

# 1 Diversité des modes de reproduction

## 1.1 Reproduction asexuée

La base de la reproduction asexuée est la mitose. La reproduction asexuée consiste à la formation d'un individu complet à partir d'un seul individu. On peut donc considérer l'individu produit comme une clone génétique de l'individu original.

### 1.1.1 Reproduction végétative

De nombreux végétaux ont la capacité de se reproduire à partir de morceaux de tissus cellulaires. Les horticulteurs peuvent utiliser des techniques utilisant cette propriété (bouturage, marcottage, drageonnage ...). Naturellement, certaines plantes se reproduisent de cette façon (reproduction par stolons, reproduction par rejet racinaire, ...

### 1.1.2 Scissiparité

On appelle « scissiparité », la reproduction par scission. Toutes les bactéries, ont cette capacité de se reproduire. Chez certains animaux (vers annelés, étoiles de mer, ...) , la scission à des endroits précis permet de régénérer des individus complets. Même chez l'être humain, on peut considérer la formation des vrais jumeaux comme une reproduction par scissiparité de l'embryon.

### 1.1.3 Parthénogenèse

Certains femelles (reines) d'insectes sociaux (fourmis, abeilles, guêpes, termites...) ont la capacité de reproduire des individus complets à partir de leur gamètes sans fécondation.

## 1.2 Procréation sexuée

### 1.2.1 Définition générale

Tous les animaux et les plantes utilisent plus ou moins la procréation sexuée pour générer de nouveaux individus. La procréation sexuée consiste en la production de gamètes et à leur fusion qui produit un nouvel individu.<sup>1</sup> Le gamète femelle est, par définition le gamète le moins mobile et le plus gros. Le gamète mâle est le gamète le plus mobile et le plus petit. Une espèce est définie comme une population d'individus qui peut se reproduire ensemble et avoir une descendance fertile.

### 1.2.2 Être dioïque versus Être monoïque (Hermaphrodisme)

Chez les végétaux, au sein de la plupart des espèces, la plupart des espèces peuvent produire les deux gamètes. On qualifie ces espèces de « monoïque ». Chez quelques espèces végétales, les individus ne peuvent produire qu'un seul type de gamète. On qualifie ces espèces de « dioïque ». Il s'agit par exemple du kiwi, du houx, de l'ortie, du chanvre, du palmier-dattier ou du houblon.

Les animaux « monoïque » sont qualifiés d'hermaphrodite. L'hermaphrodisme est donc le fait de produire chez les animaux à la fois des gamètes mâles et des gamètes femelles. C'est le cas par exemple des escargots ou des vers de terre.

La norme chez les animaux, à l'inverse des végétaux, est qu'un individu porte un seul gamète.

---

1. Un gamète est une cellule haploïde 3.2, qui comporte un nombre de brins d'ADN, deux fois moindre qu'une cellule somatique diploïde.

### 1.2.3 Sexes successifs

Chez de nombreux poissons, le sexe n'est pas unique pour un individu ; il évolue au cours de la vie. On peut distinguer 3 situations :

- Soit l'individu commence femelle et termine sa vie comme mâle, on parle alors de protogynie (femelle en premier, c'est le cas de plusieurs poissons, comme le mérrou ou la girelle)
- Soit l'individu commence mâle et termine sa vie comme femelle, on parle alors de protoandrie (mâle en premier, plus rare chez les poissons, c'est le cas par exemple de la daurade, )
- Soit l'individu alterne les sexes au cours de sa vie (c'est le cas chez l'huître, ou chez les poissons - cfr 1.2.4).

### 1.2.4 Sexe social

Chez certains animaux, c'est le ratio mâle/femelle qui déterminera le sexe de certains individus. S'il y a majoritairement des mâles, l'individu deviendra femelle. S'il y a majoritairement des femelles, l'individu deviendra mâle. C'est le cas le cas du poisson-clown (« Nemo »), du barbier orange (« anthias » poisson commun en Méditerranée) ou du « gobie corail jaune » (dans le pacifique).

### 1.2.5 Détermination du sexe

Dans la plupart des espèces dioïques, le sexe est déterminé de façon génétique, c-à-d que le sexe de l'individu est déterminé par le gamète mâle ou femelle dont il est issu<sup>2</sup>. Chez certaines espèces, le sexe des individus est déterminé par les conditions physico-chimiques (comme la température) dans lesquelles le fœtus se développe. Il s'agit par exemple des tortues, de certains lézards ou de crocodiles. La température influence la production de certaines molécules qui seront déclenchantes pour la détermination du sexe.

### 1.2.6 Les oiseaux et les mammifères.

Chez tous les reptiles (excepté les tortues), les oiseaux et les mammifères, les individus ne produisent qu'un seul type de gamète. De plus, comme dans d'autres groupes d'animaux (céphalopodes, cichlidés (-poissons africains et sud-américains-, ...), on peut observer une réduction importante de la descendance (les plantes, certains poissons, les mollusques, ... peuvent produire plusieurs milliers d'individus) et une attention accrue à la progéniture. Chez les mammifères placentaires (5.2) comme chez les oiseaux, cette attention sera encore plus accrue. En effet, au maximum, une dizaine d'individus pourra être produit par la reproduction sexuée au cours d'un vie.

---

2. Si par chez l'être humain, c'est le gamète mâle qui détermine le sexe -un mâle est à priori XY-. Chez la poule, c'est le gamète femelle qui détermine le sexe -une poule est à priori XY, et un coq XX-

## 2 Anatomie humaine

### 2.1 Appareil génital mâle

L'appareil génital mâle est constituée de l'intérieur vers l'extérieur de :

- des testicules qui sont le siège de la production des gamètes mâles, à savoir les spermatozoïdes ;
- le scrotum ou bourse est la peau protégeant les testicules ;
- des canaux déférents ou spermiductes qui connectent les testicules avec l'urètre ;
- de la prostate qui produit le liquide séminal ;
- des glandes séminales et des glandes de Cowper qui produisent le fructose et les protéines accompagnant le sperme ;
- de l'urètre conduit commun à la miction et à la reproduction ;
- du pénis ou verge : l'organe enveloppant l'urètre ;
  - du corps spongieux, unique et central, organe se gonflant de sang lors de l'érection ;
  - de 2 corps caverneux latéraux, organes se gonflant de sang lors de l'érection ;
  - du gland, partie terminale du corps spongieux extrêmement sensible ;
  - du prépuce, peau recouvrant le gland ;

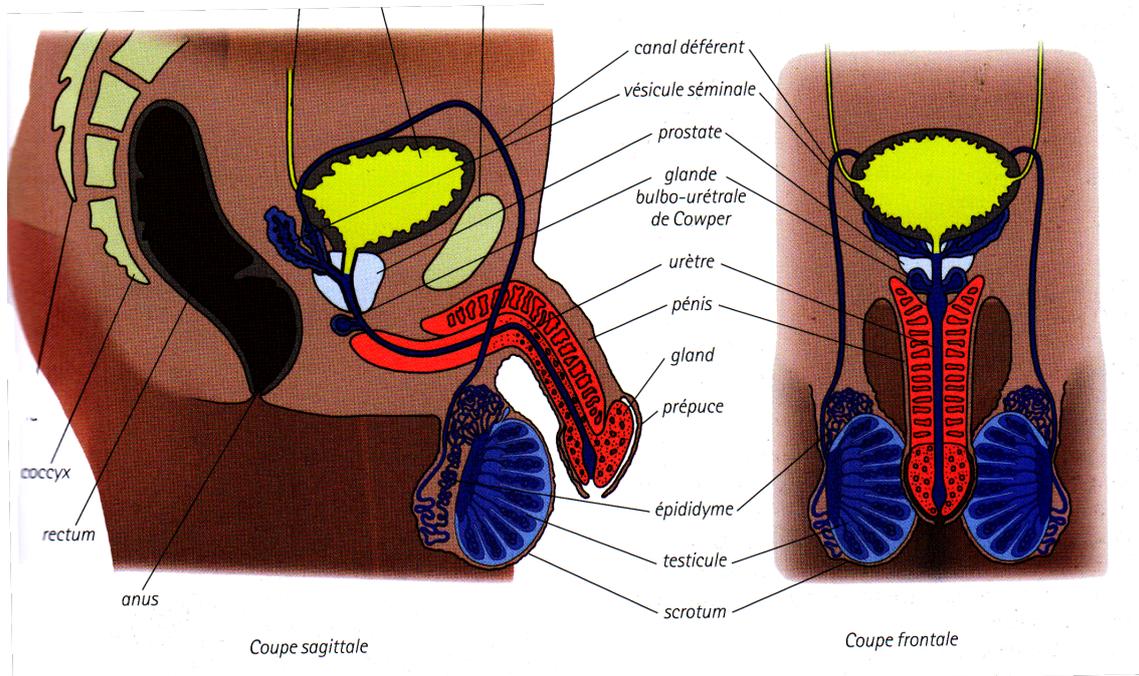


FIGURE 1 – Anatomie du système génital masculin

## 2.2 Appareil génital femelle

L'appareil génital femelle est constituée de l'intérieur vers l'extérieur de :

- des ovaires qui sont le siège de la production des gamètes femelles, à savoir les ovocytes ;
- des trompes de Fallope qui connectent les ovaires à l'utérus (un espace de 1 à 2 millimètres existe entre les ovaires et les trompes) ;
- de l'utérus, la cavité dans laquelle la nidation pourra s'effectuer, l'endomètre est un tissu fortement vascularisé qui tapisse l'utérus ;
- du col de l'utérus, partie terminale de l'utérus permettant l'accès ou non à l'utérus ;
- du vagin, le conduit dans lequel la verge s'introduira ;
- des glandes de Bartholin, les glandes produisant un liquide qui lubrifiera le vagin lors du rapport sexuel ;
- du clitoris, un organe enserrant le vagin est responsable de sa dilatation lors du rapport sexuel constitués de :
  - du capuchon du clitoris, équivalent du prépuce ;
  - du bouton terminal du clitoris, équivalent du gland ;
  - des bulbes du clitoris, équivalents du corps spongieux ;
  - des « piliers » du clitoris, équivalents des corps caverneux ;

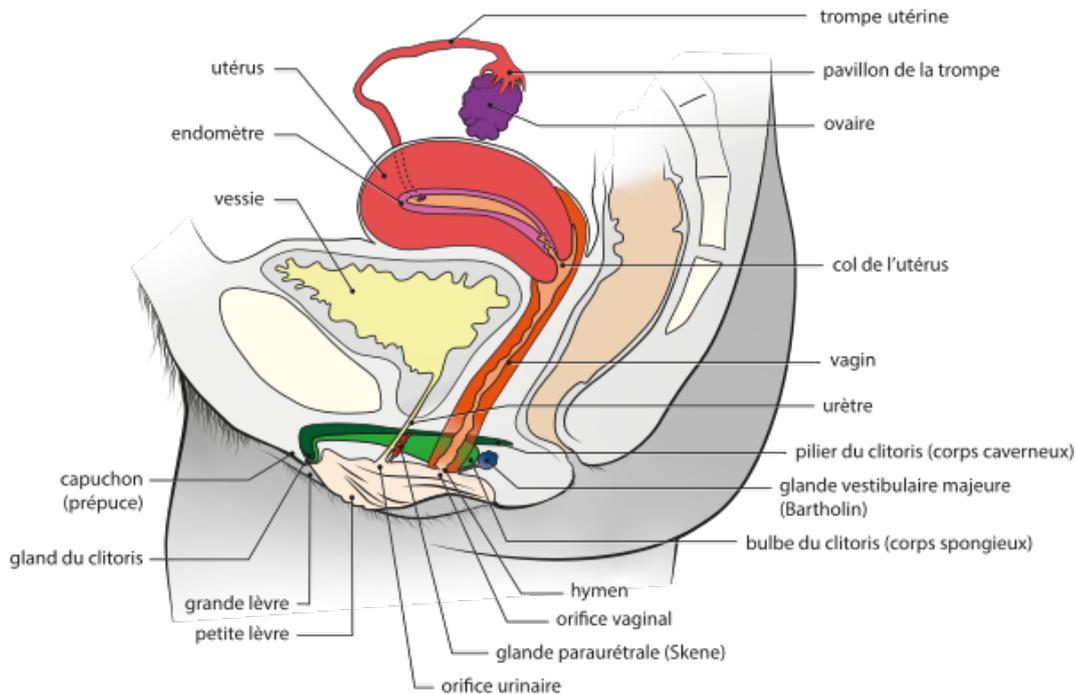


FIGURE 2 – Anatomie du système génital féminin

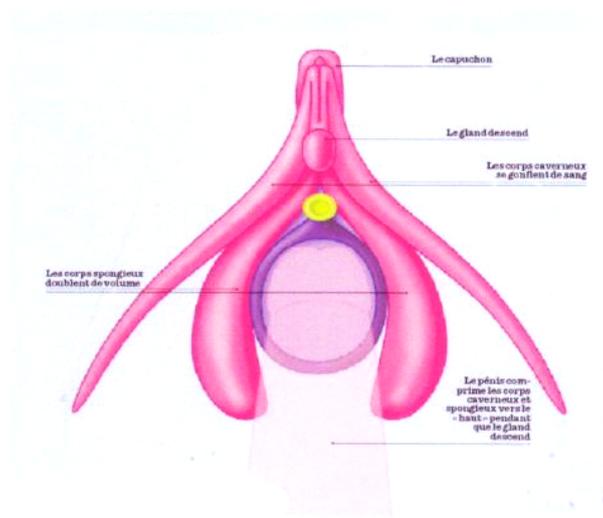


FIGURE 3 – Anatomie complète du clitoris enveloppant le vagin

### 2.3 Homologie des appareils génitaux

Au niveau du développement embryologique, les tissu suivant sont homologues :

- ovaires = testicules (cellules folliculaires = cellules interstitielles)
- trompes de Fallope = spermiductes
- bulbes du clitoris = corps spongieux du pénis
- clitoris = pénis
- glande de Bartholin = glande Cowper

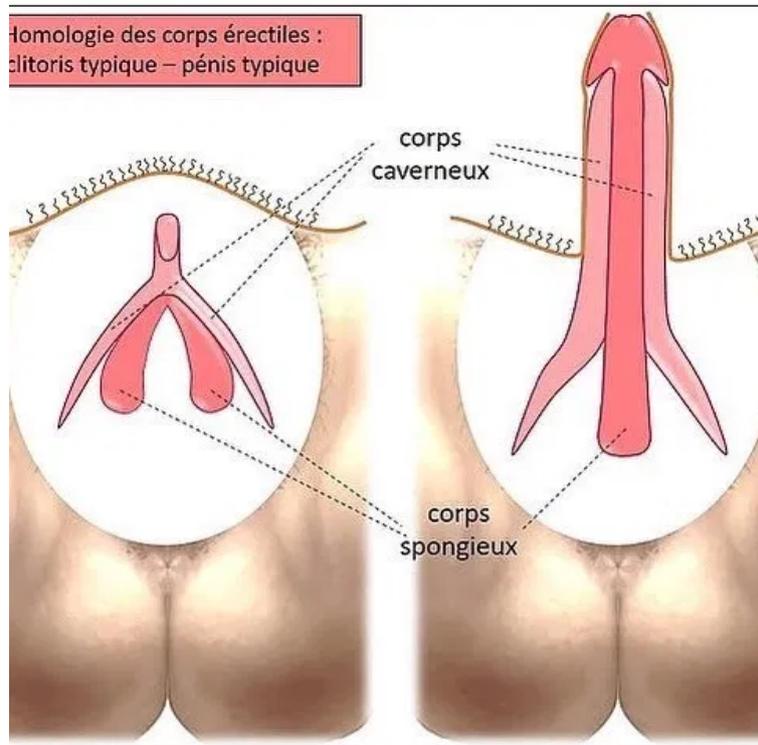


FIGURE 4 – Homologie du pénis et du clitoris.

### 3 Gamétogenèse

#### 3.1 Mitose

Le noyau d'une cellule contient l'Acide DésoxyriboNucléique (*ADN*) qui enferme l'information génétique de la cellule. Cet *ADN* est composé de plusieurs brins. La mitose est la division cellulaire qui demande multiplier les brins d' *ADN*. On peut la décomposer en plusieurs étapes :

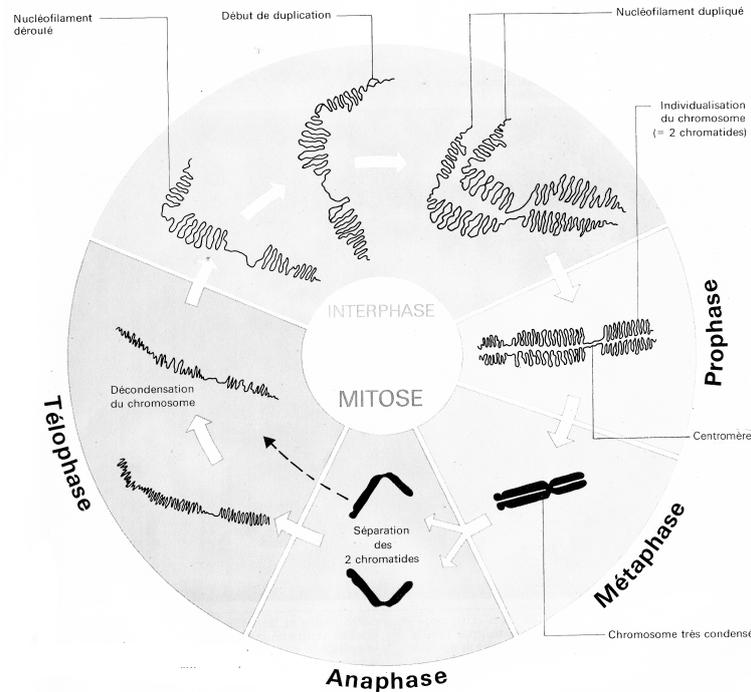


FIGURE 5 – État de l'ADN durant la mitose.

- l'interphase : l'interphase est la majorité de la « vie » de la cellule, durant cette période, la cellule dédouble l'ensemble de ces brins d'ADN, ainsi que le nucléole. Ces brins d' *ADN* sont appelés *chromatine* lors de cette phase.<sup>3</sup>
- la prophase : les brins d' *ADN* se condensent (s'enroulent sur eux-mêmes), un brin d' *ADN* est appelé alors « chromatide », les brins d' *ADN* issus d'une réplification lors de l'interphase s'assemblent ( on parle alors de « chromosome »), les la membrane nucléaire et le nucléole commence à se dissoudre dans le cytoplasme, les centrosomes migrent sur des zones opposées. Des fuseaux de protéines se forment en direction des chromosomes.
- la métaphase : les chromosomes s'alignent sur un plan, les fuseaux se connectent aux chromosomes.
- l'anaphase : les fuseaux séparent les chromosomes en deux chromatides et les attirent de part et d'autre de la cellule.
- la télophase : les fuseaux se désagrègent, la membrane cytoplasmique s'invagine pour séparer la cellule en deux parties, la membrane nucléaire se reforme autour de chaque lot de chromatides, ainsi que le nucléole.

#### 3.2 Méiose

La méiose est une division cellulaire permettant de réduire le nombre de chromosomes. De façon sommaire, elle est composée de deux « mitoses » successives.

Cependant, la **première division méiotique** ne séparent pas les chromosomes en deux chromatides, mais **séparent les chromosomes homologues** issus de la lignée paternelle et de les chromo-

3. Le centrosome est composé de micro-tubules (cytosquelette, structure permettant le mouvement dans la cellule).

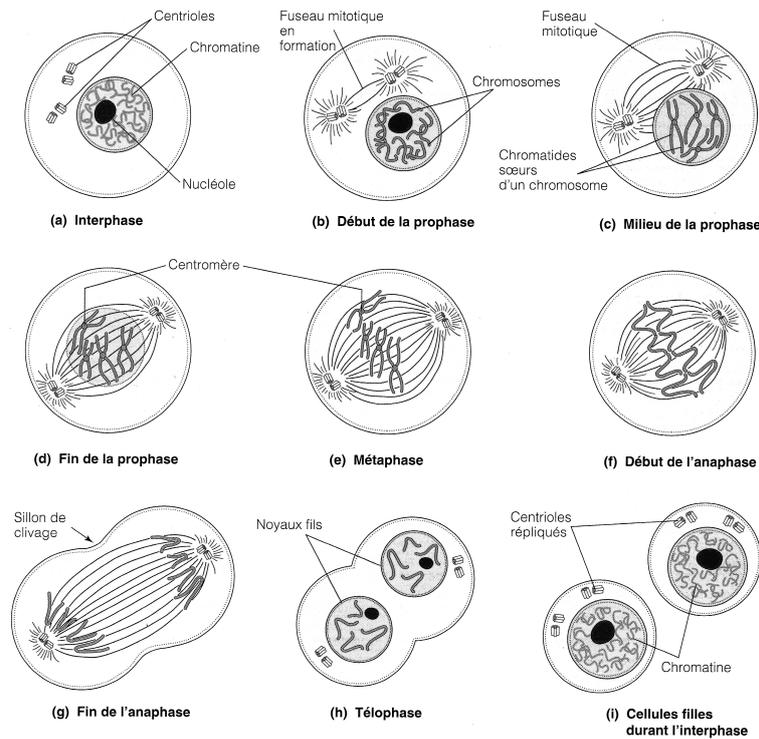


FIGURE 6 – Les étapes de la mitose.

somes issus de la lignée maternelle. Ceci se fait indépendamment pour chaque chromosome, ce qui a pour conséquence un « brassage chromosomique » puisque chaque chromosome paternel ou maternel peut être attaché à l'une ou l'autre cellule.

**La deuxième division méiotique est identique à une mitose.**

Toutes les cellules somatiques sont diploïdes ( $2n$ ,  $2 \times 23$  chez l'être humain), car elles comportent un nombre double de chromosomes. La moitié des chromosomes vient du père de l'individu, l'autre moitié vient de la mère.

Les gamètes produits par la méiose, sont haploïdes. Ils ont un nombre simple de chromosomes ( $n = 23$  chez l'être humain).

### 3.3 Spermatogenèse

La spermatogenèse est l'évolution des cellules en vue de former les spermatozoïdes. La production de spermatozoïdes se fait de la puberté à la mort chez l'homme. On peut distinguer plusieurs étapes :

- des spermatogonies de type A se multiplient par mitose
- après 27 jours, certains spermatogonies A se transforment en spermatogonie B ( $2n$ )
- les spermatogonies B grossissent et deviennent des spermatocytes primaires ( $2n$ )
- des spermatocytes primaires commencent leur première division méiotique et se transforment en 2 spermatocytes secondaires ( $n$ )
- en un jour, les spermatocytes secondaires effectuent leur seconde division méiotique et deviennent 4 spermatides
- les spermatides s'allongent et forment un flagelle ; ils deviennent des spermatozoïdes
- les spermatozoïdes se déplacent dans les tubules séminifères et rejoignent le canal défèrent où ils subissent leur « capacitation » (ils deviennent capables de féconder un ovocyte).

Tableau récapitulatif des événements cytologiques de la méiose.

Diagramme de variation de la quantité d'ADN	Masse d'ADN (Nombre de chromatide pour 1 paire de chromosome)	Temps (heures)	Schémas	Description rapide	Etape
		<p>1 2 3 4 5</p> <p>0 2 4 6 8 10 12 14</p> <p>Temps (heures)</p>	<p>1 Cellule à 2 n chromosomes monochromatidiens</p> <p>2 Synthèse d'ADN = Duplication</p> <p>3 Cellule à 2n chromosomes bichromatidiens</p> <p>4 1<sup>ère</sup> division de méiose, passage à 2cellules à n chromosomes bichromatidiens</p> <p>5 2<sup>ème</sup> division de méiose, passage à 4 cellules à n chromosomes monochromatidiens</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Condensation des chromosomes</li> <li>• Disparition de l'enveloppe nucléaire</li> <li>• Appariement des chromosomes homologues</li> </ul>	<p><b>Prophase 1</b></p>
				<p>Les paires de chromosomes se placent sur le plan équatorial qui définit la plaque métaphasique</p>	<p><b>Métaphase 1</b></p>
				<p>Les chromosomes homologues de chaque paire se séparent et migrent à un pôle. Le hasard entraîne un brassage interchromosomique</p>	<p><b>Anaphase 1</b></p>
				<p>Le cytoplasme commence sa division et donne naissance à 2 cellules filles haploïdes à chromosomes bichromatidiens</p>	<p><b>Télophase 1</b></p>
				<p>Chaque chromosome se place perpendiculairement à la 1<sup>ère</sup> division</p>	<p><b>Prophase 2</b></p>
				<p>Chaque chromosome bichromatidiens se place sur le nouveau plan équatorial</p>	<p><b>Métaphase 2</b></p>
				<p>Dans chaque cellule fille, les chromatides de chaque chromosome se séparent et migrent à un pôle</p>	<p><b>Anaphase 2</b></p>
				<p>Dans chaque cellule fille apparaît une cloison médiane qui donne naissance à 4 cellules filles haploïdes à chromosomes monochromatidiens</p>	<p><b>Télophase 2</b></p>

FIGURE 7 – Les étapes de la méiose.

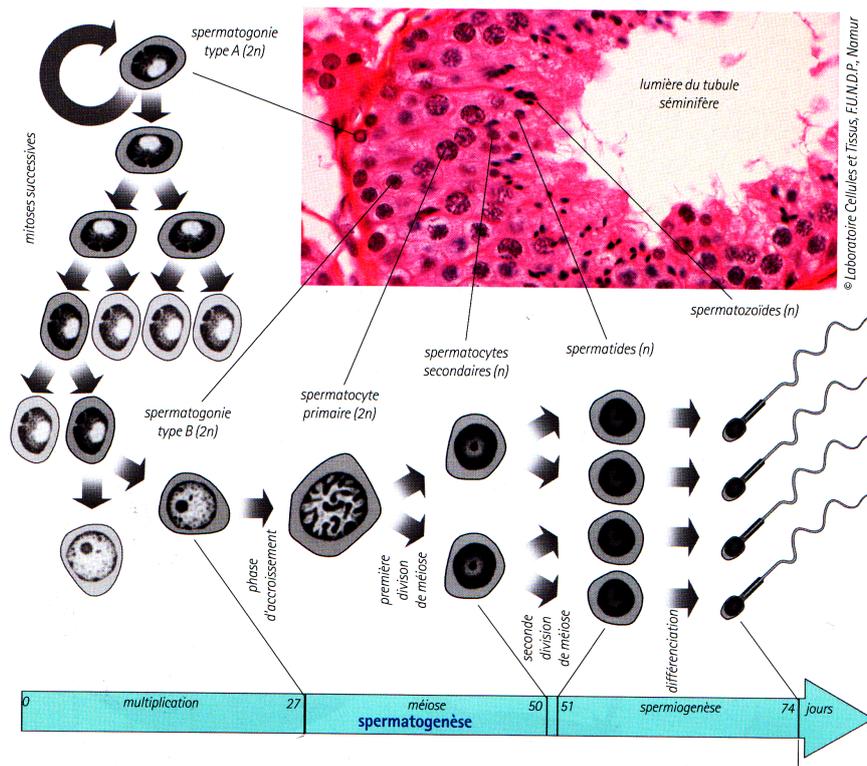


FIGURE 8 – La spermatogenèse.

### 3.4 Ovogenèse

L'ovogenèse est l'évolution des cellules en vue de former les ovocytes. La production d'ovocytes fécondables se fait de la puberté à la ménopause chez la femme. On peut distinguer plusieurs étapes :

- au stade fœtale, la future constitue son stock d'ovogonies ( $2n$ ), approximativement 600 000 ovogonies sont constitués
- toujours au stade fœtale, les ovogonies ( $2n$ ) effectuent leur première division méiotique et se transforment en ovocyte primaire ( $n$ ) et un globule polaire (non-utilisé)
- à partir de la puberté, un ovocyte primaire est expulsé tous les 28 jours des ovaires (alternativement pour chaque ovaire), cette expulsion s'appelle une ovulation
- en cas de fécondation par un spermatozoïde, l'ovocyte primaire effectue sa seconde division méiotique et se transforme en ovocyte secondaire (appelé aussi ovule), un second globule polaire est également généré
- à partir de la ménopause (50-60 ans), pour des raisons hormonales, le cycle des ovulations s'arrêtent.

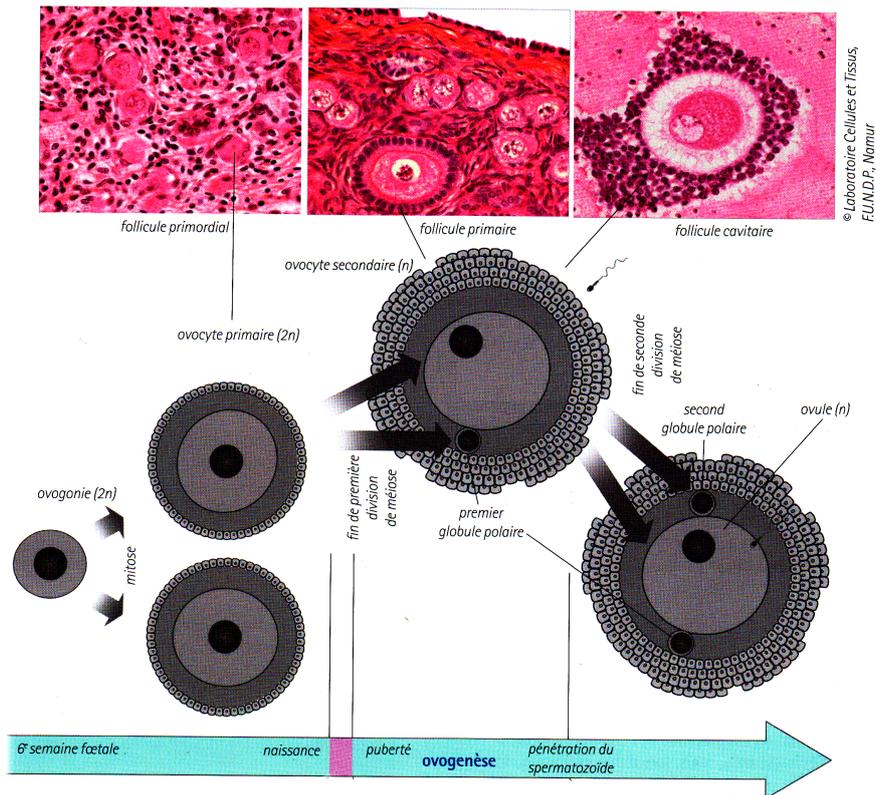


FIGURE 9 – L'ovotogenèse.

## 4 Régulation hormonale

### 4.1 Structure générale

#### 4.1.1 Hormones et boucle de rétrocontrôle

Un hormone est une molécule produite par une glande endocrine, qui porte un message envers des cellules cibles.<sup>4</sup>

- On appelle « boucle de rétrocontrôle négatif », un système d'informations dont un des acteurs tend à diminuer la réponse d'un autre acteur. Les boucles de rétrocontrôle négatif ont donc naturellement tendance à stabiliser le système. C'est le cas de la majorité des hormones.
- On appelle « boucle de rétrocontrôle positif », un système dont aucun des acteurs ne tend à diminuer la réponse des autres acteurs. Les boucles de rétrocontrôle positif ont donc naturellement tendance à amplifier le système. Chez la femme, ce sera le cas du couple *FSH/LH* lors des 14 premiers jours (l'amplification sera stoppée par l'ovulation) ou de l'ocytocine lors de l'accouchement (l'amplification sera stoppée par l'expulsion du placenta).

4. endocrine : à l'intérieur, donc une glande endocrine est une glande qui sécrète des substances qui sont déversées à l'intérieur de l'organisme.

### 4.1.2 Le complexe hypothalamo-hypophysaire

L'hypothalamus est la structure nerveuse sous le thalamus (système limbique). C'est une structure nerveuse qui agit sur l'hypophyse soit de façon nerveuse (neurohypophyse), soit de façon hormonale (adénohypophyse) en déversant des hormones dans les vaisseaux sanguins jouxtant l'hypothalamus et l'hypophyse. L'hypophyse est une glande endocrine mixte constituée de tissus nerveux (neurohypophyse) et de cellules glandulaires (adénohypophyse) qui ont migré au moment de l'embryon du palais de l'individu.

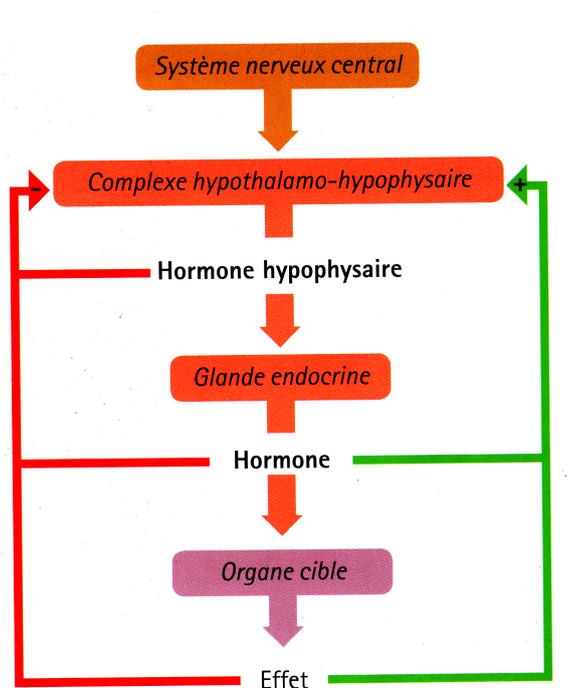


FIGURE 10 – Le complexe hypothalamo-hypophysaire.

## 4.2 Régulation du système reproducteur masculin et caractères sexuels

### 4.2.1 Caractères sexuels primaires

Les caractères sexuels primaires sont ceux qui s'expriment dès la naissance. Chez le garçon, il s'agit des bourses (scrotum) et du pénis. La détermination du sexe chez l'être humain dépend de la présence de testostérone au stade fœtal. La production de testostérone est due au chromosome Y. En cas de présence de testostérone, l'individu deviendra mâle, sinon il deviendra femelle.

### 4.2.2 Puberté et caractères sexuels secondaires

Les caractères sexuels secondaires sont ceux qui s'expriment quand l'activité sexuelle est possible (puberté). Quelques années avant la puberté, les testicules descendent de l'abdomen. Ces testicules produisent de la testostérone (cfr. 4.2.3) qui développeront les caractères sexuels secondaires mâles. La musculature se développe, et notamment celle des membres antérieurs (carrure). La pilosité se développe au niveau génital, sous les aisselles et parfois de façon plus générale (jambes, poitrine, visage). La voix mue. La libido (désir sexuel) se développe.

### 4.2.3 Régulation du système reproducteur masculin

Chez l'homme pubère, l'hypothalamus sécrète des gonadostimulines (*GnRF*, Gonado Release Factor). L'hypophyse réagit en produisant deux hormones la *FSH* (Follicul Stimulating Hormon, hormone

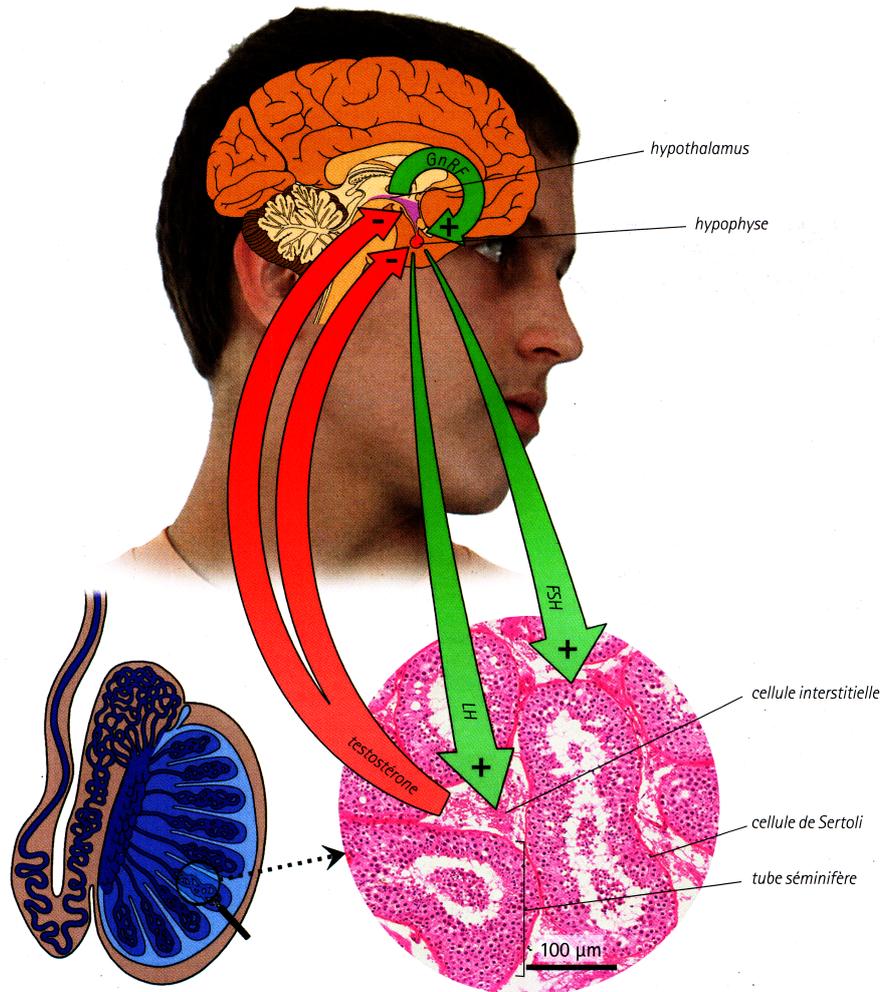


FIGURE 11 – La régulation du système reproducteur masculin.

stimulant les cellules folliculaires chez la femme) et de la *LH* (Luteinizing Hormon, hormone lutéinisante, produisant le corps jaune chez la femme). Chez l'homme, la *LH* stimule les cellules interstitielles des testicules (homologues des cellules folliculaires chez la femme). Ceux-ci produisent la testostérone. Chez l'homme, la *FSH* stimule les cellules testiculaires qui stimulent la spermatogenèse. La testostérone agit sur le complexe hypothalamo-hypophysaire en diminuant les fréquences de sécrétion de *GnRF* (gonadostimulines) et en diminuant les sécrétions de *LH* (boucle de rétrocontrôle négative).

### 4.3 Régulation du système reproducteur féminin

#### 4.3.1 Caractères sexuels primaires

Les caractères sexuels primaires sont ceux qui s'expriment dès la naissance. Chez la fille, il s'agit de la vulve (lèvres externes).

#### 4.3.2 Puberté et caractères sexuels secondaires

Les caractères sexuels secondaires sont ceux qui s'expriment quand l'activité sexuelle est possible (puberté). Le développement des caractères sexuels secondaires femelles est dû à la production d'œstrogènes et de progestérone par les ovaires (cfr 4.3.3). La pilosité se développe au niveau génital et sous les aisselles. Les glandes mammaires se développent augmentant le volume de la poitrine, liés à des dépôts adipeux plus élevés. Des dépôts adipeux plus élevés se manifestent aussi au niveau du bassin. Le cycle ovarien se met en place produisant ovulation et règles. La libido (désir sexuel) se développe.

### 4.3.3 Régulation du système reproducteur féminin

Chez la femme pubère, l'hypothalamus secrète des gonadostimulines (*GnRF*). L'hypophyse réagit en produisant deux hormones la *FSH* (Follicul Stimulating Hormon, hormone stimulant les cellules folliculaires chez la femme) et de la *LH* (Luteinizing Hormon, hormone lutéinisante, produisant le corps jaune chez la femme). Par convention, on considère le jour 0 de la femme comme le jour des règles (facilité de mesure).

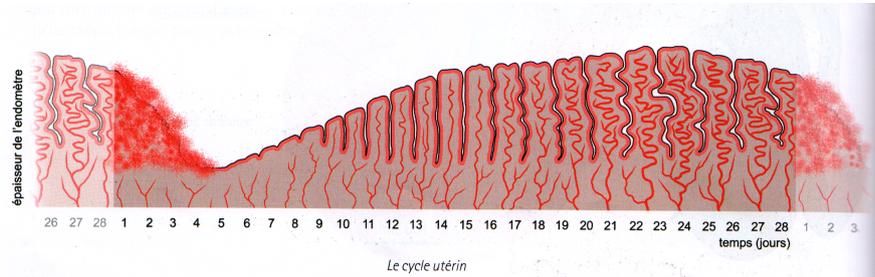


FIGURE 12 – Évolution de l'utérus lors d'un cycle menstruel.

Dans les premiers 14 jours, chez la femme, la *FSH* stimule les cellules folliculaires d'un ovocyte précis dans l'un ou l'autre ovaire. Ceux-ci produisent en réaction des œstrogènes qui stimulent, d'une part, la croissance en épaisseur de l'endomètre, et d'autre part, la modification du col de l'utérus (glaires cervicales) qui permettra le passage d'éventuels spermatozoïdes. Les œstrogènes en forte concentration ont une action positive sur la sécrétion de gonadostimuline (*GnRF*) (boucle de rétrocontrôle positif). La concentration en *LH* ne fait qu'augmenter. Au 14<sup>ème</sup> jour, un pic de *LH* (et un rapport précis de *LH/FSH*) provoque l'ovulation, c-à-d l'expulsion d'un ovocyte de l'ovaire en direction de la trompe de Fallope.

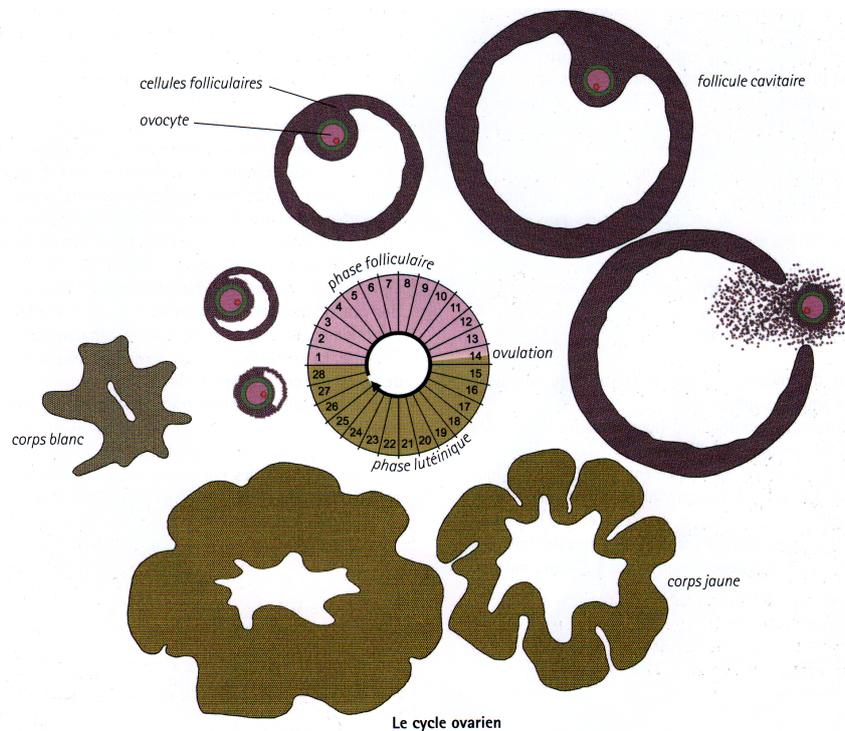


FIGURE 13 – Évolution des follicules lors d'un cycle menstruel.

Les cellules folliculaires restent en surface de l'ovaire et forment le corps jaune. Ce corps jaune peut produire une nouvelle hormone : la progestérone. La progestérone est responsable du maintien

de l'endomètre. L'endomètre ne grandit plus en épaisseur, mais augmente sa vascularisation. Peu à peu le corps jaune dégénère et se transforme en corps blancs. La production de progestérone décroît. Au 28<sup>ème</sup> jour, l'endomètre se détache. C'est les règles ou menstruations.

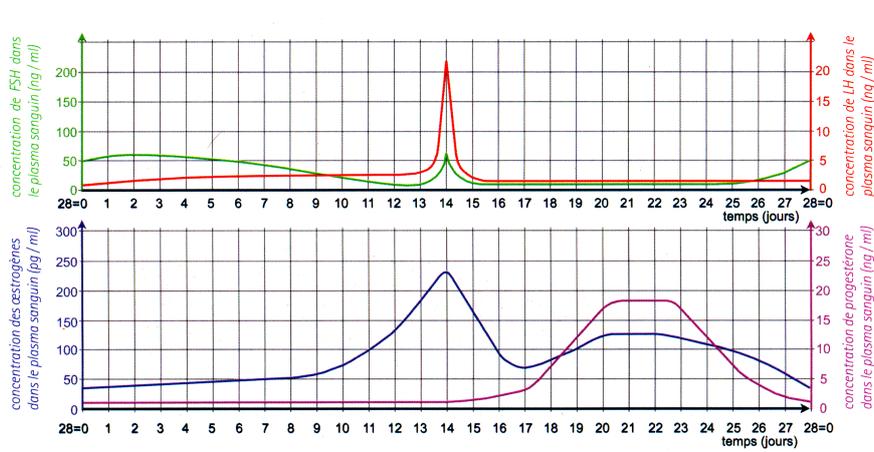


FIGURE 14 – Évolution des taux hormonaux lors d'un cycle menstruel.

Un nouveau follicule sera stimulé par la *FSH* pour recommencer un nouveau cycle.

## 5 Du rapport sexuel à l'allaitement

### 5.1 Du rapport sexuel à la caryogamie

Chez l'homme, l'excitation sexuelle se marque par l'érection. L'érection est le remplissage des corps spongieux et caverneux du pénis par le sang. C'est donc la pression artérielle qui rigidifie le pénis. Un sphincter bloque la miction durant l'érection. Les bourses se contractent.

De la même manière, chez la femme, l'excitation sexuelle se marque par le gonflement des piliers et des bulbes du clitoris (équivalent des corps spongieux et caverneux de l'homme). Ceci provoque la dilatation et l'ouverture du vagin. Les petites lèvres deviennent apparentes. Les glandes de Bartholin lubrifient le conduit vaginal.

L'introduction du pénis dans le vagin produit une stimulation supplémentaire de l'un comme de l'autre. L'orgasme est rarement synchrone. Chez l'homme, il se marque par l'éjaculation (l'émission de sperme par le pénis); chez la femme, par des contractions rapides du vagin. Cet orgasme est produit chez l'un comme chez l'autre par des décharges d'endorphines et d'ocytocine.

La durée de vie des spermatozoïdes étant approximativement de 5 jours, un rapport peut donc être fertile à partir du jour 9. Un éjaculat contient entre 250 et 500 millions de spermatozoïdes. La majorité sont bloqués au niveau du col de l'utérus. L'acidité de l'utérus les modifie pour permettre la fécondation. Le sperme contient du fructose et des protéines (majoritairement produits par les glandes séminales) qui servent de « nourriture » aux spermatozoïdes. Les spermatozoïdes progressent de 2 mm par heure. Certains se perdent dans la cavité utérine, d'autres dans la mauvaise trompe. Quelques milliers arrivent à proximité de l'ovocyte.

L'acrosome est un organe sur la partie antérieure du spermatozoïde qui contient des enzymes. Les premiers spermatozoïdes qui arrivent déversent leur enzyme sur la membrane pellucide qui entoure l'ovocyte. Dès qu'un spermatozoïde perce la membrane pellucide, une modification physico-chimique empêche tout autre spermatozoïde de traverser la membrane pellucide. L'ovocyte devient ovule. Dès ce moment, la deuxième division méiotique se produit. Le spermatozoïde fécondant injecte son noyau. Le noyau de l'ovocyte et du spermatozoïde fusionne (caryogamie). L'ovule devient zygote<sup>5</sup>.

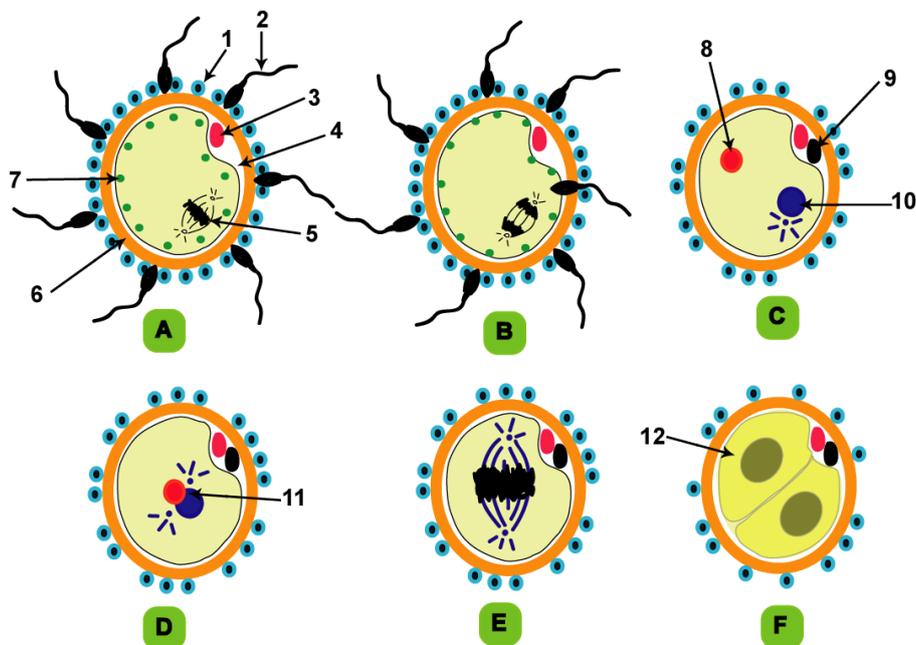


FIGURE 15 – La fusion du spermatozoïde dans l'ovocyte

— 1 : cellule folliculaire

— 2 : spermatozoïdes

5. La cellule initiale d'un nouvel individu.

- 3 : 1<sup>er</sup> globule polaire
- 4 : espace péri-ovocytaire
- 5 : matériel nucléaire bloqué en métaphase II (en attente de terminer la deuxième division méiotique)
- 6 : zone pellucide
- 7 : granule cortical
- 8 : pronucléus femelle (noyau de l'ovocyte)
- 9 : 2<sup>ème</sup> globule polaire
- 10 : pronucléus mâle (noyau du spermatozoïde)
- 11 : noyau diploïde
- 12 : blastomère (cellule embryonnaire)
- A : L'ovocyte II bloqué en métaphase II entouré de plusieurs spermatozoïdes
- B et C : Après la libération des enzymes hydrolytiques contenues dans l'acrosome, un ou plusieurs spermatozoïdes peuvent franchir la zone pellucide. Un seul spermatozoïde se fixe sur les récepteurs spécifiques localisés à la surface de la membrane ovocytaire. Les membranes de deux gamètes fusionnent et le noyau du spermatozoïde est injecté dans le cytoplasme de l'ovocyte II. La pénétration d'un spermatozoïde déclenche :
  - La reprise de la deuxième division méiotique qui se termine pour donner deux cellules inégales et haploïdes à n chromosomes simples : un ovule et un deuxième globule polaire.
  - La réaction corticale qui consiste à la libération des enzymes des granules corticaux dans l'espace péri-ovocytaire et la zone pellucide pour empêcher la pénétration d'autres spermatozoïdes et assurer la monospermie (empêcher la polyspermie, que d'autres spermatozoïdes ne fécondent l'ovocyte).
- D : Les deux noyaux mâle et femelle se rapprochent l'un de l'autre, Les chromosomes subissent une duplication grâce à la synthèse d'ADN. les deux noyaux finissent par fusionner c'est la caryogamie pour donner un zygote ou une cellule-œuf diploïde.
- E et F : Le zygote subit sa première mitose pour donner un embryon formé de deux cellules.

## 5.2 L'embryon

La cellule-œuf se divise par mitose pour ressembler à une petite mûre (morula). Une cavité se crée en son sein, c'est le stade blastula. Dans un stade appelé « gastrulation », chez les deutérostomiens<sup>6</sup>, la cavité de la blastula s'invagine en inversant la position des tissus. Chez les protostomiens<sup>7</sup>, cet invagination ne se produit pas. A ce stade embryologique des vertébrés, on peut distinguer trois types de cellules :

- l'endoderme qui deviendra les glandes digestives et l'épithélium du système digestif et respiratoires ;
- le mésoderme qui deviendra les muscles ;
- l'ectoderme qui deviendra le système nerveux et la peau.

La blastula s'enfonce dans les tissus de l'endomètre, c'est la nidation. Les cellules périphériques forment le trophoblaste, tandis que les cellules centrales forment l'embryoblaste.

Dès la nidation, le trophoblaste produit une hormone (*HCG*, gonadotrophine chorionique humaine) qui maintient le corps jaune et empêche donc l'apparition des règles. C'est la présence de cette hormone que teste les indicateurs de grossesse. Par la suite, à partir du 4<sup>ème</sup> mois, ce sera le placenta qui produira les œstrogènes et la progestérone qui maintiendront l'embryon en place.

La membrane amniotique, le cordon ombilical et le placenta se mettent en place (cfr. 5.3).

L'embryoblaste se multiplie et s'invagine pour former un « sac » avec un seul orifice. C'est le futur anus.<sup>8</sup>

6. Organismes où la bouche se forme en second -principalement les vertébrés-, et donc où l'anus se forme en premier. Ces organismes ont systématiquement un squelette interne et un système nerveux dorsal

7. Organismes où la bouche se forme en premier -principalement les arthropodes (crustacés, arachnides et insectes). Ces organismes ont systématiquement un squelette externe et un système nerveux ventral

8. L'être humain est un deutérostomien (la bouche se forme en second). Chez les insectes, les crustacés, les annélides, les mollusques, ... , la bouche se forme en premier, ce sont des protostomiens.

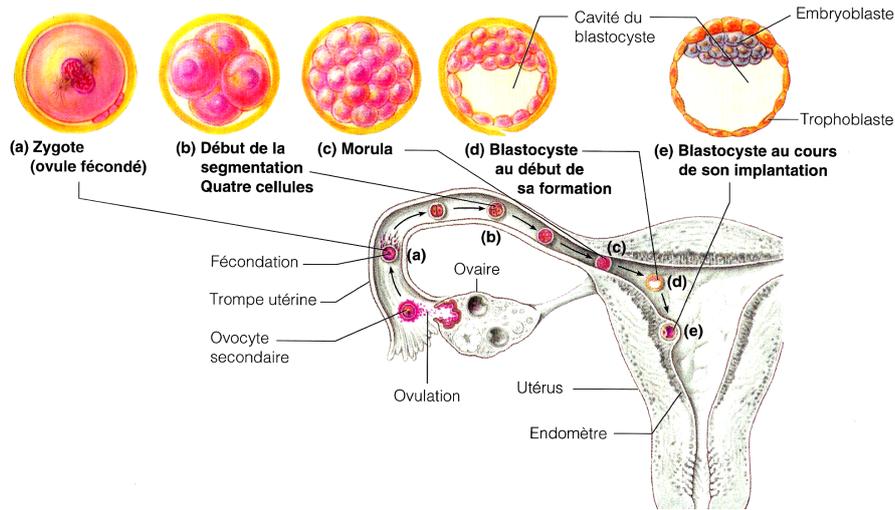


FIGURE 16 – La nidation

L'embryoblaste s'allonge et passe d'une forme sphérique à une forme cylindrique. Le deuxième orifice, la bouche, se forme. L'axe dorsal s'invagine, c'est la chorde, la future colonne vertébrale.

Le cœur est apparent, Un proto-œil est présent. Un appendice caudal est visible, ainsi que des fentes pharyngiennes (« branchies »).

Les membres antérieurs (bras) et postérieurs (jambes) « poussent ». L'appendice caudal régresse.

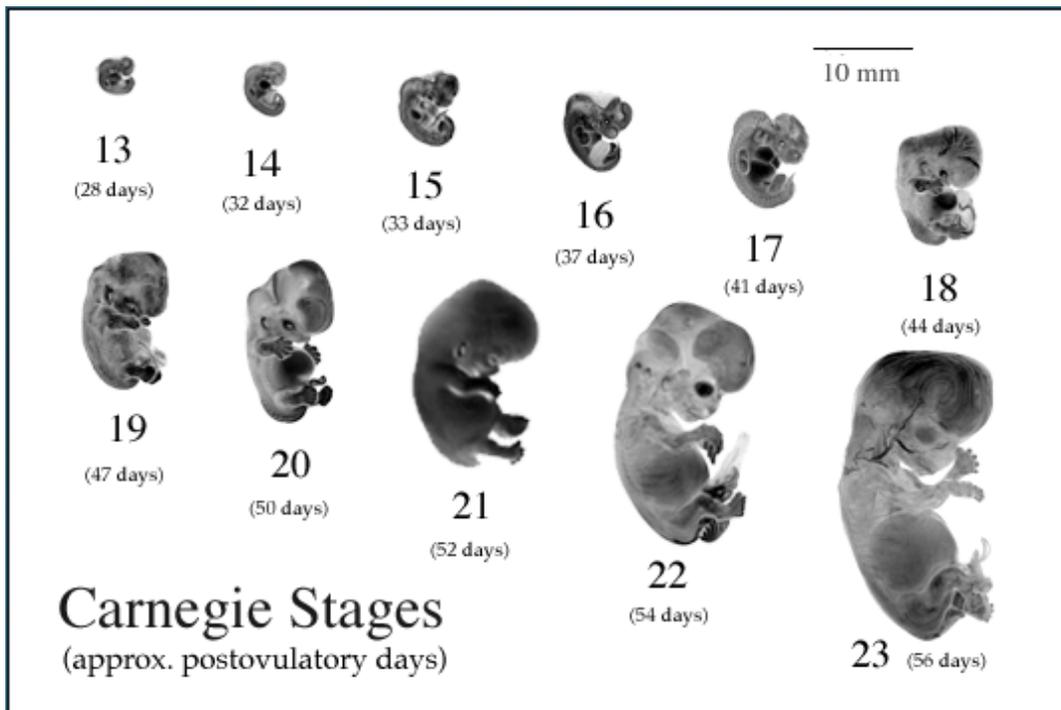


FIGURE 17 – L'évolution de l'embryon

### 5.3 La membrane amniotique, le placenta et le cordon ombilical

Le trophoblaste produit la membrane amniotique, le cordon ombilical et ,avec les cellules de la mère, le placenta.

La membrane amniotique est un « ballon » contenant le liquide amniotique et l'embryon/fœtus.

Le placenta est une structure commune à l'embryon et à la mère qui permet à l'embryon/fœtus d'éliminer ses déchets(dioxyde de carbone  $CO_2$ , urée, ...) et d'apporter des nutriments (et notamment de l'oxygène  $O_2$  et le glucose) via le cordon ombilical.

Le placenta agit comme un véritable filtre, car il n'y a pas de communication directe entre le sang de l'embryon/fœtus et la mère. La communication se fait uniquement par différences de concentrations (osmose). En fin de gestation, la surface d'échange du placenta atteint  $15m^2$ .

En fonction de leur poids moléculaire et plus ou moins grande solubilité dans le sang, certaines substances toxiques (alcool, drogue, métaux lourds ou métalloïdes tels que le plomb ou l'arsenic, médicaments, toxines microbiennes, virus, parasites) peuvent traverser la barrière placentaire.

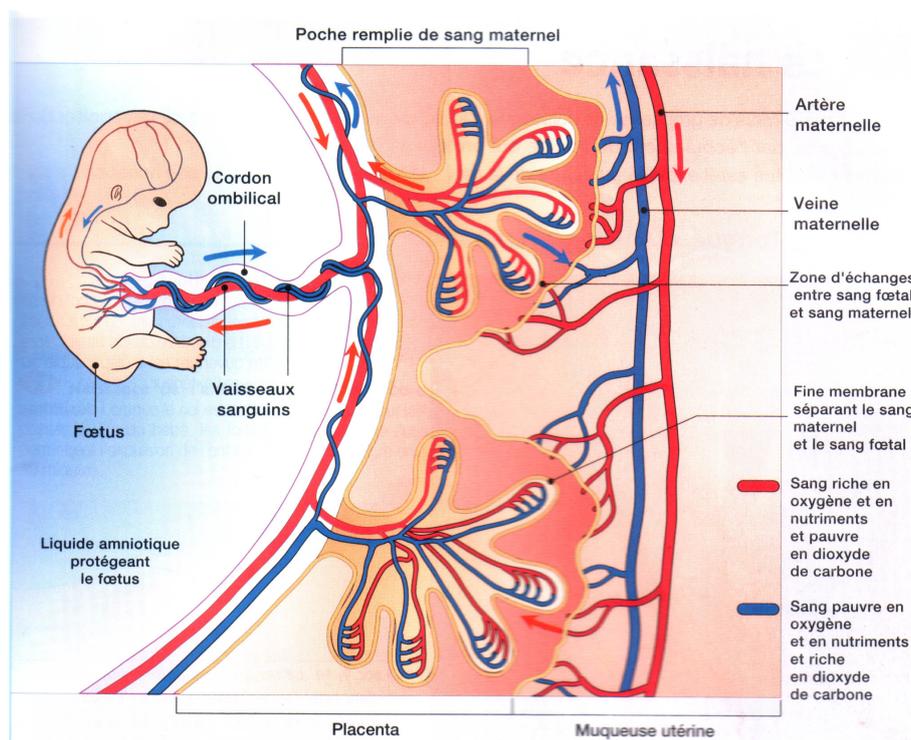


FIGURE 18 – Le placenta

### 5.4 Le fœtus

Au stade fœtal, c-à-d entre le deuxième et le troisième mois, l'ensemble des organes sont présents. Le fœtus fait quelques centimètres et une dizaine de grammes. Il ne fera plus qu'augmenter son volume pour atteindre 50 centimètres et approximativement 3 kilogrammes lors de l'accouchement. Le ventre de la mère s'arrondit en conséquence.

A partir du 7<sup>ème</sup> mois, le fœtus devra se retourner pour se présenter la tête en avant.

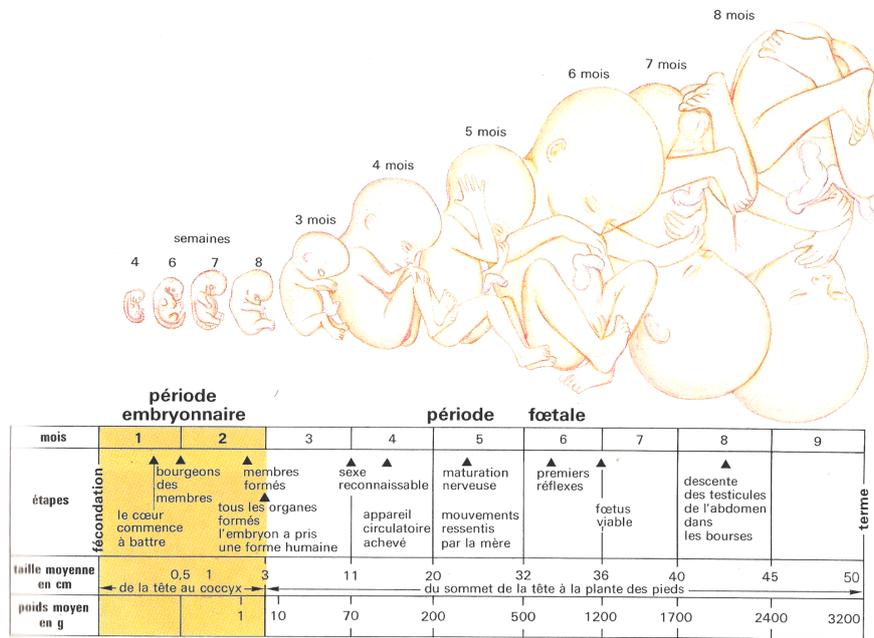


FIGURE 19 – L'évolution de l'embryon jusqu'au fœtus.



## 5.6 L'allaitement

Dès le 6<sup>ème</sup> mois, les modifications hormonales produisent une augmentation de la prolactine, produite par l'adénohypophyse. La prolactine active les glandes mammaires. La poitrine se développe. Des pertes de lait sont déjà possibles. Le nouveau-né par son réflexe de succion stimulera la mère qui produira de l'ocytocine. L'ocytocine est l'hormone responsable de l'expulsion du lait. Le premier lait émis par la mère, appelé « colostrum », est très riche en lipides et en protéines. Il joue un rôle important pour le développement du système immunitaire du nouveau-né.

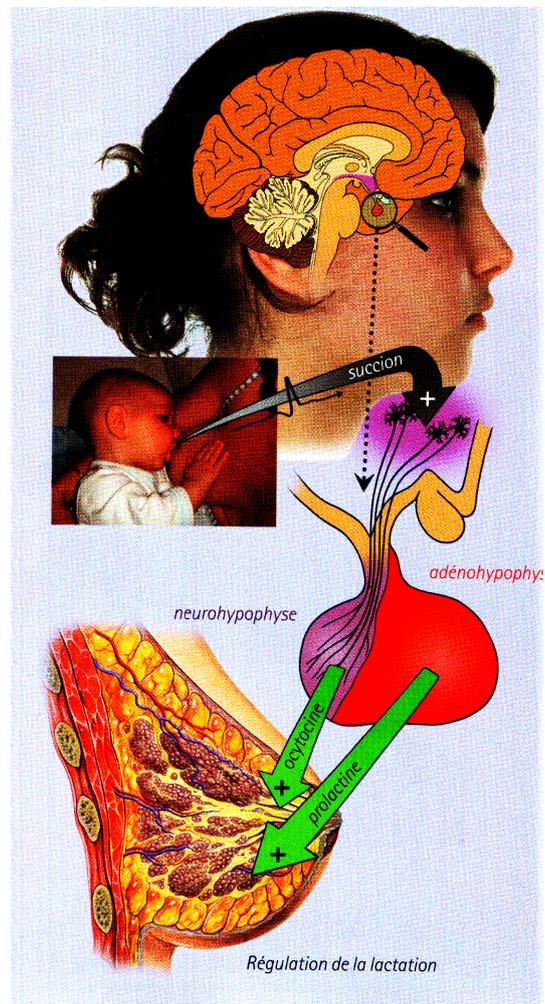


FIGURE 21 – La régulation de la lactation.

## 6 Contractions

### 6.1 Méthodes principalement mécaniques

#### 6.1.1 Préservatif masculin / Préservatif féminin / Diaphragme

Le préservatif est une membrane oblongue en élastomère empêchant les spermatozoïdes d'atteindre le col de l'utérus.

Le préservatif masculin se met sur la verge en érection.

Le préservatif féminin s'insère à l'intérieur du vagin.

Le diaphragme est également en élastomère ; il s'agit d'un petit capuchon à disposer au-dessus du col de l'utérus.

Ces trois dispositifs sont souvent combinés avec des produits spermicides<sup>9</sup> afin d'améliorer leur efficacité.

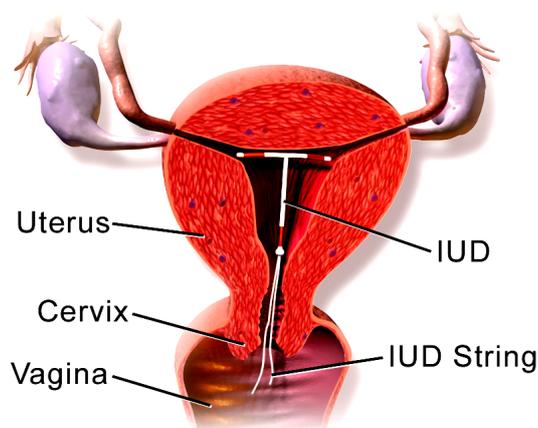
Ils doivent être disposés juste avant l'acte sexuel.

#### 6.1.2 Stérilet ou Dispositif intra-utérin

Le stérilet est un dispositif s'insérant à l'intérieur de l'utérus. Il demande l'intervention du corps médical.

Il agit de plusieurs façons :

- en écartant les parois de l'utérus, il rend plus difficile le parcours des spermatozoïdes et « fait tomber » l'ovocyte (empêchant la nidation) ;
- le stérilet est un corps étranger engendrant une réaction inflammatoire empêchant la mobilité des spermatozoïdes ;
- certains stérilets sont composés de cuivre qui est spermicide ;
- d'autres stérilets libèrent des hormones proches de la progestérone empêchant l'épaississement de l'endomètre et donc la nidation, et la fermeture du col de l'utérus.



### Intrauterine Device (IUD)

FIGURE 22 – Un stérilet.

9. tuant les spermatozoïdes

### 6.1.3 Ligature des canaux déférents / des trompes de Fallope

Lorsque que l'on ne désire plus procréer, il est possible par une intervention chirurgicale d'obturer les conduits transportant les gamètes.

Auparavant, plutôt que la ligature, on effectuait le sectionnement définitif des canaux déférents ou des trompes de Fallope (vasectomie).

La ligature consiste de mettre un petit fil à collet fermant le conduit. Ce n'est pas définitif, mais elle demande une nouvelle intervention chirurgicale et le pouvoir de procréer à nouveau n'est pas garanti à 100 %.

## 6.2 Méthodes hormonales

### 6.2.1 Pilule

La pilule contraceptive se présente sous deux formes :

- la pilule œstroprogestative ou « combinée » qui contient des dérivés d'œstrogènes et de progestérone ;
- la pilule progestative qui ne contient que des dérivés de progestérone.

La pilule œstroprogestative doit être prise dans une séquence spécifique puisque que chaque pilule a des concentrations précises de dérivés d'œstrogènes et de dérivés de progestérone suivant le cycle hormonal féminin. Ce type de pilule empêche l'ovulation et développe un endomètre très faible générant en fin de cycle des règles dû soit à une non-prise de pilules, soit à des pilules ne contenant pas d'hormones. Ce type de règles ne garantit pas une absence de gestation. Les œstrogènes et ces dérivés peuvent produire des problèmes vasculaires (thrombose veineuse). Ce type de contraception produit un meilleur confort à la personne par la régularité de son pseudo-cycle et par la suppression des douleurs éventuelles.

La pilule progestative n'a pas d'ordre déterminé dans la prise de pilules, car les concentrations sont identiques dans chaque pilule. Cependant, elle a plus d'effets secondaires (baisse de libido, migraine, dépression, ...). La progestérone et ses dérivés ont effet antagonistes aux œstrogènes. Par ce effet, elles empêchent le développement de l'endomètre et parfois de l'ovulation. Dans ce contexte, il n'y a donc plus du tout de règles.

### 6.2.2 Anneau vaginal/Patch/Implant/

Le principal problème des pilules est leur oubli. Pour remédier à cela, d'autres méthodes plus ou moins permanentes et plus ou moins intrusives ont été proposées :

- Anneau vaginal : il s'agit d'un anneau en polymère qui diffuse un mélange hormonal soit uniquement progestatif, soit œstroprogestatif. Il doit être renouvelé tous les mois. Du fait de la proximité des ovaires, les quantités diffusées sont faibles ;
- Patch : il s'agit d'un sparadrap appliqué souvent au niveau d'un muscle (bras) diffusant un progestatif pendant 3 semaines. L'utilisatrice reste une semaine sans patch, puis doit remettre un patch ;
- Implant : il s'agit d'un petit tube implanté dans le bras qui diffusera des hormones progestatives durant trois ans.

### 6.2.3 Pilule du lendemain

La pilule du lendemain n'est pas en soi une méthode contraceptive, mais une solution pour interrompre une possible fécondation en cas de défaillance (déchirure du préservatif) ou d'oubli d'une méthode contraceptive. Il s'agit de l'ingestion d'une quantité élevée d'hormones progestatives empêchant l'ovulation par inhibition du pic de LH et forçant les règles par régression "forcée" du corps jaune, empêchant donc la nidation.

## 7 Infections Sexuellement Transmissibles

### 7.1 Maladies virales

#### 7.1.1 SIDA

Le Syndrome d'Immuno-Déficiences Acquises est une maladie due à un virus, le Virus d'Immuno-déficiences Humaines (VIH). Comme son nom l'indique, ce virus induit une déficience du système immunitaire. On meurt donc d'une autre maladie, comme par exemple une simple grippe. Avec les traitements actuels, on peut vivre avec le VIH sans conséquence et éviter sa transmission au partenaire ou à un enfant, mais on reste porteur de ce virus toute sa vie.

#### 7.1.2 Herpes génital

L'Herpès génital est également dû à un virus. Les symptômes de cette maladie restent bénins (démangeaisons, rougeurs, ...) et parfois sont même absents. On considère que un tiers des adultes sont porteurs de ce virus.

#### 7.1.3 Papillomavirus

Le papillomavirus est très asymptomatique tant chez l'homme que chez la femme. Cependant, la présence de ce virus est la cause du cancer du col de l'utérus dans 70 % des cas. Un vaccin existe pour ce virus qui d'autant plus efficace que les personnes sont jeunes et n'ont pas encore eu de rapports sexuels.

### 7.2 Maladies bactériennes

#### 7.2.1 Syphilis

La bactérie *Treponema pallidum*, source de cette maladie se transmet par des rapports sexuels non protégés, par voie sanguine et par voie transplacentaire pendant la grossesse, de la mère à l'enfant. La période d'incubation est de 3 semaines à 1 mois.

Dans le premier stade de la maladie, les symptômes sont des lésions (chancres) sur différents muqueuses (verge, vulve, vagin, ...). Dans un second, la bactérie se diffuse dans l'ensemble du corps pouvant former des plaques sur la peau. Au stade final, la maladie évolue en problèmes musculaires et nerveux (symptômes cardiovasculaires, hémiparésie, ...).

Cette maladie peut être traitée et la bactérie éliminée dès ces premiers stades par antibiotiques.

#### 7.2.2 Gonorrhée

La gonorrhée (appelée aussi blennorrhagie ou « chaude-pisse ») est une infection bactérienne (gonocoque, *Neisseria gonorrhoeae*). Chez la femme, elle est asymptomatique dans 75 % des cas. Chez l'homme, elle produit généralement une inflammation de la prostate rendant douloureuse la miction.

La maladie peut être traitée par antibiotiques.

#### 7.2.3 Chlamydie

Comme son nom l'indique, cette maladie est due à une bactérie *Chlamydia trachomatis*. C'est la plus courante des infections bactériennes sexuellement transmissibles.

La maladie est le plus souvent asymptomatique tant chez l'homme que chez la femme. Cependant, dans de rares cas, elle provoque une infection des trompes de Fallope menant à la stérilité.

Prise dès le début de l'infection, la maladie peut être traitée par antibiotiques.

## 7.3 Maladies fongiques

### 7.3.1 Mycoses

L'appareil génital est un lieu chaud et humide où les mycoses<sup>10</sup> cutanées peuvent se développer. Ces mycoses sont souvent anodines, mais la transmission est courante.

Sans traitement efficace, ces mycoses deviennent chroniques.

---

10. infection provoquée par une ou plusieurs espèces de micro-champignons parasites

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Diversité des modes de reproduction</b>	<b>1</b>
1.1	Reproduction asexuée . . . . .	1
1.1.1	Reproduction végétative . . . . .	1
1.1.2	Scissiparité . . . . .	1
1.1.3	Parthénogenèse . . . . .	1
1.2	Procréation sexuée . . . . .	1
1.2.1	Définition générale . . . . .	1
1.2.2	Être dioïque versus Être monoïque (Hermaphrodisme) . . . . .	1
1.2.3	Sexes successifs . . . . .	2
1.2.4	Sexe social . . . . .	2
1.2.5	Détermination du sexe . . . . .	2
1.2.6	Les oiseaux et les mammifères. . . . .	2
<b>2</b>	<b>Anatomie humaine</b>	<b>3</b>
2.1	Appareil génital mâle . . . . .	3
2.2	Appareil génital femelle . . . . .	4
2.3	Homologie des appareils génitaux . . . . .	5
<b>3</b>	<b>Gamétogenèse</b>	<b>6</b>
3.1	Mitose . . . . .	6
3.2	Méiose . . . . .	6
3.3	Spermatogenèse . . . . .	7
3.4	Ovogenèse . . . . .	9
<b>4</b>	<b>Régulation hormonale</b>	<b>10</b>
4.1	Structure générale . . . . .	10
4.1.1	Hormones et boucle de rétrocontrôle . . . . .	10
4.1.2	Le complexe hypothalamo-hypophysaire . . . . .	11
4.2	Régulation du système reproducteur masculin et caractères sexuels . . . . .	11
4.2.1	Caractères sexuels primaires . . . . .	11
4.2.2	Puberté et caractères sexuels secondaires . . . . .	11
4.2.3	Régulation du système reproducteur masculin . . . . .	11
4.3	Régulation du système reproducteur féminin . . . . .	12
4.3.1	Caractères sexuels primaires . . . . .	12
4.3.2	Puberté et caractères sexuels secondaires . . . . .	12
4.3.3	Régulation du système reproducteur féminin . . . . .	13
<b>5</b>	<b>Du rapport sexuel à l'allaitement</b>	<b>15</b>
5.1	Du rapport sexuel à la caryogamie . . . . .	15
5.2	L'embryon . . . . .	16
5.3	La membrane amniotique, le placenta et le cordon ombilical . . . . .	18
5.4	Le fœtus . . . . .	19
5.5	L'accouchement . . . . .	20
5.6	L'allaitement . . . . .	21
<b>6</b>	<b>Contraceptions</b>	<b>22</b>
6.1	Méthodes principalement mécaniques . . . . .	22
6.1.1	Préservatif masculin / Préservatif féminin / Diaphragme . . . . .	22
6.1.2	Stérilet ou Dispositif intra-utérin . . . . .	22
6.1.3	Ligature des canaux déférents / des trompes de Fallope . . . . .	23
6.2	Méthodes hormonales . . . . .	23
6.2.1	Pilule . . . . .	23
6.2.2	Anneau vaginal/Patch/Implant/ . . . . .	23

---

6.2.3	Pilule du lendemain . . . . .	23
<b>7</b>	<b>Infections Sexuellement Transmissibles</b>	<b>24</b>
7.1	Maladies virales . . . . .	24
7.1.1	SIDA . . . . .	24
7.1.2	Herpes génital . . . . .	24
7.1.3	Papillomavirus . . . . .	24
7.2	Maladies bactériennes . . . . .	24
7.2.1	Syphilis . . . . .	24
7.2.2	Gonorrhée . . . . .	24
7.2.3	Chlamydie . . . . .	24
7.3	Maladies fongiques . . . . .	25
7.3.1	Mycoses . . . . .	25