

Université Abderrahmane Mira de Bejaia  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département TCSN (Campus El Kseur)

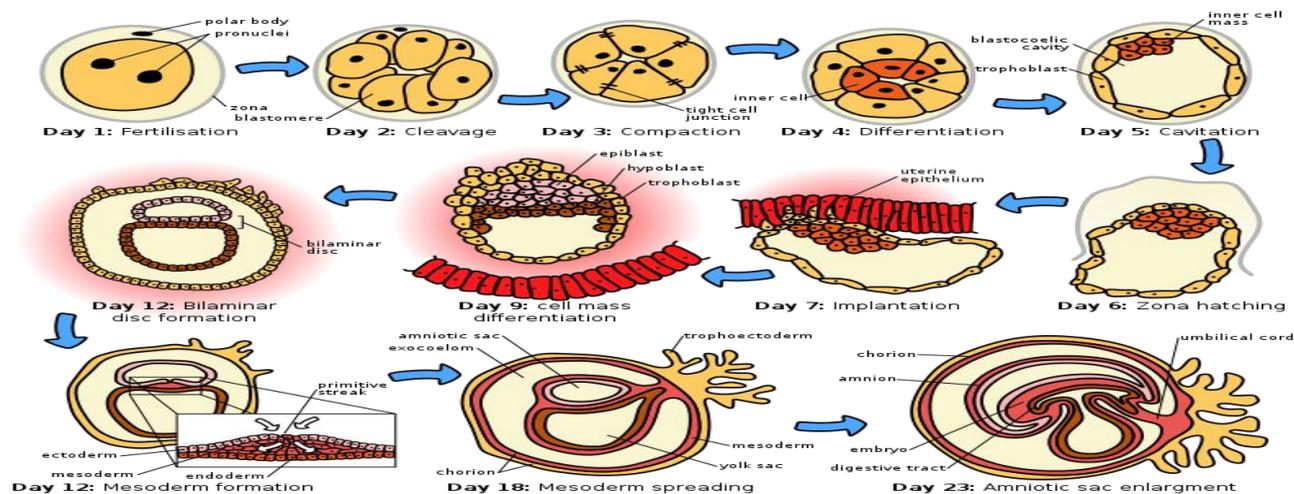
# Cours de Biologie Animale

Année universitaire 2023/2024

Mme ICHALAL K.

# III. EMBRYOGENÈSE

L'embryogenèse désigne le processus de **développement de l'embryon**. Il s'agit de la première étape de la grossesse, qui commence par la **fécondation de l'ovocyte** par un **spermatozoïde** jusqu'à la quatrième semaine du développement.



# Fécondation

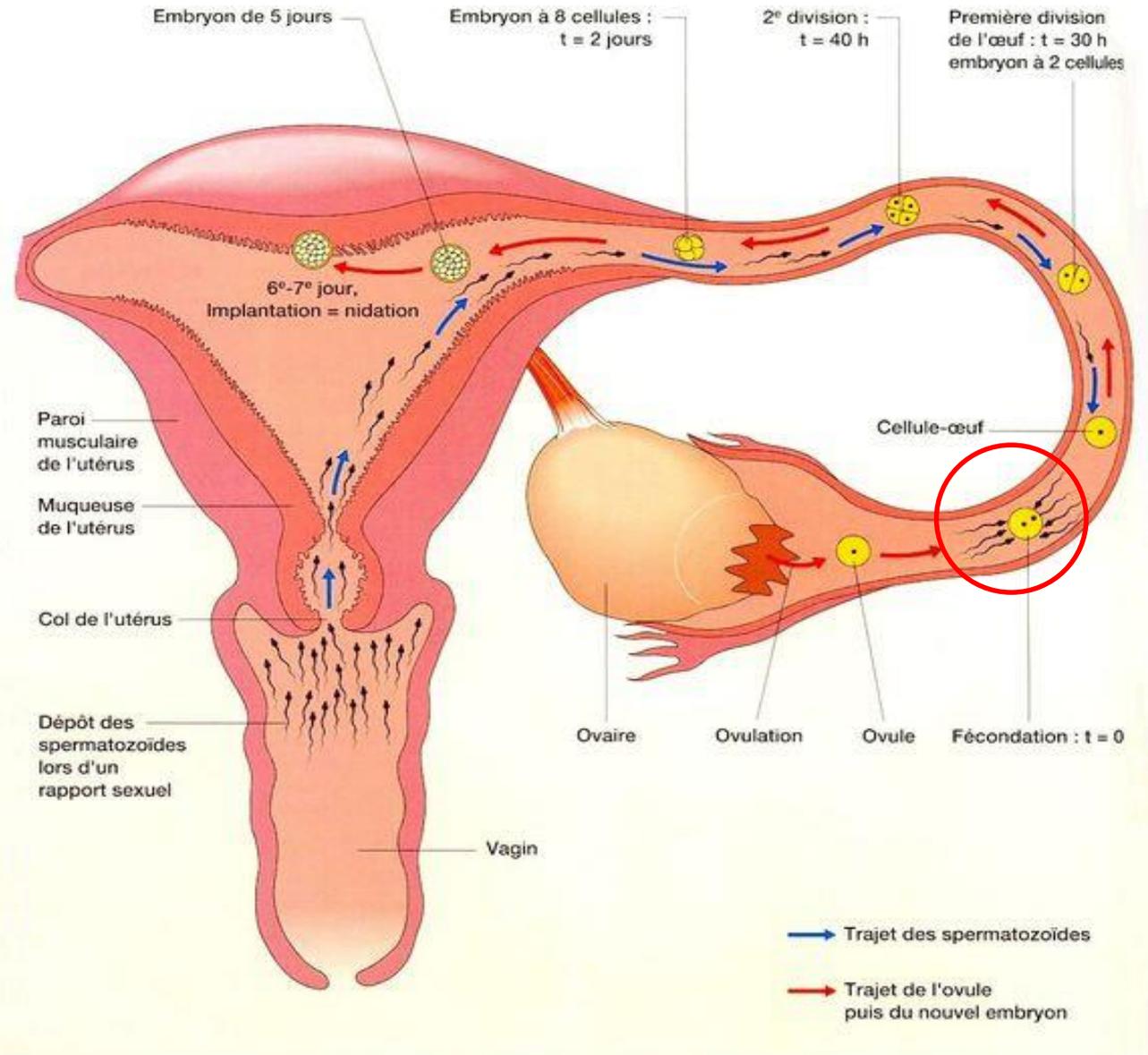
La fécondation est l'ensemble des phénomènes qui résultent de la rencontre du gamète mâle (**spermatozoïde (n)**) avec le gamète femelle (**ovocyte II (n)**) . Elle est suivie de la fusion des noyaux de ces deux gamètes **caryogamie** ou **amphimixie**. La rencontre a lieu dans le tiers externe de la trompe de Fallope (oviducte) et le résultat est une cellule unique **diploïde** : **l'œuf** fécondé ou le **zygote**



# Trajet des spermatozoïdes dans les voies génitales féminines

La remontée du sperme déposé dans la cavité vaginale vers le col utérin est facilitée par:

- Les contractions des muscles vaginaux (**mouvements péristaltiques**) provoquée par l'organisme;
- La **glaine cervicale**;
- La mobilité propre des spermatozoïdes.



# Phénomènes précédant la fécondation

## Filtration du sperme par la glaire cervicale

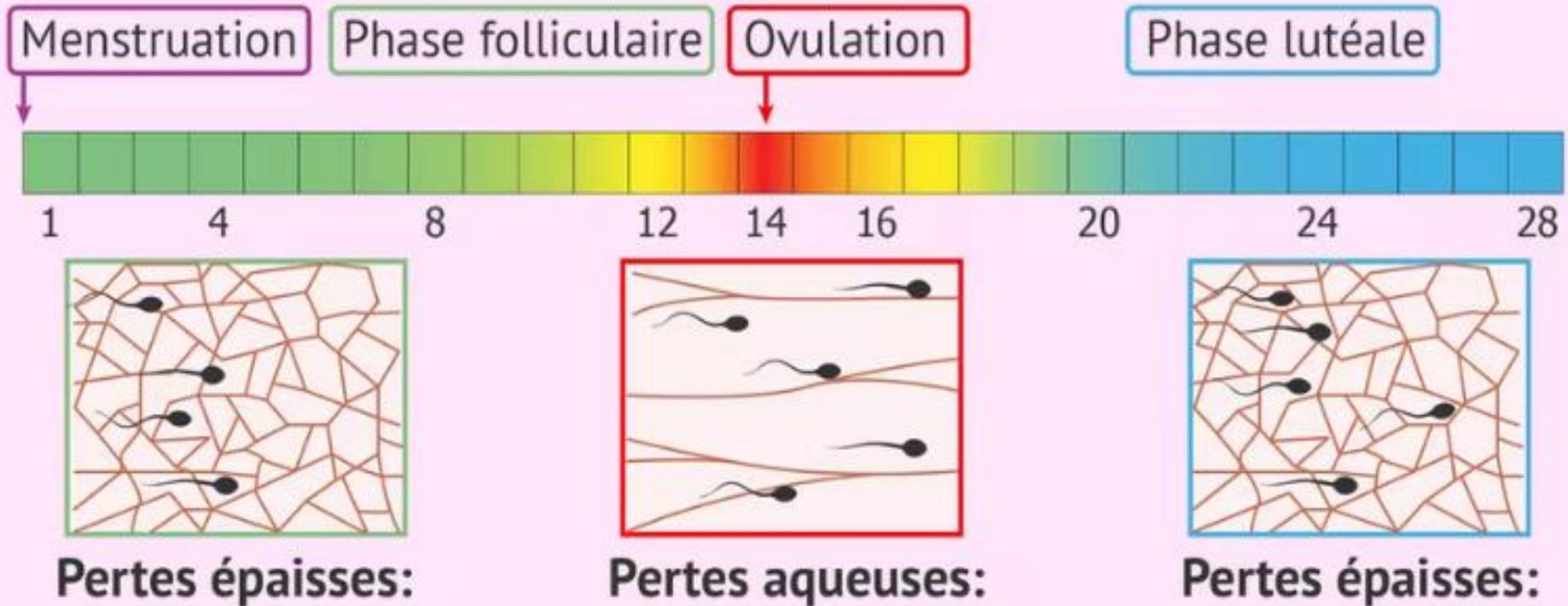
### ➤ Organisation de la glaire cervicale

La **glaire cervicale** est une substance visqueuse naturellement sécrétée par les glandes du col de l'utérus. C'est un hydrogel qui change de consistance selon la période du cycle:

**-En période péri-ovulatoire**, elle a l'aspect du blanc d'œuf à mailles larges qui sont perméables aux spermatozoïdes grâce à l'effet de l'œstrogène. En effet, les spermatozoïdes ne peuvent traverser la glaire que pendant la courte période péri-ovulatoire, c'est-à-dire le jour de l'ovulation, les deux jours qui la précèdent et le lendemain.

**-En période post-ovulatoire** les mailles sont fines imperméables aux spermatozoïdes grâce à l'effet de la progestérone.

## ➤ Organisation de la glaire cervicale



## ➤ Filtration du sperme

Le liquide séminal et la glaire cervicale ne se mélangent pas c'est-à-dire, seuls les spermatozoïdes normaux et mobiles peuvent traverser la glaire cervicale. Les autres composants du sperme demeurent dans la cavité vaginale. Tel que:

- Les spermatozoïdes morts ou immobiles;
- Les cellules germinales immatures;
- Les bactéries parfois présentes dans le sperme
- Les constituants du liquide séminal, dont certains sont des inhibiteurs de la fécondation, en particulier les facteurs de décapacitation.

Ce phénomène a pour conséquences la **sélection** des spermatozoïdes

# Sélection des spermatozoïdes

Sur environ 300 millions de spermatozoïdes, seuls

4 millions environ atteignent la cavité utérine:

-La 1<sup>ère</sup> barrière sélective : **PH acide du vagin et la glaire cervicale**

-La 2<sup>ème</sup> barrière sélective: **les glandes utérines**

-La 3<sup>ème</sup> barrière sélective: **les deux pavillons** (par phagocytose)



## Capacitation des spermatozoïdes

Au niveau de l'**épididyme** (lieu de réserve des spzs) , les spermatozoïdes acquièrent leur pouvoir fécondant et la protection de l'acrosome (empêcher la libération précoce des enzymes nécessaires à la fécondation)  **décapacitation**.

La **capacitation** est un ensemble de **modifications physiologiques** qui mènent à **l'hyperactivité** du spermatozoïde et qui favorisent la fusion avec la membrane de l'ovocyte II. Donc, la capacitation est une **maturation fonctionnelle** des spermatozoïdes. Ce phénomène est accompli par les spermatozoïdes durant l'ascension du tractus génital féminin.

# Capacitation des spermatozoïdes

La capacitation se traduit par :

- Une disparition progressive des antigènes et des glycoprotéines de la membrane plasmique et de la membrane externe de l'acrosome;
- Un début de décondensation de l'ADN nucléaire ;
- Une vésiculation de la membrane plasmique et de la membrane externe de l'acrosome.



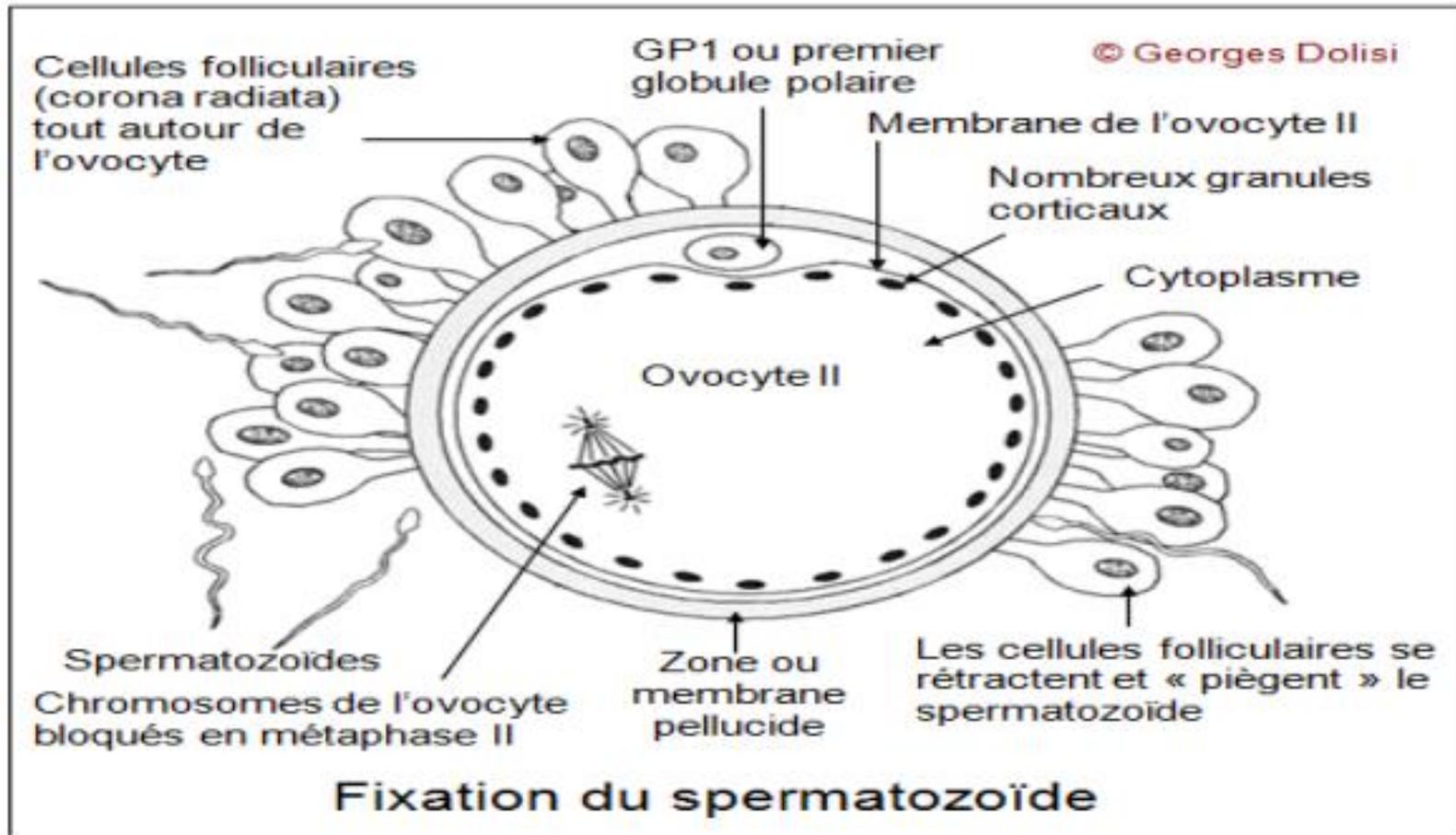
# Principaux événements de la fécondation

1. Rencontre des gamètes (spz et ovocyte II) dans le 1/3 externe de la trompe.
2. Pénétration des spermatozoïdes dans le massif des cellules folliculaires (*corona radiata*)

Les spermatozoïdes traversent cet ensemble de cellules grâce à:

- la libération d'enzymes *hyaluronidases* par l'acrosome et aux mouvements de leur flagelle;
- la destruction des cellules de la *corona radiata* par *Corona Penetrating Enzyme* (C. P. E).

# Pénétration des spermatozoïdes dans le massif des cellules folliculaires (*corona radiata*)



# Principaux événement de la fécondation

## 3. Interaction avec la zone pellucide (fixation spz-ovocyte II)

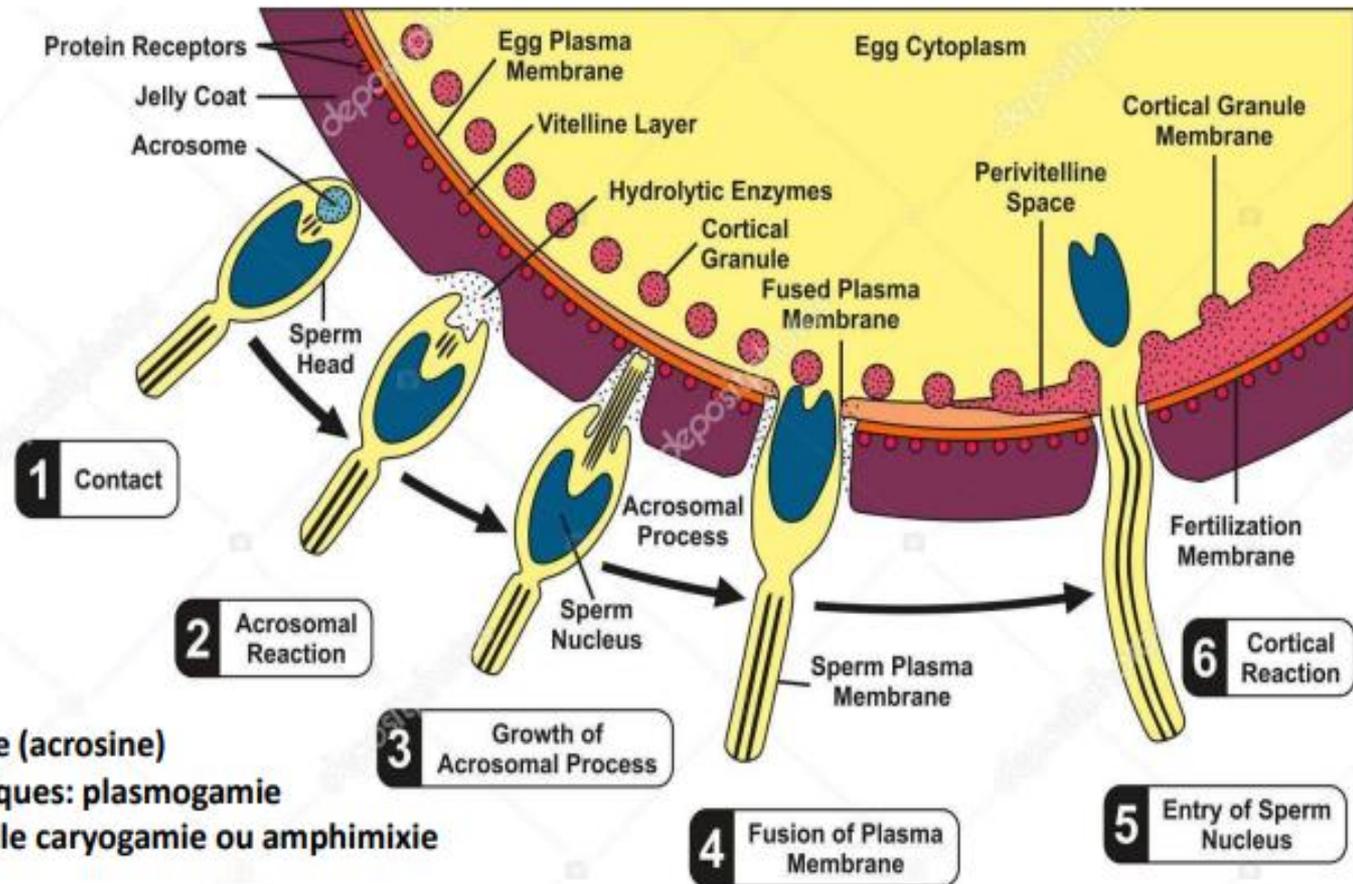
- Les spermatozoïdes, qui entrent en contact avec la zone pellucide, se fixent à sa surface;
- Une liaison s'établit entre les **glycoprotéines** de la zone pellucide(ZP1, ZP2 et ZP3) et les **protéines** de la membrane plasmique de la tête du spz;
- L'adhésion à la zone pellucide déclenche la **réaction acrosomiale**.

# Réaction acrosomiale

- C'est la libération des enzymes **hydrolytiques** (*acrosine*) de l'acrosome provoquant une cavité dans la zone pellucide où pénètre la tête du spz poussée par des battements flagellaires.

→ La réaction acrosomique est responsable du franchissement de la zone pellucide par les spz.

# Interaction avec la zone pellucide et réaction acrosomiale

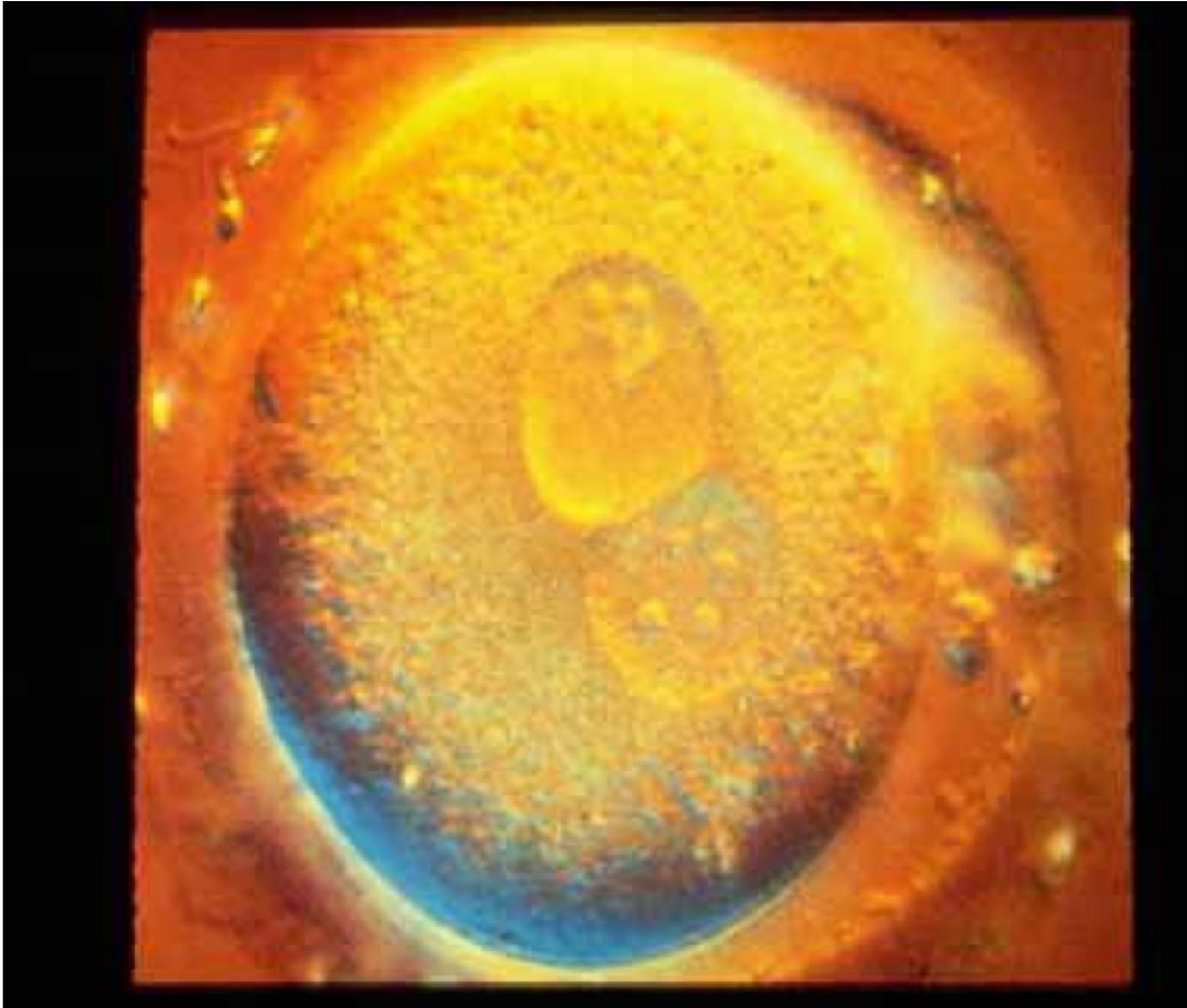


- 1 - adhésion à la zone Pellucide
- 2 - réaction acrosomique
- 3 - traversée de la Zone pellucide (acrosine)
- 4 - fusion des membranes plasmiques: plasmogamie
- 5 - penetration du pronucléus male caryogamie ou amphimixie
- 6 - réaction cortical

(A)

ZP





# Conséquences de la fécondation

- 1. Blocage de la polyspermie** : Par exocytose, les granules corticaux rejettent leurs contenus (des enzymes lysosomiales) dans l'espace péri-vitellin pour former une **membrane de fécondation** et **détruire** les sites récepteurs des spermatozoïdes.
- 2. Activation du cytoplasme et activation des noyaux**  
Une reprise de la méiose avec l'achèvement de la deuxième division et l'expulsion du 2ème globule polaire.

# Conséquences de la fécondation

**3. Restauration de la diploïdie et Amphimixie:** formation d'un pronucléus mâle et femelle qui se rapprochent sans se fusionner, leurs enveloppes nucléaires se désintègrent. Ainsi se forme une cellule diploïde : Le zygote ( $2n$ ) où la première division de segmentation va commencer.

## 4. Détermination du sexe du zygote

Qui résulte du chromosome sexuel contenu dans le spermatozoïde fécondant. Si celui-ci est X, le zygote sera XX (femelle) mais si ce dernier est Y, le zygote sera XY (mâle).

# Première semaine du développement embryonnaire

Les phénomènes survenant au cours de la Première semaine du développement embryonnaire :

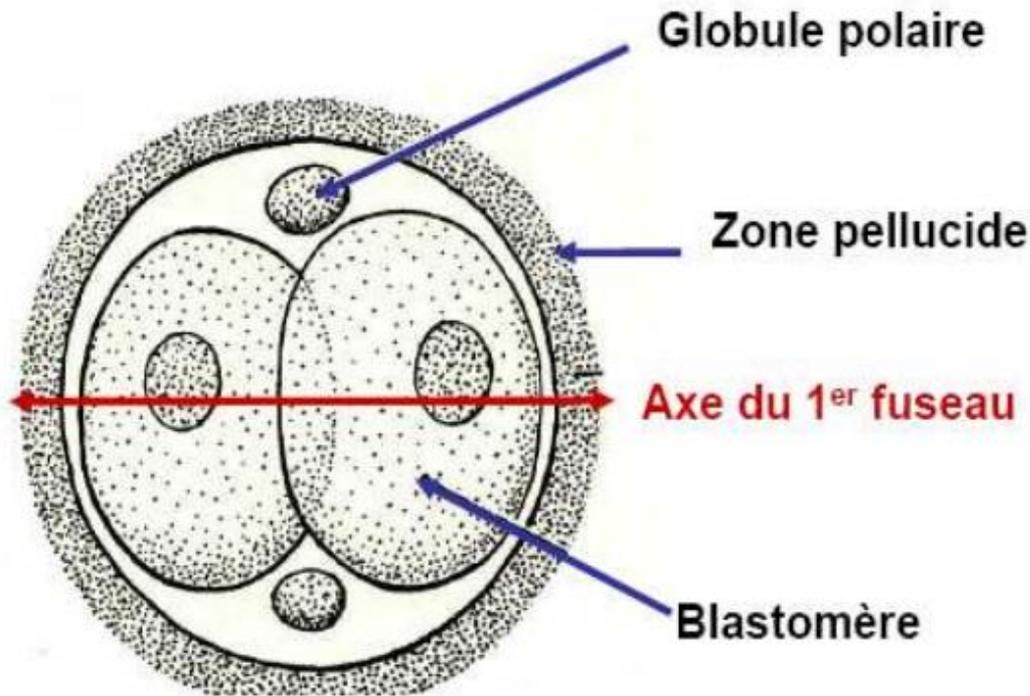
1. Fécondation (voir le cours précédent)
2. Segmentation
3. Eclosion de l'œuf (Blastocyste)
4. Migration tubaire

# Segmentation

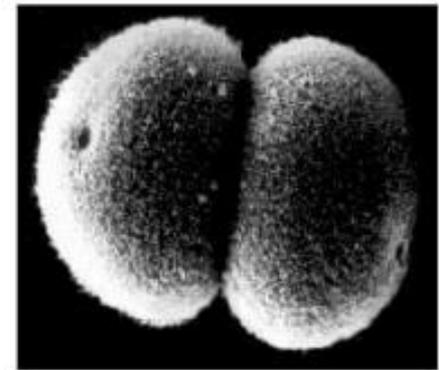
- ✓ C'est une suite ininterrompue de mitoses cellulaires qui morcellent l'œuf en cellules filles plus petites nommées « **blastomères** ».
- ✓ Elle débute dès la fin de la fécondation.
- ✓ Elle intéresse la **totalité** de l'œuf (**holoblastique**) car l'œuf humain est **alécithe**.
- ✓ **Inégale**: l'un des deux premiers blastomères est plus volumineux que l'autre;
- ✓ **Asynchrone**: au cours des divisions suivantes, c'est le blastomère le plus volumineux qui se divise le premier.

# La chronologie de la segmentation

Embryon au stade 2 blastomères (entre 24h et 30 h)



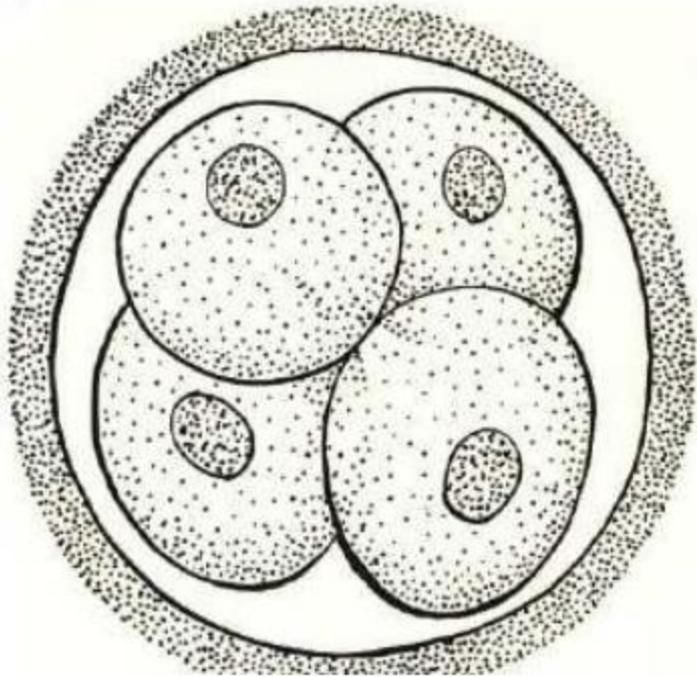
*Microscope à contraste de phase*



*Microscope électronique à balayage après « dé-pellucidation »*

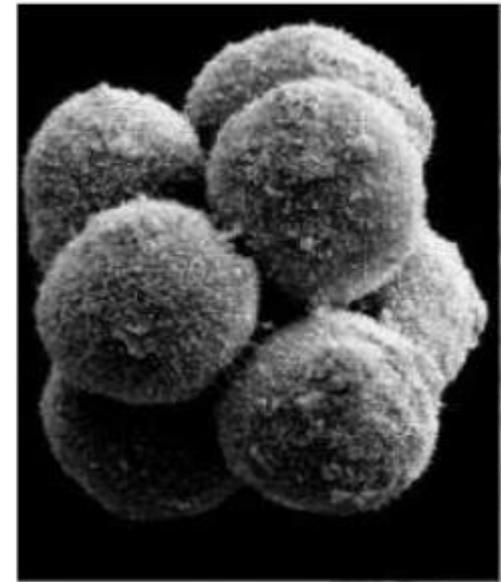
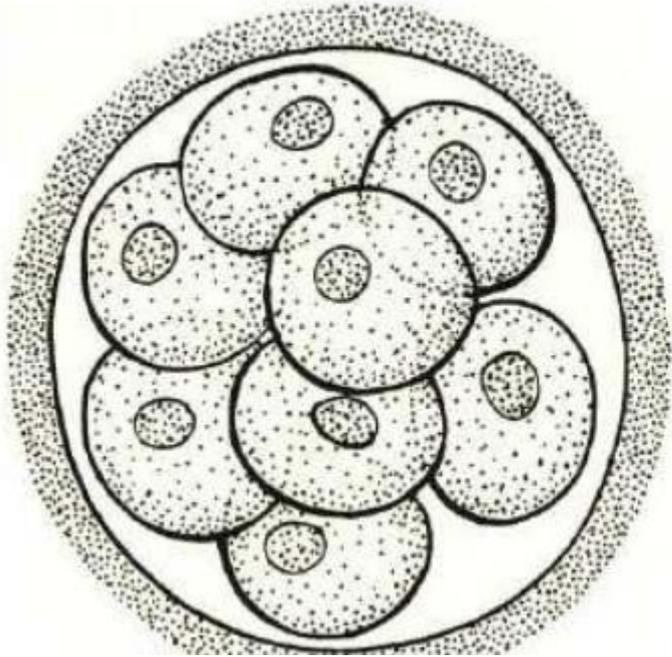
# La chronologie de la segmentation

Embryon au stade 4 blastomères (entre 36 h et 40 h)



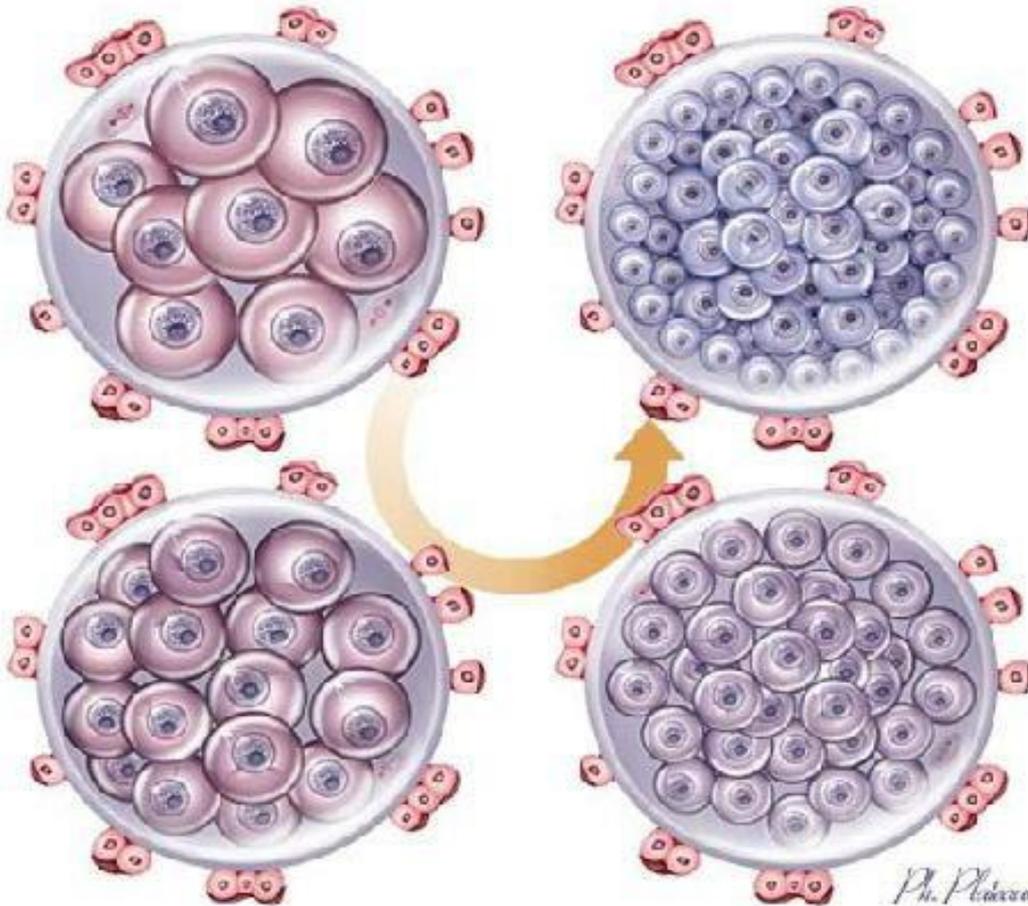
# La chronologie de la segmentation

Embryon au stade 8 blastomères (entre 40 h  
et 50 h) 3ème jour du DE



# La chronologie de la segmentation

## Embryon au stade de *Morula*



Les divisions successives

8 cellules

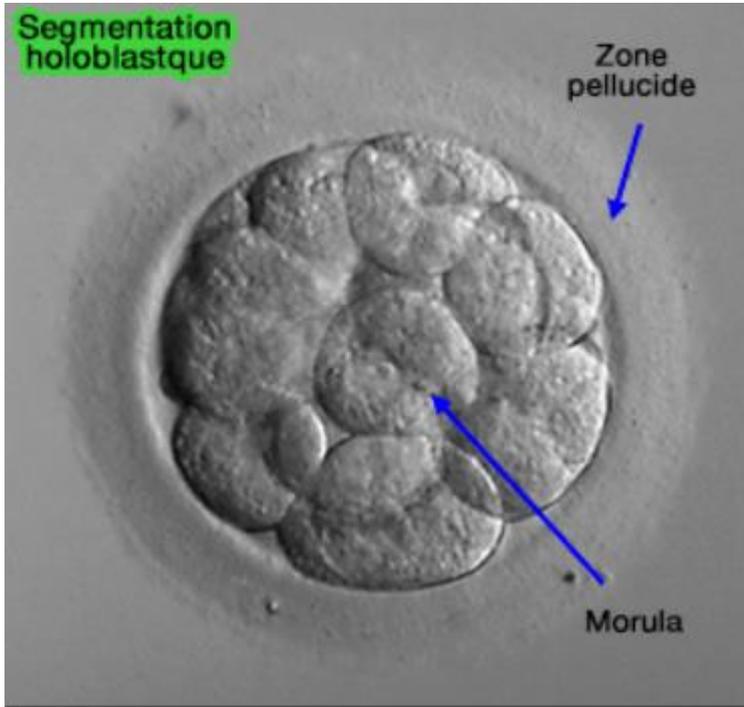
16 cellules

32 cellules

64 cellules

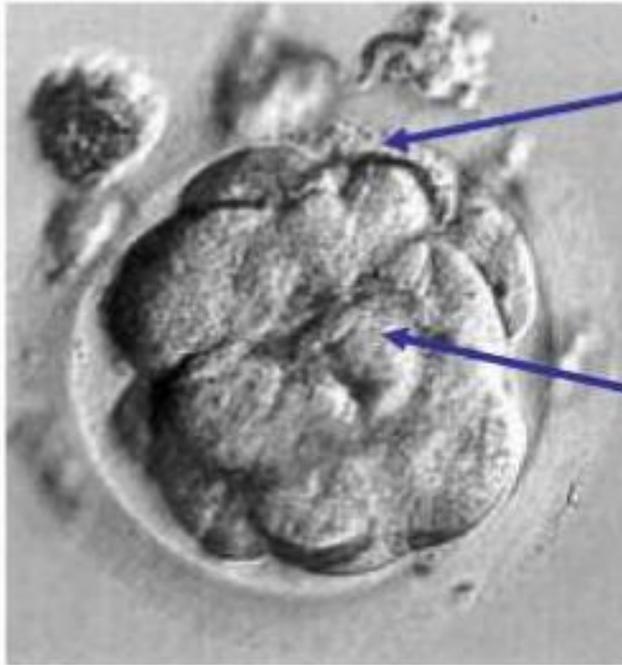
# La chronologie de la segmentation

## Embryon au stade de *Morula*



# La chronologie de la segmentation

## Embryon au stade de *Morula compactée*



**Blastomères externes**

**fortement adhérents entre eux**

⇒ **Trophoblaste**

**Blastomères internes** ⇒

**Masse cellulaire interne (MCI)**

**= Embryoblaste**

**= Bouton embryonnaire.**

**La compaction:** première manifestation de l'individualisation de deux lignées cellulaires distinctes.

# La chronologie de la segmentation

## Formation du blastocyste (5<sup>ème</sup> jour du développement embryonnaire)

Photographie d'un blastocyste au 5<sup>ème</sup> jour

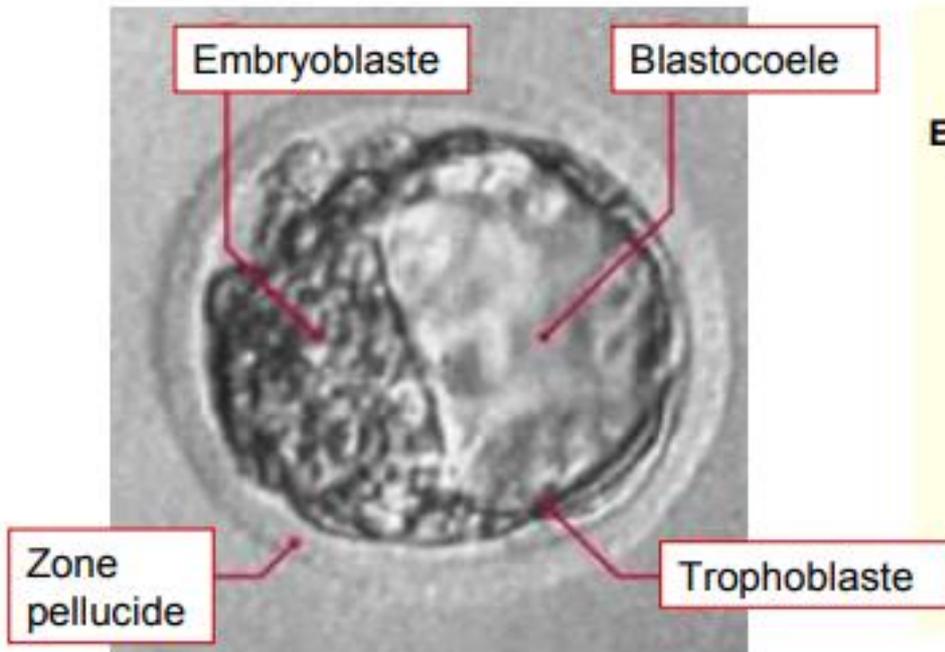
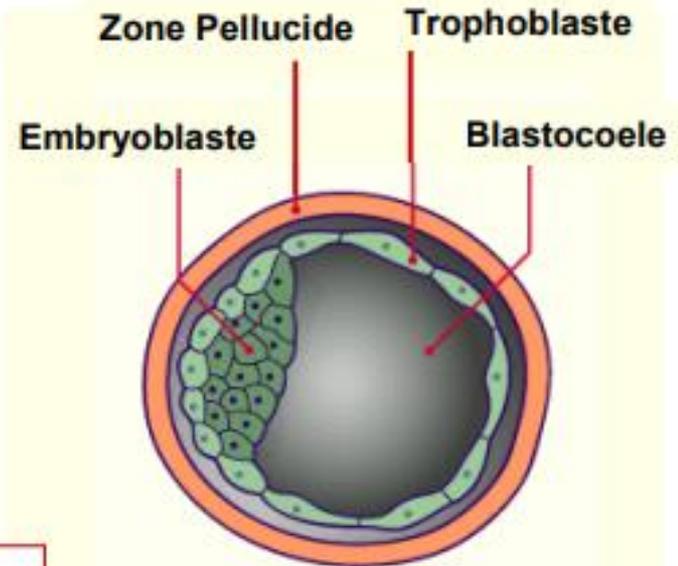


Schéma du blastocyste



## Rôles de la zone pellucide:

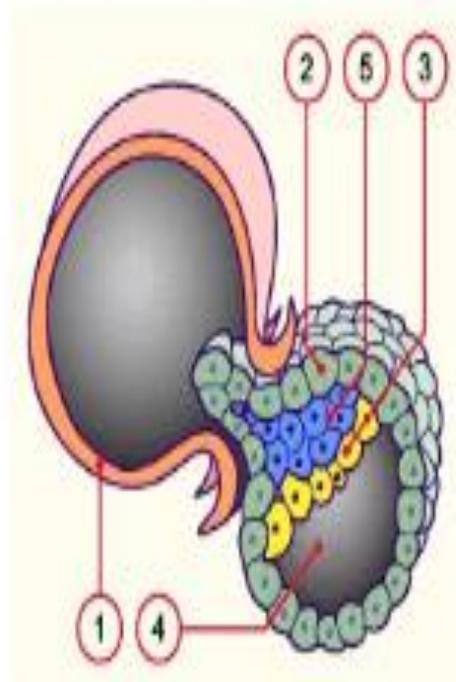
- Permet la cohésion des blastomères (regroupement);
- Empêche l'implantation **ectopique** pendant la migration de l'embryon;
- Protège l'embryon du milieu extérieur.

# L'éclosion du blastocyste (Hatching)

## (6<sup>ème</sup> jour)

- L'éclosion est la libération de l'embryon de la zone pellucide par:
- Contractions d'expansion;
- Enzymes sécrétées par le trophoblaste qui dégradent la zone pellucide au pôle anti-embryonnaire.

# L'éclosion du blastocyste (Hatching) (6<sup>ème</sup> jour)



1. Zone pellucide rompue et éclosion du blastocyste
2. Cellules du trophoblaste
3. Hypoblaste
4. Blastocèle
5. Epiblaste



# La migration tubaire

**La migration tubaire** s'effectue au même temps que la segmentation. Du tiers externe de la trompe, lieu de la fécondation, l'embryon est transporté vers la cavité utérine grâce:

- Contractions des cellules musculaires lisses de la paroi tubaire (**mouvements péristaltiques**);
- Secrétions des cellules de la muqueuse;
- Mouvements des cils en surface.

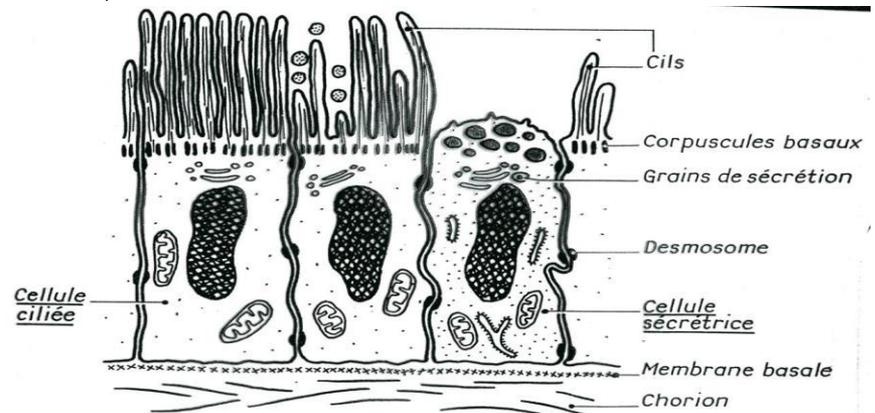
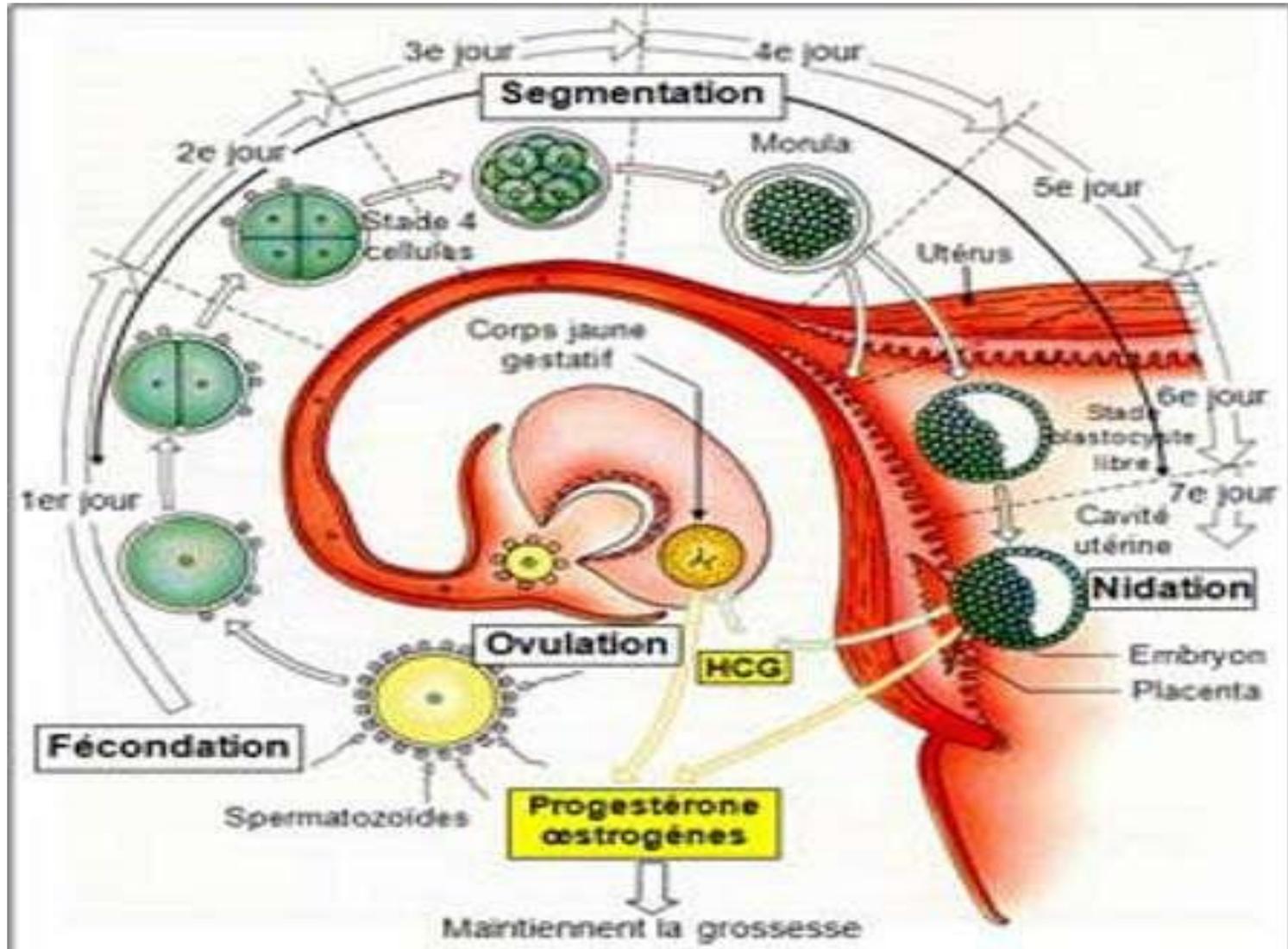


Schéma de l'aspect ultrastructural de l'épithélium de la trompe.

# La migration tubaire



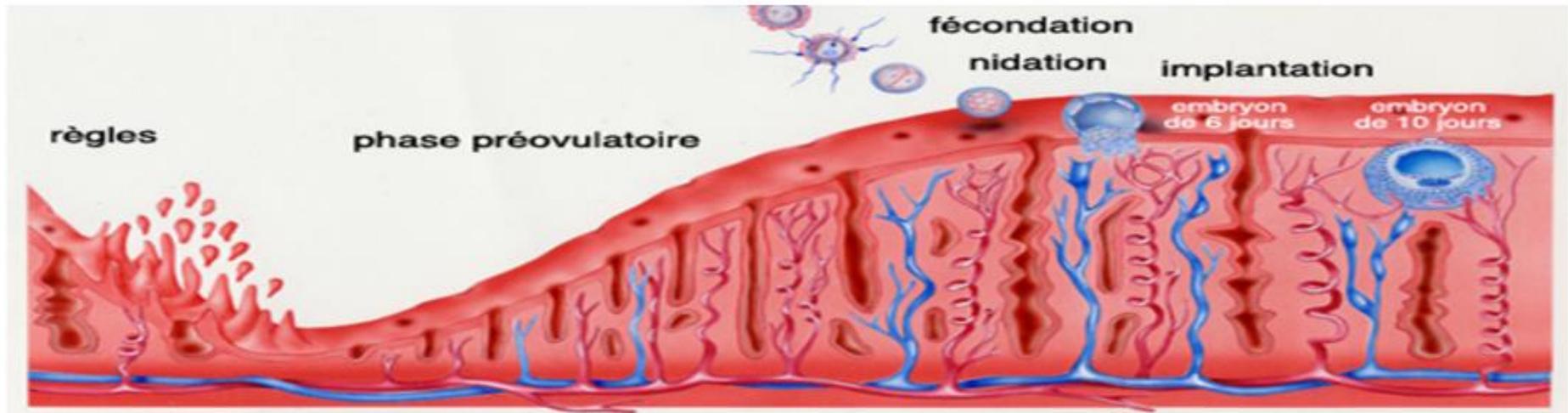
# Deuxième semaine du développement embryonnaire

Les phénomènes survenant au cours de la deuxième semaine du développement embryonnaire :

1. Nidation
2. Pré gastrulation (Germe didermique)
3. l'ébauchage des différentes annexes embryonnaires
  - Formation de l'amnios
  - Formation du lécithocèle primaire
  - Formation du mésenchyme extra-embryonnaire (Mésoblaste)
  - Formation du lécithocèle secondaire

# Nidation

La nidation du **blastocyste** consiste en sa **fixation** et son implantation au niveau de l'**endomètre utérin** (dans la couche fonctionnelle). Ce phénomène se produit au **7<sup>ème</sup> jour** du développement embryonnaire.

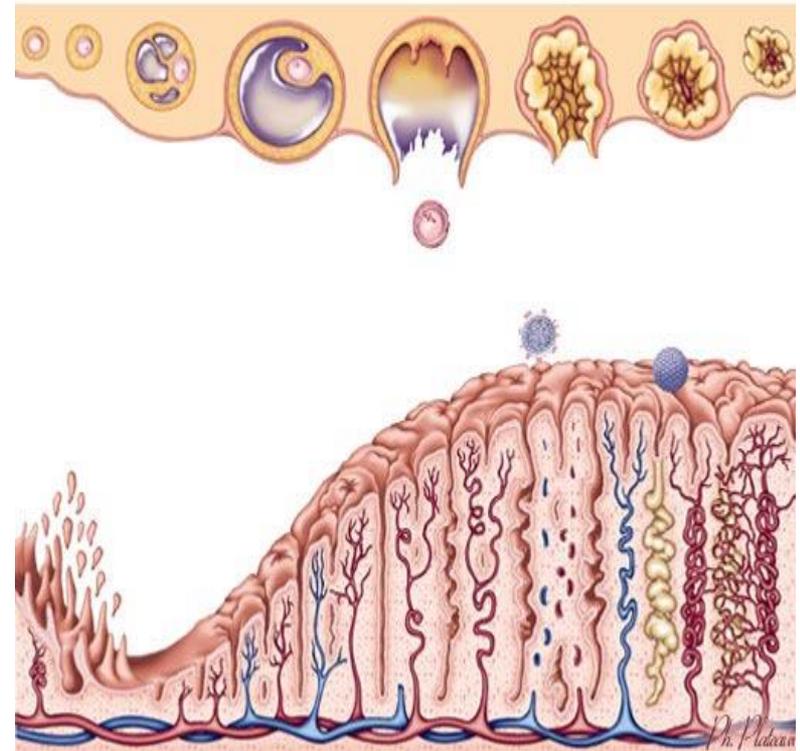
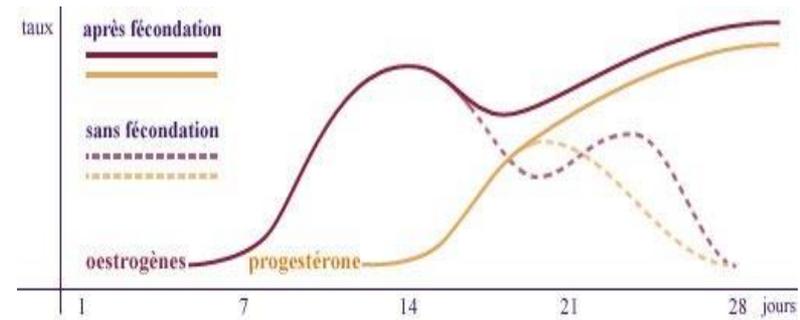


# Modification de l'endomètre avant la nidation

A chaque cycle, après l'ovulation, l'action combinée des œstrogènes et de la progestérone provoque:

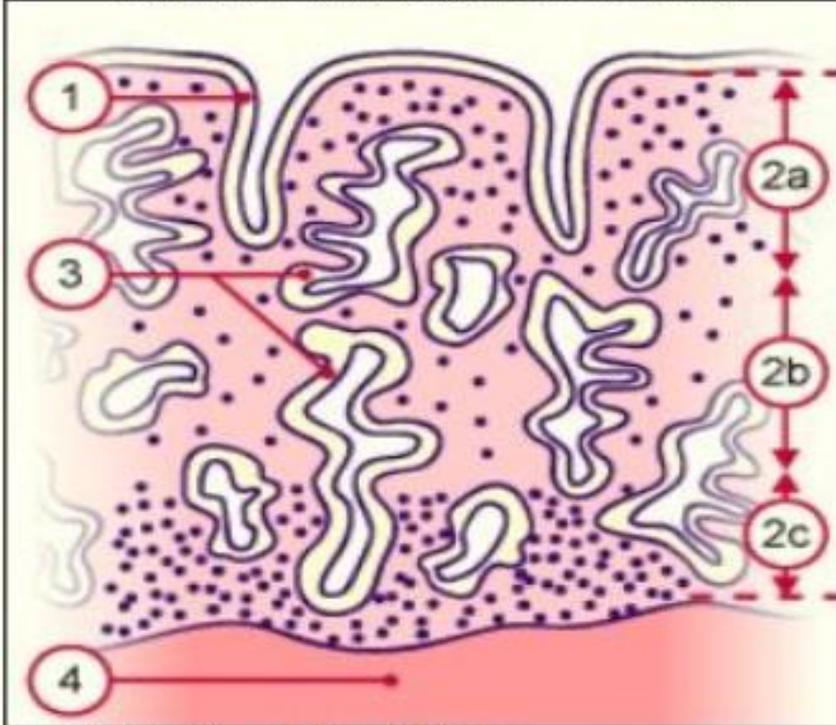
- L'activation des glandes (16<sup>ème</sup> au 21<sup>ème</sup> jour);
- Un œdème du chorion (21<sup>ème</sup> au 28<sup>ème</sup> jour);
- Phase de sécrétion glandulaire (mucus et glycogène) (22<sup>ème</sup> au 28<sup>ème</sup> jour).

En même temps, la spiralisation des vaisseaux s'accroît ainsi que les glandes utérines sont devenues pelotonnées et sinueuses et leur sécrétion est abondante.



# Modification de l'endomètre avant la nidation

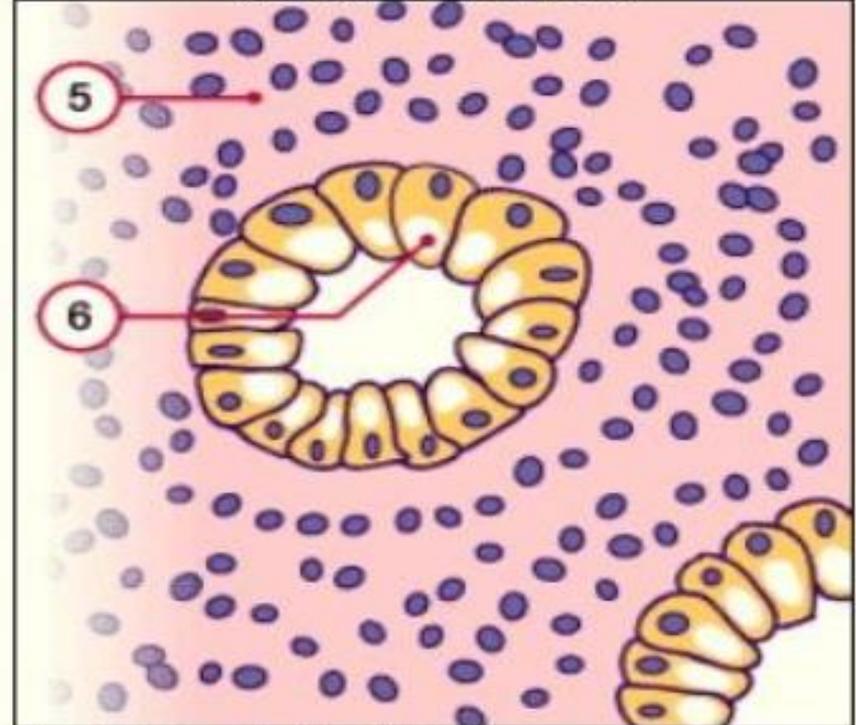
**Fig. 12 - Endomètre phase sécrétoire moyenne (faible grossissement)**



- 1 Epithélium glandulaire
- 2a Couche compacte
- 2b Couche spongieuse
- 2c Couche basale
- 3 Glandes utérines tortueuses
- 4 Myomètre

**NB** 2a + 2b = couche fonctionnelle

**Fig. 13 - Glande utérine (fort grossissement)**

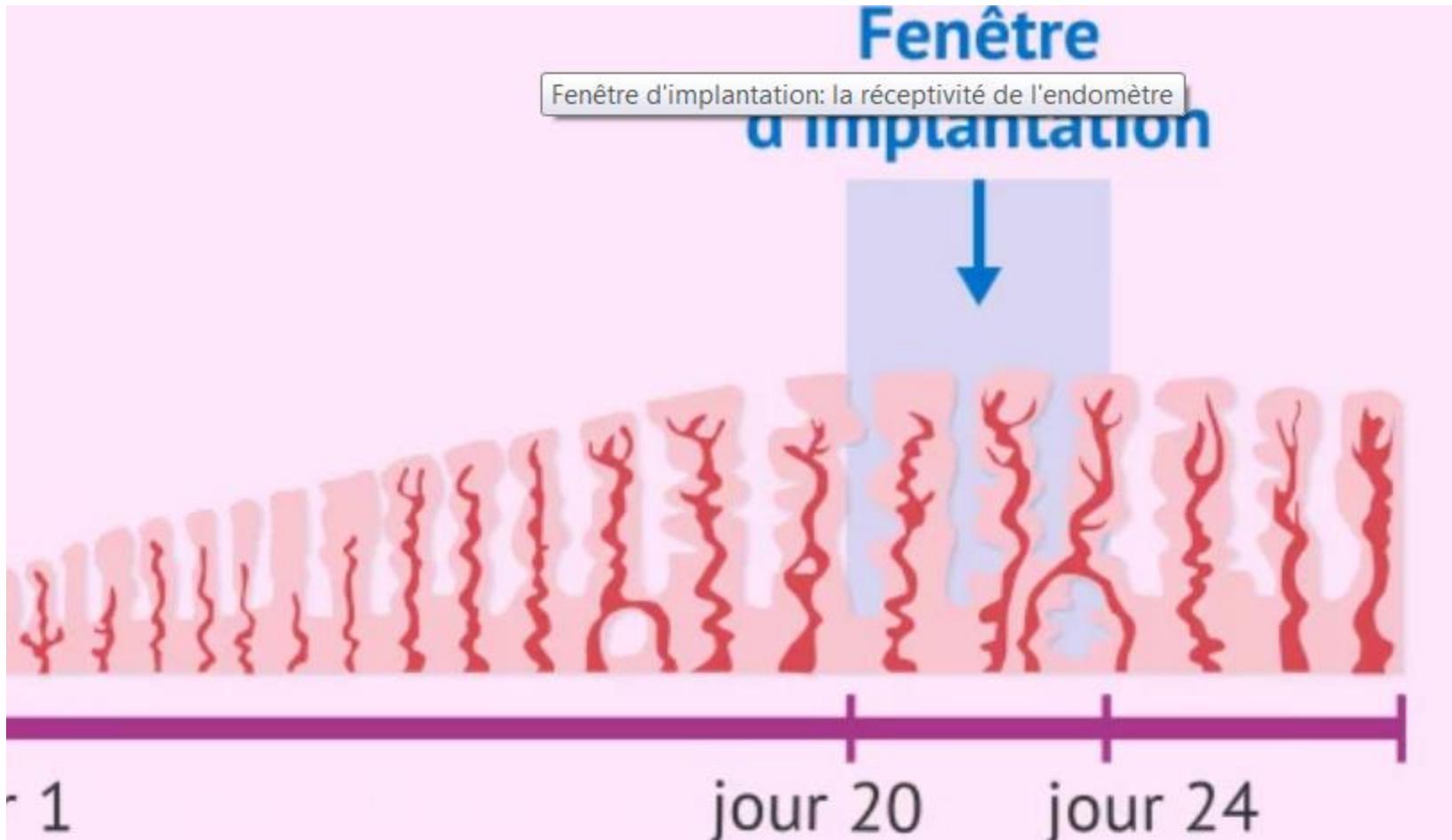


- 5 Stroma de l'endomètre
- 6 Cellules épithéliales des glandes utérines avec amas de glycogène au pôle apical

# Modification de l'endomètre avant la nidation

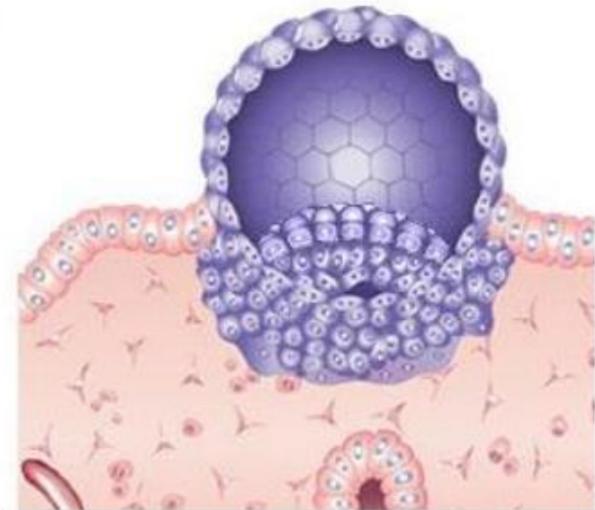
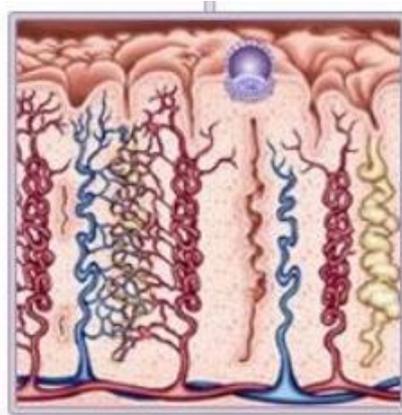
Le début de la phase d'un œdème chorionique (21<sup>ème</sup> 22<sup>ème</sup> jour) est la plus propice à l'implantation de l'oeuf dans l'endomètre (**Fenêtre de l'implantation**) soit au 7<sup>ème</sup> jour du développement embryonnaire. En cas d'implantation, cet état de l'endomètre sera maintenu grâce aux sécrétions du corps jaune dérivé des restes du follicule et devenu *corps jaune gestatif*

# Fenêtre de l'implantation



# Déroulement de la nidation

1. Fixation à l'endomètre
2. Invasion



Fixation de l'œuf dans l'endomètre à J6

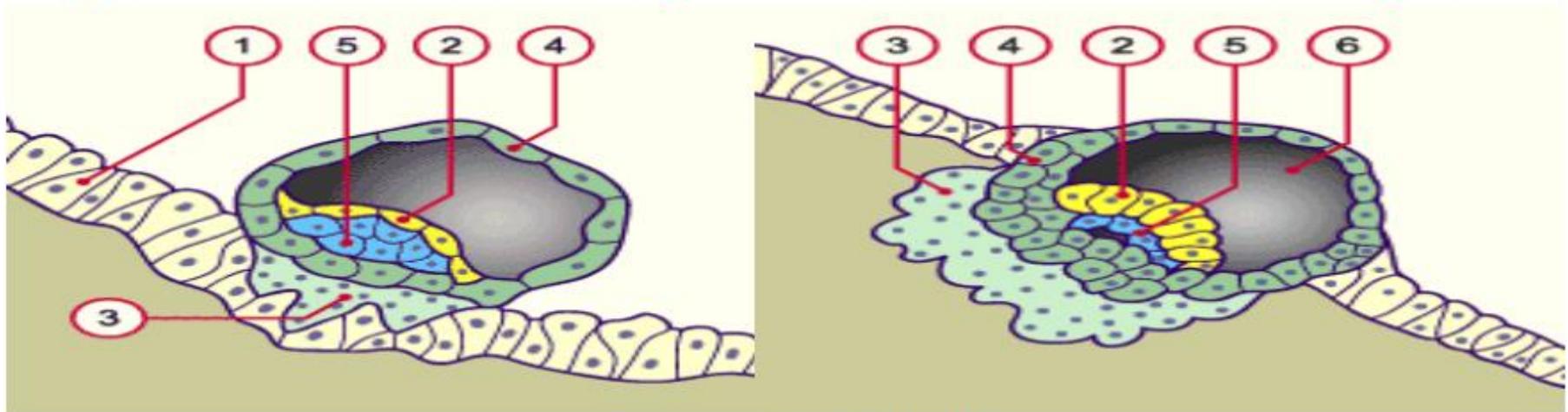
# Déroulement de la nidation

## 1. Fixation à l'endomètre

- Après éclosion, le blastocyste se rapproche de la muqueuse endométriale. Celle-ci est composée d'un épithélium prismatic unistratifié et d'un tissu conjonctif appelé **chorion**.
- **Au 7ème jour** : le blastocyste se fixe à l'épithélium utérin par l'intermédiaire du trophoblaste qui coiffe le bouton embryonnaire. Ce trophoblaste se différencie en deux couches bien distinctes à savoir :
  - **Cytotrophoblaste** : couche cellulaire interne.
  - **Syncytiotrophoblaste** : couche externe syncytiale (fusion de plusieurs cellules), responsable de l'érosion de l'épithélium utérin.

# Déroulement de la nidation

## 1. Fixation à l'endomètre

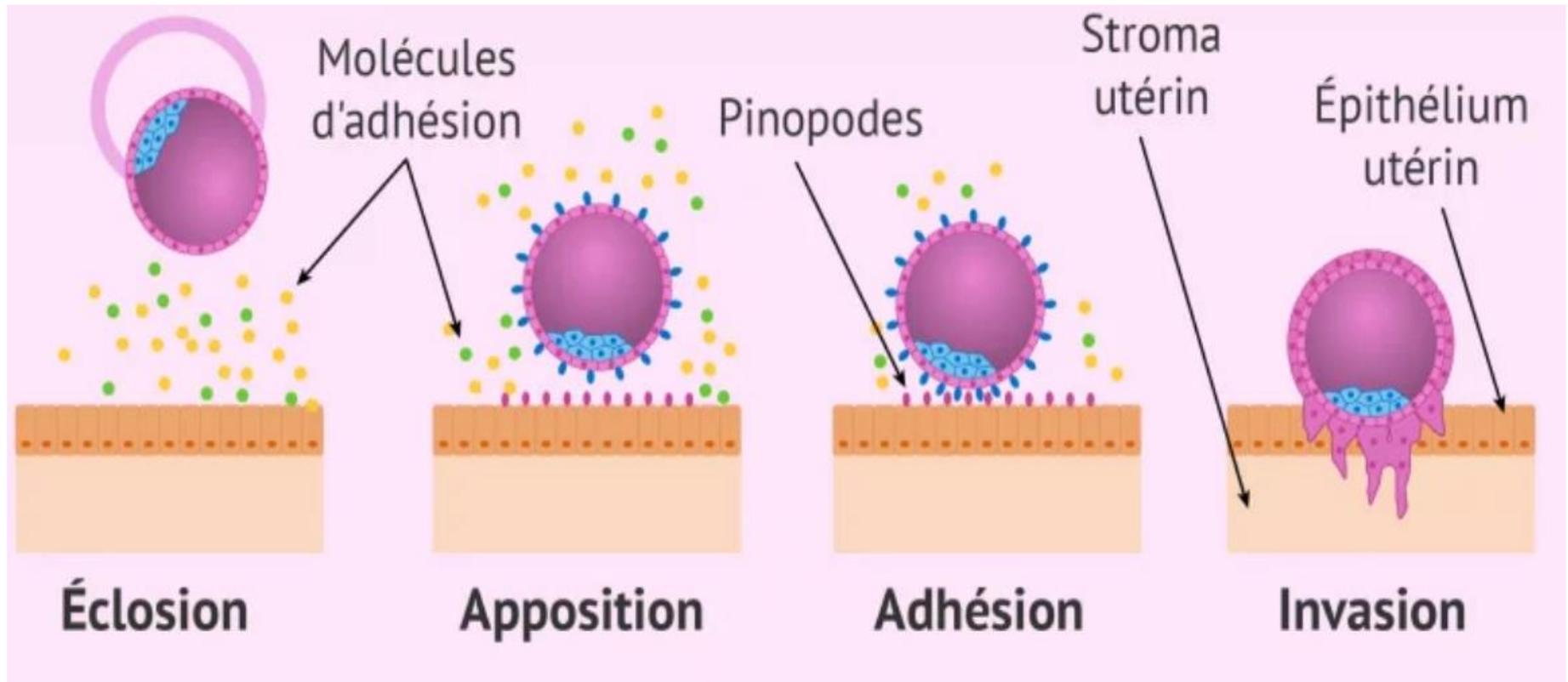


- 1 épithélium de la muqueuse utérine
- 2 hypoblaste
- 3 syncytiotrophoblaste
- 4 cytotrophoblaste

- 5 épiblaste
- 6 blastocèle

# Déroulement de la nidation

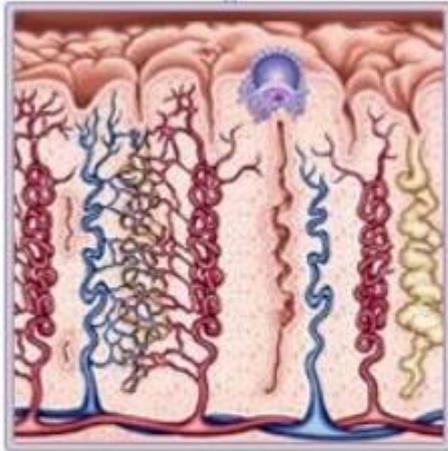
## 1. Fixation à l'endomètre



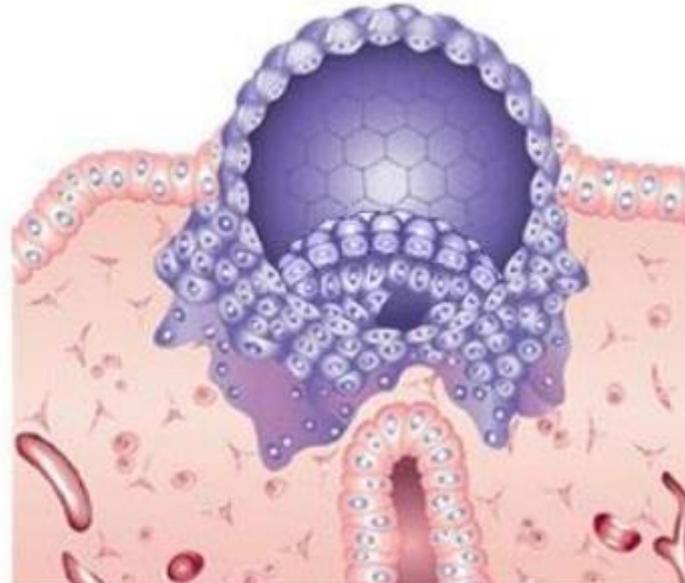
# Déroulement de la nidation

## 2. Invasion

Le **syncytiotrophoblaste** est un tissu très actif qui prolifère rapidement et qui a la propriété de lyser les tissus endométriaux (**enzymes protéolytiques**). Il va donc pénétrer dans l'endomètre et entraîner avec lui l'ensemble de l'œuf. Il va sécréter de la **HCG** (Hormone Chorionique Gonadotropique).

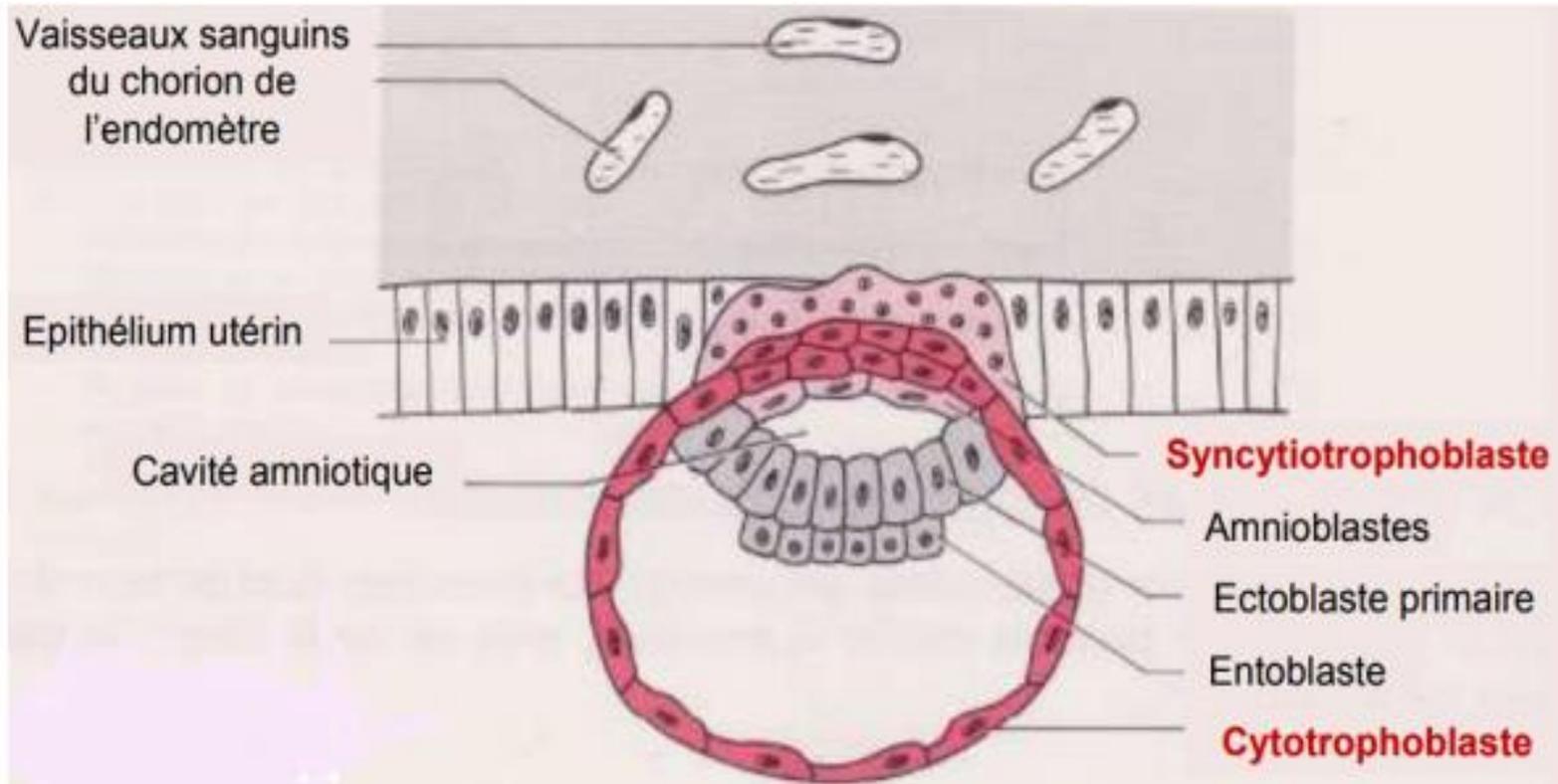


Invasion de l'endomètre à J7



# Déroulement de la nidation

*Au 8ème jour : une bonne partie du blastocyste est nidée.*

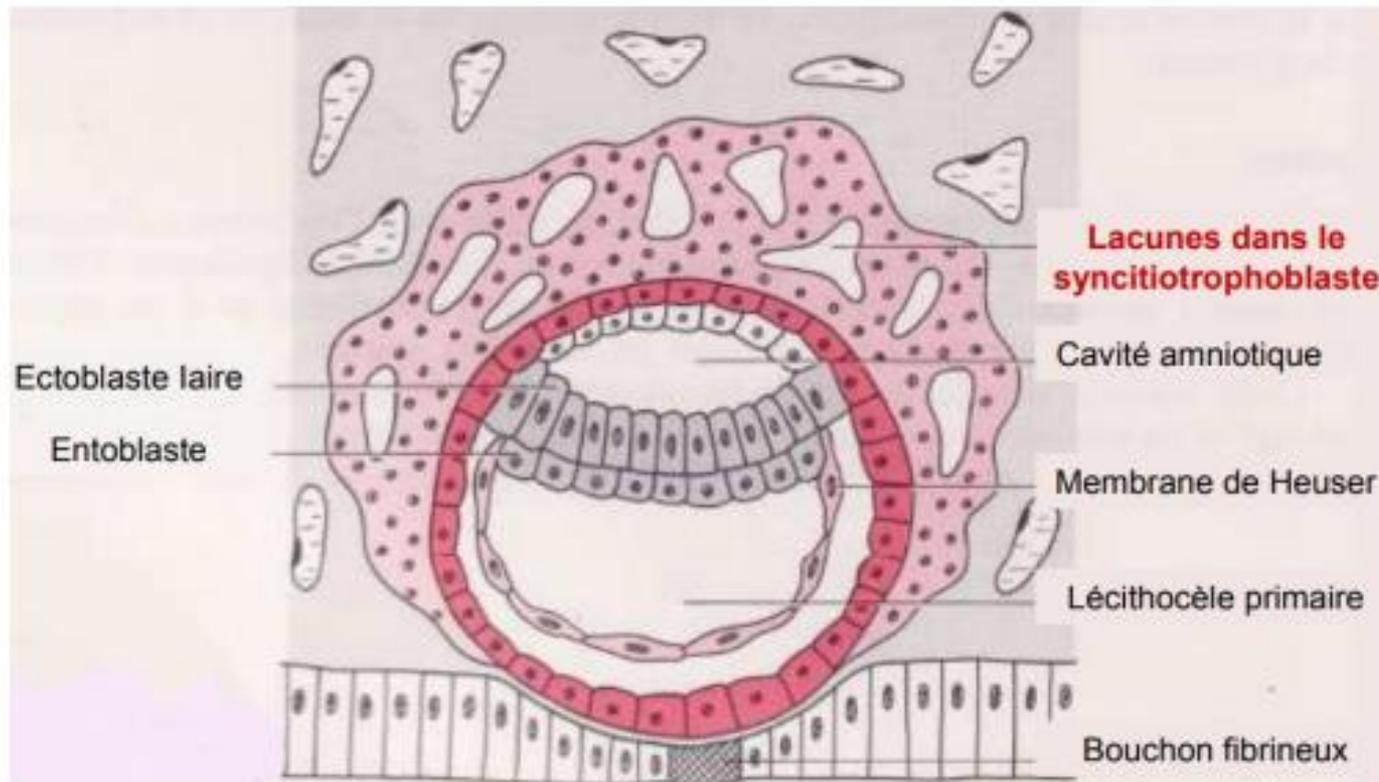


**Nidation entre le 7ème et le 8ème jour**

# Déroulement de la nidation

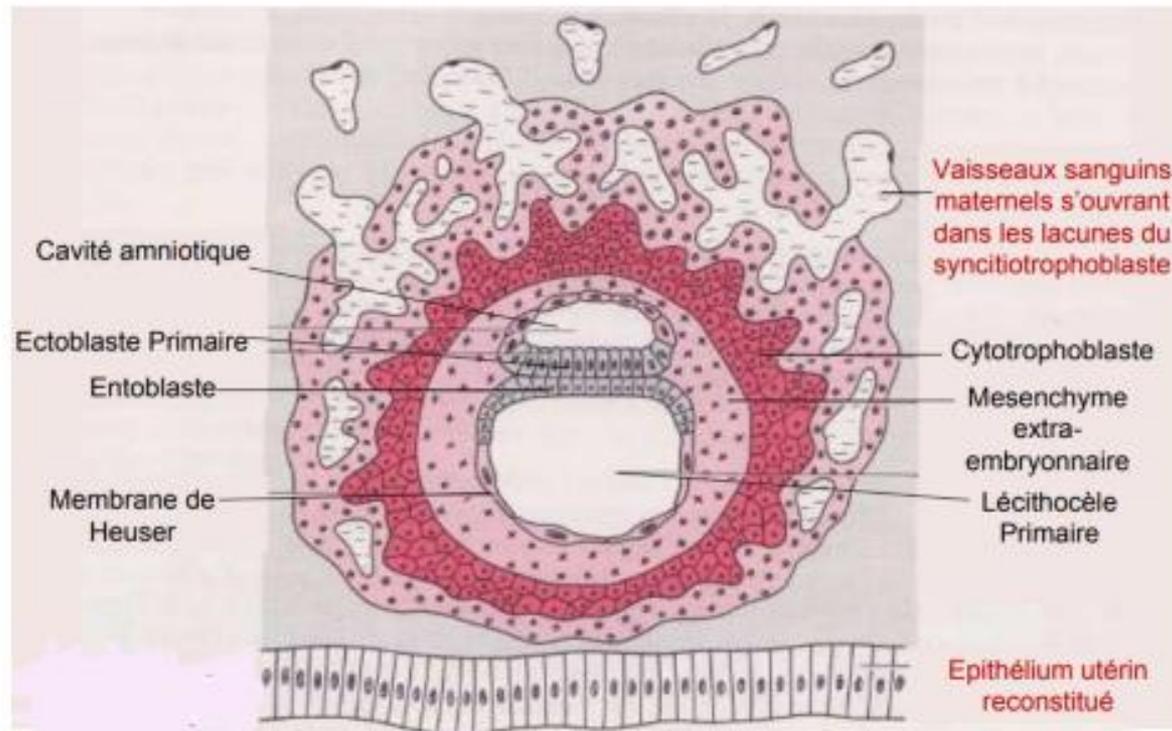
**Entre 9 et 12 ème jours**, la sphère chorale pénètre entièrement dans l'endomètre, un bouchon de fibrine finissant par obstruer la cicatrice à la surface de l'endomètre.

**Entre 11 et 12 jours**: Formation des lacunes au niveau du syncytiotrophoblaste ( activité érosive) qui vont rentrer en contact avec les capillaires maternel (début circulation utéro-lacunaire).



# Déroulement de la nidation

Au 14<sup>ème</sup> jour, la nidation s'achève, la brèche située à la surface endométriale est cicatrisée et l'épithélium endométrial retrouve sa continuité en arrière de la sphère chorale.

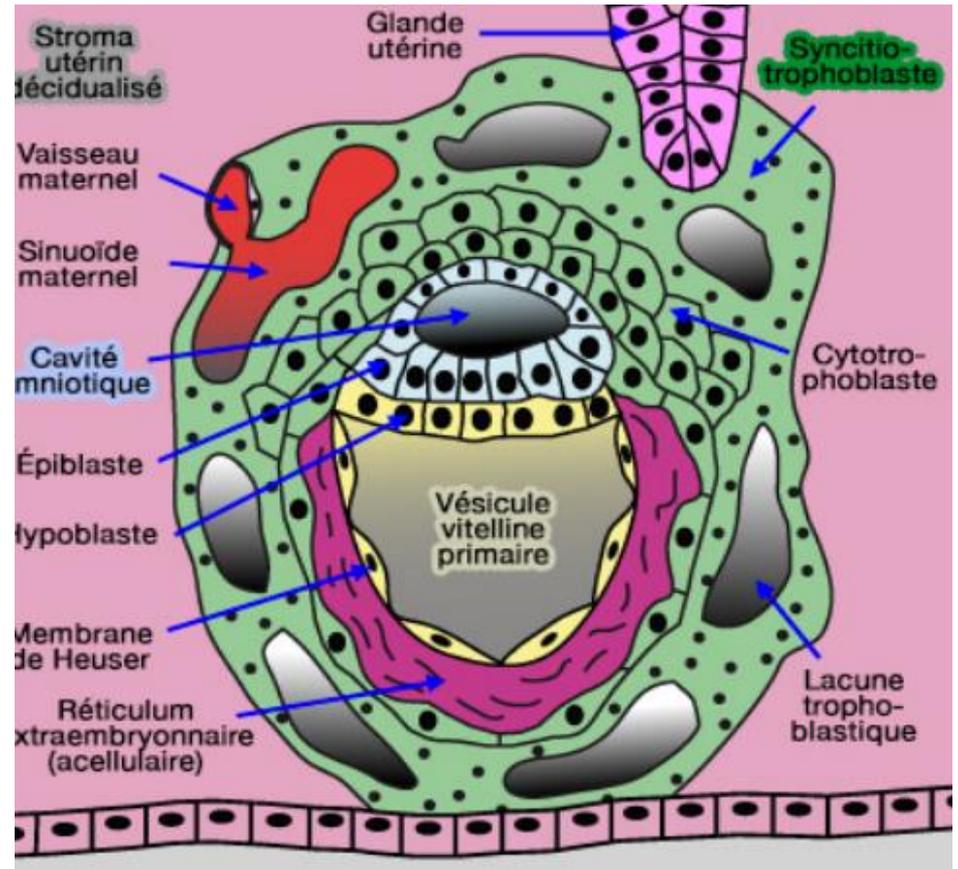


**Fin de la nidation**

# Pré-gastrulation

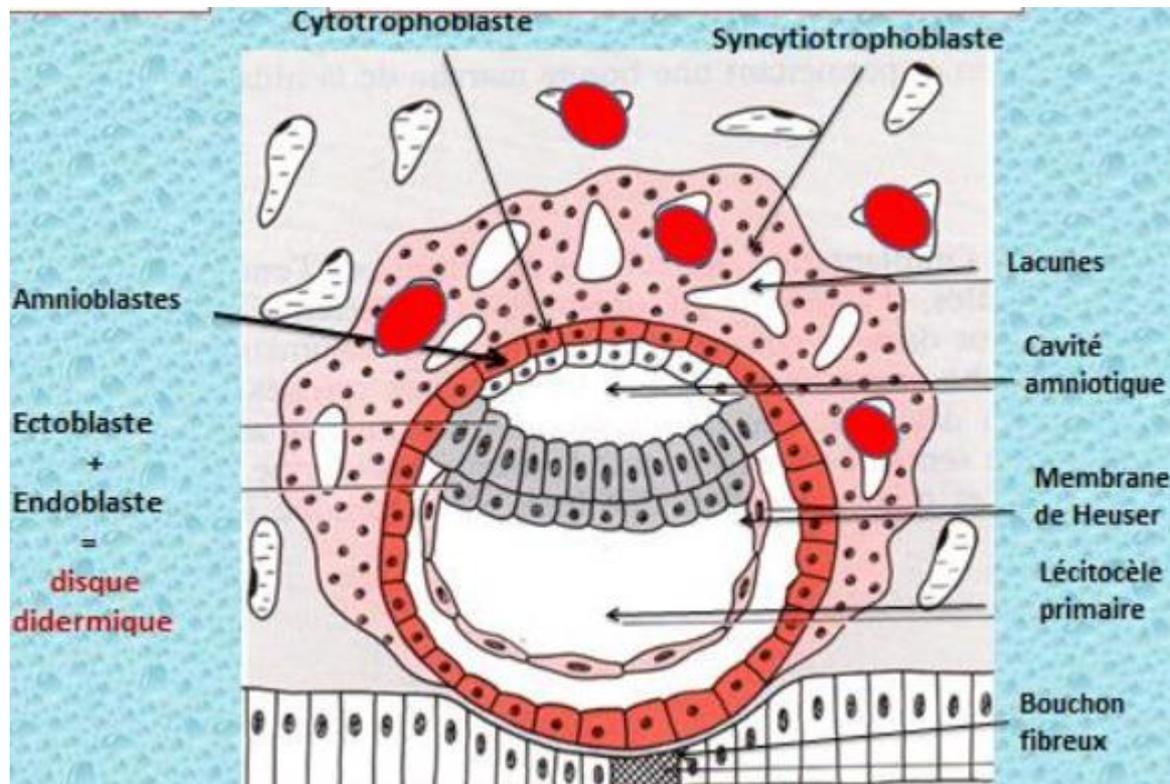
Correspond à l'organisation du bouton embryonnaire en 2 couches cellulaires. *Les cellules de la couche interne se différencient en 2 couches distinctes :*

- **couche endodermique** **germinale** constituée de petites cellules cuboïdes appelées **hypoblastes (entoblaste primaire)**
- **couche ectodermique** **germinale** constituée de hautes cellules cylindriques appelées **épiblastes.**



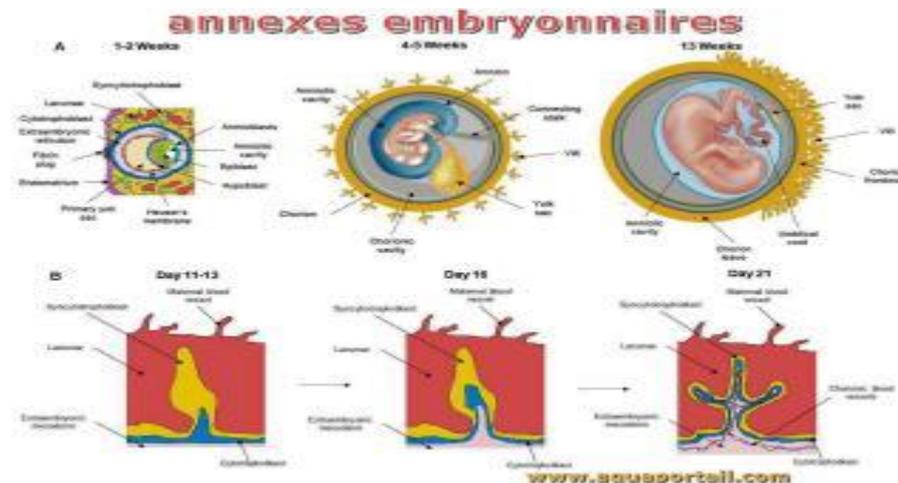
# Pré-gastrulation

On obtient alors un **germe didermique** qui constitue la **plaque embryonnaire**.



# Evolution des annexes embryonnaires

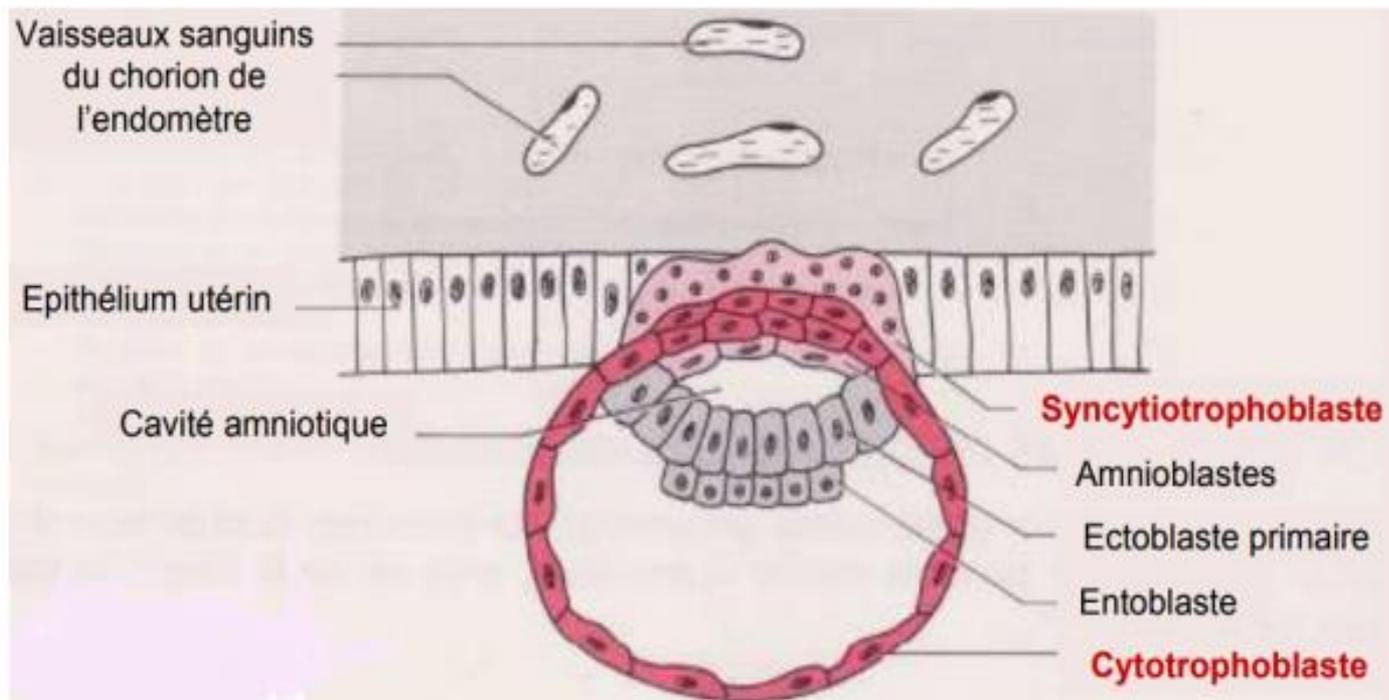
- Les annexes embryonnaires (ou annexes fœtales) sont des structures qui, au cours du développement de l'embryon puis du fœtus, se forment en parallèle.
- Elles assurent les fonctions vitales de respiration, de nutrition et d'excrétion.
- Ces annexes embryonnaires prennent place entre le fœtus et l'utérus de la mère.
- Ils seront éliminés au moment de la naissance.



# 1. Formation de l'amnios (Amniogenèse)

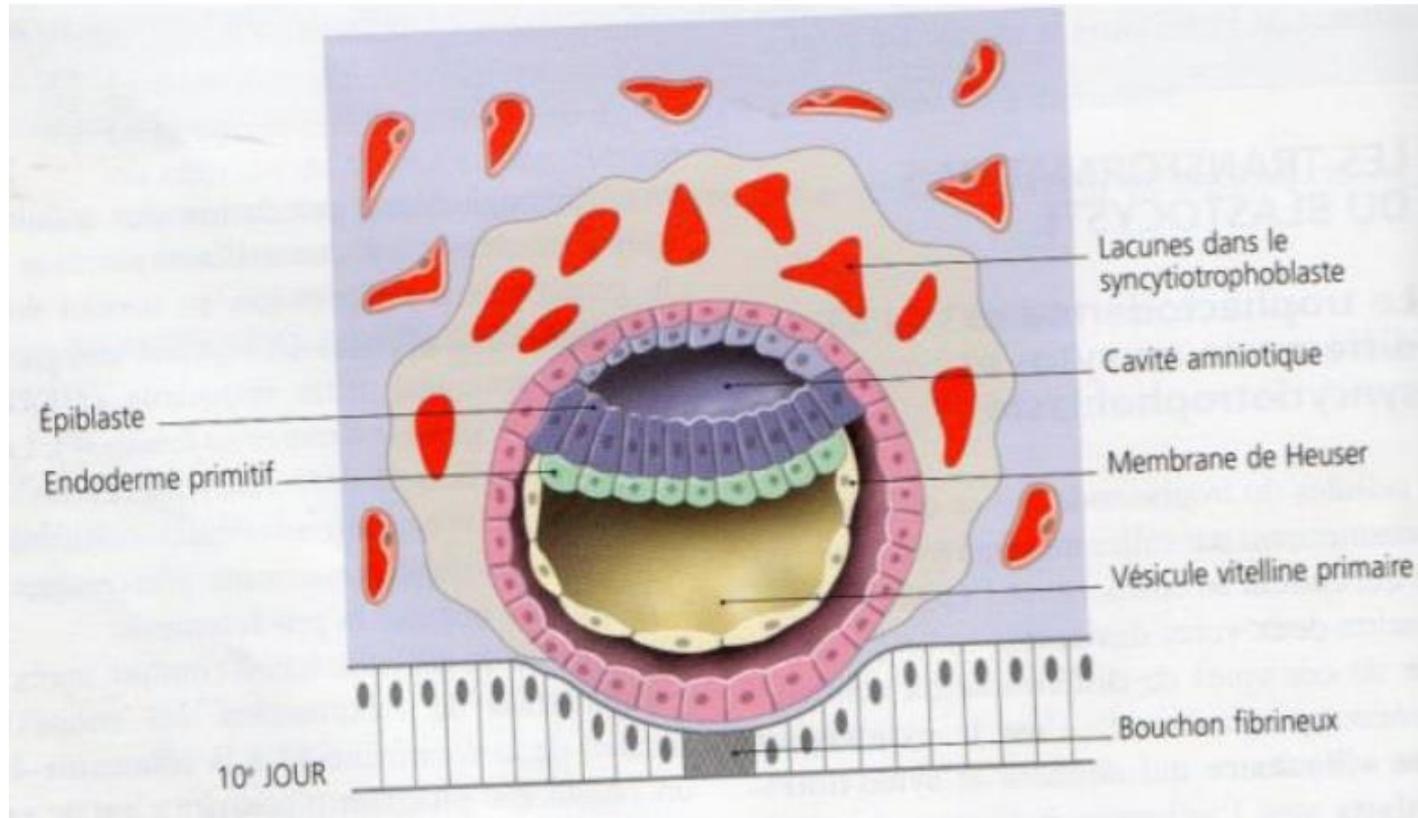
Correspond à la formation de la **cavité amniotique**.

**Au 8<sup>ème</sup> jour**, une cavité se creuse entre le bouton embryonnaire et la couche de cellules du cytotrophoblaste à laquelle il s'adhère, c'est la **cavité amniotique**. Cette cavité est délimitée par la **couche cellulaire épiblastique** (en bas) et par une couche de cellules différenciées appelées les **amnioblastes**.



## 2. formation du lécithocèle primaire

**Au 10ème jour:** l'hypoblaste prolifère sur ses bords et produit dans le blastocœle une couche cellulaire dite **membrane de HEUSER** qui vient entourer la cavité blastocystique devenus **lécithocèle primaire** (vésicule vitelline primitive).



### 3. Formation du mésenchyme I (mésoblaste extra embryonnaire)

**Entre le 11 et 12 jour:** un ensemble de cellules étoilées et anastomosées se détachent du cytotrophoblaste et constituent le mésenchyme primaire qui occupe l'espace entre le l'embryon et le cytotrophoblaste.

Le MEE aura différentes dénominations par rapport à sa localisation entre le cytotrophoblaste et l'embryon:

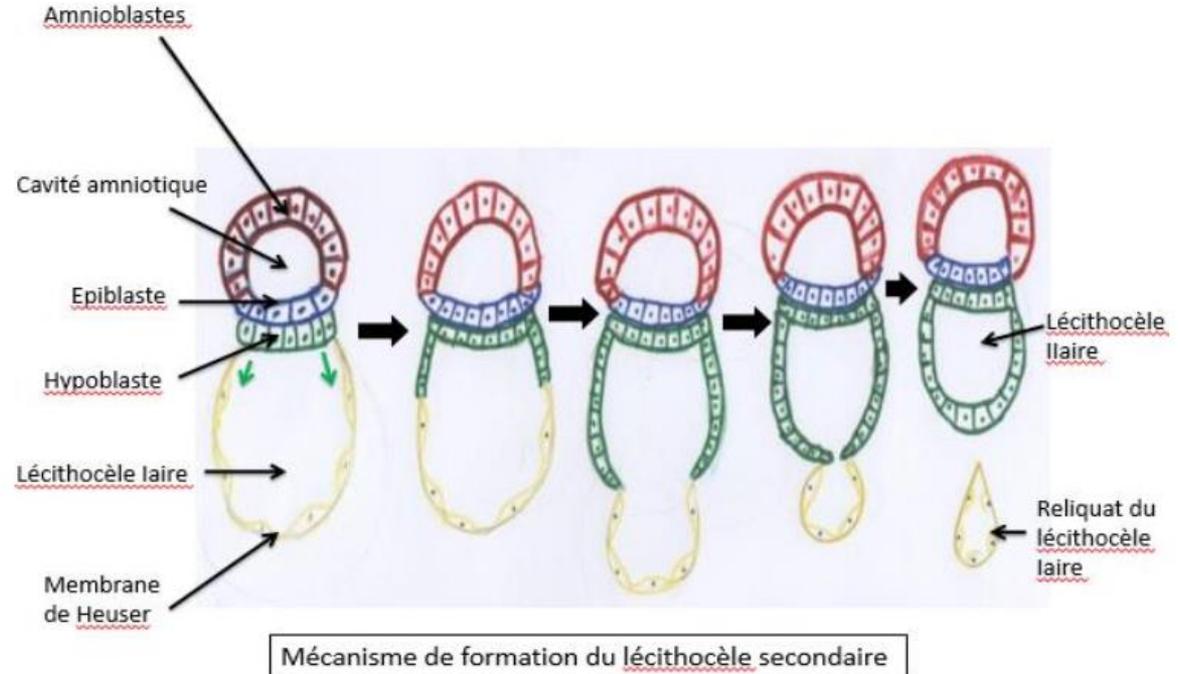
- **Splanchnopleure:** Le MEE tapisse la paroi du léctothocèle secondaire.
- **Somatopleure:** Celui qui se trouve à la face externe de la cavité amniotique.
- **Pédicule embryonnaire:** Le MEE qui relie la cavité amniotique au cytotrophoblaste qui va donner par la suite le **cordons ombilical**.

**Lame chorale:** le MEE plaqué contre la face interne du cytotrophoblaste.

## 4. formation du lécithocèle secondaire

**Au 13<sup>ème</sup> jour:**

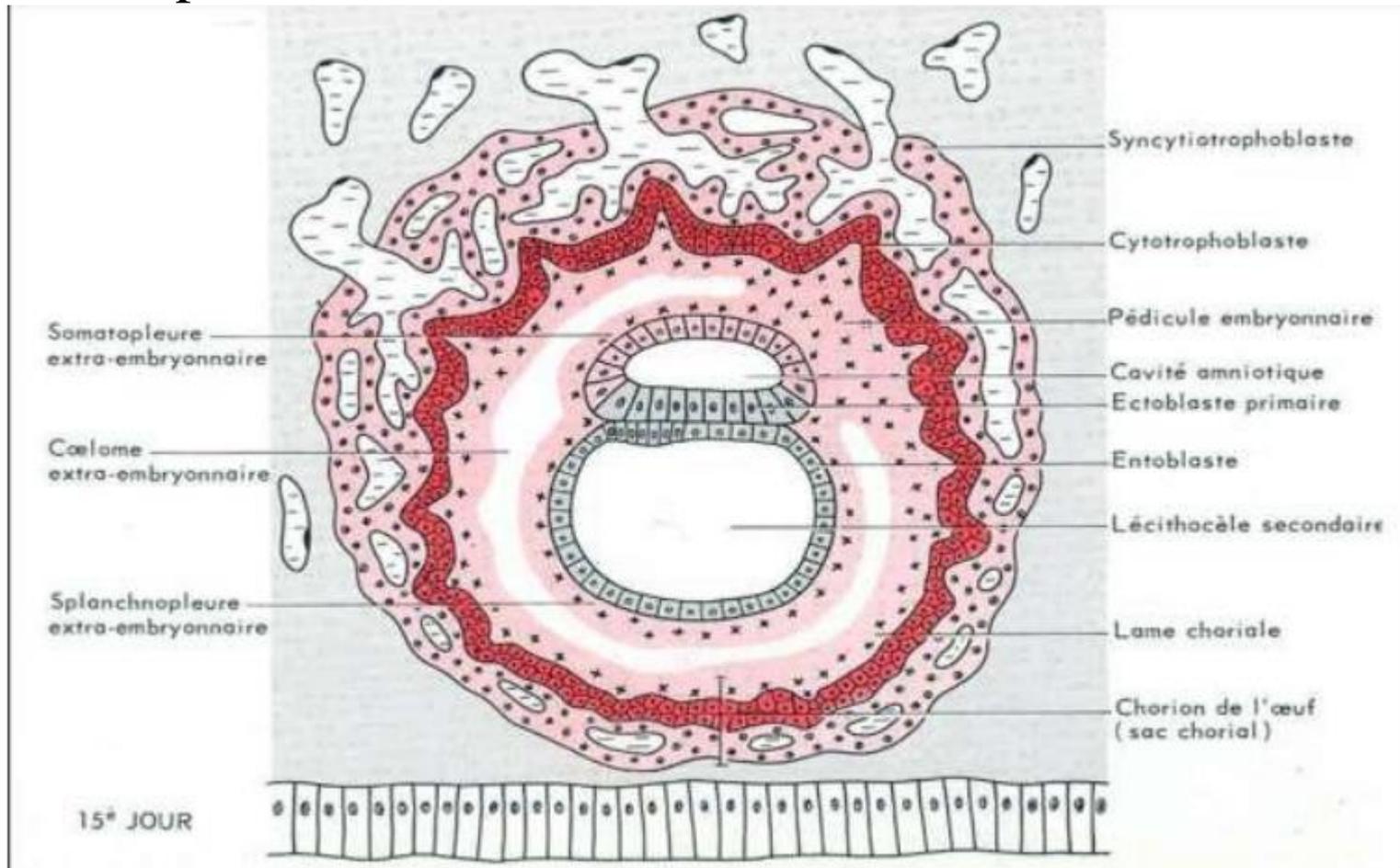
- L'hypoblaste extra-embryonnaire fini par englober la majeure partie du lécithocèle primaire qui va devenir **lécithocèle secondaire** (future **vésicule ombilicale**), par formation des **kystes exocœlomiques**. Ces kystes se forment par poussée des cellules hypoblastiques formant ainsi un étranglement au niveau de la membrane de Heuser.



## 5. Apparition du cœlome externe

Entre 13 et 15 ème jours:

Des lacunes vont se former au niveau du mésenchyme extra-embryonnaire pour constituer le **cœlome externe**.



# Conclusion

A la fin de la 2eme semaine, la nidation  
achevée, l'œuf ne mesure que 2.5mm

**Il est composé de**

**Disque embryonnaire**

Hypoblaste

Epiblaste

**Annexes embryonnaires**

Amnios

Vésicule vitelline

Mésenchyme extra embryonnaire