

## DEVENIR HOMME OU FEMME

### PRÉREQUIS

4<sup>e</sup> : puberté : acquisition de l'aptitude à procréer : apparition des caractères sexuels I et II sous l'influence des sécrétions croissantes d'hormones sexuelles dépendante de celles d'autres hormones cérébrales qui déclenchent le développement du fonctionnement testiculaire (vers 12-13 ans) ou ovarien (vers 11- 12 ans).

1<sup>ère</sup> : phénotype : ensemble des caractères observables à l'oeil nu ou non d'un individu à différentes échelles : l'échelle moléculaire qui détermine l'échelle cellulaire qui détermine l'échelle macroscopique

### OBJECTIFS

- identifier les différences anatomiques, physiologiques et chromosomiques des deux sexes
- expliquer les étapes de différenciation de l'appareil sexuel au cours du développement embryonnaire

Mots clés : SRY, testostérone, AMH.

Collège et 2<sup>nde</sup> : 1<sup>ère</sup> approche de la distinction homme / femme et de la puberté

Les acquis anatomiques du collège seront seulement rappelés.

### INTRODUCTION

développement = ensemble de phénomènes qui font passer un être vivant d'une forme « immature » à une forme « mature ».

Les développements sont des stades de la reproduction. Tout développement a une dimension évolutive. On distingue chez l'espèce humaine (Homo Sapiens) 3 étapes principales de développement :

- le développement embryonnaire qui fait passer l'embryon stade une cellule (œuf fécondé) au stade fœtal avec des organes formés (d'une durée fixée arbitrairement à 8 semaines)
- le développement post-embryonnaire ou développement fœtal qui va du fœtus au nouveau-né (de la 8<sup>ème</sup> semaine de vie embryonnaire - 1<sup>ère</sup> semaine de la vie fœtale - à la 39<sup>ème</sup> semaine habituellement)
- le développement post-natal qui conduit le nouveau-né au stade adulte (puberté, du latin pubes =poil).

***Comment se mettent en place la structure et le fonctionnement des appareils génitaux fonctionnels mâle et femelle ?***

### PLAN :

#### I / LES CARACTERISTIQUES DU PHENOTYPE SEXUEL

**A/ anatomique**

**B/ physiologique**

**C/ chromosomique**

#### II / L'ORIGINE DU PHENOTYPE SEXUEL : LE SEXE GENETIQUE

**A/ le sexe génétique induit le sexe gonadique**

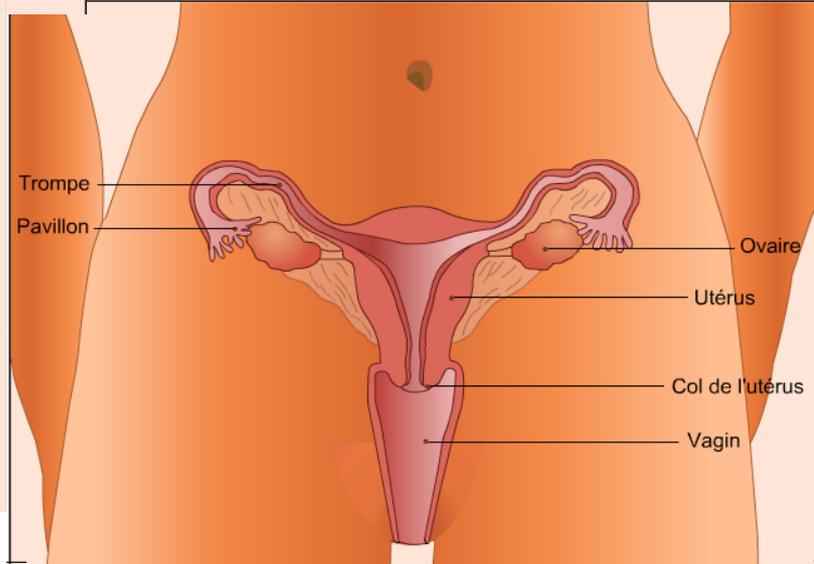
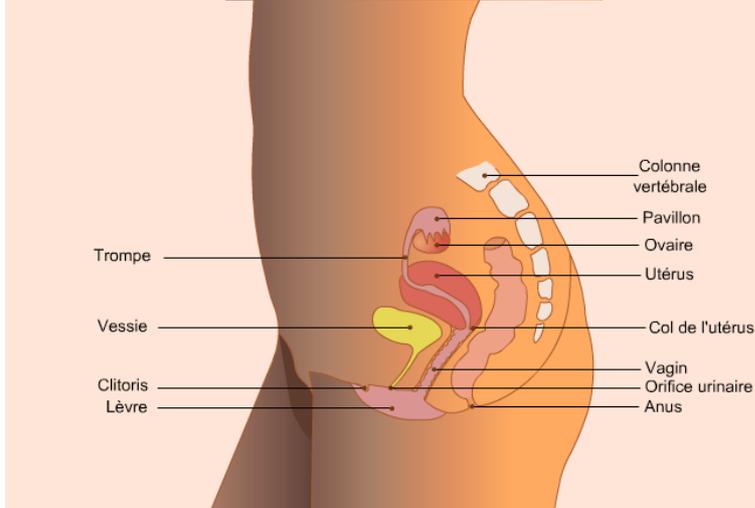
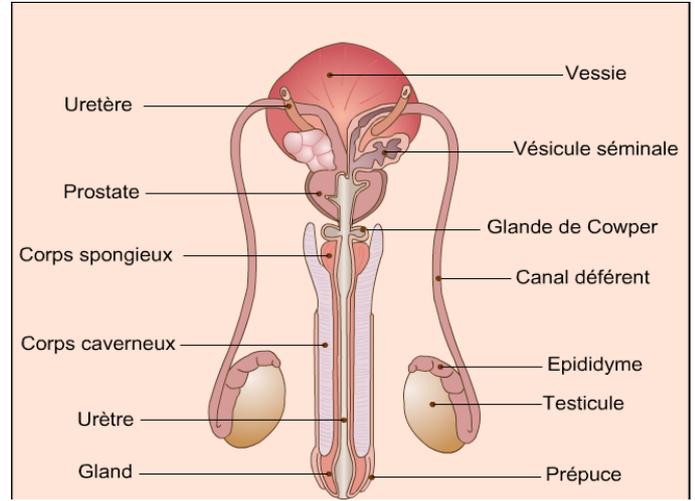
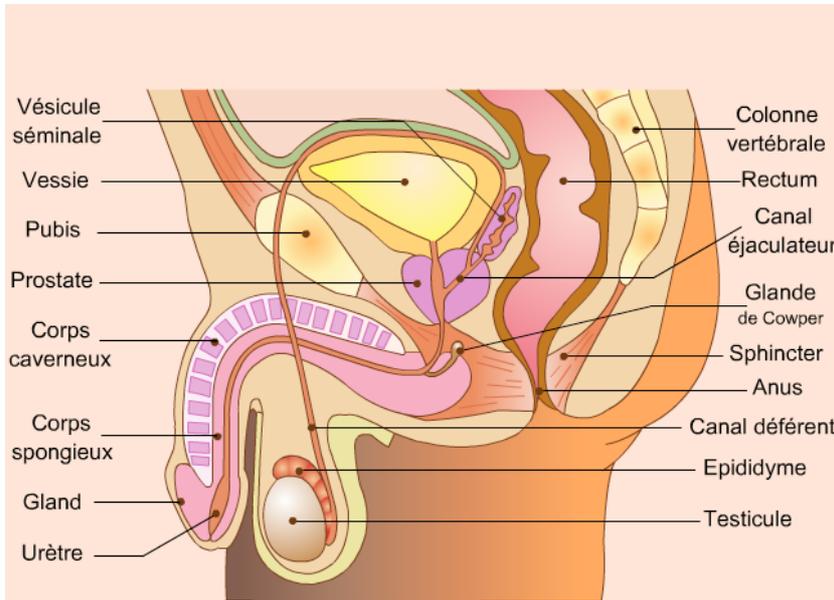
**B/ le sexe gonadique induit le sexe phénotypique différencié**

#### III / DU SEXE PHENOTYPIQUE DIFFERENCIE AU PHENOTYPE SEXUEL FONCTIONNEL : LA PUBERTE

<http://www.youtube.com/watch?v=VC3SZUjzqFQ>

# I / LES CARACTERISTIQUES DU PHENOTYPE SEXUEL

## A/ Anatomique



# II/ L'ORIGINE DU PHENOTYPE SEXUEL : LE SEXE GENETIQUE

## A/ le sexe génétique induit le sexe gonadique

génotype

phénotype

♂ : phénotype sexuel mâle :

- testicules
- caractères sexuels I

pénis, épидidyme et canaux déférents (vecteurs des spz)  
glandes annexes (vésicules séminales + prostate participant à un sperme fonctionnel)

- caractères sexuels II : pilosité développée, voix grave (mue ...)



: phénotype sexuel femelle :

- ovaies
- caractères sexuels I

trompes, utérus, vagin, organes génitaux externes (vulve)  
glandes annexes ( glandes de Bartholin et de Skéne favorisant la lubrification lors des rapports )

- caractères sexuels II : développement de la poitrine, voix plus aigüe..

♂+♀ : La symétrie gauche / droite, les glandes sphériques, l'ouverture de l'appareil sur le milieu extérieur sont autant de parentés qui suggèrent une structure embryologique commune indifférenciée : **constat / interprétation**

<http://www.biologieenflash.net/animation.php?ref=bio-0055-3>

<http://www.biologieenflash.net/animation.php?ref=bio-0056-3>

## B/ le sexe gonadique induit le sexe phénotypique différencié

### 1/ Un peu d'Histoire des Sciences :

#### a/ mise en évidence expérimentale : expérience d'Alfred Jost (1947)

⇒ distribution du photocopié, interprétation et conclusions collectives

**bilan** : la testostérone du testicule induit la différenciation des voies génitales dans le sens mâle ( disparition des canaux de Müller et maintien de ceux de Wolff). Son absence induit une différenciation femelle.

#### b/ les données vétérinaires du free-martinisme

Expliquer la masculinisation de la génisse. Hypothèses

La masculinisation de la génisse ne peut s'expliquer que par la sécrétion d'une hormone masculinisante produite par le mâle. Cette substance serait véhiculée par le sang. On ne peut pas observer cette évolution chez les jumeaux humains, car les faux-jumeaux ont des placentas totalement séparés et les vrais jumeaux sont obligatoirement de même sexe.

**La masculinisation de la génisse ne peut s'expliquer que par la sécrétion d'une hormone masculinisante produite par le mâle. Cette substance serait véhiculée par le sang. On ne peut pas observer cette évolution chez les jumeaux humains, car les faux-jumeaux ont des placentas totalement séparés et les vrais jumeaux sont obligatoirement de même sexe.**

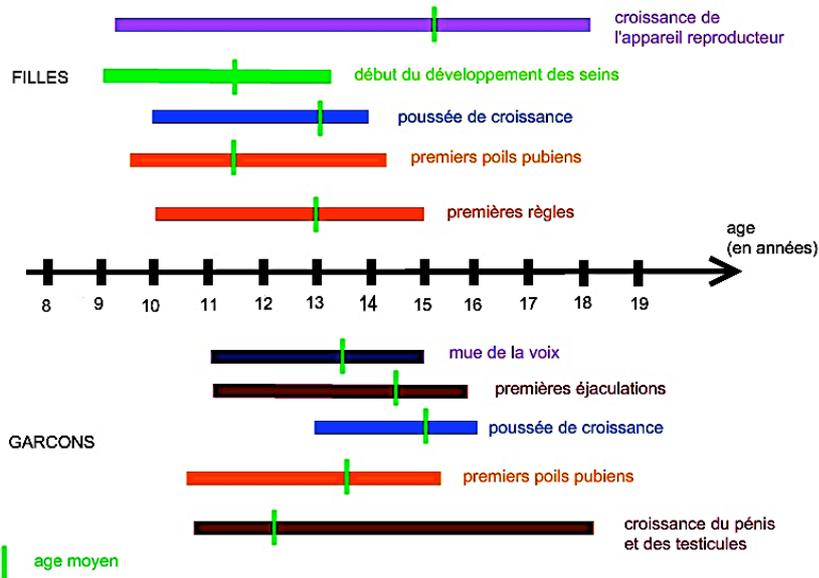
### 2/ les hormones sexuelles (voir annexe) : origine, sécrétion et rôles

3/ à des moments précis de la vie embryonnaire, la testostérone ou les oestrogènes induisent la mise en place du sexe phénotypique

-a/ mise en place des gonades

-b/ mise en place des voies génitales et des glandes annexes

	Gonades et gamètes	Voies génitales internes	Glandes annexes	Organes génitaux externes
<b>Appareil génital féminin</b>	ovaires ovocytes	trompes utérus vagin	-	vulve
<b>Appareil génital masculin</b>	testicules spermatozoïdes	épididymes, canaux déférents urètre	vésicules séminalales, prostate	pénis bourses



## B/ Physiologique



Les testicules produisent en continu un grand nombre de gamètes mâles, les spermatozoïdes à partir de la puberté jusqu'à la mort.

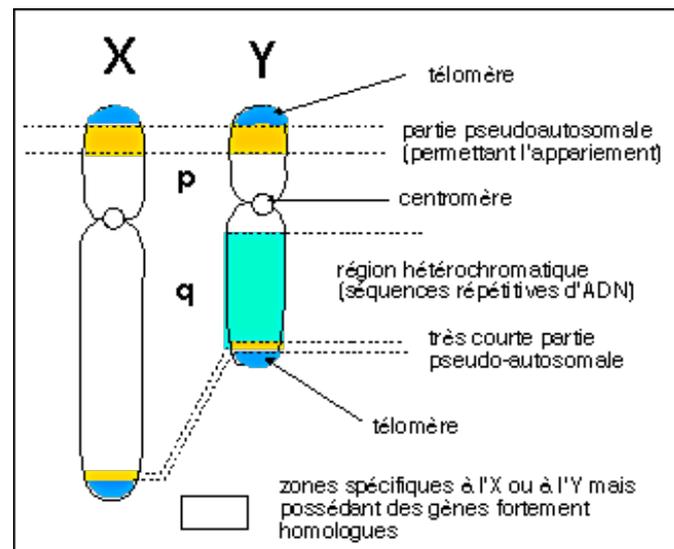


Les ovaires produisent un seul ovocyte par cycle de 28 jours de la puberté à la ménopause (épuisement des stocks des structures ovariennes (follicules) à l'origine des ovocytes vers 50 ans, marquée par l'arrêt des règles).

## C/ Chromosomique

Le caryotype établi à la fécondation contient une paire sexuelle qui diffère : XY chez les garçons, XX chez les filles : cette caractéristique est conservée dans toutes les cellules de l'organisme par mitoses successives.

Si l'on compare les chromosomes X et Y, on observe que le chromosome X possède tout d'abord une grande région avec de l'ADN répété (sans gènes = région hétérochromatique) qui occupe la majorité du bras long. Chaque extrémité (télomère) est suivie par une région pseudo-autosomale (pratiquement identique entre l'X et l'Y). Avec l'avènement de la théorie de l'information génétique, on a cherché non plus un locus chromosomique, mais directement un gène et un produit : cette fois c'est une protéine, produite par un gène, qui a les propriétés masculinisantes (le TDF : Testicule Différenciation Factor). On peut considérer que cette étape, a vu son couronnement en 1991 avec l'expérience de Koopman qui obtint des souris transgéniques XX mais avec des testicules : Koopman et ses collaborateurs avaient inséré un segment d'ADN de 14kb contenant le gène Sry (Sex-determining Region of the Y : région de détermination de l'Y) par micro-injection dans les noyaux des zygotes (cellule fécondée). Certains zygotes ont donné des souris transgéniques vivantes XX avec des testicules. Cette recherche de la région du TDF (testicule détermination factor) aura duré 50 ans.



On peut considérer que cette étape, a vu son couronnement en 1991 avec l'expérience de Koopman. Il obtint des souris transgéniques XX mais avec des testicules. Koopman et ses collaborateurs avaient inséré un segment d'ADN de 14kb contenant le gène Sry (Sex-determining Region of the Y : région de détermination de l'Y) par micro-injection dans les noyaux des zygotes (cellule fécondée). Certains zygotes ont donné des souris transgéniques vivantes XX avec des testicules. Cette recherche de la région du TDF (testicule détermination factor) aura duré 50 ans.

Le gène sry de la souris est appelé SRY chez l'homme. Depuis, de nombreux gènes, dont certains situés sur les autosomes (chromosomes non sexuels) ont été trouvés. On se gardera donc de présenter un modèle définitif d'une détermination génétique primaire du sexe. (Les exercices scolaires présentés dans les manuels et demandant aux élèves un raisonnement simpliste du type : gène SRY activé donc mâle, pas de SRY donc femelle... dépassent donc nettement les connaissances scientifiques avérées, sauf si ces éléments étaient présentés comme des modèles simplifiés...).



présence du gène SRY => expression de la protéine TDF = c'est une protéine activatrice de la transcription d'autres gènes en cascade => induction de la différenciation de la gonade indifférenciée jusqu'à alors en testicule (du latin testis = masculin). L'ensemble des cascades d'activation / inhibitions des gènes impliqués demeure encore partiellement élucidé.

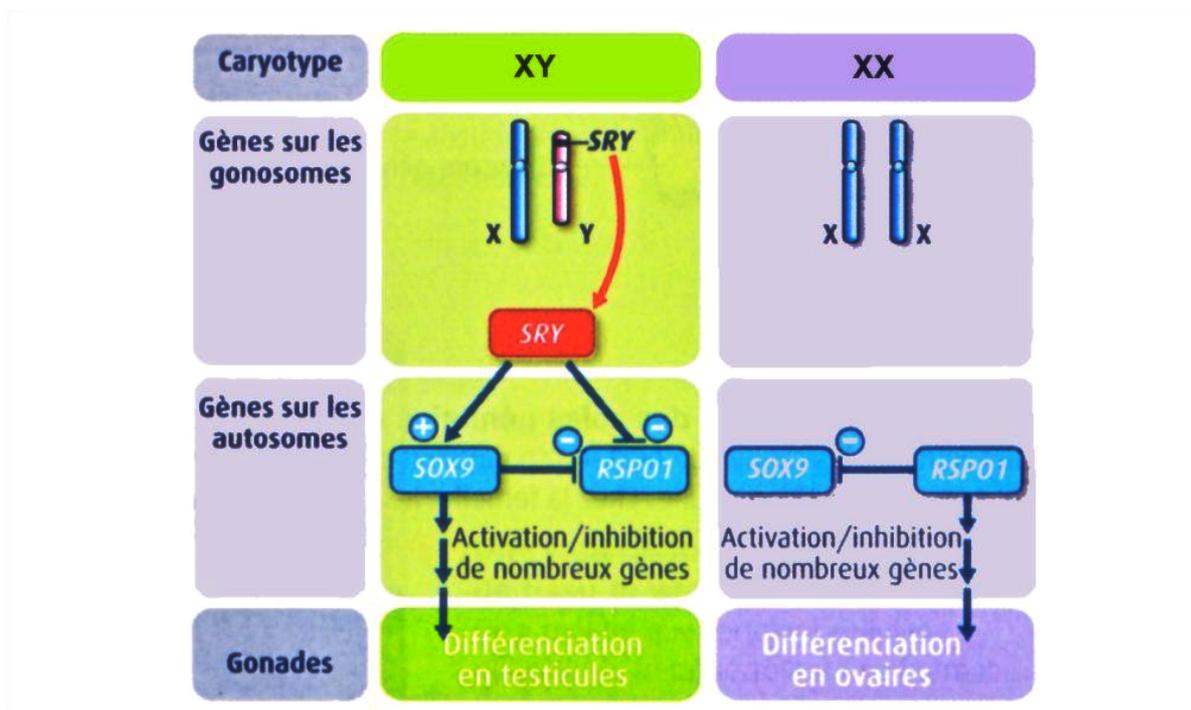
ébauche des gonades = fin de 4ème semaine de gestation au niveau de ce qu'on appelle les crêtes génitales

Les crêtes génitales, au niveau de 2 légers bombements de l'épithélium cœlomique dorsal, sont allongées au contact de la face interne du mésonéphros, de part et d'autre de la racine du mésentère dorsal.

L'image encore existante d'un sexe par défaut par absence du gène sry demeure mais il est semble bien plus réel qu'une cascade d'activation de gènes spécifiques induit la différenciation active et non passive de la gonade indifférenciée en ovaire. De même que chez l'homme, l'ensemble des acteurs moléculaires demeure inconnu à ce jour.



quand ? le sexe gonadique se réalise entre la 5è et la 8è semaine de gestation chez Homo Sapiens



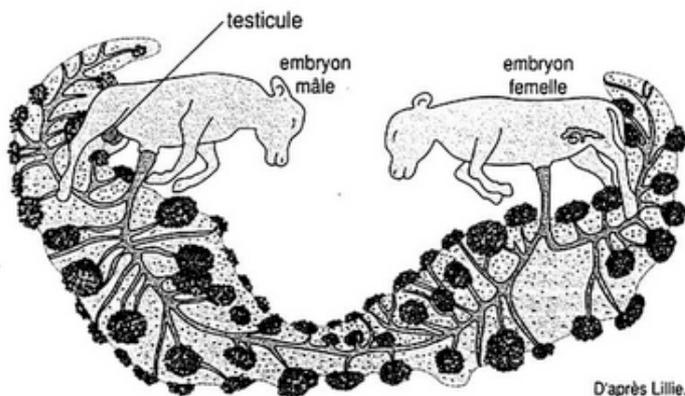
GONADE MÂLE	GONADE FEMELLE
<p>Les cordons sexuels prolifèrent jusqu'à la 8ème semaine, s'étendant profondément dans le tissu conjonctif.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les cellules des cordons sécrètent une substance inhibitrice de la méiose qui bloque la différenciation des cellules germinales qui, en retour, sécrètent des prostaglandines qui induisent la différenciation des cellules des cordons en cellules de Sertoli. Les cellules de Sertoli sécrètent l'hormone antimüllérienne (AMH).</li> <li>- Les cellules mésenchymateuses interstitielles des testicules ont formé les cellules de Leydig qui produisent la testostérone dès la période fœtale.</li> </ul> <p>Les cellules germinales primordiales (CGP) se différencient en cellules sexuelles de type spermatogonies (type A1 = cellule souche) qui n'évoluent pas depuis la 20e semaine jusqu'à la puberté. Ce n'est qu'à la puberté que les cordons se creusent pour donner les <u>tubes séminifères (info à vérifier)</u>, les cellules sexuelles de type spermatogonies migrant à la périphérie où elles se divisent puis se différencient en spermatocytes (I puis II), spermatides puis spermatozoïdes au cours des cycles sexuels (en 74 jours dans un tube séminifère).</p> <p>Les cycles sont continus de la puberté à la mort et simultanés en de nombreux points de de nombreux tubes séminifères.</p> <p>La différenciation des canaux permettant l'évacuation des cellules sexuelles vers l'extérieur est contrôlée par les hormones de la gonade, mais aussi par les hormones placentaires et maternelles (qui passeraient la barrière placentaire).</p> <p>C'est la testostérone et l'AMH fœtaux qui sont responsables de la masculinisation des voies génitales alors que ce sont les œstrogènes fœtaux, mais aussi maternels et placentaires qui sont responsables de la féminisation des voies génitales femelles.</p> <p>On peut effectivement se demander comment un fœtus qui baigne dans les œstrogènes maternels féminisant peut se développer en fœtus mâle...</p>	<p>Les cellules germinales restent près de l'épithélium de surface. Les 1ers cordons sexuels dégénèrent, mais sont remplacés par d'autres qui restent en surface : les cordons corticaux. Ils se fragmentent en amas (follicules) entourant chacun une cellule germinale.</p> <p>Les cellules germinales donneront les ovocytes, les cellules des cordons les cellules folliculaires de la granulosa et les cellules mésenchymateuses forment des thèques, limite externe de chaque follicule.</p> <p>Il n'y a pas sécrétion d'AMH pendant la période fœtale. La testostérone sécrétée par les cellules de la thèque lors de la période fœtale est immédiatement transformée en autres stéroïdes (œstradiol et progestérone) par les cellules folliculaires. Ces hormones interviennent dans la féminisation des voies génitales.</p> <p>Les cellules sexuelles femelles issues de la maturation des CGP sont des ovocytes I (stade prophase de 1ère division de méiose - voir cours de TS - la méiose est donc commencée et bloquée dans toutes les cellules sexuelles féminines...) depuis la 20e semaine (5e mois) jusqu'à la puberté.</p> <p>Entre la puberté et la ménopause de nombreux follicules (environ 600) commencent une maturation qui se termine pour un seul follicule à la fois par le stade follicule mûr (ou follicule de De Graaf) qui entoure un ovocyte qui a redémarré sa méiose pour se terminer au stade ovocyte II (avec émission d'un globule polaire) juste au moment de l'ovulation.</p> <p>Le follicule qui a ovulé termine sa vie par le stade corps jaune. L'ensemble d'un cycle folliculaire dure environ 4 mois avec une persistance plus longue du corps jaune s'il y a gestation. Il y a alternance des cycles entre chaque ovaire qui produit un ovule tous les 2 cycles de 28 jours .</p>

LA DÉTERMINATION SECONDAIRE DU SEXE = MISE EN PLACE DES VOIES GÉNITALES ET ORGANES GÉNITAUX EXTERNES + DÉVELOPPEMENT DES CARACTÈRES SEXUELS SECONDAIRES II (VOIX ET DÉVELOPPEMENT DES CARTILAGES OESOPHAGIENS, PILOSITÉ, RÉPARTITION DES MASSES GRAISSEUSES, TAILLE...) : ON CONSIDÈRE QUE

<b>Critères de réussite : réalisation d'un schéma</b>	
- <b>Éléments présents sur le schéma :</b> Appareil reproducteur indifférencié, Appareil reproducteur homme, Appareil reproducteur femelle, XX, XY, gène SRY, protéine TDF, gonade indifférenciée, testicule, ovaire, AMH, testostérone, Canal de Muller, Canal de Wolf.	/7,5
- <b>Schéma en 2 parties (Homme/ Femme)</b>	/2
- <b>Ordre des grandes étapes cohérent</b>	/2
- <b>Titre scientifiquement correct</b>	/1
- <b>Soin , lisibilité, règles habituelles respectées</b>	/2
<b>TOTAL</b>	<b>/15</b>
	<b>/20</b>

CETTE DÉTERMINATION EST HORMONALE SOUS LE CONTRÔLE DES HORMONES SEXUELLES SÉCRÉTÉES PAR LES GONADES DIFFÉRENCIÉES EN 2 ÉTAPES : LORS DU DÉVELOPPEMENT FŒTAL ET LORS DU DÉVELOPPEMENT POST-NATAL, À L'ADOLESCENCE. EN ABSENCE DE GONADES DIFFÉRENCIÉES, LES VOIES SONT FÉMININES.

**ACTIVITÉ 3 : LOGICIEL DIFFÉRENCIATION SEXUELLE :** [HTTP://SVTOLOG.FREE.FR/IMG/SWF/DIFTOTAL.SWF](http://svtolog.free.fr/img/swf/diftotal.swf)



### Les observations de Lillie (1916)

Les génisses nées d'une grossesse gémellaire avec un jumeau mâle sont qualifiées de « free-martin ». Elles ont un poitrail de taureau et une puissance musculaire nettement supérieure à celle d'une vache normale. Si elles possèdent des organes génitaux externes femelles et des mamelles, elles se révèlent stériles car leur appareil génital présente diverses anomalies :

- les ovaires sont très petits, parfois partiellement masculinisés, le sexe de la gonade étant même inversé dans la moitié des cas ;
- les cornes utérines sont peu développées, parfois absentes ;
- certains organes masculins, comme les vésicules séminales, peuvent être présents.

-L'embryon à 2 cellules après la 1ère division cellulaire (zygote fécondé) donne un amas de cellules (morula) qui va donner l'embryon proprement dit et un ensemble de cellules, beaucoup plus nombreuses que les cellules embryonnaires au début, qui donne la partie extraembryonnaire de l'embryon. À partir du stade fœtal le fœtus grandit beaucoup plus que les tissus extraembryonnaires-extrafœtaux qui participent au placenta et forment la seule poche des eaux (chorio-amnios).

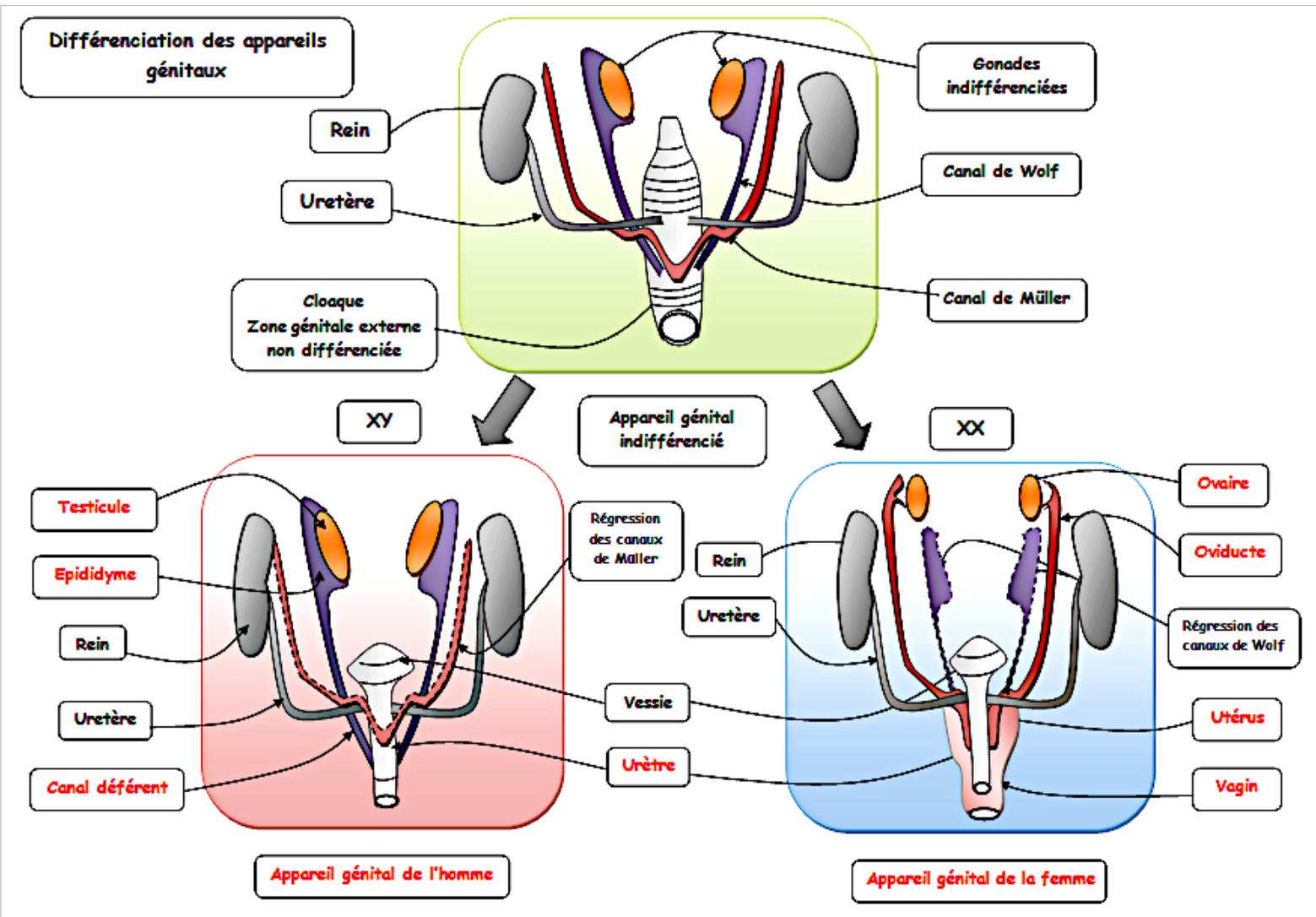
-Les cellules germinales primordiales viennent de ces cellules extra-embryonnaires.

-Les appareils génitaux sont embryologiquement très liés aux appareils excréteurs : on parle d'**appareil uro-génital**.  
 -Les gamètes produits par les gonades doivent être rejetés à l'extérieur de l'organisme par des conduits dérivés de conduits embryonnaires excréteurs.  
 -Il n'y a pas qu'au stade de gonade indifférenciée que les 2 sexes sont très similaires: **les cellules gonadiques sont similaires par leur origine embryonnaire et leurs hormones** : cellules de Leydig / cellules thécales : testostérone ; cellules de Sertoli / cellules folliculaires : AMH mais aussi DHT et œstradiol / œstrogènes (notamment par transformation de la testostérone); cellules germinales : cellules sexuelles : spermatozoïdes et ovocytes.

- il ne faut pas oublier le rôle des hormones placentaires et maternelles qui sont toujours des œstrogènes quel que soit le sexe du fœtus

<http://raymond.rodriquez1.free.fr/Documents/Organisme-A/Sexualite/DiffSexuelle/bilanEmbryo2.swf>

### III/ DU SEXE PHENOTYPIQUE DIFFERENCIE AU PHENOTYPE SEXUEL FONCTIONNEL : LA PUBERTE



#### PIÈGES À ÉVITER :

- Le gène SRY intervient uniquement dans la différenciation de la gonade foetale en testicule et non dans l'évolution de l'état des canaux de Wolff et Müller.
- L'AMH n'intervient que pendant la vie foetale et non à la puberté où la testostérone seule intervient. Cependant, son gène reste situé dans toute cellule mais ne s'exprime plus.
- Le sexe gonadique précède le sexe phénotypique : ce sont les gonades différenciées qui induisent la différenciation des voies génitales par l'intermédiaire des hormones testiculaires.
- chez la femme, des molécules non étudiées interviennent dans la différenciation sexuelle comme RSP01. On ne les étudie pas en 1ère S.

♀ Les œstrogènes (= estrogènes : œestrone = estrone, œestradiol = estradiol et œestriol = estriol) sont nécessaires au développement des canaux de Müller et de Wolff. Les œstrogènes fœtaux semblent suffire à la différenciation des canaux de Müller en oviducte, utérus et col utérin. La plupart des œstrogènes sont issus de la conversion de la testostérone, aussi bien par les cellules des gonades que par des cellules du placenta, du foie ou d'autres tissus.

Expérience : Des souris femelles chez qui on inactive les récepteurs aux œstrogènes voient leurs cellules germinales mourir et les cellules folliculaires se transformer en cellules de Sertoli.

La formation du sperme est sous le contrôle des œstrogènes (réabsorption d'eau au niveau du rete testis). La concentration en œstrogènes est supérieure au niveau du rete testis que dans un ovaire. Les œstrogènes contrôlent aussi le développement des caractères sexuels secondaires chez la femme, notamment le développement des mamelles (seins).



Si les mâles présentent bien un pic précoce de testostérone au cours de leur vie fœtale (350 ng.mL<sup>-1</sup> centré sur le 15<sup>e</sup> semaine), leur masculinisation, notamment des tissus nerveux, est essentiellement due aux œstrogènes. En effet, la testostérone est convertie en œstrogènes (par une enzyme de type aromatasé) au sein des neurones affectés qui présentent donc un pic d'œstradiol. Il existe cependant des cas où la testostérone agit sur des cellules munies de récepteurs spécifiques. Il est possible que les expériences menées chez les primates, qui montrent un rôle essentiel des androgènes, nous aient conduits à accorder trop d'importance à la testostérone pour l'homme.

> 8<sup>e</sup> semaine : la différenciation de la gonade et la différenciation des voies génitales se font sous contrôle hormonal.

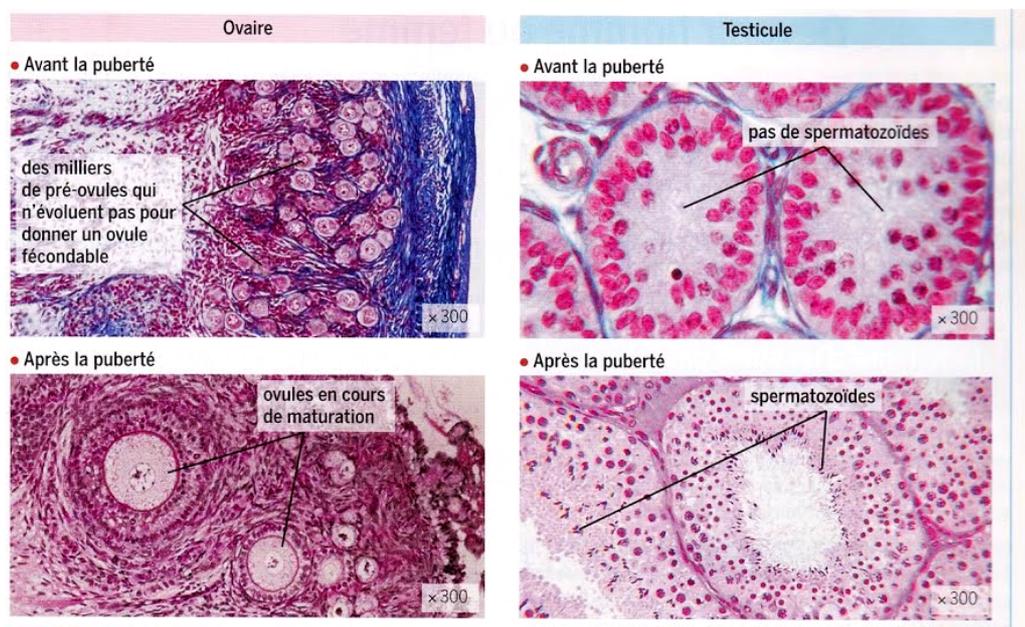
**L'AMH** (hormone anti-müllérienne) est une hormone glycoprotéique qui provoque la dégénérescence des conduits de Müller : elle se lierait aux cellules entourant les canaux de Müller et provoquerait la mort des cellules épithéliales de ce canal.

**La testostérone** (sécritée par les cellules de Leydig et les cellules thécales) provoque la différenciation des conduits de Wolff en épидидyme, canal déférent et vésicules séminales, transforme les bourrelets génitaux en scrotum et le tubercule génital en pénis. Chez l'homme, une partie de la testostérone est convertie en DHT et en œstrogènes par les cellules de Sertoli. Chez la femme la testostérone est presque totalement convertie en œstrogènes par les cellules folliculaires.

Cependant, on pense que c'est la DHT (5alpha-dihydrotestostérone = androstanolone) qui serait responsable des transformations des organes reproducteurs externes (scrotum, pénis). Elle est produite par les cellules de Sertoli à la puberté, mais chez le fœtus par des cellules externes à la gonade (cellules du sinus uro-génital, renflements génitaux,...)

animation flash de l'évolution des tractus uro-génitaux :

<http://raymond.rodriquez1.free.fr/Documents/Organisme-A/Sexualite/DiffSexuelle/bilanEmbryo2.swf>



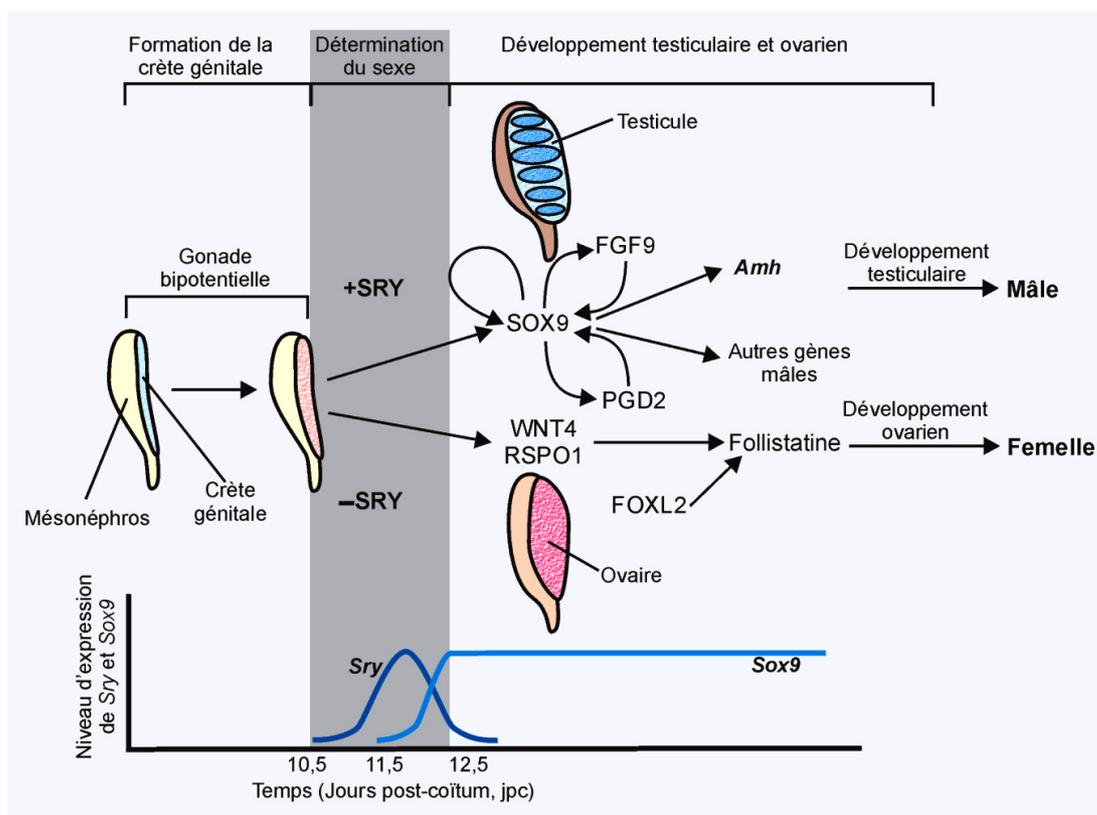
**Doc. 3** Ovaires et testicules commencent à produire des cellules reproductrices.



## Chronologie de la différenciation sexuelle

FÉCONDATION			
<b>1. Sexe génétique</b> Gonade indifférenciée, canaux de Wolff et de Müller	1 s	Embryon 46, XY Gène SRY	Embryon 46, XX
	6 s		
<b>2. Sexe gonadique</b> Gonade immature	7 s	Testicule, cellules de Sertoli et de Leydig	Ovaire
	8 s		
<b>3. Sexe phénotypique</b> Mise en place des voies génitales et organes génitaux externes	9 s	Production de testostérone et d'AMH Régression canaux de Müller Croissance des canaux de Wolff	Pas de production hormonale Croissance des canaux de Müller Régression des canaux de Wolff Constitution du stock d'ovocytes
	16 s		
	18 s	Interruption du fonctionnement testiculaire	Interruption du fonctionnement ovarien
NAISSANCE			
<b>4. Puberté</b> Appareil génital fonctionnel	8 a	Interruption du fonctionnement testiculaire	Production d'hormones sexuelles Développement des caractères sexuels secondaires
	10 a	Production d'hormones sexuelles Développement caractères sexuels secondaires	
	14 a		

Comment est assuré le contrôle du comportement et du fonctionnement sexuel ?



QUOI ?	QUAND ?	COMMENT ?	OÙ ?
<p>détermination du sexe génétique : le spermatozoïde est porteur de 23 chromosomes dont un chromosome sexuel, X ou Y. L'ovocyte porte également 23 chromosomes, dont un chromosome sexuel X. Au moment de la fécondation, les noyaux des gamètes fusionnent et partagent leur patrimoine génétique. L'œuf, et par la suite toutes les cellules non sexuelles de l'individu, possède 46 chromosomes dont 2 chromosomes sexuels : XY pour le sexe masculin, XX pour le sexe féminin.</p>	<p>dès la fécondation</p>		
<p>la partie externe des organes génitaux est de mêmes caractéristiques chez les embryons masculins et féminins</p>	<p>avant la 8<sup>e</sup> semaine de grossesse (soit la 10<sup>e</sup> semaine d'aménorrhée)</p>	<p>À l'intérieur du corps, les gonades ne sont pas encore différenciées, et l'appareil génital comprend tous les éléments nécessaires à l'orientation vers l'un ou l'autre des deux sexes : les canaux de Wolff et les canaux de Müller.</p>	<p>partie externe des organes génitaux</p>
<p>détermination du sexe exprimé par des caractères à toutes les échelles (molécules, cellules, organes)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- caractères sexuels primordiaux : testicules et ovaires</li> <li>- caractères sexuels primaires : organes génitaux et voies génitales</li> <li>- caractères sexuels secondaires : différenciation anatomique entre homme et femme, comportement sexuel</li> </ul>			

## BILAN :

---

SAUF EXCEPTION, ON NAÎT BIOLOGIQUEMENT HOMME OU FEMME. DEVENIR HOMME OU FEMME EST UN CHEMINEMENT QUI PASSE PAR 4 ÉTAPES :

### - 1/ LA FÉCONDATION DÉTERMINE LE SEXE GÉNÉTIQUE

LA MISE EN COMMUN DES 23 CHROMOSOMES MÂLES ET FEMELLES DES 2 NOYAUX DES 2 GAMÈTES INCLUT CELLE DES CHROMOSOMES SEXUELS : XX CONDUIT À UN SEXE PHÉNOTYPIQUE FEMELLE ET XY MÂLE SAUF TRÈS TRÈS RARES EXCEPTIONS.

### - 2/ LE SEXE GÉNÉTIQUE INDUIT LE SEXE GONADIQUE

LE GÈNE SRY DU CHROMOSOME Y INDUIT LA SYNTHÈSE D'UNE PROTÉINE SRY QUI DÉTERMINE UN SEXE GONADIQUE MÂLE (TESTICULES) : SON ABSENCE INDUIT UN SEXE GONADIQUE FEMELLE.

### - 3/ LE SEXE GONADIQUE INDUIT LE SEXE PHÉNOTYPIQUE DIFFÉRENCIÉ

LES GONADES (SEXUELS) HÉBERGENT ET MULTIPLIENT LES CELLULES SEXUELLES QUI SERONT À L'ORIGINE DES GAMÈTES ET SÉCRÈTENT LES HORMONES SEXUELLES.

LES VOIES GÉNITALES (SEXUELS) SE DIFFÉRENCIENT : ELLES PERMETTENT LA COPULATION, LA GESTATION.

LES GLANDES ANNEXES (VÉSICULES SÉMINALES ET PROSTATE CHEZ L'HOMME QUI PERMETTENT DE CONSTITUER UN SPERME DE BONNE QUALITÉ , GLANDES DE BARTHOLIN ET DE SKÈNE CHEZ LA FEMME QUI FAVORISENT LA LUBRIFICATION) ASSURENT DONC DIVERS RÔLES COMME, PAR EXEMPLE, CHEZ LA FEMME ÉGALEMENT LA LACTATION.

### - 4/ LE SEXE PHÉNOTYPIQUE DIFFÉRENCIÉ DEVIENT FONCTIONNEL À LA PUBERTÉ

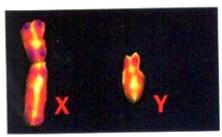
SOUS L'ACTION DE LEURS PROPRES SÉCRÉTIONS CROISSANTES D'HORMONES SEXUELLES, LES GONADES SYNTHÉTISENT DEPUIS LEURS CELLULES SOUCHES DES GAMÈTES DESTINÉS À SE RENCONTRER AU COURS DE LA FÉCONDATION POUR FORMER UN NOUVEL INDIVIDU DE L'ESPÈCE QUI AURA À SON TOUR SON PROPRE SEXE GÉNÉTIQUE.

CEPENDANT, DES ANOMALIES RARES CARYOTYPIQUES EXISTENT. MAIS LA NATURE D'UN PHÉNOMÈNE NE SE DÉFINIT PAR SES DYSFONCTIONNEMENTS, MÊME SI CEUX-CI SONT TRÈS UTILES POUR EXPLORER SES MÉCANISMES. COMME IL S'AGIT D'UN PHÉNOMÈNE GLOBAL VITAL, UNE DES GRANDES FONCTIONS DU VIVANT, QUI SE RÉFÈRE D'AVANTAGE À L'ESPÈCE QU'À L'INDIVIDU (SEULE L'ESPÈCE DOIT OBLIGATOIREMENT SE REPRODUIRE ET NON L'INDIVIDU), IL FAUT DONC ESSAYER DE COMPRENDRE LES FONCTIONS DES CELLULES ET DES ORGANES COMME FAISANT PARTIE D'UNE FONCTION STABLE (HOMÉOSTASE) QUI PERMET, EN ABSENCE D'ANOMALIE, DE SYNTHÉTISER DES HORMONES ET DES GAMÈTES.

LES PHÉNOTYPES MASCULIN ET FÉMININ SE DISTINGUENT PAR DES DIFFÉRENCES ANATOMIQUES, PHYSIOLOGIQUES, ET CHROMOSOMIQUES. LA MISE EN PLACE DES STRUCTURES ET DE LA FONCTIONNALITÉ DES APPAREILS SEXUELS SE RÉALISE, SOUS LE CONTRÔLE DU GÉNOME DE L'INDIVIDU ET DE SON EXPRESSION NOTAMMENT PAR LES PROTÉINES INITIANT LA DIFFÉRENCIATION DES APPAREILS GÉNITAUX ET LES HORMONES SEXUELLES DE LA FÉCONDATION EN PASSANT PAR LE DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE ET FOETAL ET LA PUBERTÉ. DU POINT DE VUE DES NEUROSCIENCES, ON EN EST ENCORE AUX BALBUTIEMENTS DANS LA COMPRÉHENSION DE LA MANIÈRE DONT LE SEXE IMPRÈGNE TOUS LES PROCESSUS PHYSIOLOGIQUES, SENSORIELS, COGNITIFS...

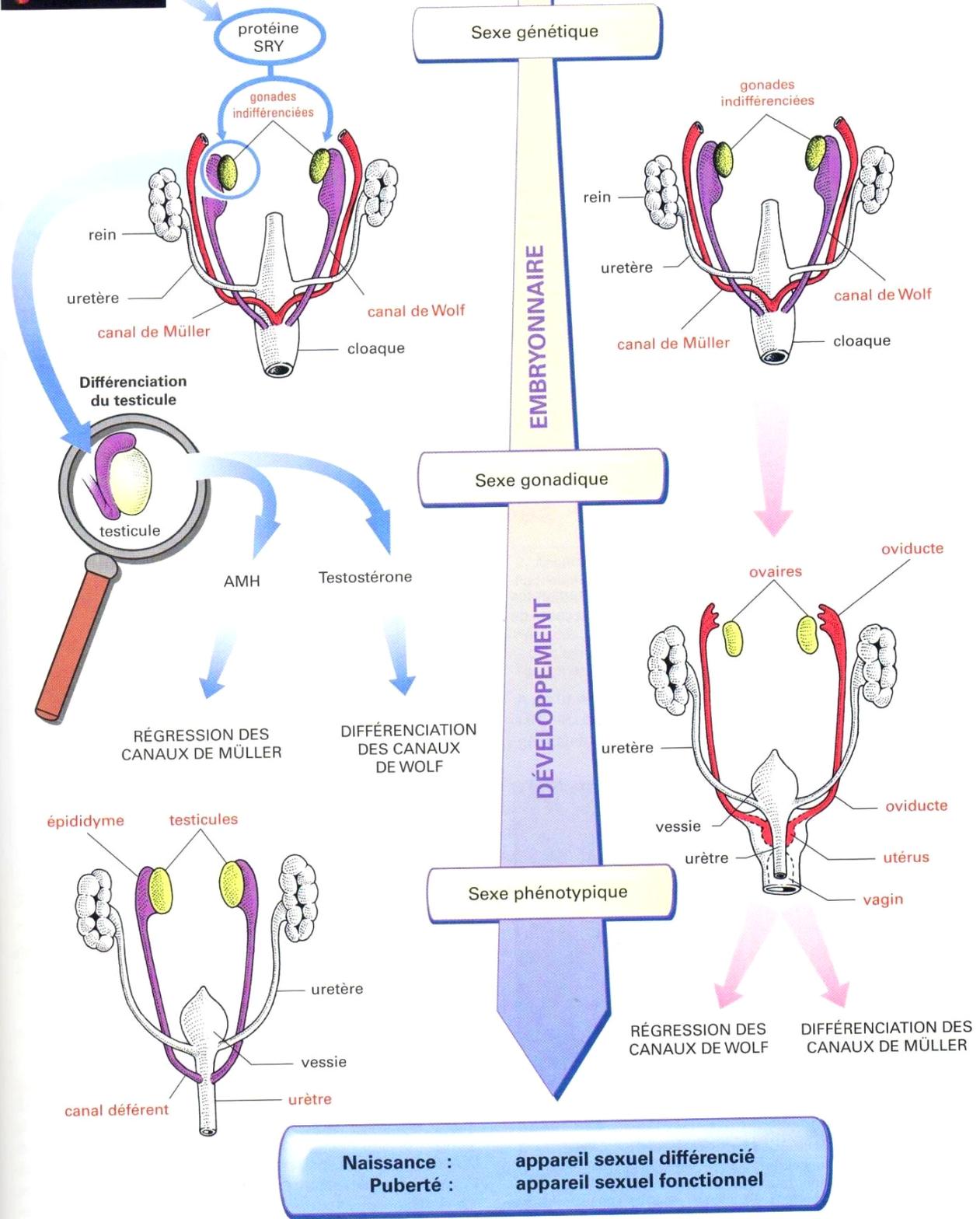
---

# Du sexe génétique au sexe phénotypique



Mâle ♂

Femelle ♀



QUOI ?	QUAND ?	COMMENT ?	OÙ ?
<ul style="list-style-type: none"> <li>- : chez le garçon, la production de testostérone par les cellules de Leydig des testicules provoque le développement des canaux de Wolff, qui deviennent les canaux déférents</li> <li>- l'hormone anti-müllérienne (AMH) produite également par les testicules, provoque la disparition des canaux de Müller</li> <li>- : chez la fille, en l'absence des hormones d'origine testiculaire, les canaux de Wolff disparaissent tandis que les canaux de Müller deviennent les trompes de Fallope, l'utérus et le vagin. Les follicules ovariens commencent à se former dès cette période</li> </ul>	<p>après la 8<sup>e</sup> semaine de grossesse</p>	<p>sous contrôle hormonal</p>	
<p>appareil génital dont le sexe est clairement identifiable</p>	<p>à la naissance</p>		<p>au niveau morphologique et anatomique</p>
<p>Les appareils génitaux arrivent à maturité ce qui donne aux individus la capacité de procréer.</p> <p>: La production de gamètes est continue chez l'homme, les spermatozoïdes sont en effet fabriqués au fur et à mesure durant tout le reste de sa vie. Les pics hormonaux de testostérone permettent le développement des caractères sexuels secondaires de l'individu : la pilosité se développe de manière générale sur tout le corps, et en particulier au niveau du visage, les cordes vocales s'épaississent et la voix devient plus grave (c'est la mue), la musculature se développe, le pénis et les testicules augmentent de volume</p> <p>Chez la femme, le stock de futurs ovocytes est déjà constitué à la naissance, leur maturation sera discontinue et suivra les cycles des hormones sexuelles, à raison de la production d'un ovocyte mature tous les 28 jours, au moment de l'ovulation. La production s'arrête à l'arrêt de la sécrétion des hormones œstrogènes, vers l'âge de 50 ans, c'est la ménopause.</p> <p>Les pics hormonaux d'œstrogènes et de progestérone chez la jeune femme permettent le développement des caractères sexuels secondaires qui est l'aboutissement du sexe observable de l'individu : la pilosité se développe en particulier sous les aisselles et au niveau du pubis, les seins augmentent de volume, les hanches s'élargissent, les règles apparaissent</p>	<p>à la puberté :</p> <p>10 à 14 chez le garçon (12 ans en moyenne)</p> <p>8 à 13 ans chez la fille (11 ans en moyenne)</p>		

