

Chapitre 7

Le système reproducteur

- 1 Les chromosomes et l'hérédité
2. La méiose
3. La transmission des caractères
4. Détermination du sexe
5. Les glandes endocrines responsables de la fonction sexuelle
6. Formation embryonnaire de l'appareil reproducteur
7. L'appareil reproducteur masculin
 - 5.1 Les testicules
 - 5.2 Les glandes annexes
 - 5.3 Le pénis
8. L'appareil génital féminin
 - 6.1 Les organes externes et le vagin
 - 6.2 Les ovaires et les trompes utérines (de Fallope)
9. Le cycle menstruel (ou oestrien)
 - 7.1 Phase folliculaire (pré-ovulatoire)
 - 7.2 Phase lutéale (post-ovulatoire)

" My boy, you are descended from a long line of determined, resourceful, microscopic tadpoles... champions every one."

Kilgore Trout
dans **Galápagos** par Kurt Vonnegut

Objectifs

À la fin de ce chapitre, vous serez en mesure de :

1. Expliquer la différence qu'il y a entre deux chromosomes homologues d'une même paire
2. Expliquer le concept de gènes dominant et récessif.
3. Expliquer comment les chromosomes se séparent au cours de la méiose.
4. Résoudre un problème simple de génétique impliquant une paire d'allèles.
5. Expliquer comment le sexe est déterminé génétiquement.
6. Définir le terme « hormone endocrine ».
7. Énoncer les principales glandes endocrines intervenant dans le système reproducteur.
8. Décrire la formation embryonnaire des organes reproducteurs.
9. Décrire la structure des testicules.
10. Énoncer les deux fonctions remplies par les testicules.
11. Énoncer les deux hormones sécrétées par les testicules.
12. Expliquer le mécanisme responsable de la régulation de la sécrétion de testostérone et celui responsable de la production des spermatozoïdes.
13. Décrire la structure du spermatozoïde.
14. Expliquer pourquoi les testicules ne sont pas placés dans la cavité abdominale (comme les ovaires chez la femme).
15. Expliquer pourquoi le sperme doit contenir un taux de spermatozoïdes minimum pour qu'il soit fécond.
16. Énoncer le rôle des vésicules séminales, des glandes de Cowper et de la prostate.
17. Décrire la structure du pénis et le mécanisme de l'érection.
18. Énoncer les hormones sécrétées par l'ovaire et leurs effets dans l'organisme.
19. Connaissant la durée de survie des spermatozoïdes après l'éjaculation et de l'ovule après l'ovulation, déterminer la période de fertilité d'une femme compte tenu de sa date d'ovulation.
20. Décrire les transformations observées au niveau de l'endomètre de l'utérus et de l'ovaire au cours du cycle menstruel.
21. Expliquer le mécanisme de contrôle responsable des variations hormonales qui se produisent au cours du cycle menstruel.
22. Expliquer pourquoi il n'y a pas de pertes menstruelles ni de nouveau cycle si l'ovule est fécondé.

1. Les chromosomes et l'hérédité

Comme nous l'avons vu dans le dernier chapitre, les cellules humaines renferment chacune **46 chromosomes**. En fait, il aurait été plus juste de dire **23 paires de chromosomes**.

En effet, les chromosomes sont si précieux pour la cellule que la nature a jugé plus prudent d'en avoir **deux exemplaires de chaque**. Ainsi, chacune de nos cellules possède deux chromosomes n° 1, deux n° 2, deux n° 3 et ainsi de suite jusqu'aux deux n° 23 pour un total de 46 chromosomes.



Le noyau de chaque cellule contient 23 paires de chromosomes

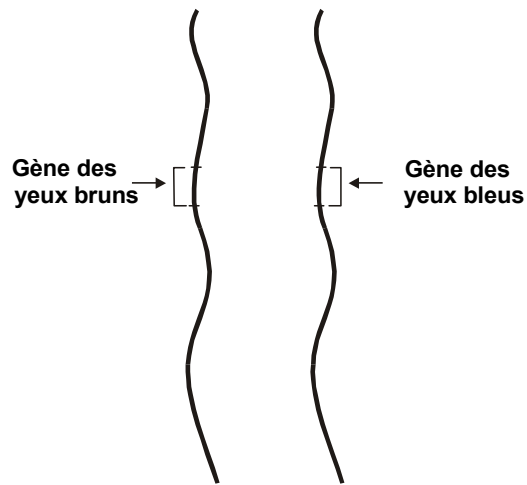
Les deux chromosomes formant chacune des paires ne sont toutefois pas rigoureusement identiques. **L'un provient de notre père**, il était contenu dans le noyau du spermatozoïde, alors que **l'autre provient de notre mère**, il était dans le noyau de l'ovule.

Pour chaque paire de chromosomes, un chromosome vient du père et l'autre de la mère.

Si on compare les deux chromosomes d'une même paire, les deux n° 15 par exemple, on constate que si en général les gènes de l'un

sont les mêmes que ceux de l'autre, il peut parfois y avoir de subtiles différences.

Par exemple, un chromosome peut porter le gène codant pour des yeux bleus alors que l'autre porte, au même endroit, un gène légèrement différent codant pour des yeux bruns. Les deux gènes **codent pour une même fonction** (la couleur des yeux), mais **ne codent pas pour la même couleur**.



Chromosomes 15

Deux chromosomes d'une même paire (il s'agit ici de la paire 15). À l'emplacement indiqué par les flèches, l'un porte un gène codant pour des yeux bruns alors que l'autre porte un gène codant pour des yeux bleus.

Les chromosomes d'une même paire sont dits « **homologues** ».

Deux gènes occupant la même position sur une paire de chromosomes homologues mais qui présentent, l'un par rapport à l'autre, de légères différences sont appelés « **allèles** ».

La coloration de l'œil

La couleur des yeux est déterminée par l'abondance d'un colorant brun-noir, la **mélanine**, dans la partie antérieure (à l'avant) de l'iris de l'œil (l'iris, c'est la partie colorée de notre œil). Les personnes aux yeux bleus ne possèdent pas de mélanine dans cette partie de l'iris (elles en ont quand même un peu dans la partie plus profonde). L'œil apparaît alors bleu pour la même raison que l'eau profonde nous apparaît bleue. L'iris disperse la composante bleue de la lumière plus que les autres couleurs qui sont partiellement absorbées. L'iris semblera alors bleu puisque c'est surtout le bleu qui sera réfléchi.

Le gène des yeux bleus empêche presque totalement la formation de mélanine à l'avant de l'iris alors que le gène des yeux bruns permet l'accumulation du pigment à cet endroit.

Le gène responsable de la coloration dominante de l'œil (gène appelé EYCL3) est situé sur le chromosome 15. Il existe en deux variétés : la première détermine la couleur brune et noire et la seconde variété la couleur bleue.

Un autre gène situé sur le chromosome 19 (gène EYCL1) intervient aussi dans la détermination de la couleur. L'allèle dominant de ce gène détermine la couleur verte alors que l'allèle récessif détermine la couleur bleue.

D'autres gènes interviennent dans la coloration de l'œil. Entre autres, des gènes qui déterminent la distribution et la quantité totale de mélanine qui se déposera dans l'iris. Ces gènes peuvent donner à l'iris une coloration plus ou moins foncée ou faire apparaître plusieurs couleurs différentes (un pourtour brun tirant sur le bleu vers le centre par exemple ou, encore, un œil brun présentant de petites taches bleues ou vertes). L'influence de ces autres gènes peut même, dans certains cas, expliquer que des parents aux yeux bleus puissent avoir un enfant aux yeux bruns (dans ce cas, l'un des parents aux yeux bleus peut être porteur du gène des yeux bruns, mais, sous l'influence d'un autre gène, il ne se dépose pas suffisamment de mélanine pour masquer le bleu).

Les nouveau-nés ne possèdent pas de mélanine dans la partie antérieure de l'iris même s'ils sont porteurs du gène des yeux bruns. C'est pourquoi ils ont toujours les yeux bleus. Lorsque le gène des yeux bruns devient actif, le colorant se dépose et l'œil acquiert sa couleur brune ou noire.

Dans de très rares cas, un œil peut être d'une couleur différente de l'autre. Le phénomène se produit à la suite d'une mutation, dans une cellule, au tout début du développement embryonnaire, d'un des gènes responsables de la coloration de l'œil. Toutes les descendantes de cette cellule posséderont la mutation puisque l'ADN est toujours copié à chaque division. Les deux yeux ne sont pas de la même couleur si un œil s'est formé à partir de cellules de la descendance de la cellule mutée et l'autre à partir de cellules normales (non mutées).

Imaginez si les Beatles avaient enregistré **deux albums différents** de *Sgt. Pepper's* (l'album du siècle selon Music Plus!) : une version pour le marché européen et une autre pour le marché américain. Sur chacun de ces albums, on retrouverait, **aux mêmes emplacements, les mêmes chansons**. Seulement, certaines chansons pourraient parfois être légèrement différentes. Par exemple, il pourrait y avoir deux versions légèrement différentes l'une de l'autre de la troisième chanson (*Lucy in the Sky*) et deux versions différentes de la treizième (*A Day in the Life*).

Eh! bien, deux chromosomes homologues diffèrent l'un de l'autre exactement de la même façon. Ils sont faits des mêmes gènes (les chansons), mais parfois de petites différences peuvent exister entre deux gènes occupant le même emplacement, l'un sur un chromosome et l'autre sur son homologue. En génétique, on dirait que les deux albums sont **homologues** et qu'il y a **deux allèles** de *Lucy in the Sky* et **deux allèles** de *A Day in the Life*.

Mais, alors que l'album *Sgt Pepper's* ne contient que 13 chansons, un chromosome contient, lui, plusieurs milliers de gènes.

Mais alors, que se produit-il lorsqu'une personne possède deux allèles différents, un gène codant pour les yeux bleus sur un chromosome et un gène codant pour les yeux bruns sur l'homologue, par exemple ?

La plupart du temps, lorsqu'il y a deux allèles pour un même trait physique, **l'un domine l'autre**, c'est-à-dire qu'un gène exprime le caractère pour lequel il code, mais pas l'autre. Un allèle est dit « **dominant** » par rapport à l'autre dit « **récessif** ». Dans l'exemple des gènes codant pour la couleur des yeux, **le gène des yeux bruns domine le gène récessif des yeux bleus**. Une personne possédant ces deux allèles aura donc les **yeux bruns**. Si vous avez les yeux bruns, rien ne permet de déterminer si vous possédez aussi le gène des yeux bleus.

Un allèle peut être :

- dominant
 - récessif
 - codominant
- par rapport à un autre allèle.

Dans certains cas, deux allèles différents peuvent s'exprimer. Il n'y a pas de dominance de l'un sur l'autre. On obtient alors un mélange des caractères déterminés par ces allèles.

On pourrait le savoir par vos parents. Si un de vos parents a les yeux bleus, on peut alors être assuré que vous portez le gène des yeux bleus. Nous verrons plus loin pourquoi.

L'anémie falciforme, par exemple, est causée par un gène anormal « d ». Les individus dd ont des globules rouges déformés et souffrent d'une grave anémie. Les DD sont normaux alors que les Dd sont atteints d'une forme intermédiaire, bénigne, de la maladie.

Pourquoi certains gènes sont-ils dominants ?

Dans la plupart des cas, un gène dominant code pour une enzyme effectuant une tâche particulière dans la cellule. Le gène récessif, lui, est souvent une forme anormale, mutée, du gène normal. Il code alors pour une enzyme anormale ne pouvant effectuer normalement sa tâche. Dans certains cas, le gène récessif n'est pas du tout utilisé par la cellule. Il est présent, mais la cellule ne l'utilise pas. Dans le cas de la couleur des yeux, le gène dominant B code pour une enzyme responsable des dépôts de mélanine dans l'iris alors que la forme anormale b ne sert à rien.

Les généticiens désignent généralement les allèles par une lettre de l'alphabet. Une **majuscule pour l'allèle dominant** et une **minuscule pour l'allèle récessif**. Les deux allèles de l'individu aux yeux bruns de l'exemple précédent seraient désignés par les lettres **Bb**.

On peut aussi noter cette combinaison génétique responsable des yeux bruns par **15^B 15^b** si on veut aussi préciser quels chromosomes portent ces allèles (puisque les allèles B et b sont portés par les chromosomes 15). Puisque généralement il n'y a pas vraiment d'intérêt à savoir (quand on le sait) quel chromosome porte le gène étudié, on se contente d'indiquer la combinaison génétique seulement par les lettres représentant les allèles (Bb, par exemple).

Les gènes portés constituent le **génotype** d'une personne alors que le caractère physique apparent déterminé par ces gènes constitue le **phénotype** de l'individu.

Génotype :	Type de gènes
Phénotype :	Caractère physique observable (ou mesurable) déterminé par le génotype

La personne de l'exemple précédent a pour **génotype Bb** et pour **phénotype, des yeux bruns**.

Quel serait le **génotype** d'une personne aux **yeux bleus** ?



Une personne aux yeux bruns peut-elle posséder un autre génotype que Bb ?



Lorsque les deux chromosomes homologues portent le même allèle, BB ou bb, par exemple, l'individu est dit **homozygote** pour ce caractère. Par contre, si deux chromosomes homologues portent chacun un allèle différent, l'un B et l'autre b, par exemple, l'individu est dit **hétérozygote** pour ce caractère.

Homozygote : Personne possédant deux fois le même allèle (BB ou bb par exemple) pour un caractère donné.

Hétérozygote : Personne possédant deux allèles différents (Bb, par exemple) pour un caractère donné.

La **mélanine** colorant l'œil est également responsable de la coloration de la peau, des poils et des cheveux. Sans mélanine, une personne n'aurait aucune pigmentation. Les cheveux et les poils seraient blancs et les yeux apparaîtraient rouges (l'iris serait transparent, ce qui permettrait de voir les petits vaisseaux sanguins de l'œil). Cette anomalie, appelée **albinisme**, est en général due à une anomalie génétique affectant un gène responsable d'une enzyme (la *tyrosinase*) essentielle à la formation de la mélanine. Si le gène normal (appelons le « A » versus « a » pour le gène anormal) est présent, l'enzyme est synthétisée et la mélanine est produite (individus AA ou Aa). Par contre, un individu homozygote pour le gène anormal (aa) ne produit pas l'enzyme et donc pas de mélanine. On retrouve des individus albinos dans presque toutes les espèces animales. Curieusement, chez les humains, l'albinisme est plus répandu chez les noirs.

Coloration normale : AA ou Aa
Albinos : aa

D'autres anomalies génétiques peuvent être responsables de l'absence de sécrétion de mélanine (on connaît actuellement 14 anomalies génétiques responsables de l'albinisme).

La coloration particulière des chats siamois est due à un gène anormal codant pour une enzyme instable à la chaleur. Cette enzyme anormale, essentielle à la synthèse de la mélanine colorant les poils, ne fonctionne que si elle est à une température légèrement inférieure à celle du corps. Il ne se forme donc de la mélanine que dans les parties les plus froides de l'animal : la queue, l'extrémité des pattes, des oreilles et du museau. Dans les zones plus chaudes, l'enzyme ne fonctionne presque pas et il ne se forme donc que très peu de mélanine. La fourrure demeure blanche ou crème.

2. La méiose

On le sait maintenant, lors de la fécondation, il y a fusion entre le noyau du spermatozoïde et celui de l'ovule. **Les chromosomes de l'un s'ajoutent aux chromosomes de l'autre.**

Mais si le spermatozoïde contenait 46 chromosomes comme les autres cellules du corps, et s'il en était de même pour l'ovule, combien de chromosomes contiendrait l'ovule fécondé ?



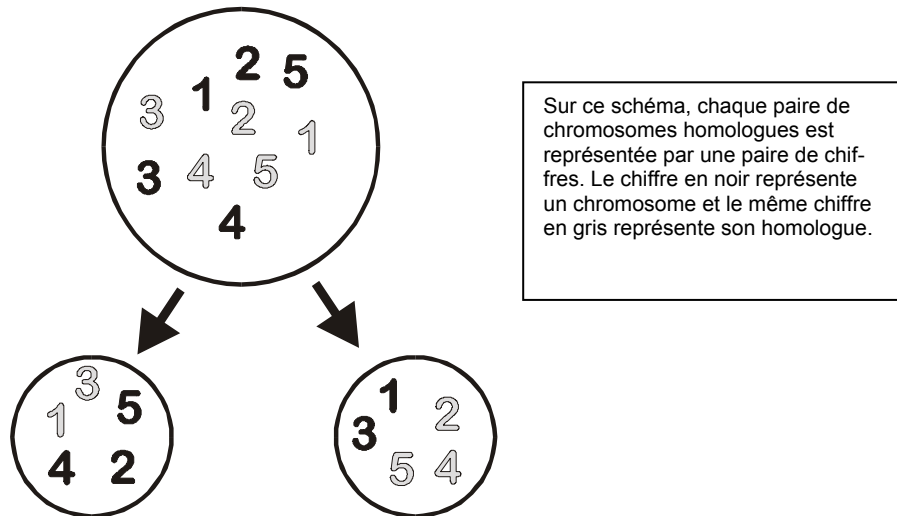
S'il en était ainsi, le nombre de chromosomes doublerait à chaque génération. Ce n'est pas le cas tout simplement parce que les **gamètes**, c'est-à-dire les cellules reproductives, spermatozoïdes et ovules, ne contiennent que **23 chromosomes**. Ils ne possèdent **qu'un seul exemplaire de chacun des chromosomes** : un seul n° 1, un seul n° 2, un seul n° 3 et ainsi de suite jusqu'au n° 23.

Gamète : cellule reproductrice (spermatozoïde ou ovule); les gamètes ont 23 chromosomes.

Cellule germinale : cellule à 46 chromosomes qui produit des gamètes à 23 chromosomes en se divisant par **méiose**.

Pourtant, les spermatozoïdes, comme les ovules, proviennent de la division de cellules à 46 chromosomes, les **cellules germinales**, présentes dans les testicules et les ovaires. Mais, alors que les cellules se reproduisent généralement par mitose, les cellules germinales se reproduisent aussi par un autre processus appelé **méiose**.

Au cours de la méiose, **les chromosomes homologues se séparent**. L'un migre dans une cellule et l'autre dans l'autre, et ce, pour chacune des 23 paires.



Méiose d'une cellule à 10 chromosomes (cinq paires de chromosomes homologues).

Vous pouvez constater qu'il n'y a qu'un seul exemplaire de chaque paire dans chacune des deux cellules obtenues de cette division.

La séparation des homologues se fait au hasard. On ne peut prédire dans quelle cellule migrera un chromosome donné lors d'une division. Par exemple, on ne peut prévoir si le n° 1 gris ira dans la cellule de gauche ou dans celle de droite. La seule certitude, c'est que s'il va dans la cellule de gauche, son homologue n° 1 noir ira dans l'autre cellule.

En fait, comme nous le verrons plus loin, la méiose est un processus un petit peu plus complexe que ce que vous voyez sur cette illustration.

On obtiendra donc de la méiose d'une cellule à 46 chromosomes (23 paires d'homologues) des cellules à 23 chromosomes.

Au cours de la méiose, chaque chromosome homologue se sépare de son autre homologue. Tous les gamètes, c'est-à-dire les spermatozoïdes et les ovules, sont produits par méiose. Il n'y a donc qu'un seul exemplaire de chaque chromosome dans ces cellules.

Il n'y a qu'un seul organe dans le corps dans lequel les cellules se divisent par méiose. Lequel ?



Une cellule possédant des paires de chromosomes homologues est dite **diploïde**, alors qu'une cellule ne possédant qu'un seul exemplaire de chaque chromosome sera dite **haploïde**.

Les cellules **somatiques**, c'est-à-dire les cellules formant notre organisme, sont des **cellules diploïdes** à **46** chromosomes. Par contre, les **gamètes**, spermatozoïdes et ovules, sont des cellules **haploïdes** à **23** chromosomes.

Cellule diploïde :

- deux exemplaires de chaque chromosome;
- les **cellules somatiques** sont diploïdes.

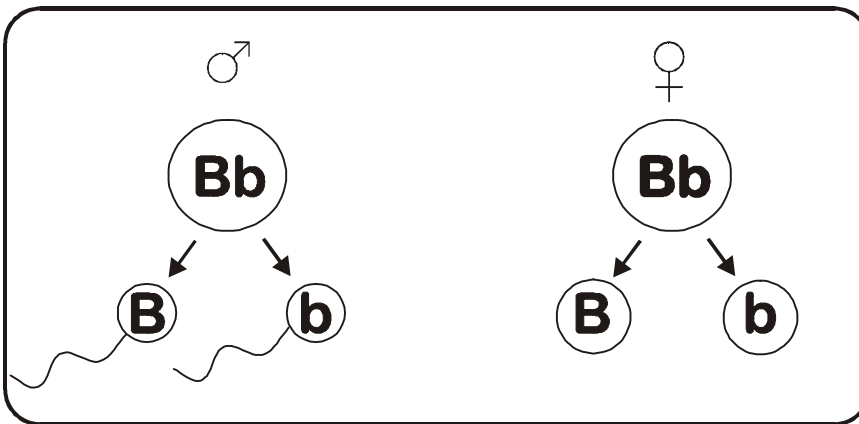
Cellule haploïde :

- un seul exemplaire de chaque chromosome;
- les **gamètes** sont des cellules haploïdes.

Les bactéries ne possèdent qu'un seul chromosome, elles sont donc haploïdes. Chez certains insectes, comme les abeilles ou les fourmis, la femelle est diploïde alors que le mâle est haploïde.

3. La transmission des caractères

Comme les chromosomes homologues se séparent à la méiose, on peut donc s'attendre à ce qu'un homme de **génotype Bb** (donc hétérozygote aux yeux bruns) fabrique 50 % de spermatozoïdes portant le chromosome dans lequel il y a l'allèle **B** et 50 % de spermatozoïdes portant le chromosome de l'allèle **b**. De même, chez une femme au **génotype Bb**, 50 % des ovules portent le gène **B** et 50 % le gène **b**.



Que se produit-il alors lorsqu'un couple, lui **Bb** et elle aussi **Bb**, font un enfant ? Puisqu'on ne peut savoir à l'avance quel spermatozoïde fécondera quel ovule, il faut envisager toutes les possibilités :

- spermatozoïde B avec ovule B → enfant BB (yeux bruns)*
- spermatozoïde B avec ovule b → enfant Bb (yeux bruns)*
- spermatozoïde b avec ovule B → enfant Bb (yeux bruns)*
- spermatozoïde b avec ovule b → enfant bb (yeux bleus)*

Il est plus simple d'illustrer toutes ces possibilités par un diagramme appelé **échiquier de Punnet**.

♀ ♂	B	b
B	BB	Bb
b	Bb	bb

On pourrait aussi faire l'inverse, placer les gamètes femelles sur la ligne du haut et les gamètes mâles dans la colonne de gauche. Le résultat serait le même.

Sur la ligne du haut, on place les types de gamètes mâles produits et dans la première colonne, les types de gamètes femelles. À l'intersection de chaque ligne et de chaque colonne, on place le génotype produit de l'union du gamète mâle avec le gamète femelle.

Comme on peut aisément le constater, il y a donc :

- **1 chance sur 4 d'obtenir un enfant BB;**
- **2 chances sur 4 d'obtenir un enfant Bb (donc 1 chance sur 2);**
- **1 chance sur 4 d'obtenir un enfant bb (yeux bleus).**

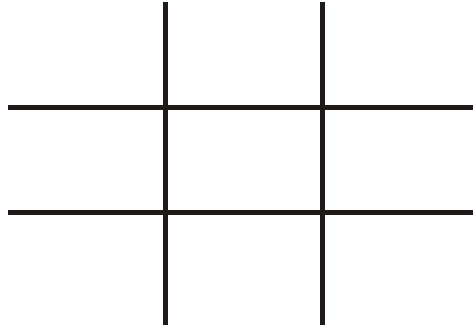
Ce couple a donc une chance sur quatre d'avoir un enfant aux yeux bleus. Peut-on alors conclure que s'ils ont quatre enfants, forcément l'un d'eux aura les yeux bleus ?



Mais, peut-on calculer la probabilité, pour ce couple, d'avoir, par exemple, quatre enfants aux yeux bleus ?

Oui, la probabilité totale se calcule en multipliant les probabilités de chaque événement. Ainsi, la probabilité de ce couple d'avoir deux enfants aux yeux bleus serait de $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$. Une chance sur 16 (la probabilité du premier événement est de $\frac{1}{4}$ et celle du second, également $\frac{1}{4}$; la probabilité des deux événements sera donc de $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4}$).

Quelle serait la probabilité pour un couple où l'homme est Bb (donc, yeux bruns) et où la femme a les yeux bleus (donc elle est bb) d'avoir un enfant aux yeux bleus ?



Quelle est la probabilité que ce soit une **fil**le aux **yeux bleus** ?



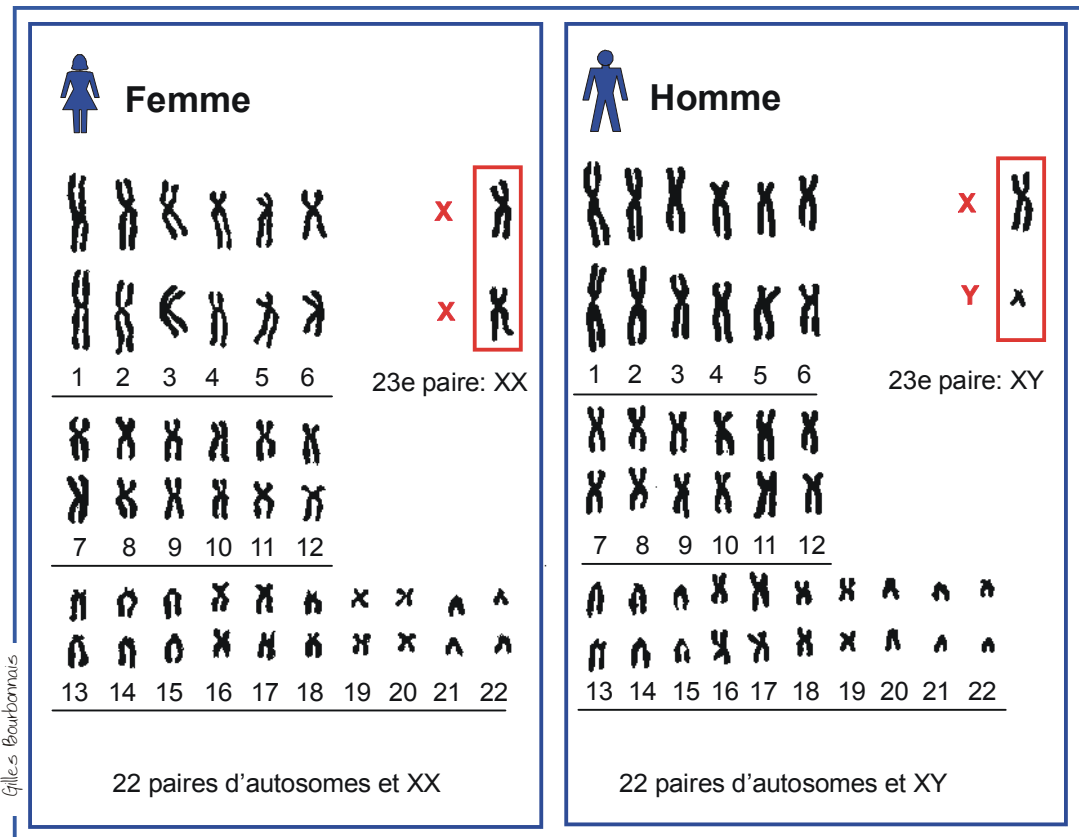
Il y a relativement peu de caractères physiques apparents, tant chez les humains que chez les autres animaux, qui ne sont codés que par une seule paire d'allèles. La plupart du temps, il existe beaucoup plus que deux allèles ou, encore, le trait physique est codé par un grand nombre de gènes différents occupant des emplacements différents sur les chromosomes. C'est pourquoi, un couple formé d'un noir et d'une blanche n'aura pas des enfants ou blancs ou noirs dans une proportion de trois pour un. En fait, la couleur de la peau dépend de nombreuses paires d'allèles différentes. C'est la combinaison de ces allèles dont nous avons hérité de nos parents qui détermine notre couleur de peau. Comme il y a plusieurs paires d'allèles, le nombre de combinaisons possibles est très élevé. Chaque combinaison détermine une couleur de peau pouvant varier de blanc à noir en passant par toutes les nuances de brun.

4. Détermination du sexe

Un **caryotype**, c'est une photographie de tous les chromosomes du noyau prise au moment où ceux-ci sont visibles dans la cellule (pendant la mitose). La photographie, après avoir été agrandie, est découpée et les chromosomes sont disposés suivant certaines règles établies.

Ci-dessous, vous pouvez observer deux **caryotypes**, celui d'une femme et celui d'un homme. Voyez-vous une différence ?

En effet, il y a une différence au niveau de la 23^e paire de chromosomes (c'est pourquoi ces chromosomes sont placés un peu en retrait des autres sur la photographie). Chez la femme, les deux chromosomes numéro 23 sont, comme toutes les autres paires, à peu près identiques (on sait qu'il y a de petites différences au niveau des gènes, comme c'est le cas pour toutes les paires d'homologues). Cependant, chez l'homme, les deux homologues 23 sont différents. L'un des deux est à peu près identique aux chromosomes numéro 23 de la femme, même taille et même types de gènes. On a appelé « X » ce chromosome. L'autre numéro 23 est beaucoup plus court. On l'a appelé « Y ».



Caryotype d'une femme et d'un homme

Puisqu'ils peuvent différer l'un de l'autre, on a appelé « *hétérochromosomes* » les deux chromosomes numéro 23. On appelle « *autosomes* » les chromosomes formant les 22 autres paires.

Autosomes : les paires de chromosomes 1 à 22.

Hétérochromosomes : la paire de chromosomes 23.

La détermination du sexe dépend de cette 23^e paire de chromosomes. **Un individu XX est une femme alors qu'un individu XY est un homme.**

Chez la femme, l'ovule contient un chromosome X (en plus des 22 autres évidemment) alors que chez l'homme, la moitié des spermatozoïdes contiennent un chromosome X et l'autre moitié, un chromosome Y. La détermination du sexe qu'aura l'enfant ne dépend donc que du spermatozoïde qui « gagnera » la course à l'ovule. Si c'est un « X » on aura une fille, si c'est un « Y » ce sera un garçon.

À la conception, il y a donc toujours **une chance sur deux d'obtenir un garçon (XY) et une chance sur deux d'obtenir une fille (XX).**

♀ ♂	X	Y
X	XX	XY
X	XX	XY

Dans un couple, lequel des deux partenaires détermine le sexe de l'enfant à naître ?



Quelle proportion des spermatozoïdes d'un homme aux yeux bruns (hétérozygote) contiennent un chromosome X et le chromosome portant le gène des yeux bleus ?



À la naissance, on devrait donc observer autant de garçons que de filles. Mais ce n'est pas le cas. En Amérique du Nord, on observe 106 naissances de garçons pour 100 de filles (ce qui fait 51,46 % de garçons pour 48,54 % de filles). On ne sait pas trop comment expliquer cette différence. Il semble bien que les spermatozoïdes Y auraient un peu plus de chances que les X de « gagner » la course à l'ovule. Peut-être que le milieu dans les organes reproducteurs de la femme leur est plus favorable ou peut-être que leur masse légèrement inférieure à celle des X (puisque le chromosome Y est plus petit que le X) les avantage.

D'autre part, les garçons auraient moins de chance que les filles de survivre aux premières semaines de développement embryonnaire. On observe en effet que, dans les milieux économiquement les plus faibles, la différence garçons/filles tend à s'estomper. Chez les noirs américains (dont le niveau de vie est en moyenne inférieur à celui des blancs), par exemple, le ratio est de 102 garçons pour 100 filles (contre 106/100 dans l'ensemble de la population). Or, on sait que les mères provenant de milieux plus pauvres ont statistiquement un niveau de santé inférieur à celui des mères des milieux plus favorisés (moins bonne alimentation, plus de cas de toxicomanie, de tabagisme, etc.). Le stress prénatal des embryons de ces mères serait alors un peu plus élevé. Les embryons mâles plus sensibles auraient moins de chances de survie que les embryons filles.

On observe également que chez les jumeaux, il y a plus de filles que de garçons. Le rapport est encore plus élevé chez les triplets et encore plus chez les quadruplés. Or, plus le nombre d'embryons est élevé dans l'utérus, plus les conditions sont difficiles pour chacun. Avantage donc aux filles qui sont plus résistantes que les garçons.

On a souvent rapporté que lors d'une guerre et peu après, le nombre de naissances de garçons augmentait, comme si la nature tentait de compenser les hommes morts au combat. Le phénomène s'expliquerait par le fait que lors d'une guerre, les gens se marient plus jeunes, il y aurait alors une légère augmentation du nombre de jeunes mères qui en seraient à leur première grossesse. Ces jeunes mères auraient plus de chances de conserver les embryons mâles plus fragiles que les mères plus âgées.

Contrairement à ce que l'on pourrait penser, la plupart des gènes contenus dans les chromosomes X et Y ne sont pas impliqués dans la différenciation sexuelle. Ils codent pour une grande variété de protéines impliquées dans une non moins grande variété de fonctions métaboliques. Ce n'est que récemment qu'on a découvert pourquoi le chromosome Y induit le sexe masculin. Ce chromosome contient un gène dont l'activité détermine la formation des organes génitaux masculins.

Le chromosome X contient des milliers de gènes différents. Par contre, il n'y a presque pas de gènes fonctionnels sur le Y. Ce dernier est presque entièrement formé d'ADN inutile, qui ne code pour aucune protéine.

Chez l'homme comme chez la femme, ce sont les mêmes structures embryonnaires qui forment les *gonades*, c'est-à-dire les testicules ou les ovaires. La protéine codée par le gène « masculinisant » découvert sur le Y se fixe sur les cellules des gonades embryonnaires et en induit la transformation en testicules. Sans cette protéine, il se formerait des ovaires. À peine formés, les testicules commencent à sécréter l'hormone mâle *testostérone*. La testostérone activera alors d'autres gènes situés sur d'autres chromosomes. Ce sont ces gènes qui seront responsables de la formation des organes reproducteurs masculins. S'ils demeurent inactifs, ce qui se produit s'il n'y a pas de testostérone sécrétée, il se formera des organes reproducteurs féminins. Nous en reparlerons dans le chapitre sur la reproduction.

On connaît actuellement 19 de ces gènes impliqués dans la différenciation masculine de l'embryon

Que se produirait-il chez un enfant XY dont le gène masculinisant situé sur le Y demeurerait inactif ?

Eh! oui, ce garçon (génétiquement) se développerait en fille. On connaît quelques rares cas de ces filles XY dont le gène masculinisant porté par le Y est anormal et code pour une protéine qui n'a pas d'effet sur le développement embryonnaire. Cependant, ces filles XY présentent quelques anomalies physiques, ce qui montre bien que les deux X sont nécessaires au développement normal de l'appareil reproducteur féminin.



Est-ce un garçon ou une fille ?

Le corpuscule de Barr

Chez la femme, un seul des deux chromosomes X est réellement actif dans les cellules somatiques. L'autre X, très peu actif, est isolé des autres chromosomes et forme une petite masse compacte, appelée *corpuscule de Barr*. Une coloration appropriée permet d'observer au microscope, dans le noyau des cellules somatiques, ce corpuscule qui apparaît comme un point foncé. Le test de féminité que doivent passer toutes les athlètes féminines participant aux jeux olympiques (afin de prouver qu'elles sont bien des femmes) consiste simplement à prélever dans la bouche quelques cellules de surface et à les observer au microscope afin de mettre en évidence le corpuscule de Barr.

On a proposé ces dernières années de remplacer ce test par un autre consistant à mettre en évidence le gène masculinisant porté par le chromosome Y. Cependant, cette dernière méthode soulève certains problèmes éthiques.

Voir : http://www.ccne-ethique.org/francais/avis/a_030.htm

Par contre, les deux X sont actifs dans les cellules embryonnaires et dans les cellules germinales dont la reproduction par méiose produit les ovules.

5. Les glandes endocrines responsables de la fonction sexuelle

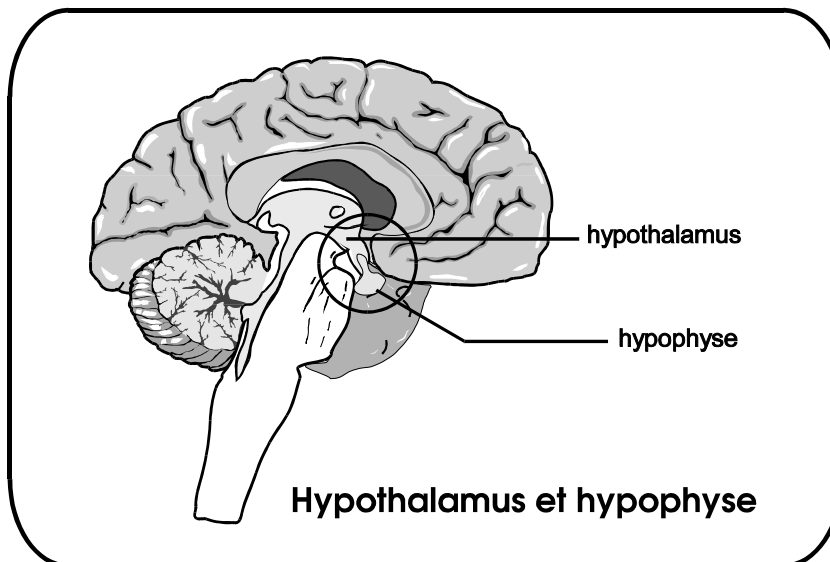
Le développement du système reproducteur, au cours du stade embryonnaire et à la puberté ainsi que le bon fonctionnement de ce système dépendent de glandes sécrétant des **hormones endocrines**.

Hypothalamus:

L'hypothalamus est à la fois une **structure nerveuse et une glande**. Elle est située à la base du cerveau où elle joue un rôle important dans le contrôle nerveux des organes internes et dans l'élaboration des émotions. L'hypothalamus sécrète également des hormones qui contrôlent les sécrétions d'une petite glande suspendue sous le cerveau, l'**hypophyse**.

Hypophyse:

L'hypophyse sécrète de nombreuses hormones aux rôles très divers. Deux de ces hormones, la *folliculostimuline* ou **FSH** et l'*hormone lutéinisante* ou **LH** contrôlent le fonctionnement et les sécrétions hormonales des **ovaires** et des **testicules**.



6. Formation embryonnaire de l'appareil reproducteur

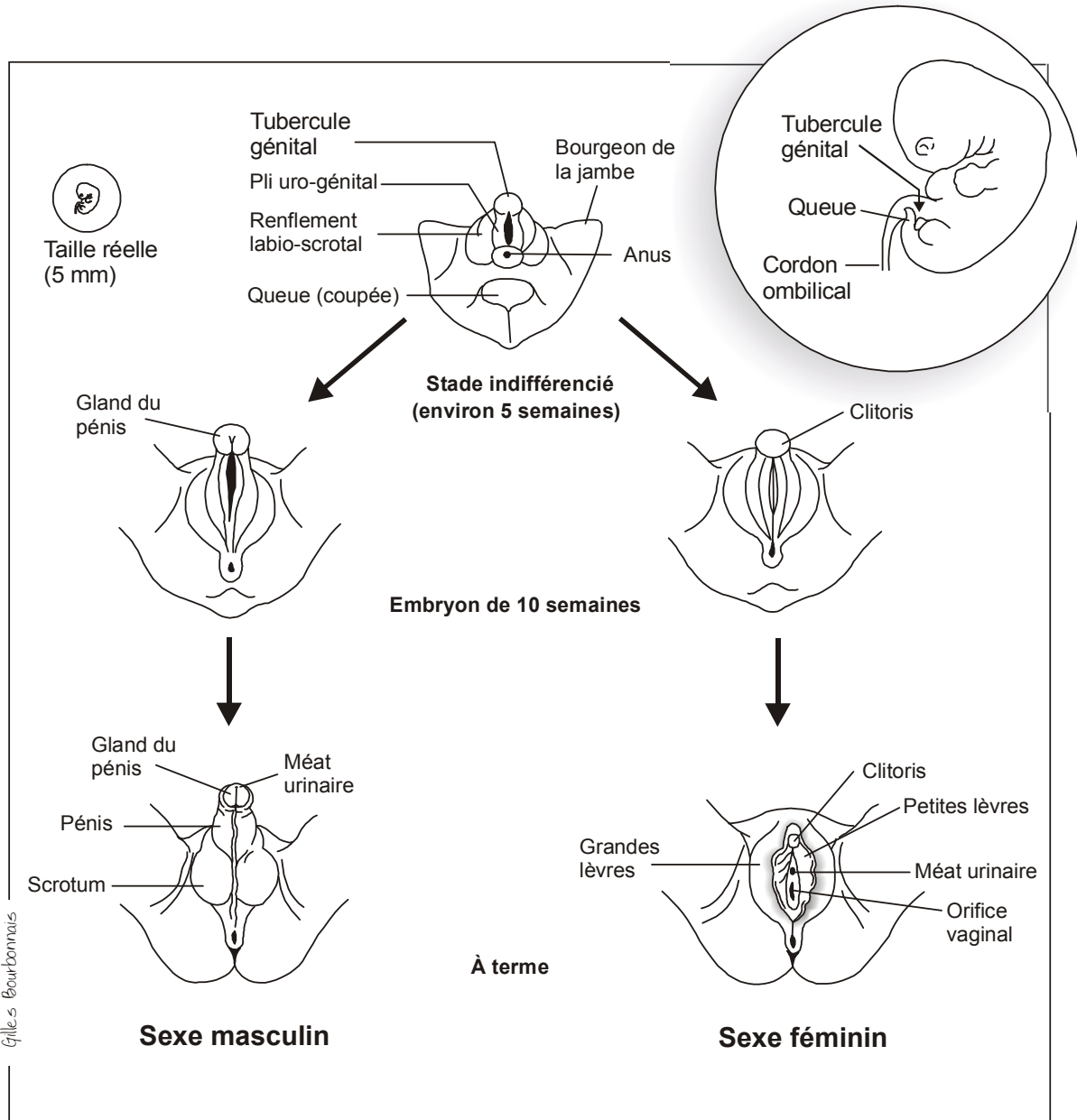
Les organes génitaux ne se forment que vers la cinquième semaine de gestation. À ce stade, ils ne sont pas encore différenciés. Tant chez le garçon que chez la fille, on n'observe qu'une petite protubérance, appelée **tubercule génital**, dotée d'une ouverture ventrale dont les lèvres sont appelées *plis uro-génitaux*. De part et d'autre du tubercule génital, on observe deux petits bourrelets, les *renflements labio-scrotaux*.

Chez le garçon, sous l'effet de la **testostérone** sécrétée par les testicules embryonnaires, le tubercule génital s'allonge et les plis uro-génitaux se fusionnent formant ainsi le **gland** (il correspond à l'extrémité du tubercule génital) et le **corps du pénis** (les plis uro-génitaux fusionnés). Les renflements labio-scrotaux se soudent également et donnent naissance au **scrotum**. À ce stade de développement, les testicules sont encore situés dans la cavité abdominale, ils ne descendront dans le scrotum que peu avant la naissance.

Chez l'embryon de sexe féminin, les plis uro-génitaux ne fusionnent pas et se transforment en **petites lèvres**. Les renflements labio-scrotaux formeront les **grandes lèvres**. L'extrémité du tubercule génital forme le **clitoris**.

En absence de testostérone, les organes génitaux embryonnaires se développent en organes féminins même si l'embryon est génétiquement masculin. Ce phénomène est parfois observé chez des garçons (génétiquement) souffrant d'une anomalie rendant leurs cellules insensibles à la testostérone. Les cellules ne réagissant pas à la testostérone sécrétée par leurs testicules, leurs organes génitaux se développent suivant la voie féminine. Ce n'est qu'à l'adolescence, les menstruations tardant à apparaître (et pour cause puisqu'ils n'ont ni ovaires, ni utérus) qu'on se doutera de quelque chose. Un test génétique pourra alors révéler que la jeune fille s'avère être un garçon. Seul un traitement hormonal adéquat pourra faire apparaître tous les caractères sexuels secondaires féminins.

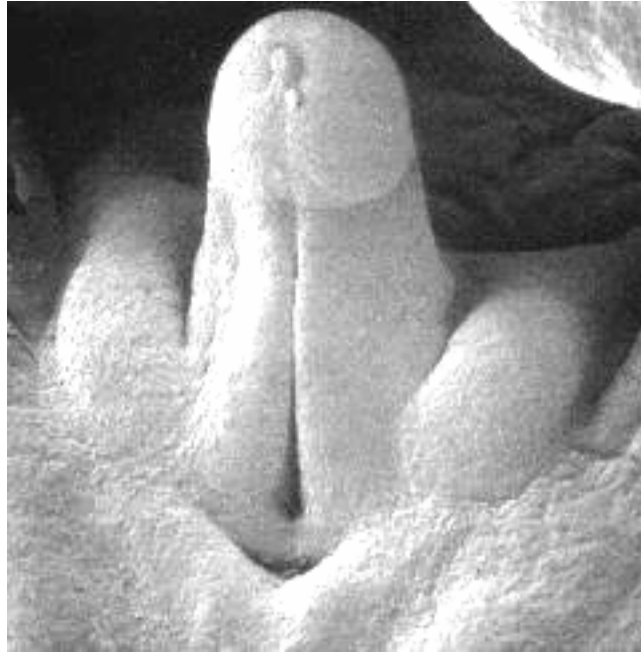
En fait, l'absence de testostérone n'est pas suffisante pour développer des organes génitaux féminins parfaitement fonctionnels. On observe en effet chez ces pseudo-hermaphrodites quelques petites anomalies comme, par exemple, un vagin anormalement petit.



Gilles Bourbonnais

Pénis vers la neuvième semaine de développement embryonnaire

Notez les plis uro-génitaux qui ne sont pas encore fusionnés.



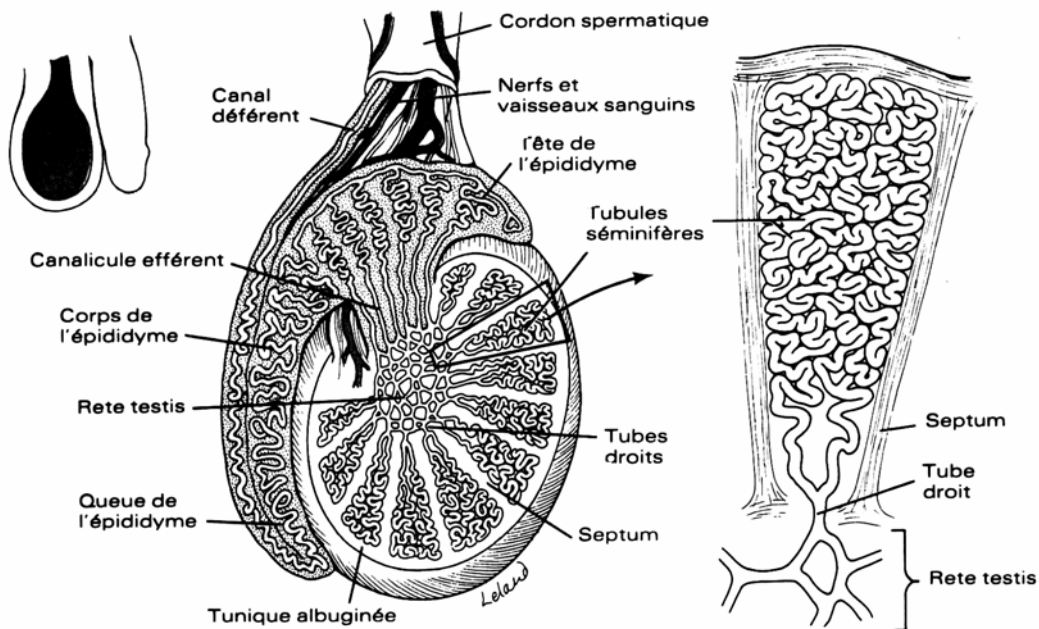
C'est également vers la cinquième semaine que les organes reproducteurs internes commencent à se différencier. À ce stade de développement, on observe dans la cavité abdominale deux petites masses qui deviendront les **testicules** chez le garçon et les **ovaires** chez la fille.

7. Appareil reproducteur masculin

7.1. Les testicules

Les testicules sont formés de petits tubes repliés nommés **tubules séminifères**. Les cellules les plus internes de ces tubes subissent la division **méiotique** résultant en la production de **spermatozoïdes** qui sont libérés dans la **lumièr**e du tubule (la lumière, c'est l'intérieur du tube). Les testicules peuvent produire plus de 300 millions de spermatozoïdes par jour.

Les tubules séminifères se réunissent en des canaux de plus en plus gros. Ces canaux, se réunissent bientôt pour n'en former qu'un seul: le **canal épидидyme**. L'ensemble des canaux collecteurs et le canal épидидyme forment un bourrelet situé sur la face postérieure du testicule: l'**épидидyme**. A la sortie du testicule, le canal épидидyme s'élargit et prend le nom de **canal déférent**.



À la naissance, un testicule (quelquefois les deux, mais c'est plus rare) peut ne pas être descendu dans le scrotum. On observe cette anomalie, appelée **cryptorchidie**, chez environ 3 % des nouveau-nés à termes et 30 % des prématurés. Si les testicules demeurent dans la cavité abdominale, leur production de testostérone sera normale mais les spermatozoïdes ne seront pas viables. En effet, comme nous le verrons plus loin, le développement normal des spermatozoïdes ne peut se faire que si les testicules sont à une température légèrement inférieure à celle de l'organisme.

De plus, sans que l'on sache trop pourquoi, les risques de cancer du testicule sont de 30 à 50 fois plus élevés dans le cas de testicules non descendus. Généralement, les testicules descendent spontanément au cours de la première année. L'injection, vers l'âge de 2-3 ans, d'une hormone appelée HCG (nous en reparlerons à la fin du chapitre) peut stimuler ce processus. Si les testicules demeurent malgré tout dans la cavité abdominale, une légère intervention chirurgicale (vers l'âge de cinq ans) réglera le problème.

Les testicules migrent dans le scrotum en passant par les canaux inguinaux. La présence de ces canaux constitue un point faible dans la paroi abdominale. Pour cette raison, les hommes sont sujets à développer des **hernies inguinales**.

Les testicules remplissent deux fonctions essentielles:

1. sécrétion d'hormones

2. spermatogenèse (production de spermatozoïdes)

Deux types de cellules sont responsables de la **sécrétion hormonale** des testicules.

- Les **cellules interstitielles** (ou cellules de Leydig) situées entre les tubules sécrètent la **testostérone**.
- Un autre groupe de cellules situées dans la paroi des tubules (cellules de Sertoli) sécrètent l'**inhibine**. Les cellules de Sertoli protègent également les spermatozoïdes au cours de leur maturation.

1- Testostérone

- Développement embryonnaire, croissance et maintien des organes génitaux masculins
- Développement des **caractères sexuels secondaires** masculins



- Stimulation de la synthèse protéique (muscles et os surtout)

Les **stéroïdes anabolisants** utilisés illégalement par certains athlètes sont des dérivés synthétiques de la testostérone.

2- Inhibine

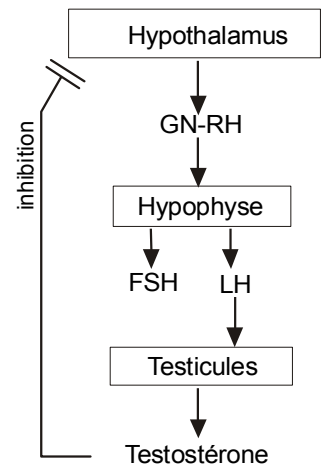
Cette hormone, libérée par les cellules de Sertoli, inhibe la production des spermatozoïdes par les testicules. Elle joue donc un rôle important dans le contrôle de la production des spermatozoïdes.

- **Contrôle de la sécrétion de testostérone**

Entre 10 et 14 ans, l'**hypothalamus** commence à sécréter la **GN-RH** qui stimule la sécrétion de **FSH** et de **LH** par l'**hypophyse**.

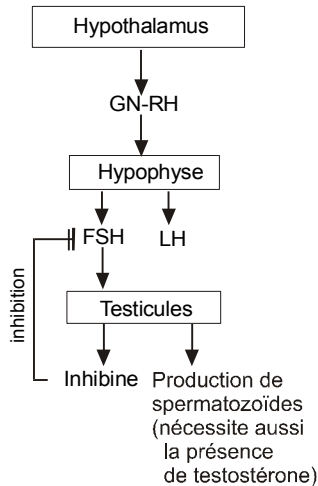
Sous l'effet de la LH, les cellules interstitielles sécrètent de la testostérone. Lorsque la testostérone atteint un certain niveau, elle a alors un effet **inhibiteur** sur la sécrétion de GN-RH par l'hypothalamus. La baisse de sécrétion de GN-RH entraîne évidemment la baisse de sécrétion de LH (et de FSH) et donc, la baisse de sécrétion de testostérone.

Donc, la cause première (la sécrétion de GN-RH) est inhibée par l'effet qu'elle produit (la sécrétion de testostérone). C'est ce qu'on appelle un mécanisme de contrôle par **rétroaction négative** (bio-feedback en anglais).



Inversement, plus le taux de testostérone diminue, moins l'hypothalamus est inhibé et plus il sécrète de GN-RH.

Un tel contrôle par rétroaction négative assure une sécrétion continue et régulière de la testostérone par les testicules. Le taux de testostérone dans le sang demeurera ainsi très stable.



• Contrôle de la spermatogenèse

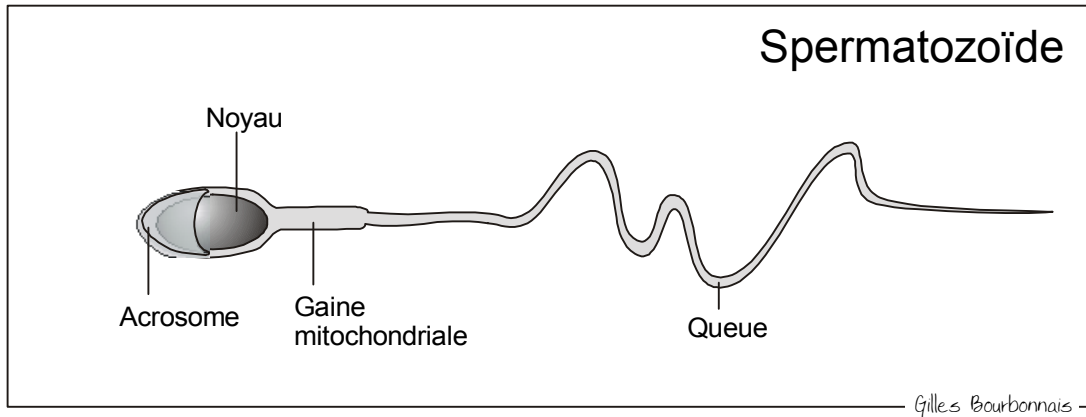
La spermatogenèse se produit suite à l'action de la **FSH** et de la **testostérone** sur les tubules séminifères. La FSH induit également la sécrétion **d'inhibine** par les cellules de Sertoli. L'inhibine a un effet inhibiteur sur la sécrétion de FSH par l'hypophyse. Le contrôle se fait, encore ici, par un mécanisme de rétroaction négative.

- Durée du processus complet de formation d'un spermatozoïde de la méiose de la cellule germinale jusqu'à la maturation complète en spermatozoïde:
- Nombre de spermatozoïdes présents dans chaque éjaculation:
- Espérance de vie dans le système reproducteur de la femme, après l'éjaculation:

Le spermatozoïde est une très petite cellule formée d'une **tête** contenant le noyau cellulaire renfermant les 23 chromosomes et d'une longue queue, appelée **flagelle**, servant à la propulsion. Là où le flagelle s'attache à la tête, on observe un renflement contenant de nombreuses **mitochondries**.

Quelle est la fonction de ces mitochondries?

À l'extrémité de la tête, on observe l'**acrosome**, vacuole contenant des enzymes qui facilitent la pénétration du spermatozoïde dans l'ovule.



L'élaboration et la survie des spermatozoïdes nécessitent une **température légèrement inférieure à celle du corps** (3° C plus bas). C'est la raison pour laquelle les testicules sont maintenus, dans le **scrotum**, à l'extérieur de la cavité abdominale.

Le scrotum est entouré de muscles involontaires qui permettent, en se relâchant ou en se contractant, d'éloigner ou de rapprocher les testicules du corps de façon à maintenir une température adéquate à la spermatogenèse et à la survie des spermatozoïdes.

Même si l'ovule n'est fécondé que par un seul spermatozoïde, si le sperme contient moins de 20 millions de spermatozoïdes par ml il y aura probablement infertilité car:

- Beaucoup de spermatozoïdes meurent avant même d'atteindre l'ovule. À peine quelques milliers parviennent à se rendre aux trompes de Fallope où se fera la fécondation.
- Pour que l'ovule puisse être fécondé, il faut que de nombreux spermatozoïdes relâchent les enzymes de leur acrosome au niveau de la membrane de l'ovule. Si les spermatozoïdes autour de l'ovule ne sont pas assez nombreux, il n'y aura pas assez d'enzymes relâchées à la surface de l'ovule. Aucun d'entre eux ne pourra alors pénétrer l'ovule.

7.2. Les glandes annexes

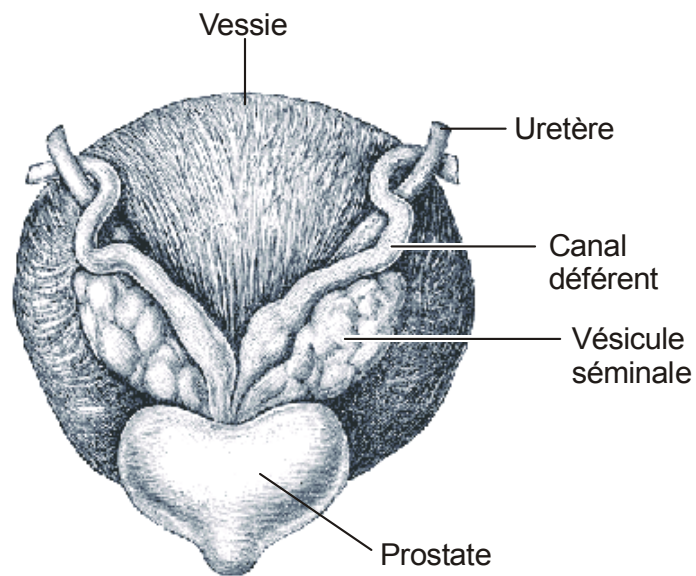
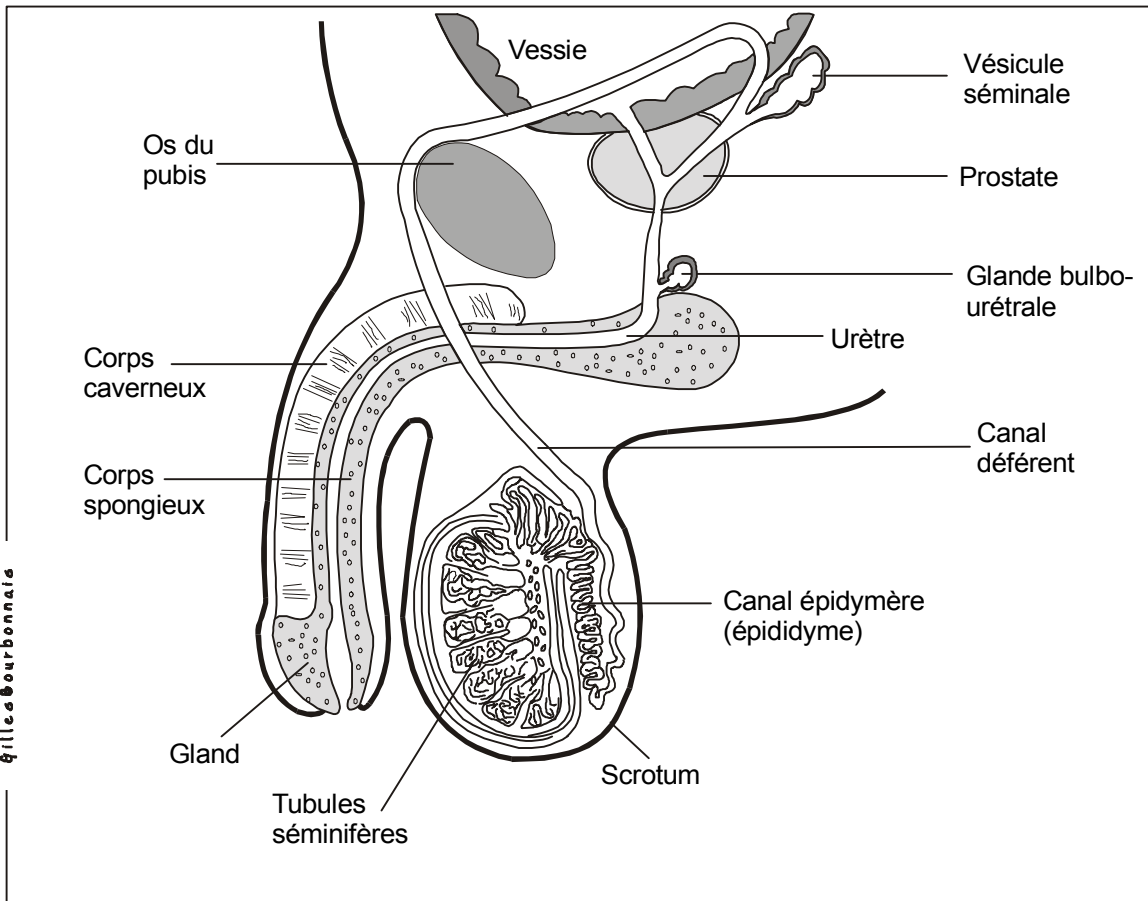
Après leur production, les spermatozoïdes s'accumulent dans l'**épididyme** et dans le **canal déférent**. Ils peuvent y séjourner plusieurs mois. Le canal déférent, d'une longueur d'environ 45 cm, monte le long du bord postérieur du testicule, pénètre dans la cavité pelvienne où il contourne la **vessie**. A la base de la vessie, au niveau de la **prostate**, il communique avec l'**urètre**.

Les testicules ne produisent qu'une toute petite partie du volume total du sperme (environ 15 %); la plus grande partie du liquide séminal provient de deux glandes : la **prostate** et les **vésicules séminales**.

- Les **vésicules séminales** (il y en a deux, une de chaque côté), sécrètent un liquide alcalin visqueux riche en fructose (c'est un sucre utilisé comme source d'énergie par les spermatozoïdes). Cette sécrétion représente environ 60 % du volume total du sperme.
- La **prostate** est une glande en forme de beignet dont la taille correspond à peu près à celle d'une grosse olive. Elle sécrète un liquide laiteux et alcalin contribuant à neutraliser le milieu acide du vagin. Le liquide prostatique contient également des enzymes agissant sur le sperme. Une de ces enzymes, par exemple, provoque la coagulation du sperme peu après l'éjaculation. On croit que ce phénomène protège les spermatozoïdes de l'acidité vaginale. Le sperme redevient liquide après quelques minutes. La prostate sécrète également des prostaglandines qui stimulent des contractions péristaltiques de l'utérus et des trompes facilitant la progression des spermatozoïdes.

L'acidité naturelle du vagin contribue à le protéger des infections bactériennes.

En effet, la plupart des bactéries ne peuvent se développer efficacement en milieu acide. Par contre, cette acidité est également nuisible aux spermatozoïdes. C'est pourquoi le sperme contient des substances alcalines.

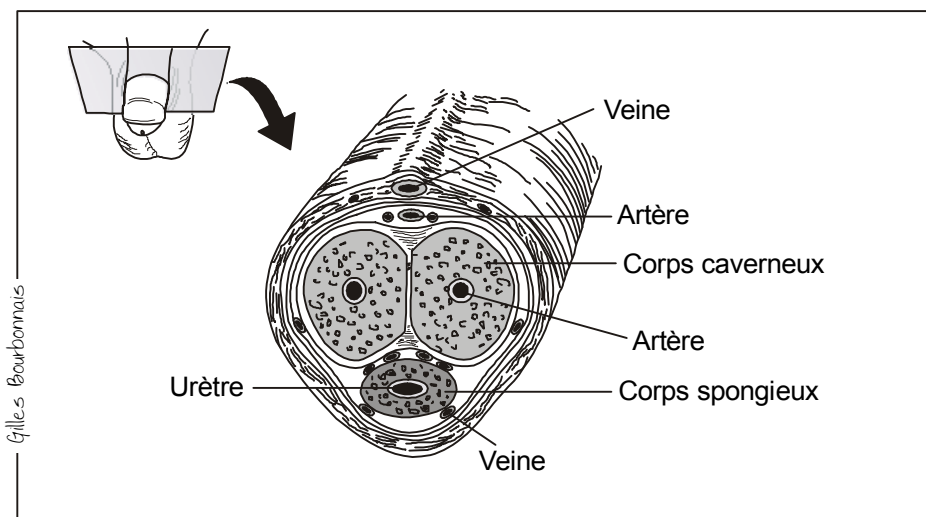


Deux petites glandes, les **glandes bulbo-urétrales** (ou glandes de Cowper), sécrètent, avant l'éjaculation, un liquide visqueux et clair. Cette sécrétion neutralise l'acidité de l'urètre et permet la lubrification du gland du pénis.

7.3. Le pénis

Le pénis est formé de trois masses cylindriques de tissus érectiles limitées par une gaine de tissu fibreux. Les deux masses dorsolatérales sont nommées **corps caverneux** alors que la masse ventrale, dans laquelle passe l'urètre, est nommée **corps spongieux**. L'extrémité renflée du corps spongieux forme le **gland**.

Les tissus érectiles sont caractérisés par la présence de nombreuses petites cavités, les **sinus sanguins**, pouvant se gorger de sang. Sous l'effet de l'excitation sexuelle, les artères du pénis se dilatent, l'afflux de sang engorge les sinus et comprime les veines empêchant ainsi le retour veineux. Après l'éjaculation des influx nerveux resserrent les artères du pénis mettant ainsi fin à la pression comprimant les veines ce qui met fin à l'érection.



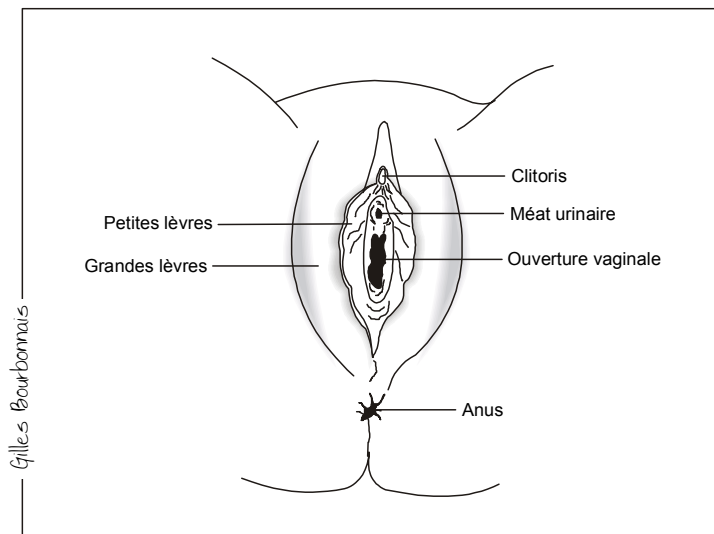
8. L'appareil reproducteur féminin

8.1. Les organes externes et le vagin

Les **grandes et petites lèvres** constituent les organes les plus apparents de la vulve (ensemble des organes génitaux externes). Ce sont des replis cutanés entourant l'ouverture vaginale et le **méat urinaire** (ouverture de l'urètre).

Les **grandes lèvres**, homologues féminins du scrotum, contiennent une grande quantité de tissu adipeux et de glandes sébacées et sudoripares. Les petites lèvres sont dépourvues de tissu adipeux. Elles comportent peu de glandes sudoripares mais de nombreuses glandes sébacées.

Le **clitoris**, l'homologue féminin du pénis, est un petit cylindre de tissus érectiles dont la surface est richement innervée. Il est situé à la jonction antérieure des petites lèvres où seule son extrémité dépasse des tissus environnants. Un repli cutané, le **prépuce du clitoris**, le recouvre. Tout comme le pénis, il est capable **d'érection** lors de l'excitation sexuelle. Sa grande sensibilité en fait un organe important dans l'orgasme féminin.



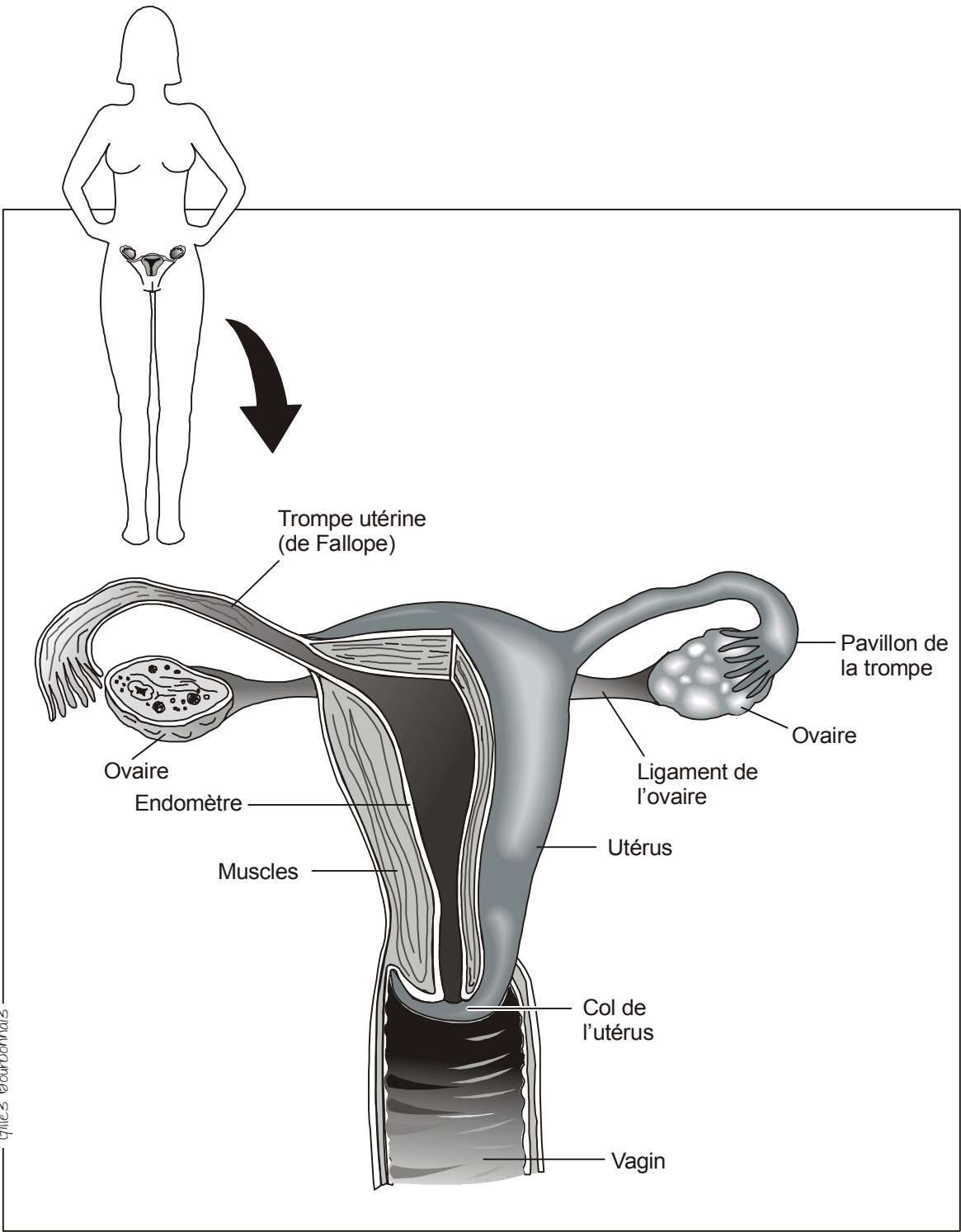
Le **vagin** est un organe musculéux tubulaire très élastique dont la paroi interne est une **muqueuse** faite de tissu conjonctif recouvert d'un épithélium pavimenteux stratifié.

Cet épithélium contient de nombreuses cellules qui sécrètent un **mucus lubrifiant** lors de l'excitation sexuelle. Deux petites glandes, les **glandes de Bartholin**, sécrètent également à ce moment un mucus lubrifiant qui s'écoule par de petits canaux s'ouvrant près de l'hymen. Leur rôle est beaucoup moins important que celui des glandes épithéliales.

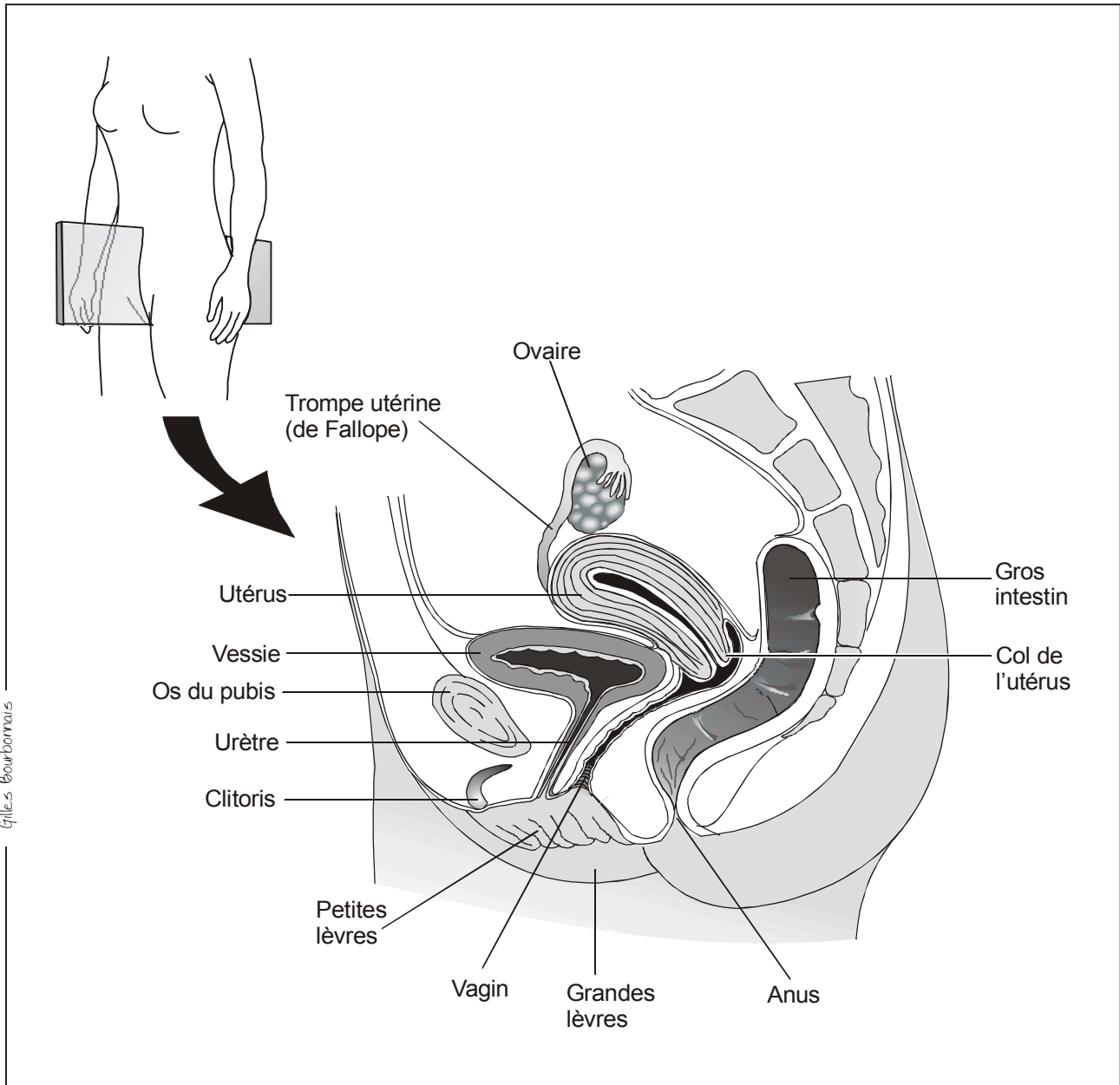
L'hymen est un repli de la muqueuse qui obstrue partiellement l'ouverture vaginale. Une ou plusieurs ouvertures dans l'hymen permettent l'écoulement menstruel. Lors de la première relation sexuelle, l'hymen se déchire. Une légère douleur accompagnée d'un léger écoulement sanguin peut alors se produire. Chez certaines femmes, l'hymen peut être presque absent et ne former qu'un mince et étroit anneau accolé au vagin.

L'utérus, situé entre la vessie et le rectum, est un sac musculéux mesurant environ 7,5 cm de long par 5 cm de large et 2,5 cm d'épaisseur. La plus grande partie de sa paroi est constituée de muscles lisses.

La couche la plus interne, **l'endomètre**, se modifie à chaque cycle menstruel afin de permettre l'implantation d'un éventuel embryon. L'utérus communique avec le vagin par le **col de l'utérus**. Un mucus dont la viscosité change au cours du cycle menstruel, la **glaière cervicale**, est sécrété à ce niveau.



Gilles Bourbonnais



Gilles Bourbonnais

L'appareil reproducteur féminin (coupe)

8.2. Les ovaires et les trompes de Fallope

Les **ovaires**, deux petites glandes de la taille d'une amande, sont situés dans la partie supérieure de la cavité pelvienne. Chaque ovaire contient environ 200,000 **follicules primordiaux** qui se forment vers le septième mois du développement embryonnaire. Chaque follicule est constitué d'un **ovocyte primaire** (ovule immature) entouré d'une mince membrane faite de cellules aplaties, **l'enveloppe du follicule**.

Comme le testicule, l'ovaire remplit deux fonctions: **production d'hormones et production de gamètes (les ovules)** .

Hormones libérées par l'ovaire:

Sous l'action combinée de la **FSH et de la LH**, les cellules de la membrane des follicules sécrètent les hormones ovariennes: **œstrogènes, progestérone et relaxine**.

1. Œstrogènes

Bien qu'on ait jusqu'à présent isolé six sortes différentes d'œstrogènes dans le plasma sanguin de la femme, trois seulement sont présentes en quantité importante: le β **œstradiol** (le plus important), l'oestrone et l'oestriol.

Rôle:

- Développement et maintien des caractères sexuels secondaires féminins:
- Développement de l'endomètre utérin au cours du cycle menstruel. Sous l'action des œstrogènes, les cellules de la surface de l'endomètre utérin se multiplient et de nombreuses glandes et vaisseaux sanguins se forment.



2. Progestérone

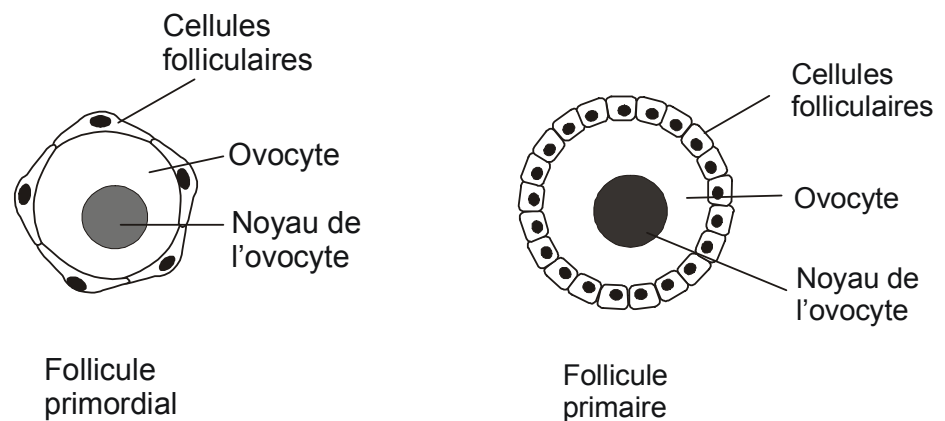
- Développement de l'endomètre utérin après l'ovulation
- Stimulation des glandes mammaires
- Inhibition des contractions utérines au cours de la grossesse

3. Relaxine

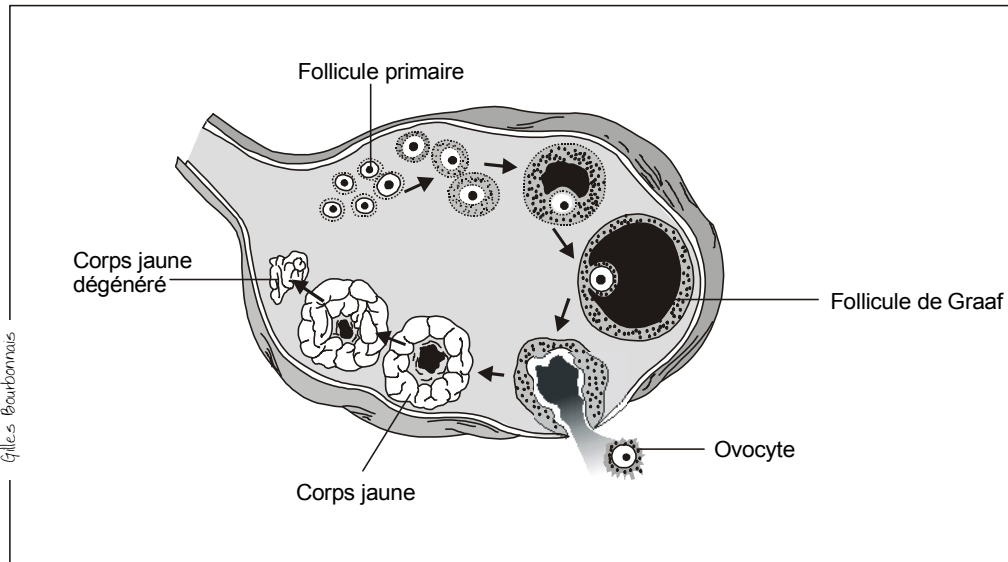
La relaxine induit un relâchement de la **symphyse pubienne** en assouplissant le cartilage reliant, au niveau du pubis, les deux os du bassin. Elle favorise également la dilatation du col de l'utérus.

L'assouplissement de la symphyse pubienne permet d'augmenter légèrement l'ouverture du bassin lors de l'accouchement. Sous l'effet de la poussée de la tête de l'enfant, les deux os qui se réunissent à la symphyse s'écartent alors légèrement l'un de l'autre

À chaque cycle menstruel, dans chaque ovaire, quelques **follicules primordiaux** (environ une douzaine) commencent à croître et se transforment en **follicules primaires**. Les cellules folliculaires se multiplient et deviennent plus rondes.



Un des follicules primaires deviendra si gros qu'il finira par éclater à la surface de l'ovaire libérant ainsi l'ovocyte qu'il contient. **L'ovulation** est le processus au cours duquel ce follicule, appelé **follicule De Graaf**, se déchire et laisse échapper l'**ovocyte** (l'ovule immature) hors de l'ovaire. L'ovocyte est aussitôt aspiré par le **pavillon des trompes de Fallope**. Des contractions des muscles lisses de la paroi des trompes ainsi que le mouvement des cils des cellules épithéliales feront progresser l'ovocyte.

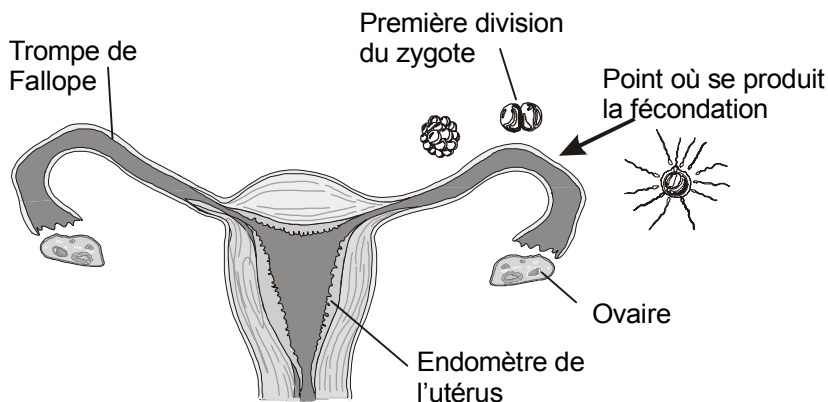


Sur cette illustration de l'ovaire, les follicules primordiaux n'ont pas été représentés.

Durée de survie de l'ovocyte après l'ovulation:

S'il y a fécondation, celle-ci se produit dans le **premier tiers de la trompe** (à partir de l'ovaire). Dès la pénétration du spermatozoïde, l'ovocyte complète son développement et devient ovule.

L'ovule fécondé ou **zygote** commence alors à se diviser et progresse jusqu'à l'utérus qu'il atteindra en 3 à 4 jours. Dans l'utérus, le jeune embryon se fixera à la paroi de l'endomètre.

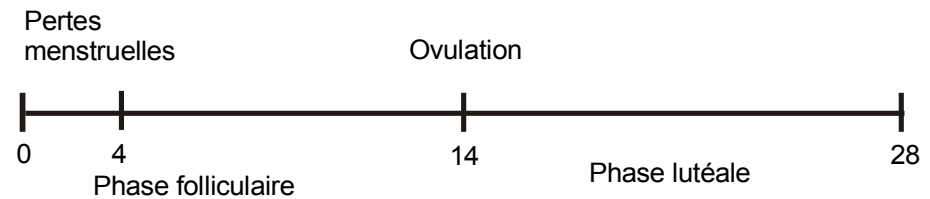


La fécondation et le début du développement du zygote

9. Le cycle menstruel

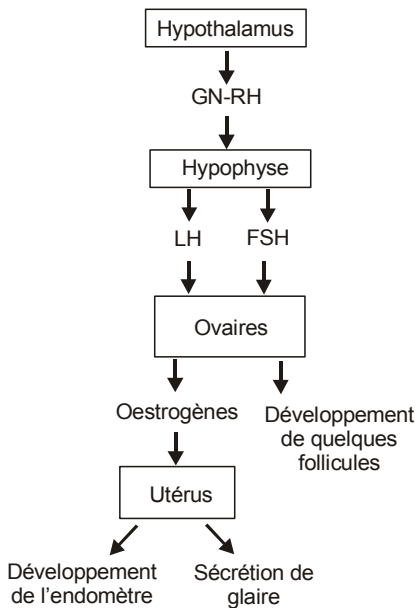
Le cycle menstruel a une durée de 20 à 40 jours. La moyenne est de 28 jours ce qui est le cas pour environ 30% des femmes.

Par convention, le premier jour du cycle correspond au premier jour des pertes menstruelles qui durent de 4 à 5 jours (phase menstruelle ou menstruations)



9.1. Phase folliculaire (pré-ovulatoire) (jours 4-5 à 13)

Dès le premier jour du cycle, l'hypothalamus commence à sécréter la GN-RH qui stimule alors l'hypophyse à sécréter la FSH et la LH.



La FSH et la LH auront pour effet:

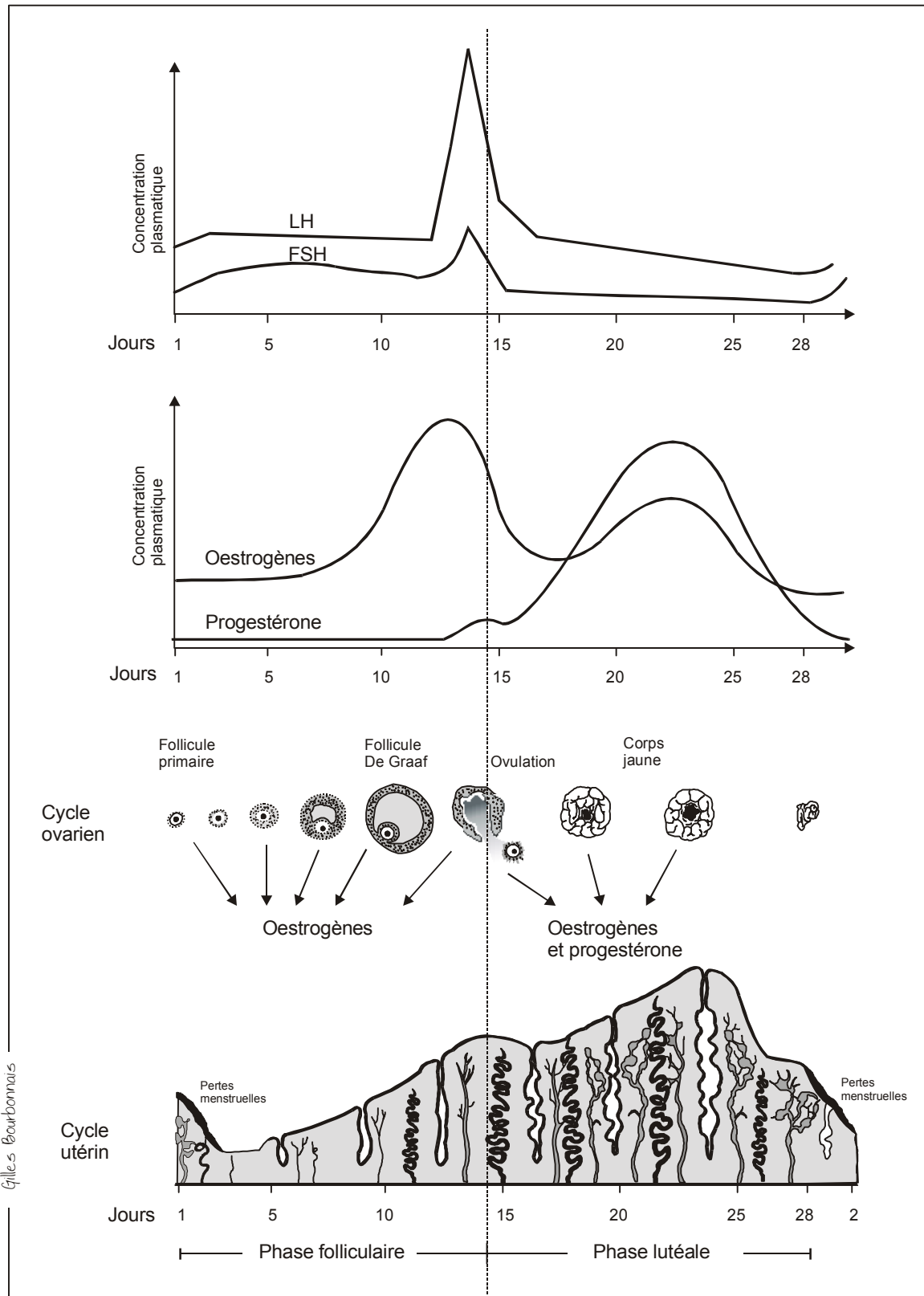
- Développement de quelques **follicules** (une vingtaine). Les cellules formant l'enveloppe du follicule se multiplient. Le follicule grossit et bientôt, une cavité se forme à l'intérieur.

Au cours de la phase pré ovulatoire, un de ces follicules deviendra plus important que les autres. Ce follicule, le **follicule De Graaf**, libérera l'ovocyte qu'il contient vers le 14e jour (pour un cycle de 28 jours).

- Sécrétion d'**œstrogènes** par les follicules

Les œstrogènes sécrétés auront pour effet de:

- Stimuler le développement de l'**endomètre utérin** (cellules, vaisseaux sanguins et glandes)
- Stimuler la **sécrétion de la glaire cervicale** qui, devenue moins visqueuse, s'écoulera à l'approche de l'ovulation au 14e jour.



Les cycles menstruels et ovarien

Vers le 14^e jour, une **brusque hausse de la sécrétion de LH par l'hypophyse** entraîne la rupture du follicule de Graaf qui laisse alors échapper l'ovule hors de l'ovaire. C'est **l'ovulation**. L'ovulation ne peut se produire que s'il y a cette brusque montée de LH.

9.2. Phase lutéale (post-ovulatoire)

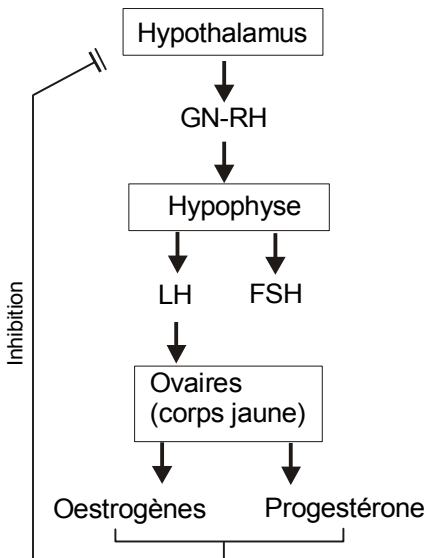
Alors que la durée de la phase folliculaire est assez variable d'une femme à l'autre ou même d'un cycle à l'autre, la phase lutéale dure invariablement 14 jours.

Après l'ovulation, toujours sous l'effet de la LH, les cellules du follicule rompu resté à la surface de l'ovaire, s'hypertrophient et forment une glande appelée **corps jaune**.

Le corps jaune sécrète les hormones **œstrogènes et progestérone**.

L'action de la progestérone (surtout) et des œstrogènes aura pour conséquences:

- Poursuite de la prolifération de l'endomètre utérin;
- Sécrétion, par les glandes de l'endomètre, d'un liquide riche en glycogène;
- Inhibition de la sécrétion de GN-RH par l'hypothalamus et donc de LH et de FSH par l'hypophyse;



La pilule anticonceptionnelle est constituée de progestérone associée à un peu d'œstrogènes. Le fait d'absorber régulièrement ces deux hormones maintient l'inhibition de la sécrétion de GN-RH ce qui empêche l'ovulation en empêchant la brusque montée de LH.

- **S'il n'y a pas eu fécondation de l'ovule**

La baisse de LH et de FSH entraîne la **dégénérescence du corps jaune** qui cesse alors de fabriquer les œstrogènes et la progestérone.

La baisse des œstrogènes et de la progestérone rend impossible le maintien d'un endomètre utérin développé. La couche tissulaire qui s'était développée **meurt et se détache**.

Les tissus dégénérés sont entraînés hors de l'utérus avec le liquide interstitiel et le sang provenant de l'hémorragie provoquée par la dégénérescence des vaisseaux sanguins qui s'étaient développés. Ce sont les **pertes menstruelles** qui annoncent le début d'un nouveau cycle.

La baisse des taux d'œstrogènes et de progestérone **lève l'inhibition sur l'hypothalamus** qui se remet alors à sécréter de la GN-RH. Un nouveau cycle commence.

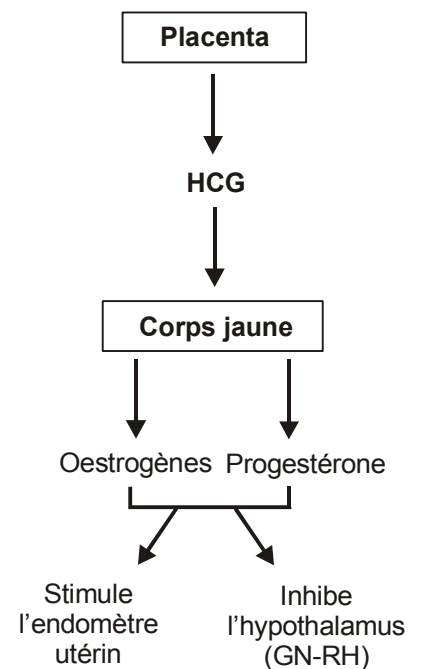
Une prescription d'anovulants pour un cycle est constituée de 21 comprimés contenant des hormones et de sept comprimés placebo (en sucre). Pourquoi ces sept comprimés? Pourquoi pas 28 comprimés actifs?

- **S'il y a eu fécondation**

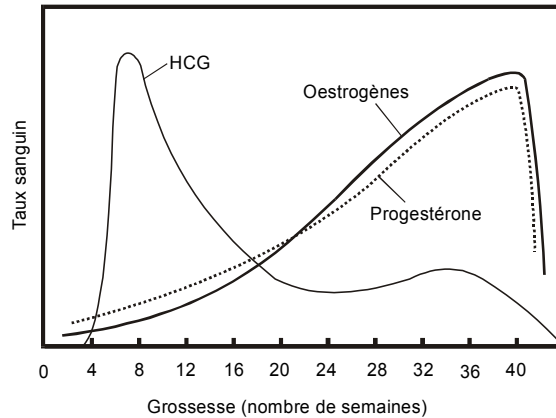
Le **placenta** fabriqué par le fœtus (plus précisément la couche appelée *chorion*) sécrétera alors **l'hormone gonadotrophine chorionique (HCG)**. Cette hormone a une action semblable à celle de la LH. On observera donc:

- maintien de la structure et de **l'activité du corps jaune** donc sécrétion d'œstrogènes et de progestérone
- **inhibition de la GN-RH** par les œstrogènes et la progestérone sécrétées par le corps jaune, donc inhibition de la LH par l'hypophyse et donc inhibition de toute nouvelle ovulation.

Les tests de grossesse consistent à détecter dans l'urine de la femme la présence de HCG.



Si l'embryon est anormal ou s'il meurt, il cesse alors de fabriquer la HCG ce qui provoque un avortement spontané (fausse couche). On estime qu'environ 2 à 3 embryons sur 5 ne parviennent pas à se développer normalement et avortent.



Au début de la grossesse, les œstrogènes et la progestérone sont surtout sécrétés par le corps jaune. Le placenta sécrète aussi ces hormones. Plus il se développe, plus cette sécrétion devient importante. À partir du troisième mois, les sécrétions du placenta suffisent à maintenir la structure de l'endomètre utérin.

Vocabulaire

Acrosome	Grande vacuole du spermatozoïde contenant des enzymes nécessaires à la fécondation de l'ovule.
Allèles	Gènes contrôlant un même caractère héréditaire (la couleur des yeux, par exemple) et occupant le même emplacement sur des chromosomes homologues (le gène B des yeux bruns est un allèle du gène b des yeux bleus).
Canal déférent	Conduit reliant le testicule à l'urètre.
Cellule diploïde	Cellule possédant tous ses chromosomes en double. Pour chaque paire, un chromosome vient du père et l'autre, son homologue, de la mère.
Cellule germinale	Cellule se divisant par méiose pour former des gamètes.
Cellule haploïde	Cellule ne possédant qu'un seul exemplaire de chaque chromosome (cellule à 23 chromosomes chez les humains).
Cellule somatique	Nom donné aux cellules à 46 chromosomes du corps (cellules diploïdes) par opposition aux gamètes (cellules haploïdes).
Cellules de Sertoli	Cellules du testicule produisant l'hormone inhibine.
Cellules interstitielles	Cellules du testicule produisant la testostérone.
Chromosome	Nom donné à chacune des 46 molécules d'ADN du noyau (plus précisément, chaque chromosome est formé d'une molécule d'ADN associée à des protéines sur lesquelles elle s'enroule).
Chromosomes homologues	Deux chromosomes semblables, un provient du père et l'autre de la mère. Les cellules humaines possèdent 23 paires de chromosomes homologues.
Corps caverneux	Cylindres de tissu érectile formant le pénis (il y a deux corps caverneux dans le pénis).
Corps jaune	Nom donné au follicule demeuré dans l'ovaire après l'ovulation.
Corps spongieux	Cylindre fait de tissu érectile formant le pénis (le gland du pénis est formé de l'extrémité du corps spongieux).
Endomètre	Couche de tissu tapissant l'intérieur de l'utérus.
Épididyme	Petit bourrelet formé d'un petit tube très replié sur lui-même sur le côté dorsal du testicule.

Follicule de Graaf	Follicule très développé sur le point de se rompre et de laisser échapper l'ovocyte qu'il contient.
Follicule ovarien	Dans l'ovaire, ovocyte entouré d'une membrane faite d'une ou plusieurs couches de cellules.
FSH	Hormone folliculostimuline. Cette hormone est sécrétée par l'hypophyse.
Gamète	Cellule reproductrice (spermatozoïde ou ovule)
Gène	Segment de chromosome portant toute l'information nécessaire à la synthèse d'une protéine.
Génotype	Combinaison génétique. Un individu aux yeux bruns, par exemple, peut avoir le génotype BB ou Bb.
Glaire cervicale	Liquide plus ou moins visqueux sécrété par le col de l'utérus.
Glandes de Cowper	Petites glandes sécrétant chez l'homme un liquide clair et visqueux lors de l'érection.
GN-RH	Hormone de libération des gonadostimulines. Hormone sécrétée par l'hypothalamus qui a pour effet de stimuler l'hypophyse à sécréter la FSH et la LH.
Gonades	Nom donné aux organes produisant les gamètes reproducteurs (testicules et ovaires).
HCG	Hormone gonadotrophine chorionique. Hormone sécrétée par un des tissus formant le placenta de l'embryon.
Hypophyse	Petite glande située sous l'hypothalamus.
Hypothalamus	Structure du diencephale contrôlant, entre autres fonctions, les sécrétions de l'hypophyse.
Inhibine	Hormone produite par le testicule inhibant la production de FSH par l'hypophyse.
LH	Hormone lutéinisante. Cette hormone est sécrétée par l'hypophyse.
Méiose	Processus par lequel une cellule diploïde se divise pour donner des cellules haploïdes.
Mitose	Processus par lequel une cellule se divise en deux cellules identiques.
Ovocyte primaire	Nom donné aux ovules immatures de l'ovaire.
Spermatogenèse	Production de spermatozoïdes.

Symphyse pubienne	Zone cartilagineuse reliant au niveau du pubis les os du bassin.
Trompe utérine	Conduit par lequel l'ovule parvient à l'utérus (on dit aussi trompe de Fallope).
Tubules séminifères	Petits tubes dans le testicule. C'est au niveau de ces tubes que se forment les spermatozoïdes.
Urètre	Conduit par lequel s'écoule l'urine (et le sperme chez l'homme).
Vésicules séminales	Petites glandes sécrétant une partie du sperme.
Zygote	Nom donné à l'ovule fécondé.

Révision

1. On connaît chez l'humain une forme de surdité héréditaire causée par un gène anormal appelé « s » (par opposition au gène normal appelé « S »). Des parents normaux (tous les deux) ont un enfant sourd. Que pouvez-vous conclure sur leur génotype ? S'ils décident d'avoir un autre enfant, quelle est la probabilité que celui-ci soit également sourd ?
2. Quelle est la différence génétique entre un gamète et une cellule somatique ?
3. Certains garçons sont génétiquement insensibles à la testostérone. Physiquement, comment se développent-ils ?
4. Une personne pourrait-elle naître avec deux appareils reproducteurs complets (mâle et femelle) ?
5. Les testicules d'un athlète absorbant des stéroïdes anabolisants cessent de fabriquer de la testostérone. Pourquoi ?
6. Vous dirigez un grand laboratoire chargé de mettre au point un contraceptif masculin. D'après ce que vous connaissez du mécanisme de la spermatogenèse, comment pourrait agir votre médicament (suggérez plusieurs approches) ?
7. Pourquoi les spermatozoïdes doivent-ils être nombreux autour de l'ovule pour qu'un d'entre eux puisse le féconder ?
8. Quel vaisseau sanguin doit se dilater pour qu'il y ait érection ?
9. Un homme ayant subi une vasectomie éjacule-t-il encore ?
10. Quelles hormones sont contenues dans la pilule anticonceptionnelle ? Comment agissent-elles ?
11. Pourquoi, sur les 28 comprimés d'une boîte de pilules anticonceptionnelles, 7 sont-ils inactifs (comprimés de sucre, sans aucun ingrédient actif) ? Est-ce vraiment nécessaire ?
12. Marianne a ovulé le 14 juillet. De quelle date à quelle date était-elle fertile ?
13. Que détecte-t-on dans un test de grossesse ?