

**Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique**  
**Université de Jijel**  
**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie**  
**Département des Sciences de l'Environnement et des Sciences Agricoles**  
**(1ère année Agronomie)**  
**Cours de Biologie Animale 2**  
**Embryologie**  
**Dr. Bendaali Y.**

**Contenu:**

I. Généralités

II. Gamétogenèse

III. Les étapes de développement embryonnaire

-Fécondation

-Segmentation

-Gastrulation

-Neurulation : devenir des feuilletts

-Organogenèse

IV. Délimitation — annexes des oiseaux

VI. Particularités de l'embryologie humaine - Cycle, nidation, évolution annexes, placenta

## I. Généralités

La reproduction est une propriété fondamentale des êtres vivants qui permet la **continuité de la vie** par la formation de nouveaux individus. On distingue principalement **deux modes de reproduction** : la reproduction sexuée et la reproduction asexuée.

La reproduction sexuée repose sur l'union de deux gamètes haploïdes (n) : le **spermatozoïde** mâle et l'**ovule** femelle.

- ❖ Chez les **espèces gonochoriques**, les sexes sont séparés en individus mâles et femelles. Le sexe est déterminé génétiquement par les chromosomes sexuels :
  - Chez les **mammifères** : le mâle est **hétérogamétique (XY)** et la femelle **homogamétique (XX)**.
  - Chez les **oiseaux** : le mâle **homogamétique (ZZ)** et la femelle est **hétérogamétique (ZW)** .
- ❖ Chez les **espèces hermaphrodites**, un même individu possède les fonctions mâle et femelle. On distingue :
  - ❖ Les **hermaphrodites simultanés**, capables de produire en même temps des gamètes mâles et femelles (ex. ver de terre, escargot).
  - Les **hermaphrodites successifs**, où la production des gamètes se fait successivement (protérandrie ou protérogynie), observée chez certains **mollusques**.

La **reproduction asexuée** permet la formation de nouveaux individus à partir d'un **seul parent, sans fécondation**. Les descendants sont **génétiquement identiques** au parent. Ce mode est fréquent chez **les bactéries** et **les organismes unicellulaires** (division binaire), mais existe aussi chez certains organismes pluricellulaires.

- La **parthénogenèse** est un cas particulier de reproduction asexuée où un nouvel organisme se développe à partir d'un **ovocyte non fécondé**.

Le terme "**embryologie**" signifie l'étude de la formation et du développement des êtres vivants **pluricellulaires**, résultant de la **reproduction sexuée** de leurs parents.

## II. Gamétogenèse

Les **gamètes** proviennent des **cellules germinales primordiales (CGP)**. Celles-ci apparaissent au niveau de l'**épiblaste** durant la **2<sup>e</sup> semaine** du développement embryonnaire, migrent vers la **paroi du sac vitellin**, puis rejoignent les **gonades en développement** à partir de la **4<sup>e</sup> semaine**.

La **gamétogenèse** correspond à la différenciation des cellules germinales en gamètes :

- Le **spermatozoïde**, petit et mobile (gamète mâle),
- L'ovule, volumineux et immobile (gamète femelle).

La formation des gamètes se déroule dans les gonades :

- Testicules pour la spermatogenèse
- Ovaires pour l'ovogenèse.

Chez les animaux, la gamétogenèse suit globalement **trois phases successives** :

### 1) Phase de multiplication :

Les CGP diploïdes se divisent par **mitoses**, donnant des **gonies** :

- **Spermatogonies** chez le mâle,
- **Ovogonies** chez la femelle.

### 2) Phase d'accroissement :

Les gonies cessent de se diviser et **augmentent de volume** par accumulation de réserves (vitellogenèse), surtout chez la femelle.

Elles deviennent des **auxocytes primaires** :

- **Spermatocytes I**
- **Ovocytes I**

Ces cellules entrent en **prophase de la première division méiotique** et répliquent leur ADN.

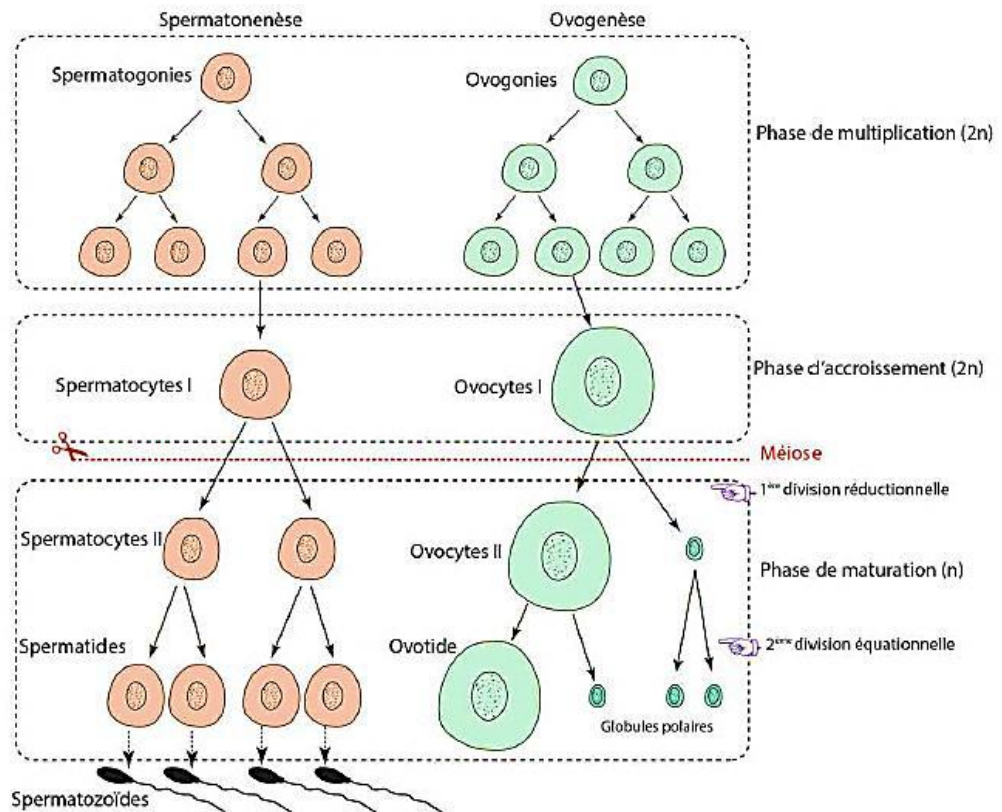
### 3) Phase de maturation : (à partir de la puberté)

Les **auxocytes I** subissent une **méiose en deux divisions** :

- La **1<sup>re</sup> division méiotique (réductionnelle)** donne des cellules **haploïdes** : ovocytes II ou spermatocytes II,
- La **2<sup>e</sup> division méiotique (équationnelle)** aboutit à la formation des **ovotides** ou des **spermatides**.

Au terme de la méiose :

- Un **ovocyte I** donne généralement **un seul ovule fonctionnel**,
- Un **spermatocyte I** donne **quatre spermatozoïdes**.



**Figure 1 : Schéma représentant les différentes étapes de la gamétogenèse.**

## 1. La spermatogenèse

La spermatogenèse est le processus de formation des spermatozoïdes. Elle se déroule dans les tubes séminifères du testicule, débute à la **puberté** sous l'action des hormones hypophysaires et constitue un processus continu et non cyclique, contrairement à l'ovogenèse.

### □ Organisation du testicule

Les testicules sont des organes pairs situés dans le scrotum, entourés par la tunique albuginée. Des cloisons fibreuses les divisent en lobules contenant des tubes séminifères, qui convergent vers le rete testis.

**Le testicule comprend deux compartiments :**

#### 1. Compartiment interstitiel

Peu volumineux, il contient surtout les cellules de Leydig, responsables de la sécrétion de la testostérone, ainsi que des vaisseaux, des nerfs et des cellules de soutien.

#### 2. Compartiment tubulaire

Siège de la spermatogenèse, il est formé des tubes séminifères tapissés par un épithélium comprenant des cellules péri-tubulaires, des cellules de Sertoli (soutien et barrière hémato-testiculaire) et des cellules germinales à l'origine des spermatozoïdes.

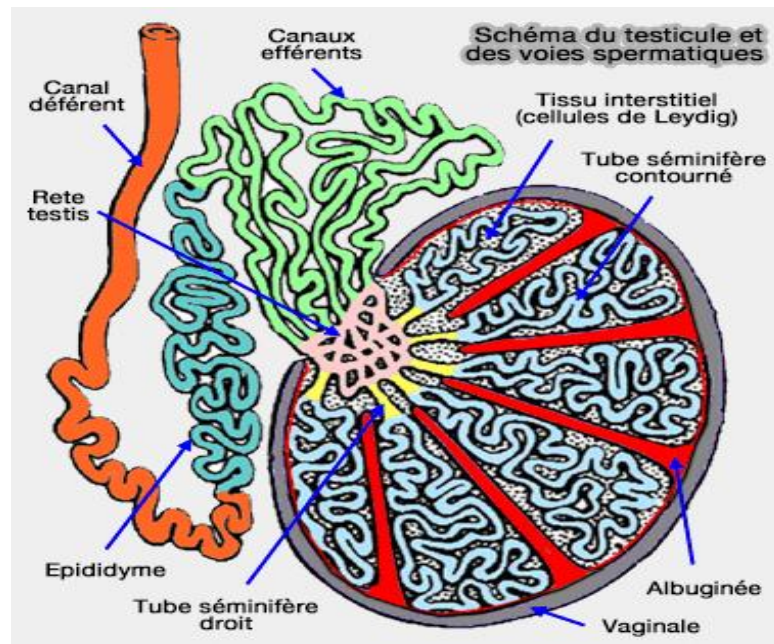
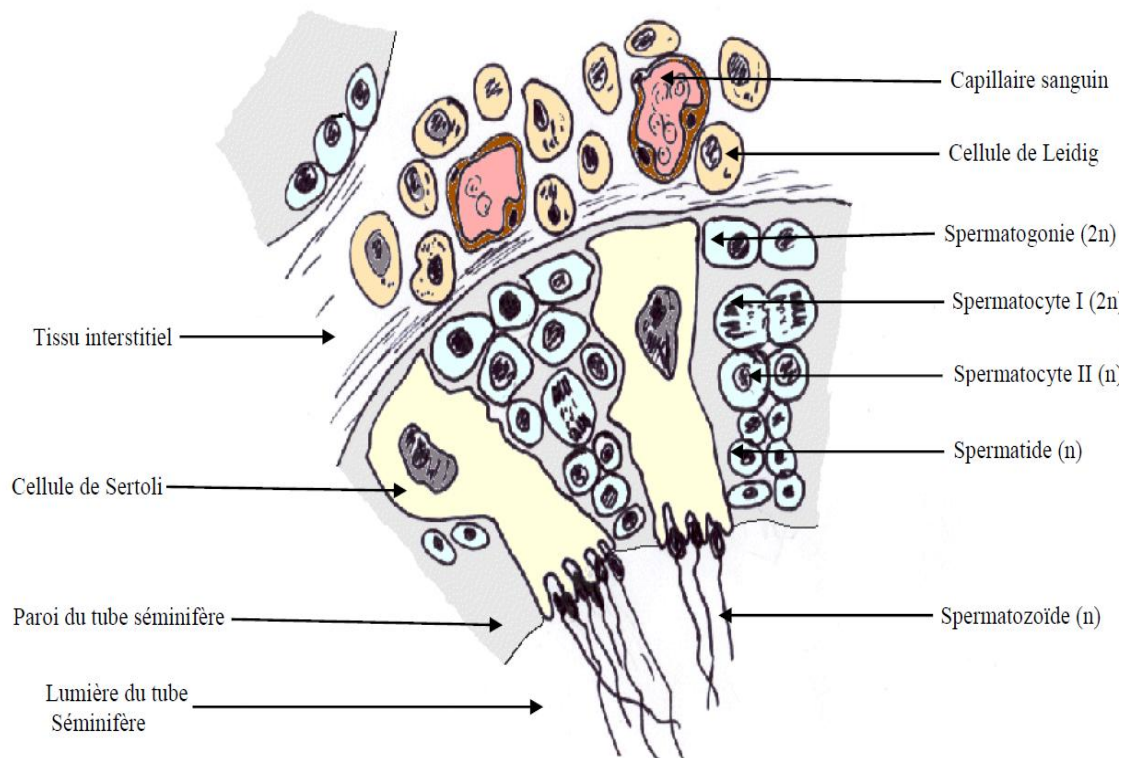


Figure 2 : Schéma représentant la structure de la testicule

#### ❑ Différenciation des cellules germinales

- Les spermatogonies (cellules diploïdes) situées sur la membrane basale se différencient en spermatocytes I.
- Les spermatocytes I subissent la 1<sup>re</sup> division méiotique pour donner des spermatocytes II haploïdes.
- La 2<sup>e</sup> division méiotique produit les spermatides, cellules immatures non capables de se diviser.



**Figure 3 : Schéma représentant la structure d'un tube séminifère de Mammifère**

❑ **Spermiogenèse** : Transformation des **spermatides** en **spermatozoïdes matures**.

Phases principales :

- Condensation du noyau
- Formation de l'**acrosome** (riche en enzymes de fécondation)
- Formation du **flagelle** et réduction du cytoplasme avec organisation des mitochondries dans la pièce intermédiaire.

❑ **Cycle spermatogénique** : durée totale de la transformation de la spermatogonie au spermatozoïde mature.

❑ **Spermiation** : libération des spermatozoïdes dans la lumière des tubes séminifères.

❑ **Structure du spermatozoïde**

Le spermatozoïde comprend :

- Une **tête**, contenant le noyau et l'acrosome,
- Une **pièce intermédiaire**, riche en mitochondries assurant l'énergie,
- Une **queue**, responsable de la mobilité grâce au flagelle.

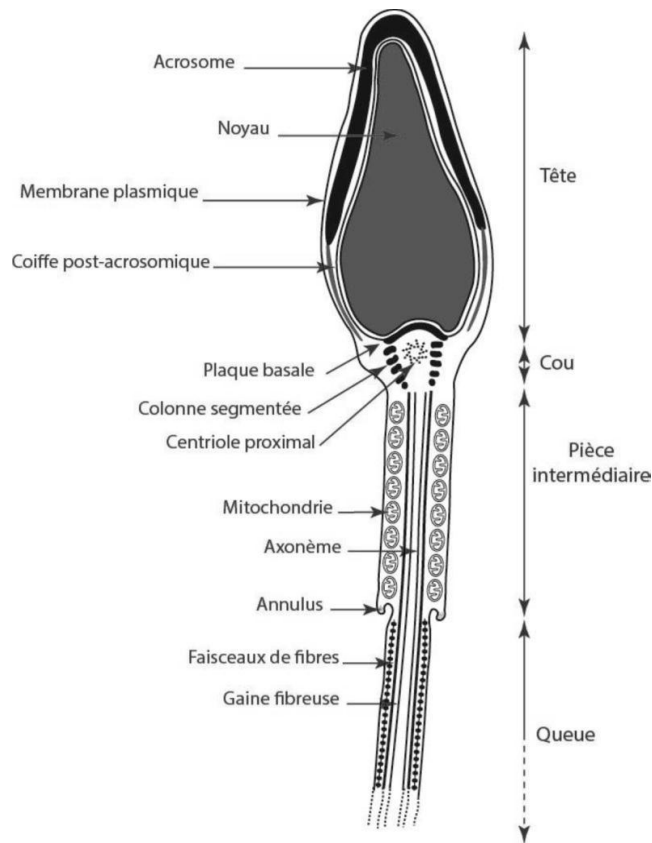


Figure 4 : Structure d'un spermatozoïde de mammifère.

### ❑ La capacitation

La capacitation est un ensemble de modifications subies par le spermatozoïde dans les voies génitales femelles, lui permettant de reconnaître la zone pellucide et de réaliser la réaction acrosomique indispensable à la fécondation.

## 2. L'ovogenèse

L'ovogenèse est l'ensemble des processus qui transforment une **cellule germinale diploïde (ovogonie)** en une **cellule reproductrice femelle apte à être fécondée : l'ovocyte**. Contrairement à la spermatogenèse, l'ovogenèse est un processus **discontinu, cyclique et limité dans le temps**.

### ❑ Étapes de l'ovogenèse

#### a) Période embryonnaire

L'ovogenèse débute dans l'ovaire de l'embryon femelle. Les cellules germinales se différencient en **ovogonies** qui se multiplient pour atteindre environ **7 millions**. Certaines ovogonies entrent en phase d'accroissement et deviennent des **ovocytes I**, bloqués en **prophase I de la méiose**. Ils s'entourent de cellules folliculeuses et forment les **follicules primordiaux**.

b) **Période prénatale :**

La majorité des ovogonies dégénère ; il reste environ **500 000 follicules primordiaux** par ovaire.

c) **À la naissance :**

Tous les ovocytes sont bloqués en **prophase I**. Une grande partie dégénère durant l'enfance. Environ **50 000 à 70 000 ovocytes** restent en réserve jusqu'à la puberté.

d) **À partir de la puberté :**

Certains follicules primordiaux entrent en **folliculogénèse**, processus de maturation folliculaire pouvant conduire à l'ovulation ou à l'atrésie.

□ **Folliculogénèse**

Les différents stades de la folliculogénèse sont :

**1. Follicule primordial**

- Constitué d'un **ovocyte I** bloqué en **prophase I de la méiose**.
- L'ovocyte est entouré d'une **seule couche de cellules folliculeuses aplaties**.
- Ce stade est présent dès la **vie embryonnaire** et représente la **réserve ovarienne**.

**2. Follicule primaire**

- L'**ovocyte I** **augmente de taille**.
- Les cellules folliculeuses deviennent **cubiques** et se multiplient.
- Apparition de la **zone pellucide**, enveloppe glycoprotéique entourant l'ovocyte.
- Le follicule entre dans une phase de **croissance active**.

**3. Follicule secondaire**

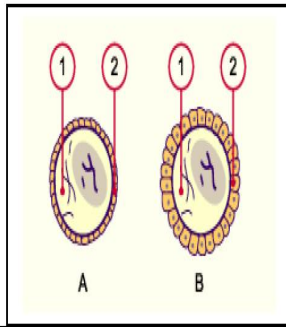
- Les cellules folliculeuses se multiplient davantage et forment la **granulosa**.
- Différenciation de la **thèque interne** (fonction endocrine) et de la **thèque externe** (rôle de soutien).
- L'ovocyte est toujours un **ovocyte I**, entouré de la zone pellucide bien développée.

**4. Follicule tertiaire (follicule cavitaire)**

- Apparition d'une **cavité folliculaire (antrum)** remplie de liquide folliculaire.
- L'ovocyte est repoussé vers la périphérie et entouré par le **cumulus oophorus**.
- Le follicule présente une **activité hormonale importante**.

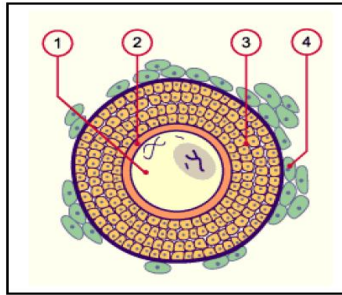
**5. Follicule mûr (Follicule de De Graaf)**

- L'**antrum** devient **très volumineux**.
- L'ovocyte est entouré de la **zone pellucide** et de la **corona radiata**.
- L'ovocyte I achève la **première division de méiose** et devient un **ovocyte II**, bloqué en **métaphase II**.
- Le follicule est prêt pour l'**ovulation**, qui a lieu généralement vers le **14<sup>e</sup> jour du cycle**.



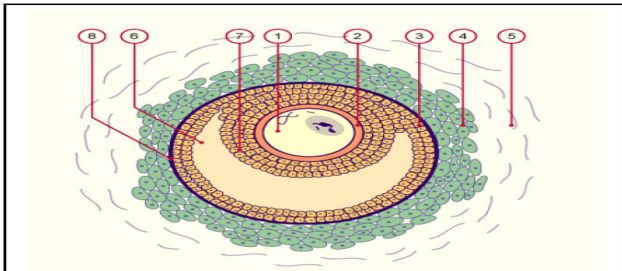
Follicule primordial B Follicule primaire

1 Ovocyte/ovule 2 Epithélium folliculaire



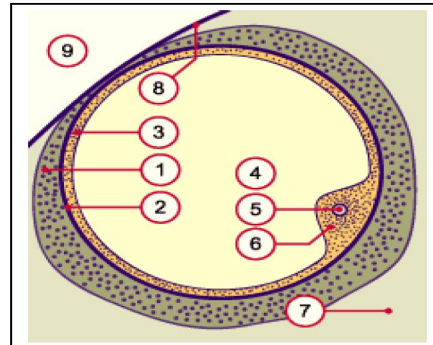
Follicule secondaire

1 Ovocyte/ovule  
2 Zone pellucide  
3 Granulosa  
4 Thèque du follicule



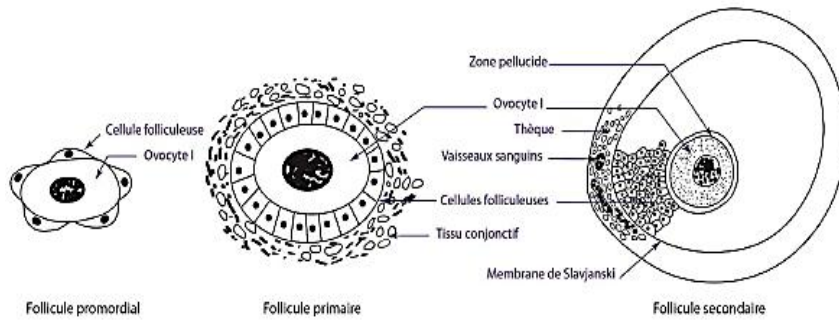
Follicule cavitaire :

1 Ovocyte/ovule 2 Zone pellucide 3 granulosa  
4 Thèque interne 5 Thèque externe 6 Cavité folliculaire  
7 Cumulus oophorus (disque proligère)  
8 Membrane basale entre thèque et granulosa



Follicule mur (de De Graaf)

1 Thèque interne et externe 2 Membrane basale entre la thèque et la granulosa 3 Granulosa 4 cavité et liquide folliculaire  
5 Ovocyte primaire 6 Cumulus oophorus 7 Tissu ovarien  
8 Albuginée de l'ovaire 9 Cavité abdominale



Follicule primordial

Follicule primaire

Follicule secondaire

Figure 5 : Croissance d'un follicule ovarien de mammifères.

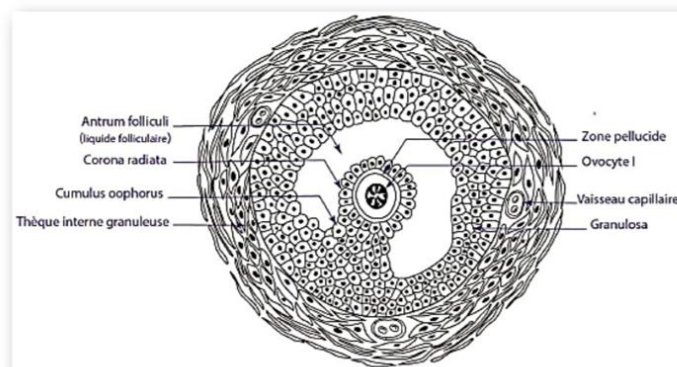


Figure 6 : Structure d'un follicule de mammifères

### □ La vitellogenèse

Pendant la deuxième phase de l'ovogenèse, la phase **d'accroissement**, l'augmentation de la taille de l'ovocyte repose d'une part sur la **synthèse intracellulaire**, d'autre part sur le **stockage de réserves vitellines** synthétisées **hors de l'ovaire**.

Le **vitellus** est organisé en inclusions, les **plaquettes vitellines**, formées de deux types de protéines : la **phosvitine**, protéine hautement phosphorylée, et le **lipovitelline**, contenant une forte proportion de lipides liés. Ces deux protéines sont dérivées d'un précurseur commun, la **vitellogénine**. Le vitellus contient aussi des **réserves lipidiques** et **glycogéniques**.

Les protéines et les phosphoprotéines du vitellus sont synthétisées dans le **corps gras** (ou foie maternel). Elles sont transportées par l'**hémolymphe** (ou circulation sanguine), et sont intégrées à l'ovocyte par **endocytose** et stockées dans l'ovocyte sous forme de **granules vitellins** (ou **plaquettes vitellines**).

### 3. La différence entre la spermatogenèse et l'ovogenèse

Critère	Spermatogenèse	Ovogenèse
Gamète formé	Spermatozoïde	Ovule
Lieu	Testicules (tubes séminifères)	Ovaires
Début	À la puberté	Vie embryonnaire
Durée du processus	Courte et continue	Longue et discontinue
Période de multiplication	Puberté → sénescence	Limitée à la vie fœtale
Phase d'accroissement	Faible	Très importante (vitellus)
Méiose	Complète et continue	Interrompue (prophase I, métaphase II)
Résultat de la méiose	1 spermatocyte I → 4 spermatozoïdes	1 ovocyte I → 1 ovule + globules polaires
Caractère du gamète	Petit, mobile	Gros, immobile
Rythme de production	Permanent	Cyclique
Rendement	Élevé	Faible

### III. Les étapes de développement embryonnaire

Le développement embryonnaire comprend plusieurs étapes, notamment la fécondation, la segmentation, la gastrulation, neurulation et l'organogenèse. Ces processus garantissent la formation d'un organisme fonctionnel à partir d'une seule cellule

- 1. Fécondation :** La fusion de l'ovule et du spermatozoïde pour former le zygote.
- 2. Segmentation :** Le zygote subit une série de divisions cellulaires rapides, créant un blastocyste.
- 3. Gastrulation :** Formation des trois feuillets embryonnaires : ectoderme, mésoderme et endoderme, qui donneront naissance aux différents organes et tissus.
- 4. Neurulation :** Formation du tube neural à partir de l'ectoderme, qui donnera naissance au système nerveux central.
- 5. Organogenèse :** Formation et différenciation des organes et des systèmes d'organes à partir des trois feuillets embryonnaires.

#### 1. Fécondation

##### 1.1 Définition

La fécondation est le résultat de la fusion d'un spermatozoïde avec un ovule, suivie de la fusion des noyaux de ces deux gamètes ou **amphimixie**. Il se forme ainsi un oeuf fécondé ou : **zygote**.

L'amphimixie (ou caryogamie) après l'activation du métabolisme du gamète femelle.

Chez les espèces à fécondation externe (ex. Oursin), un peptide de 14 acides aminés, le **résact**, sécrété par la gangue gélatineuse de l'oeuf est responsable de l'attraction des spermatozoïdes (chimiotactisme).

Chez les animaux à fécondation interne, le mécanisme d'attraction des spermatozoïdes vers les ovules est mal connu.

##### 1.2 Les étapes de la fécondation

###### A. Reconnaissance et adhérence des gamètes

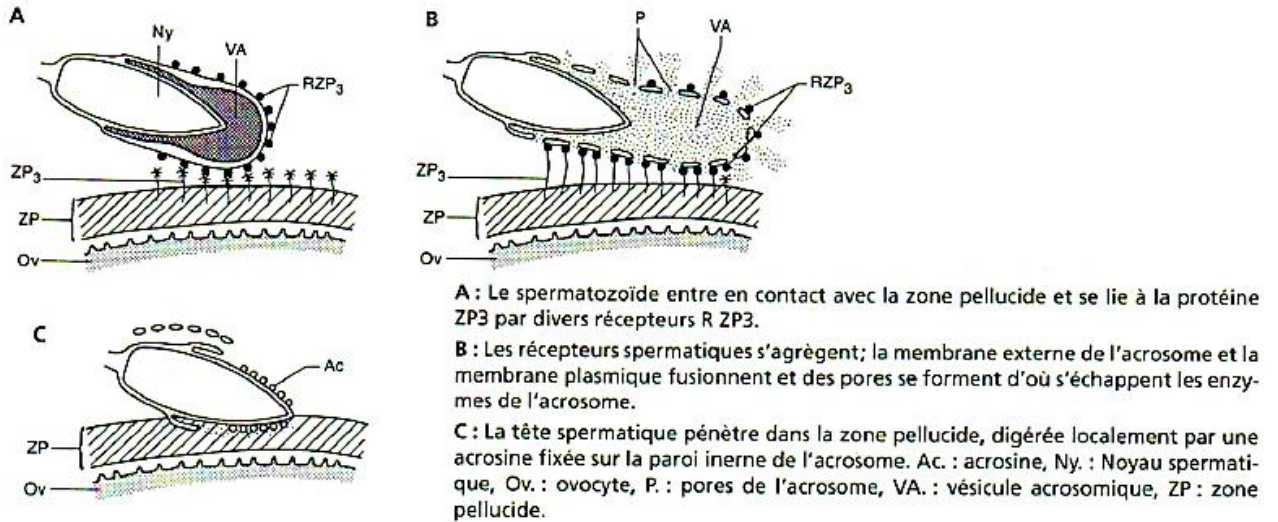
Chez la souris, l'interaction **spermatozoïde - zone pellucide** est de type **ligand-récepteur**. Les glycoprotéines de la zone pellucide (**ZP1, ZP2, ZP3**) interagissent spécifiquement avec les protéines de la membrane plasmique du spermatozoïde. Dans un premier temps, la fixation spécifique du spermatozoïde s'effectue au niveau de **ZP3**.

###### B. Réaction acrosomique

Les liaisons entre **ZP3** et les protéines transmembranaires provoquent la libération de  $\text{Ca}^{++}$  intracellulaire, ce qui favorise alors indirectement des fusions entre la membrane externe de l'acrosome et la membrane plasmique de la tête spermatique. Ceci entraîne la formation de pores membranaires par lesquels sont libérées les enzymes protéolytiques

contenues dans l'acrosome (Hyaluronidase, neuraminidase, acrosine,...), ce qui digère localement la zone de contact avec le spermatozoïde.

La digestion locale de la zone pellucide permet d'aider la pénétration de ce dernier, celle-ci s'effectue principalement par des mouvements mécaniques. La fixation de la tête spermatisque à la zone pellucide est alors assurée par un second type de liaison s'établissant entre **ZP2** et un récepteur porté par la membrane interne de l'acrosome.



**Figure 7 : Réaction acrosomique au cours de la fécondation chez un mammifère.**

### C.Fusion des membranes plasmiques et réaction corticale

Chez les Mammifères, les **fertilines**, protéines de la **membrane interne** de l'acrosome se lient aux **intégrines** de la membrane de l'ovocyte et sont directement impliquées dans le processus de fusion.

La fusion a lieu entre la **membrane latérale** du spermatozoïde et celle des **villosités** de l'ovocyte. Le cytoplasme ovocytaire entoure le noyau spermatisque qui pénètre tangentiellment dans l'ovocyte.

Au moment de la fusion des membranes se produit simultanément la formation de la **membrane de fécondation**. Les granules corticaux d'origine golgienne localisées sous la membrane ovocytaire se fusionnent avec lui et libèrent leurs contenus (riche en protéases et des protéoglycannes) entre la membrane plasmique et l'enveloppe vitelline (ou la zone pellucide chez les mammifères).

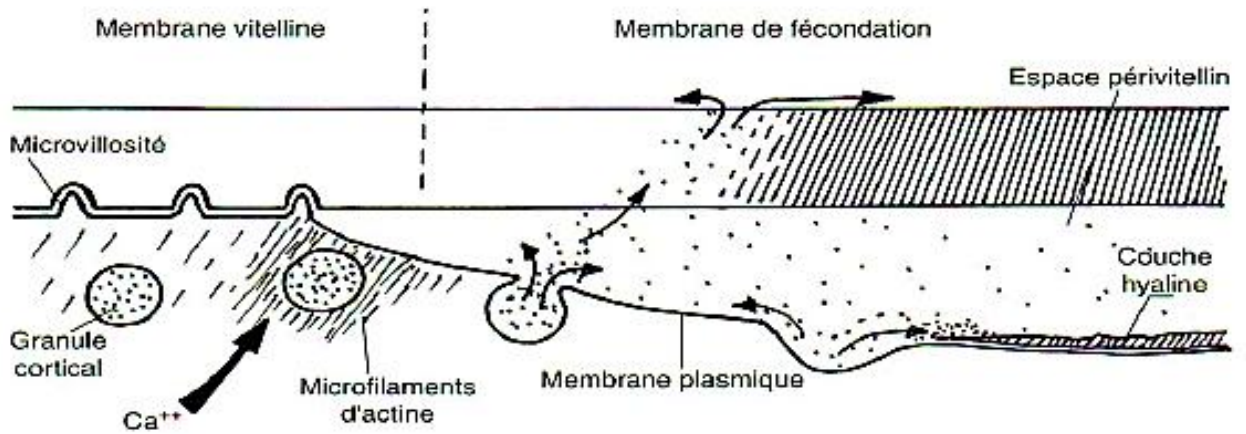


Figure 8 : Formation d'une membrane de fécondation.

#### D. Fusion des noyaux, ou amphimixie

Dans les oeufs sans vitellus (Oursins ou des Mammifères), les deux noyaux migrent vers le centre de l'oeuf. Dans les oeufs riches en vitellus (oiseaux, reptiles, insectes) la fusion des noyaux se fait au centre de l'aire de cytoplasme actif, au pôle animal.

Les deux noyaux fusionnent avec formation d'une enveloppe nucléaire unique. Les chromosomes paternels et maternels s'individualisent à nouveau, ils s'apparient et s'organisent à l'équateur du fuseau achromatique au moment de la première division de segmentation.

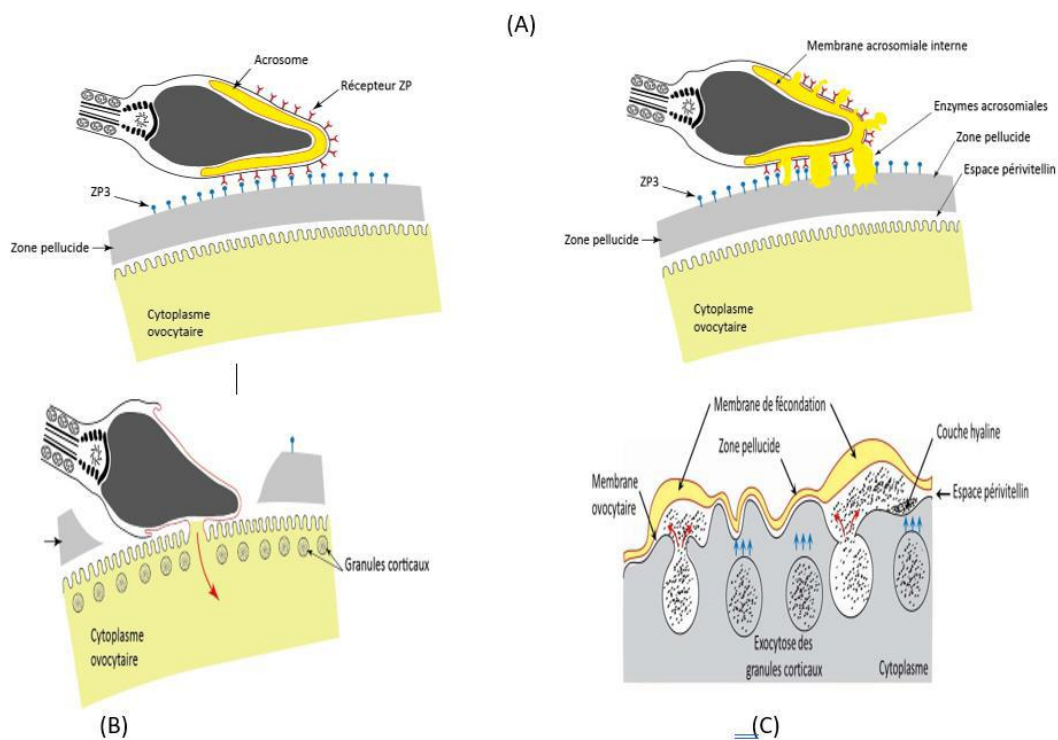


Figure 9 : Les étapes de la fécondation

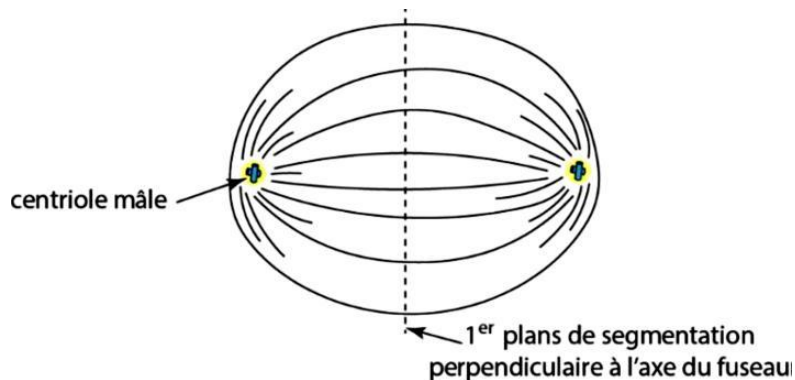
## 2. La segmentation

L'embryon qui se segmente est **une blastula**. Elle est le siège d'une activité mitotique intense pour former un organisme multicellulaire sans accroissement de volume par rapport à l'oeuf. Au sein de la blastula apparaît une cavité de segmentation ou **blastocèle** (ou **blastocoele**), remplie de fluide. La segmentation est le résultat de deux processus coordonnés :

- ❖ **La caryocinèse** : division mitotique du noyau, dont l'agent mécanique est le fuseau mitotique avec ses microtubules composés de tubuline.
- ❖ **La cytokinèse** : division de la cellule entière, dont l'agent mécanique est l'anneau contractile de microfilaments composés d'actine.

Les plans de segmentations du zygote sont affectés par **plusieurs facteurs** :

- **Le point d'entrée du spermatozoïde dans l'oeuf** : Le premier plan de clivage est spécifié par le point d'entrée du spermatozoïde dans l'oeuf. Le centriole mâle agit comme centre organisateur et il a une influence directe sur le premier plan de segmentation du zygote (les asters du fuseau mitotique déterminent le plan de division cellulaire).
- **Les facteurs cytoplasmiques de l'oeuf** peuvent influencer le fuseau mitotique.
- **La quantité et la répartition du vitellus dans le cytoplasme** : Les divisions sont rapides au pôle animal pauvre en vitellus, qu'au pôle végétatif riche en vitellus. Ainsi on distingue plusieurs types d'œufs.



**Figure 10:** Le premier plan de segmentation de l'oeuf par rapport à l'axe du fuseau.

### 2.1. Les différents types des oeufs

**La nature des oeufs détermine le type de segmentation** : le mode de segmentation est fonction de la quantité et la répartition des réserves en vitellus que l'oeuf. On distingue ainsi plusieurs types d'oeufs :

a) **Les oeufs alécithes** (du grec, lecithos = jaune d'oeuf et a = sans) sans réserves vitellines (Mammifères supérieurs). A la fin de la segmentation aboutit à la formation d'une **coeloblastula** : composée d'une seule couche de cellules qui entourent le blastocoele.

b) **Les oeufs oligolécithes** (du grec, lecithos = jaune d'oeuf et oligos = peu), ce type d'oeuf contient de très faibles réserves vitellines (Oursins). La segmentation aboutit à la formation d'une **coeloblastula**

c) **Les oeufs hétérolécithes** (du grec, lecithos = jaune d'oeuf et heteros = inégal, moyen), possèdent un vitellus moyennement abondant à distribution hétérogène situé au

pôle végétatif, le noyau est excentré au pôle animal. Cette quantité de vitellus n'empêche pas une segmentation totale (Amphibiens, Annélides, nombreux mollusques). Ce type d'oeufs aboutit à la formation d'une **Sterroblastula (ou stéréoblastula)** : c'est une blastula sans blastocoele. Elle se compose de grandes, mais peu de, blastomères disposées de manière compacte sans ou avec un très peu de blastocoele.

d) **Les oeufs télolécithes** (du grec, lecithos = jaune d'oeuf et telos = entier), possèdent un vitellus abondant à distribution homogène, formant une masse compacte : le noyau se trouve dans une portion réduite du cytoplasme (Oiseaux et Reptiles, nombreux Poissons, Mollusques Céphalopodes). Ce type d'oeuf aboutit à la formation d'une **Discoblastula** : c'est une blastula avec un blastocoele, formée par une coiffe peu étendue de blastocytes, appelée blastodisque, sur une masse de vitellus.

e) **Les oeufs centrolécithes** (du grec, lecithos = jaune d'oeuf et centros = extrémité) propres aux Insectes, possèdent un vitellus abondant en position centrale et un cytoplasme périphérique dépourvu de vitellus (cortex ou périplasma). Ce type aboutit à la formation d'une **Périblastula** : à blastoderme d'abord syncytial (tous les noyaux sont contenus dans un même cytoplasme) puis cellulaire.

Certains auteurs utilisent les termes :

- **Isolécithes** qui regroupe les oeufs alécithes et oligolécithes.
- **Mésolécithes** qui correspond aux hétérolécithes.

## 2.2. Les types de segmentation

Les types de segmentation sont conditionnés par la quantité et la distribution du vitellus dans le cytoplasme du zygote. On distingue deux types de segmentation :

- La segmentation totale ou holoblastique** (du grec holos = complet)
- La segmentation partielle ou méroblastique** (du grec meros = partie).

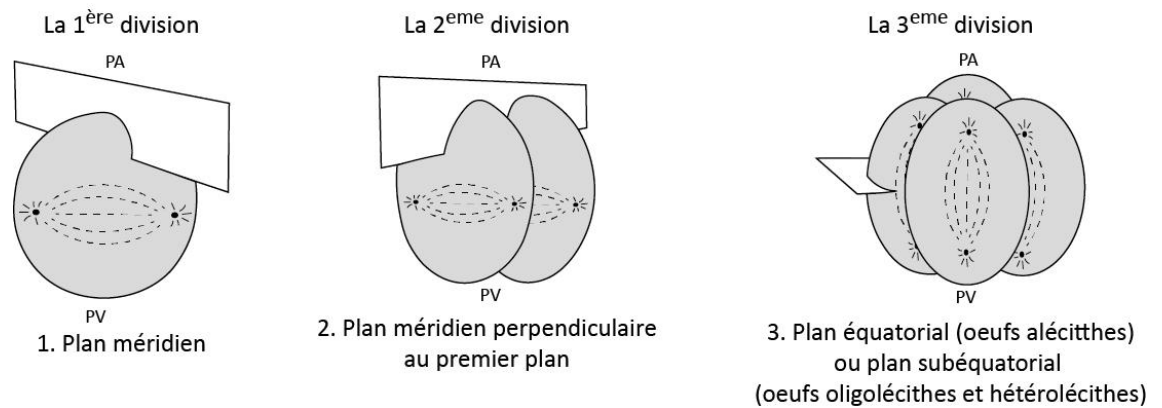
**2.2.1. La segmentation totale ou holoblastique** (oeufs alécithes, oligolécithes et hétérolécithes)

➤ Selon la taille des blastomères on distingue :

A) **La segmentation totale égale** : donne des blastomères de même taille à la fin de la segmentation. Exemple : le synapte (Echinoderme) qui possède un oeuf alécithe.

B) **La segmentation totale inégale** : les blastomères de l'hémisphère végétatif ou **macromères** sont plus volumineux car plus chargés en vitellus ; ceux de l'hémisphère animal sont des **micromères**. Exemple : les Amphibiens.

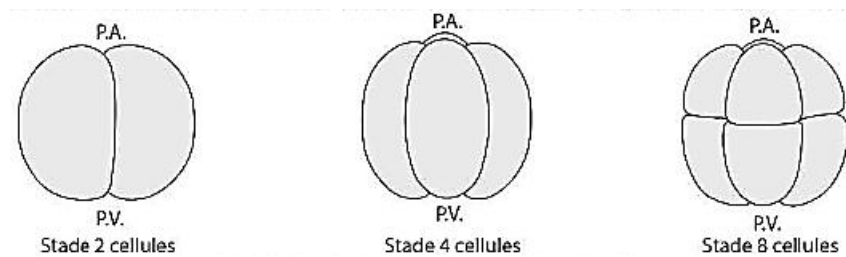
Les deux premiers plans de segmentation passent par les pôles animal et végétatif, et sont perpendiculaires entre eux ; le troisième plan, horizontal, délimite les blastomères des hémisphères animal et végétatif.



**Figure 11 : Les différents plans de segmentation de l'oeuf.**

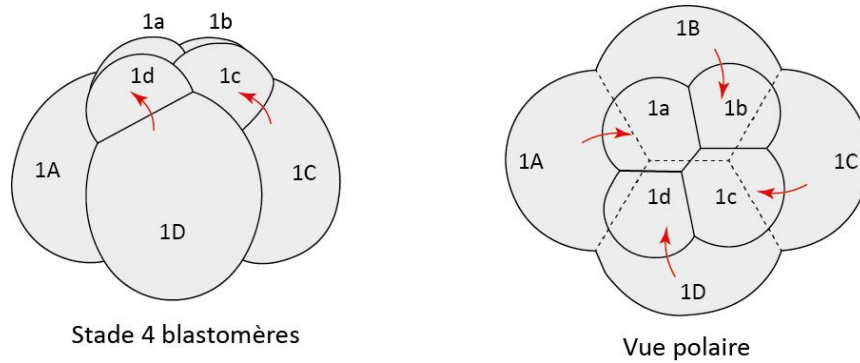
➤ Selon la **disposition des blastomères fils**, on distingue :

A) **La segmentation radiaire** : (Ex. : Amphibiens, Oursin) le premier sillon de segmentation est **méridien**, il passe directement au travers des pôles animal et végétatif et donne deux blastomères égaux. Le deuxième sillon est méridien perpendiculaire au premier et donne quatre blastomères égaux. Le troisième plan de segmentation est équatorial et divise l'embryon en huit blastomères égaux situés exactement les uns au-dessus des autres.



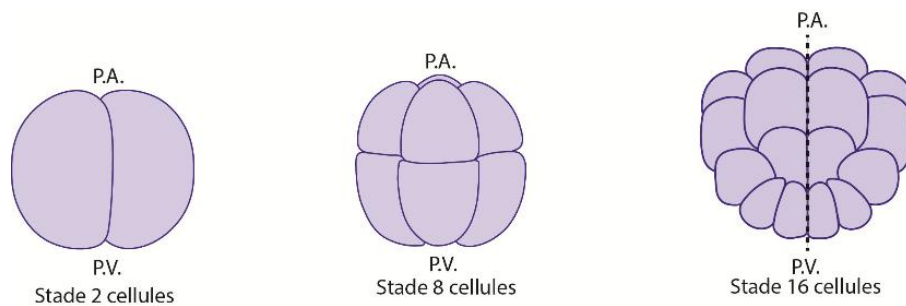
**Figure 12: La segmentation radiaire.**

b) **Segmentation spirale** : (Ex. annélides, plathelminthes, nombreux mollusques). Les deux premières divisions sont à peu près méridionales et égales. Pour chaque division suivante, le plan de segmentation est oblique à l'axe animal-végétatif et perpendiculaire au plan de segmentation précédent. Chaque blastomère produit un micromère dans l'hémisphère animal et un macromère dans l'hémisphère végétatif. Durant ce type de segmentation spirale les blastomères-fils se décalent par rotation dans le sens des aiguilles d'une montre (spirale dextre) ou anti-horaire (spirale senestre).



**Figure 13 : La segmentation spirale**

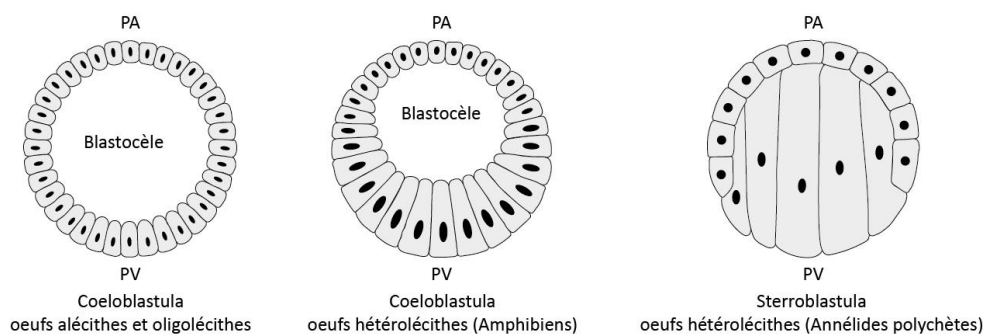
c) **Segmentation bilatérale** : (Ex ; ascidies) Ce type de segmentation donne des blastomères symétriques par rapport au plan de symétrie bilatéral (gauche droit), défini dès par la première division méridienne. La deuxième division méridienne ne passe pas par le centre de l'oeuf et produit deux grands blastomères antérieurs (A et a) et deux plus petits blastomères postérieurs (B et b).



**Figure14 : La segmentation bilatérale.**

e) **Segmentation rotationnelle** : (mammifères placentaires). La première division est méridienne et égale. Durant la seconde division l'un des deux blastomères se divise selon un plan méridien, l'autre se divise selon un plan équatorial. C'est le clivage rotationnel.

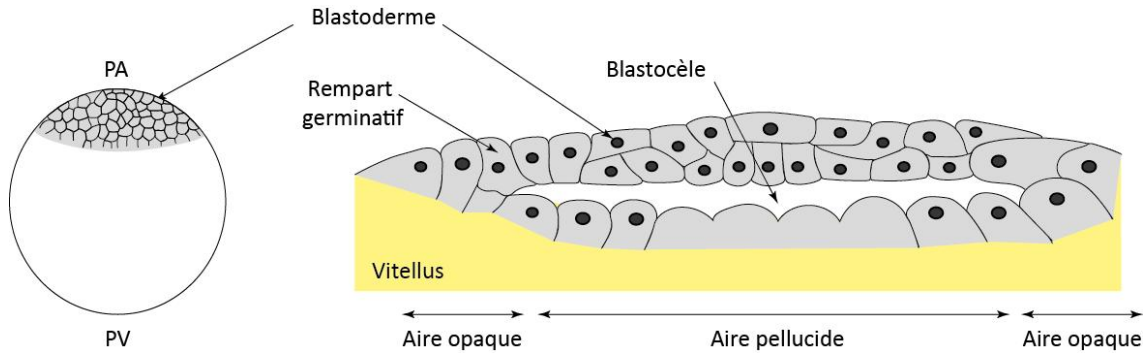
La segmentation des oeufs alcécithes et oligolécithes aboutit à la formation d'un type de blastula dite coeloblastula. Les oeufs hétérolécithes donnent deux types de blastulas ; une coeloblastula chez les amphibiens, et une sterroblastula chez les annélides polychètes.



**Figure 15: Différents types de blastulas**

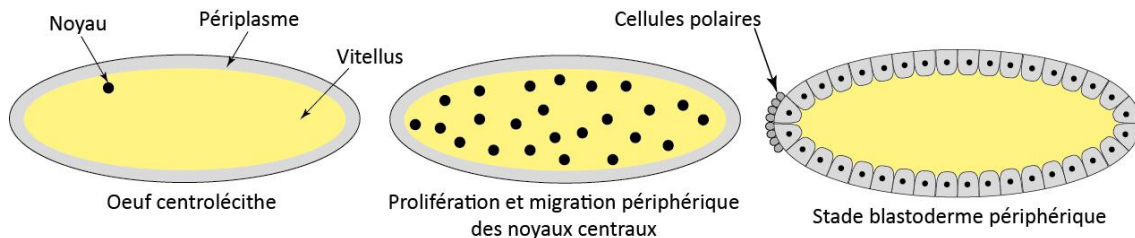
### 2.2.2. La segmentation partielle ou méroblastique (oeufs télolécithes, centrolécithes).

Ce type de segmentation se trouve chez les oeufs télolécithes et les oeufs centrolécithes. Dans les oeufs télolécithes des oiseaux, la segmentation n'intéresse qu'une partie du cytoplasme dépourvu de vitellus, contenant le noyau de fécondation et situé au niveau du pôle animal. La segmentation est de type discoïdale et aboutit à une blastula, dite discoblastula, constituée d'un feuillet cellulaire séparé du vitellus par le blastocèle.



**Figure 16 : La segmentation discoïdale.**

Dans les oeufs centrolécithes des insectes, le noyau de fécondation se trouve au centre de l'œuf au début de la segmentation. Il se divise un certain nombre de fois avant que les noyaux fils migrent vers le cytoplasme périphérique dépourvu de vitellus (périplasma). Il se forme ainsi un blastoderme syncytial. La membrane plasmique de l'ovocyte s'invagine et entoure les noyaux pour former le blastoderme cellulaire. Ce type de segmentation est dite superficielle ou encore périphérique qui aboutit à la formation d'une blastula dite pérblastula qui ne contient pas de blastocèle.



**Figure 17 : La segmentation périphérique.**