

La reproduction humaine

Chapitre I : la fonction reproductrice chez l'homme

I- Introduction :

Pour assurer sa continuité, l'espèce humaine pratique une fonction assez importante qui permet la multiplication des individus et la poursuite de la vie : c'est la reproduction. Cette fonction n'est possible qu'à partir d'un couple de deux sexes différents qui ont atteint le stade de la puberté caractérisée par des transformations anatomiques et surtout physiologiques.

- Quelles sont les particularités structurales et fonctionnelles des deux appareils génitaux male et femelle à l'origine du pouvoir fertilisant ?

- Les produits de synthèse des appareils génitaux (male et femelle), étant des gamètes males et gamètes femelles, comment assurent la fécondation et l'obtention d'un œuf humain (structures des gamètes et phases de la fécondation) ?

II- Organisation de l'appareil génital de l'homme : (Activité 1)

La fonction reproductrice chez l'homme est assurée grâce à un appareil bien défini qui, à partir de la puberté, devient assez mature et joue son rôle prépondérant et de façon continue.

Chez l'homme, l'appareil génital est partiellement confondu avec l'appareil urinaire ainsi on parle de l'appareil urogénital formé par :

✓ Les gonades, les voies génitales, les glandes annexes et l'organe de copulation

Les gonades	Les voies génitales	Les glandes annexes	Organe de copulation
<u>Deux testicules :</u> Production des spzs et de l'hormone sexuelle masculine	<u>Deux épididymes :</u> Stockage des spz ainsi que la nutrition <u>Deux canaux déférents ou spermiductes et un seul urètre :</u> Conduisant le sperme et l'urine	<u>Deux vésicules séminales:</u> secrètent différents substances parmi lesquelles on cite le fructose nécessaire pour la nutrition des spzs <u>Une prostate :</u> produit une enzyme qui transforme le fructose en glucose qui sera utilisé comme source d'énergie par les spzs. <u>Deux glandes de Cowper :</u> secrètent un liquide diluant les spermatozoïdes (pour empêcher les SPZ de s'attacher l'un à l'autre).	<u>Le pénis ou verge :</u> Organe d'accouplement

N.B : Le sperme est un liquide blanc visqueux formé d'un mélange de liquide séminal et prostatique et de spz. Un millilitre de sperme renferme de 100 à 180 millions de SPZ.

III- Structure histologique du testicule :

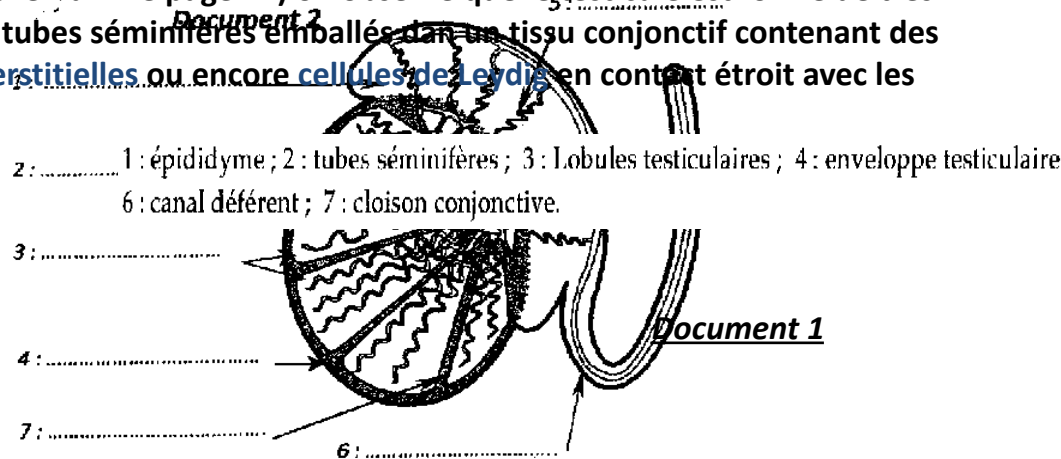
1/- observation des coupes du testicule : (Activité 2)

Le testicule est un organe ovoïde. Sur une coupe longitudinale du testicule (document 1) on observe que l'intérieur du testicule est formé par des lobules testiculaires (200 à 300 lobules)

séparés par du tissu conjonctif richement vascularisé. Chaque lobule contient 1 à 4 canaux contournés se sont les **tubes séminifères**.

Chaque testicule contient environ 1000 tubes séminifères tous ces tubes débouchent dans le canal de l'épididyme.

Sur une coupe transversale (schéma livre page 17) on observe que le testicule est formé de très nombreux canaux, se sont les tubes séminifères emballés dans un tissu conjonctif contenant des cellules nommées **cellules interstitielles** ou encore **cellules de Leydig** en contact étroit avec les capillaires sanguins.



Résolution :

Document 4 :

2/- Structure du tube séminifère : (Activité 3)

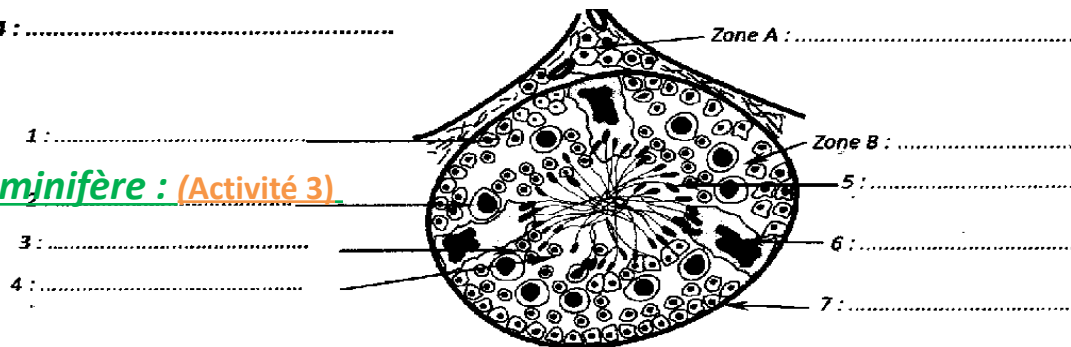


Figure a :

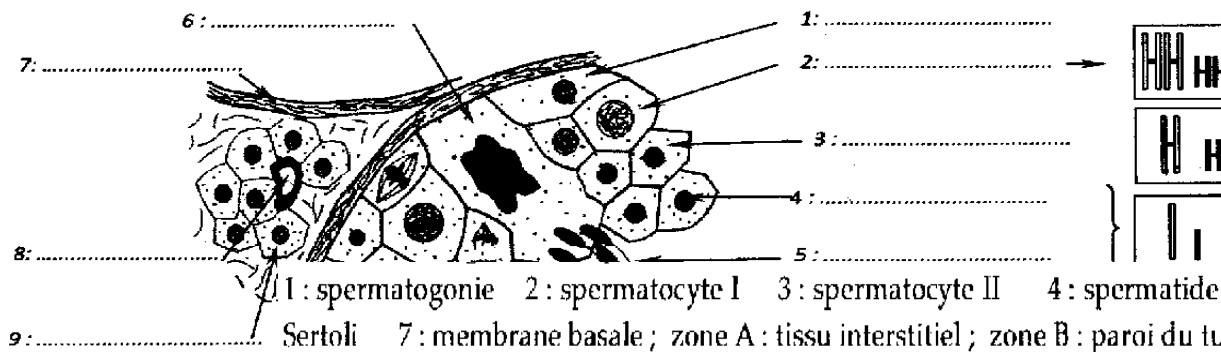


Figure b :

1 : spermatogonie ; 2 : spermatocyte I ; 3 : spermatocyte II ; 4 : spermatide ;
5 : Sertoli ; 6 : membrane basale ; 7 : capillaire sanguin ; 8 : cellule de Leydig ; 9 : 10 :

Résolution :

Un tube séminifère est un tube creux dont la paroi présente deux sortes de constituants :

- ✓ Les cellules germinales ou cellules souches des gamètes mâles qui sont de l'extérieur vers l'intérieur :

Les spermatogonies

Les spermatocytes de premier ordre ou spermatocytes I

Les spermatocytes de deuxième ordre ou spermatocytes II

Les spermatides

Les spermatozoïdes

- ✓ Les cellules de Sertoli qui s'étendent de la membrane basale du tube séminifère jusqu'à sa lumière possédant un noyau polygonal.

3/- les cellules interstitielles :

Les cellules interstitielles (formant le tissu interstitiel) occupent l'espace compris entre les tubes séminifères. Ce tissu est formé par des cellules isolées ou en amas ; les cellules de Leydig richement vascularisées.

IV- Fonctions du testicule :

Le testicule ou gonade mâle assure une double fonction :

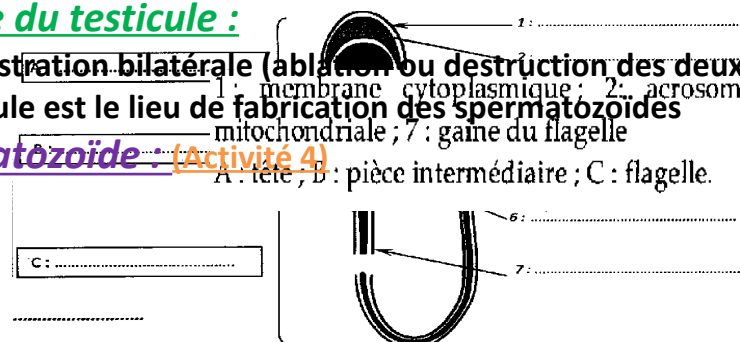
- ✓ Une fonction exocrine : la production du spz c'est la fonction qui assure la fertilité de l'individu
- ✓ Une fonction endocrine : c'est le déterminisme des caractères sexuels.

1/- La fonction exocrine du testicule :

Un individu subissant une castration bilatérale (ablation ou destruction des deux testicules) devient stérile donc le testicule est le lieu de fabrication des spermatozoïdes

a/- Structure du spermatozoïde :

(Activité 4)



Résolution :

Le spermatozoïde ou gamète mâle est une petite cellule mobile formée de trois parties :

- ✓ Tête
- ✓ Pièce intermédiaire
- ✓ Flagelle

Tête	Pièce intermédiaire	Flagelle
Formée par une membrane cytoplasmique qui délimite une fine pellicule du cytoplasme dans lequel baigne un noyau dense coiffé par un acrosome. Sous le noyau il y a un centriole	Formée par un manchon de mitochondries qui fournissent de l'énergie nécessaire à la survie et aux mouvements des spzs.	C'est une longue queue animée de mouvements ondulatoire ce qui propulse le spz vers l'avant.

Le spz transporte l'information génétique paternelle sous forme de 23 chromosomes simples dans les voies génitales femelles.

b/- La spermatogenèse : (Activité 5)

La spermatogenèse est le processus permettant la formation des spzs à partir des cellules germinales. C'est un phénomène continu qui se déroule dans les tubes séminifères sans interruption de la puberté jusqu'à la mort. La spermatogenèse se déroule en quatre phases successives qui sont :

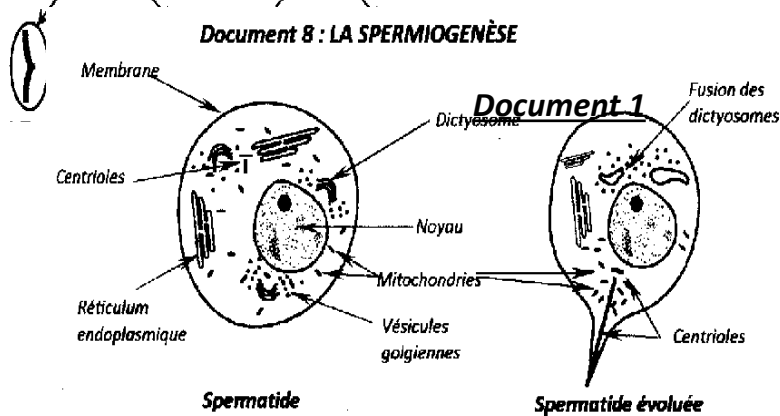
- ✓ Phase de multiplication
- ✓ Phase d'accroissement
- ✓ Phase de maturation
- ✓ Phase de différenciation ou spermiogenèse

Phase de multiplication	Phase d'accroissement	Phase de maturation	Phase de différenciation
Les spermatogonies ; cellules souches à 2nch entiers se multiplient activement par simples mitoses pour donner plusieurs spermatogonies toujours à 2nch entiers ou dupliqués.	Les spermatogonies ayant terminés leur multiplication subissent une légère augmentation de volume suite à des accumulations des réserves cytoplasmiques et une synthèse d'ADN dans le noyau. On obtient alors des nouvelles cellules	Chaque spermatocyte I subit les deux divisions méiotiques : Une réductionnelle qui donne deux cellules haploïdes (à nch entiers) nommées spermatocytes II Une équationnelle donnant à partir des 2 spermatocytes II 4 cellules haploïdes (à nch simples) appelées spermatides (Activité 5 document 1)	Ou encore spermiogenèse. Au contact avec les cellules de Sertoli chaque spermatide évolue en spermatozoïde par perte de cytoplasme, une condensation du noyau ainsi que la formation de l'acrosome et du

Remarque : Au cours de la phase de multiplication, un spermatogonie se divise par simple mitose en deux cellules une va être engager dans les différentes étapes de la spermatogénèse alors que l'autre sera stocké dans la **périphérie du tube séminifère** pour conserver le stock des cellules germinales.

Division
réductionnelle

Division
équationnelle



Document 2

Bilan : (Activité 5 document 3)

Étapes	Schémas	Noms des cellules	Nombre de chr.
.....			
.....			
.....			
.....			

Résolution :

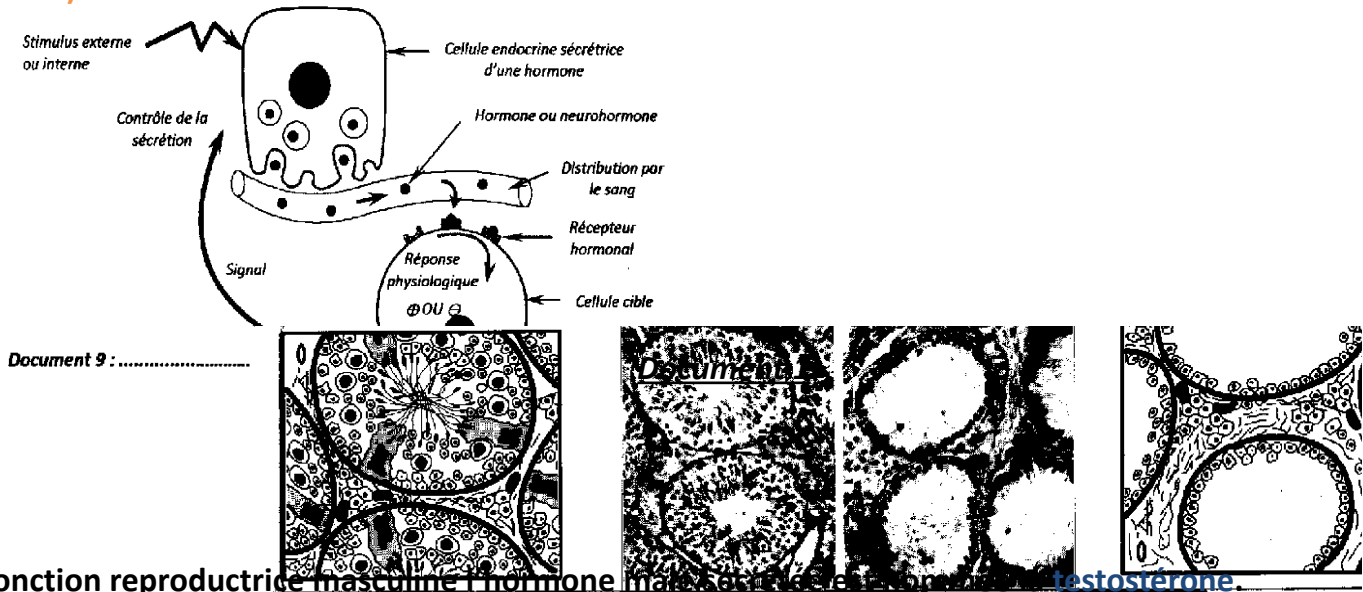
Étapes	Schémas	Noms des cellules	Nombre de chr.
Multiplication		Spermatogonies	2n chrs
Accroissement		Spermatocyte I	2n chrs dupliqués
Maturation		2spermatocytes II 4 spermatides	n chrs dupliqués n chrs simples
Différenciation		4 spermatozoïdes	n chrs simples

2/- La fonction endocrine du testicule : (Activité 6)

Les testicules agissent sur l'apparition et le maintien des caractères sexuels masculins (I^{aires} et II^{aires} tels que l'apparition des pilosités, la voix qui devient aigu et la musculature) ainsi que sur le

déroulement de la spermatogenèse. Cette action se fait par la production des substances chimiques appelées hormones.

Une hormone est un messenger chimique sécrété par une glande endocrine, déversée dans le sang et qui agit à distance sur des cellules cibles possédant leurs récepteurs spécifiques. (Activité 6 document 1)



Dans la fonction reproductrice masculine l'hormone mâle sécrétée est la testostérone. Quelle est la structure testiculaire qui sécrète la testostérone ?

a/- Données cliniques : (Activité 6 document 2)
 La cryptorchidie est une anomalie qui affecte la descente des testicules de la cavité abdominale vers les bourses au cours de la vie fœtale. Les individus cryptorchides présentent des caractères sexuels secondaires normaux mais, sont moins féconds parfois stériles. La fig.1 représente une coupe de testicule d'un individu normal, alors que la fig.2 représente la coupe de testicule d'un cryptorchide. Comparez ces 2 figures. Que peut-on déduire ?

Document 2

La comparaison de deux coupes de testicules l'une normale l'autre cryptorchide est donnée dans le tableau suivant :

	Individu normal	Individu cryptorchide
Différences	✓ Lumière de tube séminifère étroit ✓ Présence de toutes les cellules sexuelles (spermatogonies, spermatocytes I, spermatocytes II, spermatides et spermatozoïdes)	✓ Lumière de tube séminifère vaste ✓ Présence de quelques spermatogonies seulement
Ressemblances	Présence du tissu interstitiel	

b/- Données expérimentales : (Activité 6 document 3)

Dégagez des conclusions à partir des résultats des expériences suivantes.

Expériences	Résultats	Conclusions
1) On castré un animal jeune impubère. Castration : ablation des testicules.	L'animal reste toujours impubère.	
2) On castré un animal adulte fertile.	♦ Stérilité. ♦ Régression des caractères sexuels secondaires. ♦ Atrophie du tractus génital : vésicules séminales et prostate.	
3) On greffe un testicule sous la peau d'un castrat adulte.	♦ Toujours stérilité. ♦ Restauration des CSS disparus et du tractus génital.	
4) On injecte chaque jour à un castrat des extraits testiculaires.	Même résultats que l'expérience précédente.	
5) On irradie les testicules d'un rat adulte aux rayons X : destruction des tubes séminifères, le tissu interstitiel est intact.	♦ Stérilité ♦ Maintien des CSS et du tractus génital.	

Document 3

Résolution :

Expérience 1 : les testicules sont responsables de l'apparition des signes de la puberté.

Expérience 2 : les testicules sont responsables de la fertilité, du développement du tractus génital et du maintien des caractères sexuels secondaires à l'âge adulte.

Expérience 3 : Les testicules agissent sur les CSS à distance par voie sanguine : par des hormones

Expérience 4 : les extraits testiculaires contiennent des hormones mâles qui sont responsables du développement et du maintien des caractères sexuels.

Expérience 5 : le tissu interstitiel (cellules de Leydig) intervient dans le maintien des caractères sexuels secondaires et du tractus génital par la production d'hormones.

La testostérone est une hormone masculinisant produite par les cellules de Leydig

V- Le rôle du complexe hypothalamo-hypophysaire sur le fonctionnement testiculaire : (Activité 7)

1/- Structure de l'axe hypothalamo-hypophysaire : (Activité 7 document 1)

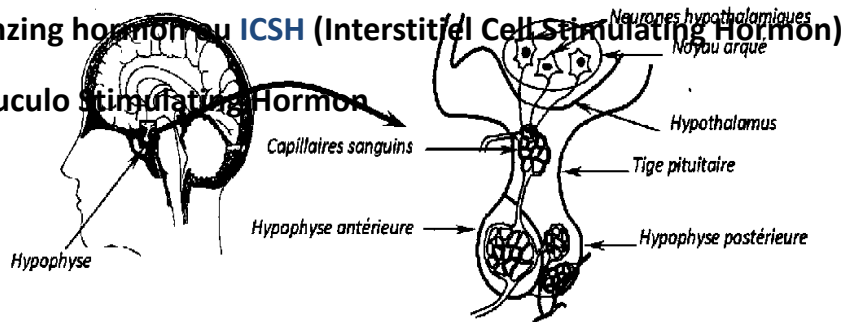
A la base du cerveau il existe une petite glande minuscule nommée hypophyse (1cm^3 , 4 à 5g) formée principalement de 2 parties :

- ✓ Hypophyse antérieur ou antéhypophyse
- ✓ Hypophyse postérieur ou posthypophyse

En plus on distingue la présence d'une autre glande endocrine nommée **hypothalamus** formé par un ensemble des neurones reliée à l'hypophyse par la tige pituitaire qui sécrète à son tour une **neurohormone** nommée **GnRh**

L'hypophyse antérieure est le siège des sécrétions hormonales intervenant dans le mécanisme de régulation du fonctionnement testiculaire ces hormones sont nommées les **gonadostimulines** ou **gonadotrophines** qui sont de deux types :

- ✓ La **LH** ou luteinzing hormone ou **ICSH** (Interstitial Cell Stimulating Hormon)
- ✓ La **FSH** ou Folluculo Stimulating Hormon



Document 1

1. Rôle de l'hypophyse. Dégagez des conclusions pour les expériences suivantes.

Expériences	Résultats	Conclusions
1. Ablation de l'hypophyse (hypophysectomie) chez un rat adulte.	Mise au repos des testicules : les tubes séminifères se vident de leurs cellules germinales et le tissu interstitiel régresse.	
2. Implantation d'un greffon hypophysaire ou greffe d'une hypophyse en place chez ce rat.	Reprise du fonctionnement testiculaire pendant la durée du traitement.	

2/- Mise en évidence expérimentale du contrôle hypothalamo-hypophysaire : (Activité 7 document 2)

2. Rôle des hormones hypophysaires.

Expériences	Résultats	Conclusions
1. Une injection de LH chez un rat hypophysectomisé.	Dès la 20 ^{ème} minute : augmentation du taux sanguin de testostérone qui se maintient pendant 3 j. Pas de reprise de la spermatogenèse.	
2. Injection de FSH.	Développement des cellules de Sertoli et multiplication des spermatogonies Pas de spermatozoïdes	
3. Injection combinée de FSH et de LH.	Production de testostérone Multiplication des cellules germinales Reprise de la spermatogenèse.	

3. Rôle de l'hypothalamus.

Expériences	Résultats	Conclusions
Lésion de certains noyaux hypothalamiques	Arrêt de sécrétion des gonadostimulines et par la suite atrophie des testicules.	
Section ou ligature de la tige pituitaire. (Ou greffe d'une hypophyse après son ablation à un endroit quelconque)	Arrêt de sécrétion des gonadostimulines	
Micro-injection discontinues d'extraits hypothalamiques dans la circulation sanguine de la tige pituitaire sectionnée	Reprise de sécrétion des gonadostimulines	
Micro-injection continues d'extraits hypothalamiques dans la circulation sanguine de la tige pituitaire sectionnée	Pas de reprise de sécrétion des gonadostimulines	

Document 2

2) Rôle des hormones hypophysaires

Résolution :

1) Rôle de l'hypophyse :

Expérience 1 : l'hypophyse est nécessaire à la production de gamètes

Expérience 2 : l'hypophyse agit sur la production de gamètes sanguins.

3) Rôle de l'hypothalamus

Expérience 1 : l'hypothalamus contrôle directement l'hypophyse et indirectement le testicule.

Expérience 2 : la relation entre l'hypothalamus et l'hypophyse est sanguine, elle s'effectue à distance.

Expérience 3 : les extraits hypothalamiques renferment une hormone stimulant la sécrétion des hormones hypophysaires. Cette hormone agit de façon discontinue.

Expérience 4 : la sécrétion continue de l'hormone hypothalamique est sans effet sur l'hypophyse.

3/- Conclusion :

- ✓ La LH est une hormone hypophysaire agissant sur les cellules interstitielles, stimule la sécrétion de la testostérone
- ✓ La FSH est une hormone hypophysaire qui active indirectement la spermatogenèse. En effet, en se liant aux récepteurs des cellules de Sertoli, la FSH stimule la synthèse par ces cellules d'une protéine nommée l'**ABP** indispensable à la réception de la testostérone par les cellules germinales ce qui active la spermatogenèse.

Remarque : **Mode de sécrétion des hormones : GnRh, LH-FSH et testostérone :**

(Activité 7 document 3)

D'après ces graphes, le mode de sécrétion de ces hormones (GnRh, LH et testostérone) est caractérisé par :

- Sécrétions sous forme de pulses ; ce sont des sécrétions pulsatiles
- Une proportionnalité c à d un pic de GnRh est suivi d'un pic de LH qui est suivi d'un pic de testostérone.
- La sécrétion de la LH est décalée dans le temps par rapport à celle de GnRh.
- La sécrétion de la testostérone est décalée dans le temps par rapport à celle de LH.

➡ Relation de causalité entre les trois sécrétions.

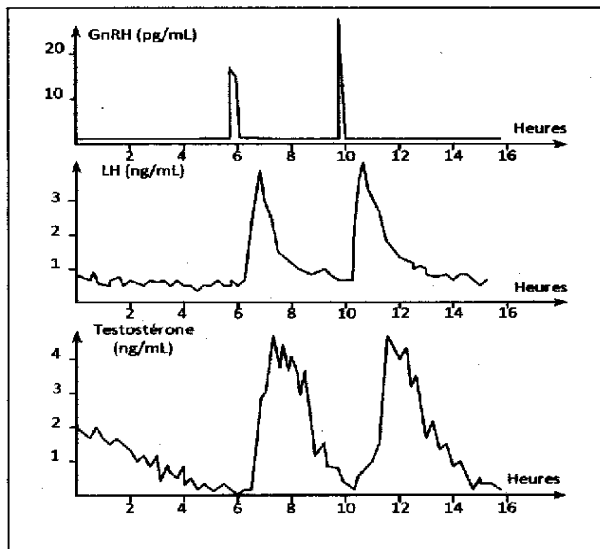
Les pulses de GnRh hypothalamiques induisent (engendrent) la sécrétion pulsatile de la LH hypophysaire ; le décalage dans le temps s'explique par le temps que mettent les molécules de la GnRh pour atteindre les cellules cibles hypophysaires et par le temps que mettent ces cellules pour réagir et produire la LH.

Les pulses de la LH hypophysaires induisent la sécrétion pulsatile de la testostérone; le décalage dans le temps s'explique par le temps que mettent les molécules de la LH pour atteindre les cellules de Leydig et par le temps que mettent ces cellules pour réagir et produire la testostérone.

BILAN

La sécrétion de GnRh est pulsatile. La sécrétion de LH et de testostérone sont également pulsatiles avec des pics de sécrétion qui sont légèrement décalés dans le temps par rapport aux pics de GnRh ce qui montre qu'il y a une relation de causalité entre les trois sécrétions : les pulses de GnRh entraînent les pulses de LH qui entraînent les pulses de testostérone.

Remarque : La sécrétion de FSH est pulsatile et est synchronisée avec celle de LH



Document 3

L'axe hypothalamo-hypophysaire a une action sur les testicules. Est ce le contraire est vrai ?

4/- Le rétrocontrôle hypophysaire :

a/- Rôle des testicules :

- **Hypothèse** : Les testicules agissent sur l'activité du complexe hypothalamo-hypophysaire.
- **Vérification expérimentale de l'hypothèse**

Expériences	Résultats
1- Castration bilatérale d'un rat adulte.	Elévation du taux plasmique de FSH et LH.
2- Injection massive de testostérone à un rat male castré.	Arrêt des pulses de GnRh puis de FSH et LH

Expérience 1 ➡ Dans les conditions normales (absence de castration), les testicules en place exercent par leur sécrétions hormonales (testostérone) une action inhibitrice (action modératrice=action frénatrice) permanente sur l'activité hormonale hypophysaire (freine la sécrétion de LH et de FSH).

En absence de testicules (suite à la castration), cette action inhibitrice est levée (l'hypophyse n'étant plus soumis à cette inhibition exercée par les testicules).Il se produit alors une augmentation de la production des gonadostimulines (LH et FSH)

Expérience 2 ➡ La testostérone, à forte dose, exerce une action inhibitrice (modératrice =frénatrice) sur l'activité hormonale hypothalamique bloquant (freinant=inhibant) ainsi la sécrétion de GnRh. L'hypophyse n'étant plus stimulé par la GnRh abaisse (arrête) sa production de FSH et LH.

b/- Conclusion :

Les testicules, par leurs sécrétions hormonales, exercent en permanence un effet modérateur (rétrocontrôle négatif) sur l'activité hormonale du complexe hypothalamo-hypophysaire. Ce feedback a pour but de maintenir la production de la testostérone à une valeur normale :

- Taux élevé de testostérone ➡ inhibition de l'activité du complexe hypothalamo-hypophysaire ➡ testicules moins stimulés ➡ baisse de production de testostérone.

- Taux faible de testostérone ➡ hyper activation du complexe hypothalamo- hypophysaire ➡ stimulation des testicules ➡ augmentation de sécrétion de testostérone.

D'autre part, une hormone dite **inhibine** sécrétée par les cellules de Sertoli, exerce un rétrocontrôle négatif sur la sécrétion de FSH par les cellules hypophysaires. Ce rétrocontrôle négatif a pour but de maintenir la production des SPZ à une valeur normale.

La concentration de l'inhibine varie selon l'activité de la spermatogenèse :

Si la spermatogenèse est déficiente, le taux de l'inhibine diminue ce qui stimule la sécrétion de FSH.

Si la spermatogenèse est active, le taux de l'inhibine augmente ce qui inhibe la sécrétion de FSH.

c/- Bilan des relations : (Animation)