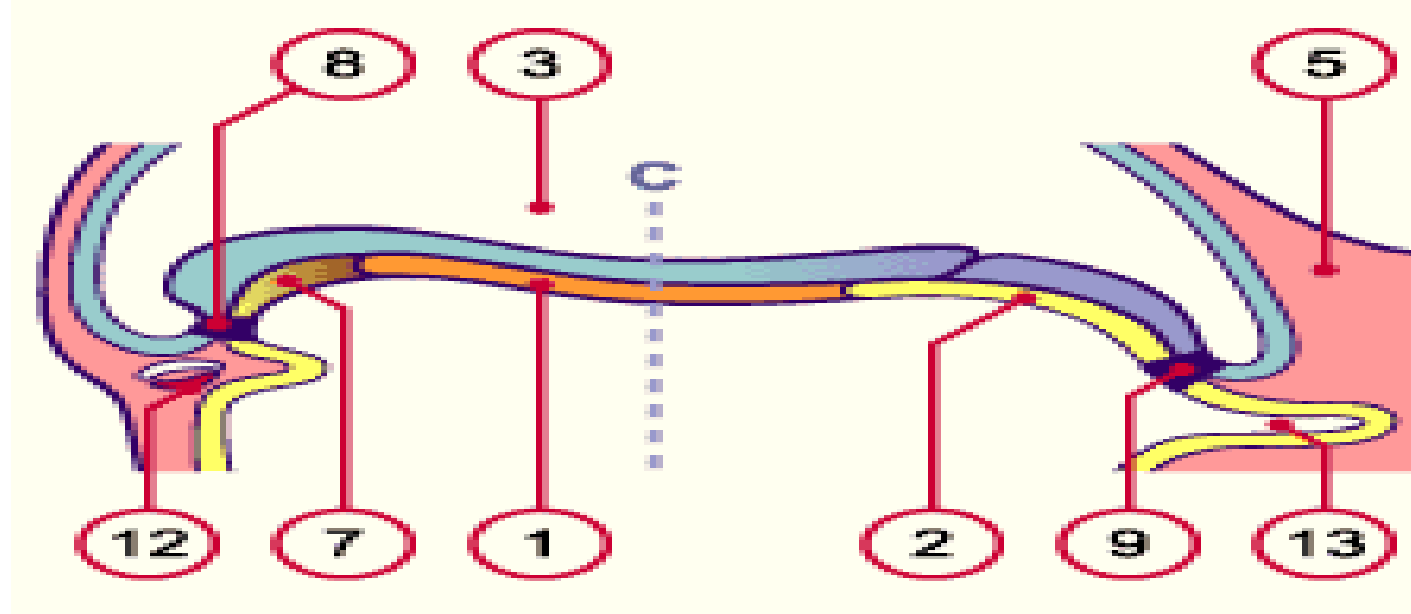
# Période embryonnaire

## Principales étapes de la gastrulation

### Troisième étape

- En avant de l'extrémité rostrale de la ligne primitive, au niveau du nœud de Hensen, le mésoderme élabore un canal dont l'extrémité aveugle progresse crânialement le long de l'axe longitudinal et dont l'extrémité caudale s'ouvre en surface de l'éctoblaste: le canal chordal. Le plancher de ce canal chordal s'ouvre longitudinalement dans la cavité vitelline en repoussant latéralement l'endoderme primitif pour se transformer en **plaque chordale** (figure 8).

# Période embryonnaire



1 : processus notochordal; 2: entoblaste embryonnaire; 3: cavité amniotique; 5 : pédicule embryonnaire; 6 : gouttière neurale; 7 : plaque préchordale; 8 : mésoblaste intra-embryonnaire ; 9: membrane cloacale ; 12: ébauche cardiaque ; 13 : allantoïde.

**Figure 8 : plaque chordale**

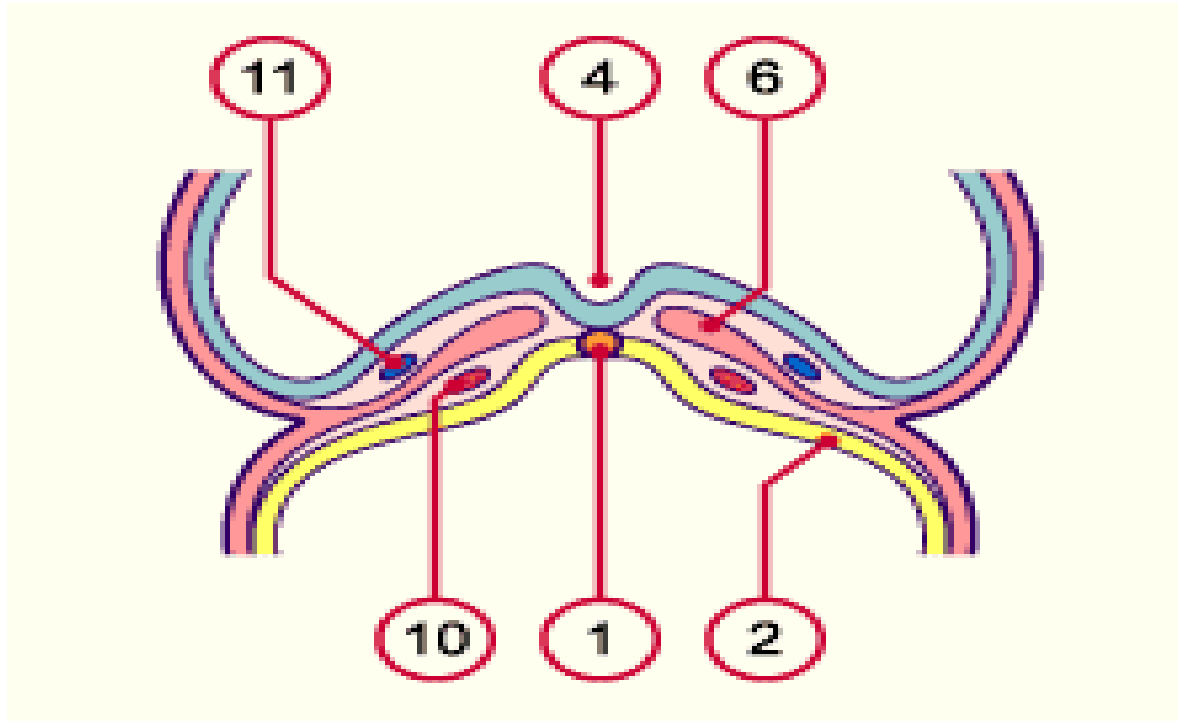
# Période embryonnaire

## Principales étapes de la gastrulation

### Troisième étape

- Par la suite la plaque chordale se détache de l'entoblaste qui retrouve sa continuité; et formera un cordon cellulaire plein, médian et axial appelé **notocorde** et c'est le squelette primitif de l'embryon tri dermique (ou le squelette de base (figure 9)

# Période embryonnaire



1 : notochorde ; 2:entoblaste embryonnaire ; 4 :tube neurale ;  
6 :mésoblaste intraembryonnaire ; 10 :aortes ; 11 :veines  
ombilicales

# Période embryonnaire

## Principales étapes de la gastrulation

### Troisième étape

- La **notocorde** définit l'axe longitudinal primordial de l'embryon en indiquant l'emplacement des futurs corps vertébraux et joue le rôle d'inducteur de l'ectoblaste dans la différenciation de la plaque neurale.

# Période embryonnaire

## II. Neurulation

- La neurulation est un processus morphogénétique durant lequel la plaque neurale forme le tube neural donnant ainsi au système nerveux sa forme et sa position finale dans l'axe dorsal de l'embryon.
- La neurulation est la transformation de l'ectoderme médian en un tube neural (à l'origine du SNC), flanqué de crêtes neurales (SNP). Elle se déroule vers la **4<sup>ème</sup> semaine**

# Période embryonnaire

## II. Neurulation

- Comporte trois stades (figure7) :
- la différenciation de l'ectoblaste en **plaque neurale**,
- le soulèvement des bourrelets neuraux et la formation **d'une gouttière neurale**,
- la soudure des bourrelets neuraux pour formation le **tube neural**.

# Période embryonnaire

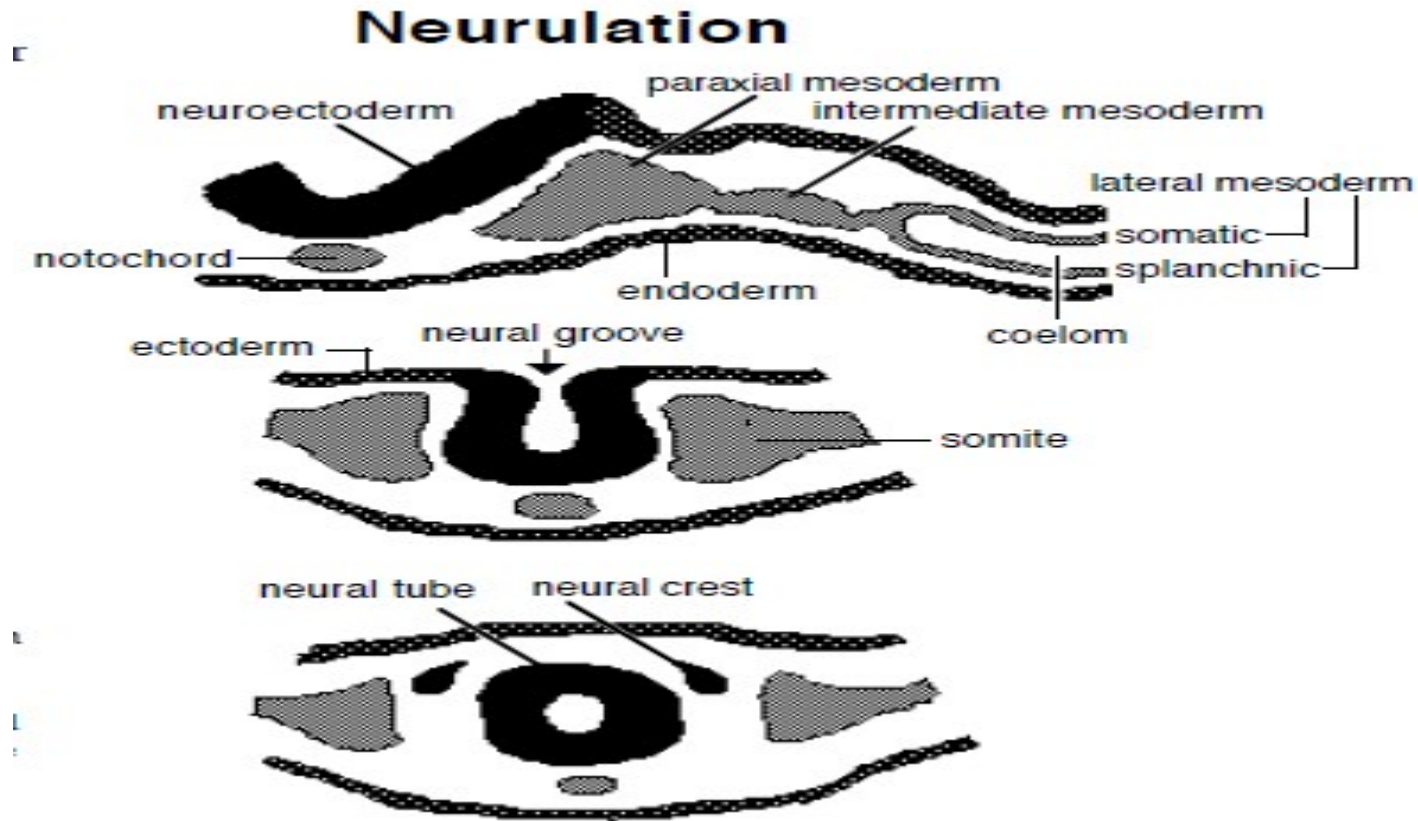


Figure 10 : Neurlation

# Période embryonnaire

- Après la **neurulation**, les territoires se fragmentent en **ébauche d'organes** durant un processus appelé **morphochorèse**.
- Ce processus implique des phénomènes de différenciation cellulaire et la spécialisation de tissus en organes bien définis.

# Période embryonnaire

- La **morphochorèse** constitue l'ensemble des mouvements et réarrangements coordonnés des groupes cellulaires, qui mettent en place un ensemble de **champs morphogénétiques**.  
Un **champs morphogénétique** est un territoire cellulaire qui détermine le développement d'un organe précis.

# Période embryonnaire

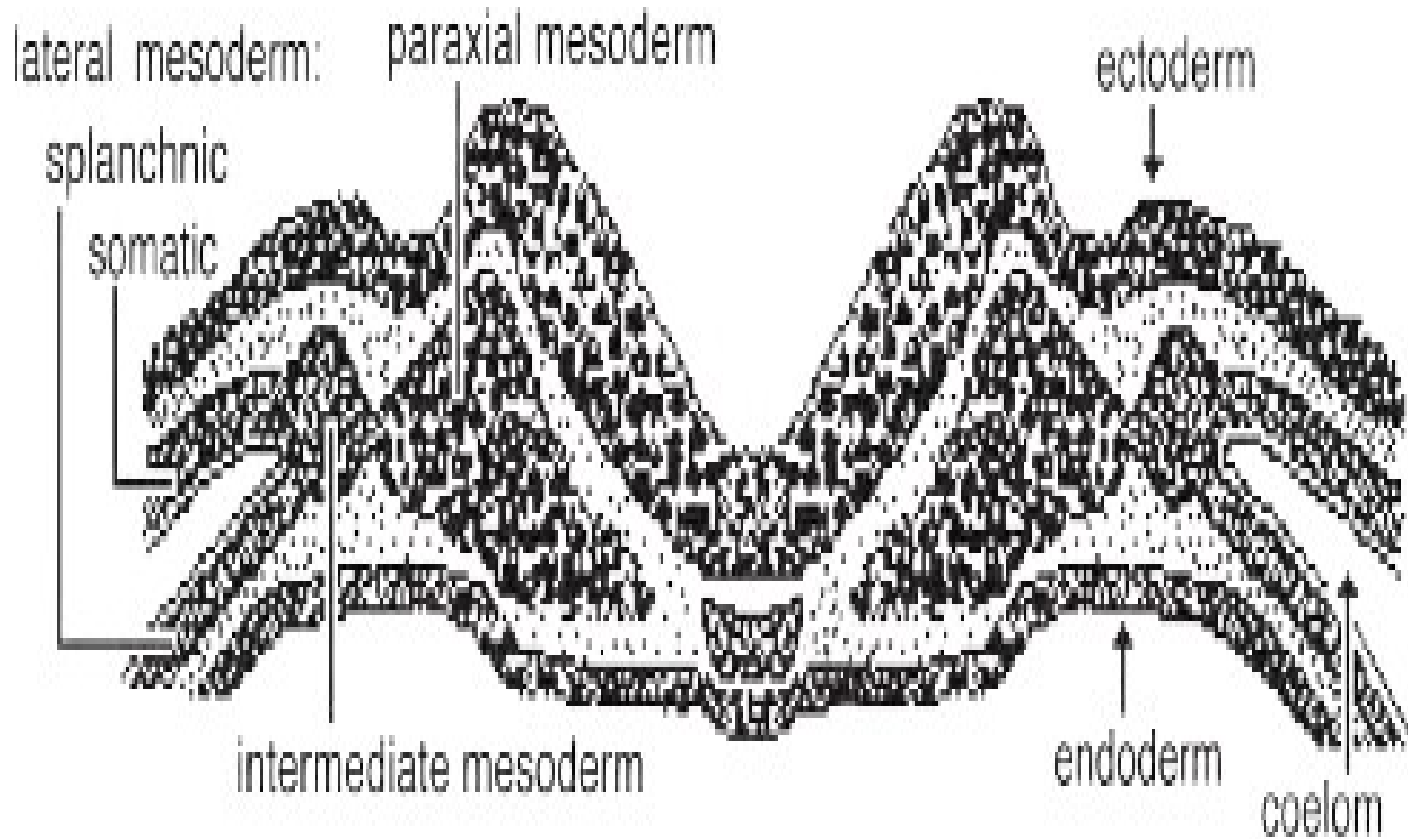
- La croissance embryonnaire qui s'ensuit est différentielle: certaines parties de l'embryon s'accroissent plus vite que d'autres.

# Période embryonnaire

## III. Développement du mésoblaste

- Lors de la formation de la corde et du tube neural, le mésoblaste intra-embryonnaire forme de chaque côté : le mésoblaste para axial, le mésoblaste intermédiaire et le mésoblaste latéral (figure11).

# Période embryonnaire



**Figure 11 : Développement du mésoblaste**

# Période embryonnaire

## IV. Différenciation des feuilletts

- Le début de l'organogenèse est marqué par l'apparition, à partir de chacun des trois feuilletts embryonnaires, des ébauches des organes (Voir tableau 2). Par la suite, la période embryonnaire s'étalera jusqu'à la 8ème semaine. Ainsi, à la fin du deuxième mois, les principales formes extérieures sont reconnaissables.

# Période embryonnaire

Tableau2 : principaux dérivés des feuilletts embryonnaires

Feuilletts	Organes
<b>Ectoblaste</b>	Système nerveux central - Système nerveux périphérique - Epithélium sensoriel - Hypophyse- Epiderme, phanères - Glandes sous-cutanées - Glande mammaire - Email des dents - Médullo-surrénale
<b>Mésoblaste</b>	Squelette (os, cartilage) - Tissu conjonctif - Muscles (striés, lisses) - Système cardio-vasculaire et lymphatique, cellules sanguines- Reins, voies urinaires hautes - Appareil génital (gonades, voies génitales) - Péricarde, plèvre, péritoine - Rate - Cortico-surrénale
<b>Endoblaste</b>	Tube digestif (épithélium) - Foie, pancréas - Appareil respiratoire (épithélium) - Oreille moyenne, trompe d'Eustache - Thyroïde, parathyroïdes (parenchyme) - Thymus, amygdales (parenchyme) - Vessie, urètre (épithélium)

# Période embryonnaire

## V. Délimitation de l'embryon

- La délimitation correspond à des phénomènes d'enroulement de l'embryon sur lui-même autour d'un **axe transversal** et **céphalo-caudal**.
- Les bords des différents feuilletts se rejoignent à la base du disque, fusionnent et ferment le corps de l'embryon qui devient Tridimensionnel. Ce phénomène permet l'individualisation de l'embryon par rapport à ses annexes extra embryonnaire. L'embryon devient donc un cylindre clos.

# Période embryonnaire

## V. Délimitation de l'embryon

- La délimitation est la résultante de deux phénomènes opposés :
  - Le développement très rapide de la cavité amniotique couplé à la stagnation du lécithocèle secondaire.
  - Le développement lent de la sphère chorale obligeant l'ensemble de l'embryon et de ses annexes qui se développent activement (cavité amniotique +++), à se replier sur eux-mêmes.

# Période embryonnaire

## V. Délimitation de l'embryon

- L'embryon s'individualise en refermant sa face ventrale pour ne plus communiquer avec ses annexes que par son cordon ombilical.
- Cette fermeture ventrale est la conséquence de la mise en place de **4 sillons marginaux** au niveau desquels l'ectoderme se rabat vers la face ventrale de l'embryon en refoulant devant lui les feuilletts sous-jacents. Ces sillons marginaux deviennent de véritables replis qui se rejoignent en région ombilicale. L'embryon se replie autour de son cordon et se "recouvre de son amnios".

# Période embryonnaire

## V. Délimitation de l'embryon

### 1-Pli céphalique

- Il procède d'une croissance plus rapide du feuillet ectodermique en région céphalique. Ce pli adopte la forme générale d'un fer à cheval au centre duquel s'individualise le futur SNC .
- En vue longitudinale (figure12), le pli céphalique délimite la future cavité buccale au niveau de la poche pharyngienne et se prolonge vers le pôle caudal en repoussant le massif mésodermique où se forme le cœur .

# Période embryonnaire

## Délimitation de l'embryon

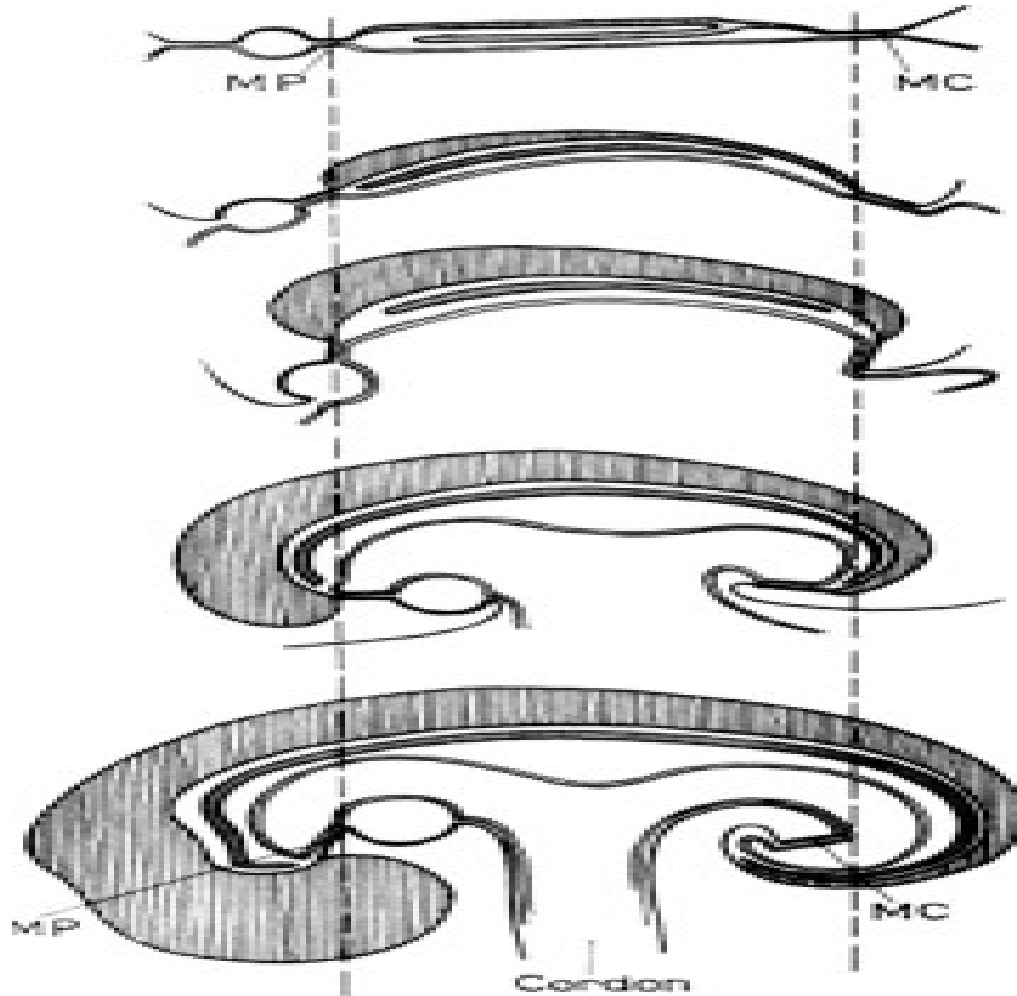


Figure 12: Cinétique de la délimitation dans le sens longitudinal (Moens, 2021)

# Période embryonnaire

## V. Délimitation de l'embryon

- Le pli céphalique forme de fait la partie antérieure du tube digestif ou proentéron. Chez les espèces dont l'amnios se forme par Plissement, le bord supérieur du pli recouvre progressivement l'embryon pour rejoindre le bord correspondant des deux plis latéraux et du pli caudal. Il porte le nom de pli amniotique crânial .

# Période embryonnaire

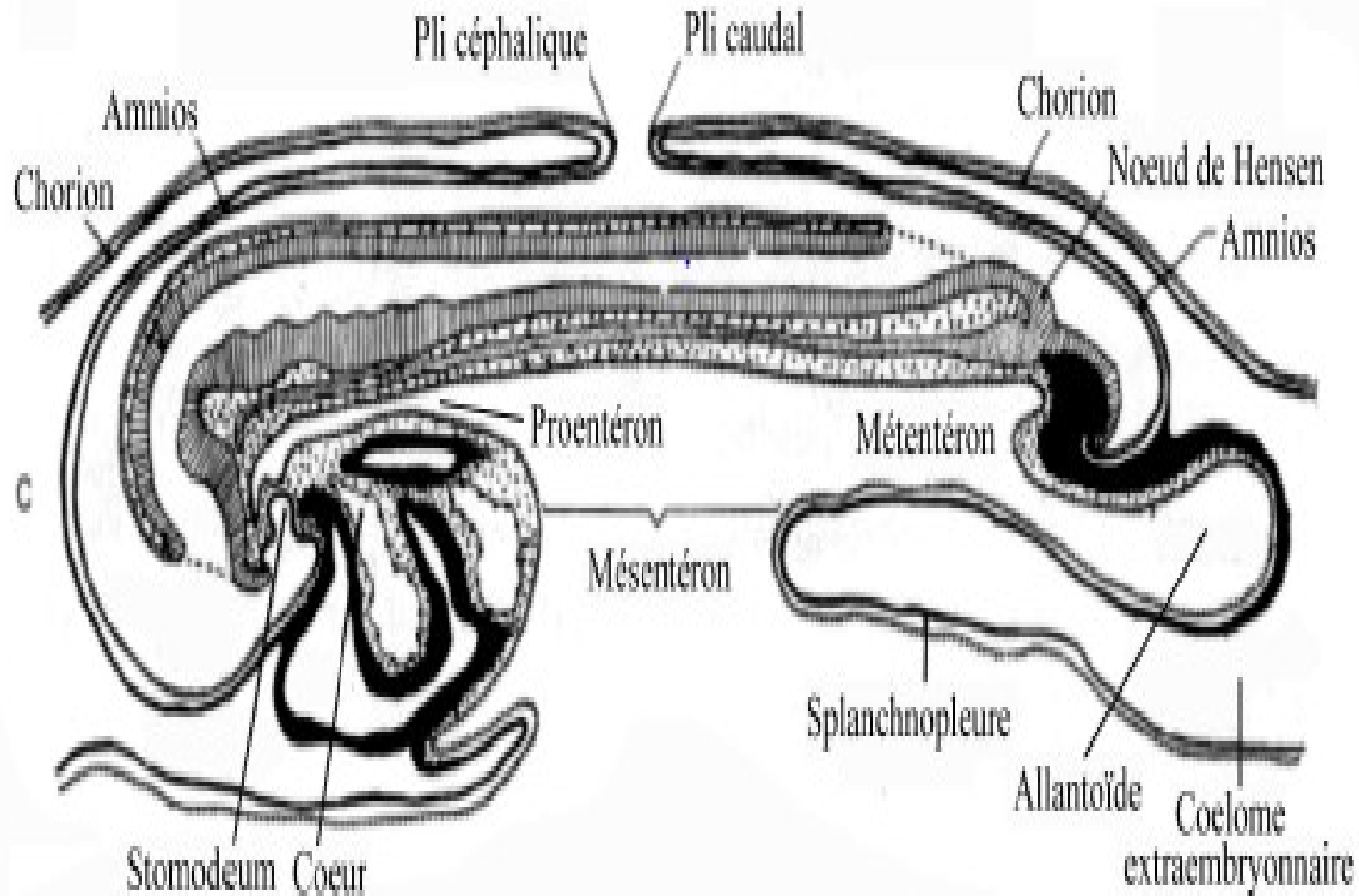
## V. Délimitation de l'embryon

### 2-Pli caudale

- Il est moins accusé que le pli céphalique. Il correspond également à une croissance différentielle de l'ectoderme par rapport aux tissus sous-jacents. Il repousse vers le pôle crânial la membrane cloacale et forme la partie postérieure du tube digestif ou métentéron. Le bord supérieur de ce pli, ou pli amniotique caudal, rejoint ses correspondants crânial et latéraux (figures 13,14).

# Période embryonnaire

## Délimitation de l'embryon



11/16/2025 **Figure 13: Coupe sagittale d'embryon de porc (Moens,2021)** 54

# Période embryonnaire

## Délimitation de l'embryon

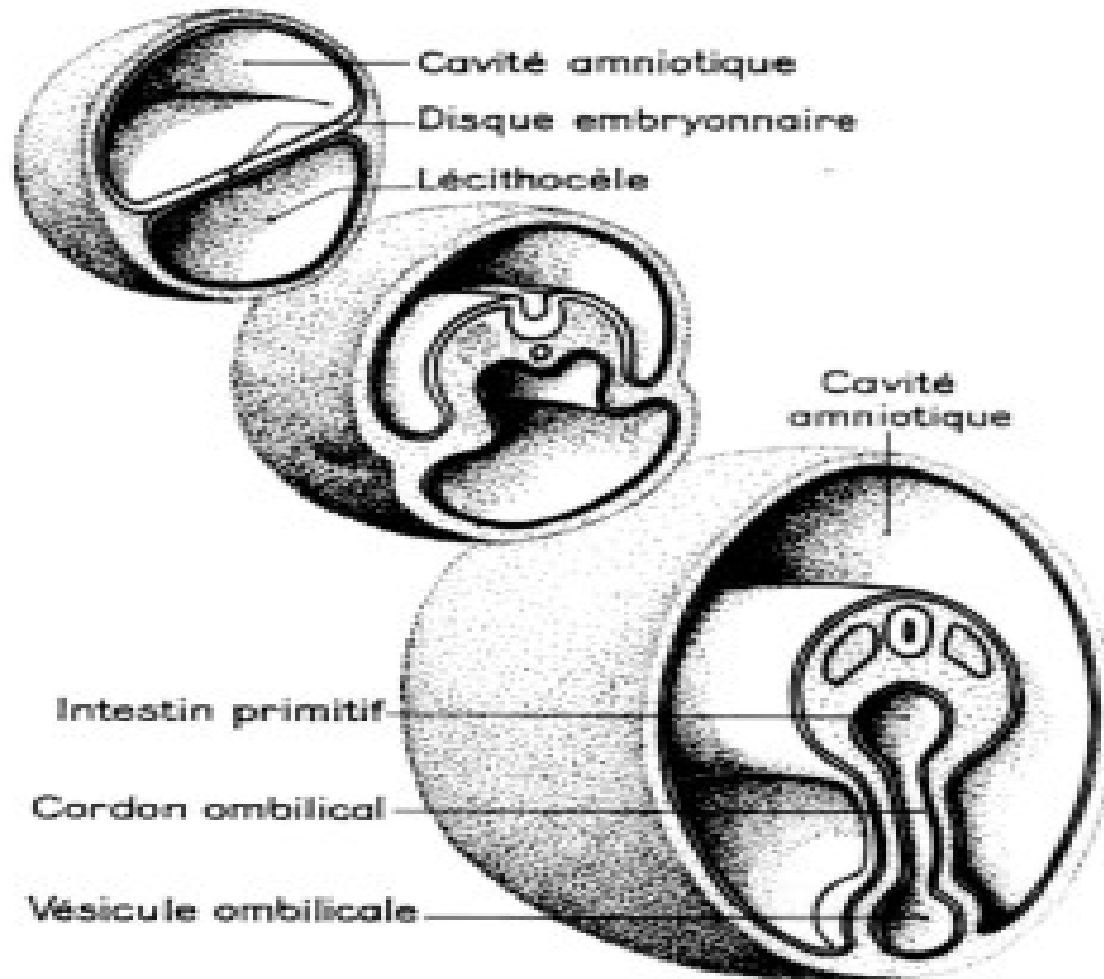


Figure 14: Cinétique de la délimitation dans le sens transversal  
(Moens,2021)

# Période embryonnaire

## V. Délimitation de l'embryon

### 2-Pli latéraux

- Ils délimitent latéralement l'embryon de ses annexes en reliant les plis céphalique et caudal
- Leur bord supérieur, ou plis amniotiques latéraux, rejoignent les plis céphalique et caudal pour refermer la cavité amniotique "au dessus" de l'embryon (figure 15).

# Période embryonnaire

## Délimitation de l'embryon

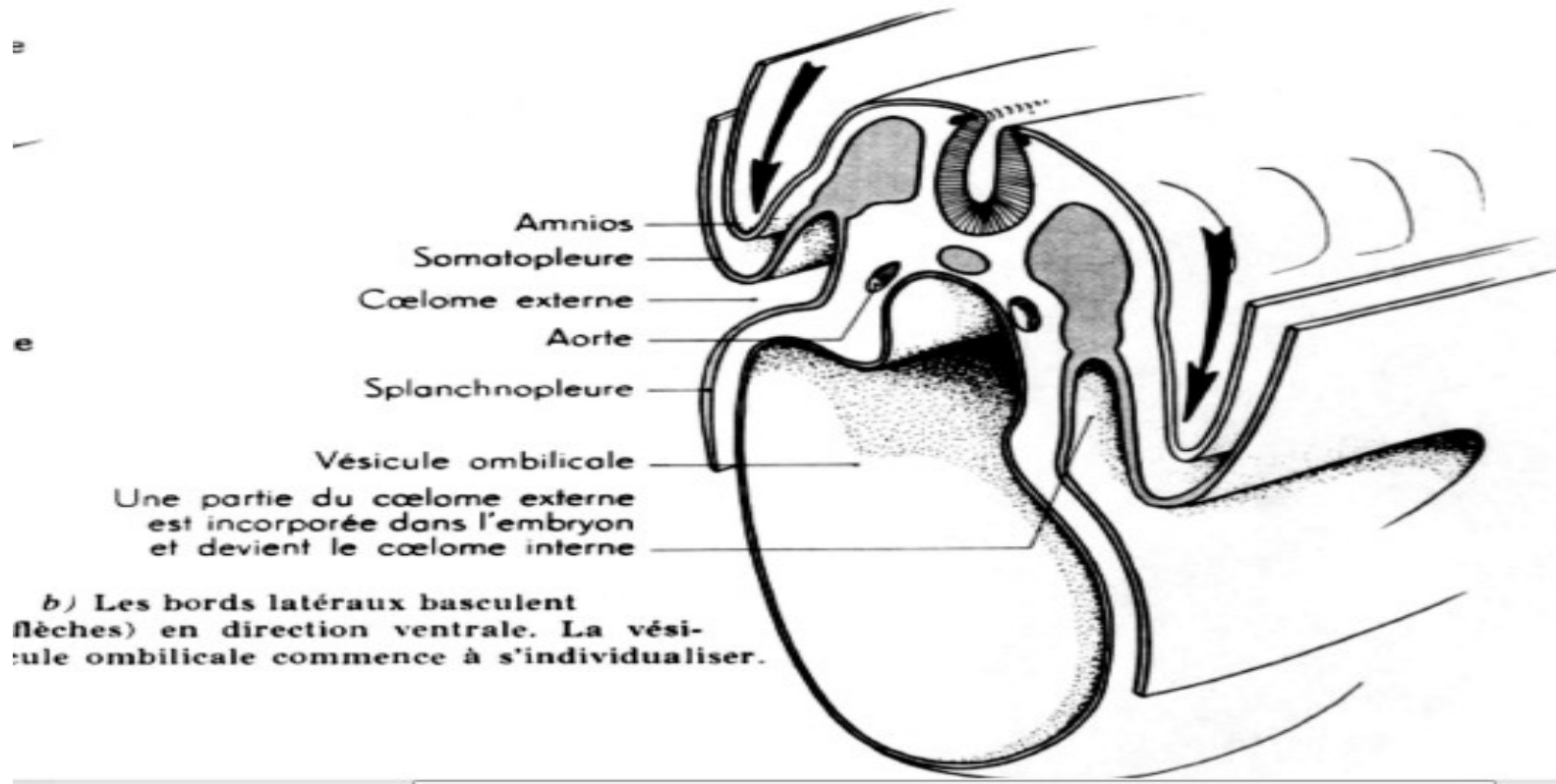


Figure N°15: Plis latéraux (Moens, 2021)

# Période Foétale

- Les ébauches des principaux organes se mettent en place et évoluent vers leur forme définitive. C'est l'**organogenèse** (figure16).
- Le développement complet des organes extraembryonnaires (membranes et placenta) a également lieu durant cette période. Lorsque la forme adulte de l'espèce est reconnaissable dans l'embryon, on parle de **foetus**. Son développement jusqu'à terme est la **foetogenèse**.

# Période Foétale

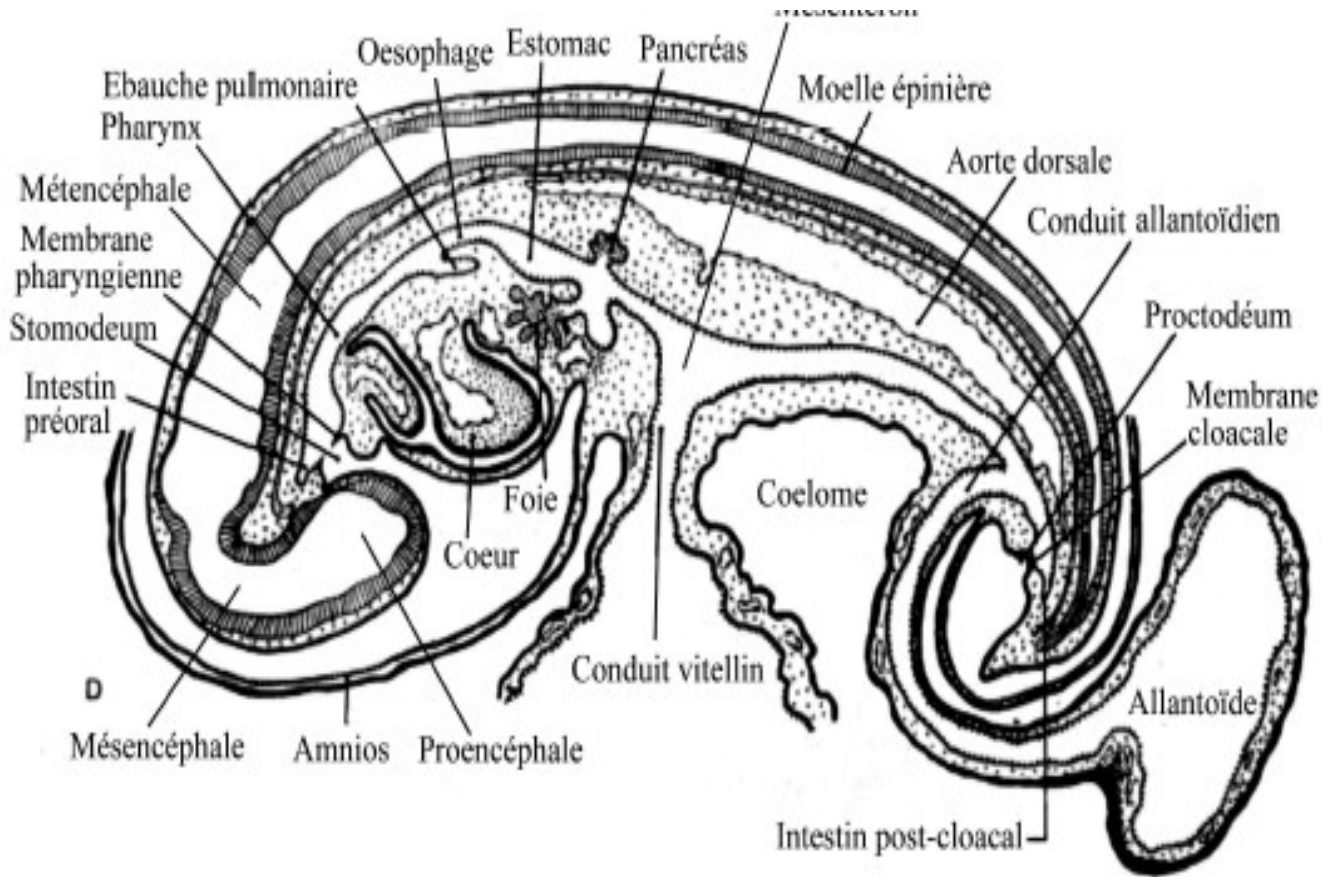


Figure 16: Ebauches des principaux organes du fœtus (Moens,2021)

# Période Foétale

- Cette période s'étend grossièrement sur les deux derniers tiers de la gestation.
- Le terme de **conceptus** est défini comme l'ensemble d'un embryon (ou d'un fœtus) et ses organes extraembryonnaires (placenta et membranes).
- Les mammifères sont **vivipares** car les jeunes naissent au terme d'un développement embryonnaire intra-utérin complet (euthériens) ou partiel (métathériens ou marsupiaux) durant lequel l'organisme maternel assure la nutrition de l'embryon.

# Période Foétale

- Quelques espèces de mammifères (**prothériens**) sont **ovipares**. Ils pondent des œufs dans lesquels les jeunes se développent en dehors de l'organisme maternel et, de ce fait, ne mettent en place aucune structure placentaire.
- Le terme d'**ovovivipare** est réservé aux animaux qui produisent des œufs dont l'incubation se déroule au sein du tractus génital de la mère (de nombreuses espèces de serpents).

# Période Foétale

- La femelle des grandes espèces domestiques (jument, vache, chamelle) et la Femme sont **unipares** ou **monotoques** (un conceptus par gestation) tandis que celle des petites (carnivores, truie, rongeurs) sont **polytoques** (plusieurs conceptus par gestation).
- Le terme de primipare s'applique à la femelle (ou à la Femme) au cours et à l'issue de sa première gestation et le terme de multipare à partir de la seconde gestation.

# Références Bibliographiques

- Anonyme, 2018. Chapitre 7: La quatrième semaine du développement embryonnaire.  
<http://www.poly-prepas.com/images/files/La%204eme%20semaine%20de%20developpement.pdf>
- Bodart JF. 2015. Embryologie Expérimentale comprendre les principes fondamentaux de l'embryogenèse.
- Djeflal S.2025. Polycopié pédagogique Destiné aux étudiants de : 1 Année Docteur vétérinaire Nouveau programme .  
[https://www.researchgate.net/publication/387741367\\_alshbyt\\_aldymqratyt\\_aljzayryt\\_aljmhwryt\\_Republique\\_Algerienne\\_Democratique\\_et\\_Populaire\\_allmy\\_walbhth\\_alaly\\_altlym\\_wzart\\_Ministere\\_de\\_l'Enseignement\\_Superieur\\_et\\_de\\_la\\_Recherche\\_Scientifique\\_Polycopie](https://www.researchgate.net/publication/387741367_alshbyt_aldymqratyt_aljzayryt_aljmhwryt_Republique_Algerienne_Democratique_et_Populaire_allmy_walbhth_alaly_altlym_wzart_Ministere_de_l'Enseignement_Superieur_et_de_la_Recherche_Scientifique_Polycopie)
- Dollander A., Fenart R,1979. Eléments d'Embryologie (embryologie générale), Flammarion médecine-sciences,4 rue casimir Delavigne 75006 Paris.
- Messala N., Dr Seddiki-Bougrassa D, 2017. La quatrième semaine du développement embryonnaire.Cours d'embryologie 1 ère année de médecine, Faculté de Médecine, Université d'Oran.  
[http://www.facmed-univ-oran.dz/ressources/fichiers\\_produits/fichier\\_produit\\_1119.pdf](http://www.facmed-univ-oran.dz/ressources/fichiers_produits/fichier_produit_1119.pdf)
- Moens A,2021.Embryologie des animaux domestiques. Deuxième bloc annuel du programme de Bachelier en Médecine vétérinaire, LVETE1250 première partie