

# NEUROSCIENCES & comportements

## 3<sup>ème</sup> partie : Neurosciences cognitives

### Chapitre 4 – LES COMPORTEMENTS FONDAMENTAUX (fascicule 4/4)

#### D – 4<sup>ème</sup> partie – Le comportement sexuel (A) (en révision)

[www.smbh.univ-paris13.fr/.../doc\\_provisoire/p2\\_physio\\_fouillot/Physiologie\\_H\\_sexuellesP2.pdf](http://www.smbh.univ-paris13.fr/.../doc_provisoire/p2_physio_fouillot/Physiologie_H_sexuellesP2.pdf)

d'après "*Physiology of behavior, third edition, Neil R. CARLSON, Allyn and Bacon, Inc. 1986 / chapitre 10, REPRODUCTIVE BEHAVIOR, pp. 369-419*" -

A la différence des chapitres relatifs aux autres comportements, celui-ci, traitant du **comportement sexuel**, soulève régulièrement des discussions importantes. Chacun d'entre nous a sa propre "façon de vivre" pour ce qui concerne le comportement sexuel approprié ou inapproprié conformément à son sexe. La partie de ce chapitre traitant de la reproduction est abordée sur le plan de la biologie et non de l'éthique.

Les **hormones sexuelles** produites par la glande pituitaire (hypophyse), les ovaires et les testicules affectent le comportement sexuel de deux façons:

- **Elles ont un effet "organisationnel"** dans la mise en place des organes sexuels et du cerveau. L'exposition à certaines hormones sexuelles avant la naissance organisera le développement des organes sexuels mâle ou femelle. (Si l'exposition est anormale, les cellules peuvent se développer en un intermédiaire entre les formes mâle et femelle). De plus l'exposition aux hormones avant la naissance affecte différemment le développement du cerveau des mâles et des femelles, ceux-ci n'étant pas exactement les mêmes chez chacun des deux sexes.
- **Elles ont un effet "activateur"**. Par exemple, des hormones activent la production de sperme, permettent l'érection et l'éjaculation et induisent l'ovulation. Etant donné que le corps des femelles et des mâles est organisé différemment, les hormones sexuelles ont des effets activateurs différents chez chacun des deux sexes.

Dans ce chapitre, nous commencerons par une discussion sur le développement sexuel, le contrôle "organisationnel" exercé par des hormones, et leur effet activateur chez l'adulte. Ensuite nous discuterons des bases nerveuses du comportement sexuel et de la façon dont les hormones interagissent avec les circuits nerveux. Finalement nous discuterons du comportement reproducteur régi nécessairement par l'activité sexuelle: risque de progéniture.

#### **I - DEVELOPPEMENT SEXUEL**

Le sexe chromosomique (génétique) d'une personne est déterminé au moment de la fécondation. Cet événement est décisif parmi les étapes du développement des individus mâles ou femelles.

##### **Production des gamètes**

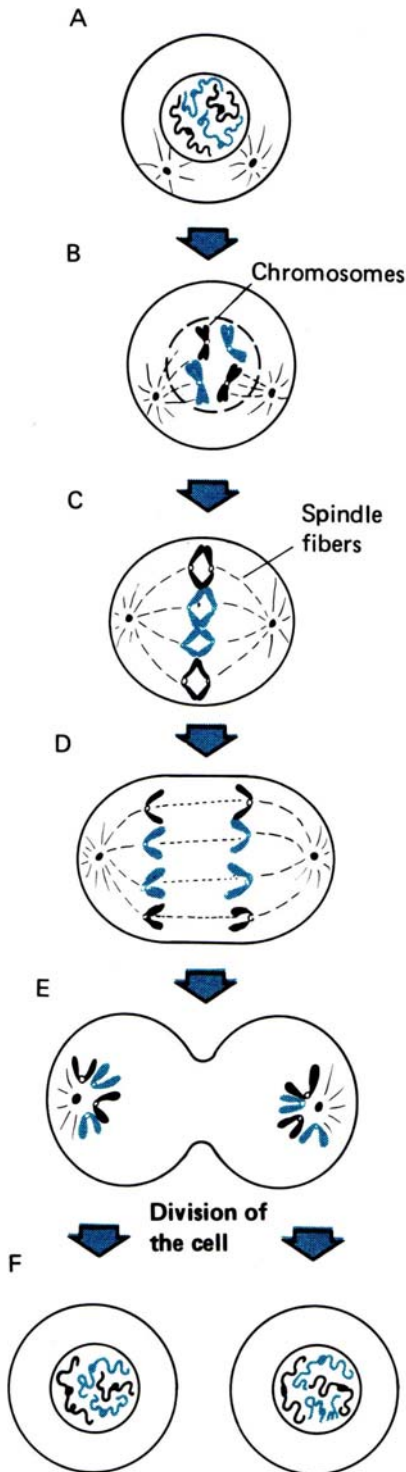
Toutes les cellules de l'organisme contiennent 23 paires de chromosomes, y compris 1 paire de chromosomes sexuels. L'information génétique dont dépend la construction de chaque individu est contenue dans l'ADN dont sont constitués les chromosomes. La nature des chromosomes sexuels détermine le sexe d'un individu. Il y a deux types de chromosomes sexuels: **le chromosome X et le chromosome Y**. Les cellules des femelles contiennent deux chromosomes sexuels de même type, XX; les cellules des mâles portent des chromosomes sexuels de type différent, XY. C'est par conséquent la présence d'un chromosome Y qui différencie les cellules des mâles de celles des femelles.

Nous pouvons observer les 23 paires de chromosomes dans des cellules épithéliales prélevées par simple grattage de la muqueuse de la bouche puis mises en culture dans un milieu permettant leur division. Pendant la division cellulaire, appelée mitose, les chromosomes se dupliquent identiques à eux-mêmes, si bien que les deux cellules filles ont des patrimoines génétiques rigoureusement identiques (fig. 1). Si au cours de la mitose, on introduit de la colchicine dans le milieu de culture, le fuseau ne se forme pas, empêchant la migration des chromosomes qui restent groupés (fig. 1C). En prenant une photographie, on voit les 23 paires de chromosomes que l'on peut alors identifier en fonction de leur taille et de leur forme. On réalise ainsi un **caryotype** (fig. 2). Cette figure illustre un caryotype humain. Il peut être réalisé par le procédé qui vient d'être décrit: la mitose est interrompue après que les chromosomes se soient individualisés et avant qu'ils ne se soient dupliqués. Le caryotype de la figure 2 est celui d'un mâle, puisque le chromosome Y a été individualisé et identifié.

La production des gamètes (ovules et spermatozoïdes) se fait par un autre type de division que la mitose: cette division est appelée **méiose**. C'est une mitose réductionnelle; au cours de cette méiose, les chromosomes ne se répliquent pas mais ils se clivent et se répartissent 23 chromosomes simples dans chacun des deux gamètes. Il en résulte que chez la femelle, les ovules contiennent chacun 23 chromosomes dont un X. Chez les mâles, les spermatozoïdes sont aussi à 23 chromosomes dont un est X chez certains (50%), Y chez d'autres (50%). Après la fécondation d'un ovule par un spermatozoïde, l'œuf voit son patrimoine génétique reconstitué par 23 paires de chromosomes dont 23 viennent du père et les 23 autres viennent de la mère. Au moment de la formation des gamètes le clivage des 23 chromosomes se fait selon les lois du hasard: on peut calculer qu'un individu peut produire  $8\ 388\ 608$  types de gamètes. Il résulte de cela qu'un couple de parents peut produire  $8\ 388\ 608 \times 8\ 388\ 608 = 70\ 368\ 774\ 177\ 664$  types d'enfants génétiquement différents !

## La fécondation

La fécondation est l'union d'un seul spermatozoïde avec un ovule. Ainsi, ces 2 gamètes unissent leur matériel génétique. L'œuf se divisant par mitose, toutes les cellules "filles" possèdent 23 paires de chromosomes. Etant donné que les femmes possèdent XX, tous leurs ovules contiennent un seul chromosome X (accompagné des 22 autres chromosomes simples). Etant donné que les hommes possèdent les chromosomes XY, la moitié de leurs spermatozoïdes porteront un X et l'autre moitié un Y. C'est pourquoi le sexe de la progéniture dépend du type du chromosome sexuel porté par le spermatozoïde qui féconde l'ovule. Si c'est un X, la progéniture sera femelle, si c'est un Y elle sera mâle.



## Développement des gonades

Les premiers organes sexuels à se différencier sont les gonades qui deviennent des ovaires et des testicules. Au début, les embryons mâles et femelles sont identiques; leurs gonades commencent à se développer durant les cinquième et sixième semaines après le dernier cycle menstruel maternel. Ces gonades sont indifférenciées. On les appelle des **gonades primordiales**. Mais durant les septième et huitième semaines, les gonades se différencient: **Soit que les cellules de leur cortex (couches cellulaires externes) se développent en ovaire, soit que les cellules de la médulla (cellules situées en profondeur) se développent en testicules.**

**Fig. 1 - Mitose, division d'une cellule somatique identique à elle-même**

La différenciation des gonades primordiales est contrôlée par la présence ou l'absence d'une protéine appelée **antigène H-Y**. Cette protéine s'est révélée avoir un effet important dans l'organisation cellulaire de la gonade primordiale. Quand elle "stimule" la surface de ces cellules, elle provoque l'évolution de la gonade primordiale en testicule; si cette protéine est absente ou si expérimentalement on lui oppose un anticorps, la gonade primordiale se développe en ovaire. Comme on s'y attendait, la production de l'antigène H-Y est sous le contrôle d'un gène situé sur le chromosome Y !

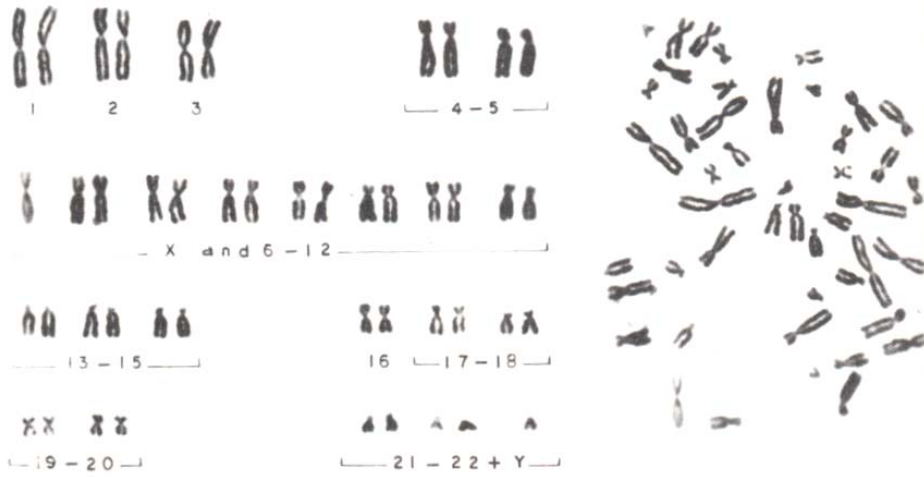
## Développement des organes sexuels internes (fig. 5).

Avant la septième semaine, les gonades embryonnaires sont unisexuées. A l'inverse, les autres organes sexuels internes sont bisexués, ce qui veut dire que tous les embryons contiennent les précurseurs des organes sexuels internes mâle et femelle. Toutefois, durant le troisième mois de gestation, seul un de ces précurseurs se développe. Le précurseur des organes sexuels internes **chez la femelle est appelé les organes de Muller** qui se développent en trompes de Fallope, l'utérus, et les deux tiers internes du vagin (fig. 5). **Le précurseur des organes sexuels internes mâles est appelé organe de Wolf** qui se développe en épididyme, vas déferens, vésicules séminales et prostate.

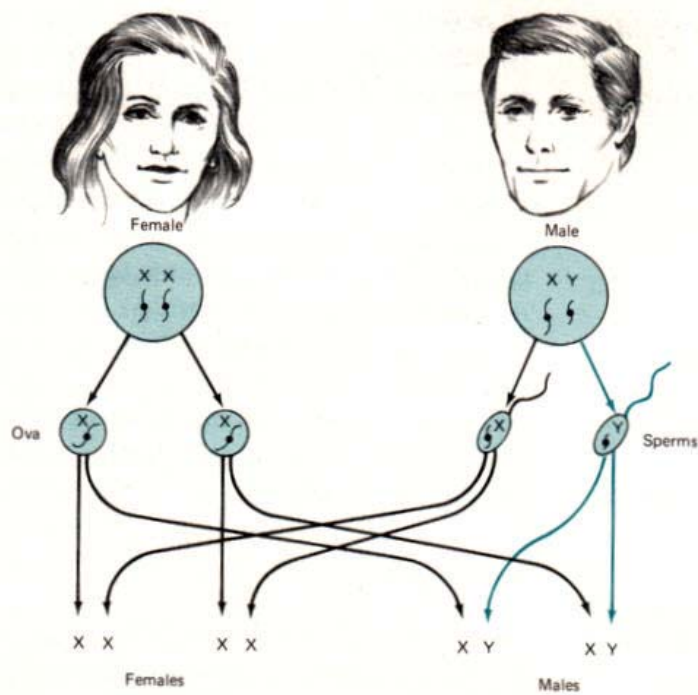
Le genre des organes sexuels internes fœtaux est déterminé par la présence ou l'absence de testicules. Si des testicules sont présentes, le système embryonnaire de Wolf se développe. Si elles n'y sont pas c'est le système de Muller (femelle) qui se développe. Ainsi le système de Muller ne nécessite aucun signal venant des gonades pour se développer. En revanche les cellules du système de Wolf (mâle) nécessitent une stimulation hormonale. Les testicules sécrètent 2 classes d'hormones: les substances inhibitrices de Muller et les androgènes. En fait les substances inhibitrices de Muller ne sont pas exactement des hormones; elles empêchent le système de Muller de se

développer et ont un effet inhibiteur sur la fécondité. Les androgènes (essentiellement testostérone et dihydrotestostérone) stimulent le développement du système de Wolf: les androgènes ont un effet masculinisant.

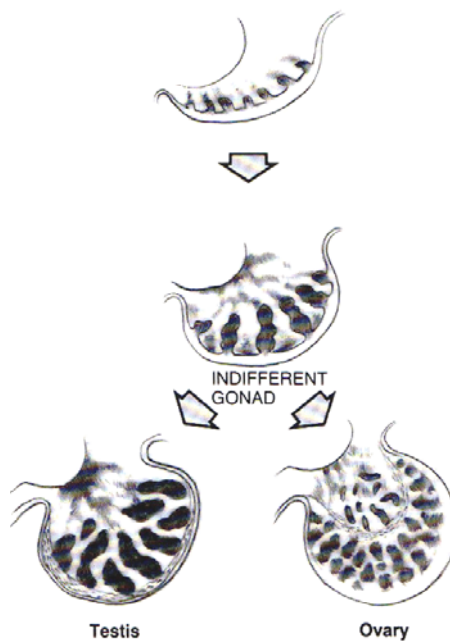
Des expériences chez l'animal montrent que les ovaires ne sont pas nécessaires pour le développement du système de Muller. Cette découverte est à l'origine du dicton "la nature a pour tendance de créer une femelle". Une anomalie génétique confirme la validité de cette affirmation. Les gens ayant le syndrome de Turner ont un seul chromosome sexuel: un chromosome X (ainsi leur caryotype est X0). Apparemment, l'ovule qui donne un tel individu est fertilisé par un spermatozoïde qui a perdu son chromosome sexuel au cours de la méiose. Parce que le chromosome Y est absent, l'antigène H-Y n'est pas produit et les testicules ne se développent pas. De plus, parce que le chromosome X est seul présent, les ovaires ne se développent pas non plus. Pour une raison non élucidée, il faut les deux chromosomes XX pour que les ovaires se développent. Finalement, les individus qui présentent le syndrome de Turner n'ont pas de gonades mais se développent avec l'apparence d'un corps de femme et même des organes sexuels internes femelles.



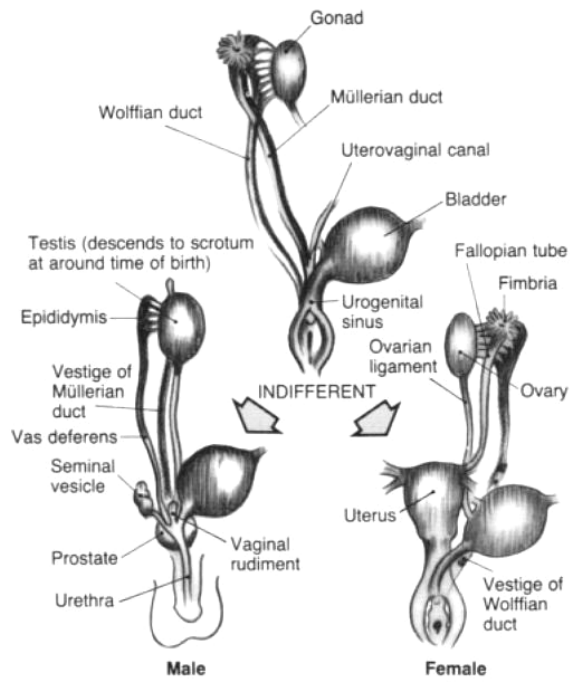
**Fig. 2 - Caryotype d'une cellule arrêtée en métaphase (stade C de la figure 1)**



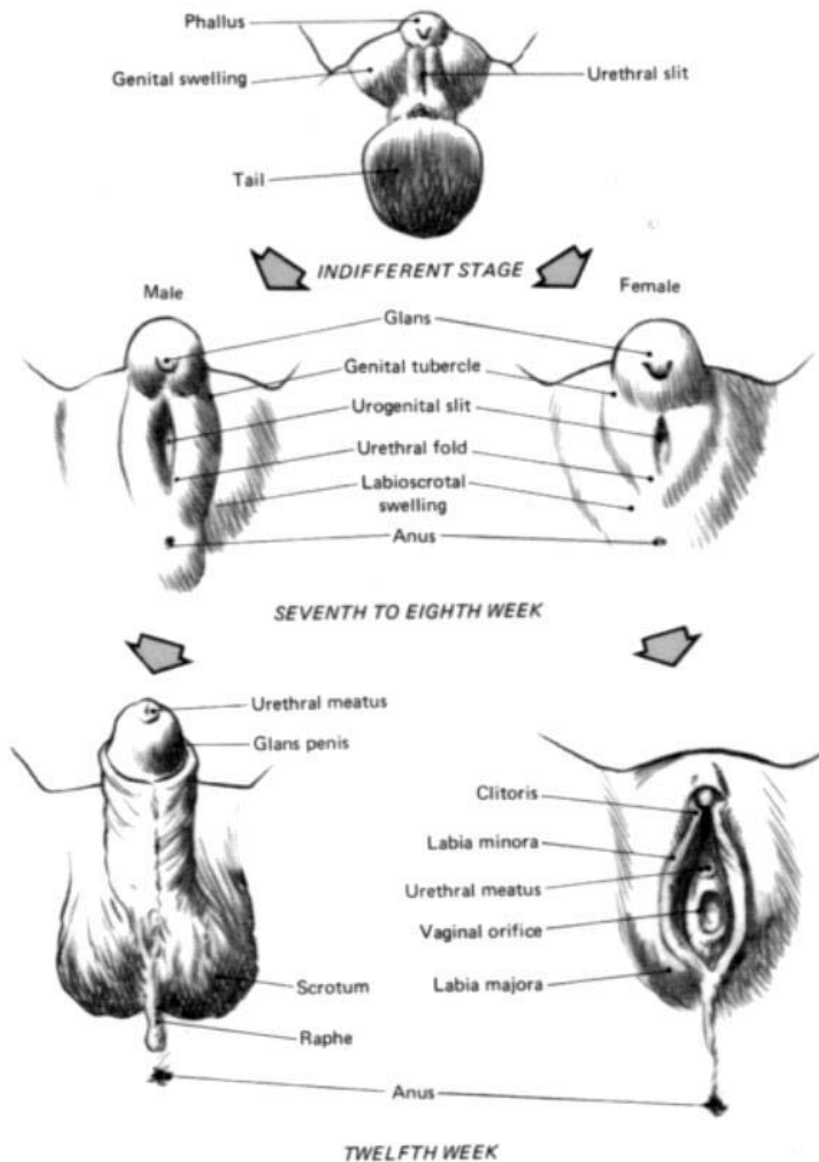
**Fig. 3 - Le genre de la descendance dépend de la nature du chromosome sexuel (X ou Y) du spermatozoïde qui fertilise l'ovule**



**Fig. 4 - Développement des gonades (testicules ou ovaires)**



**Fig. 5 – Développement des organes sexuels internes**



**Fig. 6 – Développement des organes génitaux externes**

## Développement des organes sexuels externes (fig. 6).

Les organes sexuels externes sont les organes sexuels visibles, le pénis et les testicules chez l'homme, les lèvres, le clitoris et la partie externe du vagin chez la femme. Tandis que les organes sexuels internes se développent selon des précurseurs bien déterminés, les organes sexuels externes se développent à partir de précurseurs à double potentialité capables d'évoluer soit vers la forme mâle soit vers la forme femelle (fig. 6).

Noter que le phallus primitif peut se développer soit en pénis soit en clitoris. De façon similaire, le renflement génital peut se développer en scrotum ou en lèvre majeure, le tubercule génital en axe du pénis ou en lèvre mineure et troisième externe du vagin.

Sans stimulation hormonale, les organes génitaux externes deviendront "femelle" en accord avec le sexe génétique. Toutefois, la présence des androgènes au cours du développement cause la masculinisation. Ainsi la présence ou l'absence de testicules détermine la nature mâle ou femelle des organes génitaux externes. Ce que l'on peut dire aussi c'est qu'une personne ayant le syndrome de Turner a des organes génitaux externes femelles bien qu'elle n'ait pas d'ovaire.

## Maturation sexuelle

Les caractères sexuels secondaires tels que la présence de seins, un bassin élargi ou une barbe et une voix grave n'apparaissent qu'à la puberté. Sans regarder les organes génitaux, il n'est souvent possible de dire le sexe d'un enfant pré pubère qu'en regardant sa coupe de cheveux ou ses vêtements; l'apparence corporelle d'une fillette ou d'un garçonnet est similaire. En revanche à la puberté, les gonades se mettent à produire leurs hormones ce qui entraîne la maturation sexuelle. La puberté commence quand les cellules de l'hypothalamus se mettent à sécréter les "gonadotrophin releasing hormones" (Gnrh) qui stimulent la production et la libération de deux hormones gonadotropes par hypophyse antérieure (adénohypophyse) (fig. 7).

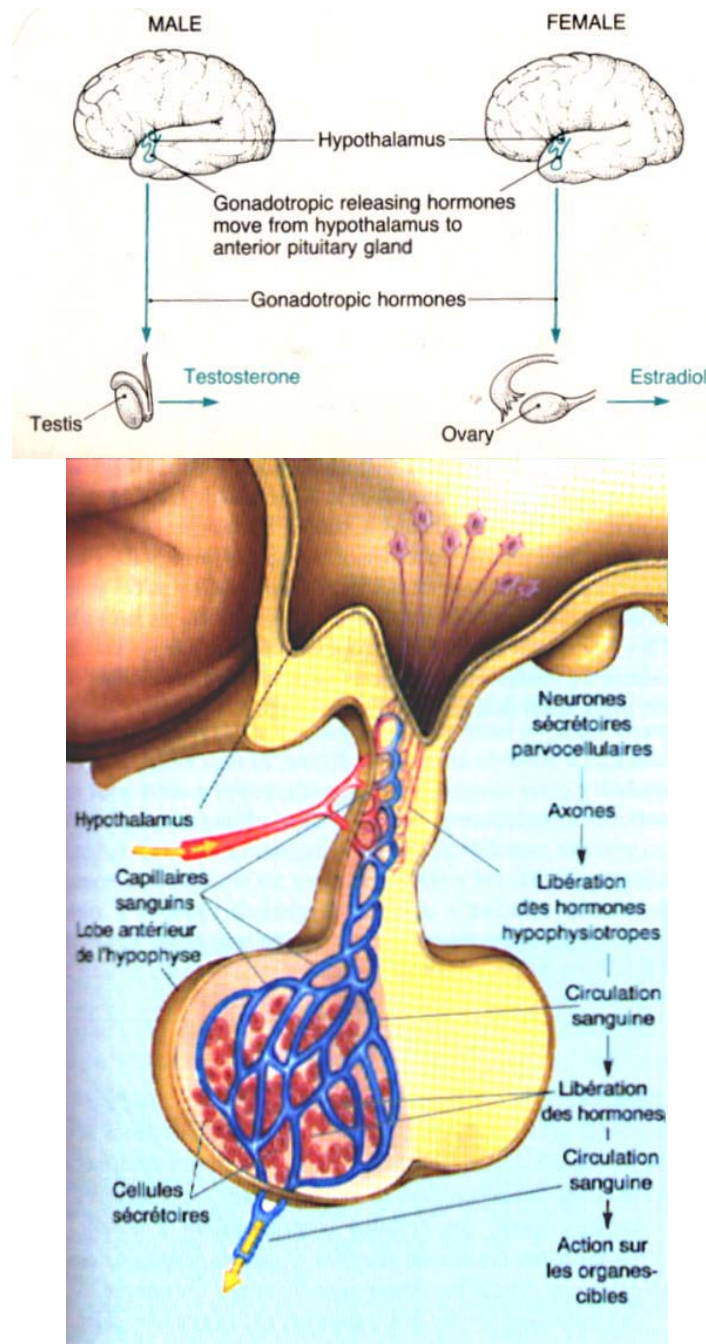


Fig. 7 – Libération des hormones gonadotropes par l'hypophyse antérieure

Ces hormones gonadotropes stimulent à leur tour les gonades à produire et libérer leurs propres hormones qui sont finalement les acteurs de la maturation sexuelle.

Les deux hormones gonadotropes sont la follicule stimulating hormone (FSH) et la lutéinizing hormone (LH) ainsi nommées pour leurs effets chez la femelle (production du follicule puis sa lutéinisation). Cependant les mêmes hormones sont produites chez le mâle où elles stimulent les testicules à produire à la fois le sperme et la testostérone. Si des hypophyses mâles et femelles sont échangées entre rats, les ovaires et les testicules répondent parfaitement aux hormones sécrétées.

En réponse aux hormones gonadotropes (appelées "gonadotrophins"), les gonades sécrètent les hormones stéroïdes sexuelles. Les ovaires produisent l'**oestradiol** (une hormone de la famille des oestrogènes. Les testicules produisent essentiellement la **testostérone** (une hormone androgène). Les deux glandes sexuelles produisent aussi, en petite quantité, les hormones du sexe opposé. L'ensemble de ces hormones agit sur de nombreuses parties du corps. L'oestradiol et la testostérone sont à l'origine de la fermeture des épiphyses, les zones de croissance des os, et par conséquent stoppent la croissance osseuse. L'oestradiol provoque la croissance des seins et la mise en place de l'utérus, modifie la répartition corporelle des masses graisseuses et finalement finalise la mise en place des organes génitaux chez la femelle. La testostérone stimule la croissance de la pilosité faciale, axillaire (sous les bras) et du pubis, aggrave la voix, altère la répartition des cheveux (provoque parfois une calvitie précoce), stimule le développement musculaire et cause la croissance génitale. Cette description n'évoque pas 2 des caractères sexuels secondaires femelles: la pilosité axillaire et pubienne. Ces caractères ne sont pas produits par l'oestradiol mais plutôt par l'androsténédione, une hormone sécrétée par le cortex des glandes surrénales. Même un mâle castré avant la puberté (eunuque) développera une pilosité axillaire et pubienne grâce à sa propre androsténédione.

La bipotentialité de tous ces caractères sexuels secondaires demeure la vie durant. Si un homme est traité par des oestrogènes (par exemple pour contrôler une tumeur androgène-dépendante) , il développera des seins, et sa pilosité faciale deviendra rare et douce. Toutefois sa voix restera grave car l'élargissement du larynx à la puberté est permanent. Inversement, une femme traitée par des androgènes verra apparaître de la barbe et sa voix deviendra plus grave.

Plusieurs conditions pathologiques peuvent entraver le développement d'un individu en homme ou en femme. De tels individus sont appelés hermaphrodite. A l'origine, l'hermaphrodisme fait référence à la capacité qu'ont certains animaux de posséder les fonctions de reproduction mâle et femelle. Dans ce sens là, l'hermaphrodisme n'existe pas chez l'homme. Toutefois ce terme a été étendu pour désigner les individus ayant une structure génitale ambiguë.