
LE DEVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE

Durant la période du développement, Les multiplications cellulaires se succèdent, tandis que l'expression du génome de l'oeuf entraîne une différenciation progressive en feuillets, en tissus, et en organes, suivant un plan propre à chaque espèce.

le développement de l'embryon s'accompagne de la formation de tissus annexes, nécessaires à sa protection et à sa nutrition : amnios, allantoïde, lécithocèle secondaire (ou vésicule vitelline).

L'embryon s'implante dans l'utérus maternel. Une annexe spécialisée supplémentaire, le placenta, assure sa nutrition à partir de l'organisme maternel.

Durant sa croissance, l'embryon, puis le fœtus, doit s'adapter en permanence à son environnement. Il existe à tout moment un équilibre fragile entre ses besoins (nutrition, oxygénation, ...) et les possibilités d'apport de l'organisme maternel.

LA PREMIERE SEMAINE DU DEVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE

Dans l'espèce humaine, la première semaine du développement correspond à la 3e semaine du cycle menstruel de la mère.

1-LA FECONDATION

La fécondation est l'étape initiale de la formation de l'individu. C'est la formation de l'œuf ou zygote par fusion des 2 gamètes paternel et maternel. Elle définit le temps 0 du développement embryologique.

Ses mécanismes sont comparables dans tout le règne animal. Une partie des données de la fécondation humaine proviennent d'observations animales

Dans l'espèce humaine la fécondation a lieu au tiers externe de la trompe. Elle est précédée par le cheminement des gamètes, leur conditionnement et leur rencontre. Ces étapes indispensables se déroulent dans les voies génitales femelles.

Ainsi les phénomènes de la fécondation comprennent :

A- Le rapprochement des gamètes, comprenant :

- La migration de l'ovule
- La migration des spermatozoïdes et leur conditionnement
- La traversée des enveloppes ovulaires par les spermatozoïdes

B- La fécondation proprement dite qui comprend :

- **L'impact du spermatozoïde avec activation** de l'œuf
- **L'amphimixie** ou fusion des 2 lots haploïdes chromosomiques mâle et femelle.

A-LE RAPPROCHEMENT DES GAMETES

La migration de l'ovocyte

L'ovocyte achève sa première division méiotique au moment de l'ovulation. Le premier globule polaire reste accolé à l'ovocyte. La méiose se poursuit sans interphase et la 2^e division commence. Elle s'arrête à la métaphase et ne s'achèvera qu'à la fécondation. A ce stade (ovocyte de 2^e ordre), l'ovocyte est fécondable et le reste pendant 12 à 24 heures.

L'ensemble de l'ovule, comprenant l'ovocyte et ses enveloppes, est récupéré par le pavillon de la trompe. Le cumulus se dissocie plus ou moins et l'ovocyte II, entouré de plusieurs couches de cellules folliculeuses, migre dans le premier tiers de la trompe.

Les spermatozoïdes arrivant dans cette partie de la trompe, rencontreront une structure complexe, avec, dans l'ordre :

- Les cellules folliculaires du Cumulus oophorus, expulsées avec l'ovocyte lors de la ponte ovulaire. Elles sont plus ou moins dissociées.
- La Corona radiata, couche jointive de cellules folliculaires qui entoure la membrane pellucide.
- La membrane pellucide, lame glycoprotéique dense, produite à la fois par l'ovocyte et par les cellules de la Corona radiata.
- L'ovocyte de 2^e ordre, avec le premier globule polaire qui lui est accolé.

L'approche spermatique

A chaque rapport, lors de l'éjaculation, 100 à 300 millions de spermatozoïdes sont déposés dans la cavité vaginale. Parmi ces derniers, il y en a 40 à 70 % de mobiles. Ils doivent remonter la quasi-totalité du tractus génital féminin, jusqu'à l'ampoule tubaire où se trouve le gamète femelle. Ils devront ensuite traverser les enveloppes de l'ovocyte (cellules péri-ovocytaires et membrane pellucide).

L'ensemble du transit est rapide : On admet que les premiers spermatozoïdes atteignent l'ampoule tubaire en 30 minutes. Pour d'autres, le trajet peut durer plusieurs heures. Durant ce trajet, l'environnement modifie les spermatozoïdes et les prépare à assurer la fécondation.

Il existe une perte considérable de spermatozoïdes : quelques centaines seulement arriveront au contact des cellules du cumulus. La plupart des spermatozoïdes, qui n'achèvent pas leur migration, sont détruits sur place par les cellules phagocytaires du tractus génital féminin.

a- La traversée du col utérin

Les spermatozoïdes pénètrent dans la glairé cervicale en quelques minutes, mais la traversée du col utérin a une durée très variable et peut durer plusieurs heures.

Le passage du col utérin nécessite une bonne mobilité des spermatozoïdes. Il est favorisé par les contractions du col utérin au moment de l'orgasme.

Un grand nombre se fourvoient dans les cryptes et les glandes du col. Environ 1 à 2 % des spermatozoïdes de l'éjaculat (soit 1 à 3 10^6) passent dans la cavité utérine.

- La glaire cervicale a un rôle essentiel

C'est un gel glycoprotéique (ressemblant à du blanc d'œuf), produit par les cellules glandulaires du col utérin. Sa quantité et son aspect varient au cours du cycle menstruel. Au moment de l'ovulation, elle est abondante et filante. Son aspect est une méthode simple pour apprécier la période ovulatoire (en séchant, elle cristallise alors "en feuilles de fougère").

Son pH est basique (8 à 8,5) au moment de l'ovulation et tamponne l'acidité vaginale. Outre des ions et des sucres, elle renferme des immunoglobulines (IgA et IgM) et des enzymes (phosphatase, amylase, mucinase, lysozyme).

- Rôle de la glaire cervicale

- Elle s'oppose aux infections par l'intermédiaire des immunoglobulines et du lysozyme.

- Elle assure la filtration du sperme. La traversée de la glaire se fait par progression active des spermatozoïdes. Ainsi le plasma séminal, qui est un mauvais milieu de survie pour les spermatozoïdes, ne passe pas, de même que les autres éléments du sperme : leucocytes, cellules rondes et bactéries.

- Elle assure une sélection des spermatozoïdes. Seuls les spermatozoïdes les plus mobiles peuvent la traverser. Ceci élimine les spermatozoïdes immobiles et ceux dont la mobilité est insuffisante ou anormale (souvent associée aux tératospermies).

Une glaire de bonne qualité est indispensable à la fonction de reproduction. Après les interventions chirurgicales qui enlèvent une partie du col, la glaire est peu abondante ou absente et il existe souvent une stérilité dite cervicale.

b- Le transit utéro-tubaire

Du col à l'ampoule tubaire, le trajet est de 8 minutes chez la femme. La progression des spermatozoïdes est active, fonction de leur mobilité. Elle est favorisée par les courants liquidiens, par les mouvements des cils de l'épithélium et surtout par les contractions des parois utérine et tubaire

Arrivés aux cornes utérines, les spermatozoïdes s'engagent indifféremment dans les trompes. Il n'y a pas, chez la femme, de facteur chimiotactique efficace d'origine ovulaire, toutefois, *in Vitro*, le liquide folliculaire a un effet attractif sur les spermatozoïdes. Au tiers externe de la trompe, les spermatozoïdes sont retenus par l'amas visqueux du Cumulus ovocytaire. S'ils ne le rencontrent pas, ils poursuivent leur migration et, arrivés au pavillon de la trompe, tombent dans la cavité péritonéale.

La quantité et la composition des liquides utérin et tubaire varient au cours du cycle. Ce sont des milieux complexes associant les sécrétions des glandes utérines, de la muqueuse tubaire et le liquide folliculaire libéré au moment de l'ovulation. Outre des ions et des protéines comme l'albumine, ils renferment des immunoglobulines, des enzymes, des glucides, des stéroïdes et des prostaglandines.

Durant cette étape de migration, deux phénomènes se produisent :

- Une importante réduction du nombre des spermatozoïdes. Quelques centaines, au plus, arrivent au contact des cellules péri-ovocytaires.

- La capacitation : des modifications membranaires des spermatozoïdes. C'est alors qu'ils deviennent féconds.

La capacitation est indispensable à la suite des événements. Elle se fait sous l'action de facteurs multiples et mal définis : Albumine, enzymes (neuraminidase, glycuronidase), glycosaminoglycanes (comme l'héparine et le chondroïtine-sulfate), élévation de la force ionique, lipides et hormones (œstrogènes et progestérone).

* La capacitation associe :

- L'élimination du cell-coat déposé au cours du transit épидидymaire
- Une nouvelle répartition des protéines membranaires

* Elle se traduit par :

- Une augmentation du métabolisme du spermatozoïde.
- Une augmentation de la mobilité (hyperactivation)
- L'apparition surtout, des conditions nécessaires à la réaction acrosomiale.

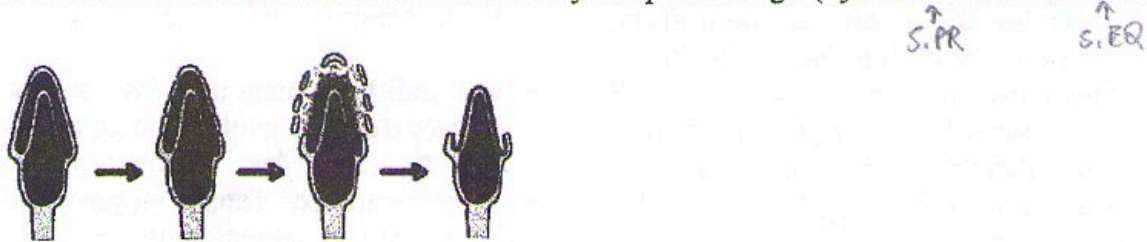
B- LA TRAVERSEE DES ENVELOPPES OVULAIRES

Elle assure les dernières modifications rendant les spermatozoïdes aptes à la fécondation. C'est à ce moment que s'effectue l'ouverture de l'acrosome ou réaction acrosomiale

. LA REACTION ACROSOMIALE

C'est l'ouverture de l'acrosome.

Elle ne peut se faire qu'après la capacitation et nécessite la présence de Ca^{++} . La vésicule acrosomiale se gonfle et sa membrane externe fusionne par points avec la membrane plasmique. Par réunion des zones de fusion, le revêtement externe de l'acrosome (membrane plasmique de la cellule et membrane externe de l'acrosome) s'élimine par plaques. Le contenu de l'acrosome est libéré et ses enzymes peuvent agir (hyaluronidase et acrosine).



Après la réaction acrosomiale, c'est la membrane interne de l'acrosome qui limite les 2/3 antérieurs de la tête du spermatozoïde, La membrane plasmique reste intacte en arrière, au niveau du segment équatorial de l'acrosome et au niveau de la région post-acrosomiale.

La traversée des couches cellulaires

C'est le passage du *Cumulus* et de la *Corona radiata*. Elle dure quelques minutes. Le facteur essentiel de cette traversée est la mobilité propre des spermatozoïdes. La

progression est facilitée par la hyaluronidase de l'acrosome.

Au niveau du cumulus, les cellules sont plus ou moins dissociées et le passage est toujours possible. Les spermatozoïdes s'insinuent dans les espaces intercellulaires.

La dernière couche cellulaire autour de la zone pellucide est serrée. Une dissociation enzymatique s'impose pour permettre le passage intercellulaire.

La traversée de la membrane pellucide

Le passage est spécifique de l'espèce. La reconnaissance des spermatozoïdes de l'espèce se fait grâce à la présence, dans la membrane pellucide, de protéines possédant des sites récepteurs pour la membrane interne de l'acrosome.

La membrane pellucide est une coque glycoprotéique qui entoure l'œuf. Elle attire et retient le spermatozoïde et elle induit la réaction acrosomique. La capture du spermatozoïde est facilitée par une protéine de la membrane pellucide, le ligand ZP3 et par des récepteurs situés dans la membrane du spermatozoïde. La libération d'enzymes provenant de l'acrosome (acrosine) aide encore à la pénétration de la membrane par le spermatozoïde et à son entrée en contact avec la membrane cellulaire de l'ovocyte. Dès l'entrée en contact d'un premier spermatozoïde, la perméabilité de la membrane pellucide se modifie. Il ya libération d'enzymes lysosomiales qui altèrent les propriétés de la membrane pellucide et inactivent des sites récepteurs spécifiques d'espèce des spermatozoïdes. D'autres spermatozoïdes peuvent s'enchâsser dans la membrane pellucide, mais un seul est capable de pénétrer dans l'ovocyte.

Les mouvements cellulaires sont essentiels dans la traversée de la membrane pellucide. La progression est facilitée par l'action des enzymes de l'acrosome (hyaluronidase et surtout acrosine) au point de pénétration

C- LA FECONDATION PROPREMENT DITE

La fécondation proprement dite débute lorsque le spermatozoïde se retrouve au contact de la membrane ovocytaire, dans l'espace péri-ovocytaire.

Aussitôt, après la fusion des gamètes, 2 séries d'évènements se succèdent :

- - L'activation de l'œuf
- - La restauration de la diploïdie.

La fusion des gamètes (fusion des membranes cellulaires=plasmogamie)



Dans l'espèce humaine, le spermatozoïde se couche à plat sur la surface de l'ovocyte, recouverte de microvillosités. Les microvillosités de l'œuf ont tendance à entourer le spermatozoïde.



Il y a adhésion puis fusion des deux membranes plasmiques. La fusion se fait dans la région post-acrosomiale, là où persiste la membrane plasmique du spermatozoïde. L'adhésion fait intervenir des protéines membranaires d'adhésion comme l'intégrine

Le spermatozoïde, encore mobile s'enfonce dans le cytoplasme ovocytaire et finit par s'incorporer totalement à l'ovocyte, y compris le flagelle sans la membrane plasmique qui reste à l'extérieur.



La fusion membranaire a deux conséquences immédiates :

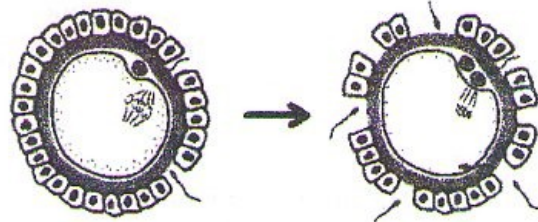
- Une dépolarisation de membrane qui se propage en quelques secondes. Elle est due à l'entrée de Na^+ par modification de la perméabilité membranaire. Elle s'oppose à l'adhésion d'un autre spermatozoïde. C'est l'un des mécanismes évitant la fécondation multiple : il y a habituellement monospermie.
- Une augmentation du Ca^{++} et du pH intracytoplasmiques. Ces modifications déclenchent l'activation de l'œuf.

L'activation de l'œuf

Conséquence immédiate des modifications précédentes, elle se déroule simultanément à 3 niveaux :

- - Le cortex ou zone périphérique du cytoplasme
 - - Le noyau
 - - Le cytoplasme.
- a- La réaction corticale
Elle est rapide et se produit en 15 à 20 minutes.
- Les granules corticaux se rapprochent de la membrane plasmique, fusionnent et libèrent leur contenu dans l'espace péri-ovocytaire. Cet espace s'élargit tandis que l'ovocyte se rétracte. Les enzymes libérés (hydrolases et peroxydase) modifient la membrane pellucide et la rendent inapte au passage de nouveaux spermatozoïdes.
 - Les microvillosités membranaires diminuent de nombre et de taille.
 - Le cytosquelette se modifie sous la membrane. En particulier les microfilaments qui se condensent.
- b- La réaction "nucléaire"
Elle est également rapide et se produit aussi dans les 20 minutes.

C'est la fin de la méiose du gamète femelle qui ne s'achève qu'après la fécondation. Jusque là, l'ovocyte était bloqué en métaphase de la 2^e division méiotique. On pense que ce sont les modifications du Ca^{++} qui entraînent la reprise de l'activité de l'appareil achromatique. Après une rotation de 90° du fuseau, les chromosomes s'écartent au cours de l'anaphase. Puis le 2^e globule polaire se forme et est expulsé. L'ovocyte II devient l'ovotide. Le lot haploïde des chromosomes maternels est visible à proximité de la surface cellulaire.



c- La réaction cytoplasmique

Les modifications sont morphologiquement moins apparentes, mais traduisent la reprise des activités métaboliques de la cellule.

La respiration cellulaire augmente : les crêtes mitochondriales deviennent plus visibles.

La synthèse protéique reprend à partir des A.R.N. préexistants. Les ribosomes s'organisent en polysomes.

Les saccules du réticulum endoplasmique augmentent de nombre.

La dégradation du spermatozoïde

Dans le même temps, le cytoplasme du spermatozoïde se désorganise.

Classiquement on admet sa résorption totale sans aucun rôle dans l'activation de l'œuf. Même si la dégradation des mitochondries n'est pas prouvée, en pratique, l'hérédité mitochondriale est uniquement féminine.

La restauration de la diploïdie

L'amphimixie est la fusion des 2 lots haploïdes de chromosomes. Elle ne survient qu'après la formation de 2 pro-noyaux (*pronuclei*). Elle va être immédiatement suivie de la première division cellulaire de l'œuf, aboutissant à la formation des deux premiers blastomères.

La formation des pro-noyaux (*pronuclei*)

Les 2 pro-noyaux mâle et femelle apparaissent simultanément, environ 10 heures après la fusion des gamètes.

Les pronuclei sont de volumineuses structures sphériques, de 20 à 30 μm de diamètre.

* Le pro-noyau femelle (*pronucleus*)

A la suite de la méiose, une enveloppe nucléaire se reforme autour du lot haploïde des 23 chromosomes maternels. Les chromosomes se décondensent et des nucléoles apparaissent immédiatement.

* Le pro-noyau mâle (*pronucleus*)

Au cours de la dégradation du spermatozoïde, le noyau spermatique perd temporairement son enveloppe.

Les 23 chromosomes paternels se décondensent. Durant cette étape, les protamines liées à l'A.D.N. sont remplacées par des histones synthétisées dans le cytoplasme ovocytaire. Des

nucléoles réapparaissent. L'ensemble forme une masse volumineuse (500 fois le volume du noyau du spermatozoïde). Une enveloppe nucléaire se reforme alors en périphérie. L'aspect est alors le même que celui du pro-noyau femelle.

La migration des pro-noyaux

A proximité du noyau du spermatozoïde se trouve le centriole proximal du spermatozoïde. Il induit la formation d'un appareil achromatique c'est un réseau étoilé de microtubules, appelé le spermaster.

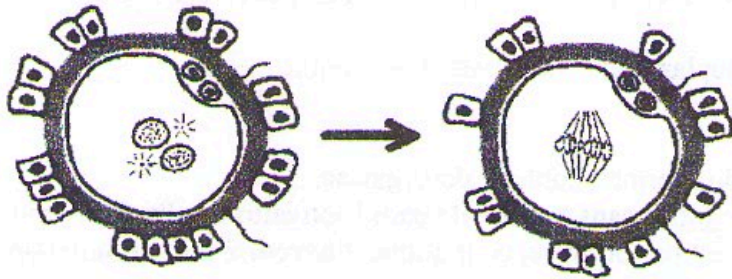
Le spermaster tracte le pronucléus mâle vers le centre de l'ovotide.

Le pro-noyau femelle se rapproche également du centre de l'ovotide par un processus analogue.

Durant cette période de migration :

- Les synthèses protéiques sont actives dans le cytoplasme
- Il y a réplication de l'ADN dans chacun des pro-noyaux, induite par des facteurs cytoplasmiques.

A la fin de la migration les chromosomes sont bichromatidiens. L'œuf est donc temporairement pseudo-tétraploïde (avec $4n$ ADN) avant la 1ère division de segmentation, comme avant n'importe quelle mitose.



L'amphimixie proprement dite(caryogamie)

Au centre de l'ovotide, les 2 pro-noyaux s'accolent étroitement. Autour, les fibres d'un fuseau achromatique s'organisent à partir du diaster, dont l'origine est le spermaster.

Les chromosomes se condensent progressivement.

L'enveloppe des pronucléus se résorbe et les chromosomes condensés se disposent sur un plan au sein d'un fuseau achromatique dépourvu de centrioles.

Ainsi on passe d'emblée à la métaphase de la première mitose de segmentation de l'œuf vers 20 à 24h après la fusion gamétique.

D- LES CONSEQUENCES DE LA FECONDATION

- - Le retour à deux cellules diploïdes après une phase transitoire $4n$ ADN.
- - La création d'un nouvel individu génétiquement original par mélange des génomes parentaux. Il y a transmission des caractères héréditaires, mais aussi brassage des gènes au cours de la méiose. Ceci est le but de la reproduction sexuée.
- - La détermination de son sexe génétique par le gonosome apporté par le spermatozoïde.
-

II- LA SEGMENTATION

La segmentation intéresse la totalité de l'œuf. Elle débute dès la fin de la fécondation. C'est une suite ininterrompue de mitoses qui morcellent l'œuf en cellules-filles, plus petites, les **blastomères**. Initialement, les blastomères forment une masse cellulaire pleine, la **morula**. Puis cette masse se creuse d'une cavité et devient un **blastocyste** (la blastula). Jusqu'à ce stade, l'œuf reste entouré par la membrane pellucide et sa taille n'augmente pratiquement pas.

A- LE STADE 2 à 8 BLASTOMERES

Les aspects morphologiques

La chronologie des divisions est relativement précise, mais les divisions ne sont pas tout à fait synchrones. Il existe, entre les stades à 2, 4 ou 8 blastomères, des stades fugaces à 3, 5, 6 et 7 blastomères.

Lors de chaque division, l'un des blastomères est légèrement plus grand que l'autre. Il se divisera le premier.

- Le stade 2 blastomères s'observe entre 24 et 30 heures (1 jour)
- Le stade 3 blastomères s'observe entre 30 et 36 heures
- Le stade 4 blastomères s'observe entre 36 et 40 heures
- Le stade 8 blastomères s'observe entre 40 et 50 heures (2 jours).

Les blastomères sont des cellules ovoïdes, indépendantes, séparées par des espaces intercellulaires relativement larges.

Les premiers blastomères sont totipotents ← ?

Les 8 premiers blastomères sont équivalents et ont les mêmes potentialités. Un seul d'entre eux peut donner un organisme entier. On dit que l'œuf humain est **isotrope** ou **régulateur** **jusqu'au stade de 8 cellules**.

Ce phénomène permet de compenser la perte d'un ou plusieurs blastomères au cours des toutes premières étapes du développement.

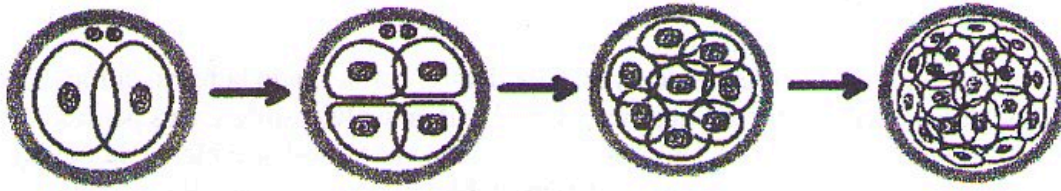
En pratique médicale, lors d'une fécondation in vitro, il est possible, sans nuire à l'embryogenèse, de prélever un blastomère pour effectuer un **diagnostic préimplantatoire** de maladies chromosomiques ou géniques.

B- FORMATION DE LA MORULA

Le terme de *morula* (du latin *morula* : petite mûre) désigne la masse cellulaire pleine formée après 4 ou 5 divisions successives des blastomères. Sa taille est celle de l'œuf initial et le nombre des blastomères passe de 10 à 70 environ.

Le stade de morula (32 à 64 blastomères) s'observe entre 50 et 80 heures (3 et 4 jours).

L'œuf est entouré de la membrane pellucide et sa taille n'augmente pas.



A la fin du stade de morula, les cellules externes sont plus petites et plus sombres que les cellules internes. Elles se sont aplaties et la surface de la morula est lisse.

La compaction de l'oeuf

A partir du début du stade morula, des jonctions communicantes (de type gap) et des jonctions serrées s'établissent progressivement entre les cellules. Les jonctions modifient la forme des cellules, assurent leur cohésion et établissent des communications entre elles. Ce phénomène est appelé la compaction de l'oeuf. C'est la première différenciation des cellules.

Les jonctions étanches entre les cellules périphériques entraînent un contrôle des échanges entre la morula et le milieu extérieur. Elles entraînent également la formation de gradients chimiques qui modifient l'orientation des fuseaux mitotiques et le rythme des divisions cellulaires.

La compaction entraîne une polarisation des éléments et la formation de 2 types cellulaires :

- Les cellules périphériques (polaires), aplaties, se multiplient plus vite. Elles donneront le **trophoblaste primitif**.
- Les cellules centrales (cellules apolaires), plus volumineuses, vont former le **bouton embryonnaire** ou "masse cellulaire interne".

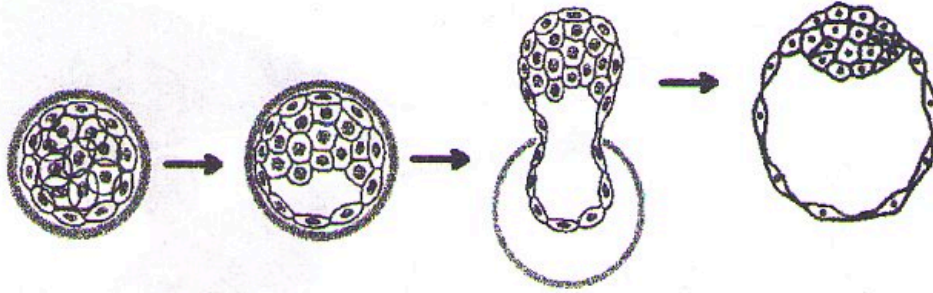
B- FORMATION DU BLASTOCYSTE

Lorsque la morula atteint environ 60 cellules, des lacunes apparaissent entre les cellules internes, à proximité d'un pôle. Elles fusionnent en une cavité unique, le blastocœle. Il renferme du liquide filtré par les cellules à partir de la cavité utérine.

La morula devient alors un blastocyste. On y distingue 2 groupes de cellules :

- - Le trophoblaste C'est la couche périphérique simple, formée de cellules aplaties. Il donnera naissance à la **sphère chorale**, puis au placenta.
- - Le bouton embryonnaire ou embryoblaste. C'est la masse cellulaire interne, composée de cellules plus volumineuses, polyédriques ou arrondies. Le bouton embryonnaire est accolé d'un côté à la face interne du trophoblaste primitif et, de l'autre côté, bombe dans le blastocœle. Il donnera l'**embryon** proprement dit et des **annexes** embryonnaires : l'amnios, la vésicule vitelline et l'allantoïde.

Le blastocyste s'observe aux 5^e et 6^e jours du développement.



L'expansion du blastocyste(éclosion)

Elle débute avec la formation du blastocœle. Le trophoblaste primitif se plaque contre la face interne de la membrane pellucide qui va disparaître. Au 5^e jour, elle s'amincit par actions de différentes enzymes (certaines proviennent des spermatozoïdes restés dans la zone pellucide, d'autres sont produites par les cellules trophoblastiques; d'autres proviendraient du milieu intra-utérin). Puis la membrane pellucide se déchire et l'œuf sort en se déformant temporairement (on peut parler "d'accouchement" du blastocyste).

A partir de ce moment, le blastocyste peut augmenter de volume. Son diamètre atteint 250 μm à la fin du 6^e jour : on parle de blastocyste expansé ou de l'éclosion du blastocyste. Il s'agit d'une augmentation du blastocœle, mais la masse cellulaire reste inchangée.

éclosion

Données biologiques

Les divisions sont asynchrones

Elles sont plus fréquentes dans le trophoblaste que dans le bouton embryonnaire.

Au 6^e jour, le blastocyste comporte une centaine de cellules, dont une douzaine seulement pour le bouton embryonnaire.

Différences entre trophoblaste et embryoblaste

Les 2 groupes de cellules diffèrent par leur activité de synthèse, leur rythme mitotique, leur forme et aussi par leurs caractères ultra structuraux :

- Les cellules trophoblastiques sont très étroitement associées par des jonctions intercellulaires (jonctions serrées de type zonula, gap-jonction et desmosomes) et elles possèdent de nombreux micro filaments.
- Les cellules du bouton embryonnaire sont particulièrement riches en ribosomes.

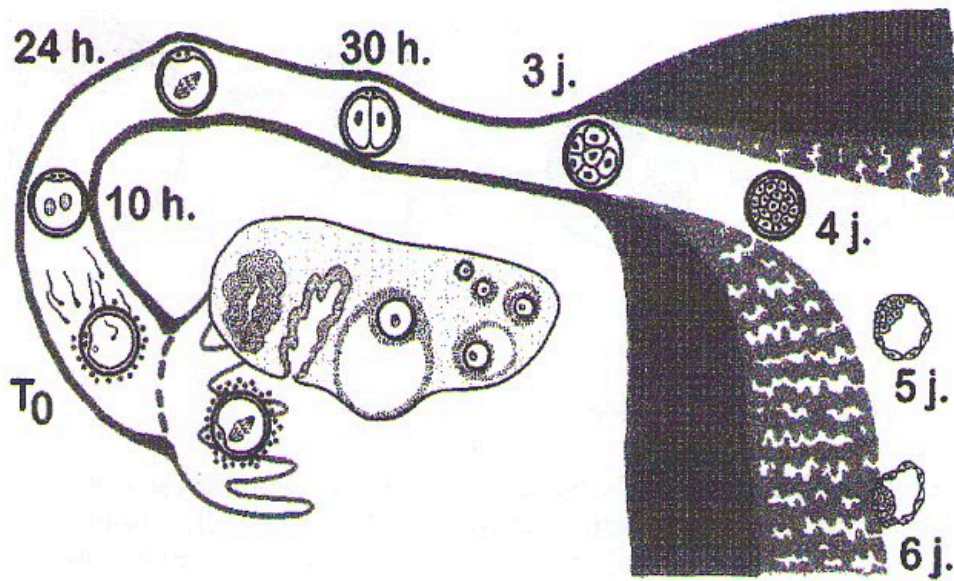
D- LA MIGRATION TUBAIRE

Pendant la segmentation, l'œuf est transporté passivement depuis l'ampoule tubaire jusque dans la cavité utérine. Durant cette période, la nutrition s'effectue par diffusion.

Chronologie

Le transit dure 3 jours chez la Femme :

L'œuf se forme dans l'ampoule tubaire.



C'est donc une morula qui arrive dans la cavité utérine. Le blastocyste vit librement pendant près de 2 jours, puis il prend contact avec l'endomètre au 6^e jour.

Les mécanismes de la migration

Sous l'influence de la progestérone sécrétée par le corps jaune, la trompe subit des modifications qui facilitent la migration de l'œuf :

- Diminution de hauteur de l'épithélium,
- Activation des mouvements ciliaires
- Accentuation de la vascularisation.

L'ensemble formé par l'œuf, sa membrane pellucide et les quelques cellules de la *corona radiata* qui persistent, est entraîné par les parois tubaires.

L'œuf n'a pas d'action sur le transit tubaire, la migration est due à:

- Un entraînement direct par les mouvements des cils vibratiles des cellules de la muqueuse tubaire et par les contractions péristaltiques de la musculature tubaire.
- Un courant liquidien allant vers la cavité utérine.