

Première année agronomie (LMD Aridocultures)

Cours de Biologie Animale Générale

Deuxième partie : Embryologie

Préparés par ACHOURA Ammar

Année universitaire 2016-2017

SOMMAIRE

Deuxième partie : Embryologie

Définition

I. Biologie de comportement (reproduction)

1-la formation des gamètes

11. Spermatogénèse

12. L'ovogénèse

13. Comparaison des gamètes

II. La fécondation

1. L'activation

2. La caryogamie

III. L'embryogénie animale

1. Le développement de l'œuf d'un procordé : l'amphioxus

Introduction

11. La segmentation

❖ Morula

❖ Blastula

❖ La gastrulation et la formation des feuilletts

○ La gastrula

○ Le Mésoderme

○ La plaque Neurale

❖ la destinée des feuilletts

2. le développement embryonnaire des vertèbres

Introduction

21. Les annexes embryonnaires

211. La vésicule ombilicale

212. L'amnios et l'allantoïde

- ❖ **Formation de l'amnios et de l'allantoïde chez le poulet**
- ❖ **Rôle de l'allantoïde**
- 213. **Le placenta**
- ❖ **Mammifères en général**
- ❖ **Embryologie humaine**

Deuxième partie : Embryologie

Définition

Embryologie, du mot embrun = être vivant en voie de développement et logos = science ou étude. C'est une branche de la biologie qui s'intéresse à la description et l'étude du développement d'un organisme du stade de l'œuf au stade adulte, les termes, développement et ontogénie sont souvent employés comme synonymes d'embryologie.

I. Biologie de comportement (reproduction)

1. la formation des gamètes

Chez tous les métazoaires « homme compris », sauf chez les plus inférieurs, les gamètes se forment dans des organes spécialisés appelés glandes génitales. Les éléments essentiels de ces glandes sont : les cellules germinales ou **gonies**, dépourvues de toute différenciation et semblables dans les deux sexes ; elles se divisent activement pour donner et produire de nombreuses générations de cellules semblables. Possédant toutes $2n$ chromosomes. Ces cellules sont appelées **spermatogonies** chez le male et **ovogonies** chez la femelle.

11. Spermatogénèse

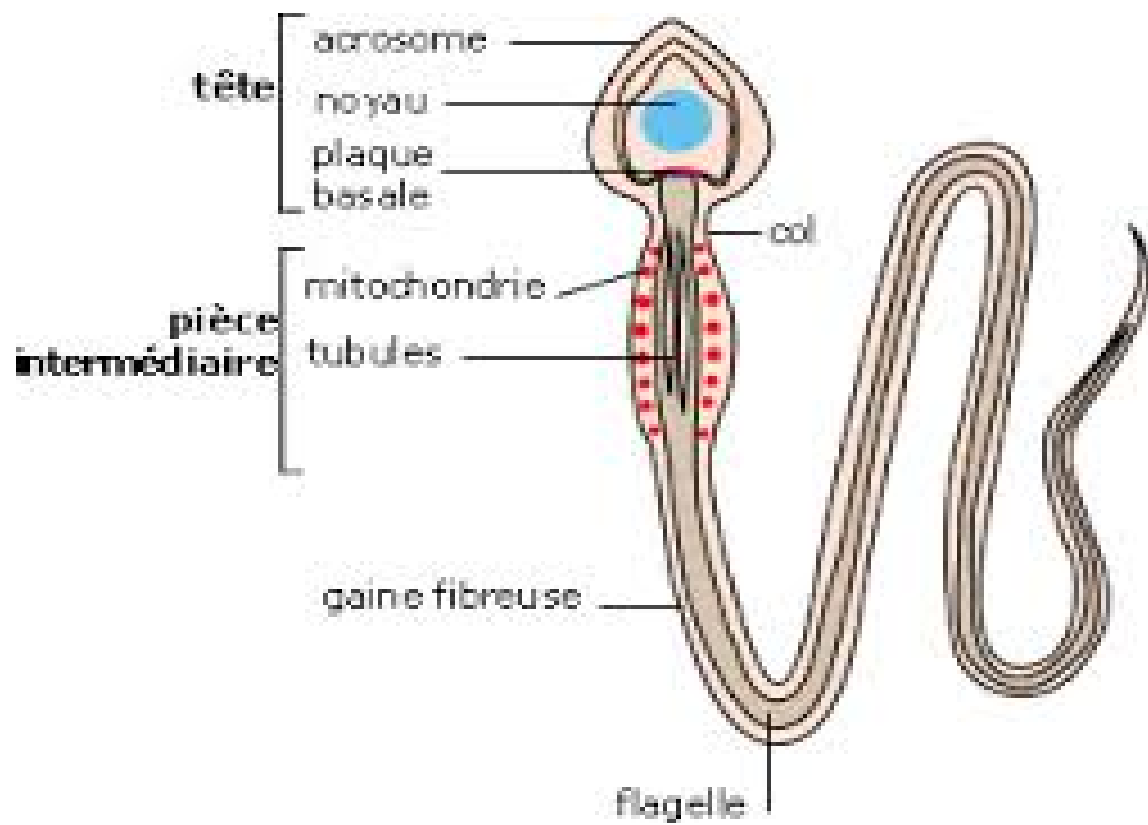
Dans les organes génitaux mâles des mammifères nous trouvons des tubes séminifères et entre ceux-ci on trouve des cellules interstitielles qui secrètent les hormones mâles ou androgènes. Elles jouent ainsi le rôle de glandes. Chez l'homme la testostérone est l'hormone la plus importante. Les hormones tout en dirigeant l'organisation des caractères sexuels secondaires : mue, barbe, virilité etc...., Interviennent dans la formation des spermatozoïdes au sein des tubes séminifères. Arrivée au terme de son accroissement la cellule germinale mâle prend le nom de spermatocyte de premier ordre. Cette cellule subit alors les deux cinèses de maturation pour donner naissance à quatre cellules semblables appelées spermatides possédant chacune n chromosomes. La transformation des spermatides en spermatozoïdes n'implique que des modifications cytoplasmiques.

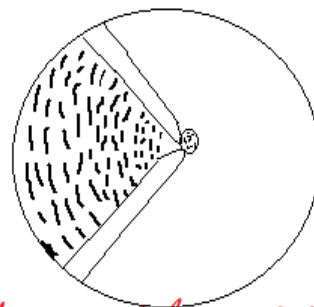
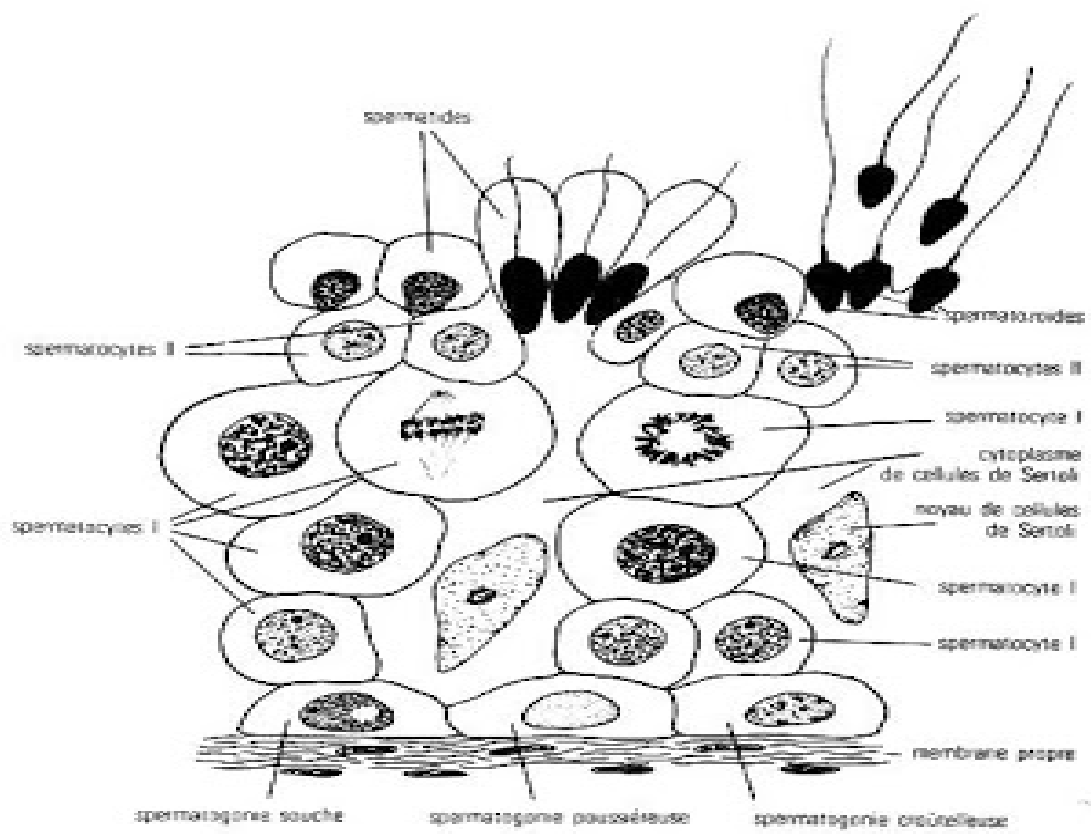
Le spermatozoïde est une cellule flagellée dans laquelle on peut distinguer :

1/la tête : renfermant le noyau

2/la pièce intermédiaire : masse cytoplasmique renfermant des mitochondries ainsi que des dérivées des centrosomes.

3/la queue ou flagelle : qui est l'organe locomotion





coupe dans un tube seminifère

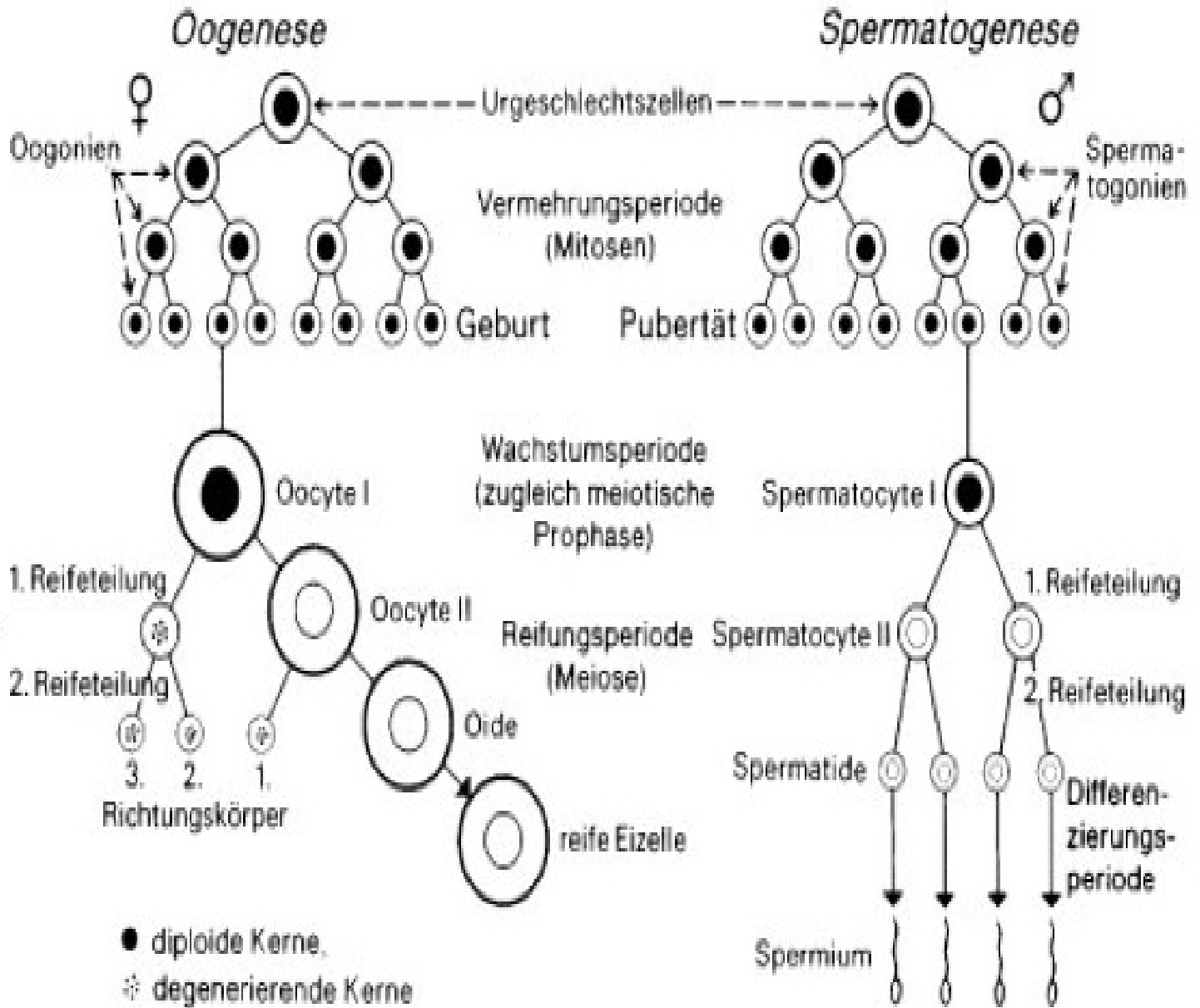
12. L'ovogénèse

La cellule germinale femelle, après la période d'accroissement, prend le nom de : ovocyte de premier ordre : elle entre alors dans une période de grand accroissement rapide et intense, caractérisée par une abondante synthèse de réserves. Généralement la surcharge de réserves est maximale à un pôle de la cellule « pôle végétatif » et minimale au pôle opposé « pôle animale ». Le noyau occupe une position excentrique plus proche du « pôle animale » que du « pôle végétatif ».

* L'ovocyte du premier ordre, parvenu au terme de son grand accroissement se divise selon le mode réductionnel en un « ovocyte de second ordre » et en une petite cellule appelée premier « globule polaire »

*ensuite, l'ovocyte de second ordre se divise suivant le mode normal et donne un ovule et un second globule polaire.

NB : Seul l'ovule qui contient presque tout le cytoplasme de l'ovocyte et un noyau à n chromosomes est capable de se développer ultérieurement.



Formation des gamètes

13. Comparaison des gamètes

La plupart du temps les gamètes mâles et femelles sont différents, on dit qu'il y a **hétérogamie**.

Les gamètes mâles sont doués d'une grande mobilité.

Le rapport des volumes du noyau et du cytoplasme est grand (N /C).

Chez les animaux, la forme du spermatozoïde est variable suivant l'espèce envisagée.

Il n'y a aucune relation entre la taille des spermatozoïdes et celle des animaux EX : Il est de 40 μ m chez la baleine et de 125 μ m chez la souris.

Pour une même espèce, les ovules sont souvent plus grand que les spermatozoïdes, leur noyau occupe peu de place dans un cytoplasme chargé de vitellus .Ils sont peu mobiles.

II. La fécondation

La fécondation est appelée à jouer dans la vie du gamète femelle un double rôle :

- 1- il faut tirer l'ovule de son état d'inertie et rétablir les échanges entre la cellule et son milieu extérieur : c'est **l'activation**.
- 2- il faut rétablir la formule chromosomique normale $2n$ de l'espèce : c'est **la caryogamie**.

1. L'activation

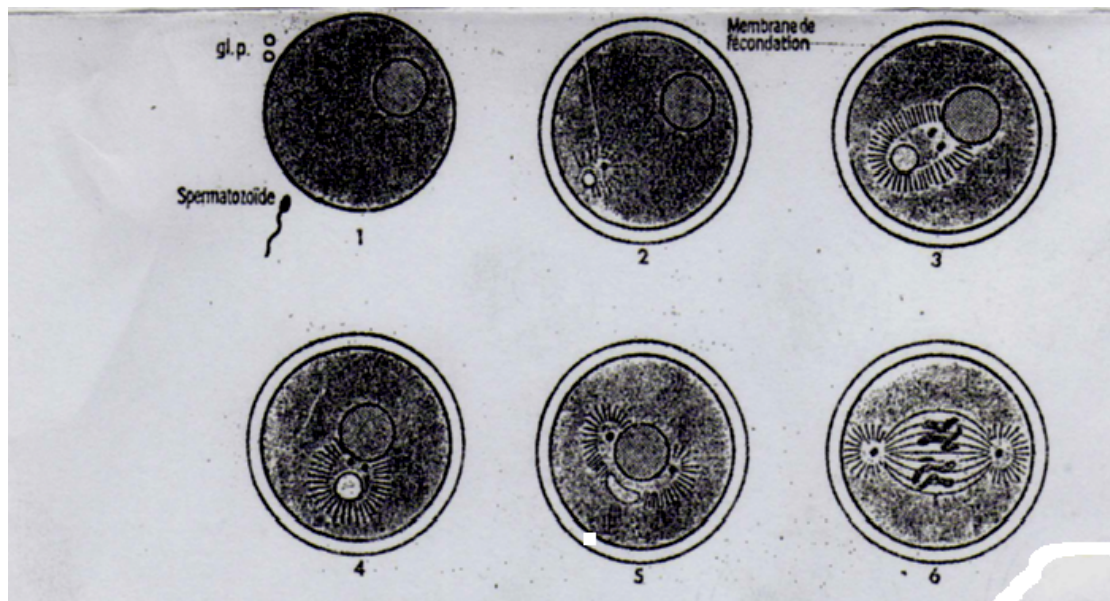
- la pénétration du spermatozoïde s'effectue en un point quelconque de l'ovule. Dès le contact du gamète mâle il apparaît autour de l'œuf la membrane de fécondation qu'il faut considérer comme le résultat de l'expulsion par l'œuf de substances de déchets.
- on remarque aussi une augmentation brusque des échanges respiratoires ainsi qu'une augmentation de la perméabilité à l'eau et aux substances minérales et organiques.
- la pénétration d'un premier spermatozoïde modifie les propriétés de la membrane cytoplasmique qui devient inapte à réagir à un nouveau gamète mâle.
- dans le cas d'œufs de très grande taille (oiseaux, poissons) l'onde négativité met un certain temps pour recouvrir toute la surface de l'ovule et d'autres spermatozoïdes peuvent mettre ce délai à profit pour pénétrer à l'intérieur du gamète femelle. Dans ce cas un seul des spermatozoïdes sera appelé à jouer le rôle du gamète fécondant.

2. La caryogamie

Le spermatozoïde pénètre totalement ou en partie dans l'ovule puis directement s'entoure d'une formation atérienne importante. Les noyaux mâle et femelle s'accrochent fusionnent pour former le noyau de fécondation de formule chromosomique $2n$: **La cellule œuf est constituée.**

Rapidement l'aster se dédouble, la membrane nucléaire disparaît et il se forme un fuseau sur lequel viennent se placer les chromosomes maternels et paternels. C'est le début du développement d'un nouvel individu.

Donc dans toute cellule issue de l'œuf, chacun des couples de chromosomes sera formé d'un chromosome paternel et d'un chromosome maternel.



Etapes de la fécondation

- 1- Pénétration d'un spermatozoïde
- 2- 3-4-déplacement des deux noyaux
- 5- fusion des noyaux mâle et femelle
- 6- première division de l'œuf fécondé

Entre l'œuf et l'animal adulte se passent plusieurs étapes :

-D'abord les divisions cellulaires et les différenciations en feuillets, puis en tissus bien organisés : c'est **l'embryogénie**.

-ensuite la croissance de l'animal est assurée par une simple augmentation de taille ou est accompagnée par des transformations plus profondes des organes que sont : **les métamorphoses**.

-la croissance de l'animal dépend des hormones sexuelles. Elle est augmentée par la thyroxine provenant de la thyroïde et l'hormone somatotropes de l'hypophyse.

-Les mues des insectes sont sous la dépendance des hormones spécifiques.

-chez les grenouilles les métamorphoses sont arrêtées par l'absence de la thyroxine.

III. L'embryogénie animale

Après la fécondation l'œuf subit une série de transformations aboutissant à la forme spécifique parfaite.

Ce développement comprend plusieurs stades généraux :

-l'œuf subit d'abord une intense **multiplication** cellulaire par voie de mitoses successives. Ensuite rapidement le germe traverse une période de **croissance** caractérisée par une active synthèse de substances vivantes qui se fait au début aux dépens des réserves accumulées par l'ovule. Puis dès que l'embryon est capable de s'alimenter à partir de substances empruntées du milieu extérieur. Les nombreuses cellules issues de l'œuf doivent alors s'organiser. Il s'édifie ainsi chez tous les métazoaires sauf les plus inférieurs des **feuilletés embryonnaires** point de départ de tous les organes de l'être adulte. Finalement les cellules de l'embryon vont insensiblement se **différencier** les unes des autres.

Les processus généraux peuvent être illustrés par l'étude du développement de l'œuf d'un invertébrés très simple ; d'un procordé : **l'amphioxus**.

3. Le développement de l'œuf d'un procordé : l'amphioxus

Introduction

L'amphioxus est un animal marin fusiforme d'environ 8cm de long. Il possède une peau transparente cet animal a un axe rigide interne ou chorde ; constitué de cellules turgescentes empilées les unes derrière les autres. Son embryologie a beaucoup de points communs avec celle des vertébrés.



11. La segmentation

L'œuf fécondé subit une série importante de division successive sans changer pour ainsi de volume. Ce phénomène aboutit à la formation d'un nombre élevé de cellule renfermant chacune ; une portion de cytoplasme de la cellule œuf et un noyau provenant de la division du noyau de fécondation.

❖ **Morula**

- Le premier plan de segmentation est un plan méridien qui divise l'œuf en deux cellules embryonnaires ou **blastomères** parfaitement égales
- Le deuxième plan est également un plan méridien, mais il est perpendiculaire au premier.
- Le troisième plan, est perpendiculaire aux deux précédents est un plan équatorial. A ce moment l'œuf compte huit blastomères égaux.
- à partir de cet instant les divisions se poursuivent par alternance de plans méridiens et des plans équatoriaux. La première ébauche embryonnaire formée ressemble à une mure, d'où son nom de morula.

❖ **Blastula**

- Chaque blastomère acquiert un flagelle à sa face externe la blastula se dégage de la coque de l'œuf et nage librement dans l'eau de mer.
- La segmentation de l'amphioxus est totale et sensiblement égale. En effet l'œuf se divise dans toute sa masse pour donner des blastomères de tailles à peu près identiques
- Lorsque l'œuf se divise dans sa totalité, mais produit des blastomères inégaux la segmentation est dite : totale et inégale.
- Dans le cas des œufs volumineux surchargées de vitellus, cas des poissons, reptiles et oiseaux, seule une partie de l'œuf se clive (se divise) en blastomère, le reste surchargé de réserves demeure indivis (ne se divise pas) ; la segmentation est alors dite : partielle.
- Dans tous les cas on retrouve le stade blastula, caractérisé par des blastomères disposés en une seule lame.

➤ **Conclusion**

La segmentation a donc pour effet de morceler l'œuf en parcelles de plus en plus petites, sans que la moindre différenciation se soit manifestée entre ces parties.

❖ **La gastrulation et la formation des feuilletts**

○ **La gastrula**

Le stade gastrula se caractérise par la formation de deux feuilletts, l'un externe appelé : l'ectoderme, l'autre interne appelé : l'endoderme. En même temps des mouvements de blastomères très importants se déroulent. La partie postérieure s'enfonce peu à peu dans la cavité de segmentation et forme un petit cul de sac : l'intestin embryonnaire ou archentéron, l'ouverture étant : le blastopore.

○ **Le Mésoderme**

L'archentéron ensuite subit deux évaginations qui s'enfoncent dans la cavité et finissent par s'isoler sous la forme de deux vésicules cœlomiques, constituant l'ébauche du : mésoderme les cavités de ces vésicules donneront la cavité générale ou cœlome dans la quelle apparaîtra les principaux organes internes de l'adulte.

○ A ce moment l'embryon est un gastrula à 03 feuilletts :

✚ Un feuillet externe : l'ectoderme.

✚ Un feuillet interne : l'endoderme

✚ Un feuillet intermédiaire constituant les parois du coelome : le mésoderme.

○ **La plaque Neurale**

Tandis que l'ensemble de l'ectoderme devient l'épiderme, un petit groupe de cellules ectodermiques situées en avant de la lèvre dorsale du blastopore se multiplie en formant une plaque cellulaire qui s'allonge vers l'avant sur le dos de l'embryon dans le plan de symétrie : c'est la plaque neurale, ébauche du tube nerveux

La lèvre ventrale du blastopore s'accroît rapidement ; ferme le blastopore et recouvre la plaque Neurale.

La plaque Neurale s'enroule et forme le tube nerveux

La corde dorsale s'isole de l'intestin.

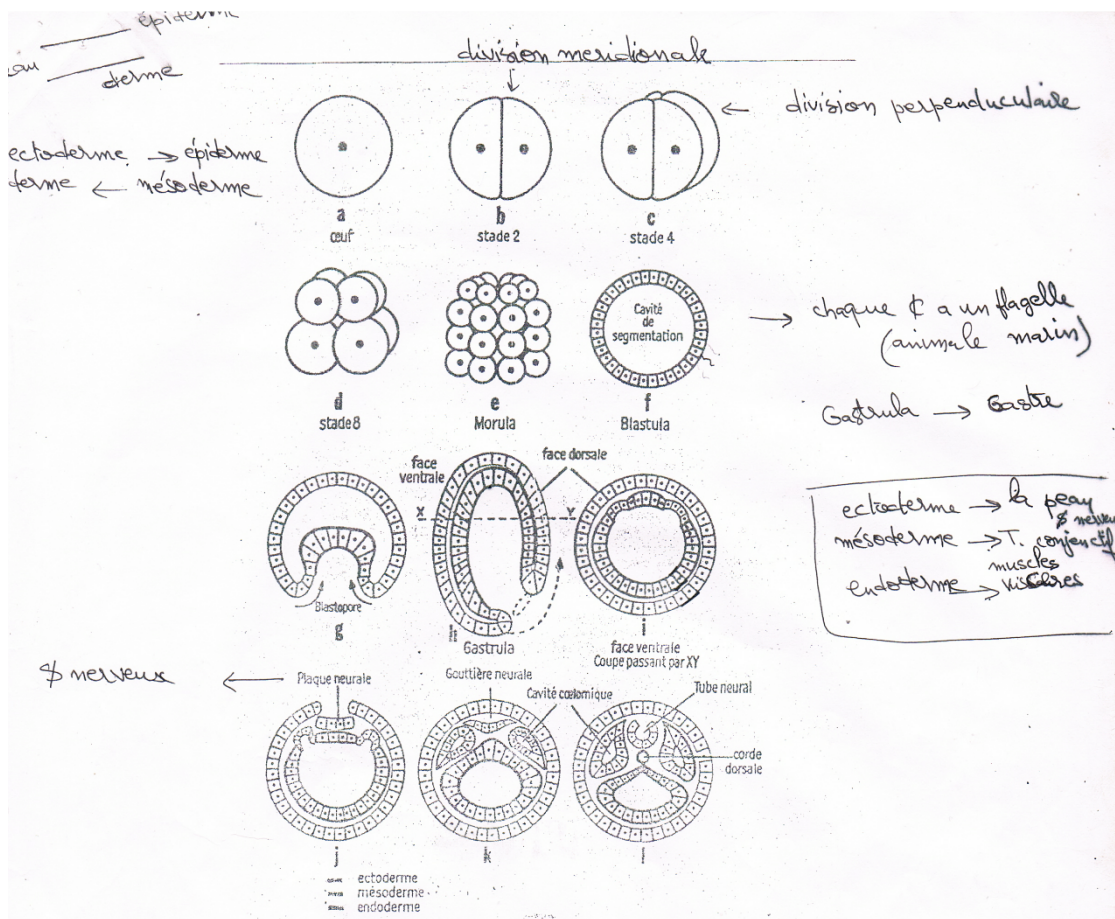


Fig. 148 Développement d'un œuf d'Amphioxus.

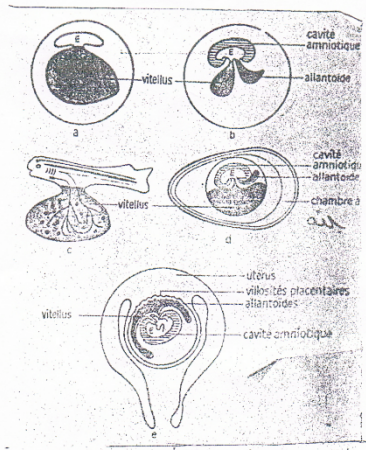


Fig. 22 Développement embryonnaire des Vertébrés: a) œuf d'Amphioxus, b) œuf d'Amphioxus, c) larve du poisson, d) œuf d'Homme, e) Mammifère (Homme), E: embryon.

amniotes → oiseaux
 → mammifères
 → reptiles
 amniotes ←
 - poisson } anamniotes
 - Amphibien }
 ovipare → œuf

vertébré aérien ovipare = oiseaux

❖ la destinée des feuilletts

Les trois feuilletts embryonnaires évoluent ensuite en donnant toujours les mêmes organes.

1-l'ectoderme : reste le tissu de recouvrement, mais il donne aussi naissance aux glandes cutanées et au système nerveux.

2- l'endoderme : Il est à l'origine du tube digestif et de ses glandes annexes (foie, pancréas) c'est également lui qui chez les vertébrés aériens, donnera les poumons.

3- le mésoderme : fournit les éléments du squelette les muscles le sang et les tissus conjonctifs ainsi que les organes excréteurs.

Il convient de remarquer que beaucoup d'organes ont une origine mixte. La peau nous en fournit un exemple simple son épiderme lui confère une origine ectodermique tandis que par son derme elle est d'origine mésodermique.

4. le développement embryonnaire des vertèbres

Introduction

Dans les diverses classes de vertèbre, le développement de l'œuf plus au moins riche en vitellus et peut se développer dans l'air dans l'eau ou dans les voies génitales de l'organisme maternel. Ces conditions physiologiques particulières vont nécessairement entraîner des modifications dans les premiers stades de développement de l'embryon et provoquer la formation d'organes transitoires ou annexes embryonnaires constituées par des cellules qui proviennent de la segmentation de la cellule œuf. Ces annexes ne jouent aucun rôle dans l'édification de l'embryon et ne peuvent donner que des éléments extra embryonnaires.

21. Les annexes embryonnaires

211. La vésicule ombilicale

C'est la première des annexes embryonnaire des vertébrés et la seule qui existe chez les poissons. L'œuf des poissons riche en vitellus a une segmentation partielle les blastomères forment à la surface de l'œuf un disque embryonnaire ou **blastoderme** Ce derme s'étend et recouvre complètement le vitellus. En même temps l'embryon se forme dans la région centrale du blastoderme. Il se trouve caché à la surface de la masse vitelline qui enveloppée dans des feuillets extra embryonnaires, forme la vésicule ombilicale. Les vaisseaux vitellins ramifiés à la surface de la vésicule appartient à l'embryon les produits alimentaires.

La consommation des réserves vitellines entraîne une résorption progressive de la vésicule ombilicale.

212. L'amnios et l'allantoïde

Chez les vertébrés aériens **ovipares** (reptiles, oiseaux) les œufs sont plus isolés du milieu extérieur que les œufs des poissons en effet l'œuf aérien est incapable de puiser dans le milieu ambiant l'eau et les substances minérales nécessaires à son bon développement il est au contraire exposé à subir une perte d'eau par dessiccation. De plus l'accumulation des déchets produit par l'embryon en évolution menace dangereusement d'intoxication en réponse à cette nécessité physiologique, deux annexes embryonnaires : l'amnios et l'allantoïde viennent de s'ajouter à la vésicule ombilicale.

❖ Formation de l'amnios et de l'allantoïde chez le poulet

Pour comprendre, l'origine et la formation de ces annexes, on peut suivre l'embryologie du poulet.

L'œuf contient beaucoup de lécithine et la division est partielle.

L'embryon se développe au-dessus du vitellus.

Les premières phases de ce développement ont des points communs avec celles de l'amphioxus. Nous pouvons comparer les figures pour constater cette analogie. Mais chez le poulet des replis de l'ectoderme s'avancent vers la face dorsale de l'embryon. Ils sont suivis par le mésoderme et l'endoderme. Dorsalement les replis ectodermiques et mésodermiques se rejoignent et forment une cavité entourée d'ectoderme, celui-ci sécrète le liquide amniotique. L'amnios est ainsi constitué.

Du côté ventral l'ectoderme, le mésoderme et l'endoderme se rejoignent sous le vitellus. La vésicule ombilicale est élaborée.

L'amnios recouvre progressivement l'embryon de la tête à la queue et finit par l'enfermer dans la cavité amniotique. Cette annexe constitue une protection pour l'embryon. En effet, elle amortit les chocs qu'il pourrait avoir à subir et le met à l'abri de la dessiccation.

Suite aux deux fonctions dorsale et ventrale il s'est formé une membrane ectodermique doublée de mésoderme autour de l'ensemble.

Le mésoderme creux est un cœlome externe à l'embryon, c'est pourquoi il s'appelle extra-embryonnaire.

Chez le poulet, dès le quatrième jour d'incubation, une expansion de l'intestin se fait hernie à l'extérieur. Cette vésicule grandit et prend toujours plus de volume à mesure que la réduction du jaune et du blanc lui laisse plus de place c'est l'allantoïde.

❖ **Rôle de l'allantoïde**

L'allantoïde est appelé à remplir dans la vie du fœtus des fonctions essentielles.

-C'est un organe respiratoire. Sa paroi est en contact direct avec la coquille. Or cette dernière est poreuse et la paroi allantoïdienne est parcourue par un réseau sanguin très ramifié, ce qui permettra au sang de s'hématoser aisément à la périphérie de l'œuf (la poule retourne ses œufs pour faciliter l'aération de toutes les parties).

-Il joue aussi le rôle d'excrétion. C'est dans la cavité allantoïdienne qui est rejetée sous forme cristallisée, l'urine de l'embryon. Chez les reptiles le reste de la cavité allantoïdienne donnera après l'éclosion la vessie urinaire de l'adulte.

213. Le placenta

❖ **Mammifères en général**

Chez tous les mammifères supérieurs, les échanges physiologiques, c'est-à-dire les échanges qui assurent la nutrition, la respiration et l'excrétion, s'effectuent entre le sang du fœtus et le sang maternel à travers une annexe embryonnaire appelée placenta. Cet élément nouveau permet à un œuf petit et pauvre en vitellus d'accomplir son développement jusqu'à un stade très avancé. Le placenta se forme au dépend de la membrane la plus externe de l'embryon qui forme des villosités parcourues par de nombreuses ramifications de vaisseaux allantoïdiens. Les villosités placentaires sont en liaison étroite avec la muqueuse utérine maternelle. Entre le sang maternel et le sang fœtal, il n'y a jamais contact direct, seuls les échanges qui peuvent s'effectuer entre eux à travers les tissus placentaires.

Le placenta sert à l'alimentation de l'embryon qui ne possède aucune réserve. Il sert également d'organe respiratoire. Le sang fœtal conduit par les artères ombilicales s'hématose au contact du sang maternel.

Enfin le placenta remplit le rôle d'organe excréteur en fournissant au fœtus la possibilité de rejeter les déchets produits par son développement progressif dans le sang maternel à travers le placenta.

❖ **Embryologie humaine**

L'œuf fécondé par le spermatozoïde reste immobile pendant vingt-quatre heures. A trois jours il subit cinq mitoses, il y a trente-deux cellules qui forment un amas de la taille d'un point. Les multiplications et les différenciations cellulaires se succèdent. Avant le milieu de la troisième semaine, l'ovule primitif a produit trois couches tout à fait différentes de cellules, l'ectoderme, l'endoderme et le mésoderme. A dix jours on pourrait prendre l'embryon à une étoile de mer et à vingt-six jours pour un poulet. A la fin du troisième mois, le fœtus (7,5 cm de longueur) possède pratiquement jusqu'au moindre détail de sa structure fondamentale. Il reste dans l'utérus pour s'accroître.

Voici quelques étapes :

A quatre semaines, sa longueur est de 5mm et son poids est de quelques mg. Il est entouré de l'amnios et possède encore un sac vitellin gonflé. Les bras sont simplement esquissés ainsi que l'ébauche de la colonne vertébrale. Les yeux, le nez et les oreilles sont très proches du cou.

*A cinq semaines, il existe des ébauches palmées des mains.

*A six semaines, la ressemblance avec l'être humain est nulle.

*A sept semaines, les doigts poussent et se modèlent.

*A dix-huit semaines, les doigts et les mains sont parfaits, dès lors s'y forment.

*A trois mois, les oreilles ont leur place définitive.

*A quatre mois, différenciation sexuelle externe.

*A six mois le pavillon de l'oreille est nettement conforme.

La respiration pulmonaire débute à la naissance. Il y a un changement complet dans la circulation sanguine.

NB : En fonction de l'absence ou la présence de l'amnios lors du développement d'un vertébré, on classe dans les amniotes : les reptiles, les oiseaux et les mammifères et en anamniotes : les poissons et les batraciens.