

Chapitre 1 : LA FONCTION REPRODUCTRICE CHEZ L'HOMME

C'est à partir de la **puberté**, vers l'âge de 12-13 ans, que les organes de l'appareil génital mâle entrent en activité. Le corps de l'enfant subit des transformations aussi bien anatomiques, physiologiques que psychiques, pour acquérir la fonction de reproduction. Parmi les manifestations de la puberté on peut citer :

- Une poussée de croissance avec une augmentation de la taille
- Un développement de la musculature
- Un développement des testicules
- L'apparition de poils sur le pubis puis les aisselles, la face, le thorax et enfin les membres
- La modification de la voix
- Des éjaculations involontaires de sperme durant le sommeil appelées : « pollutions nocturnes »
- L'éveil des besoins sexuels

Ces caractères constituent **les caractères sexuels secondaires**. Les organes génitaux externes et les glandes annexes constituent **les caractères sexuels primaires**.

OBJECTIFS

- 📖 Identifier les structures et les fonctions du testicule
- 📖 Décrire la spermatogenèse
- 📖 Expliquer l'origine des caractères sexuels secondaires
- 📖 Expliquer le mécanisme de régulation du fonctionnement de l'appareil génital mâle

S INTERROGER

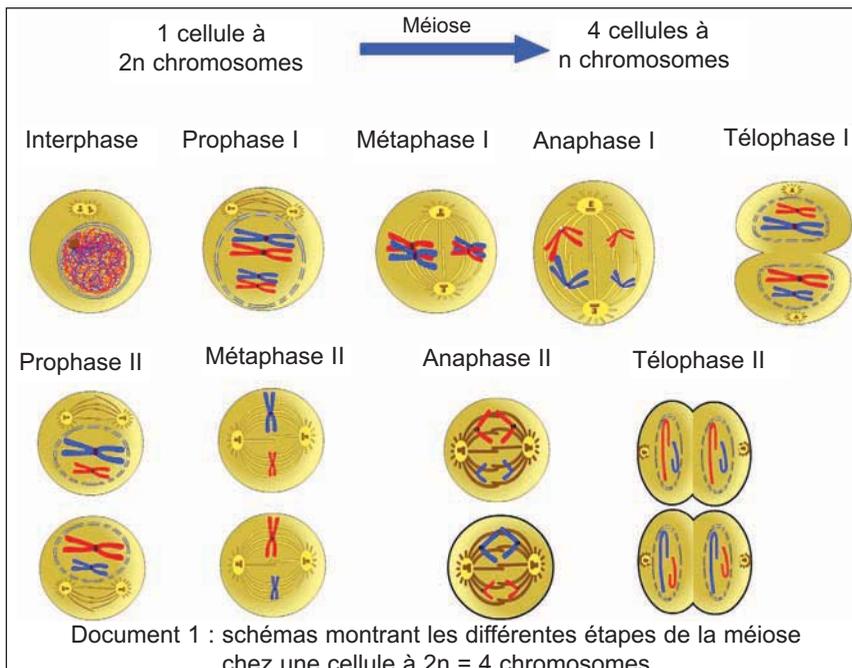


L'adolescent qui remarque les manifestations de la puberté qui affectent son corps, peut se poser les questions suivantes :

- Où et comment se forme le sperme ? de quoi est-il formé ?
- Quelle est l'origine des caractères sexuels secondaires ?
- Le fonctionnement de l'appareil génital mâle est-il soumis à un contrôle ?

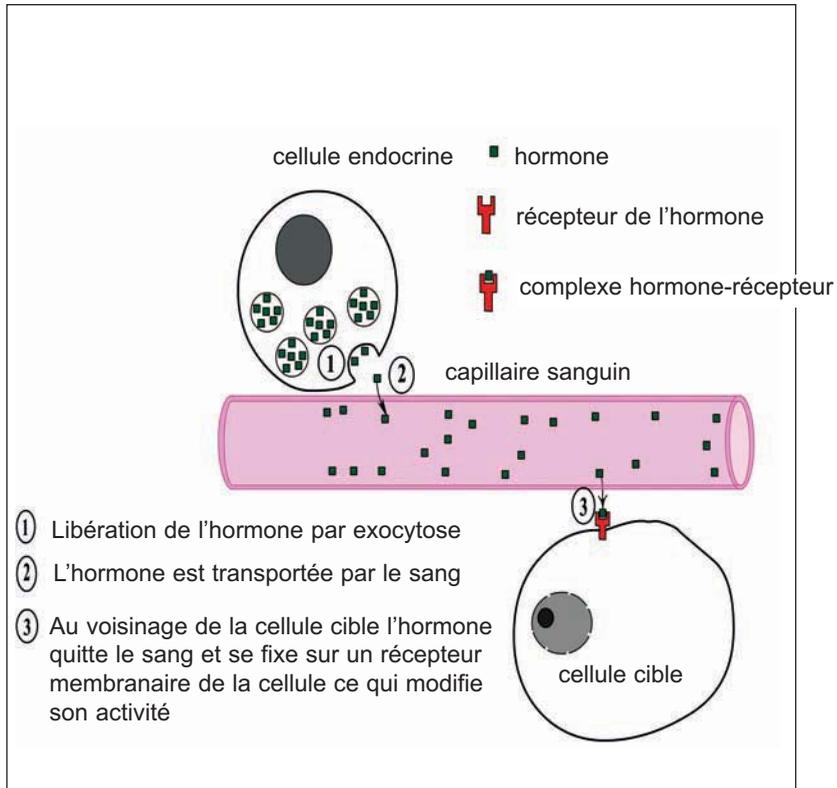
S SE RAPPELER

1- La méiose : division cellulaire qui intervient dans la formation des cellules sexuelles haploïdes (ou gamètes à n chromosomes), à partir d'une cellule germinale (ou cellule souche) diploïde (à $2n$ chromosomes). Elle comprend deux divisions : la première (I) est une division réductionnelle et la deuxième (II) est une division équationnelle. Chacune des deux divisions comporte 4 phases comme le montre le document 1.



2- Notions d'hormone et de glande endocrine :

Une **hormone** est une substance chimique élaborée par des cellules spécialisées, parfois regroupées à l'intérieur d'une **glande** (glande hormonale ou **endocrine**). Ce **messager chimique** déversé dans le **sang** agit sur des **cellules cibles** dont il modifie le fonctionnement. Chaque hormone reconnaît «sa» cellule cible grâce à des récepteurs spécifiques. Dans toute action hormonale, on retrouve les mêmes étapes.
(document 2) :



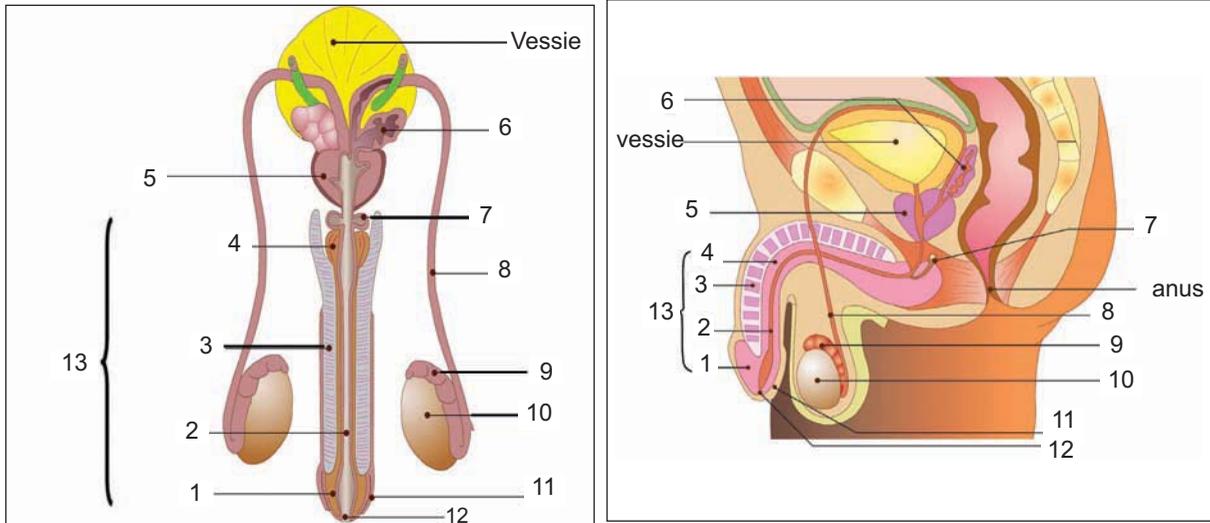
Document 2 : sécrétion et mode d'action d'une hormone (l'insuline)

- la synthèse de l'hormone après stimulation des cellules sécrétrices,
- son transport par voie sanguine,
- sa réception par les cellules cibles,
- la traduction du message à l'intérieur de la cellule

Rechercher et construire

I Organisation de l'appareil génital masculin

Activité 1 : se rappeler l'organisation de l'appareil génital de l'homme



a - Vue de face

b - Vue de profil

Document 3 : organisation de l'appareil génital de l'homme

- Utiliser les termes suivants pour annoter le document 3.
Prostate - vésicule séminale - gland - corps spongieux - corps caverneux - canal déférent - prépuce - glande de Cowper - testicule - épididyme - urètre - pénis ou verge - orifice uro-génital
- En s'appuyant sur vos connaissances et sur le document 3, reproduire et compléter le tableau suivant :

Organes	Noms	Rôles
Gonades		
Voies génitales		
Glandes annexes		
Organe de copulation		

Le sperme est un liquide blanc visqueux formé d'un mélange de liquide séminal et prostatique et de spermatozoïdes. Un millilitre de sperme renferme de 100 à 180 millions de spermatozoïdes.

II Fonctions du testicule

Activité 2 : identifier les fonctions et les structures histologiques du testicule

a - Les fonctions du testicule

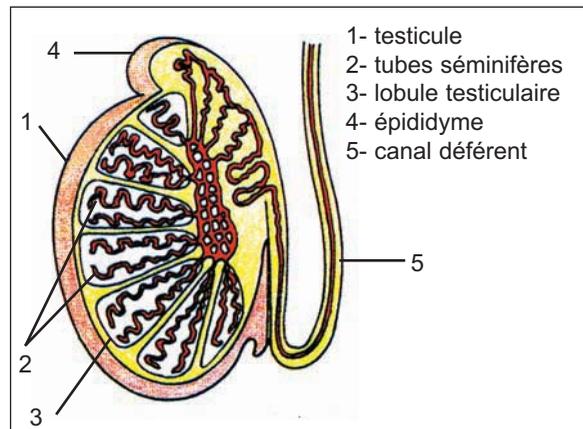
Texte A	Texte B
<p>Les eunuques (hommes ayant subi l'ablation totale des deux testicules) étaient jadis chargés de la garde des sérails. Ils étaient stériles et présentaient les caractères suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - voix aiguë, si l'ablation était pratiquée avant la puberté ; - musculature peu développée ; - faible pilosité ; - tendance à la surcharge pondérale. 	<p>La cryptorchidie est une anomalie qui affecte la descente des testicules de la cavité abdominale vers le scrotum (ou bourses) au cours de la vie fœtale. Lorsque cette descente testiculaire, bilatérale, n'a pas lieu, les individus sont stériles car la température de l'abdomen empêche la production des spermatozoïdes mais les caractères sexuels secondaires (voix, musculature, pilosité) sont normaux.</p>

En se référant aux manifestations de la puberté et aux textes A et B, dégager les fonctions du testicule

b- La structure du testicule

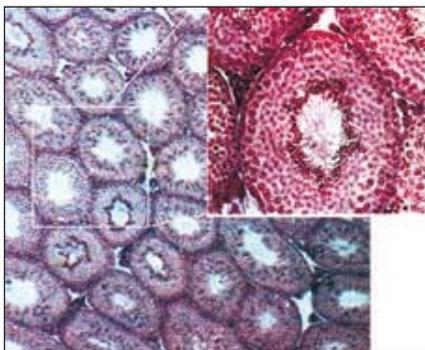
Schéma de la structure du testicule

Chaque testicule est formé de 200 à 300 lobules testiculaires contenant chacun de 1 à 4 tubes séminifères très pelotonnés. Chaque tube, d'une longueur de plusieurs dizaines de centimètres, est un cul-de-sac en continuité avec le canal déférent.

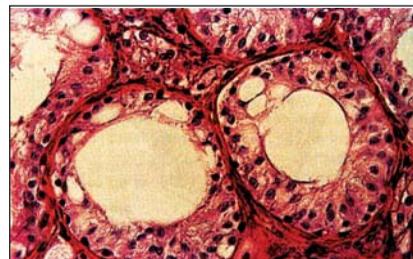


Document 4 : coupe schématique de testicule

c- Observation microscopique d'une coupe du testicule



Document 5 : coupe de testicule normal



Document 6 : coupe de testicule cryptorchide

Commentaire

- les cercles qui apparaissent sur la coupe du document 4 correspondent à des sections de tubes. Chaque tube est formé d'une paroi qui entoure une lumière. C'est dans ces **tubes séminifères** que se forment les spermatozoïdes (fère = porte, seminis = semence)

- l'espace entre les tubes est occupé par des cellules (cellules de Leydig) qui constituent le **tissu interstitiel** riche en capillaires sanguins.

- Faire un schéma annoté d'une coupe de testicule normal (document 5) en utilisant le commentaire.
- Relever à partir de l'analyse des documents 5 et 6, une dualité structurale du testicule.
- Etablir une relation entre les fonctions et les structures du testicule.
- Proposer une hypothèse sur le mode d'action du tissu interstitiel sur des organes situés à distance : (visage, larynx, muscles...)
- Imaginer des expériences permettant de vérifier cette hypothèse.

d- Vérification expérimentale de l'hypothèse formulée

Expériences	Résultats
Ablation des testicules d'un rat adulte (castration)	- stérilité - atrophie du tractus génital - régression des caractères sexuels secondaires
Greffe d'un fragment du testicule au même rat au niveau du cou	- stérilité - restauration des caractères sexuels secondaires
Injection d'extraits testiculaires au rat castré	- stérilité - restauration des caractères sexuels secondaires
On a extrait du testicule une hormone la testostérone . On a injecté de la testostérone à des rats castrés	Rétablissement des caractères sexuels secondaires

- A partir de l'analyse de ces expériences, conclure sur la validité ou non de l'hypothèse précédente
- Résumer en quelques phrases, la fonction endocrine du testicule et l'origine des caractères sexuels masculins.

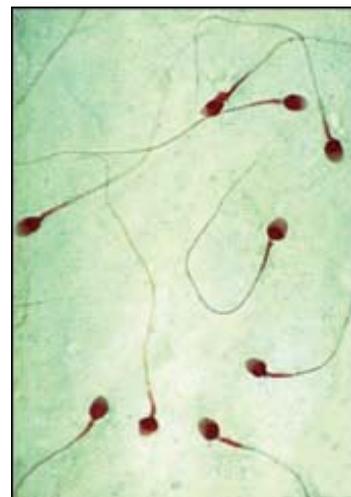


La spermatogenèse ou formation des spermatozoïdes

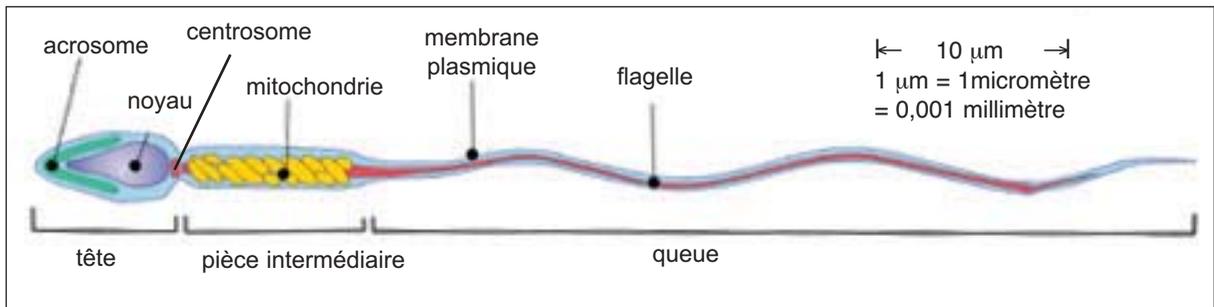
1- structure du spermatozoïde :

Activité 3 : réaliser un frottis de testicule

Préparation et observation d'un frottis : Après avoir tué une souris au chloroforme, opérer une dissection rapide afin de dégager l'appareil reproducteur mâle, puis prélever les deux testicules. Rincer ces deux organes au Ringer afin d'éliminer toute trace de sang, puis les placer dans un petit cristalliseur contenant 20 cm³ de Ringer et les hacher en petits morceaux, à l'aide de ciseaux fins et des pinces fines préalablement nettoyées. Laisser reposer quelques minutes, puis monter une goutte entre lame et lamelle et observer au microscope. Cette observation montre des cellules mobiles : les spermatozoïdes.



Document 7 : spermatozoïdes humains (x 1000)



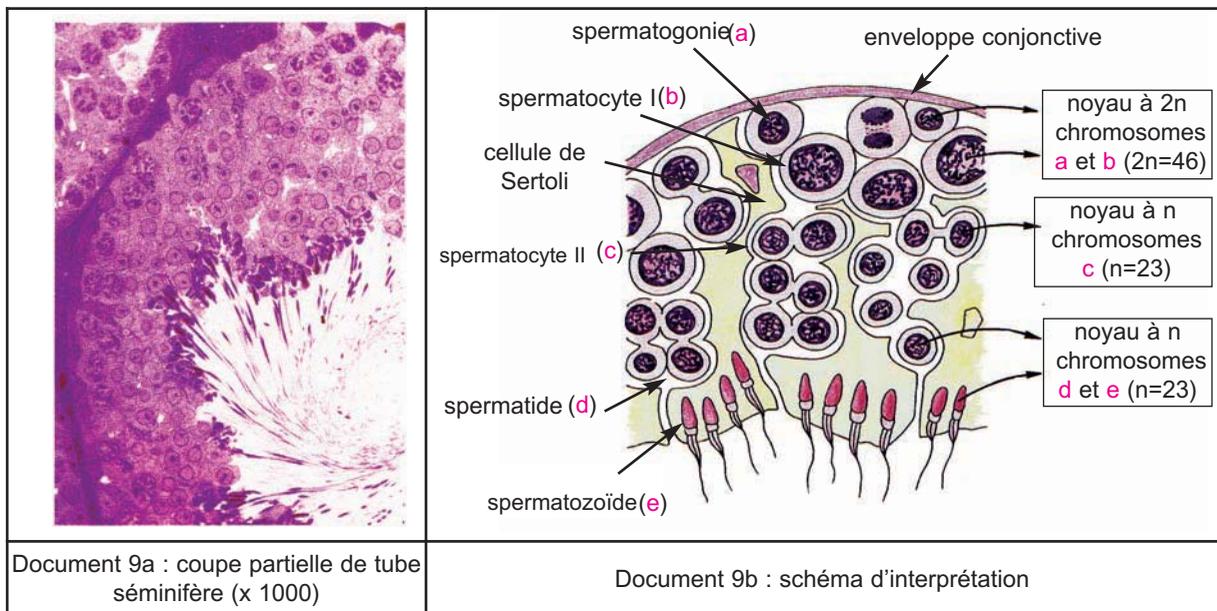
Document 8 : structure schématique du spermatozoïde

- Décrire la structure du spermatozoïde.
- Schématiser cette cellule
- Déterminer le nombre de chromosomes que devrait contenir le noyau du spermatozoïde, sachant que les cellules somatiques sont à $2n = 46$ chromosomes
- Mettre en relation les caractéristiques cytologiques du spermatozoïde avec sa fonction.

2- Déroulement de la spermatogenèse

Activité 4 : reconnaître les étapes de la spermatogenèse :

Le document 9 représente une coupe transversale partielle d'un tube séminifère observée au microscope (9a) et son interprétation schématique (9b).



- Distinguer à partir des documents 9a et 9b les différents types de cellules.
- En se basant sur l'aspect, la disposition et le nombre relatif des cellules germinales, que peut-on déduire quant à la formation des spermatozoïdes ?
- Préciser les types de divisions cellulaires ayant permis le passage des cellules souches aux spermatides. Justifier.
- Reconstituer par un schéma de synthèse les étapes de la spermatogenèse
- Proposer une hypothèse sur le rôle des cellules de Sertoli.

IV Régulation du fonctionnement testiculaire

Le testicule assure une double fonction :

- Une fonction **exocrine** : production de spermatozoïdes et leur sécrétion à l'extérieur
- Une fonction **endocrine** : sécrétion d'une hormone, **la testostérone**.

Les spermatozoïdes produits par les tubes séminifères sont nécessairement évacués (par les éjaculations) ou détruits dans les voies génitales. La spermatogenèse est alors activée pour compenser la baisse du nombre de spermatozoïdes.

D'autre part, la testostérone sécrétée par les cellules interstitielles est constamment dégradée dans le foie et est éliminée dans les urines. Or sa concentration chez l'adulte est stabilisée à un taux plasmatique moyen de 700 nano-grammes par 100 ml (1 nanogramme= 10^{-9} gramme). Donc sa dégradation est compensée par une sécrétion de testostérone par les cellules interstitielles. Il devrait donc exister **un système de régulation** qui permet d'informer les tubes séminifères et les cellules interstitielles sur les modifications de la quantité des spermatozoïdes et sur la concentration plasmatique de la testostérone pour que ces structures puissent rétablir ces quantités à leur niveau normal.

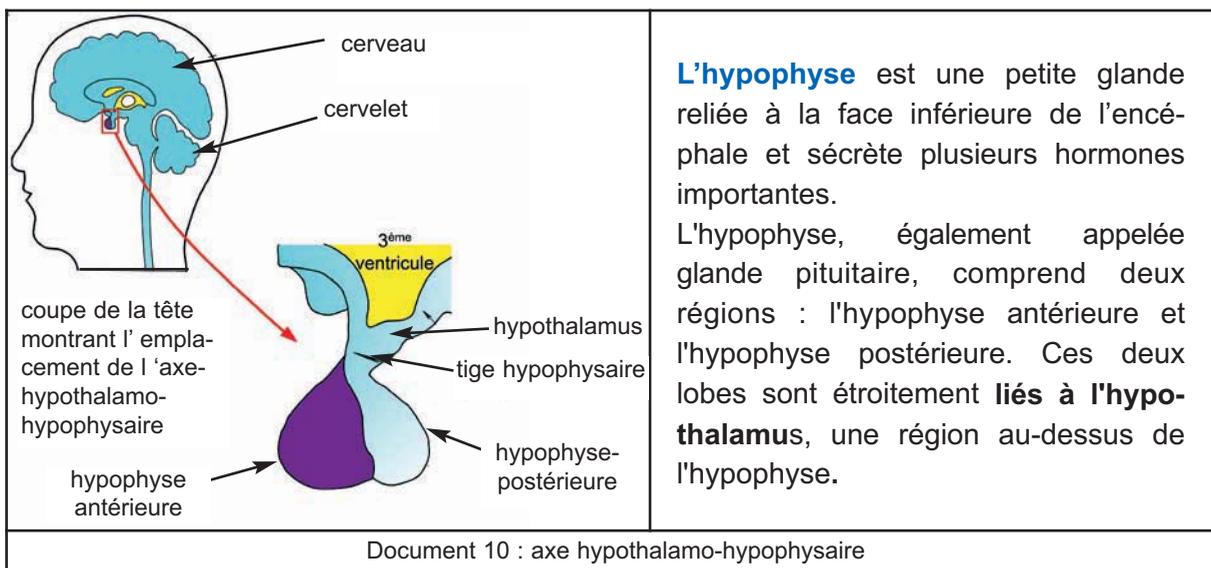
Comment fonctionne ce système de régulation ?

1- Contrôle par l'axe hypothalamo-hypophysaire

Activité 5 : déterminer les mécanismes de régulation des fonctions testiculaires

a - Observations cliniques :

- Des lésions de l'hypophyse entraînent un arrêt du fonctionnement testiculaire.
- Certaines lésions de l'hypothalamus provoquent des perturbations du fonctionnement hypothalamo-hypophysaire et du fonctionnement testiculaire.



L'hypophyse est une petite glande reliée à la face inférieure de l'encéphale et sécrète plusieurs hormones importantes.

L'hypophyse, également appelée glande pituitaire, comprend deux régions : l'hypophyse antérieure et l'hypophyse postérieure. Ces deux lobes sont étroitement **liés à l'hypothalamus**, une région au-dessus de l'hypophyse.

- Que peut-on déduire des observations précédentes ?

b- Expériences

- Rôle de l'hypophyse

Expériences (première série)	Résultats
Ablation de l'hypophyse (hypophysectomie) chez un rat pubère	- Atrophie des testicules - Régression des tubes séminifères et du tissu interstitiel - Arrêt de la production de spermatozoïdes et de testostérone
Injection d'extraits hypophysaires au même rat	Reprise de la spermatogenèse et de la sécrétion de testostérone

- Analyser les résultats de ces expériences en vue de dégager la nature de la relation entre hypophyse et testicule.

L'hypophyse sécrète plusieurs hormones parmi lesquelles 2 hormones sont actives sur le testicule : ce sont les gonadostimulines :

- La **FSH** (Follicle Stimulating Hormon) ou hormone folliculostimulante.
- La **LH** (Luteinizing Hormon) ou hormone lutéinisante.

Expériences (deuxième série)	Résultats
On injecte à des animaux hypophysectomisés des doses de FSH	Les tubes séminifères se développent de nouveau (sans rétablissement de la spermatogenèse)
On injecte à des animaux hypophysectomisés des doses de LH	Les cellules interstitielles se développent de nouveau et deviennent fonctionnelles.
On injecte simultanément la FSH et la LH	Rétablissement de la spermatogenèse et de la production de la testostérone.

- Préciser, à partir de ces expériences, les rôles de la FSH et de la LH.

- Rôle de l'hypothalamus

Expériences	Résultats
Lésion de certaines zones de l'hypothalamus chez des mammifères	- Atrophie des testicules bien que l'hypophyse soit intacte - Arrêt de la spermatogenèse et de la sécrétion de testostérone. - Baisse notable du taux plasmatique de FSH et LH

- A partir de ces données, expliquer comment l'hypothalamus contrôle les fonctions testiculaires.

On a extrait, au niveau du sang des capillaires de la tige de l'hypophyse, une substance sécrétée par les terminaisons nerveuses de neurones ayant leurs corps cellulaires dans un noyau de l'hypothalamus. C'est une **neurohormone** appelée **GnRH** (gonadotrophin-Releasing hormon) ou gonadolibérine qui agit par voie sanguine sur l'hypophyse et stimule la sécrétion des gonadostimulines.

La relation des neurones hypothalamiques avec les neurones du cerveau montre que les informations provenant de l'environnement et perçues par le cerveau, ont une influence sur l'activité sexuelle de l'homme.

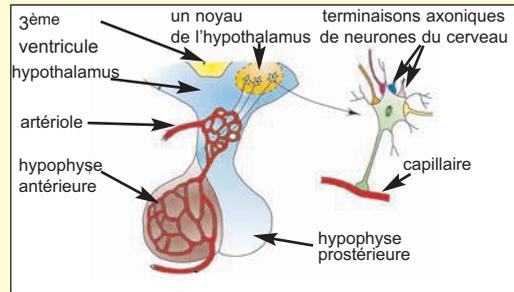


Schéma montrant la relation anatomique entre hypothalamus et hypophyse

2- Comment sont sécrétées les hormones hypothalamiques et hypophysaires ?

Les trois graphes du document 11 correspondent à l'enregistrement, chez le bélier, des variations des taux sanguins de trois hormones : GnRH, LH et testostérone. Les prélèvements sanguins sont réalisés au niveau de la tige hypophysaire pour le graphe 1 et dans la circulation générale pour les graphes 2 et 3.

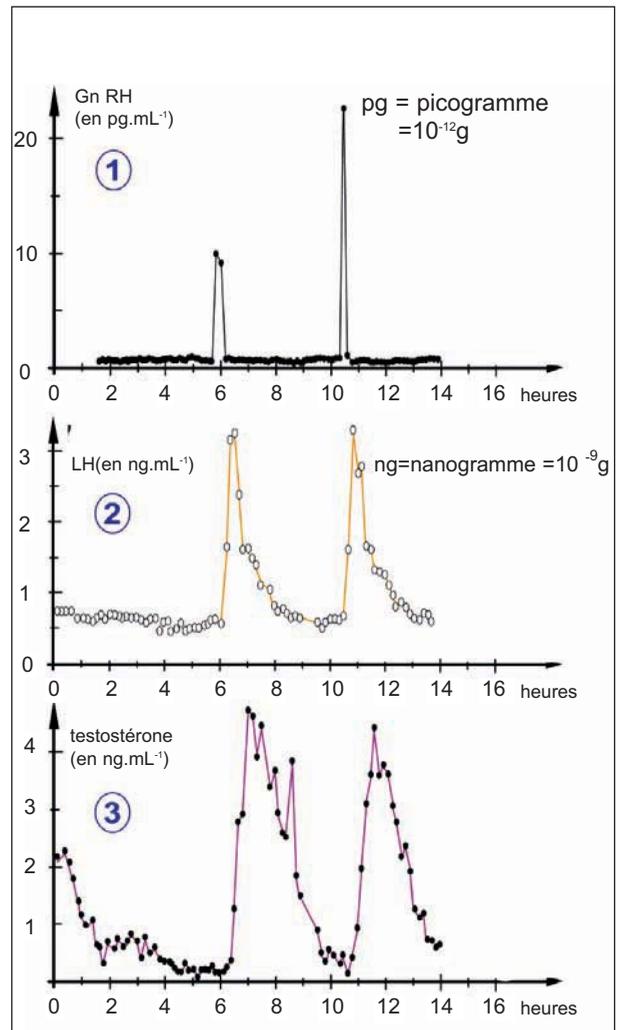
Analyser ce document et dégager :

- le mode de sécrétion de ces hormones
- la relation de causalité entre les 3 sécrétions.

3- L'activité du testicule a-t-elle une action sur l'activité hormonale de l'axe hypothalamo-hypophysaire ?

- La castration bilatérale d'un rat adulte entraîne une élévation du taux plasmatique des hormones hypophysaires FSH et LH.
- L'injection massive de testostérone à un rat mâle castré arrête les pulses de GnRH et par suite celles de FSH et de LH.

- Expliquer les résultats de ces expériences et en déduire l'action du testicule sur le complexe hypothalamo-hypophysaire.
- On désigne cette action par l'expression **rétrocontrôle négatif**, justifier cette appellation.



4 - Les deux fonctions du testicule (Spermatogenèse et sécrétion de testostérone) sont-elles indépendantes ?

- L'absence de testostérone chez un homme entraîne la régression des caractères sexuels secondaires et une diminution de la spermatogenèse. Par contre une injection de doses de testostérone stimule la spermatogenèse et restaure les caractères sexuels secondaires.
- On a montré que la testostérone se lie à une protéine fabriquée par les cellules de Sertoli : l'**ABP** (Androgen Binding Protein), ainsi elle peut être transportée jusqu'à la lumière des tubes séminifères et y être concentrée ; elle stimule alors la spermatogenèse.
- D'autre part, on a mis en évidence une hormone sécrétée par les cellules de Sertoli : l'**inhibine** qui exerce un rétro-contrôle négatif sur la sécrétion de FSH. Sa concentration 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.

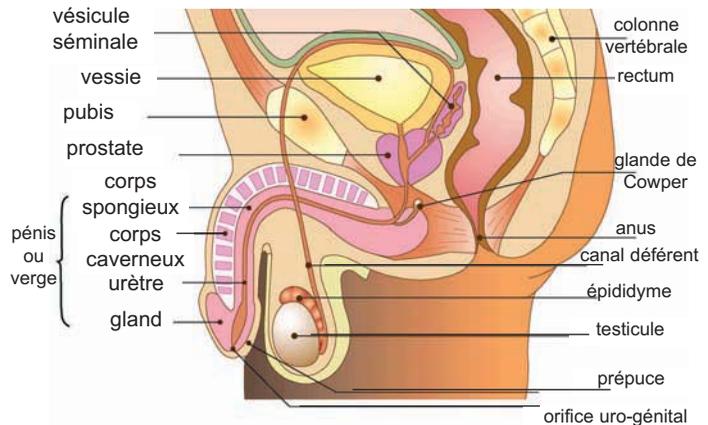
- En utilisant toutes ces informations, construire un schéma de synthèse représentant le **système de régulation du fonctionnement du testicule**.

Bilan des activités et synthèse

I Organisation de l'appareil reproducteur

L'appareil reproducteur de l'homme comprend :

1- Deux **gonades**, les **testicules** qui assurent, à partir de la puberté et de façon continue, la production d'innombrables spermatozoïdes. Les testicules assurent également, à la puberté, l'apparition des caractères sexuels secondaires masculins. Après la puberté, ils assurent le maintien de ces caractères.



Appareil génital de l'homme

2- Des **voies génitales**, ce sont :

- a- Les deux **épididymes** : ils sont le lieu de transit et de maturation des spermatozoïdes.
- b- Les deux **canaux déférents (spermiductes)** assurant le transit des spermatozoïdes.
- c- L'**urètre** assurant l'évacuation des spermatozoïdes.

3- Les **glandes annexes** : ce sont :

- a- deux **vésicules séminales** : elles sécrètent un liquide nutritif riche en fructose.
- b- Une **prostate** : elle sécrète un produit d'aspect laiteux riche en enzymes.
- c- Deux **glandes de Cowper** : elles sécrètent un liquide diluant le sperme.

4- Le **pénis** : organe de copulation.

(activité 1)

II Le testicule, une gonade à double fonction

1- **La production des spermatozoïdes** : c'est une fonction assurant la **fertilité** de l'individu. Cette fonction se réalise dans les **tubes séminifères**.

2- **La détermination des caractères sexuels masculins** : L'action du tissu interstitiel par l'intermédiaire d'hormone est mise en évidence par des expériences de castration, de greffe de testicule au mâle castré ou d'injection d'extrait testiculaire à ce mâle. Cette fonction est assurée par l'intermédiaire d'hormones sexuelles mâles : les androgènes, dont **la testostérone** est la principale hormone.

A la puberté la testostérone détermine l'apparition des caractères sexuels primaires (développement de la verge, des glandes annexes) et secondaires (pilosité, développement de la musculature, modification de la voix...).

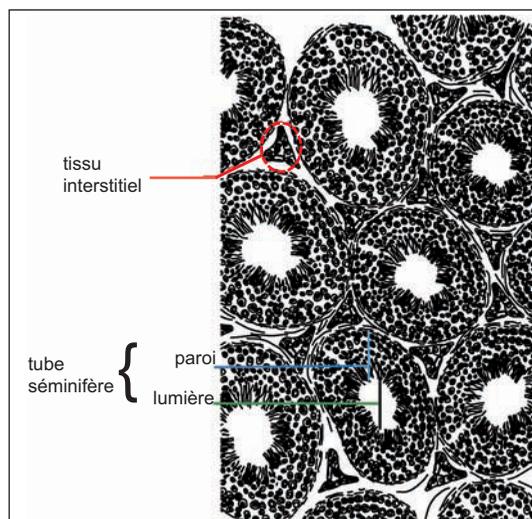


Schéma des structures histologiques, supports des fonctions testiculaires

Après la puberté la testostérone assure le maintien des caractères sexuels secondaires masculins. Elle stimule également l'évolution des **cellules germinales** de la paroi du tube séminifère en spermatozoïdes (**spermatogenèse**).

L'**action ciblée** de la testostérone s'explique par la présence dans les cellules cibles, de **récepteurs spécifiques** à cette hormone. La formation du complexe **hormone-récepteur** a une action sur l'ADN de la cellule cible. Cette action se traduit par une modification de l'activité de cette cellule dans le sens de la réalisation de l'effet de la testostérone.

(activité 2)



La spermatogenèse

1- La structure du spermatozoïde :

- a- Le spermatozoïde est une cellule très différenciée. Il est formé de trois parties :
- La **tête** contenant un noyau coiffé d'un acrosome. Le noyau du spermatozoïde est haploïde : il contient $n=23$ chromosomes.
 - La **pièce intermédiaire** contenant la base du flagelle et de **nombreuses mitochondries** disposées en hélice.
 - La queue formée d'un **flagelle** entouré par la membrane plasmique.
- b- Le spermatozoïde se déplace dans les voies génitales de la femme pour s'unir avec le gamète femelle (la fécondation) et former un oeuf.
- Les caractéristiques cytologiques permettant au spermatozoïde d'accomplir sa fonction sont :
- Sa forme allongée hydrodynamique, la masse très faible de son cytoplasme, la présence de flagelle dont les mouvements assurent la propulsion du spermatozoïde, la présence des mitochondries pour fournir l'énergie nécessaire aux mouvements du flagelle.
 - La présence au niveau de la tête du spermatozoïde d'un acrosome permettant la pénétration du spermatozoïde à l'intérieur du gamète femelle et un noyau haploïde à $n= 23$ chromosomes. L'union au cours de la fécondation du spermatozoïde avec le gamète femelle à $n=23$ chromosomes assure le rétablissement, dans l'oeuf, de la diploïdie : $2n= 46$ chromosomes.

2- La spermatogenèse

a- observation de la paroi des tubes séminifères

L'observation microscopique de la coupe des tubes séminifères montre que la paroi de ces tubes présente deux catégories de cellules.

- Les cellules de la lignée germinale qui permettent la formation des spermatozoïdes.
- Les cellules de Sertoli qui ont un rôle sécréteur, de soutien et de nutrition.

Les cellules de la lignée germinale n'ont pas le même aspect et la même taille, on distingue en allant de la périphérie vers la lumière du tube séminifère:

- Des petites cellules à noyau dense : les spermatogonies à $2n$ chromosomes dont certaines sont en division.
- Des cellules de grande taille à noyau moins dense : **les spermatocytes I** à $2n$ chromosomes
- Des cellules plus petites à noyau réduit, généralement groupées par deux : **les spermatocytes II** à n chromosomes.

- Des cellules plus petites que les spermatocytes II à noyau arrondi et central, plus proches de la lumière du tube séminifère : les spermatides à n chromosomes.
- Des spermatozoïdes à n chromosomes dont certains ont la tête plantée dans les cellules de Sertoli. D'autres spermatozoïdes sont libres dans la lumière du tube séminifère.

b- Déroulement de la spermatogenèse

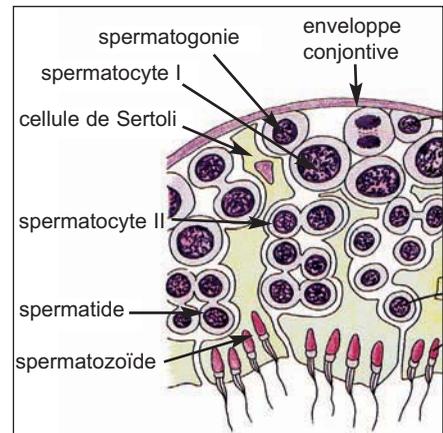
L'observation de la paroi des tubes séminifères suggère que les différents aspects cellulaires correspondent à des stades d'évolution des cellules germinales en spermatozoïdes : c'est la **spermatogenèse**.

La spermatogenèse comporte 4 phases :

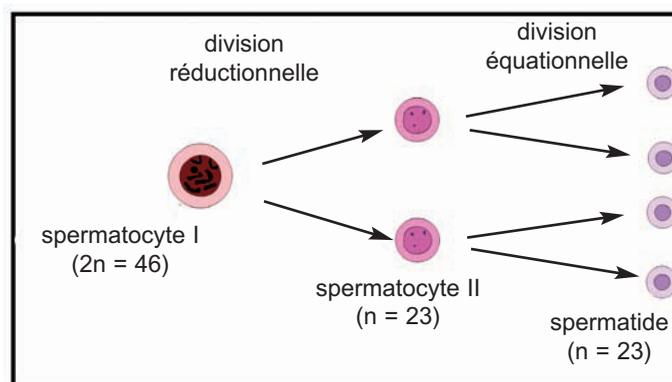
- **La phase de multiplication** : La division des spermatogonies (cellules souches à $2n$ chromosomes) situées à la périphérie des tubes séminifères, par mitose, permet leur multiplication.

Chaque spermatogonie, se divisant par mitose, donne :

- une spermatogonie qui reste en périphérie du tube séminifère pour assurer la **conservation du stock de spermatogonies**
- une autre spermatogonie qui subit d'autres mitoses permettant la multiplication du nombre de spermatogonies qui s'engagent dans la spermatogenèse.
- **La phase d'accroissement** : les spermatogonies subissent un léger accroissement et deviennent des spermatocytes I (toujours à $2n$ chromosomes).
- **La phase de maturation** : les spermatocytes I sont des cellules à $2n$ chromosomes, alors que les spermatocytes II et les spermatides sont des cellules à n chromosomes ; il y a donc une réduction du nombre de chromosomes. Cette réduction est due à l'intervention de la **méiose** qui comprend deux divisions : une division réductionnelle puis une division équationnelle.



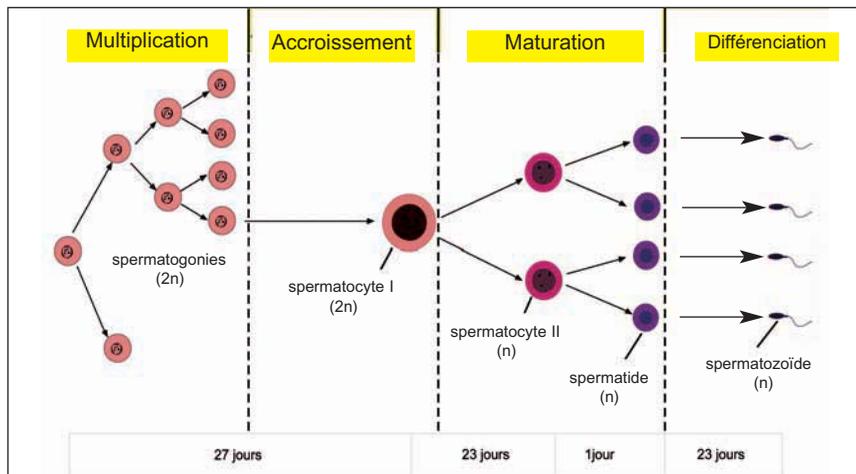
Coupe partielle schématique d'un tube séminifère



Les deux divisions de la méiose

- **La phase de différenciation ou spermiogenèse** : Les spermatides subissent de profonds remaniements et deviennent des spermatozoïdes : réduction du cytoplasme, formation de l'acrosome, apparition de la pièce intermédiaire et du flagelle.

Chez l'homme la spermatogenèse dure 74 jours.



Les phases de la spermatogenèse

(activité 3)

IV

Régulation du fonctionnement de l'appareil reproducteur de l'homme

1- L'hypophyse contrôle le fonctionnement des testicules

a- Mise en évidence expérimentale

Les expériences d'ablation de l'hypophyse chez un animal mâle et d'injection d'extraits hypophysaires à cet animal montrent que l'hypophyse contrôle le développement des testicules, le déroulement de la spermatogenèse et la sécrétion de la testostérone par les cellules interstitielles. Ce contrôle se fait par l'intermédiaire d'hormones.

b- Action des hormones hypophysaires

L'hypophyse sécrète deux hormones agissant sur les testicules : la **LH** et la **FSH**. Ces hormones sont nommées **gonadostimulines** ou **gonadotrophines** :

- La **LH** : c'est une hormone hypophysaire qui, agissant sur les cellules interstitielles ou cellule de Leydig, stimule la sécrétion de testostérone.
- La **FSH** : c'est une hormone hypophysaire qui active indirectement la spermatogenèse. En se liant aux récepteurs des cellules de Sertoli, la **FSH** stimule la synthèse par ces cellules d'une protéine, l'ABP (Androgen Binding Protein) indispensable à la réception de la testostérone par les cellules germinales, ce qui active la spermatogenèse. La sécrétion de FSH est pulsatile et synchronisée avec celle de **LH**.

2- L'hypothalamus contrôle l'hypophyse

Mise en évidence expérimentale

Les résultats expérimentaux montrent que l'hypothalamus contrôle l'activité de l'hypophyse par l'intermédiaire d'une neurohormone.

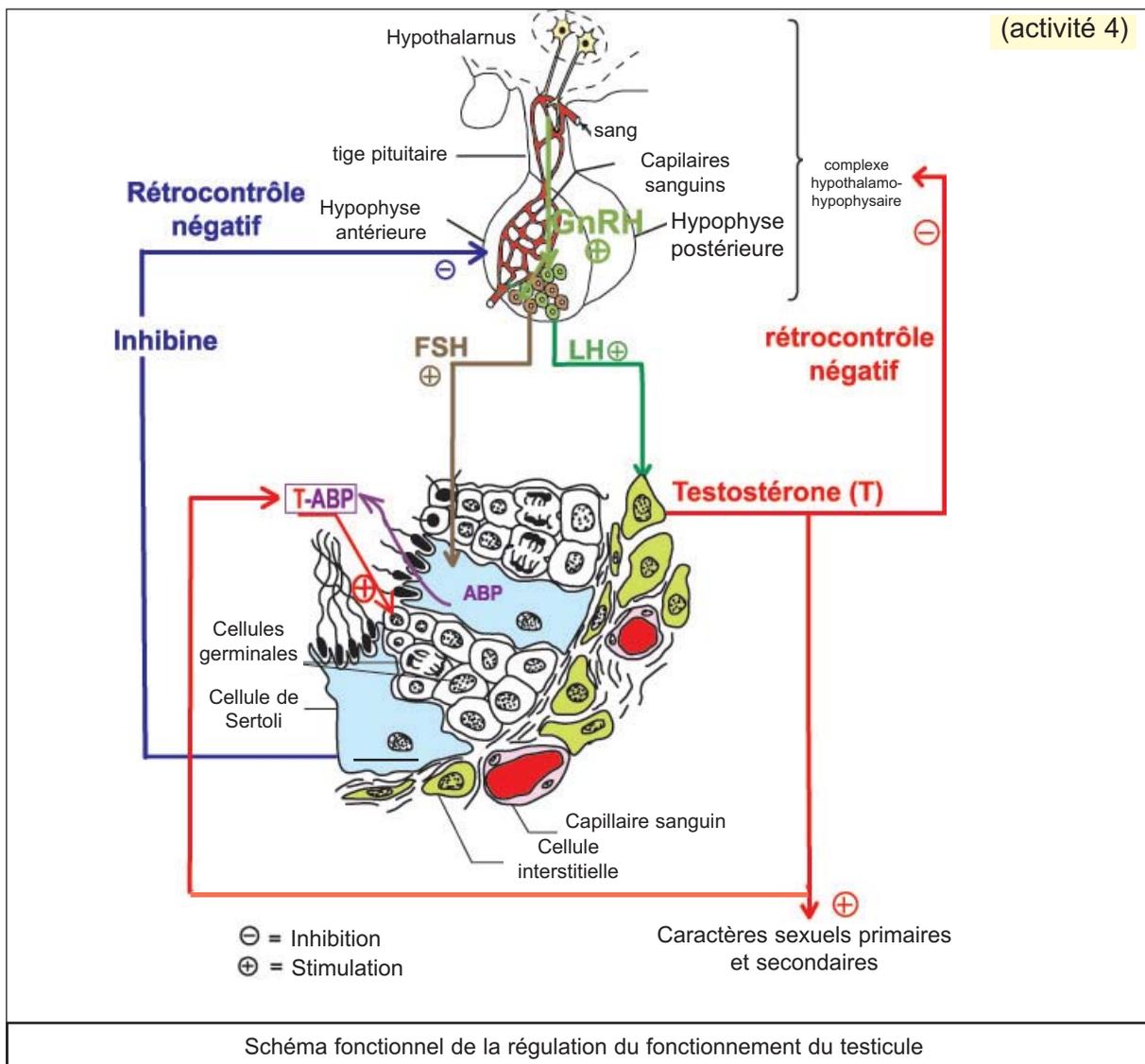
L'hypothalamus sécrète une hormone nommée **GnRH** (Gonadotrophin-Releasing hormon) ou **gonadolibérine**. C'est une **neurohormone** car elle est sécrétée par des neurones ayant leurs corps cellulaires dans un noyau de l'hypothalamus et leurs axones dans la tige hypothalamo-hypophysaire au niveau des vaisseaux sanguins. La GnRH se fixe sur des récepteurs des cellules de l'antéhypophyse et stimule la synthèse et la sécrétion par ces cellules de deux hormones gonadotropes LH et FSH.

La sécrétion de GnRH est **pulsatile** avec une fréquence de un pulse toutes les 90 minutes. Les sécrétions 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 la testostérone.

3- Les testicules exercent un feed-back sur l'axe hypothalamo-hypophysaire

Des expériences montrent que la testostérone exerce en permanence un effet modérateur sur l'axe hypothalamo-hypophysaire. Ce mécanisme, désigné sous le nom de **feed-back négatif** ou **rétrocontrôle négatif** ou **rétroaction négative**, assure une stabilité des sécrétions de la testostérone. Toute hausse du taux de testostérone par rapport aux valeurs de référence accentue le freinage sur l'axe hypothalamo-hypophysaire. Il se produit alors une baisse de la production des gonadostimulines et le testicule, moins stimulé, abaisse sa production de testostérone. En revanche la baisse du taux de testostérone par rapport aux valeurs de référence provoque une levée de l'inhibition sur l'axe hypothalamo-hypophysaire. Il se produit alors, une augmentation de la production de gonadostimulines, ce qui stimule le testicule et augmente sa production et sa sécrétion de testostérone.

L'**inhibine**, une hormone sécrétée par les cellules de Sertoli, exerce un **rétrocontrôle négatif** sur la synthèse et la sécrétion de FSH par les cellules gonadotropes. Cette rétroaction négative a pour but de maintenir la production des spermatozoïdes à une valeur normale.



Tester les acquis

EXERCICE 1/Q.C.M

Pour chaque item, relever la (ou les) réponse(s) correcte(s)

1- La spermatogenèse

- a- se déroule dans la lumière des tubes séminifères
- b- est stimulée par l'action de la testostérone sur les tubes séminifères
- c- conduit à la formation de spermatozoïdes haploïdes
- d- est inhibée par un faible taux sanguin d'inhibine.

2- Au terme du stade de différenciation de la spermatogenèse, le nombre de spermatozoïdes obtenu est :

- a- égal au nombre des spermatocytes I
- b- double du nombre des spermatocytes I
- c- égal au nombre de spermatocytes II
- d- double du nombre des spermatocytes II.

3- Parmi les cellules suivantes, celles qui sont haploïdes (à n chromosomes) sont :

- a- Les spermatogonies
- b- Les spermatocytes I
- c- Les spermatocytes II
- d- Les spermatozoïdes.

4- Chez l'homme la spermatogenèse est stimulée directement par :

- a- la LH
- b- la FSH
- c- la testostérone associée à l'ABP (protéine de liaison)
- d- l'inhibine.

5- La testostérone

- a- est une hormone sécrétée de façon pulsatile
- b- est une hormone produite par l'hypophyse
- c- agit sur l'ensemble des organes du corps de l'homme
- d- a un taux sanguin constant par l'intervention d'un mécanisme de régulation de sa sécrétion.

6- La testostérone est sécrétée par

- a- les tubes séminifères
- b- le tissu interstitiel
- c- les cellules germinales
- d- les cellules de Sertoli.

7- Une baisse de la sécrétion de testostérone en dessous de la valeur normale est corrigée par

- a- un rétrocontrôle positif de la testostérone sur l'hypothalamus
- b- une stimulation des cellules de Leydig par LH
- c- un rétrocontrôle négatif de la testostérone sur l'hypothalamus
- d- une stimulation des tubes séminifères par FSH.

8- La régulation du taux sanguin de testostérone

- a- est contrôlée par un mécanisme nerveux
- b- fait intervenir un rétrocontrôle négatif de la testostérone qui stimule l'hypothalamus

- c- fait intervenir le testicule et le complexe hypothalamo-hypophysaire
- d- fait intervenir un rétrocontrôle négatif de la testostérone qui stimule le testicule.

9- Le tissu interstitiel a un rôle endocrine car

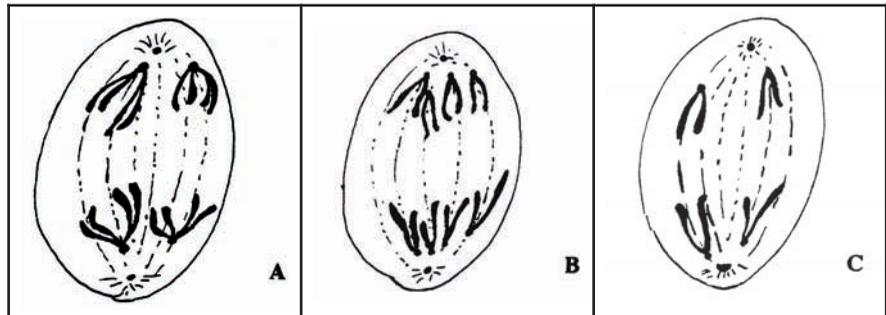
- a- il possède des récepteurs à l'hormone LH
- b- il déverse sa sécrétion dans le sang
- c- il agit sur des cellules cibles situées à distance
- d- il agit sur n'importe quelle cellule de l'organisme.

10- Les gonadostimulines

- a- sont sécrétées par les gonades
- b- sont sécrétées par l'hypothalamus
- c- ont des récepteurs sur des cellules cibles au niveau des gonades
- d- sont sécrétées par l'hypophyse.

EXERCICE 2

Les schémas A, B et C représentent trois types de cellules qu'on peut observer au niveau du testicule. Ces schémas correspondent à une même phase de trois divisions différentes.



Pour simplifier l'étude, on a, volontairement, réduit le nombre de chromosomes à quatre.

- 1- Identifier, en justifiant votre réponse, ces trois phases.
- 2- Replacez ces phases dans l'ordre chronologique de la spermatogenèse.

EXERCICE 3

- 1- Pour étudier la nature de la relation qui pourrait exister entre l'hypophyse et le testicule, on a réalisé les expériences suivantes :
 - a- On enlève chez un rat adulte les deux testicules (castration). On constate une hypersécrétion des gonadostimulines.
 - b- Si on enlève chez un autre rat, un seul testicule (castration unilatérale), on observe une hypertrophie du testicule qui reste.
 - c- L'ablation de l'hypophyse, chez un troisième rat normal entraîne une régression (diminution) spectaculaire des testicules et une atrophie du tractus génital (vésicules séminales, prostate...)
- Analysez chacune de ces expériences, en vue de dégager les relations entre les testicules et l'hypophyse.
- Quelles autres expériences peut-on faire pour montrer comment l'hypothalamus agit sur l'hypophyse ?
- 2- A l'aide d'un schéma récapitulatif et en utilisant les données de la 1^{ère} question et vos connaissances, vous résumez la régulation endocrinienne de la fonction reproductrice mâle.

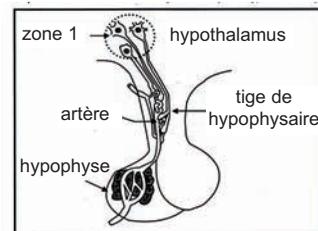
EXERCICE 4

Afin de comprendre les relations fonctionnelles entre l'hypothalamus, l'hypophyse et les testicules, on réalise des expériences sur des singes. On rappelle que la physiologie de la reproduction du singe est voisine de celle de l'homme. Le document 1 représente la structure anatomique du complexe hypothalamo-hypophysaire.

Expérience 1 :

Chez un singe normal, on a mesuré d'une part la sécrétion de Gn RH par les neurones de la zone 1 (du document 1) et, d'autre part, la sécrétion des cellules hypophysaires (la LH).

Le document 2 présente les résultats obtenus.



Expérience 2 :

L'ablation de l'hypophyse chez un autre singe entraîne une chute de la sécrétion de la testostérone.

L'injection d'une dose de LH rétablit la sécrétion normale de la testostérone chez cet animal.

Expérience 3 :

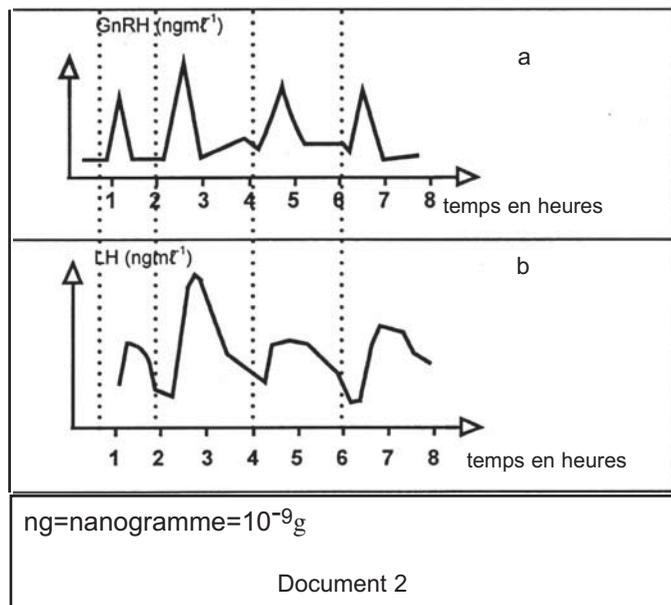
On dose le taux plasmatique de LH chez un singe castré depuis 6 jours, on constate une augmentation de la sécrétion de LH par rapport à un singe normal.

L'injection d'une dose de testostérone à ce singe castré, ramène la sécrétion de LH à sa valeur normale.

1- Analysez les tracés a et b du document 2 en vue de déduire la relation fonctionnelle entre l'hypothalamus et l'hypophyse.

2- Expliquez les résultats des expériences 2 et 3. Que peut-on en déduire à propos du mécanisme régulateur de la sécrétion de la testostérone ?

3- En utilisant les informations tirées des expériences précédentes, représentez par un schéma de synthèse le mécanisme régulateur de la sécrétion de la testostérone.



Corrigé de l'exercice 4

1. Analyse des tracés a et b

- le tracé a présente des pics de sécrétion de GnRH
- le tracé b présente des augmentations de la sécrétion de LH qui se produisent après un temps de latence par rapport aux pics de la Gn RH du tracé a.

Cela nous permet de déduire une relation fonctionnelle entre l'hypothalamus et l'hypophyse : Le fonctionnement de l'hypophyse est sous la commande directe de l'hypothalamus :

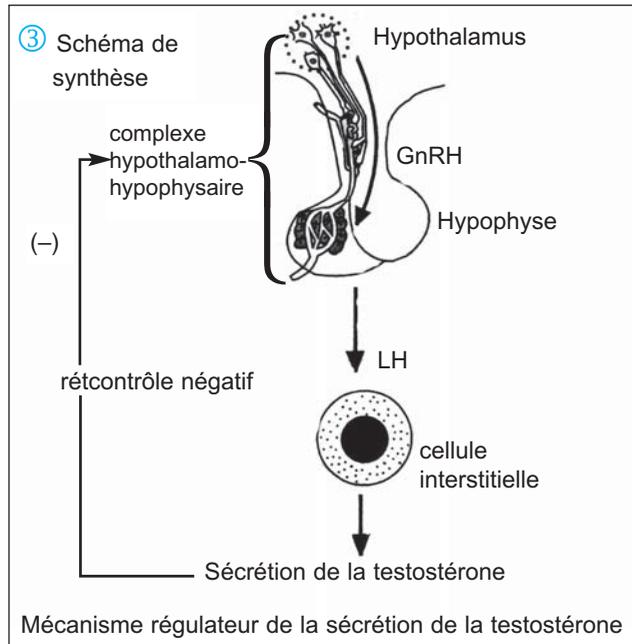
- Les neurones de la zone I de l'hypothalamus sécrètent la Gn RH d'une manière pulsatile.
- La GnRH stimule l'hypophyse qui sécrète la LH d'une manière pulsatile aussi

2- Explication :

Expérience 2 : la sécrétion de la testostérone par les cellules interstitielles est sous le contrôle de l'hypophyse par l'intermédiaire de la LH.

Expérience 3 : la castration de l'animal entraîne la diminution de la testostérone du sang, ce qui provoque une augmentation de la sécrétion de LH. L'injection d'une dose de testostérone rétablit la sécrétion normale de LH. Cela s'explique par le fait que la testostérone contrôle la sécrétion de la LH.

Déduction : la testostérone est sécrétée sous l'action de l'hormone hypophysaire LH et elle exerce un rétrocontrôle négatif sur la sécrétion de LH.



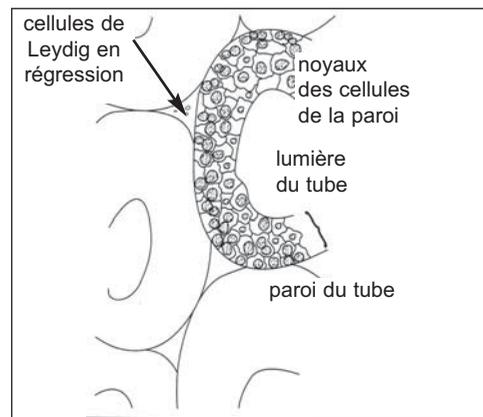
EXERCICE 5

Chez un homme, à la suite d'une lésion de l'hypophyse (destruction pathologique) on a pu faire les observations suivantes :

Observation 1 : une stérilité accompagnée d'une régression de certains caractères sexuels secondaires.

Observation 2 : l'examen microscopique de prélèvements effectués au niveau du testicule montre l'aspect présenté par le document ci-contre.

Observation 3 : le dosage plasmatique de la testostérone montre, chez cette personne, une baisse notable du taux de cette hormone sexuelle par rapport à la normale.



1- En partant des renseignements apportés par ces diverses observations, comment expliquez-vous les troubles apparus chez cette personne suite à la lésion de l'hypophyse ?

2- Quel(s) traitement (s) proposez vous à cette personne atteinte afin de :

- restaurer seulement les caractères sexuels secondaires régressés.
- corriger la stérilité et en même temps restaurer les caractères sexuels secondaires régressés.
- vous justifierez votre réponse en expliquant comment chaque traitement agit pour corriger les troubles observés.