

LE DEVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE

Généralités :

- La période de développement entre la fécondation et la naissance de l'enfant est appelée période de gestation. Aux cours de quelle se déroule les étapes du développement embryonnaires (prénatal).
- Le développement prénatal est divisé en 3 stades :
 - Stade de développement pré-embryonnaire. (Embryogénèse précoce)
 - Dure les 2 semaines suivant la fécondation.
 - Le produit de la conception est alors appelé pré-embryon.
 - Période embryonnaire.
 - Dure de la 3^{ème} à la 8^{ème} semaine suivant la fécondation.
 - Le produit de la conception devient l'embryon.
 - Période fœtale.
 - Dure de la 9^{ème} semaine jusqu'à la naissance.
 - Le produit de la conception est appelé fœtus.
- Après la pénétration du spermatozoïde et la transformation de l'ovocyte de 2^{ème} ordre en ovule fonctionnel :
 - Le noyau de l'ovule et celui du spermatozoïde se rompent et libèrent les chromosomes (= d'origine maternelle et paternelle respectivement) qu'ils contiennent.
 - Le résultat est la mise en place de la véritable fécondation, quand les chromosomes maternels et paternels se combinent pour aboutir enfin au zygote diploïde.
- Le zygote contient (= comme toute cellule humaine normale) 23 paires de chromosomes ($2n = 46$ chromosomes) :
 - 23 en provenance de la mère (= c'est-à-dire de l'ovule),
 - 23 en provenance du père (= c'est-à-dire du spermatozoïde).

I. Le développement pré-embryonnaire

- Le développement pré-embryonnaire : débute au moment de la fécondation, se poursuit pendant que le pré-embryon avance dans la trompe utérine, se termine par l'implantation du pré-embryon dans l'endomètre utérin (= muqueuse qui tapisse la cavité de l'utérus : composée d'un épithélium simple prismatique reposant sur une épaisse couche de tissu conjonctif). L'utérus est composé de 3 couches de tissu :
 - **La séreuse** (= couche externe) qui enveloppe l'utérus,
 - **Le myomètre** (= couche intermédiaire) qui est un tissu musculaire lisse (qui se contracte de façon rythmique durant l'accouchement pour expulser le bébé du corps de la mère).
 - **L'endomètre** (= couche interne) qui tapisse la cavité utérine.

→ Le stade pré-embryonnaire comprend :

- La segmentation qui aboutit à la formation du blastocyste,
- L'implantation du blastocyste (= nidation).

1. la segmentation et la formation du blastocyste

La segmentation : est la période qui suit la fécondation ; correspond à une série de divisions mitotiques rapides (clivage), Ces divisions, **sans croissance** cellulaire, partagent le volumineux zygote en de nombreuses cellules filles appelées **blastomères**. et se termine par la formation du **blastocyste**.

1.1. Les principales étapes de la segmentation sont les suivantes :

- Environ 36 heures après la fécondation :
 - la 1^{ère} division de la segmentation a donné 2 cellules identiques appelées blastomères ;
 - ces 2 blastomères se divisent ensuite pour former 4 cellules, puis 8, et ainsi de suite.
- Environ 72 heures après la fécondation, on a une petite boule d'au moins 16 cellules appelée morula (= en forme de « mûre »). (Ces 2 premières étapes ont lieu durant le voyage du pré-embryon vers l'utérus).
- 4 à 5 jours après la fécondation, le pré-embryon : est composé d'environ 100 cellules ; flotte dans la cavité utérine.
- après 2 à 3 jours où il est encore libre, le pré-embryon : devient un blastocyste : sphère remplie de liquide, formée :
 - ✓ d'une couche de grosses cellules aplaties appelées cellules trophoblastiques → constituent le **Trophoblaste**,(sont à l'origine de la formation du **placenta**)
 - ✓ d'un amas de cellules arrondies appelé **Embryoblaste (Bouton Embryonnaire**, qui constitue l'embryon proprement dit) localisé à une extrémité.
- s'implante (= au stade blastocyste final) dans l'endomètre, environ 7 jours après l'ovulation:

Au terme du cinquième jour environ, l'embryon se libère de la zone pellucide qui l'enveloppe. L'embryon fait éclater cette enveloppe par une suite de contractions d'expansion (expansion contractions). Il est aidé par des enzymes qui dégradent la zone pellucide au pôle anti-embryonnaire (le pôle qui se trouve à l'opposé de l'embryon). Ces contractions d'expansion rythmiques permettent à l'embryon de s'extraire de l'enveloppe rigide. On appelle **également hatching** cette «première naissance».

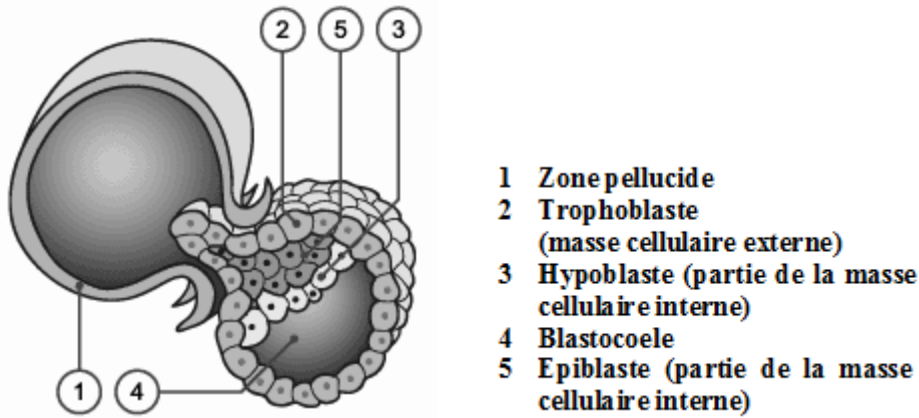


Figure 1 : Segmentation et production du blastocyste

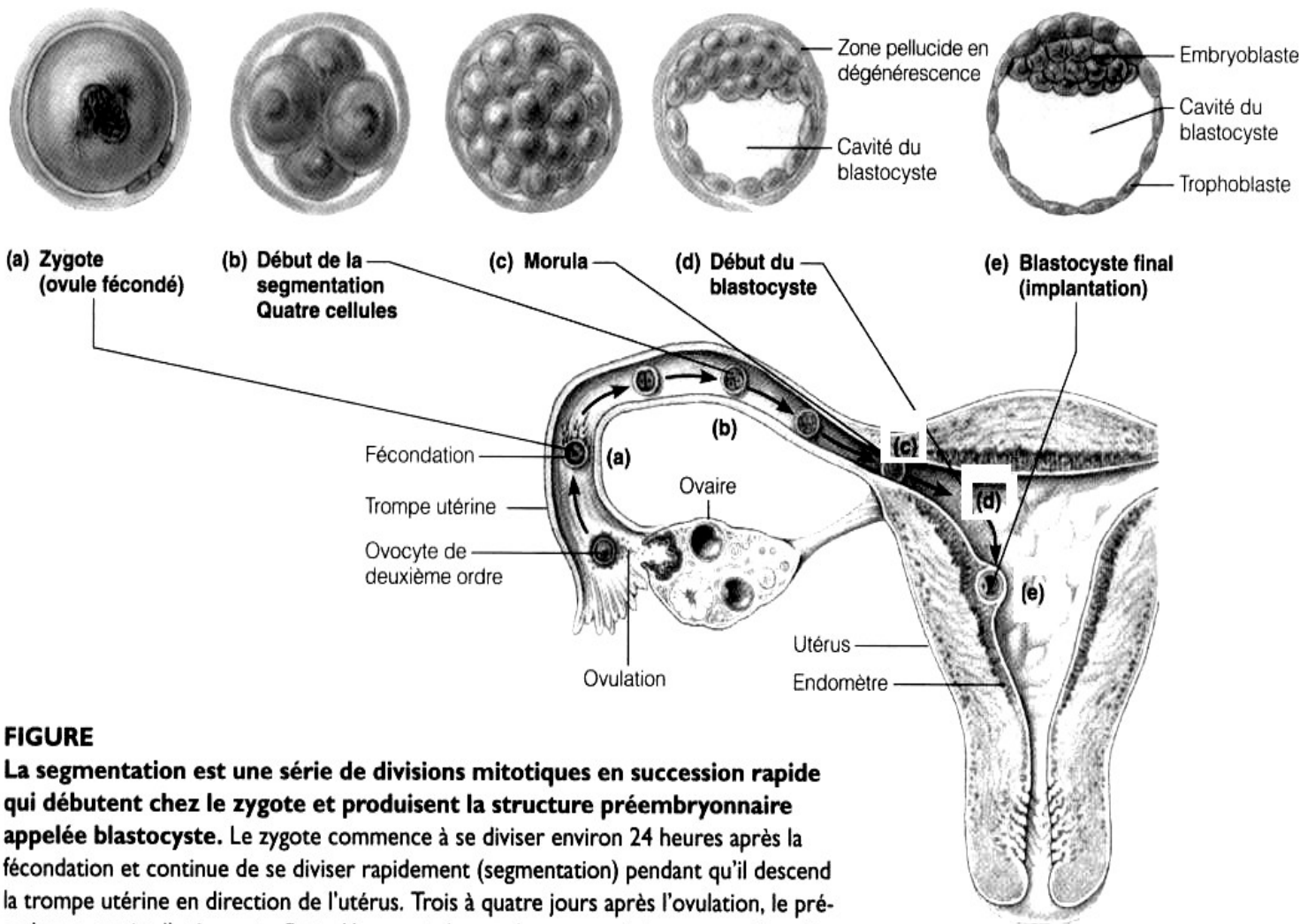


FIGURE
 La segmentation est une série de divisions mitotiques en succession rapide qui débutent chez le zygote et produisent la structure préembryonnaire appelée blastocyste. Le zygote commence à se diviser environ 24 heures après la fécondation et continue de se diviser rapidement (segmentation) pendant qu'il descend la trompe utérine en direction de l'utérus. Trois à quatre jours après l'ovulation, le pré-embryon atteint l'utérus et y flotte librement durant deux ou trois jours, nourri par les sécrétions des glandes endométriales. Le blastocyste final s'implante dans l'endomètre; cette implantation a lieu environ sept jours après l'ovulation. (a) Zygote. (b) Quatre cellules. (c) Morula, une boule solide de blastomères. (d) Blastocyste au début de sa formation: la morula s'évide, se remplit de liquide et s'échappe de la zone pellucide. (e) Blastocyste final, constitué d'une sphère externe de cellules trophoblastiques et d'un amas excentrique de cellules appelé embryoblaste.

La 2ème semaine du développement embryonnaire est marquée par 2 évènements majeurs :

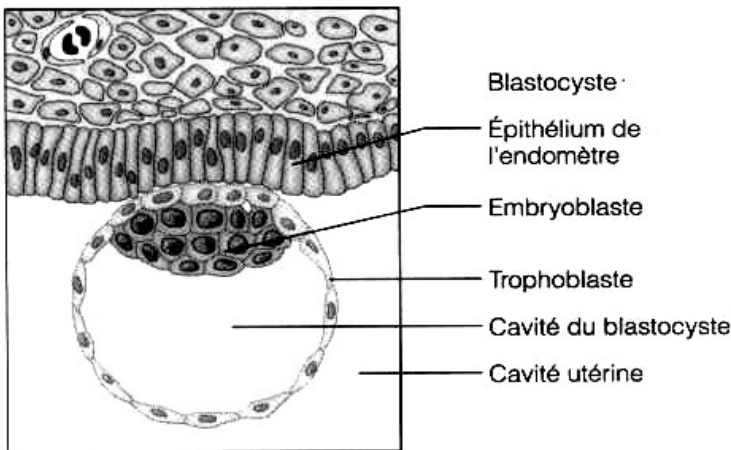
- La nidation du blastocyste dans l'endomètre (= implantation);
- La pré-gastrulation, ou transformation du blastocyste en embryon didermique.

1. L'implantation : nidation

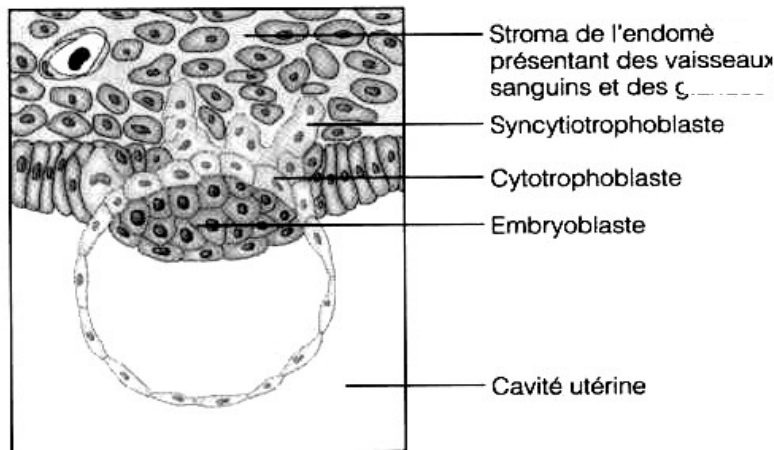
L'implantation débute environ 6 jours après la fécondation , ou Le blastocyste se dépose sur la muqueuse utérine (= endomètre). Les cellules trophoblastiques produisent des enzymes digestives qui dégradent une partie de l'endomètre et permettent ainsi au trophoblaste de « s'enfoncer » dans la muqueuse :

Le trophoblaste commence alors à proliférer et forme 2 couches distinctes :

- Le **cytotrophoblaste** ou couche interne : constitué de cellules qui restent bien individualisées.
- Le **syncytiotrophoblaste** ou couche externe :
 - Constitué de cellules qui perdent leur membrane plasmique ;
 - L'ensemble forme alors une masse cytoplasmique multinucléée (= à plusieurs noyaux) ;
 - Envahit l'endomètre et digère rapidement les cellules avec lesquelles il entre en contact.



(a)



(c)

FIGURE

Implantation du blastocyste.

(a) Représentation schématique d'un blastocyste qui vient d'adhérer à l'endomètre.

(c) Stade légèrement plus avancé de l'implantation de l'embryon (environ sept jours après l'ovulation), montrant le cytotrophoblaste et le syncytiotrophoblaste, celui-ci étant en train d'effectuer son

○ progressivement, le blastocyste s'enfonce dans la muqueuse utérine et se retrouve séparé de la cavité utérine grâce à la prolifération des cellules endométriales. Le blastocyste se trouve donc véritablement enfoui dans l'endomètre et non pas simplement attaché à lui.

○ L'implantation dure environ 1 semaine et se termine vers le 14^{ème} jour suivant l'ovulation (= c'est-à-dire au moment où normalement l'endomètre se desquame au cours de la menstruation).

○ Par ailleurs, les cellules trophoblastiques (= celles du syncytiotrophoblaste) produisent l'hormone chorionique gonadotrophique (= hCG) : La hCG apparaît dans le sang de la mère durant la 3^{ème} semaine de gestation, (= 1 semaine après la fécondation). La hCG entretient la production des hormones indispensables à la grossesse (= progestérone et œstrogènes) par le corps jaune. Le chorion, qui se développe à partir du trophoblaste après l'implantation, poursuit cette stimulation hormonale.

○ À 4 mois de gestation, le taux de HCG est devenu très faible, entre le 2^{ème} et le 3^{ème} mois, le placenta prend en charge la sécrétion de la progestérone et des œstrogènes pour tout le reste de la grossesse.

2. la pré-gastrulation : parallèlement à la nidation, le blastocyste subit des modifications importantes puisqu'à la fin de la 2^{ème} semaine de développement on peut observer un embryon présentant deux feuilletts primordiaux. **le bouton embryonnaire** va donner un **embryon didermique**, mais en même temps il fournit aussi plusieurs annexes, dont l'aspect ne changera pas pendant toute la gastrulation. Au cours de cette **2^{ème} semaine** se mettent en place les structures suivantes :

- les 2 feuilletts primordiaux, le 8^{ème} jour,
- la cavité amniotique, le 8^{ème} jour,
- la vésicule vitelline primitive, le 10^{ème} jour,
- le mésenchyme extra-embryonnaire, le 11^{ème} jour,
- la cavité chorale, le 12^{ème} jour,
- la vésicule vitelline définitive, le 13^{ème} jour.

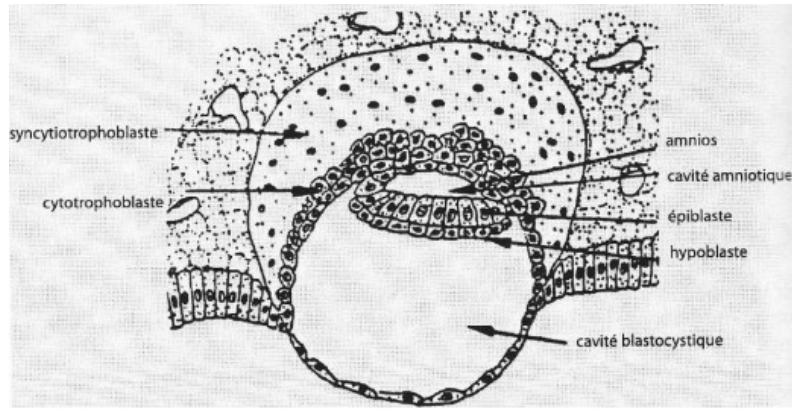
a- Formation des 2 feuilletts primordiaux (Disque didermique) :

Les cellules de l'**embryoblaste** continuent de se diviser et s'organisent dès le 8^{ème} jour en 2 feuilletts séparés par une lame basale :

- l'**epiblaste**, avec des cellules cubiques, du côté du trophoblaste,
- l'**hypoblaste**, constitué de cellules plus aplaties, au-dessous. L'ensemble vu du dessus affecte la forme d'un disque ovale, qui ne changera pas d'aspect pendant cette 2^{ème} semaine de développement.

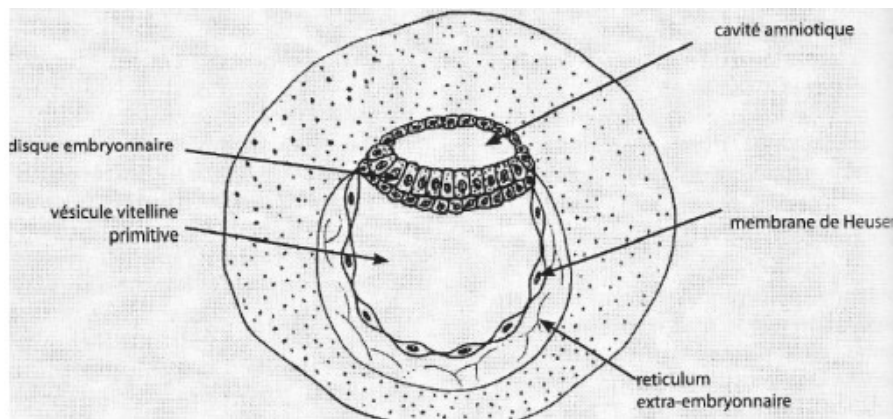
b- Mise en place des annexes :

L'aminogénèse : ou formation de l'**amnios** est contemporaine de la formation du disque embryonnaire.



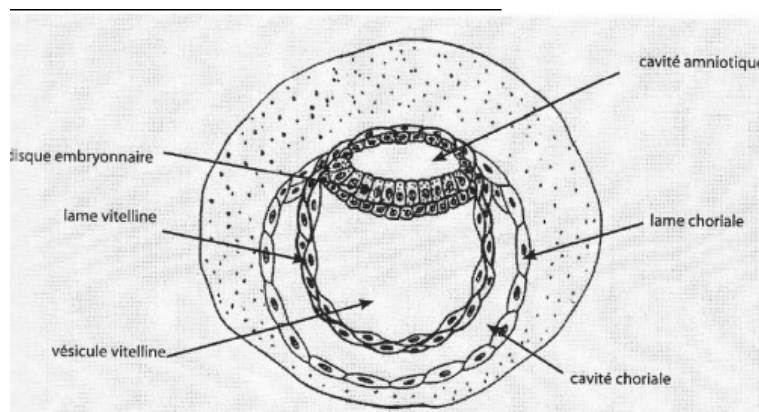
Tout en se mettant en place, l'**épiblaste** se creuse, par clivage entre les cellules, d'une petite cavité appelée **cavité amniotique**, dont le plancher est représenté par l'épiblaste et dont la voûte, au contact du trophoblaste, faite d'une couche de cellules appelées **amnioblastes**, constitue l'amnios. cette annexe ne sera l'objet d'aucun changement pendant la 2ème semaine, si ce n'est une augmentation de taille

c- Formation de la vésicule vitelline primitive :



Au 10ème jour l'hypoblaste prolifère sur ses bords et produit dans le blastocœle une couche cellulaire, ou membrane de HEUSER, qui en se retournant délimite sous le disque embryonnaire une vésicule appelée **vésicule vitelline primitive**. Le reste du blastocœle est rempli par un matériel acellulaire, le réticulum extra-embryonnaire, lui aussi d'origine **hypoblastique**.

Formation du mésenchyme extra-embryonnaire



A partir du 11ème jour l'**hypoblaste** prolifère de nouveau sur ses bords et fournit 2 lames cellulaires, l'une tapissant la face externe de la membrane de Heuser, et l'autre tapissant la face

interne du Trophoblaste, enserrant le reticulum extra-embryonnaire. C'est le **mesenchyme extra-embryonnaire**.

d- Formation de la cavite choriale

A partir du 12eme jour le reticulum extra-embryonnaire se creuse de lacunes confluant ensuite en u une cavité unique, qui ira en se développant ; c'est la **cavité choriale**. Elle est délimitée à l'extérieur par la couche externe de mésenchyme extra-embryonnaire appelee lame choriale, et a l'intérieur par la couche interne de mesenchyme extra-embryonnaire, appelee lame vitelline.

3. Placentation

La nutrition de l'embryon est assurée ,en un 1^{er} temps, directement par lui-même par digestion des cellules de l'endomètre ; à partir du 2^{ème} mois, le placenta commence à lui fournir des nutriments et de l'oxygène.

La placentation est la formation du placenta qui est un organe temporaire ; issu à la fois de l'embryon par le trophoblaste, de la mère par l'endomètre.

➔ Mécanisme de la formation du placenta :

- En un 1^{er} temps, le trophoblaste produit une couche de mésoderme extra-embryonnaire et se transforme en chorion. (membrane externe recouvre l'embryon et toutes les autres membranes embryonnaires). contribution à la formation de la partie embryonnaire du placenta.

- Ensuite, les villosités chorioniques se développent à partir du chorion et se vascularisent abondamment.

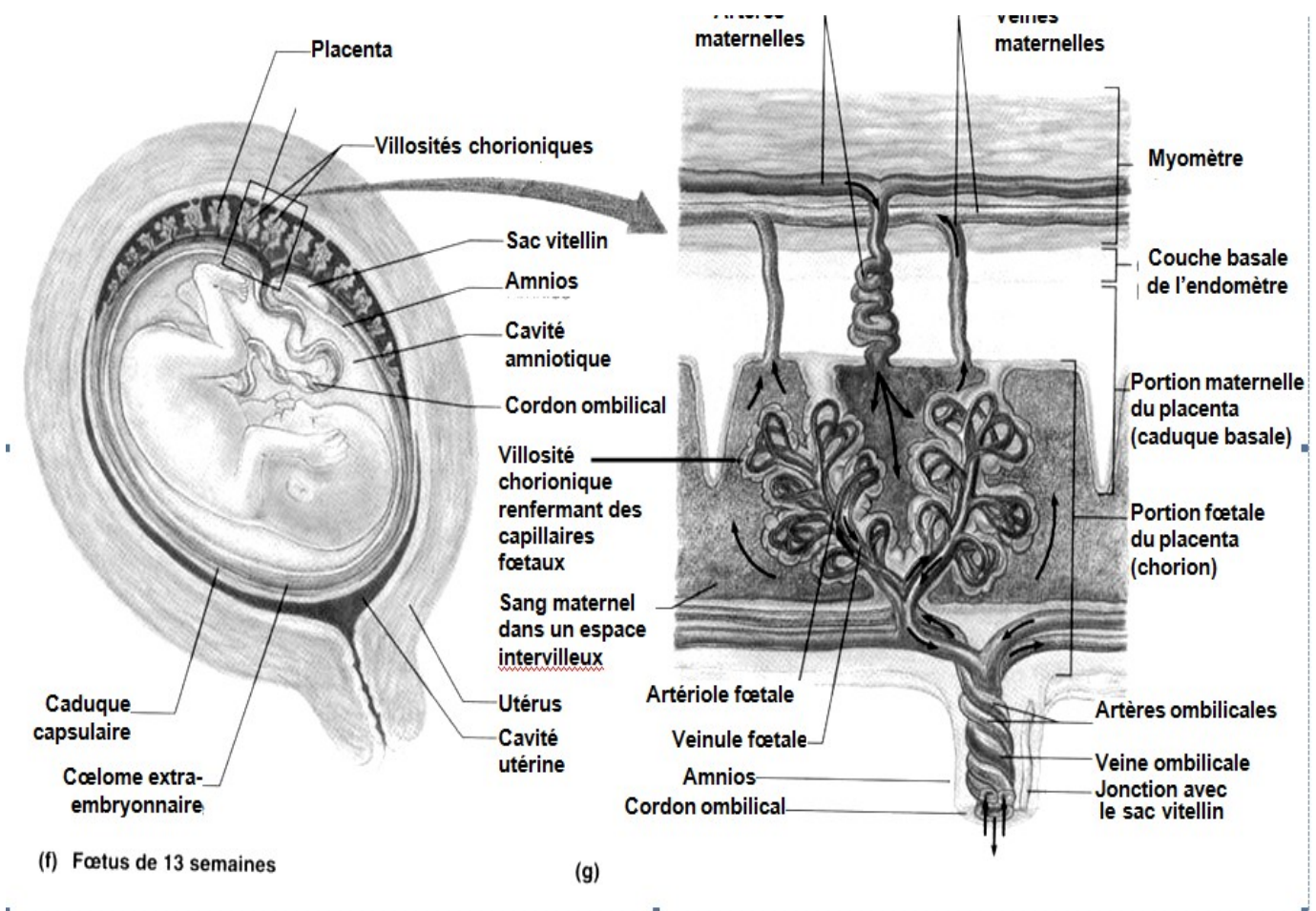
- Les vaisseaux sanguins de l'embryon sont alors reliés à la portion choriale du placenta (= portion fœtale du placenta).

- Par ailleurs, les espaces intervilleux présents dans l'endomètre contiennent du sang maternel.

- Après l'implantation de l'embryon, la partie de l'endomètre en contact avec lui est transformée en une structure appelée caduque.

- Ce sont les villosités chorioniques (= tissu embryonnaire) et la caduque basale (= tissu maternel) qui forment le placenta.

➔ À la fin du 3^{ème} mois de grossesse, le placenta est généralement bien formé.



II. Développement embryonnaire :

Que l'implantation se poursuit, le blastocyste évolue jusqu'au stade de la gastrula durant lequel : se développent les membranes embryonnaires ; se forment les 3 feuillets embryonnaires primitifs (gastrulation).

Les membranes embryonnaires : Elles se forment au cours des 2 ou 3 premières semaines de développement.

A) L'amnios : est en forme de sac qui entoure complètement l'embryon à partir d'environ 4 semaines après la fécondation ; il est aussi appelé « poche des eaux » ; se développe à partir des cellules de la face supérieure du disque embryonnaire (= issu de l'évolution de l'embryoblaste) ; se remplit de liquide amniotique.

→ Nature du liquide amniotique en un 1^{er} temps, est un dérivé du sang maternel ; en un 2^{ème} temps, s'ajoute de l'urine fœtale quand les reins du fœtus deviennent fonctionnels.

→ Fonctions de l'amnios :

- Protection de l'embryon contre les chocs physiques.
- Maintien d'une température uniforme pour l'embryon.
- Permet à l'embryon puis au fœtus de bouger.

B) Le sac vitellin : se forme à partir du disque embryonnaire du côté opposé à l'amnios ; renferme le vitellus (= équivalent du « jaune d'œuf » chez les oiseaux).

→ Fonctions du sac vitellin :

- Production des premières cellules sanguines.
- Production des cellules germinales primordiales (= migrent ensuite vers les gonades en formation).

C) L'allantoïde : Est une petite cavité se formant à partir du sac vitellin (= à une extrémité).

→ Fonction de l'allantoïde :

- Est à l'origine de la formation du cordon ombilical (= constitue la base de la structure du cordon ombilical). Lorsque le cordon ombilical est complètement formé, il :
- renferme les 2 artères et la veine ombilicales ;
- est recouvert de la membrane amniotique.

D) Le chorion: est la membrane externe recouvre l'embryon et toutes les autres membranes embryonnaires. Il joue un rôle dans la placentation: contribution à la formation de la partie embryonnaire du placenta.