

---

**Chers élèves de la 7ème AS,**

**Nous sommes heureux de mettre à votre disposition cette nouvelle collection, "ES-SEBIL pour réussir au bac", qui constituera, nous l'espérons, un réel cheminement au succès.**

**A travers cette collection, le Département cherche, à court terme, à améliorer l'enseignement/apprentissage afin d'avoir, de manière concrète, un impact positif sur le niveau des apprenants.**

**Cette collection touche le programme en vigueur dans toutes ses dimensions aussi bien théoriques que pratiques: rappels de cours, exercices corrigés et exercices d'entraînement. Elle couvre toutes les disciplines de bases, toutes séries confondues: sciences de la nature (SN), mathématiques (M) et lettres (LM et LO).**

**Permettez-nous, ici, d'exprimer nos sincères remerciements à nos frères inspecteurs pour leurs efforts vivement louables et sincèrement reconnus.**

**Nous vous souhaitons, chers candidats au bac, plein succès et réussite et prions qu'Allah, le Tout-Puissant, vous aide à en tirer profit.**

**L'Inspecteur Général**



# *Reproduction*





## Activité sexuelle chez les mammifères

### I- Activité sexuelle mâle

#### Testicule

##### 1- Fonction exocrine

La spermatogenèse se déroule dans les tubes séminifères et dure 72 jours ; elle comprend 4 phases :

- \* La Phase de multiplication : les spermatogonies (2n) se multiplient par mitose
- \* La Phase d'accroissement ou de croissance : les spermatogonies augmentent de taille et deviennent des spermatocytes I (2n ch dédoublés).
- \* La phase de maturation : chaque spermatocyte I subit les deux divisions de la méiose :
  - La division réductionnelle qui donne deux spermatocytes II (à n ch dédoublés) ;
  - La division équationnelle : chaque spermatocyte II donne deux spermatides (à n ch simples)
- \* La phase de différenciation ou spermiogénèse : les spermatides subissent de profonds remaniements et deviennent des spermatozoïdes.

##### 2- Fonction endocrine

Le Testicule commande l'apparition et le développement des caractères sexuels primaires (le tractus génital) et secondaires à partir de la puberté.

L'action du testicule se fait par une hormone appelée Testostérone qui est sécrétée par les cellules de Leydig (La testostérone est une hormone appartenant à la famille des stéroïdes qui sont des lipides).

NB. Hormone = Substance chimique de nature protéique ou stéroïdienne, fabriquée par une glande endocrine, libérée dans le sang et agissant à distance sur un ou plusieurs organes cibles.

#### Régulation de l'activité mâle

- FSH agit sur la fonction exocrine du testicule (spermatogenèse) alors que LH agit sur son activité endocrine (production de testostérone). Leurs actions ne sont toutefois pas comparables.
- LH agit directement sur les cellules de Leydig en stimulant la production de testostérone.
- FSH agit indirectement sur la spermatogenèse en stimulant la production d'ABP (Androgen Binding Protein) par les cellules de Sertoli. Cette protéine de liaison présente en

effet une grande affinité pour la testostérone.

Enfin, il faut signaler que le fonctionnement du complexe hypothalamo-hypophysaire est lui-même soumis à deux rétroactions (feed-back) négatives :

- le taux de testostérone circulante exerce un effet inhibiteur sur la production de LH et de GnRH ;
- l'inhibine exerce un effet inhibiteur sur la production de FSH.

## **II- Activité sexuelle femelle**

### **1- Ovaire**

#### **- Fonction exocrine**

##### **a- Folliculogénèse**

Chez la femme la croissance du follicule s'accompagne d'une croissance de l'ovocyte et de modifications fonctionnelles des cellules folliculaires.

##### **b- Ovogénèse**

L'ovogénèse se réalise en plusieurs étapes, entrecoupées de longues périodes de pause :

- Une phase de multiplication, par mitoses qui amplifie considérablement le nombre de cellules-mères des ovogonies (2n)
- Une phase d'accroissement, durant laquelle les cellules précédentes deviennent des ovocytes I (bloqué en PI) (2n).
- Une phase de maturation, au cours de laquelle se déroule une méiose,
- A la veille de l'ovulation, les ovocytes I subissent la DR de la méiose et se transforment en GPI et un ovocyte II qui se bloque en MII. En cas de fécondation, l'ovocyte II donne un GPII et un ovotide fécondable.

#### **- Fonction endocrine**

La fonction endocrine de l'ovaire se résume en une sécrétion d'hormones de nature stéroïdiennes.

Œstrogènes	Progestérone
-Sécrété par les cellules de thèque interne des follicules cavitaires et mûrs et par les cellules de la zone granuleuse ainsi que par le corps jaune pendant la phase lutéale. -l'œstradiol se fixe sur des récepteurs au niveau de la muqueuse, favorise la multiplication cellulaire, développement des glandes et des vaisseaux sanguins.	-Sécrétée par les cellules lutéiniques du corps jaune pendant la phase lutéale. -Agit seulement si les œstrogènes ont agit avant (les œstrogènes et la progestérone agissent en synergie)
- stimule la contraction du myomètre. -maintien la température du corps constante : effet hypothérmisant.	-- inhibe la contraction du myomètre. - légère hyperthermie
- elle permet le développement de la dentelle utérine et stimule la sécrétion de mucus et de glycogène.	-- Hormone gestative assure le bon déroulement de la grossesse
- Assure le développement des CSI - Assure le développement et le maintien des CSII.	

## 2-Cycle sexuel

Chez la femme, les structures sont variables dans le temps et associées à un cycle. Le fonctionnement cyclique de l'appareil génital féminin débute à la puberté et s'achève à la ménopause. L'évènement le plus visible de cette activité cyclique est la menstruation, marquant le début de chaque cycle.

Un cycle menstruel dure environ 28 jours et l'ovulation a lieu au 14e jour du cycle.

### a- Cycle ovarien

#### Comprend deux phases :

- la phase pré-ovulatoire, ou phase folliculaire ( $J_1 - J_{14}$ ), caractérisée par la croissance folliculaire. Le premier jour de chaque cycle menstruel, plusieurs follicules cavitaires, chacun contenant un ovocyte I bloqué en PI, entament simultanément leur développement sous l'effet de l'hormone FSH sécrétée par la glande hypophyse. Dans des conditions normales, un seul d'entre eux (follicule dominant) parviendra à maturité et sera en situation d'arriver à l'ovulation, les autres dégénéreront au cours du cycle (phénomène d'atrésie).

- l'ovulation ( $J_{14}$ ): les follicules en cours de développement sécrètent l'hormone œstradiol (pic), qui agit sur l'hypophyse par RC+ et l'amène à produire l'hormone LH (pic) qui stimule la première division méiotique de l'ovocyte.

Le follicule libère l'ovocyte II bloqué en MII et un GPI, qui seront recueillis par la trompe de Fallope.

- la phase post-ovulatoire, ou phase lutéale ( $J_{14} - J_{28}$ ) :

Après l'ovulation le follicule rompu se referme et se transforme en corps jaune par une croissance des vaisseaux sanguins qui colonisent la granulosa dans laquelle les cellules folliculaires se transforment en cellules lutéales sécrétrices.

Le corps jaune se forme en quelques heures, fonctionne puis régresse rapidement en absence de fécondation (corps jaune cyclique ou provisoire), il perd sa couleur et se transforme en masse fibreuse, le corps blanc, qui disparaîtra, ne laissant la place qu'à une cicatrice à la surface de l'ovaire. En cas de fécondation le corps jaune se développe et devient corps jaune gestatif

## **b- Cycle utérin**

Parallèlement au cycle ovarien se déroule un cycle utérin, caractérisé par une évolution de la muqueuse utérine ou endomètre et du myomètre.

- Dans la 1<sup>re</sup> partie du cycle, on parle de phase proliférative ou post menstruelle : la muqueuse se répare sous l'action des œstrogènes et s'épaissit progressivement de quelques millimètres (1 à 5 mm). Des glandes en tubes apparaissent, et les vaisseaux sanguins deviennent nombreux.
- Dans la 2<sup>e</sup> partie du cycle, on parle de phase sécrétoire ou phase pré-menstruelle, sous l'action de la progestérone, le développement de l'endomètre atteint son maximum quelques jours après l'ovulation. Les vaisseaux sanguins se spiralisent et les glandes se ramifient considérablement ce qui donne à l'endomètre une vue en coupe l'aspect d'une « dentelle » prête à accueillir un embryon.
- En fin de cycle, en l'absence de fécondation, le corps jaune régresse en quelques jours, ce qui provoque une chute des concentrations hormonales d'œstrogènes et de progestérone. Les contractions du myomètre ne sont plus inhibées. La muqueuse se détache et est éliminée dans un flux sanguin : ce sont les menstruations, ou règles.

Au niveau du myomètre utérin, les œstrogènes favorisent sa grande contractilité en phase pré-ovulatoire

La progestérone diminue la contractilité du myomètre, ce qui facilite l'implantation d'un embryon.

### 3-Régulation de l'activité sexuelle femelle

Le fonctionnement de l'ovaire est sous contrôle direct de deux hormones sécrétées par l'hypophyse antérieure (FSH et LH).

L'hypothalamus contrôle la sécrétion hypophysaire par l'intermédiaire de la GnRH (sécrétion pulsatile)

L'ovaire exerce, par l'intermédiaire de ses hormones, un rétrocontrôle (feed-back) sur le CHH.

Lorsque le taux d'œstradiol augmente, la sécrétion de FSH et LH diminue, c'est un RC(-) qui se produit au début du cycle (jusqu'au 10<sup>ème</sup> j). On constate ensuite une augmentation rapide du taux d'œstradiol et aussi augmentation brusque (pic) de FSH et de LH, c'est

un RC(+) qui se produit juste avant l'ovulation. Enfin, il y a un autre RC(-) exercé par les hormones ovariennes au cours de la phase lutéale. A la fin du cycle, la chute du taux des hormones ovariennes suite à la régression du corps jaune, entraîne une reprise de la sécrétion des hormones hypophysaires et un nouveau cycle recommence.

#### **4- Gestation**

##### **De la Fécondation à la nidation**

Après la fécondation (T= 0) le zygote subit une segmentation grâce à des mitoses successives pour donner un embryon à différents stades. Au cours de la segmentation l'embryon progresse dans la trompe pour atteindre l'utérus vers le 4ème jour en stade de morula. La morula descend dans la cavité utérine se transforme en blastocyste formé d'une couche périphérique de cellules appelée trophoblaste, d'une masse de cellules appelée bouton embryonnaire

Le blastocyste se rapproche de l'endomètre, se fixe et s'y implante pour former son nid: c'est la nidation qui se produit vers le 7ème jour après la fécondation.

Les cellules du trophoblaste créent la future zone d'échange appelée placenta entre la circulation maternelle et la circulation fœtale.

##### **-Après la nidation**

Une mince couche de cellules se développe à la surface de l'embryon. C'est un processus au cours duquel les trois feuilletts du fœtus, l'ectoderme (épiblaste), le mésoderme (ou mésoblaste) et l'endoderme, se développent.

Ces trois couches se développeront pour former toutes les structures du corps de l'embryon.

##### **- Rôles du placenta.**

Le trophoblaste se développe en une structure complexe dans laquelle se développent des vaisseaux sanguins ou placenta.

- Respiration et nutrition : c'est à travers une mince couche de cellules que se font les échanges gazeux de la respiration (rejet de CO<sub>2</sub> et absorption d'O<sub>2</sub>), l'apport alimentaire de la mère et le rejet des déchets du métabolisme fœtal.

- Protection contre les microbes.

La plupart des microbes sont arrêtés par la barrière placentaire à cause de leur taille. Seuls les virus peuvent traverser le placenta (le virus du SIDA, par exemple). La plupart des médicaments ne sont pas interceptés.

Les drogues absorbées par la mère traversent également la barrière placentaire : lorsque la mère consomme du café, du tabac, de l'alcool ou d'autres drogues illicites, le fœtus les reçoit également.

##### **- Rôle endocrinien.**

Depuis la nidation jusqu'à la 11<sup>ème</sup> semaine de la grossesse (~3 mois): Le placenta assure la sécrétion d'une hormone la HCG identique à la LH. La HCG assure le maintien du corps jaune (corps jaune gestatif) et active la sécrétion des œstrogènes et de la progestérone pour maintenir l'endomètre.

-- Depuis la 11<sup>ème</sup> semaine jusqu'à l'accouchement (du 3<sup>ème</sup> mois jusqu'au 9<sup>ème</sup> mois) : le placenta assure la sécrétion des œstrogènes et de progestérone.

Le placenta produit aussi la HPL.

## 5- Parturition

Le fœtus lorsqu'il a atteint un certain stade de maturité sécrète du cortisol qui est l'hormone clé du déclenchement de la parturition sous l'effet de l'ACTH hypophysaire. Le cortisol modifie l'équilibre œstro-progestatif de la gestation : diminution des taux plasmatiques de progestérone, augmentation des taux d'œstradiol. Il en résulte une augmentation des sécrétions de prostaglandines. Cette modification de l'équilibre hormonal de la gestation est responsable du développement des contractions utérines. Lorsque la cascade d'évènements endocriniens est déclenchée, elle aboutit inexorablement à la parturition.

## 4- Allaitement

C'est la succion du mamelon (La tétée ou la traite) qui est le moteur de la sécrétion de la prolactine et de l'ocytocine. Cette stimulation aboutit, par voie nerveuse, à l'hypothalamus et entraîne une inhibition du PIF (facteur hypothalamique inhibiteur de la prolactine) : c'est la voie nerveuse ascendante du réflexe.

Les hormones libèrent le lait en agissant sur les acini et les galactophores : c'est la voie descendante.

## 6- Maîtrise de la reproduction

### a- La contraception

C'est l'ensemble des moyens qui permettent d'empêcher la fécondation en évitant la rencontre des gamètes mâles et femelles. Les principaux moyens de contraception sont :

- les méthodes naturelles : interruption du coït en retirant le pénis avant éjaculation.
- le préservatif : il empêche le sperme d'aller dans le vagin de la femme,
- la pilule : pour la femme, la pilule bloque la maturation des ovules, elle met les ovaires « au repos ».

De manière générale la pilule exerce un RC- sur le CHH pendant la période de prise. Les pilules combinées représentent le moyen contraceptif féminin le plus efficace.

Les pilules combinées agissent à trois niveaux : Sur le complexe hypothalamo-hypophysaire, sur l'endomètre et sur la glaire cervicale.

- l'implant : dispositif qui se met sous la peau du bras et libère une hormone (progestatif)

### **b- La contracepation**

C'est l'ensemble des moyens qui permettent d'empêcher la gestation

- le dispositif intra-utérin ou stérilet que le médecin va déposer dans l'utérus lors d'une consultation médicale : il peut rester en place pour 5 ans.

### **c- Procréation médicalement assistée**

#### **FIVETE**

Les étapes de la FIVETE: Fécondation In Vitro Et Transfert d'Embryons :

Etape 1: Stimulation hormonale de la maturation folliculaire:

- Injection d'une substance analogue à la GnRH: inhiber le complexe hypothalamo-hypophysaire.
- injection pendant plusieurs jours de la FSH: assurer la croissance et la maturation de plusieurs follicules.
- Injection de la LH ou la HCG: reprise de la division réductionnelle.

Etape 2: Prélèvement des ovocytes par ponction folliculaires

Etape 3: Prélèvement, traitement et capacitation des spermatozoïdes

Etape 4: Fécondation "in vitro"

Etape 5: Culture des embryons jusqu'aux stades 2 à 4 cellules.

Etape 6: Transfert des embryons dans la cavité utérine de la mère.

#### **- Insémination artificielle**

Dépôt de spermatozoïdes capités dans l'utérus.

## QCM

Pour chacun des items suivants (de 1 à 39), il peut y avoir une ou deux réponse(s) correcte(s). Relevez le numéro de chaque item et indiquez dans chaque cas la (ou les deux) lettre(s) correspondant à la (ou aux deux) réponse(s) correcte(s).

### 1- La destruction sélective des cellules de Sertoli entraîne :

- a- la stérilité de l'animal,
- b- la diminution du taux plasmatique de la LH.
- c- la diminution du taux plasmatique d'inhibine,
- d- la diminution du taux plasmatique de la GnRH.

### 2-Dans les conditions physiologiques normales, la régulation de la fonction reproductrice chez l'homme et chez la femme fait intervenir :

- a-un rétrocontrôle positif,
- b- un rétrocontrôle négatif,
- c- les gonadostimulines.
- d- l'hormone gonadotrophique chorionique (HCG).

### 3- La polyploïdie est une mutation qui correspond à :

- a- la duplication d'un gène ancestral.
- b- la fusion de chromosomes deux à deux.
- c- la modification de la structure chromosomique.
- d- la multiplication du nombre de chromosomes de base.

### 4-Le 8ème jour d'un cycle sexuel normal de 28 jours est caractérisé par :

- a- l'expulsion du 1er globule polaire.
- b- la formation de la dentelle utérine.
- c- une glaire cervicale à maillage serré.
- d- une glaire cervicale perméable aux spermatozoïdes.

### 5- Les récepteurs spécifiques à l'hormone lutéinique (LH) sont localisés au niveau :

- a- des cellules de Sertoli
- b- des cellules de Leydig
- c- des cellules du corps jaune
- d- des cellules de l'endomètre.



**6- Parmi les voies génitales, on cite :**

- a) la prostate,
- b) le vagin,
- c) la glaire cervicale,
- d) l'urètre.

**7 -Les récepteurs à la FSH sont localisés au niveau des cellules de :**

- a) Leydig,
- b) l'hypothalamus,
- c) Sertoli,
- d) l'hypophyse antérieure.

**8- Le follicule secondaire se caractérise par :**

- a) l'apparition des thèques,
- b) un ovocyte II entouré de plusieurs couches de cellules folliculaires,
- c) l'apparition des cavités,
- d) l'apparition de la zone pellucide.

**9- Les différents stades de la spermatogenèse :**

- a) se déroulent dans l'épididyme,
- b) sont visibles dans le tube séminifère d'un sujet impubère,
- c) sont sous le contrôle de la FSH et de la LH,
- d) impliquent deux types de division cellulaire.

**10- La greffe d'un fragment de testicule sous la peau d'un mâle castré :**

- a) active la sécrétion des gonadostimulines,
- b) freine la sécrétion des gonadostimulines,
- c) corrige la stérilité,
- d) à les mêmes effets que les injections d'extrait testiculaire.

**11- Chez l'espèce humaine, les cellules hypophysaires sécrétrices de FSH présentent des récepteurs à :**

- a) l'ABP,
- b) l'inhibine,
- c) la GnRH
- d) la testostérone.

**12- Le silence utérin constaté au cours d'un cycle sexuel chez une femme correspond à,**

- a. une augmentation du taux des œstrogènes.
- b. une diminution du taux de la progestérone.
- c. une augmentation du taux de la progestérone.
- d. une augmentation du taux des gonadostimulines.

**13. Les gonadolibérines,**

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

**14. Une Rate sans hypothalamus, reçoit en perfusion continue du sérum contenant des extraits hypothalamiques. On constatera alors,**

- a. l'hypertrophie de l'hypophyse.
- b. la réactivation de l'hypophyse.
- c. aucune réponse de l'hypophyse.
- d. la réduction de l'activité de l'hypophyse.

**15- Chez la femme, la folliculogénèse :**

- a. commence à partir de la puberté ;
- b. s'interrompt pendant la grossesse.
- c. commence et s'achève dans l'ovaire ;
- d. se déroule en partie dans l'ovaire et s'achève dans la trompe ;

**16- Chez la femme, suite à la fécondation, se produit :**

- a- une chute du taux des hormones ovariennes.
- b- une suspension du cycle sexuel.
- c- une augmentation du taux de FSH et de LH.
- d- une diminution du taux de GnRH.

**17- La pilule combinée :**

- a- freine l'activité du complexe hypothalamo-hypophysaire.
- b- inhibe la folliculogénèse.
- c- inhibe la prolifération de l'endomètre.
- d- permet de maintenir des taux élevés et constants des hormones sexuelles.

**18 -Chez l'homme, la FSH assure directement :**

- a) le développement des cellules de Leydig.
- b) le développement des tubes séminifères.
- c) la sécrétion de testostérone.
- d) la spermatogénèse.

**19- Parmi les cellules suivantes, celles qui sont cibles à la LH sont :**

- a) les cellules lutéales.
- b) les cellules de Sertoli.
- c) les cellules de Leydig.
- d) les spermatogonies.

**20- Chez une femme ayant des cycles réguliers de 32 jours :**

- a) la reprise de la maturation a lieu entre le 13ème et le 14ème jour.
- b) l'ovulation se produit el 16ème jour du cycle.
- c) le corps jaune atteint son maximum de développement le 25ème jour.
- d) la phase folliculaire dure 18 jours.

**21- La sécrétion de progestérone chez la femme assure :**

- a) l'ovulation.
- b) la formation de la dentelle utérine.
- c) le développement des caractères sexuels secondaires à la puberté.
- d) le maintien du corps jaune.

**22- Chez une femme ayant des cycles de 25 jours, on trouve dans son ovaire au 14ème jour :**

- a) des follicules primordiaux, primaires, secondaires et un follicule rompu.
- b) des follicules primordiaux, primaires, secondaires et un jeune corps jaune.
- c) des follicules primaires, secondaires, tertiaires et un follicule mûr.
- d) des follicules primordiaux, primaires, secondaires et un follicule mûr.

**23- L'évolution d'un follicule primaire en follicule secondaire se caractérise par :**

- a) la multiplication des cellules folliculaires.
- b) l'apparition des cavités dans la granulosa.
- c) le début de sécrétion d'œstradiol.
- d) le début d'édification des thèques.

**24- Le pic d'œstradiol observable vers la fin de la phase folliculaire :**

- a) provient d'un follicule tertiaire.
- b) provient d'un corps jaune.
- c) provient d'un follicule mûr.
- d) est précédé d'un pic important de LH.

**25- Une femme ayant un taux de LH très faible et constant :**

- a) peut être en ménopause.
- b) peut être sous pilule combinée.
- c) a un cycle ovarien bloqué.
- d) peut être ovariectomisée.

**26- On peut recourir à la FIVETE en cas :**

- a) d'azoospermie.
- b) d'oligospermie.
- c) d'obstruction des spermiductes (canaux déférents).
- d) d'obstruction des trompes.

**27-Des injections de LH chez un animal mâle impubère provoquent :**

- a) une augmentation du taux d'inhibine.
- b) une augmentation du taux de testostérone.
- c) une production des spermatozoïdes.
- d) un développement du tissu interstitiel.

**28- Des injections d'œstradiol à faibles doses chez une femme en ménopause entraînent**

- a) une baisse des taux sanguins des hormones hypophysaires
- b) une baisse de LH et une augmentation de FSH
- c) une augmentation des taux sanguins des hormones hypophysaires
- d) aucun effet.

**29- L'ovulation se produit :**

- a) le premier jour de la phase lutéinique.
- b) le dernier jour de la phase folliculaire.
- c) toujours le 14<sup>ème</sup> jour du cycle sexuel.
- d) le dernier jour de la phase menstruelle.

**30- Le (ou les) point (s) commun (s) entre la LH et la HCG :**

- a) elles sont de même origine.
- b) elles stimulent les caractères sexuels.
- c) elles sont lutéinisantes.
- d) elles agissent sur l'ovaire.

**31- La glaire cervicale devient perméable aux spermatozoïdes grâce à :**

- a) la progestérone.
- b) l'œstradiol.
- c) la HCG.
- d) la LH.

**32- La pilule combinée a une action anti-nidatoire car elle :**

- a) stimule les contractions du myomètre.
- b) bloque le cycle ovarien.
- c) permet un développement anormal de l'endomètre.
- d) contient des hormones de synthèse.

**33- L'injection d'une faible dose d'œstradiol à une guenon pubère ovariectomisée entraîne :**

- a) une chute du taux de LH.
- b) un pic de FSH.
- c) une augmentation du taux de Gn-RH.
- d) un freinage du fonctionnement du complexe hypothalamo-hypophysaire.

**34- La pilule combinée agit directement sur :**

- a) l'endomètre en inhibant sa prolifération.
- b) les ovaires en bloquant leur cycle.
- c) l'axe hypothalamo-hypophysaire en inhibant ses sécrétions.
- d) l'axe hypothalamo-hypophysaire en stimulant ses sécrétions.

**35- Parmi les premiers signes de la grossesse, on cite :**

- a) une diminution des taux sanguins des hormones ovariennes.
- b) une augmentation des taux sanguins des gonadostimulines.
- c) le non survenu des règles.
- d) une apparition de HCG dans le sang de la femme.

**36- Le placenta est un organe qui :**

- a) protège le fœtus contre tous les microbes.
- b) laisse passer les drogues de la mère toxicomane vers le fœtus.
- c) assure les échanges entre le sang maternel et le sang fœtal.
- d) assure une fonction endocrine dès la fécondation.

**37- la HCG a les mêmes effets que :**

- a) la FSH.
- b) la GnRH.
- c) la LH.
- d) l'APB.

**38- Le corps jaune gestatif :**

- a) est maintenu durant les premiers mois de la grossesse.
- b) se maintient sous l'action de LH.
- c) ne secrète que la progestérone.
- d) reste actif jusqu'à l'accouchement.

**39- Les enzymes des granules corticaux :**

- a) sont libérées au moment de la fixation des spermatozoïdes sur la zone pellucide.
- b) favorisent la pénétration des spermatozoïdes.
- c) empêchent la polyspermie.
- d) modifient les glycoprotéines (antigènes) situés sur la tête des spermatozoïdes.

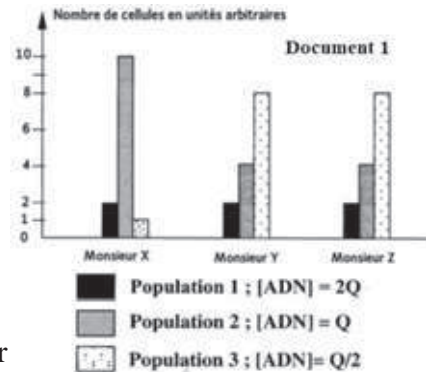
**Corrigé QCM**

Item	1	2	3	4	5	34	35	36	37	38	39
Bonne réponse	a-c	b-c	d	c	b, c	c	c-d	b-c	c	a	c

## Exercice 1

Afin de préciser l'origine de la stérilité de deux hommes M.X et M.Y adultes, on effectue différents tests.

On réalise une étude quantitative du taux d'ADN de cellules germinales extraites directement, par biopsie, d'un fragment des testicules de ces deux hommes stériles et d'un homme fertile M.Z. On obtient trois populations différentes de cellules germinales dont le nombre ainsi que la quantité d'ADN correspondant à chacune d'elles, figurent dans le document 1.



1- Indiquer les cellules germinales correspondant à chacune des trois populations du document 1. Justifier la réponse.

2- Expliquer la variation du nombre des cellules germinales des trois populations chez l'homme fertile M.Z.

3- Déduire, d'après le document 1, la cause de stérilité de M.X.

Des observations microscopiques réalisées sur le sperme de M.Y, ont montré des spermatozoïdes dont la plupart ont un aspect identique à celui schématisé dans le document 2.



4- Expliquer l'origine de la stérilité de M.Y.

## Corrigé 1

1-Population 1 = spermatocytes I.

Car c'est une cellule ayant  $2n$  chromosomes à deux chromatides chacun ( $2Q$ ).

Population 2 = spermatocytes II

Car c'est une cellule ayant  $n$  chromosomes à deux chromatides chacun, obtenue après la division réductionnelle de la méiose ( $Q$ ).

Population 3 = spermatides ou spermatozoïdes

Car ce sont des cellules ayant  $n$  chromosomes à une chromatide chacun, obtenues après la division équationnelle de la méiose ( $Q/2$ ).

2- Chez l'homme fertile le nombre de cellules germinales double de 2 à 4 puis à 8 en passant de la population 1 à la population 3 ce qui correspond au déroulement de la méiose où le nombre de cellules se dédouble après chaque division.

Le spermatocyte I donne 2 spermatocytes II et chacun d'eux donne 2 spermatides.

3- Chez l'homme stérile X le nombre de spermatocytes I est identique à ce que l'on observe chez l'homme fertile ( $2UA$ ), mais le nombre de spermatocytes II est plus grand chez l'homme stérile  $10UA$  que chez l'homme fertile  $4UA$ . Par contre le nombre de spermatides ou spermatozoïdes est anormalement inférieur chez cet homme stérile  $1UA$



que chez l'homme fertile 8UA.

Donc la cause de stérilité chez l'homme X est le blocage de la méiose au stade spermatocyte II ce qui engendre un nombre insuffisant de spermatozoïdes ou une oligospermie.

4- Le document 1 révèle que chez Y le nombre de cellules des trois populations est le même que chez l'homme fertile ; ceci indique que la méiose se déroule normalement chez lui.

Par contre le document 2 montre un type de spermatozoïde ayant un flagelle et une tête qui sont normaux mais une pièce intermédiaire plus grande que celle d'un spermatozoïde normal. Ceci est dû à la non élimination du cytoplasme résiduel.

Alors l'origine de sa stérilité est le déroulement anormal de la spermiogénèse.

## Exercice 2

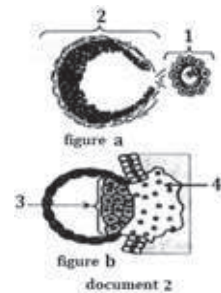
Les figures a et b du document 2 illustrent deux événements qui se déroulent au niveau de l'appareil génital de la femme.

1-Légendez le document 2.

2- Identifiez les deux événements illustrés par les figures a et b.

3- Précisez les lieux de leur déroulement.

4- Citez l'évènement manquant qui permet le passage de l'étape a à l'étape b.



## Corrigé 2

1-Légendes

1= ovocyte II ;

2= Follicule rompu ;

3= bourgeon (bouton) embryonnaire ;

4= Placenta

2- a : ovulation

b : nidation

3- a : de l'ovaire à la trompe

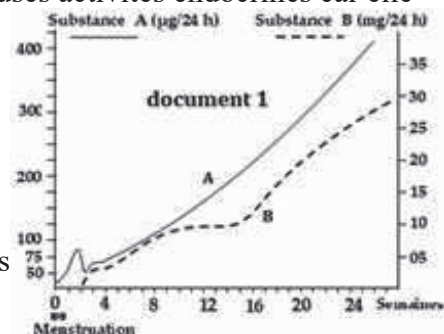
b : utérus

4- Fécondation

## Exercice 3

A- L'urine constitue un milieu qui reflète de nombreuses activités endocrines car elle contient des substances provenant de la dégradation des hormones. Un dosage régulier de deux substances A et B dérivant d'hormones sexuelles dans les urines de Mme S, a permis de tracer les graphes du document 1.

1- En justifiant la réponse, identifiez les hormones qui sont à l'origine des substances A et B dosées dans les urines de Mme S.



2- Comment expliquez-vous la disparition de la menstruation après celle observée au début des dosages ?

3- En utilisant vos connaissances, expliquez l'évolution du taux de l'hormone à l'origine de la substance B durant la période de dosage. Précisez l'origine et le déterminisme de sa sécrétion.

## Exercice 4

Le document 1 montre les résultats de dosage de LH chez une femme normale durant 40 jours.

1-Analysez ce graphe en vue de déduire :

1-1-La durée du cycle.

1-2-Date (s) d'ovulation (s).

2-Précisez le déterminisme du pic de LH.

Le dosage chez deux autres femmes X et Y du taux de LH durant la même période a donné les courbes du document 2.

3-Analysez ces deux courbes et déduisez l'état possible de chaque femme.

4-L'échographie ovarienne a révélé chez l'une de ces femmes l'absence de follicules ovariens.

4-1-Reconnaissez cette femme, expliquez son état.

4-2-Interprétez l'allure de la courbe chez cette femme.

5-L'autre femme a remarqué la disparition de sa menstruation. Après des analyses, son médecin confirme la présence de HCG dans ses urines.

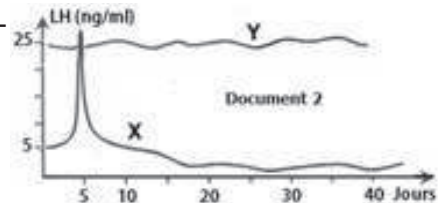
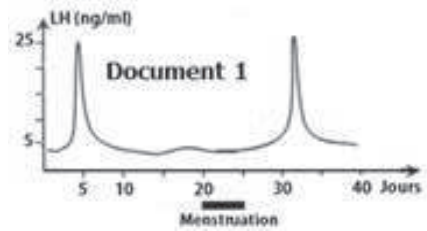
5-1-Qu'apportent ces données ?

5-2-En utilisant l'axe de temps du document 2, estimez à partir de quel jour débute la sécrétion de cette hormone par rapport au pic de LH ? Justifiez votre réponse.

5-3-Montrez comment la sécrétion de cette hormone était, directement ou indirectement, à l'origine de la :

5-3-1-disparition de la menstruation de cette femme.

5-3-2-variation du taux de LH.



## Corrigé 4

1-1-Le graphe montre une sécrétion cyclique de LH présentant deux pics identiques successifs.

La durée du cycle sexuel = le temps séparant les 2pic de LH successifs :  $33-5 = 28$ jours

1-2- Dates approximatives des ovulations : 5 et 33

2- Taux élevé d'œstrogènes, RC+

3- La femme X présente un pic de LH suivi d'une diminution qui persiste au-delà de 40 jours donc gestante (elle peut être sous pilule),

La femme Y présente un taux de LH constant et élevé donc ménopausée.

4- 1- La femme dont l'échographie a révélé l'absence de follicules est la femme Y : épuisement des follicules

4-2- L'allure de la courbe s'explique par l'absence du RC-

5- 1- La présence de HCG confirme la gestation

5-2- La sécrétion de HCG aurait débuté le 12<sup>e</sup> jour parce que la nidation devrait se faire le 7<sup>e</sup> jour après la fécondation environ.

5-3-1- La sécrétion de HCG maintient le corps jaune augmentant le taux de progestérogène qui assure le silence utérin.

5-3-2- Rétrocontrôle négatif (RC<sup>-</sup>)

## Exercice 5

A- Les figures 1, 2 et 3, illustrent des étapes d'un phénomène qui se déroule dans les voies génitales d'une femelle de mammifères.

1- De quel phénomène s'agit-il ?

2- Donnez les noms des éléments A, B, C, D et E.

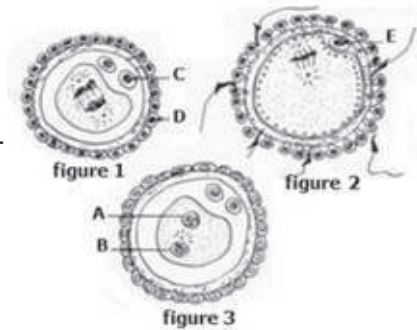
3- Précisez la quantité d'ADN et la formule chromosomique des éléments A, B, C, D et E en considérant  $2n = 4$  (une paire d'autosomes et la paire des gonosomes). Votre réponse doit être sous forme d'un tableau.

4- Des ovules de souris sont fécondés in vitro, mais au stade de la figure 3, on aspire l'élément A ou B. On

fait alors agir la cytochalasine B, qui permet le dédoublement strict des chromosomes. La cellule ainsi obtenue peut se diviser et l'embryon qui en résulte est implanté dans l'utérus d'une souris porteuse. Seuls les embryons à caryotype normal sont viables.

a- Décrivez l'état de l'utérus de la femelle porteuse au moment de l'implantation.

b- Peut-on prévoir le sexe des souriceaux ? Justifier votre réponse en envisageant les divers cas possibles.



B- Afin de préciser la relation entre deux hormones X et Y, on dose la concentration moyenne de l'hormone X chez une femme ayant des cycles de 28 jours, dans des conditions différentes :

a : cycle normal.

b : cycle fécond.

c : cycle normal avec injections de l'hormone Y du  $J_{+6}$  au  $J_{+9}$  du cycle.

Le tableau suivant présente les résultats obtenus dans les trois conditions.

Jours Cycle	J <sub>-1</sub>	J <sub>0</sub>	J <sub>+1</sub>	J <sub>+3</sub>	J <sub>+6</sub>	J <sub>+8</sub>	J <sub>+11</sub>	J <sub>+13</sub>	J <sub>+14</sub>	J <sub>+17</sub>	J <sub>+20</sub>	J <sub>+22</sub>	J <sub>+30</sub>
Normal (a)	Trace	0.5	2	7	17	19	12	2	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
Fécond (b)	Trace	0.5	2	7	17	19.5	23	27	29	31	33	35	40
Avec injections de Y (c)	Trace	0.5	2	7	17	24	27	24	20	10	2	Trace	Trace

- 1- Identifiez l'hormone X et précisez son origine dans chaque cycle.
- 2-Déduisez le rôle de l'hormone Y et nommez-la.
- 3-Précisez la date des événements constatés dans chaque cycle.
- 4-Précisez les types de retro-contrôles exercés aux jours : J<sub>-1</sub> et J<sub>+20</sub>. Citez à chaque fois leurs conséquences.

## Corrigé 5

A -1 -Nom du phénomène : Fécondation.

2-légende :

Éléments	A	B	C	D	E
Nom	Pronucléus femelle	Pronucléus mâle	GP <sub>II</sub>	Cellule folliculaire	GP <sub>I</sub>

3-Formule chromosomique et quantité d'ADN

	A	B	C	D	E
Formule	n = 1 + X	n = 1 + X ou 1 + Y	n = 1 + X	2n = 2 + XX	n = 1 + X
ADN	Q	<u>Q</u>	Q/2	Q	Q

4- a : Etat de l'utérus

Au moment de l'implantation, l'utérus d'une femelle porteuse doit être :

-développé - dentelé - vascularisé - silencieux

b-Sexe des souriceaux :

-si on aspire le pronucléus mâle (B) on aura :  $(1 + X) \times 2 = 2 + XX$  donc sexe femelle.

-si on aspire le pronucléus femelle (A) on aura deux cas possibles :

-(1+X)  $\times$  2 = 2+ XX de sexe femelle.

-(1+Y)  $\times$  2 = 2 + YY non viable.

→ Cette opération ne peut donner qu'un individu de sexe femelle.

B- 1- Nom de l'hormone X : progestérone.

Origine : corps jaune.

2- Hormone Y : l'injection de l'hormone Y augmente la sécrétion de la progestérone  
 → Y maintient le corps jaune. Il s'agit du HCG (ou LH)

3- Dates des événements :

Cycle normal (a) : Ovulation =  $J_0$       Menstruation =  $J_{+13}$   
 Cycle fécond (b) : Ovulation =  $J_0$       Fécondation = dans les 24h qui suivent  
 l'ovulation soit  $J_{+1}$       Nidation  $\approx J_{+7}$   
 Cycle (c) :              Ovulation =  $J_0$       Menstruation =  $J_{+20}$

4- Les types de RC exercés

	RC		Conséquences
Cycle normal (a)	$J_{-1}$	$RC_+$	Pic LH - Ovulation
	$J_{+20}$	$RC^-$	Inhibition de l'hypophyse (diminution de sécrétion de FSH et LH)
Cycle fécond (b)	$J_{-1}$	$RC^+$	Pic LH - Ovulation
	$J_{+20}$	$RC^-$	Inhibition de l'hypophyse (diminution de sécrétion de FSH et LH)
Cycle (c)	$J_{-1}$	$RC^+$	Pic LH - Ovulation
	$J_{+20}$	Levée de $RC^-$	Augmentation de FSH

## Exercice 6

On se propose de préciser certaines conditions de la fécondation humaine en se basant sur un examen, des cultures et des expériences.

Examen :

On réalise des spermogrammes chez deux hommes X et Y.

Le document 1 présente les résultats obtenus chez X et Y et ceux obtenus chez un homme normal témoin.

Paramètres	L'homme X	L'homme normal témoin	L'homme Y
Volume	3,9 mL	> 3 mL	mL 4,2
pH	7,3	7,3	7,3
Numérotation dans le sperme	$64,2 \cdot 10^6 \text{ mL}^{-1}$	> $60 \cdot 10^6 \text{ mL}^{-1}$	$67 \cdot 10^6 \text{ mL}^{-1}$
Mobilité totale	60%	> 52%	55%
Spermatozoïdes de forme normale	10%	> 56%	90%

1- A partir de l'analyse des spermogrammes des hommes X et Y comparé à celui de l'homme normal témoin, déduisez lequel des deux hommes X ou Y ne présente pas d'anomalies.

### Cultures :

On met en contact, dans des cultures, des spermatozoïdes prélevés à différents endroits de l'appareil génital d'un homme normal et de plusieurs ovocytes II d'une femme traitée par la FSH. Puis, on détermine le pourcentage de gamètes fécondés.

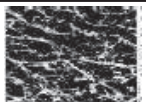

Les cultures et leurs résultats sont présentés par le document 2.

Cultures	Mise en contact des ovocytes II avec des spermatozoïdes prélevés de :	Pourcentage de gamètes fécondés
1	La lumière du tube séminifère	0%
2	L'épididyme	90%
3	L'urètre.	0%

2- A partir de l'exploitation des résultats des différentes cultures et de vos connaissances, expliquez les transformations subies par les spermatozoïdes à partir de la lumière du tube séminifère et traversant l'épididyme et l'urètre.

### Expérience 1 :

Chez une femme normale ayant un cycle sexuel de 28 jours, on prélève de la glaire cervicale le 8<sup>ème</sup> et le 14<sup>ème</sup> jour de son cycle. A chaque fois, le prélèvement est observé puis placé dans un milieu en présence de sperme éjaculé d'un homme normal. Après une heure, on vérifie la migration des spermatozoïdes à travers la glaire cervicale dans chaque milieu. Le document 3 montre les résultats obtenus.

Observation de l'état de la glaire cervicale	Milieux	Migration des spermatozoïdes
Le 8 <sup>ème</sup> jour 	Milieu 1 : glaire cervicale prélevée le 8 <sup>ème</sup> jour du cycle + sperme éjaculé.	Absente
Le 14 <sup>ème</sup> jour 	Milieu 2 : glaire cervicale prélevée le 14 <sup>ème</sup> jour du cycle + sperme éjaculé.	Normale

3- Etablissez la relation entre la structure de la glaire cervicale et la migration des spermatozoïdes.

### Expérience 2 :

A partir de l'expérience 1, on prélève des spermatozoïdes de chaque milieu et on les met en contact avec des ovocytes II, puis on mesure le pourcentage de gamètes fécondés.

Les résultats sont présentés par le document 4.

Spermatozoïdes prélevés du :	Pourcentage de gamètes fécondés
Milieu 1	0%
Milieu 2	90%

4- A partir de l'exploitation des résultats obtenus et en faisant appel à vos connaissances, expliquez la transformation subie par les spermatozoïdes.

5- A partir des informations précédentes, dégagez les conditions de la fécondation mises en évidence.

## Corrigé 6

1- Comparées aux caractéristiques du sperme de l'homme normal, tous les paramètres mesurés sont normaux chez les deux hommes X et Y à l'exception du pourcentage des spermatozoïdes de forme normale qui est très faible (10%) chez l'homme X.

Déduction : le sperme de l'homme Y ne présente pas d'anomalies.

2-Dans les cultures 1 et 3, aucun gamète femelle n'est fécondé.

-Dans la culture 2, la majorité des gamètes femelles sont fécondés.

-Les spermatozoïdes acquièrent leur pouvoir fécondant au niveau de l'épididyme grâce à des protéines membranaires leur permettant la reconnaissance du gamète femelle.

-Au niveau de l'urètre, les spermatozoïdes se mêlent aux sécrétions des glandes annexes, l'antigène membranaire est alors masqué par un facteur de décapacitation.

Expérience 1 :

- Au 8ème jour du cycle, la glaire cervicale est dense et à maillage serré donc imperméable aux spermatozoïdes ce qui explique l'absence de leur migration.

- Au 14ème jour du cycle, la glaire cervicale est filante et à maillage large donc perméable

aux spermatozoïdes ce qui explique leur migration normale.

3-Expérience 2 :

Les spermatozoïdes qui ont été mis en contact avec la glaire cervicale du 8ème jour (milieu 1) ne fécondent pas les gamètes femelles. Ceux qui ont été mis en contact avec la glaire cervicale du 14ème jour (milieu 2) fécondent les gamètes femelles.

-En franchissant la glaire cervicale filante, le facteur de décapacitation est décroché et les spermatozoïdes retrouvent leur pouvoir fécondant.

4-Conditions de la fécondation mises en évidence :

sperme normal (spermatozoïdes normaux).

glaire cervicale filante.

spermatozoïdes capacités.



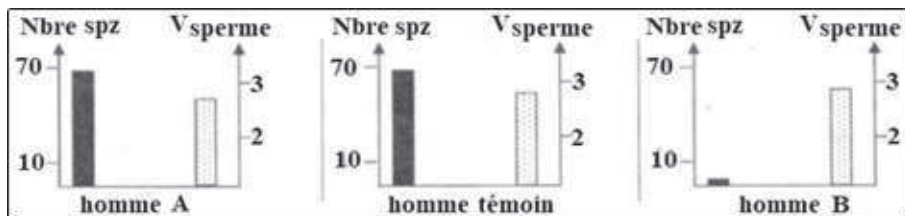
## Exercice 7

On se propose d'étudier certains aspects de la maîtrise de la procréation humaine.

Deux couples A et B ayant des difficultés à avoir des enfants depuis des années, consultent un médecin gynécologue qui leur propose de réaliser les examens suivants :

**-Examen 1 :** Réalisation de spermogrammes chez les hommes A et B

Le dénombrement des spermatozoïdes et la mesure du volume du sperme chez les hommes A et B ainsi que chez un homme fertile (sujet témoin) sont représentés par le document 1



**NB :** nbre de spz en million/ml-sperme ; volume du sperme ml/éjaculation

**-Examen 2 :** Radiographie de l'appareil reproducteur des femmes A et B.

Le document 3 représente des schémas d'interprétation simplifiés de la radiographie de l'appareil génital réalisée chez les femmes A et B ainsi que chez une femme fertile (sujet témoin) donne les résultats indiqués dans le document 2.

1- Comparez les résultats obtenus dans chaque examen en vue d'identifier les individus stériles.

2-Précisez, pour chaque individu stérile, la cause de son infertilité.

3-Proposez deux hypothèses quant à l'origine de l'infertilité chez l'homme stérile.



**-Examen 3 :** dosages réguliers de l'hormone LH chez l'homme stérile.

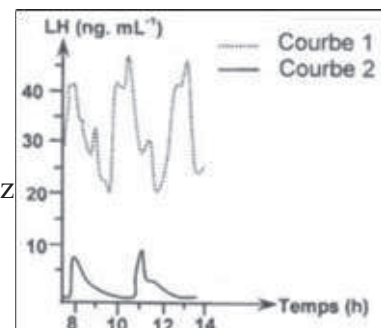
Le médecin propose à l'homme stérile d'effectuer des dosages plasmatiques réguliers de LH et de FSH.

Les résultats obtenus permettent de tracer la courbe 1 du document 3 relative à la LH;

La courbe 2 correspond aux mêmes dosages effectués chez un homme témoin pour la même hormone LH.

4-Exploitez les résultats du document 4 afin de vérifier la validité des hypothèses émises.

5-Proposez, pour chaque couple, un traitement approprié





permettant de remédier à sa stérilité.

NB : On observe les mêmes résultats pour la FSH.

## Corrigé 7

1-Analyse comparative

- **Examen 1 :**

Comparé au spermogramme de l'homme témoin, le nombre de spermatozoïdes et le volume du sperme de l'homme A sont sensiblement les mêmes.

⇒ L'homme A est normal.

Comparé au spermogramme de l'homme témoin, celui de l'homme B montre un nombre de spermatozoïdes très faible bien que le volume du sperme soit presque le même.

⇒ L'homme B est stérile.

- **Examen 2 :**

L'appareil génital de la femme A, comparé à celui de la femme témoin, présente presque la même organisation sauf au niveau :

-Des ovaires qui sont de plus petite taille (atrophies) montrant des follicules très petits (pas de croissance folliculaire), pas de follicule mûr et évidemment pas d'ovulation.

-Une muqueuse utérine moins épaisse et lisse (pas de dentelle)

⇒ La femme A est stérile.

-L'appareil génital de la femme B, comparé à celui de la femme témoin, présente presque la même organisation mais ses trompes ne sont pas dégagées.

⇒ La femme B est stérile aussi.

2-

	Homme B	Femme A	Femme B
Cause de la stérilité	Oligospermie ou nombre réduit de spz	Stérilité hormonale ou structurale	Obstruction des trompes

3-Pour l'homme B, la stérilité peut être due à un dysfonctionnement :

-Testiculaire (hypothèse 1).

-Hypothalamo-hypophysaire (hypothèse 2).

**NB :** on accepte toute hypothèse logique pouvant être à l'origine de l'infertilité chez l'homme B (blocage de la spermatogenèse, pas de sécrétion de testostérone, de GnRH, LH, FSH, défaut de récepteurs...).

4- Chez l'homme stérile on constate un taux élevé de LH qui oscille entre 20 et 45 ng/mL et on observe 3 pics/7h par contre chez l'homme témoin on constate un taux normal de LH qui oscille entre 2 et 8 ng/mL et on note 2 pics/7h.

→ Chez l'homme stérile, le rétrocontrôle négatif normalement exercé par la testostérone

est faible ou absent témoignant d'une faible sécrétion ou absence carrément de testostérone.

→ L'homme B souffre d'un problème testiculaire → seule l'hypothèse 1 est validée.

5-Traitements proposés :

Pour le couple A : traitement hormonal visant à stimuler le développement folliculaire (exemple injections de FSH et de LH à des doses convenables).

Pour le couple B : la FIVETE.

## Exercice 8

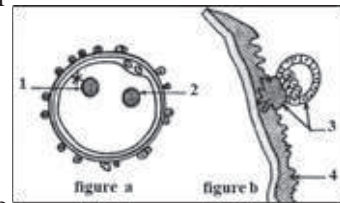
La figure a du document illustre une phase de la fécondation

1-Légendez le document en reproduisant les numéros des flèches (de 1 à 4) sur votre copie.

2-a- Expliquez le mécanisme de la pénétration du spermatozoïde à l'intérieur de l'ovocyte II.

b- Citez les transformations cytologiques et nucléaires qui se déroulent depuis la pénétration du spermatozoïde jusqu'à la phase illustrée par la figure a.

3-Expliquez comment l'élément désigné par la flèche n°3 contribue au maintien de la grossesse.



## Corrigé 8

1- Légende

1	2	3	4
Pronucléus mâle	Pronucléus femelle	Trophoblaste	Dentelle utérine ou endomètre ou muqueuse utérine

2-a- Mécanisme de la pénétration du spermatozoïde dans l'ovocyte II.

L'acrosome du premier spermatozoïde qui parvient en contact avec l'ovocyte libère son contenu enzymatique qui hydrolyse et liquéfie localement la zone pellucide.

La fusion des membranes cytoplasmiques des deux gamètes permet l'entrée du noyau et du centriole proximal dans le cytoplasme ovocyttaire.

b- Transformations cytologiques et nucléaires

- réaction corticale : les granules corticaux déversent des enzymes qui hydrolysent les récepteurs des spermatozoïdes ce qui assure la monospermie.

- achèvement de la deuxième division de la méiose de l'ovocyte II et expulsion du deuxième globule polaire.

- synthèse d'ADN et formation des deux pronucléi.

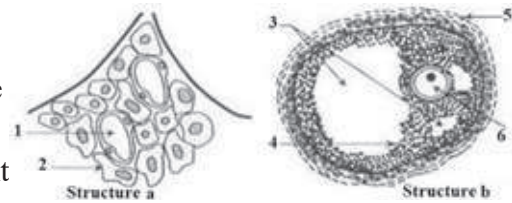
- synthèse de protéines.
- formation d'un aster

3- Les cellules du trophoblaste sécrètent la HCG dont l'action est voisine de celle de la LH. Cette hormone passe dans le sang maternel et empêche la régression du corps jaune. Celui-ci continue à produire des doses croissantes d'œstrogènes et de progestérone, indispensables au bon déroulement de la grossesse.

### Exercice 9

Le document représente deux schémas simplifiés de structures observables dans les gonades humaines.

- 1- Nommez les structures a et b
- 2-Légendez le document en reportant sur votre copie les numéros de 1 à 6
- 3-Les structures a et b sécrètent respectivement les hormones H<sub>1</sub> et H<sub>2</sub>.



Recopiez, sur votre copie, le tableau suivant et complétez-le

Nom	Organes	cibles	Effets physiologiques
H <sub>1</sub>			
H <sub>2</sub>			

- 4- Indiquez le devenir de la structure b

### Corrigé 9

- 1- Structure a : tissu interstitiel testiculaire  
Structure b : follicule cavitaire ou tertiaire
- 2- Légende :

1	2	3	4	5	6
Capillaire sanguin	Cellule de Leydig ou interstitielle	Cavités folliculaires	Granulosa ou cellules folliculaires	Thèque (externe)	Ovocyte I

3-

	Nom	Organes cibles	Effets physiologiques
H <sub>1</sub>	Testostérone	Testicules Organes responsables des caractères sexuels. Axe H-H	Développement et maintien des caractères sexuels (Iaires et IIaires). Activation de la spermatogenèse Rétrocontrôle négatif
H <sub>2</sub>	Œstrogènes	Utérus Organes responsables des caractères sexuels. Axe H-H	Développement de l'endomètre Développement et maintien des caractères sexuels. Rétrocontrôle négatif et/ou positif

4- la structure b évoluera en follicule mûr.

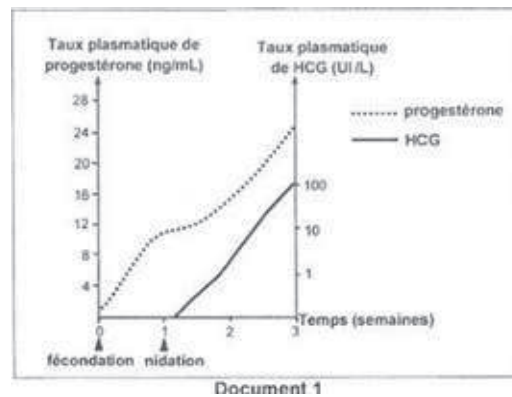
## Exercice 10

On cherche à comprendre les relations fonctionnelles entre certaines structures au début de la grossesse. Pour cela, on réalise un test de dosage et des expériences.

### Test de dosage

On dose, chez la femme à partir de la fécondation, le taux de deux hormones : l'hormone gonadotrophique chorionique (HCG) et la progestérone.

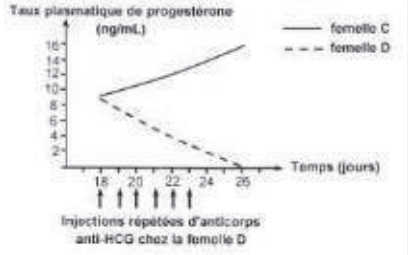
Les résultats obtenus sont présentés par le document 1.



1-Analysez les deux tracés du document 1 en vue de proposer une hypothèse quant au rôle de l'HCG.

### Expériences 1, 2 et 3

Ces expériences sont réalisées sur des macaques femelles dont le cycle sexuel est comparable à celui de la femme.

Expériences		Résultats
1	On injecte à une femelle macaque (A) non gestante de l'HCG rendue radioactive pendant la phase lutéale	La radioactivité se localise au niveau du corps jaune. Le taux de progestérone passe de 4,5 à 9 ng/mL.
2	On injecte à une femelle macaque (B) non gestante des extraits trophoblastiques pendant la phase lutéale.	Le taux de progestérone passe de 4 à 8 ng/mL.
3	On suit la variation du taux plasmatique de progestérone chez deux femelles macaques (C) et (D) gestantes dans deux conditions différentes : Conditions physiologiques normales (femelle C) la suite d'injections répétées d'anticorps anti-HCG à partir du 18 <sup>e</sup> jour de gestation (femelle D).	Le document présente les résultats obtenus 

2-A partir de l'analyse des résultats de ces expériences et en faisant appel à vos connaissances a- précisez l'origine de l'HCG.

b- vérifiez la validité de l'hypothèse émise dans la question 1.

c- prévoyez le devenir de la gestation chez la femelle (D) suite aux injections répétées d'anticorps anti-HCG. Justifiez.

3-A partir des informations tirées précédemment et en faisant appel à vos connaissances, représentez par un schéma fonctionnel les relations entre l'hypophyse, le corps jaune, le trophoblaste et l'endomètre au début de la grossesse chez la femme.

## Corrigé 10

1-Analyse des tracés :

Hormone	Analyse
HCG	1- À partir de la fécondation, le taux augmente et atteint 24 ng/mL vers la 3 <sup>e</sup> semaine de gestation.
Progestérone	2- Sécrété peu de temps après la nidation avec un taux pour atteindre 100 ng/mL au cours de 3 <sup>e</sup> semaine de gestation.

**Hypothèse** : rôle de l'HCG : stimule la sécrétion de la progestérone

2-Analyse de l'expérience 1 : A la suite de l'injection de l'HCG radioactive, la radioactivité se localise au niveau des cellules lutéales du corps jaune : ces cellules sont les cellules cibles de l'HCG. Le taux de progestérone augmente

## Analyse de l'expérience 2

A la suite de l'injection d'extraits trophoblastiques, le taux de progestérone augmente

## Analyse du document 2

Chez la femelle C, en conditions physiologiques normales, le taux de progestérone augmente passant de 7 à 14 ng/mL entre le jour 18 et le jour 26 de la gestation.

Chez la femelle D, à la suite de l'injection des anticorps anti-HCG, le taux de progestérone diminue jusqu'à s'annuler vers le 26<sup>ème</sup> jour.

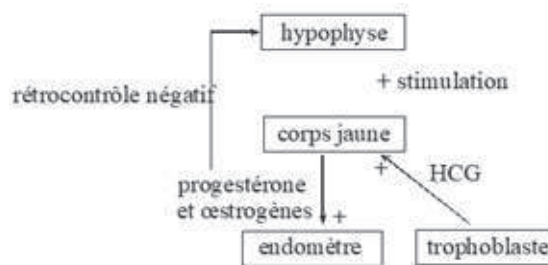
a- l'origine de l'HCG est le trophoblaste.

b- l'HCG stimule la sécrétion de la progestérone. L'hypothèse est confirmée.

c- chez la femelle D il se produit un avortement.

Justification : l'absence de la progestérone vers le 26<sup>ème</sup> jour est suivie d'une destruction de la dentelle utérine ce qui provoque l'avortement.

3-Schéma de synthèse :



## Exercice 11

A- L'échographie endovaginale est l'examen utilisé par les médecins pour suivre l'évolution de l'épaisseur de l'endomètre. Réalisé chez trois femmes pubères X, Y et Z dont l'une est normale, pendant une période donnée, cet examen montre les résultats suivants

Temps en jour		1	2	5	10	15	21	25	27	28
Epaisseur de l'endomètre chez les femmes en mm	X	6	4	2	3	5	6.5	7.5	8	6
	Y	1	1	1	1	1	1	1	0.75	1
	Z	5	4	2	2.5	4.5	6	6.5	6.5	5

1-Tracer la courbe de l'évolution de l'endomètre en fonction du temps chez la femme X normale.

2- Décrire l'état de l'endomètre de la femme X aux jours  $J_{10}$  et  $J_{26}$ , expliquez la différence.

3- Les femmes Y et Z présentent-elles des menstruations ? Déduisez l'état le plus probable de chacune d'elles.

4- Précisez le type de rétrocontrôle exercé par les ovaires de chaque femme sur son CHH au 13<sup>ème</sup> jour, justifiez.

B- Le document ci-contre représente, de façon schématique, deux événements  $E_1$  et  $E_2$  qui se produisent chez la femme d'une manière cyclique de la puberté jusqu'à la ménopause.

1-Nommez les événements  $E_1$  et  $E_2$ .

2-Légendez ce document.

3-Au cours du cycle sexuel, l'élément 2 évolue en une structure X.

a- Nommez la structure X.

b- Etablissez la relation entre l'évolution de la structure X et l'évènement  $E_2$ .

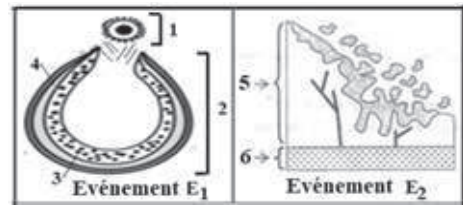
4- Précisez si l'évènement  $E_1$  se produit ou non lors d'un cycle sexuel chez madame Z. Justifiez.

C- Proposer s'il y a lieu, une méthode adaptée à chacun des cas suivants en justifiant :

1- Un couple marié depuis plusieurs années, sans enfant et qui en désire.

2- Un couple âgé de 32ans ayant déjà 9 enfants.

3- Un couple de 70 ans avec 10 enfants.



## Corrigé 11

A-1-



2-  $J_{10}$  : Début de développement de l'endomètre, formation des glandes en tube, sous l'effet des œstrogènes. -

$J_{26}$  : Endomètre développé, dentelles utérines (glandes sinueuses) et une bonne vascularisation sous l'effet d'œstrogènes et de la progestérone.

3-La femme Y ne présente pas de menstruation, ménopausée.

La femme Z présente des menstruations, sous pilules.

4-Femme X :  $RC^+$  Taux élevé d'œstrogènes

Femme Y : absence de RC arrêt de l'activité ovarienne.

Femme Z :  $RC^-$  présence de Progestérone.

B-1-  $E_1$  : Ovulation                       $E_2$  : Menstruation

2-

1- Ovocyte II

2- Follicule rompu

3- Granulosa

4- Thèque

5- Endomètre

6- Myomètre

3-a - Corps jaune

b- La régression du corps jaune provoque la chute de progestérone qui entraîne la démolition de l'endomètre d'où règles

4- Pas d'ovulation car elle est sous pilules

C- 1- Utilisez une technique de PMA (FIVETE)

2- Utilisez un contraceptif

3- Rien

## Exercice 12

Dans le but de comprendre la cause de stérilité de trois rats pubères A, B et C, on réalise les expériences suivantes :

Expérience 1 :

L'analyse du liquide extrait des épидидymes de ces trois rats montre l'absence totale de spermatozoïdes.

1. Déduisez, d'après cette expérience, la cause de stérilité des trois rats.

Expérience 2 :

Des injections répétées de GnRH à ces trois rats corrigent la stérilité du rat B, mais ne corrigent pas la stérilité des deux rats A et C.

2. En vous basant sur les résultats de l'expérience 2, expliquez la cause de la stérilité du rat B.

Expérience 3 :

Des injections de testostérone ou de LH à ces trois rats corrigent la stérilité du rat A, mais ne corrigent pas la stérilité des deux rats B et C.

3. En vous basant sur les résultats des expériences 2 et 3, expliquez la cause de la stérilité du rat A.

L'hypophyse du rat C est greffé à un rat X pubère et hypophysectomisé restaure les caractères sexuels secondaires chez le rat X, mais ne corrige pas sa stérilité.

4. En vous basant sur les résultats des expériences 2, 3 et 4, expliquez la cause de stérilité du rat C.



5. En vous basant sur les résultats des différentes expériences réalisées, reproduisez et complétez le tableau en précisant si les structures sont normales ou anormales.

Rats		A	B	C
Hypothalamus				
Hypophyse	Cellules sécrétrices de LH			
	Cellules sécrétrices de FSH			
Cellules de Leydig				

Tableau 1

**N.B.** : Mettez dans chaque case (+) si la structure est normale et (-) si la structure est anormale.

6. En vous basant sur les résultats de ces expériences et vos connaissances, représentez à l'aide d'un schéma clair et légendé, la régulation de la fonction reproductrice chez l'homme.

### Exercice 13

Le testicule produit de la testostérone de façon constante grâce à un système de régulation que l'on se propose de découvrir en réalisant les expériences suivantes :

**Expérience 1** On injecte des gonadostimulines à un animal mâle impubère ayant des cellules testiculaires inactives. Les conséquences de ces injections sur trois types de cellules testiculaires sont consignées dans le tableau 1.

Hormones hypophysaires	Injection de LH	Injection de FSH
Cellules testiculaires		
Spermatogonies	inactives	activées
Cellules de Sertoli	Non développées	Développées
Cellules de Leydig	activées	Inactives

tableau 1

1- Citer le rôle des cellules de Sertoli et de Leydig.

2- Analyser les résultats de l'expérience 1 et en dégager les cellules cibles de chacune des hormones hypophysaires.

#### Expérience 2

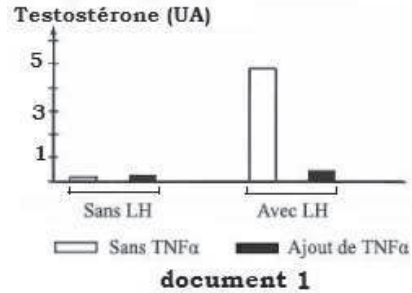
Des cellules de Leydig sont cultivées in vitro. On ajoute, au milieu de culture, différentes molécules, LH et/ou TNF $\alpha$ , et on mesure en parallèle la production de testos-

térone. Le document 1 résume les résultats de cette expérience.

- 3- Analyser ces résultats et déduire l'effet de la  $TNF\alpha$ .
- 4- Proposer une hypothèse quant au mode d'action de la  $TNF\alpha$ .

**Expérience 3**

Afin d'étudier l'action de certains types de cellules testiculaires sur l'activité des cellules hypophysaires, on réalise des cultures dans des milieux appropriés et on mesure le taux de gonadostimulines libérées (tableau 2).



	Milieu 1 : Cellules hypophysaires (X) seules	Milieu 2 : Cellules (X) + Cellules Y	Milieu 3 : Cellules (X) + Cellules Z
Libération de FSH	100%	100%	40%
Libération de LH	100%	40%	100%

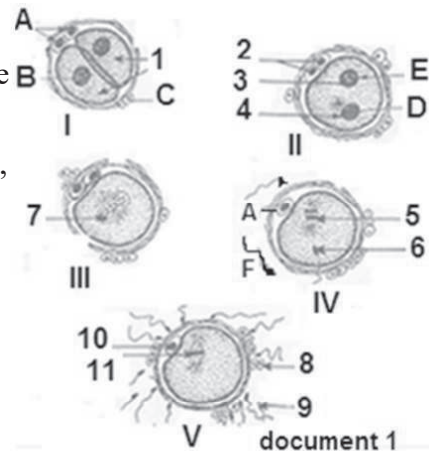
Tableau 2

- 5- Analyser les résultats de l'expérience 3 et identifier les cellules Y et Z.
- 6- Représenter les différentes interactions entre l'hypophyse et le testicule.

**Exercice 14**

Les figures du document 1 représentent les différentes étapes d'un phénomène qui caractérise la reproduction sexuée chez l'espèce humaine.

- 1-Précisez de quel phénomène il s'agit ?
- 2- Légendez les figures et mettez un titre pour chacune d'elles.
- 3-Donner la garniture chromosomique des éléments A, B, C, D, E et F.
- 4-Replacez les figures dans l'ordre chronologique.



Pour un couple Mr et Mme X, l'événement que vous venez d'étudier ne peut se produire.

- 5-En faisant appel à vos connaissances, citez deux principales causes de stérilité.
- 6-Indiquez pour chaque cause la solution pouvant être apportée. (Sans expliquer les techniques).

Les causes de stérilité du couple X ayant été décelées, un traitement approprié est prescrit à Madame X, un retour à la normale est constaté, les étapes du phénomène sont constatées dans les voies génitales de Madame X.

7 -Que va-t-il se passer au niveau de la muqueuse utérine dans les jours qui suivent ce phénomène ?

8 -Préciser comment va être modifiée l'activité sexuelle de MmeX ?

### Exercice 15

Deux Rats très jeunes peuvent être réunis expérimentalement par une suture latérale de la peau et des muscles ; la cicatrisation permet alors un mélange des sangs : on dit que les animaux sont en parabiose. Sur de tels animaux en parabiose, on peut effectuer diverses opérations ; les indications suivantes donnent les caractéristiques des deux sujets qui vivaient en parabiose et l'aspect des organes génitaux à l'autopsie dans plusieurs cas.

-Deux femelles normales : ovaires non modifiés pour les deux animaux.

-Femelle castrée + femelle normale : hypertrophie des ovaires de la femelle normale

- Mâle castré + femelle normale : hypertrophie des ovaires de la femelle normale.

-Mâle castré + mâle normal : hypertrophie des vésicules séminales et de la prostate chez le mâle normal.

-Femelle castrée + mâle normal : hypertrophie des vésicules séminales et de la prostate chez le mâle normal.

a) Comment interprétez-vous la différence entre les expériences 1 et 2 ?

b) Les réactions des organes génitaux des femelles et des mâles normaux dans les expériences 2 et 4 vous semblent-elles identiques ? Justifiez votre réponse.

c) Que vous apporte la comparaison des expériences 3 et 5 ?

d) On injecte à un Rat mâle normal un extrait hypophysaire de femelle. Quel résultat prévoyez-vous ?

### Corrigé 15

a- Expérience 1 : toutes les glandes sont en place et sécrètent normalement.

Expérience 2 : le taux des hormones ovariennes diminue initialement, car il y a une seule paire d'ovaires pour deux femelles, d'où stimulation par l'hypothalamus des deux hypophyses, dont les gonadostimulines provoquent l'hypertrophie des ovaires restants.

b-Oui, la régulation du taux d'hormone mâle se fait de façon analogue à celle des hormones femelles mais dans l'expérience 4, il y'a hypertrophie des effecteurs des hormones sexuelles, et non de la gonade.

c-Les gonadostimulines hypophysaires peuvent stimuler les gonades de l'autre sexe.

d- On observera une hypertrophie des vésicules séminales et de la prostate chez le Rat

mâle (cf. question c), conséquence de l'augmentation du taux des hormones sexuelles mâles, puisque la sécrétion des testicules a été stimulée.

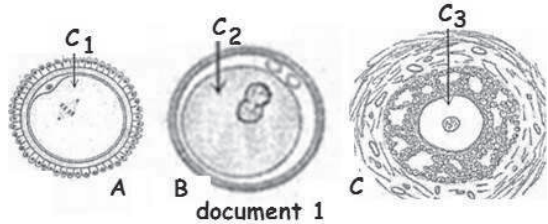
## Exercice 16

Au cours de la vie génitale de la femme, les structures A, B et C du document 1 peuvent être observées à différents niveaux de l'appareil reproducteur, suite à des phénomènes physiologiques particuliers.

1-Identifiez les structures A, B et C.

2-Précisez le nombre de chromosomes des cellules  $C_1$ ,  $C_2$  et  $C_3$ .

3- Classez les structures A, B et C dans l'ordre chronologique de leur apparition au niveau de l'appareil génital de la femme.



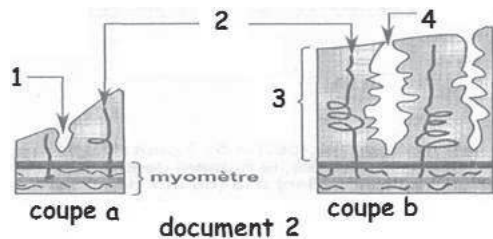
4-Indiquez, pour chaque structure, le phénomène physiologique à l'origine de sa formation.

B- Le document 2 représente deux coupes réalisées au niveau de l'utérus à deux moments différents du cycle sexuel chez la femme.

1-Complétez la légende de ce document.

2-Faites correspondre chacune de ces deux coupes (a) et (b) à l'une des phases du cycle utérin.

3- Décrivez les transformations de la muqueuse utérine au cours du cycle sexuel.



4-Indiquez les hormones ovariennes contrôlant ces transformations.

## Exercice 17

Chez la femelle de Macaque, la gestation dure 168 jours. On connaît les faits suivants :

1-La nidation a lieu 8 jours après la fécondation (temps 0).

2-Le corps jaune commence à régresser au 18<sup>e</sup> jour.

3-On trouve, du 12<sup>e</sup> au 32<sup>e</sup> jour, une hormone d'origine placentaire (HCG), dont l'action est identique à celle des gonadostimulines hypophysaires.

4-A partir du 20<sup>e</sup> jour, l'ovariectomie est possible sans provoquer l'avortement.

5-Le taux de progestérone augmente rapidement du temps 0 jusqu'au 10<sup>e</sup> jour et reste ensuite du même ordre de grandeur.

- a) Comment expliquez-vous les résultats de l'expérience 4 ?
- b) Comment la grossesse peut-elle se maintenir sans HCG au-delà du 32<sup>e</sup> jour ?
- c) Retrouvez l'origine de la progestérone au cours des différentes phases de la gestation.

### Corrigé 17

a- Dès le 20<sup>e</sup> jour, le placenta sécrète progestérone et œstrogènes, indispensables au maintien de la muqueuse utérine.

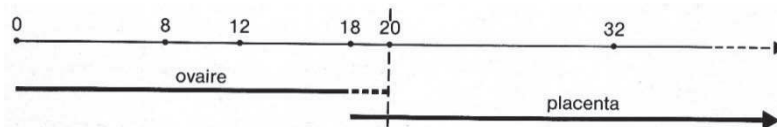
b- Les ovaires sont relayés, dans leur fonction sécrétrice, par le placenta qui produit, de façon autonome, œstrogènes et progestérone.

c- De 0 à 18 jours : sécrétion ovarienne seule (corps jaune).

Du 18<sup>e</sup> au 20<sup>e</sup> jour : deux phénomènes opposés dont les conséquences s'annulent :

- Diminution de la sécrétion ovarienne au niveau du corps jaune, puisque l'ovaire régresse
- ;- Augmentation de la progestérone placentaire puisque la quantité totale de progestérone reste constante (expérience e).

Au-delà du 20<sup>e</sup> jour : sécrétion placentaire seule.



### Exercice 18

I - A - Sur une Guenon ovariectomisée à laquelle on administre une quantité constante d'œstrogènes pendant une longue période, une chute lente et progressive du taux d'œstrogènes provoque une régression lente des tissus utérins sans menstruation ; par contre, un arrêt brutal des œstrogènes est suivi de menstruation.

1- Pourquoi agit-on sur une Guenon ovariectomisée ?

2- Quelles conclusions pouvez-vous tirer de cette expérience ?

B - On recommence la même expérience avec arrêt brutal d'œstrogènes, mais on remplace immédiatement celle-ci par de la progestérone ; il n'y a pas de menstruation. Quel est le déterminisme de la menstruation dans les conditions normales ? dans le cas d'un cycle sans ovulation ?

C - Sur des Guenons, on greffe dans chacun des deux yeux un fragment d'endomètre utérin. Dans un seul des deux yeux (œil traité), on introduit un cristal d'œstrogène qui a pour effet d'augmenter localement le taux d'œstrogène. On observe les résultats suivants :

	Œil traité	Œil non traité	Utérus
Date de menstruation normale..	Rien	Hémorragie	Hémorragie
Extirpation du cristal, quelques jours après ....	Hémorragie	Rien	Rien

Interprétez ce tableau.

D- On retire les ovaires d'une Guenon au milieu d'un cycle : il y a menstruation ; on fait la même chose au début du cycle : il n'y a pas de menstruation. Pourquoi ?

### Corrigé 18

I - A - 1 - Pour supprimer l'action des hormones ovariennes normales et être sûr que les hormones injectées soient seules en cause.

2- Seule, la diminution brutale du taux d'œstrogènes déclenche la menstruation.

B - Dans les conditions normales, c'est la chute simultanée du taux d'œstrogènes et de progestérone, car il y a présence d'un corps jaune.

Dans le cas d'un cycle anovulaire, il n'y a pas d'ovulation et donc pas de corps jaune : seule la chute du taux des œstrogènes intervient.

C- Rate normale : utérus et œil non traité sont soumis à la chute d'œstrogènes par voie sanguine ; pour l'œil traité, il n'y a pas de chute puisque la présence du cristal maintient un taux élevé d'œstrogènes au niveau de la muqueuse.

Après extirpation du cristal, chute relative dans l'œil traité, et non ailleurs, du taux des œstrogènes : il y a donc hémorragie dans le seul œil traité.

D- L'ovariectomie entraîne la chute du taux des hormones ovariennes ; en milieu de cycle, le taux des œstrogènes est élevé et la muqueuse utérine bien reconstituée : il y a menstruation s'il y a arrêt de la production d'œstrogènes. En début de cycle, peu d'œstrogènes sont sécrétés, et donc la chute du taux est peu importante à l'ovariectomie ; de plus, la muqueuse est peu ou pas reconstituée : ce sont deux raisons pour que la menstruation n'ait pas lieu.

### Exercice 19

I -1- L'injection de doses élevées d'œstrogènes et de progestérone pendant une semaine sur une femelle de Mammifère vierge provoque le développement de la glande mammaire. A l'arrêt du traitement, on constate un début de sécrétion lactée, moindre que dans des conditions normales de lactation.

1-Quelles sont les hormones qui interviennent normalement dans la préparation d'un

organisme femelle à la lactation ?

2-Quelle est l'hormone qui manque dans l'expérience décrite et qui intervient normalement au cours de la formation du lait ?

3-Pourquoi cette hormone n'agit-elle qu'après la parturition dans les conditions physiologiques normales ?

II - On constate que l'allaitement provoque souvent un maintien du corps jaune de gestation au-delà de l'accouchement.

1-Quels sont les effets hormonaux, directs ou indirects, de l'allaitement sur l'ovaire? Permettent-ils d'expliquer le maintien du corps jaune?

2-Chez la femelle du Zébu, les cycles ovariens sont bloqués pendant 180 jours si le jeune a accès librement à la mamelle, 120 jours s'il tète seulement deux fois par jour, 80 jours s'il tète une fois par jour. Dans les trois cas, la croissance du jeune est comparable, ce que l'on peut interpréter en considérant que la quantité de lait absorbée par le jeune est la même. Quel est donc le facteur déterminant du blocage des cycles ?

3-Dans de nombreuses populations africaines, comme chez les Dogons, la femme porte l'enfant dans son dos toute la journée et le fait téter chaque fois qu'il désire : on constate dans ces populations des absences de règles atteignant deux ans ; proposez une interprétation.

4-Dans des populations voisines initialement nomades, la sédentarisation avec utilisation du lait de vache a entraîné une réduction de 30 à 40% du temps séparant deux naissances. De même, l'urbanisation des populations du Rwanda, avec passage à des tétées en nombre réduit et à heures fixes, a ramené l'espace entre deux grossesses consécutives de 23 à 9 mois. Ces considérations sociologiques peuvent-elles s'expliquer par des facteurs physiologiques ? lesquels ?

III- Certains cas de stérilité chez la femme sont liés à l'absence d'ovulation.

1-On fait à de telles femmes des injections d'extraits hypophysaires : on constate qu'il y a alors souvent ovulation.

a-Quelle était, probablement, dans ces cas soignés, la cause de l'absence d'ovulation ?

b-Peut-on utiliser des extraits hypophysaires provenant d'individus de sexe masculin.

Justifiez votre réponse.

c- Alors que pour ces femmes l'ovulation exigeait des extraits hypophysaires, la grossesse peut se dérouler sans apports nouveaux de ces mêmes extraits hypophysaires. Pourquoi ?

2-En fait, pour soigner l'absence d'ovulation, on remplace couramment les extraits



hypophysaires par des extraits placentaires.

- a) Pourquoi obtient-on les mêmes résultats ?
- b) Dans la pratique, pourquoi choisit-on les extraits placentaires plutôt que les extraits hypophysaires ?

## Corrigé 19

I- 1. Ce sont surtout les œstrogènes et, à un degré moindre, la progestérone.

2-Il manque la prolactine.

3-La prolactine n'agit qu'après la parturition, parce qu'elle est inhibée par la progestérone placentaire pendant la grossesse. Cette inhibition est donc levée quand le placenta est rejeté

II- 1. L'allaitement stimule, par voie réflexe, la sécrétion de la prolactine, et cette stimuline hypophysaire provoque le maintien du corps jaune.

2- Le facteur déterminant le blocage des cycles est la succion du jeune, point de départ du réflexe neurohormonal. Ici, c'est la fréquence du phénomène de succion qui intervient.

3-La succion effectuée par le bébé Dogon entraîne, comme on vient de le voir, un maintien du corps jaune, et celui-ci bloque les cycles ovulatoires.

4- On retrouve dans les deux cas la diminution du temps de succion (diminution de la fréquence des tétés); les nouveaux comportements entraînent une diminution du taux de prolactine, donc une régression du corps jaune et donc une reprise plus rapide des cycles ovulatoires.

III- 1. a- L'efficacité des injections d'extraits hypophysaires permet de penser que la stérilité de ces femmes était due à une insuffisance de stimuline hypophysaire (LH).

b- On peut utiliser indifféremment des gonadostimulines mâles ou femelles, ces hormones étant identiques dans les deux sexes et pouvant agir sur les deux organismes.

c- Le placenta sécrétant des hormones de même nature que les gonadostimulines, des extraits hypophysaires sont inutiles pour le maintien de la grossesse.

2. a- L'analogie de rôle entre les gonadostimulines placentaires et hypophysaires existe aussi bien en ce qui concerne le maintien de la grossesse que pour le déclenchement de l'ovulation.

b- Il est plus simple et plus économique de se procurer des placentas que d'obtenir des hypophysés par extraction post-mortem.

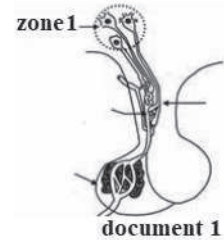


## Exercice 20

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 GnRH par les neurones de la zone 1 (du document 1) et, d'autre part, la sécrétion des cellules hypophysaires (la LH).

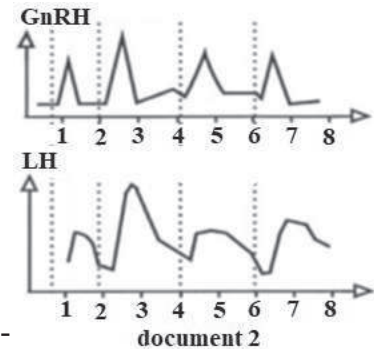


Le document 2 présente les résultats obtenus.

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

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

## Corrigé 20

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 trace a.

Cela nous permet de déduire une relation fonctionnelle entre l'hypothalamus et l'hypophyse :

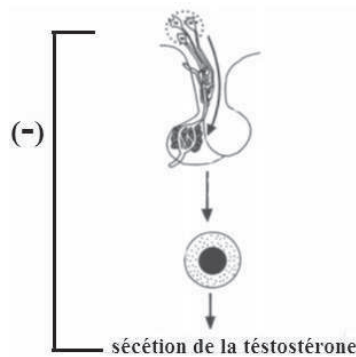
Le fonctionnement de l'hypophyse est sous la commande directe de l'hypothalamus :

- Les neurones de la zone 1 de l'hypothalamus secrètent la Gn RH d'une manière pulsatile.
- La GnRH stimule l'hypophyse qui secrète la LH d'une manière pulsatile aussi.

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.

2-Schéma



3- 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.

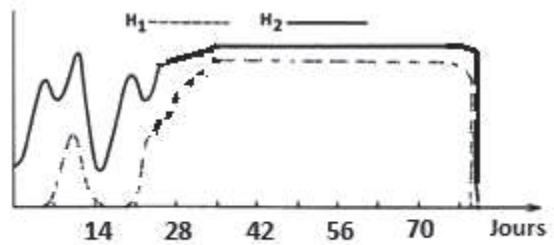
Déduction : la testostérone est sécrétée sous l'action de l'hormone hypophysaire LH et elle exerce un rétrocontrôle négatif sur la sécrétion de LH.

## Exercice 21

Les graphiques du document 1 concernent les taux sanguins des hormones ovariennes chez une femelle.

1- Quelle est la durée du cycle sexuel chez cette femelle ?

2-Quelles sont les hormones correspondant à chacun des graphes ? Pourquoi ? Par quelles structures ovariennes sont-elles sécrétées ?

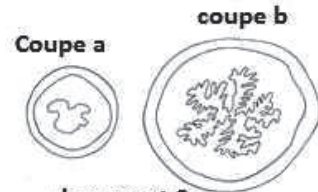


3- Précisez le nombre de cycle présenté par ce document.

4-Expliquez l'évolution de ces hormones.

document 1

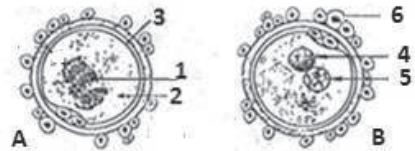
Les coupes transversales du document 2 représentent l'utérus à deux moments différents du cycle de cette femelle.



document 2

5-Comparez-les. A quelle période du cycle ovarien correspond chacune d'elles ?

6- Expliquez les différences constatées entre les deux coupes ?



document 3

7- A un moment donné du cycle on constate un phénomène dont certaines phases sont représentées par le document 3

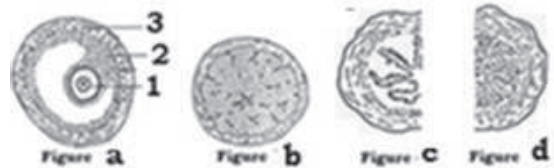
7-1- Titrez et annotez chacune des figures en utilisant les numéros proposés

7-2- A quel moment du cycle sexuel peut-on observer le stade B ? Justifiez-vous.

## Exercice 22

A- La figure a du document représente une structure ovarienne observée au microscope optique.

1- Légendez cette structure.



Une coupe d'ovaire réalisée des jours plus tard, montre la structure illustrée par la figure b du document .

2-Donnez un nom à cette structure et décrivez l'évolution qui s'est produite dans l'intervalle de temps qui sépare les figures a et b.

3-Les figures c et d du document représentent deux aspects différents d'un même organe sexuel.

a- De quel organe s'agit-il ?

b- Dans quelle phase du cycle cet organe présente :

-l'aspect représenté par la figure c.

-l'aspect représenté par la figure d.

B- Le tableau 2 exprime le résultat de dosage de deux hormones (X et Y) chez une femme au cours du mois de Mai:

Temps	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31
Hormone X	0.3	4	11	18	19	17	10	3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3
Hormone Y	25	12	15	17	18	16.5	6	3.2	3.2	3.7	4	5	6	8	12	18

Tableau 2

1- Identifiez les hormones X et Y.

2-À quelle date approximative :

a- l'ovulation s'est-elle produite ? Justifiez la réponse.

b- la menstruation est-elle apparue ? Justifiez la réponse.

3- Mettez en relation les deux hormones dosées et les figures du document 2.

## Corrigé 22

A-1- Légendes: 1 = ovocyte I ; 2 = granulosa ; 3 = thèque interne

2- Le corps jaune qui résulte de l'ovulation et transformation des cellules folliculaires en cellules lutéales.

3- a- L'utérus

b- Aspect d : phase lutéale

Aspect c: phase folliculaire

B- 1- Hormone X : progestérone ; Hormone Y : œstradiol

2- a- Ovulation : vers le 2 mai juste après le pic d'œstradiol et avant l'apparition de la progestérone

b- Menstruation : vers le 16 mai, chute (minimum) de progestérone

3- Hormone Y : œstradiol sécrétée par le follicule (fig a) pendant la phase folliculaire et développe l'utérus (fig c) et par le corps jaune (fig b) pendant la phase lutéale.

Hormone X : progestérone sécrétée par le corps jaune (fig b) pendant la phase lutéale, origine de la dentelle utérine (fig d).

## Exercice 23

A- Le document (1) représente quelques structures observées au cours du cycle ovarien.

1- Donnez un titre à chacune de ces structures et classez ces figures dans l'ordre chronologique.



document 1

2-Légendez la structure c.

Les structures précitées secrètent des hormones qui agissent à différents niveaux.

3- Citez les hormones sécrétées par les structures a et c (précisez à chaque fois les cellules sécrétrices).

4- Dressez un tableau résumant l'effet de ces hormones sur: l'hypophyse et l'utérus.

B- On cherche à comprendre quelques aspects de la gestation chez une chèvre dont la gestation dure environ 135 jours.

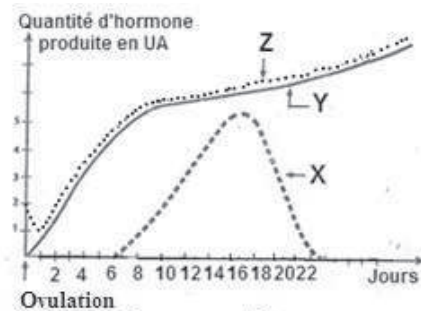
On dose au cours du premier mois la quantité des hormones: X, Y et Z dans le sang de cette femelle (document 2)

1- Identifiez les hormones X, Y et Z.

2-En justifiant votre réponse, indiquez à quelle date:

a- a lieu la nidation

b-commence la régression du corps jaune.



document 2

3-Rappelez l'origine et le rôle de l'hormone X.

Sur deux lots (A et B) de chèvres en gestation on réalise les interventions suivantes:

- Lot A: Ablation de l'hypophyse.

- Lot B: Ablation des ovaires.

4- Précisez dans chaque cas les conséquences de l'intervention sur le déroulement de la gestation.

5- La fin de la gestation est marquée par une chute du taux de la progestérone.

5-1-Précisez le mécanisme hormonal à l'origine de cette chute.

5-2-Quelles sont les conséquences de cette chute?

## Corrigé 23

A- 1 - Titre et ordre:

Ordre chronologique	Nom de la structure
<b>c</b>	Follicule mûr
<b>b</b>	Follicule rompu (ovulation)
<b>a</b>	Corps jaune

2- Légende

Numéro	Nom
<b>1</b>	Thèque externe
<b>2</b>	Thèque interne
<b>3</b>	Granulosa (cellules folliculaires)
<b>4</b>	Antrum (cavité)
<b>5</b>	Ovocyte I

3- Hormones et Origine

Structure	Hormones sécrétées	Cellules sécrétrices
<b>a</b>	-œstrogènes -progestérone	-thèque interne+ granulosa -cellules lutéales
<b>c</b>	Œstrogènes	-thèque interne -cellules folliculaires

4- Effets des hormones

Hormone	Effet sur l'hypophyse	Effet sur l'utérus
Œstrogènes: <b>-en faible dose</b> <b>-en forte dose</b>	Rétrocontrôle: -négatif sur la FSH. -positif sur la FSH et la LH	Développement de l'endomètre et contrac- tions du myomètre.
Progestérone	Pas d'effet	Pas d'effet
Œstrogène et progestérones	Rétrocontrôle négatif sur la FSH et la LH	développement de l'endomètre, formation de la dentelle utérine et le silence utérin

B-1- Noms des hormones X, Y et Z

X : HCG      Y : Progestérone      Z : œstrogènes

## 2- Phénomènes

	Date	Justification
a-Nidation	6 <sup>ème</sup> -7 <sup>ème</sup> j	Début de sécrétion du HCG
b-Début de régression du corps jaune	18 <sup>ème</sup> j	Chute de HCG (<seuil)

## 3- Origine de l'hormone X

Le HCG est sécrétée par le trophoblaste (jeune placenta). Cette hormone assure le maintien du corps jaune (transforme le corps jaune cyclique en corps jaune gestatif).

## 4- Conséquences des interventions

Intervention	Conséquence
Ablation de l'hypophyse	Sans effets
Ablation des ovaires	-Avortement si elle est pratiquée en début de gestation (avant le 18 <sup>ème</sup> j) -Sans effets si elle est pratiquée après cette période (gestation maintenue par les hormones placentaires)

## 5 -Parturition (Accouchement)

## 5-1- Origine de la chute de la progestérone.

A la fin de la gestation, l'hypophyse antérieure du fœtus sécrète une hormone: l'ACTH qui stimule ses corticosurrénales à sécréter le Cortisol.

Le Cortisol inhibe la sécrétion de la progestérone et active celle des œstrogènes (Transformation de P en Oe).

## 5-2 Conséquences de la chute.

Les œstrogènes assurent plusieurs rôles:

- Contractions utérines
- Stimulent la posthypophyse à sécréter l'Ocytocine.
- Stimulent l'utérus à sécréter la prostaglandine

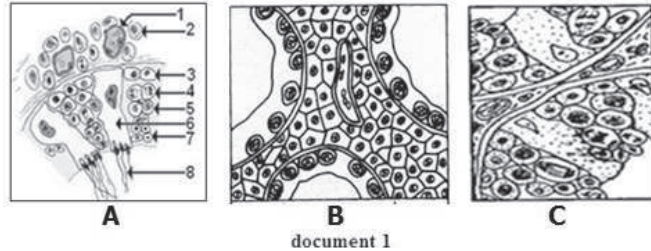
Tous ces effets réunis amplifient les contractions et provoquent l'accouchement.

## Exercice 24

A- Le document (1) représente les structures histologiques des testicules de 3 individus : A, B et C.

1- Légendez la coupe A.

2- Schématisez les cellules 4 et 5 en anaphase, pour simplifier on considère  $2n = 4$  (utilisez une paire d'autosomes et les chromosomes sexuels).



3. Quelles informations pouvez-vous dégager de ces structures concernant la fertilité et l'état des caractères sexuels secondaires de chacun des trois individus ?

4. Indiquez pour chaque individu l'état hormonal qui justifie la structure du testicule.

5. Proposez un ou (des) traitement(s) qui permettrait (ent) de corriger les anomalies physiologiques que pourraient présenter certains d'entre eux.

B- On effectue pour une période de trois mois, le dosage des hormones ovariennes chez deux femmes inquiétées par l'absence de menstruation. On constate alors que dans les deux cas les œstrogènes et la progestérone apparaissent comme l'indique le document (2).

1-Rappelez l'origine de ces hormones au cours de la gestation.

2 -Ces résultats justifient-ils l'absence des règles ? Expliquez.

3-Peut-il s'agir d'une grossesse ? Expliquez.

4-On dose alors les hormones hypophysaires chez les deux femmes :

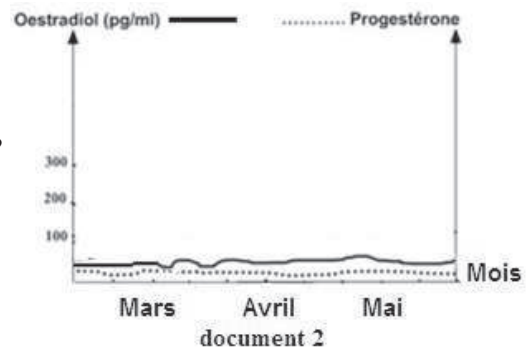
Femme A : - FSH supérieur à 50  $\mu\text{I/ml}$  (normalement aux environs de 5  $\mu\text{I/ml}$ )

-LH supérieur à 150  $\mu\text{I/ml}$  (sécrétion maximale autour de 20  $\mu\text{I/ml}$ ).

Femme B : FSH et LH sous formes de traces.

4-1 -Quelles conclusions pouvez-vous tirer ?

4-2 -Expliquez comment pourrait-on envisager de rétablir le cycle de la femme B ?



## Exercice 25

1-La vie génitale d'une femme commence à la puberté et se termine à la ménopause.



a - Quel phénomène apparent marque l'entrée dans la période de la puberté ?

b- Précisez l'origine de la ménopause.

Durant cette vie génitale, on observe des cycles ovariens caractérisés par un développement des follicules.

2- Citez les différentes phases d'un cycle ovarien.

3-Précisez le déterminisme de chaque phase.

4- Pendant la grossesse le taux des gonadostimulines est très faible et les cycles sont interrompus. Expliquez

5-Certaines femmes interrompent volontairement leurs cycles.

a- Qu'appelle-t-on cette pratique ?

b-Quel est son intérêt ?

c-Donnez un exemple des méthodes contraceptives.

## Corrigé 25

1- a- Menstruation

b- Epuisement du stock des ovocytes

2- Phase folliculaire et Phase lutéale séparées par l'ovulation.

3-

Phase folliculaire	Ovulation	Phase lutéale
Augmentation de la sécrétion de FSH	Pic FSH et surtout de LH	Sécrétion de LH

4- Taux élevé des hormones ovariennes exerce un RC<sup>-</sup> sur le CHH ce qui provoque une faible sécrétion des gonadostimulines et par conséquent un arrêt des cycles.

5- a- Contraception

b- Espacement des naissances (santé de la mère et de l'enfant)

c- Pilules combinées.....

## Exercice 26

1-Le document 1 représente les appareils génitaux de lapines pubères, normales (figure 1) ou ayant subi la castration bilatérale (figure 2).

Quelles sont les conséquences de cette opération sur les voies génitales? Qu'en déduisez-vous?

2-Chez des femelles adultes castrées, on greffe des ovaires dans différentes conditions: la greffe dans le tissu cutané, c'est-à-dire dans un territoire de la circulation générale, permet d'observer l'appareil génital de la figure 3.

a-Quelle est l'indication apportée par les résultats de cette expérience?

Si la greffe est effectuée dans le tissu enveloppant deux anses intestinales (le sang issu de ce territoire passe obligatoirement par le foie), l'appareil génital prend l'aspect de la figure 4. L'ovaire renferme alors de nombreux follicules cavitaires et hémorragiques (follicules murs non rompus).

b-Décrivez ces résultats (en vous référant aux cas précédents) et précisez le rôle des sécrétions hypophysaires.

c-En vous appuyant sur cette expérimentation et à l'aide de vos connaissances, déduisez la propriété du foie mise en évidence de façon à interpréter le contraste entre l'image ovarienne et celle des voies génitales.

d-Réalisez deux schémas mettant en évidence les relations entre les organes concernés:

-Dans la situation normale

-Dans la situation de la figure 4.

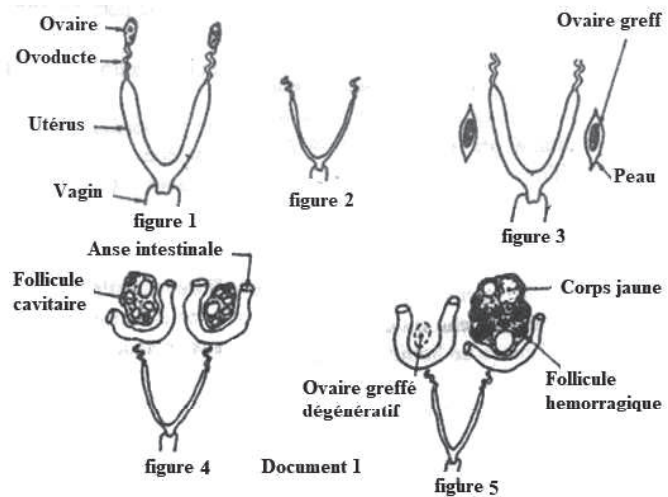
-La figure 5 montre que dans quelques cas correspondant à cette dernière situation expérimentale, l'un des greffons ne prend pas et l'autre ovaire greffé, hypertrophié, présente spontanément des corps jaunes. Comment expliquez-vous ce résultat?

e-En utilisant ce résultat, formulez une hypothèse expliquant que l'accouplement déclenche l'ovulation chez la lapine.

## Exercice 27

Sur le document 1 figurent diverses formations visibles dans un ovaire humain.

1-Reconnaissez les formations a, b, c, d et e.



Donnez la légende correspondante aux numéros (de 1 à 6)

2-Quelles sont les structures ovariennes observées :

- a-au cours de la vie fœtale
- b-pendant l'enfance
- c- au cours du cycle ovarien

3-Quel est le mécanisme hormonal qui explique :

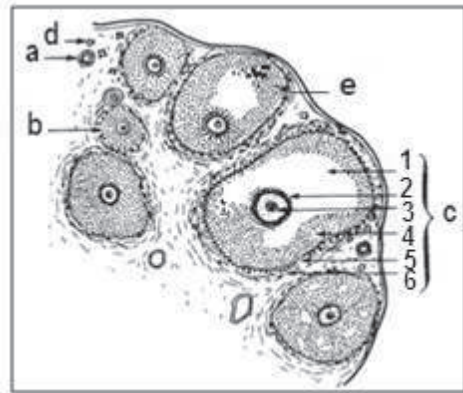
a-Le passage d'un follicule cavitaire (tertiaire) à un follicule mûr ou de De graaf ?

b-Le passage d'un follicule mûr à un corps jaune

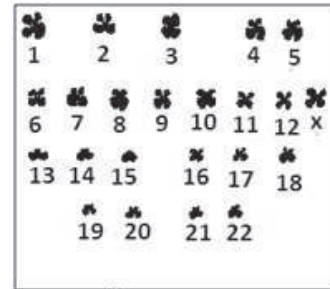
4- Un événement important du cycle ovarien est l'expulsion d'un ovocyte au 14<sup>ème</sup> jour. La photographie du document 2 représente le caryotype de cette cellule au moment de l'expulsion.

- a- Préciser la formule chromosomique de cette cellule
- b- Quel est le type de division dont résulte cette cellule ?
- c- Cette cellule est fécondée par un spermatozoïde normal.

Représenter l'évolution de la quantité d'ADN au cours de ce phénomène.



Document 1



Document 2

## Corrigé 27

1 – Structures et Legendes

- |                        |                                      |
|------------------------|--------------------------------------|
| a-follicule primaire   | 1-antrum                             |
| b-follicule secondaire | 2- Zone pellucide                    |
| c-follicule mûr        | 3-Ovocyte I                          |
| d-follicule primordial | 4-Cellules folliculaires (granulosa) |
| e-follicule tertiaire  | 5-Thèque interne (glandulaire)       |
|                        | 6-Thèque externe                     |

2 - Structures ovariennes observées:

- Au cours de la vie fœtale : Follicules primordiaux
- Pendant l'enfance : Follicules primordiaux, primaires
- Au cours du cycle sexuel : du follicule primordial jusqu'au corps jaune

## 3- le mecanisme hormonal

a-La F S H stimule le développement du follicule tertiaire en follicule mur. (FSH résulte du levé du RC).

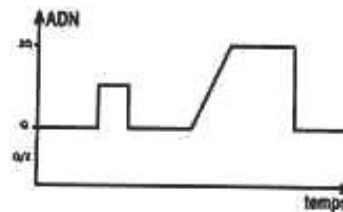
b-La grande quantité des œstrogènes (supérieure au seuil) contenue dans le follicule mûr, stimule l'hypophyse antérieure à sécréter la L H (feed-back positif). La L H est libérée sous forme de pic, qui provoque l'ovulation, donc la formation du corps jaune.

## 4- Caryotype

a- Formule chromosomique  $n=23$  chromosomes (22 A +X)

b- Cette cellule résulte d'une division réductionnelle (première division de méiose)

c- Evolution de la quantité d'ADN :



### Exercice 28

Voici certaines données médicales et expérimentales concernant l'activité cyclique de l'appareil reproducteur femelle, ainsi que le déterminisme de cette activité.

- Chez des femmes à qui on a enlevé les ovaires, la menstruation ne se produit plus et l'utérus s'atrophie progressivement. Un apport approprié d'extrait ovarien (œstrogènes et progestérone) rétablit le développement de l'utérus.

- L'ablation de l'utérus chez la lapine ne modifie pas le fonctionnement des ovaires.

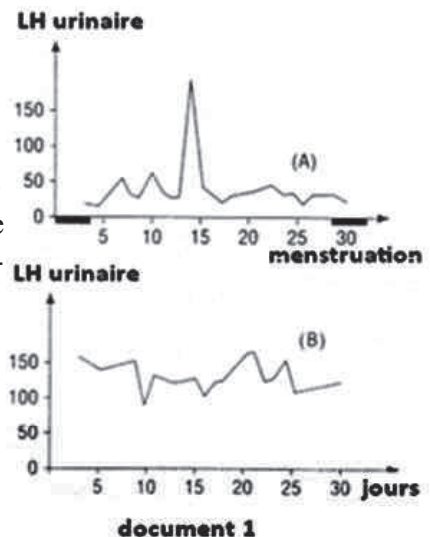
- L'ablation de l'hypophyse d'une femelle adulte de chimpanzé provoque des troubles multiples, notamment la disparition du cycle ovarien et, du cycle utérin.

- Des injections répétées d'extraits de la partie antérieure de l'hypophyse rétablissent l'activité des ovaires et de l'utérus. Si la femelle est privée de ses ovaires, les injections sont sans effet sur l'utérus.

1- Analyser successivement ces données.

2- Faire apparaître les relations entre les divers organes qui interviennent dans le contrôle du cycle ovarien et, du cycle utérin à l'aide d'un schéma simple.

3- Le document 1 représente la quantité d'hormones LH



document 1

(exprimée en milli unités internationales pour 2 ml d'urine) :

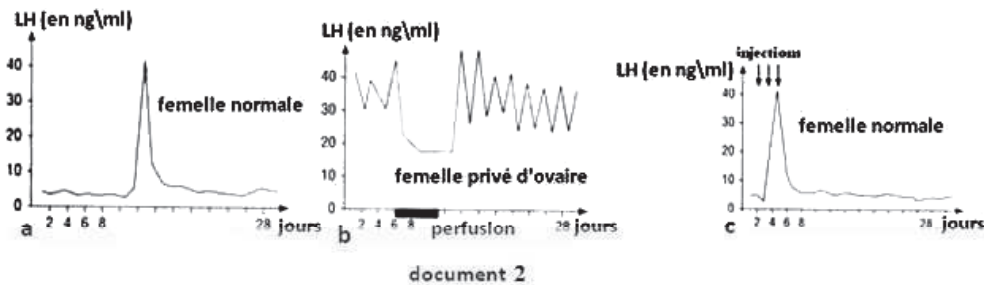
- Éliminée au cours du cycle normal chez une femme (graphe A) ;
- Éliminée chez une femme après la ménopause (graphe B). De ce fait, cette femme ne présente plus de cycles sexuels.

3-1- Comparer les deux graphes.

3-2- Quelles hypothèses peut-on avancer sur les relations existantes entre l'activité de l'hypophyse et celle de l'ovaire ?

4- Les femelles de macaque Rhésus ont un cycle analogue à celui de la femme. Après ablation des ovaires, une femelle reçoit pendant plusieurs jours une perfusion lente et à faible dose d'œstradiol (1,8 µg/kg/jour). Une autre femelle, normale, reçoit, à partir du deuxième jour du cycle, des injections d'œstradiol pendant trois jours (5 µg/kg/jour).

Le document 2 donne les résultats du dosage de LH dans le plasma de femelle de macaque Rhésus dans les conditions normales (document 2a) et dans les deux cas expérimentaux (documents 2b et 2c).



4-1- Analyser les graphes obtenus et les comparer.

4-2- Montrer comment ces résultats permettent de préciser les relations entre l'hypophyse et les ovaires pour le déclenchement de l'ovulation.

## Corrigé 28

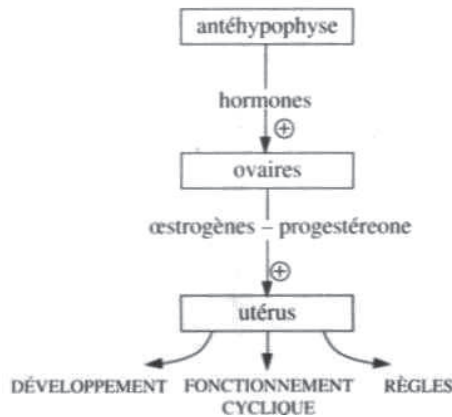
1 - Les ovaires contrôlent le développement de l'utérus. Le fonctionnement cyclique de ce dernier est matérialisé par les règles. Puisque la fonction perdue par l'ablation des ovaires peut être restituée par injection d'extraits ovariens, Il s'agit d'un contrôle hormonal.

L'utérus ne contrôle pas le fonctionnement des ovaires.

L'hypophyse exerce un contrôle sur les ovaires et sur l'utérus : ce contrôle s'effec-

tue par voie sanguine. Il s'agit d'un contrôle hormonal. L'antéhypophyse n'agit pas directement sur l'utérus. Elle agit par l'intermédiaire des ovaires.

2.



3 - 1- Ces deux femmes sécrètent de la LH. Chez la femme non ménopausée la sécrétion de LH est cyclique. Le cycle est matérialisé par un pic au 15<sup>e</sup> jour ( une sécrétion faible sauf le 15<sup>e</sup> jour où il y a un pic). Chez la femme ménopausée, la sécrétion de LH est toujours élevée (150 mU). On n'observe pas de pic au 15<sup>e</sup> jour.

3-2- L'hypothèse est la suivante : l'ovaire fonctionnel inhibe la sécrétion hypophysaire de la LH sauf au moment de l'ovulation où il la stimule (15<sup>e</sup> jour du cycle).

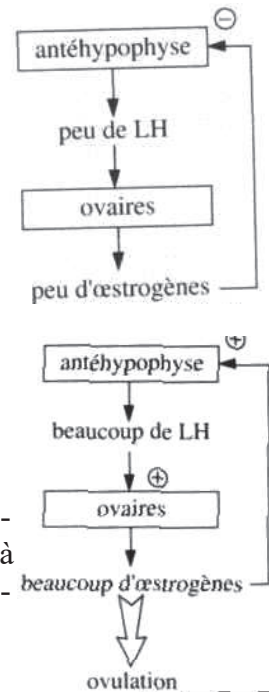
4-1- Le document 2a sert de témoin et montre que la sécrétion de LH chez la femelle de macaque est bien analogue à celle de la femme non ménopausée.

- Chez la femelle de macaque, privée d'ovaires (document 2b), la sécrétion de LH très fluctuante, est bien plus élevée que chez, la femelle normale

La perfusion lente et de faible dosée d'œstradiol (1.8 µg/kg/24 h) provoque une chute brutale de la sécrétion de LH. Le retour aux valeurs initiales s'effectue avec une légère latence après l'arrêt de la perfusion.

- Chez la femelle non ménopausée (document 2c) dont la sécrétion de LH est faible au début du cycle. L'injection d'œstradiol à fortes doses (5 µg/kg/24 h) provoque un pic anticipé de la sécrétion de la LH.

Les hypothèses précédentes sont vérifiées : à faible dose, l'œstradiol exerce une action inhibitrice sur la sécrétion de la LH. À forte dose,



l'œstradiol exerce une action stimulatrice sur la sécrétion de la LH (RC<sup>+</sup>).

4-2- Nous avons vu dans la première question, que les hormones hypophysaire (LH) exerçaient une action stimulatrice sur les ovaires. Au début de la phase folliculaire, le follicule sécrète peu d'œstrogènes qui exercent donc une action inhibitrice sur la sécrétion de LH. On parle de rétrocontrôle négatif. Il en est de même pendant la phase lutéinique.

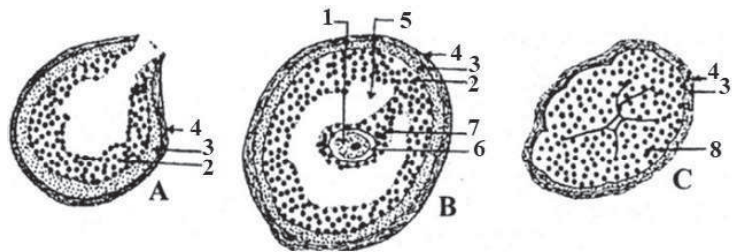
Avant l'ovulation, le follicule sécrète beaucoup d'œstrogènes qui exercent donc une action stimulatrice sur la sécrétion de LH. On parle de rétrocontrôle positif. Le pic de LH qui en résulte est à l'origine de l'ovulation.

### Exercice 29

Les trois structures A, B et C sont observées dans l'ovaire à différentes périodes d'un cycle ovarien de 28 jours.

1 -Nommez et annotez ces structures.

2- Classez ces trois structures selon l'ordre chronologique d'un cycle ovarien.



3- La structure A résulte d'un événement important, précisez-le et expliquez son déterminisme hormonal.

4- La structure B résulte de l'évolution d'un follicule primordial. Reproduisez et complétez le tableau suivant récapitulant les étapes de l'évolution de cette structure.

Nom des follicules	Schémas des follicules	Caractéristiques
Follicule primordial		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>•Ovocyte I</li> <li>•Une seule couche de cellules folliculaires</li> </ul>
Follicule tertiaire		
	<p>StructureB</p>	



# Corrigé 29

- A = Follicule rompu      B = Follicule de De Graaf      C = Corps jaune  
 1 = Ovocyte I (se transforme en un ovocyte II 24 heures avant l’ovulation).  
 2 = Granulosa    3 = Thèque interne  
 4 = Thèque externe    5 = Antrum  
 6 = Zone pellucide    7 = Corona radiata  
 8 = Cellules lutéiniques

2- B - A - C

3- La structure «A» résulte de l’ovulation.

Déterminisme hormonal : Vers le 13<sup>ème</sup> jour du cycle, le follicule mûr sécrète une forte dose d’œstradiol qui exerce un rétrocontrôle positif sur l’axe hypothalamo-hypophysaire → pic de LH et de FSH qui déclenche l’ovulation au 14<sup>ème</sup> jour.

4- Le Tableau

Nom des follicules	Schémas des follicules	Caractéristiques
Follicule primordial		- ovogonie - quelques cellules folliculaires
Follicule primaire		-ovocyte I -une seule couche de cellules folliculaires
Follicule secondaire		-ovocyte I - formation de la granulosa et des thèques.
Follicule tertiaire		Ovocyte I •Apparition d’une ou de plusieurs cavités folliculaires d’où le nom de follicule cavitaire.
Follicule de De Graaf	 Structure B	Ovocyte I. •Présence d’une seule cavité de très grande taille appelée antrum. •Taille maximale

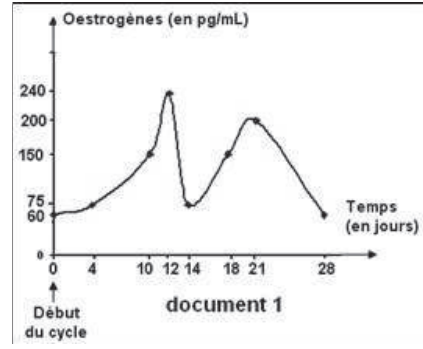
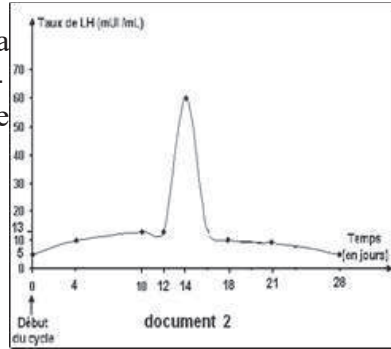


## Exercice 30

Pour déterminer la cause de la stérilité chez une femme âgée de 30 ans, le gynécologue lui prescrit le dosage des hormones : œstrogènes et LH au cours d'un cycle sexuel. Les résultats obtenus figurent dans les documents 1 et 2.

1- Après avoir défini la notion d'hormone, précisez le rôle de chacune des hormones dosées.

2- Dressez, dans un même tableau, les variations des taux plasmatiques d'œstrogènes et de LH chez cette femme.



Des analyses poussées ont montré une production de gamètes normaux. Le médecin traitant affirme que les résultats révèlent une absence de perturbations dans les fonctions de l'hypothalamus, de l'hypophyse et des ovaires et que l'anomalie est plutôt au niveau des trompes.

3- Justifiez, en se référant aux documents 1 et 2 et aux connaissances acquises, l'affirmation du médecin.

4- Décrivez la technique qui permet de traiter la stérilité chez cette femme.

Le tableau 1 révèle les taux d'œstrogènes et de LH chez une autre femme de même âge, qui souffre aussi de stérilité.

Jours après le début des règles	0	4	10	12	14	18	24
Taux d'œstrogènes (en pg/mL)	29,1	30	30,4	29,9	29,3	30,3	30
Taux de LH (en mUI/mL)	5,3	6,8	6,3	7	6,2	6	7,3

5- Analysez les résultats obtenus.

6- Expliquez l'origine probable de la stérilité de cette femme.

7- Proposez un traitement capable de résoudre le problème de stérilité chez cette femme.

## Corrigé 30

1-Hormone : Une hormone est une substance sécrétée dans le sang par des cellules endocrines, qui agit sur des cellules cibles munies de récepteurs spécifiques.

LH = Ovulation

Œstradiol = Prolifération de la muqueuse ...

2-

Temps en jours	0	4	10	12	14	18	21	28
Taux d'œstrogènes (en pg/ml)	60	75	150	240	75	150	200	60
Taux de LH (en mUI/ml)	5	10	13	13	60	10	10	5

Variations des taux d'œstrogènes et de LH au cours d'un cycle sexuel de la femme

3- La femme produit des gamètes normaux ce qui révèle un état normal du contrôle endocrinien et du fonctionnement ovarien. En effet, les résultats obtenus montrent une augmentation du taux d'œstrogènes entre les jours 0 et 10, ce qui indique un développement normal des follicules. Le pic d'œstrogènes au 12<sup>e</sup> jour provoque un rétrocontrôle positif sur le complexe hypothalamo-hypophysaire qui se traduit par un pic de LH au 14<sup>e</sup> jour provoquant l'ovulation. Alors, le problème réside effectivement au niveau des trompes.

4- Cette femme peut avoir recours à la technique FIVETE.

5- Pendant 28 jours, les dosages des œstrogènes et de LH chez cette femme montrent un taux presque constant d'œstrogènes qui fluctue entre 29,1 et 30,4 pg/ml et aussi un taux presque constant de LH qui fluctue entre 5,3 et 7,3 mUI/ml tout au long du cycle. Ceci implique qu'il n'y a pas de variations cycliques pour les taux de LH et d'œstrogènes chez cette femme.

6- Les dosages réalisés révèlent une absence de variations cycliques des hormones surtout la décharge des œstrogènes au 12<sup>e</sup> jour qui doit déclencher le pic de LH à l'origine de l'ovulation. Alors, la stérilité probable de cette femme est due à un déficit d'œstrogènes bloquant le pic de LH et par suite l'ovulation. Ceci signifie que cette stérilité peut être due à des perturbations soit dans les fonctions de l'hypothalamus, soit de l'hypophyse soit des ovaires.

7- Il faut donner un traitement hormonal à cette femme. Par exemple, on peut lui administrer une forte dose d'œstrogènes qui va stimuler la production d'un pic de LH qui va déclencher l'ovulation.

## Exercice 31

Le document 1 représente une coupe d'ovaire chez une femme.

Les éléments a, b, c et d représentent 4 stades de l'évolution d'un follicule ovarien.

1- Donnez un nom à chacun des 4 stades.

2- Quelles sont les transformations observées au cours de cette évolution.

3- Soit le cas d'une autre femme pubère à 14 ans et ménopausée à 46 ans, ayant eu 4 enfants issus de 4 grossesses.

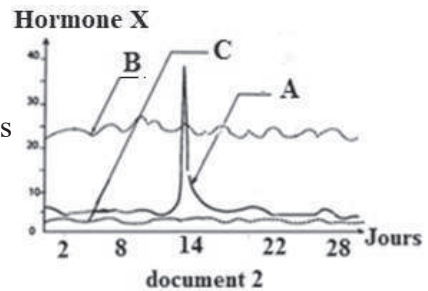
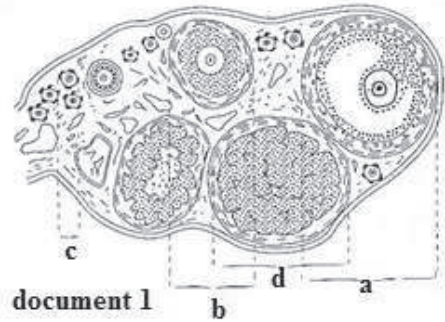
Calculez durant sa période de vie génitale :

- le nombre d'ovocytes ovulés ;
- le nombre de corps jaunes (cycliques et gestatifs)
- l'âge minimal et maximal des ovocytes ovulés.

**NB :** On supposera que les cycles sont de 30 jours et reprennent 2 mois après l'accouchement.

4- Des dosages réguliers d'une hormone X chez trois femmes A, B et C, ont permis de représenter les graphes du document 2

- Comparez ces graphes et nommez l'hormone X.
- Déduisez l'état physiologique de chaque femme.
- Interprétez les graphes B et C.



## Exercice 32

On se propose d'étudier quelques mécanismes hormonaux qui interviennent au cours de deux périodes différentes chez la femme.

Le tableau 1 présente les résultats de dosage des hormones  $H_1$  et  $H_2$  impliquées dans l'activité sexuelle chez la femelle de singe dont le cycle est comparable à celui de la femme, à partir du 10 Mars jusqu'au 25 Avril.

	10 Mars	15 Mars	20 Mars	25 Mars	30 Mars	5 Avril	10 Avril	15 Avril	20 Avril	25 Avril
$H_1$ (UA)	traces	traces	4	105	6	traces	traces	5	107	142
$H_2$ (UA)	0	0	0	0	0	0	0	0	3	56

Tableau 1

1- Représentez graphiquement sur le même repère les variations de  $H_1$  et  $H_2$

2- Identifiez ces deux hormones.

3- En vous basant sur vos connaissances et en vous limitant à l'intervalle , précisez en justifiant à chaque fois votre réponse, la ou les date(s) approximative(s) qui correspond(ent) à :

- une ovulation;
- un début de menstruation;

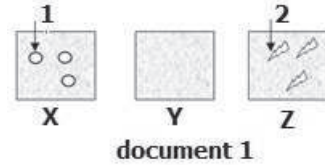
c- une fécondation;

d- une nidation.

4-Déduisez deux différences qui distinguent la période A (Mars) de la période B (Avril).

5-Pendant le mois de Mars, on procède à des observations microscopiques de l'endomètre à trois périodes différentes X, Y et Z (document 1).

a-Donnez le nom qui correspond à chacun des numéros 1 et 2.



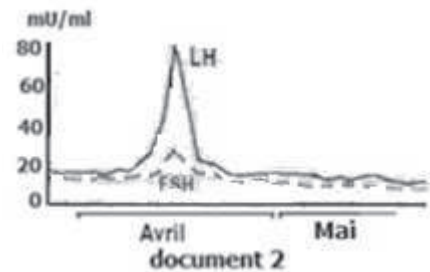
b-Identifiez les périodes X, Y et Z. Classez-les dans l'ordre chronologique.

c-Représentez l'évolution et l'activité du myomètre au cours de ces trois périodes.

6-Le document 2 représente les taux plasmatiques des gonadostimulines chez cette femelle au cours des mois d'Avril et Mai.

a. Analysez ce document.

b-Déduisez la relation qui existe entre les ovaires et l'hypophyse à partir du 15 Avril.



7-Pour préciser le rôle de l'hormone  $H_2$ , on réalise les expériences suivantes :

Expérience 1 : l'injection de l'hormone  $H_2$  à une guenon non gestante enfin de phase lutéale provoque une augmentation de la production de  $H_1$ , le maintien du corps jaune et l'allongement du cycle.

Expérience 2 : l'injection de  $H_2$  à une guenon castrée n'a pas d'effet sur l'endomètre.

a-A partir de l'exploitation de ces résultats, que peut-on déduire quant au rôle de l'hormone  $H_2$ .

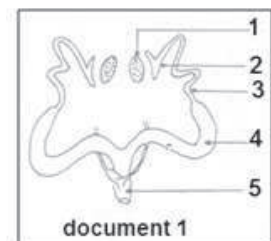
b- A partir des informations précédentes et vos connaissances, établir un schéma montrant le lien fonctionnel entre les différents organes mis en jeu chez la femme.

## Exercice 32

Il est connu que certaines substances exercent une action importante sur l'un des organes représentés sur le document 1

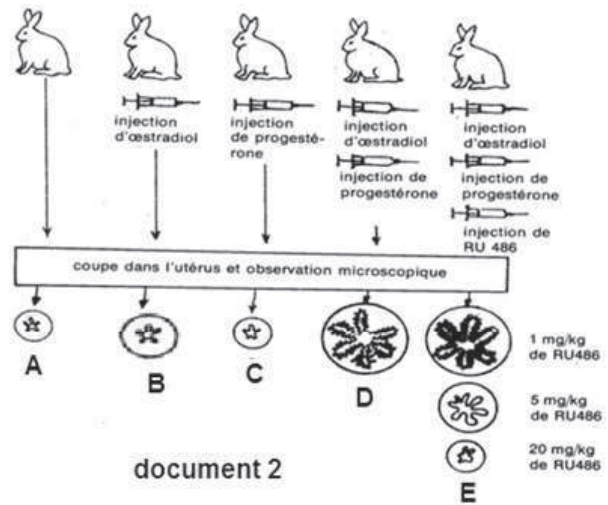
1- Mettez une légende et un titre au document 1

On se propose d'étudier l'action de ces substances, sur la muqueuse utérine. Pour cela on réalise sur 5 lots de lapines impubères une série d'expériences. Le protocole expérimental et les résultats sont regroupés dans le document 2



2-La coupe A étant considérée comme témoin, donnez une conclusion pour chacune des coupes d'utérus B, C, D et E

3- Quelles hypothèses pouvez-vous formuler quant au mode d'action de RU486 ?



document 2

On a pu, au laboratoire, isoler les récepteurs de la progestérone à partir de muqueuses utérines. Ces récepteurs ont été mis en présence de progestérone et de RU486 dans les conditions indiquées dans le tableau.

	Pourcentage de récepteurs occupés par :	
	Progestérone	RU486
Progestérone	100	0
Progestérone + RU486 (5 mg / Kg)	33	67
Progestérone + RU486 (20 mg / Kg)	0	100

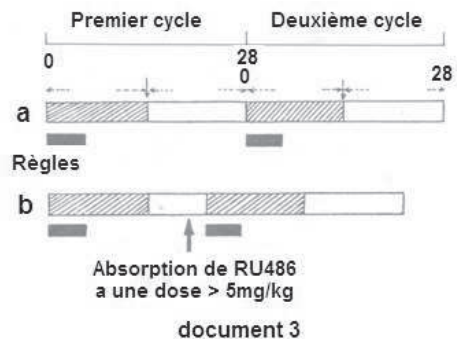
4 - Après avoir analysé les données de ce tableau, laquelle de vos hypothèses pouvez-vous retenir ?

Des chercheurs ont fait prendre du RU486 à des femmes ayant un cycle menstruel normal de 28 jours. Le schéma b du document 3 montre le moment de la prise de RU486 et les modifications constatées.

Par ailleurs une analyse de sang faite chez ces femmes à la suite de l'absorption d'une dose de RU486 supérieure à 5 mg / Kg de poids, montre une chute brutale du taux de progestérone identique à celle qui se produit à la fin d'un cycle menstruel normal.

5- légendez le schéma a du document 3.

6- Quelle est la conséquence de l'absorption de RU486 ?



document 3

7- Quelle hypothèse pouvez-vous avancer pour expliquer ce deuxième mode d'action de ce produit chimique ?

8- On pense utiliser RU486 pour limiter les naissances. Pourquoi ?

## Corrigé 32

1. Légende :

1 : ovaire ; 2 : pavillon ; 3 : oviducte ; 4 : utérus ; 5 : vagin.

Titre : Appareil génital de femelle de mammifère.

2. B : développement de l'utérus : l'œstradiol induit ce développement.

C : pas d'évolution : La progestérone n'agit pas seule sur l'utérus.

D : Développement important de l'utérus : action complémentaire des deux hormones.

E : Au fur et à mesure que la dose de RU486 augmente, le développement de l'utérus devient moins important.

3. Le RU486 empêche l'action de progestérone en :

- occupant leurs récepteurs spécifiques ;
- en détruisant ces récepteurs ;
- en neutralisant ces hormones ;
- en les détruisant.

4. Le tableau 1 montre que le RU486 occupe les récepteurs de la progestérone de façon d'autant plus rapide que sa dose est grande.

Hypothèse retenue : le RU486 occupe les récepteurs spécifiques de la progestérone.

5. Document.3a : Légende : 0-14 : phase folliculaire

14 : ovulation

14-28 : phase lutéinique.

6. La prise de RU486 raccourcit la phase lutéale en anticipant les règles.

7. Le RU486, en empêchant l'action de la progestérone, empêche le silence utérin nécessaire à la poursuite de la gestation et provoque la destruction de la muqueuse utérine : tout ceci conduit à un avortement.

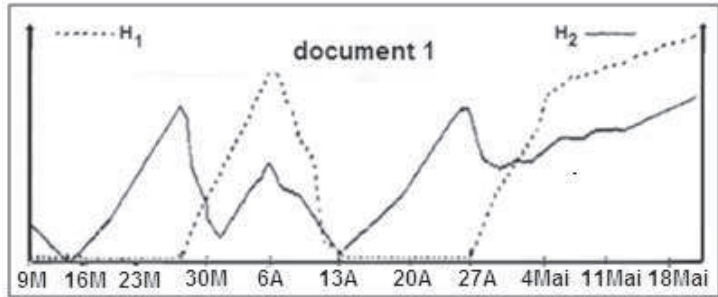
8. A cause de son effet abortif : méthode contraceptive.

## Exercice 33

De la puberté à la ménopause, les organes génitaux de la femme (ovaire - utérus) pré-

sentent des activités cycliques.

On se propose d'étudier les transformations qui se déroulent dans ces organes à partir du 9 mars jusqu'au 18 mai. Le document 1 représente la fluctuation du taux plasmatique de deux hormones ovariennes ( $H_1$  ;  $H_2$ ), sécrétées par une femme en bonne santé au cours de cette période.



1-Identifiez les hormones ( $H_1$  ;  $H_2$ ) en question. Justifiez votre réponse.

2-Précisez l'origine de ces hormones pendant les différentes phases de ce document.

3-Etablissez la durée du premier cycle sexuel.

4-Déterminez la (ou les) date (s) approximative(s) qui correspond (ent) à :

- a- l' ovulation.
- b- un début de menstruation

5-Décrivez l'évolution de l'endomètre dans les intervalles de temps suivants:

[16 Mars, 26 Mars], [30 Mars, 10 Avril] et [11 Mai, 18 Mai ]

6- Expliquer l'augmentation de la sécrétion de ces hormones à partir du 4 mai.

7-En vous basant sur vos connaissances et sur les données du document 1, complétez le tableau

Dates	Types de rétrocontrôles	Justifications	Conséquences sur l'activité de l'hypophyse
27 Mars			
6 Avril			
20 Avril			
15 Mai			

### Corrigé 33

1. Identification des Hormones:

$H_1$  : Progesterone : présente dans une seule phase (un seul pic)

$H_2$  : Oestrogène : présente dans les 2 phases (deux pic)

2. Origine des hormones

Ce document montre 2 cycles:



- un cycle menstruel pendant lequel les hormones sont secrétées par l'ovaire (follicule et Corps jaune),

- Un cycle gestatif pendant lequel les hormones sont secrétées par l'ovaire puis le placenta.

3. Durée du cycle menstruel:

du 16 mars au 13 avril : c'est à dire 28 jours

4. Date (s) de:

a)- l'ovulation : il y a ovulation 24h après le pic des œstrogènes (ou juste avant la sécrétion de la progestérone) dans ce cas il y a deux ovulations, l'une le 28 mars et l'autre le 26 avril.

b)- Menstruation : il y a apparition des règles si les hormones ovariennes sont à leur minimum, ce document présente deux menstruations, l'une le 16 mars et l'autre le 13 avril.

5. L'évolution de l'endomètre

du 16 Mars au 26 Mars : C'est la phase folliculaire qui est caractérisée par un endomètre peu développé.

du 30 Mars au 10 Avril : endomètre développé et dentellé caractéristique de la phase lutéale

du 11 Mai au 18 Mai : endomètre développé qui présente une dentelle bien développée et très vascularisée, car cette période correspond à un début de grossesse.

6. L'évolution des hormones à partir du 4 Mai

-Cette évolution correspond à un début de grossesse. Elle s'explique par le maintien du corps jaune (corps jaune gestatif), puis par les sécrétions placentaires.

7. Type de Feed-back

Date	Type FB	Justificatif	Conséquences
27 Mars	FB (+)	Pic d'Œstrogènes ou maximum des œstrogènes	Pic de LH (et de FSH)
6 Avril	FB (-)	Œstrogènes et Progestérone	Chute de FSH et de LH
20 Avril	FB (-)	Augmentation progressive des Œstrogènes	Chute de FSH
15 Mai	FB (-)	Œstrogènes et Progestérone	Chute de FSH et de LH

## Exercice 34

La conception d'un être humain nécessite de nombreuses étapes, parmi elles, celles indiquées sur le document suivant :



1-Identifiez les phénomènes a, b et c.

2- Classez les phénomènes a, b et c selon l'ordre chronologique.

3- Pour remédier à certaines formes de stérilité, on a recours à la FIVETE.

a-Indiquez les cas de stérilité conduisant un couple à envisager cette méthode de conception.

b- Expliquez les étapes de la technique de FIVETE.

4 - Après l'étape c, le placenta se constitue afin d'assurer le lien entre l'embryon et la mère,

a- Précisez le rôle du placenta.

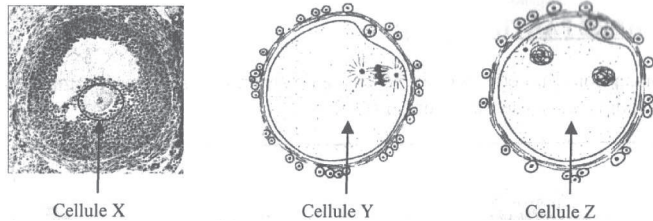
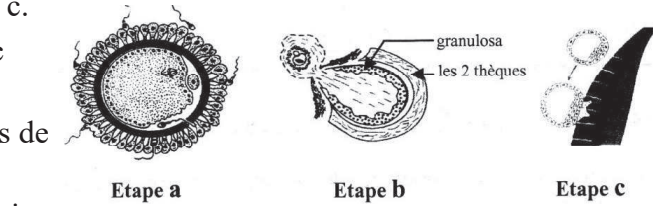
b- Citez les règles d'hygiène appliquées par la femme au cours de la grossesse.

5- Chez la femme, l'ovogenèse se caractérise par deux blocages, l'un en prophase I et l'autre en métaphase II. On se propose d'étudier les conditions de la reprise de la méiose au cours de l'ovogenèse chez la femme.

Les cellules X, Y et Z représentées sur le document suivant sont rencontrées au cours de l'ovogenèse chez une femme normale.

a- Identifiez, en justifiant votre réponse les cellules X, Y et Z.

b- L'établissement des caryotypes de ces cellules donne les résultats suivants :



**Corrigé 34**

- 1- étape a : fécondation
- étape b : ovulation
- étape c : nidation

2- b-a-c

3- a- les cas de stérilité conduisant à l'application de la FIVETE sont :

-anomalie dans le nombre des spermatozoïdes (oligospermie).  
 - anomalie relative à la mobilité (asthénospermie) et la fécondité des spermatozoïdes (teratospermie).

- trouble de l'ovulation.

- insuffisance lutéale.

- obstruction des trompes de la femme.

b- les étapes de la technique de FIVETE sont :

-Bloquet l'activité du CHH.

-déclenchement d'une super-ovulation (huit ovocytes II) sous un contrôle hormonal.

- prélèvement et traitement du sperme du conjoint pour rendre les spermatozoïdes féconds.

-fécondation in vitro des ovocytes par des spermatozoïdes, prélevés dans un milieu convenable (37°C et pH= 7).

-obtention d'embryons à 8 cellules (blastomère).

-transfert de 3 à 4 embryons dans la cavité utérine.

-contrôle de la nidation.

4- a- les rôles du placenta sont :

-échange des métabolites, des déchets et des gaz respiratoires entre le sang maternel et le sang fœtal.

-protection du fœtus contre certains microbes et certains médicaments.

- au début de la grossesse, le trophoblaste (ébauche du placenta) sécrète HCG qui stimule la sécrétion importante d'œstradiol et de progestérone par le corps jaune gestatif.

A partir de la 11<sup>ème</sup> semaine le placenta prend le relais de la sécrétion importante d'œstradiol et de progestérone pour maintenir la grossesse, plus la sécrétion du HPL.

b- les règles d'hygiène appliquées par la femme au cours de la grossesse sont :

- Abstinence de boire de l'alcool.
- Abstinence de fumer
- Abstinence de se droguer
- Evitez les médicaments non prescrits par le médecin.

5-a-

Cellules	Identification	Justification
X	Ovocyte I	Logé dans le follicule cavitaire
Y	Ovocyte II	Accompagné d'un seul globule polaire
Z	Ovotide	Accompagné de deux globules polaires

b- le caryotype a correspond à la cellule Z car il renferme n chromosomes simples.

- le caryotype b correspond à la cellule X car il renferme  $2n$  chromosomes entiers
- le caryotype c correspond à la cellule Y car il renferme  $n$  chromosomes entiers.

## Exercice 35

On se propose d'étudier:

- La condition nécessaire pour la formation de la dentelle utérine.
- L'instauration d'un nouvel équilibre hormonal maternel, au début de la grossesse.
- Le rôle hormonal du placenta.

à partir de certaines séries d'expériences :

### Première série d'expériences :

Des utérus de guenon pubère ovariectomisée sont placés dans diverses conditions expérimentales :

Condition a : utérus traité par l'œstradiol seul.

Condition b : Utérus traité par la progestérone seule.

Condition c : utérus traité par l'œstradiol associé à la progestérone.

Les résultats obtenus sont indiqués dans le tableau suivant :

Conditions expérimentales	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>
Résultats enregistrés	Pas de formation de la dentelle utérine	Pas de formation de la dentelle utérine	Formation de la dentelle utérine

Interprétez les résultats obtenus afin de préciser la condition nécessaire pour la formation de la dentelle utérine.

### Deuxième série d'expériences :

Expérience 1 : L'ovariectomie d'une femme pour des raisons médicales, lors des premières semaines de la grossesse provoque l'avortement suite à la destruction de la dentelle utérine.

Expérience 2 : La neutralisation de l'hormone HCG par injection intraveineuse quotidienne des anticorps anti-HCG chez une femme lors des premières semaines de grossesse provoque l'avortement.

Expérience 3 : l'injection intraveineuse de l'hormone HCG radioactive à une guenon pendant la phase lutéale montre que la radioactivité se localise spécifiquement au niveau du corps jaune.

Expérience 4 : l'injection intraveineuse quotidienne de l'hormone HCG à une guenon en fin de phase lutéale provoque une augmentation de la production des hormones ovariennes et l'allongement du cycle menstruel.

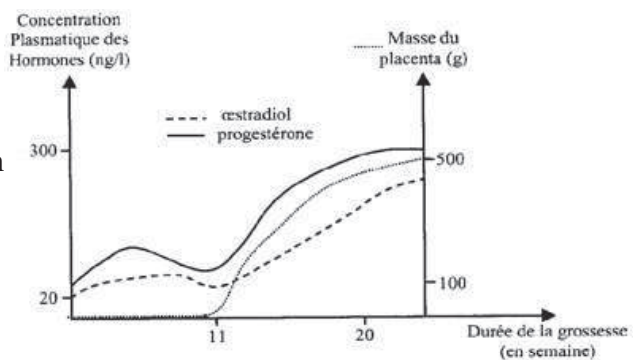
Expérience 5 : Des cellules trophoblastiques cultivées *in vitro* dans un milieu approprié libère l'hormone HCG.

Analysez ces expériences afin de préciser l'instauration d'un nouvel équilibre hormonal maternel, indispensable au maintien de la dentelle utérine au début de la grossesse.

Troisième série d'expériences :

Expérience 1 : L'ovariectomie pratiquée chez une femme enceinte de 11 semaines ne perturbe pas la grossesse et n'a pas d'effet sur la dentelle utérine.

Expérience 2 : Chez une femme enceinte, on suit l'évolution de la masse du placenta, ainsi que la concentration d'œstradiol et de progestérone, les résultats sont indiqués sur le graphe ci-contre



Exploitez ces résultats afin de préciser le rôle hormonal du placenta dans la poursuite de la grossesse.

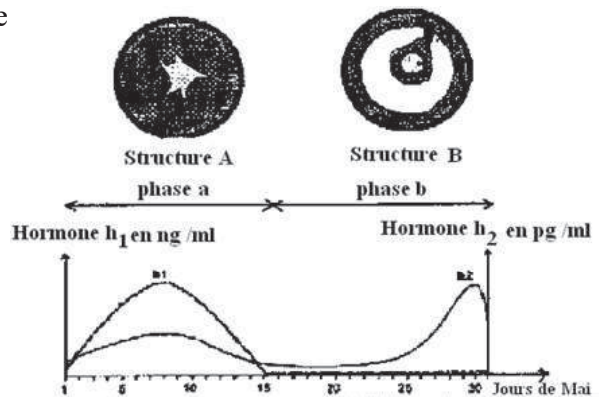
**Exercice 36**

Les schémas A et B du document suivant représentent deux structures ovariennes qu'on a pu observer dans les ovaires d'une femme au cours d'une période allant du 1<sup>er</sup> au 31 mai. Durant cette même période le dosage des hormones ovariennes chez cette femme a permis d'établir la courbe d'évolution des taux de ces hormones ovariennes ( $h_1$  et  $h_2$ ).

1 - Identifiez les structures A et B ainsi que les deux hormones  $h_1$  et  $h_2$ .

2 - A quelle période du cycle ovarien correspond chacune des phases a et b ?

Afin de comprendre la commande hormonale de la fonction reproductrice chez la femme, on expérimente sur une guenon (femelle du singe) dont la fonction reproductrice est voisine de celle de la femme.



Expérience 1: Chez une guenon, l'ablation de l'hypophyse provoque l'interruption du cycle ovarien et du cycle utérin, l'injection régulière à cette guenon de doses de FSH (hormone folliculostimuline) provoque le déve-

loppement de follicules ovariens, mais il n'y a pas d'ovulation et la muqueuse utérine reste peu développée. L'injection ensuite d'une dose de LH (hormone lutéinisante), provoque l'ovulation après quelques heures.

Expérience 2 : Chez une autre guenon, l'ablation des deux ovaires provoque une régression de l'utérus et une augmentation du taux sanguin de LH.

Expérience 3 : Des lésions effectuées au niveau de certaines zones de l'hypothalamus d'une guenon pubère provoquent l'arrêt des cycles utérin et ovarien, l'atrophie de l'utérus et une chute importante du taux sanguin de la FSH et de la LH chez cette femelle. On observe le même résultat si on pratique une ligature au niveau de la tige reliant l'hypophyse à l'hypothalamus (tige pituitaire).

3 - Que peut-on conclure des résultats de chaque expérience ?

4 - Exploitez ces résultats expérimentaux pour établir sous forme d'un schéma fonctionnel annoté les interactions entre l'ovaire, l'utérus, l'hypophyse et l'hypothalamus.

## Corrigé 36

1-Structure A : corps jaune

Structure B : follicule mûr ou de De Graaf

$h_1$  : progestérone       $h_2$  : œstrogènes

2 - Phase a : phase lutéinique ou phase post-ovulatoire

Phase b: phase folliculaire ou phase pré-ovulatoire

3-Expérience 1 :

- L'hypophyse contrôle le cycle ovarien et le cycle utérin.
- Ce contrôle se fait par voie sanguine (humorale)
- La FSH stimule la croissance folliculaire. La LH provoque l'ovulation.

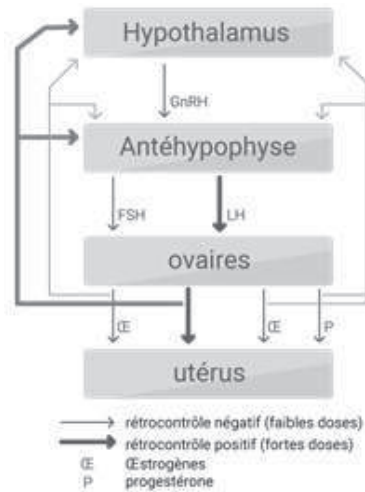
Expérience 2 :

- Les ovaires développent l'utérus.
- Les ovaires exercent un rétrocontrôle négatif sur l'hypophyse.

Expérience 3 :

- L'hypothalamus contrôle l'activité hormonale de l'hypophyse.
- Ce contrôle s'effectue par la voie de la tige pituitaire.

4- Schéma fonctionnel

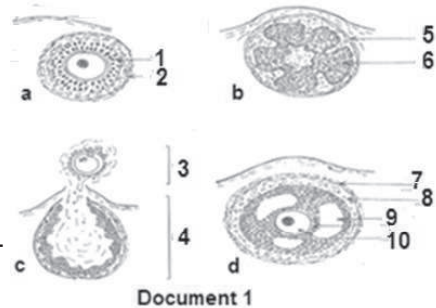


### Exercice 37

I- Le document 1 représente des structures observables dans un ovaire de femme pubère.

1- Donnez un titre et une légende à chacune de ces structures.

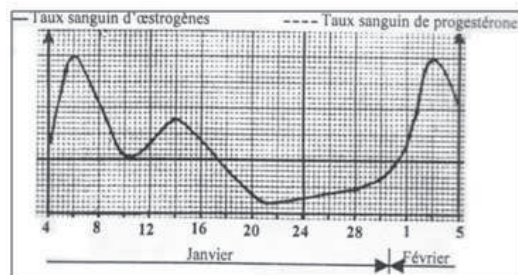
2- Parmi les structures représentées, situez dans le temps, celles qui interviennent dans un cycle de 28 jours en précisant la phase du cycle à laquelle correspond chaque structure.



Document 1

II- Le graphe du document 2 représente la variation du taux sanguin d'œstrogène dosés chez une femme X à partir du 4 janvier jusqu'au 5 février.

En vous basant sur vos connaissances et en vous limitant à l'intervalle de temps indiqué sur ce graphe :



Document 2

1-Précisez en justifiant à chaque fois votre réponse, la ou les date (s) qui correspond(ent) à :

- a-une ovulation
- b-un début de menstruation
- c-un maximum de développement du corps jaune.

2- Complétez le graphe du document 2 en représentant la variation du taux sanguin de

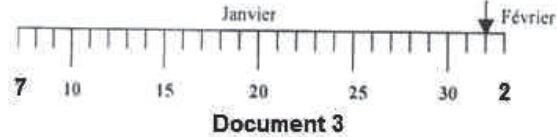


progesterone chez cette femme.

3-Reproduisez le document 3 sur lequel vous représenterez l'évolution durant la période située entre le 7 janvier et le 2 février.:

- a- des structures ovariennes
- b-de l'endomètre

4-Indiquez le ou les intervalle (s) de temps correspondant à un silence utérin en vous limitant à la période indiquée sur le graphe (document 2).



5-Reproduisez et complétez le tableau suivant en précisant le type de rétrocontrôle exercé par les ovaires de cette femme sur son axe hypothalamo-hypophysaire, aux dates indiquées. Justifiez à chaque fois votre réponse et indiquez la ou les conséquence (s) de ce rétrocontrôle sur l'activité de l'hypophyse.

Dates	Type de rétrocontrôle	Justification	Conséquences sur l'activité de l'hypophyse
06 janvier			
12 janvier			

### Corrigé 37

1- Légende des structures:

a = Follicule secondaire c = Follicule rompu b = Corps jaune d = Follicule cavitaire.

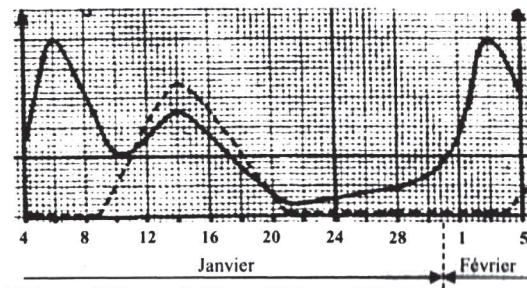
2- a et d = Phase folliculaire; c = Ovulation ; b = Phase lutéale.

II- 1-a - Les dates qui correspondent à l'ovulation sont : 7 Janvier et 4 Février. En effet, le graphe 1 présente deux pics importants d'œstrogènes : un premier pic le 6 Janvier et un deuxième pic le 3 Février. L'ovulation aura lieu 24 heures après chacun de ces pics.

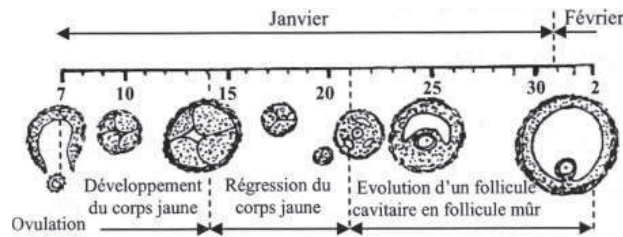
b- La date qui correspond à la menstruation est : 21 Janvier. En effet, à cette date correspond un taux minimal d'œstrogènes; entassement maximal de l'endomètre; menstruation.

c - La date qui correspond à un maximum de développement du corps jaune est : 14 Janvier. Car il correspond au 21<sup>ème</sup> jour du cycle sexuel.

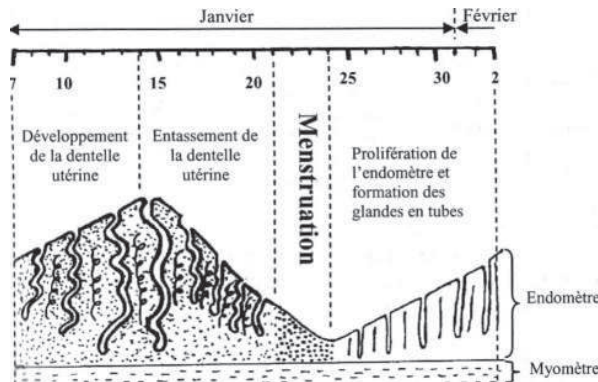
2-



3-a



3-b



4-Les intervalles de temps correspondant au silence utérin est: du 8 - 20 Janvier. et du 3-5 Février.

5- Le tableau:

Dates	Type de rétrocontrôle	Justification	Conséquences sur l'activité de l'hypophyse
06 janvier	Positif	Pic important d'œstrogènes (forte dose)	Pic de LH et pic de FSH
12 Janvier	Négatif	Présence de progestérone	Baisse du taux de FSH et du taux de LH

### Exercice 38

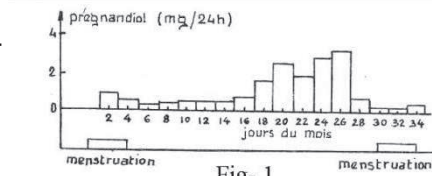
1- Certaines hormones ovariennes, après dégradation métabolique, sont éliminées dans l'urine sous forme de prégnandiol.

La figure 1 présente, en milligrammes par 24 heures, la quantité de prégnandiol dosée, au cours d'un cycle ovarien, dans l'urine d'une femme de 22 ans.

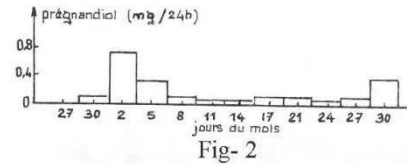
La figure 2 présente, toujours en milligrammes par 24 heures, la quantité de prégnandiol dosée, dans l'urine d'une femme, après la ménopause.



a - Analysez et interprétez le graphique de la figure 1; pouvez-vous en déduire quelle est l'hormone éliminée sous forme de prégnandiol ? Précisez son origine.



b - Analysez le graphique de la figure 2, sachant que les capsules surrénales sécrètent, pendant toute la vie de l'individu, de faibles quantités de l'hormone métabolisée sous forme de prégnandiol.



- Comparez vos conclusions à celles de la question 1a.

- Pouvez-vous en déduire une origine possible du prégnandiol apparu sur la figure 1 au cours des 14 premiers jours du cycle ovarien ?

c - Pouvez-vous rapprocher ces résultats des observations faites en 1b?

2- Le dosage du prégnandiol, en milligrammes par 24 heures, a été réalisé tous les quinze jours, dans l'urine d'une femme âgée de 25 ans.

Le tableau suivant indique les valeurs obtenues :

Dosages																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
11	11,5	12	12,5	14,5	16,5	20	24	27	30	32	38	43	46	53	60	63	63

a-Comparez les valeurs obtenues à celles présentées sur la figure 1 ; quelles sont les différences observées ?

b-Quelles conclusions en déduisez-vous en ce qui concerne la femme sur laquelle ont été réalisés ces dosages ?

### Exercice 39

La fécondation n'est pas un phénomène automatique, seuls 25% des rapports sexuels ayant lieu pendant la période de fécondité sont suivis d'une grossesse.

Le document 1 montre une partie des voies génitales féminines.

1-Indiquer le lieu de la fécondation et le rôle de l'utérus.

2-Expliquer brièvement le déroulement de la fécondation. Deux femmes, A et B, consultent un gynécologue pour cause d'infertilité. Afin de déterminer l'origine de leur infertilité, le médecin prescrit les tests suivants:

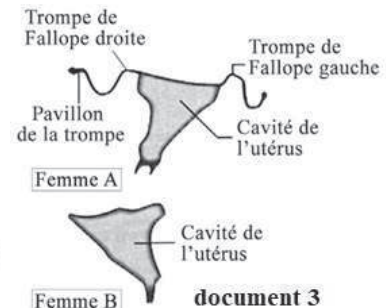
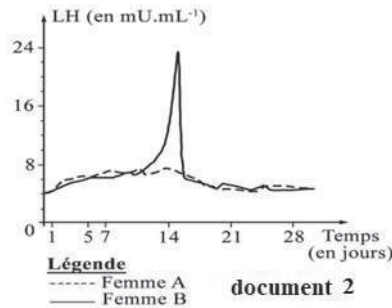


Document 1

-dosage des concentrations plasmatiques hormonales de LH -examen radiologique des voies génitales après introduction d'un liquide opaque dans les voies génitales de chacune des deux femmes.

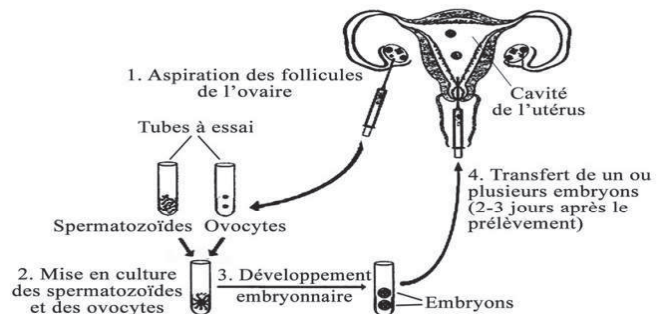
Les résultats figurent respectivement dans les documents 2 et 3.

3-Déterminer la cause d'infertilité de chacune des deux femmes A et B.



Après l'analyse des examens effectués, le gynécologue décide de pratiquer la FIVETE pour résoudre le problème de l'une des deux femmes infertiles. Le document 4 montre les différentes étapes de cette technique.

4-Décrire, par un texte, la technique de FIVETE.



5-Indiquer la femme infertile, A ou B, dont le problème d'infertilité peut être résolu par la FIVETE. Justifier la réponse.

6- Formuler une hypothèse explicative de l'origine probable chez la seconde femme de l'infertilité.

## Corrigé 39

1-La fécondation a lieu dans les trompes de Fallope (tiers supérieur)

L'utérus est le lieu de la nidation et du développement du fœtus.

2-L'un des spermatozoïdes qui entourent l'ovocyte II bloqué en métaphase II, arrive vers la zone pellucide. Il assure sa digestion par ses enzymes acrosomiques. Les cellules pédonculées se contractent. La tête du spermatozoïde s'accôle à la membrane ovocytaire. Ainsi l'ovocyte s'active : libère le contenu des granules corticaux formant la membrane de fécondation, continue sa deuxième division méiotique et émet son second globule polaire. Le spermatozoïde est absorbé totalement. Les pronucléi mâle et femelle se forment puis s'unissent, c'est la caryogamie. Ils forment la cellule œuf ou zygote.

3-Le document 2 montre que la femme A présente un taux presque constant de LH fluctuant entre 4 et 7 mU/mL, sans aucun pic au 14<sup>ème</sup> jour indispensable à l'ovulation. Mais, le document 3 montre que la femme A présente un utérus et deux trompes ouvertes laissant passer le liquide opaque, alors elle n'a pas un problème de structure de l'ap-

pareil génital. Donc le problème de Mme A est une absence d'ovulation par absence de pic de LH.

Le document 2 montre que la femme B présente une variation normale de LH avec un pic de 24 mU/mL au milieu du cycle pour provoquer l'ovulation. Par contre, le document 3 montre un utérus sans trompes de Fallope. Ces trompes sont invisibles à la radiologie c-à-d elles n'ont pas laissé passer le liquide opaque. Donc, le problème de la femme B se situe au niveau des trompes de Fallope qui sont bouchées et non pas au niveau hormonal.

4-On aspire les follicules des ovaires, on les met dans un tube à essai. Les spermatozoïdes se trouvent dans un autre. Puis on met en culture les spermatozoïdes et les ovocytes ensemble. Après le développement embryonnaire, on obtient des embryons. Deux à 3 jours après le prélèvement, on transfère un ou plusieurs embryons dans la cavité de l'utérus.

5-La Femme B peut être traitée par la FIVETE. Car cette femme a une ovulation mais ses trompes sont bouchées. Ce qui empêche la rencontre des spermatozoïdes avec l'ovocyte. La FIVETE permet de faire cette rencontre en dehors du corps de la femme et de faire le transfert des embryons dans l'utérus de la même femme.

6-Hypothèse:

Les récepteurs des cellules hypophysaires au GnRH sont déficients. OU

Le taux de l'œstradiol est insuffisant pour effectuer un rétrocontrôle positif sur les cellules hypophysaires. OU Les cellules hypophysaires présentent un faible nombre des récepteurs à l'œstradiol.

## Exercice 40

Plusieurs facteurs entraînent la stérilité d'une femme. La plupart sont irréversibles mais certains peuvent être résolus.

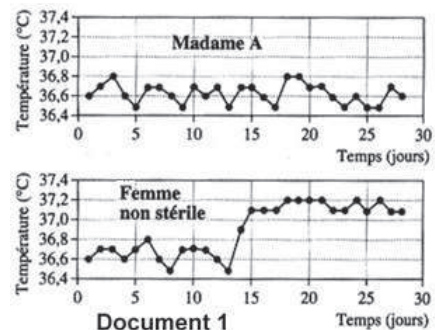
Mme A consulte son médecin pour un problème de stérilité. Il lui demande de prendre sa température corporelle quotidienne durant une période déterminée. Le résultat obtenu chez Mme A ainsi que celui d'une femme non stérile sont représentés dans le document 1.

1-Déterminer la cause de la stérilité de Mme A.

Le gynécologue suppose que la stérilité de Madame A est due soit à un manque de stimulation des ovaires par l'hypophyse (hypothèse 1), soit à une insensibilité des ovaires aux sécrétions hypophysaires (hypothèse 2).

2-Justifier les deux hypothèses formulées par le médecin.

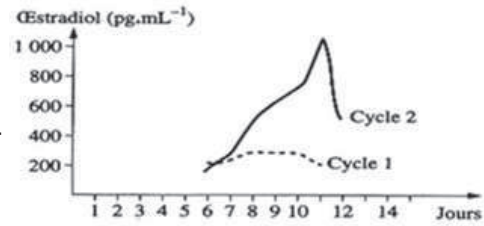
Le médecin demande à Mme A de réaliser une échographie avec biopsie de ses ovaires



ainsi que des dosages hormonaux. L'échographie révèle deux ovaires de taille normale alors que la biopsie réalisée à diverses reprises ne présente que des follicules primaires. Les résultats des dosages hormonaux chez Mme A concernant les hormones hypophysaires (LH et FSH) et les hormones ovariennes (œstradiol et progestérone) montrent des concentrations nettement plus faibles à celles d'une femme non stérile durant un cycle normal.

3-Montrer que les résultats obtenus sont insuffisants pour valider l'hypothèse 2.

Le médecin est conduit à pratiquer un traitement qui consiste à injecter d'abord un mélange de LH et FSH puis de LH. Les dosages d'œstradiol sont réalisés durant le cycle 1 avant traitement et durant le cycle 2 sous traitement. Les résultats obtenus sont représentés dans le document 2.

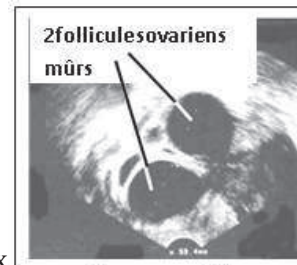


Document 2

4-Préciser laquelle des deux hypothèses formulées par le médecin est validée par les résultats obtenus ci-dessus.

Suite à ce traitement, le contrôle régulier de la croissance des follicules ovariens par échographie a donné le résultat présenté dans le document 3.

5-Ce traitement a-t-il résolu le problème de stérilité de Mme A ? Justifier la réponse.



Document 3

Le médecin annonce à Mme A qu'elle pourrait avoir deux faux jumeaux.

6-Justifier cette annonce sur la naissance possible des faux jumeaux.

## Corrigé 40

1 -La température fluctue chez les 2 femmes autour d'une valeur de  $36,6^{\circ}\text{C}$ , de zéro jusqu'au  $14^{\text{ème}}$  jour du cycle. Cette température augmente brusquement au  $14^{\text{ème}}$  jour jusqu'à  $37,1^{\circ}\text{C}$  chez la femme non stérile indiquant une ovulation et reste élevée autour de  $37,2^{\circ}\text{C}$  pour le reste du cycle. Par contre chez Mme A, et tout au long du cycle, la température subit des variations qui restent toujours faibles, autour d'une valeur de  $36,6^{\circ}\text{C}$ . Ce qui indique l'absence d'ovulation chez Mme A causant ainsi sa stérilité

2 -L'hypophyse sécrète deux hormones FSH et LH: la FSH déclenche le développement folliculaire et la LH déclenche l'ovulation. Dans le cas de déficit de l'un d'eux, il n'y a ni ovulation ni formation de corps jaune et par suite il n'y aura pas de sécrétion de progestérone responsable de l'élévation de la température au-dessus de  $37^{\circ}\text{C}$ . Ce qui justifie la première hypothèse.

De même, si l'hypophyse sécrète les hormones qui ne sont pas capables de se fixer sur les cellules folliculaires faute de récepteurs on obtient les mêmes résultats que le pre-

mier cas. Ce qui justifie la 2<sup>ème</sup> hypothèse.

3 -L'échographie montre des ovaires de taille normale et contenant des follicules primaires.

Alors, soit le taux des hormones hypophysaires est insuffisant, soit il ya une insensibilité à ces hormones.

Les résultats du dosage hormonaux montrent de faibles concentrations des hormones hypophysaires et ovariennes. Alors on peut dire que soit il n'y a pas de contrôle de l'hypophyse sur les ovaires soit il n'y a pas rétrocontrôle positif des hormones ovariennes sur l'hypophyse. Ce qui maintient le taux faible des hormones hypophysaires.

4 -L'hypothèse 2 est validée par les résultats du document 2 car suite à des injections de FSH et de LH puis de LH, on observe une augmentation du taux d'œstradiol de 200 pg/mL jusqu'à environ 1000 pg/mL indiquant un développement folliculaire. Alors les ovaires sont sensibles aux sécrétions hypophysaires et les taux des hormones hypophysaires, FSH et de LH chez Mme A sont insuffisants pour stimuler les ovaires. Ce qui réfute la deuxième hypothèse et valide la première.

5 -Oui ce traitement a résolu le problème de Mme A, car les ovaires ont développé à partir des follicules primaires, deux follicules ovariens mûrs, qui auront la possibilité d'effectuer l'ovulation et de libérer des ovocytes II bloqués en métaphase II capables d'être fécondés.

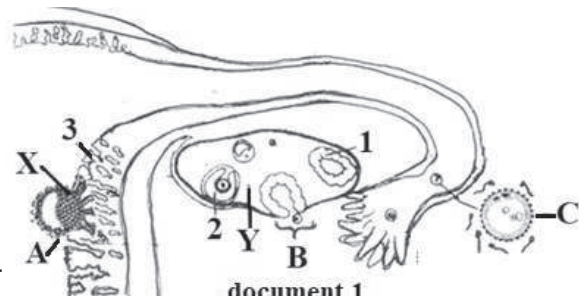
6- La naissance des faux jumeaux résulte de deux zygotes différents formés suite à la fécondation de deux ovocytes II issus des deux follicules mûrs du document 3 par deux spermatozoïdes différents.

## Exercice 41

A- Le document 1 montre trois événements A, B et C pouvant se produire chez une femme F<sub>1</sub>.

1-Donnez la légende qui correspond aux numéros et nommez les événements A, B et C

2-La structure X secrète une hormone H<sub>1</sub> qui stimule la structure Y à sécréter deux hormones H<sub>2</sub> et H<sub>3</sub> indispensables à l'événement A



Identifiez l'hormone H<sub>1</sub> et précisez son rôle.

3-L'hormone H<sub>3</sub> est à l'origine du déclenchement de l'événement B, Après avoir identifié l'hormone H<sub>3</sub>, expliquez son rôle dans le déterminisme de cet événement.

4-Précisez le(s) effet(s) exercé(s) par H<sub>2</sub> et H<sub>3</sub> pendant la période qui débute par l'événement A.

5-Chez une autre femme  $F_2$  l'événement A, ne peut se dérouler: son médecin lui annonce sa stérilité.

Citez deux causes probables de cette stérilité.

6-Afin de tester l'une des deux causes précitées, le médecin injecte à cette femme ( $F_2$ ) un liquide opaque au niveau du col utérin et constate que ce liquide ne se répand pas au niveau de ses ovaires.

a- Qu'apporte ce résultat?

b-A votre avis, comment la stérilité de cette femme peut être remédiée?

B- Chez deux femmes  $F_3$  et  $F_4$  stériles, le taux plasmatique maximal d'œstradiol ne dépasse jamais  $190 \text{ pg. mL}^{-1}$ , alors qu'il est de  $480 \text{ pg. mL}^{-1}$ , au 12<sup>ème</sup> jour du cycle chez une femme normale.

1-Proposez la ou les cause(s) probable(s) du taux faible d'œstradiol chez  $F_3$  et  $F_4$

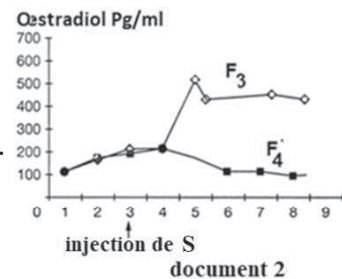
2-Quelle conséquence aura-t-elle sur l'évènement B ? Justifiez

Le dosage d'œstradiol chez ces deux femmes suite à un traitement par l'injection d'une substance S permet d'obtenir le document 2

3-Analysez ce document? Déduisez l'effet de la substance S.

4-Quelle est la cause confirmée de la stérilité de chacune de deux femmes?

5-Proposez un remède pour la stérilité de  $F_3$  et  $F_4$ .



## Corrigé 41

A- 1- Événements et légendes

Événement A : Nidation      Événement B : Ovulation      Événement C : Fécondation

1= Corps jaune      2= Follicule mûr      3= Endomètre (muqueuse utérine)

2- L'hormone  $H_1$  = HCG

Rôle : Maintien du corps jaune et son développement en corps jaune gestatif

3- L'hormone  $H_3$  = Œstradiol.

Le taux élevé d'œstradiol exerce un  $RC^+$  sur le CHH qui provoque un pic de LH puis Ovulation

4- Les œstrogènes et la progestérone maintiennent l'utérus dans un état favorable à la gestation (développement de l'endomètre, silence utérin...) et bloquent par rétroaction, les cycles sexuels ce qui empêche l'apparition des règles et développent les glandes mammaires...



## 5- Causes probables de stérilité:

- Anatomique (Obstruction des trompes, malformation de l'utérus)
- Hormonale.

6-a - Ce résultat confirme l'obstruction des trompes.

b- Remède: FIVETE

B- 1- Taux faible d'œstradiol = Folliculogénèse incomplète.

Causes probables:

- Déficit hormonal (GnRH - FSH) ou
- Manque de récepteurs de FSH

2- Taux faible d'œstradiol, absence de RC<sup>+</sup> sur le CHH, pas de pic LH, pas d'ovulation

3- Avant injection de S, le taux était faible (200pg/ml) et après injection de S, l'œstradiol a augmenté chez F<sub>3</sub> (500pg/ml) seulement.

L'effet de S: stimule la folliculogénèse

4- F<sub>3</sub> : Manque d'hormone FSH      F<sub>4</sub> : Absence de récepteurs

5- Remède: F<sub>3</sub>: injections de FSH (LH)      F<sub>4</sub> : aucun traitement si ce n'est une PMA.

## Exercice 42

Dans le but de comprendre les causes de certains cas de stérilité humaine et les remèdes possibles, on vous propose d'exploiter les résultats d'analyses et d'exams médicaux réalisés chez quatre couples qui présentent des difficultés de concevoir des enfants.

Examens des ovaires:

Durant deux mois, les ovaires des quatre femmes X, Y, Z et T des couples concernés ont été examinés. Les résultats sont consignés dans le tableau (A)

Femmes	Ovaires
<b>X</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- absence de follicules cavitaires</li> <li>- absence de follicules mûrs</li> <li>- absence de corps jaune</li> </ul>
<b>Y</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Présence de tous les types de follicules</li> <li>- Tous les follicules ont une structure et une activité normale</li> <li>- absence de corps jaune</li> </ul>

<b>Z</b>	Présence de tous les types de follicules Tous les follicules ont une structure et une activité normale Présence de corps jaune dont la structure et le fonctionnement sont normaux
<b>T</b>	Présence de tous les types de follicules Tous les follicules ont une structure et une activité normale .Présence de corps jaune dont la structure et le fonctionnement sont normaux

Tableau A

1-Analysez les résultats obtenus en vue de :

- a- Précisez lesquelles des femmes X, Y, Z et T ont une stérilité confirmée.
- b- Proposez des hypothèses permettant d'expliquer les causes de leur stérilité.
- c- Représenter, l'allure de la variation du taux des hormones ovariennes chez les femmes X, Y, Z et T (on considère un cycle sexuel normal de 28 jours)

Dosage du taux plasmatique des gonadostimulines:

On a dosé le taux plasmatique des gonadostimulines chez les femmes X et Y avant et après des injections pulsatiles de GnRH.

Le tableau (B) présente les concentrations moyennes de FSH et LH chez ces femmes par comparaison à celles d'une femme normale.

2- Analysez les résultats en vue de préciser la cause de stérilité de chacune des femmes X et Y.

	Concentration moyenne en UL <sup>-1</sup>			
	Avant l'injection de GnRH		Après l'injection de GnRH	
	FSH	LH	FSH	LH
Femme normale	Entre 3 et 16	Entre 1 et 35	Entre 12 et 32	Entre 10 et 54
Femme X	0.2	0.8	0.2	21
Femme Y	12	0.5	24	0.5

Tableau B

Exploration des voies génitales

On a injecté au fond du vagin des femmes Z et T une substance fluorescente, quatre heures plus tard, on cherche la fluorescence dans leurs voies génitales. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau (C)

Femmes	Trompes		Pavillons	Autour des ovaires
	Le tiers inférieur	Le tiers supérieur		
Z	+	-	-	-
T	+	+	+	+

Tableau C

(+): présence de fluorescence. (-): absence de fluorescence



3-En exploitant les résultats des tableaux (A) et (C) précisez si les femmes Z et T sont normales ou stériles.

Analyse du sperme

Le tableau (D) montre les résultats d'analyse du sperme du mari de la femme T

	Volume d'éjaculat	Nombre de Spermatozoïdes
Sperme fécondant	$\geq 1.5$ ml	$\geq 20$ millions / ml
Sperme du mari de femme T	2.1	5 millions / ml

Tableau D

4- A partir de l'analyse de ces résultats, déterminez-la ou les cause(s) de la stérilité chez le mari de la femme T.

5-D'après vos réponses précédentes, proposez un remède possible à la stérilité de chaque couple.

Pour l'un des couples, le médecin propose comme remède la FIVETE qui est une technique de procréation médicalement assistée (PMA).

Les étapes de la FIVETE sont les suivantes:

-Traitement du sperme: Le sperme est recueilli dans une éprouvette stérile pour subir un traitement.

6- Dans quel but ce traitement est-il réalisé?

7- Y a-t-il une date précise pour recueillir le sperme? Justifiez.

-Induction de l'ovulation: Les équipes médicales qui pratiquent actuellement la FIVETE préfèrent prendre le contrôle hormonal du cycle sexuel chez la femme. Pour cela:

- Ils bloquent le fonctionnement hypophysaire par une administration continue d'un analogue de GnRH.

- Ils assurent un traitement hormonal spécifique qui permet la croissance de plusieurs follicules à la fois.

- Ils induisent la maturation de ces follicules et l'ovulation par injection d'une dose unique de HCG au 14<sup>ème</sup> jour du cycle.

8- Proposez:

- une hormone qui peut être utilisée pour stimuler la croissance folliculaire.

- une durée de traitement.

9- Pourquoi dans un cycle sexuel naturel, un pareil résultat n'est-il pas obtenu?

10 - Pourquoi l'administration de HCG à une date précise, provoque-t-elle la maturation des follicules et l'ovulation?

Prélèvement des ovocytes: Un jour après l'injection de HCG sur une patiente anesthésiée et sous contrôle échographique, le clinicien examine les ovaires et repère des follicules de 17 mm de diamètre. Il aspire leur contenu.

11- De quel follicule s'agit-il ? Représentez-le par un schéma soigné et bien annoté.

12- A part l'échographie, un autre contrôle existe pour prévoir la date convenable de la ponction. Précisez lequel ?

-Fécondation in Vitro : l'insémination des ovocytes par les spermatozoïdes est réalisée in vitro.

Des fécondations peuvent avoir lieu.

13-Comment l'embryon par sa présence dans l'utérus, va-t-il modifier l'activité sexuelle de la femme ?

## Corrigé 42

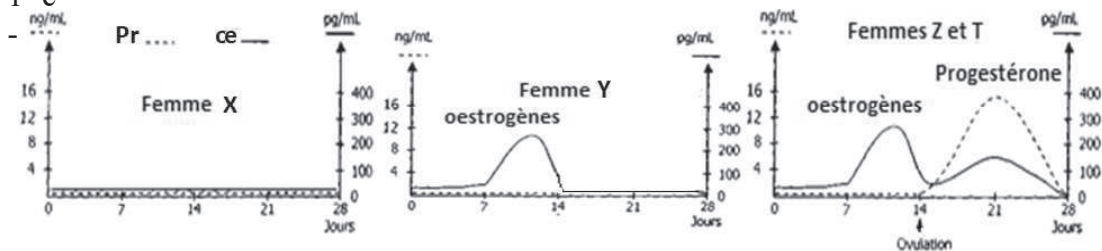
1- a- Les femmes Z, T ont des cycles normaux alors que les femmes X, Y présentent des anomalies du cycle sexuel. (pour X il n'y a pas de cycle sexuel et pour Y il n'y a pas d'ovulation).

Donc les femmes X, Y ont une stérilité confirmée.

1-b- Femme X : défaut ovarien, défaut hypophysaire ou déficit hypothalamique

Femme Y : défaut des cellules sécrétrices de LH, LH mutée ou absence de récepteurs à LH

1- c



2- Pour la femme X :

-Avant l'injection de la GnRH le taux de FSH et LH est inférieur à la normale.

-Après injection pulsatile de GnRH, le taux de FSH n'a pas changé alors que la LH a beaucoup augmenté et est devenu dans les normes (10 – 54).

Pour la femme Y

-Avant l'injection de la GnRH le taux de LH est inférieur à la normale.

-Après injection pulsatile de GnRH, le taux de LH n'a pas changé alors que le taux de FSH a beaucoup augmenté et est devenu dans les normes (12 – 32).

Donc la stérilité de la femme X est liée à l'insensibilité des cellules hypophysaires sécrétrices de FSH à la GnRH, celle de la femme Y est liée à l'insensibilité des cellules hypophysaires sécrétrices de LH à la GnRH.

3- les femmes Z et T ont un cycle ovarien normal (Le tableau (A)). Le tableau C montre une obstruction des voies génitales de la femme Z seulement. Donc la femme Z est stérile et la femme T est fertile

4- Le tableau D montre une oligospermie chez le mari de la femme T qui peut être la cause de sa stérilité.

5- Couple X : traitement de la femme par injection de la FSH.

Couple Y : traitement de la femme par injection de la LH.

Couple Z : intervention chirurgicale chez la femme ou recours à la FIVETE.

Couple T : insémination artificielle.

6- On traite les spermatozoïdes pour les capaciter et éliminer les formes atypiques.

7- Pas de date précise pour recueillir le sperme car la spermatogénèse est continue.

8- Une hormone qui peut être utilisée pour stimuler la croissance folliculaire: FSH

Une durée de traitement : 11 à 14 jours

9- On ne maîtrise pas l'évolution des follicules et des hormones.

10- HCG est une gonadotrophine semblable à la LH.

11- Le follicule mûr qu'on peut schématiser ainsi:

1- thèque externe

2- Thèque interne

3- granulosa

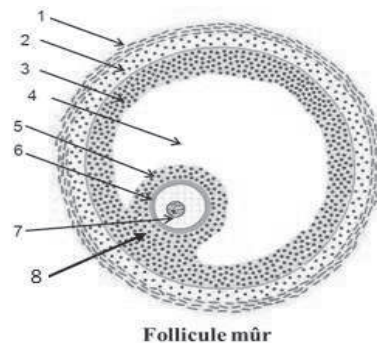
4- liquide folliculaire (antrum)

5- corona radiata

6- zone pellucide

7- ovocyte I

8- cumulus oophorus



12- Le dosage quotidien des œstrogènes.

13- L'embryon en sécrétant HCG stimule le maintien du corps jaune gestatif qui continue à sécréter la progestérone et les œstrogènes nécessaires au maintien de la grossesse et exerçant un rétrocontrôle négatif sur le CHH arrêtant le cycle sexuel.

## Exercice 43

A-1 - Le document 1 donne les résultats de deux spermogrammes (analyse du sperme) : celui d'un témoin(1a) dont la fertilité est normale et celui de Monsieur R(1b).

Monsieur et Madame R ne peuvent pas avoir d'enfant.

Des examens effectués chez Madame R n'ont montré aucune anomalie, ni de l'anato-

mie, ni du fonctionnement de l'appareil génital.

Témoin : spermatogramme normal	Monsieur R.
VOLUME : 4,2 ml - pH 7,8 - VISCOSITE : <del>faible</del> normale <del>forte</del>	VOLUME : 0,5 ml - pH 7,6 - VISCOSITE : <del>faible</del> normale <del>forte</del>
NUMÉRATION : Spermatozoïdes : $53,10^6 / \text{ml}$	NUMÉRATION : Spermatozoïdes : $2,10^6 / \text{ml}$
MOBILITÉ : après 1 heure      après 4 heures % à mobilité normale :      55      45 % à mobilité diminuée :      05      05 % de formes immobiles :      40      50	MOBILITÉ : après 1 heure      après 4 heures % à mobilité normale :      1      0 % à mobilité diminuée :      6      0 % de formes immobiles :      93      100
VITALITÉ : 88 % de formes vivantes (1 <sup>ère</sup> heure)	VITALITÉ : 50 % de formes vivantes (1 <sup>ère</sup> heure)
AGGLUTINATS SPONTANÉS : par le flagelle <input type="checkbox"/> Rares par la tête <input type="checkbox"/> Nombreux <input type="checkbox"/>	AGGLUTINATS SPONTANÉS : par le flagelle <input type="checkbox"/> Rares par la tête <input type="checkbox"/> Nombreux <input type="checkbox"/>
SUR 100 SPERMATOZOÏDES OBSERVÉS, on a relevé : - FORMES TYPIQUES : 61 % - FORMES ATYPIQUES : 39 %	SUR 100 SPERMATOZOÏDES OBSERVÉS, on a relevé : - FORMES TYPIQUES : 60 % - FORMES ATYPIQUES : 40 %

En vous appuyant sur une comparaison issue d'une analyse méthodique du document 1, dites quelles sont les causes possibles de cette stérilité.

2- Un éjaculat humain comprend en moyenne 100 à 400 millions de spermatozoïdes. Il n'en parvient que 1% environ dans l'utérus et seulement une centaine au niveau des trompes.

Expliquez les causes de cette disparition d'un grand nombre de spermatozoïdes dans les voies génitales de la femme.

3- On s'est demandé si les nombreux spermatozoïdes qui ne parviennent pas jusqu'aux trompes jouaient un rôle.

On a alors réalisé l'expérience dont les résultats figurent dans le tableau ci-dessous, sur plusieurs souris.

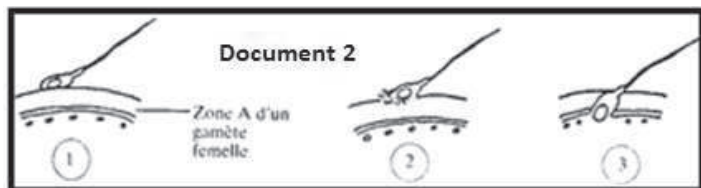
Nombre de spermatozoïdes utilisés lors d'une insémination des souris	Nombre d'œufs en division observés dans les trompes	Nombre d'ovocytes pondus au total
$6.10^5$	121	215
$7,7.10^6$	161	207

a - Calculez le pourcentage de fécondation réussie dans les deux cas.

b - En quoi cette expérience apporte-t-elle une réponse au problème posé ?

c - Si se confirme le fait que des observations semblables peuvent être réalisées pour l'espèce humaine, quelle réponse donnerez-vous au problème de la stérilité du couple étudié ?

B - Dans certains cas, le spermogramme ne montre aucune anomalie et pourtant il y a stérilité.



On oriente alors les recherches sur les phénomènes observés lors de la rencontre des gamètes.

1- Les schémas suivants montrent quelques aspects de cette rencontre des gamètes.

Indiquez quelles sont les trois phases ainsi schématisées.

2- Dans quelques cas de stérilité, on constate, que les spermatozoïdes ne réalisent jamais la phase (2).

Que révèle cette observation ?

3- Dans d'autres cas, on n'observe même pas la phase (1). Pour comprendre cette dernière anomalie, on peut s'appuyer sur des expériences réalisées chez la souris et dont les conclusions sont applicables à l'espèce humaine.

Expérience :

La zone A du gamète femelle (document 2) est riche en glycoprotéines (protéines associées à des sucres).

On extrait certaines de ces glycoprotéines et on les place *in vitro* en présence de sperme de souris. Elles s'associent alors aux spermatozoïdes.

Les spermatozoïdes ainsi traités sont ensuite mis en présence de gamètes femelles de souris et parallèlement on réalise une expérience témoin avec du sperme non traité.

Dans le premier cas on n'observe plus la phase (1) alors que cette phase est visible dans l'expérience témoin.

a - Quelles explications pouvez-vous donner à ces résultats ?

b - Cette expérience apporte-elle une réponse nouvelle au problème de la stérilité ?

## Corrigé 43

A - Analyse de spermogrammes

1 - Spermogramme de Monsieur R

La stérilité de ce couple ne peut pas être imputée à Madame R (aucune anomalie anatomique ou physiologique).

Le spermogramme de Monsieur R présente plusieurs anomalies par rapport à un témoin normal :

- Ejaculat de faible volume : la sécrétion par les glandes annexes est faible ; on peut supposer ainsi que la survie des spermatozoïdes dans ce liquide indispensable n'est pas optimale ; par ailleurs le pH, un peu inférieur à la normale, a peut-être une action sur la survie des gamètes ?

- Faible numération des spermatozoïdes : le sperme contient environ 25 fois moins de gamètes que la normale ; même si pour 0,5 ml d'éjaculat cela représente 1 million de spermatozoïdes, étant donné qu'une très large majorité de gamètes mâles meurt dans les voies génitales femelles (1 sur 1 million arrive à destination I). Cette très faible numéra-

tion est une cause première de stérilité.

- Faible mobilité des spermatozoïdes : que ce soit immédiatement ou plusieurs heures après l'éjaculation, les gamètes mâles sont peu mobiles, voire immobiles ; la mobilité due au flagelle leur permet de se déplacer dans les voies génitales femelles, de franchir certains obstacles, de pénétrer dans le gamète femelle. Cette anomalie de mobilité, est sûrement une cause supplémentaire de stérilité.

## 2 - Disposition des spermatozoïdes

Un très grand nombre de spermatozoïdes émis au fond du vagin au cours du rapport sexuel n'arrive pas à franchir le col de l'utérus. Il y a à cette disparition plusieurs causes

- le pH acide du vagin est peu propice à leur survie

- les glandes du col de l'utérus sécrètent un mucus plus ou moins abondant, plus ou moins perméable aux spermatozoïdes : ainsi le mucus (= glaire cervicale) élimine de nombreux gamètes tant au point de vue quantitatif (1% seulement franchissent le col) que qualitatif (les gamètes anormaux - environ 40% - sont éliminés).

## 3 - Importance du nombre de spermatozoïdes

### a - Pourcentage de réussite

-1<sup>er</sup> cas: 56,3%

- 2<sup>e</sup> cas : 77,7 %

b - Les réussites relatives, c'est-à-dire le nombre de fécondations, sont proportionnelles au nombre de spermatozoïdes utilisés (en insémination artificielle semble-t-il d'après l'énoncé). Si le pourcentage de gamètes qui franchit le col est constant (environ 1%), le nombre de spermatozoïdes présents dans l'utérus est donc plus élevé dans le 2<sup>e</sup> cas que dans le 1<sup>er</sup>. Ainsi il semble bien qu'un nombre élevé de spermatozoïdes favorise les fécondations. Ceci peut sembler paradoxal puisqu'il y a monospermie, c'est-à-dire qu'un ovule est fécondé par un seul gamète mâle.

c - Ces expériences confirment - sous réserve que l'on puisse extrapoler les expériences sur la souris à l'espèce humaine - que le faible nombre de spermatozoïdes, soit une cause suffisante de la stérilité.

Des études plus précises chez l'homme ont montré que la norme de numération des spermatozoïdes se situe entre 25 et 200.10<sup>6</sup> spermatozoïdes par ml. Si cette numération descend à 10.10<sup>6</sup> la fertilité diminue de moitié.

### B - Autres cas de stérilité

1- Document 2 : il s'agit du contact, de la réaction acrosomique et de la pénétration du spermatozoïde fécondant.

### 2- La réaction acrosomique

En entrant en contact avec la zone pellucide, le spermatozoïde libère lentement les enzymes de son acrosome. La membrane externe de l'acrosome (sac à enzymes) fusionne



avec la membrane plasmique : les enzymes libérées hydrolysent les composés de la zone pellucide et perforent ainsi cette dernière.

Si les spermatozoïdes sont incapables de franchir la zone pellucide, ils ne sont pas fonctionnels et il y a stérilité.

### 3- Le contact entre les deux gamètes

a - Expérience avec des gamètes de souris : les glycoprotéines de la zone pellucide de l'ovule s'associent aux spermatozoïdes, signe qu'il existe une complémentarité entre les gamètes.

Dans ce cas les spermatozoïdes ayant « fixé » les glycoprotéines ne peuvent plus s'accrocher à l'ovule : ceci signifie donc que des molécules glycoprotéiques de la zone pellucide servent de récepteurs aux spermatozoïdes de la même manière que les hormones se fixent spécifiquement à leur récepteur. Ultérieurement à cette fixation, les enzymes acrosomiques lysent cette zone.

b - Si on extrapole ces données à l'espèce humaine, on pourrait supposer que si la phase 1 ne se produit pas (phase de contact entre les gamètes), c'est que le récepteur glycoprotéique et son complément de la membrane du spermatozoïde ne sont plus compatibles ; l'anomalie - d'origine inconnue dans cet énoncé - peut être l'une ou l'autre molécule (ou peut-être les deux à la fois).

## Exercice 44

Chez la brebis, il est possible d'obtenir une production de lait au-delà du temps normal de lactation nécessaire au développement de l'agneau nouveau-né. Pour cela il suffit de vider régulièrement la mamelle deux fois par jour (figure 1)

Pour comprendre le mécanisme de cette lactation, on réalise une série d'expériences :

- Si on sectionne toutes les fibres nerveuses du mamelon (dénervation), on constate que la production de lait diminue puis cesse totalement bien que la traite soit pratiquée régulièrement.

- Si cette section est immédiatement suivie d'excitations régulières durant plusieurs minutes, trois fois par jour, portées sur le bout central de ces fibres, la sécrétion persiste, tandis que l'excitation du bout périphérique n'entretient pas cette sécrétion.

- La destruction de l'hypothalamus ou la section de la tige pituitaire (voir figure 2) conduit aux mêmes résultats que la dénervation des mamelons même si l'on pratique régulièrement les traites. (La traite est l'action de tirer le lait).

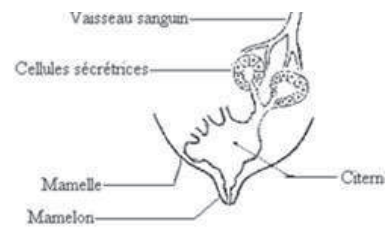


Figure 1

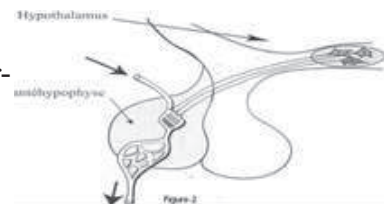


Figure 2

1-Analysez avec soin ces résultats expérimentaux et précisez le rôle des organes mis en jeu dans la réaction étudiée.

2-Que pouvez-vous en déduire concernant les mécanismes possibles contrôlant cette production de lait ?

3- Chez une femelle normale allaitante, on greffe des fragments de glande mammaire. Dès que la vascularisation est correctement réalisée, ces glandes supplémentaires fabriquent également du lait.

3.1 -Que nous apporte ce résultat quant au contrôle de la sécrétion lactée ?

3.2- Quelle(s) expérience(s) complémentaire(s) proposez-vous pour confirmer votre réponse ?

4- Pour conclure, présentez, par un schéma intégrant les figures 1 et 2, les relations qui existent entre les différents organes envisagés au cours de cette étude.

## Corrigé 44

1- Première expérience : les fibres nerveuses du mamelon sont indispensables à la production du lait. Cette production est donc entretenue par voie nerveuse.

Deuxième expérience : Après la section des fibres nerveuses, l'excitation des bouts centraux entretient la sécrétion de lait alors que celle des bouts périphériques n'a aucun effet. On peut alors conclure que : la sécrétion est entretenue grâce à ces fibres nerveuses qui envoient des influx nerveux centripètes vers le système nerveux central ; ce sont des fibres afférentes (sensitives).

Troisième expérience : L'hypothalamus est indispensable à la production de lait et son action passe par la tige pituitaire dans laquelle les neurones hypothalamiques sont en rapport avec les capillaires sanguins qui irriguent l'antéhypophyse.

2- La sécrétion de lait se fait par un mécanisme réflexe dans lequel intervient un conducteur centripète : les fibres nerveuses du mamelon et un centre nerveux : l'hypothalamus.

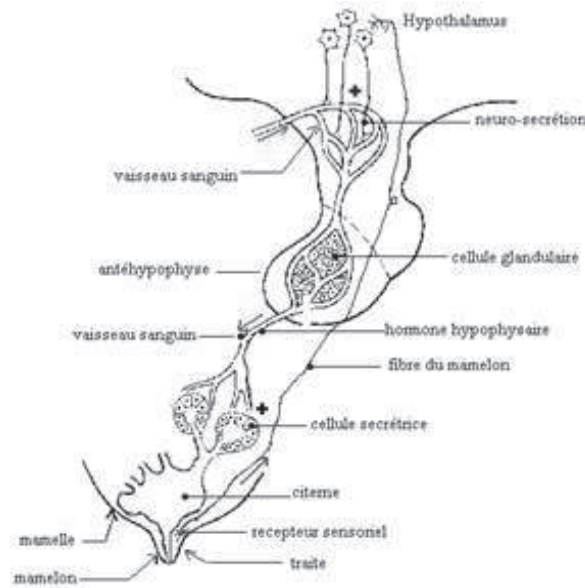
- La production de lait est contrôlée par un mécanisme nerveux ou neuro-hormonal.

3.1- La sécrétion lactée est contrôlée par voie neuro-hormonale.

3.2 -On peut procéder à une destruction de l'hypothalamus ou de l'hypophyse.

4- Les relations qui existent entre les différents organes envisagés au cours de cette étude :

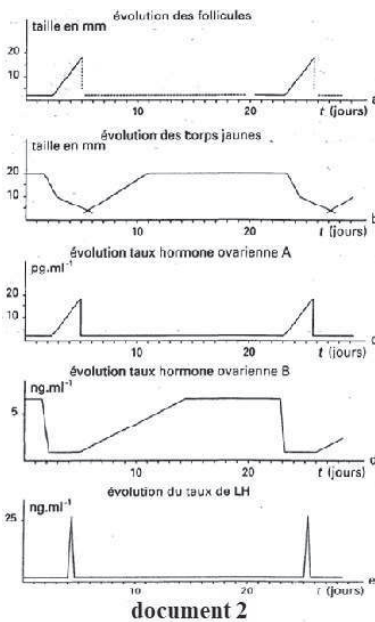
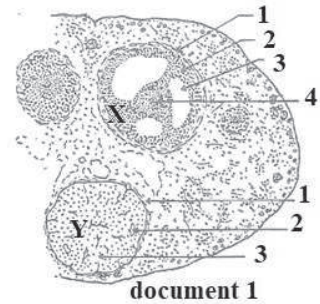




### Exercice 45

I- Chez une vache non gestante, on a étudié parallèlement :

- l'évolution des structures ovariennes (document 1) ;
- les variations hormonales (document 2).



1-Identifiez et annotez précisément les structures X et Y.

2- À partir de vos connaissances et de l'exploitation des cinq courbes du document 2, précisez l'identité et l'origine des hormones A et B.

3- Établir la durée d'un cycle chez la vache

II- Pour que les parturitions se déroulent à la même période au sein d'un troupeau, on a tenté de synchroniser les Œstrus des vaches. Pour cela, on a fait appel à la technique des implants. Elle consiste à introduire, pendant un certain temps, des comprimés d'hormones sous la peau de l'animal. Ces comprimés sont constitués par un dérivé de progestérone. On mesure le délai écoulé entre le retrait de l'implant et le début du comportement d'œstrus (venue en Œstrus), qui se manifeste par l'acceptation du taureau.

Durée du traitement	Dose	Apparition de l'œstrus après retraits des implants	% des vaches en œstrus entre 36 et 72 h après retrait des implants.
9 jours	6mg	24-72 heures	83%
9 jours	12mg	24-72 heures	86%
11 jours	6mg	24-14 4h	59%
11 jours	12mg	12-84 heures	82.5%

1- Quel traitement vous paraît le plus efficace pour le but recherché ?

2- À la lumière de vos connaissances, comment expliquez-vous.

- la technique des implants (introduction sous la peau) ?

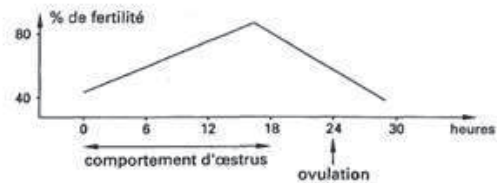
- l'effet du retrait des implants à base de dérivé de progestérone ?

3- Comment pourrait-on, en pratique, tester la validité de vos explications ?

III- L'insémination artificielle est utilisée lorsque les vaches sont en œstrus.

La venue en Œstrus étant facilement décelable par leur comportement, on a pu étudier la fertilité (pourcentage de mise bas) en réalisant des inséminations artificielles toutes les six heures, à partir du début de l'œstrus et ce pendant trente heures (voir document 3) .

1- Quels renseignements vous fournit ce document quand à la durée de vie des spermatozoïdes ?



Document 3 : Évolution du pourcentage de fertilité chez la vache.

2- Comment expliquez-vous le moment où se situe le taux de fertilité maximum ?

IV- Pour une gestion rationnelle du troupeau, il est important de déterminer avec précision et précocement l'état de gravidité de la vache.

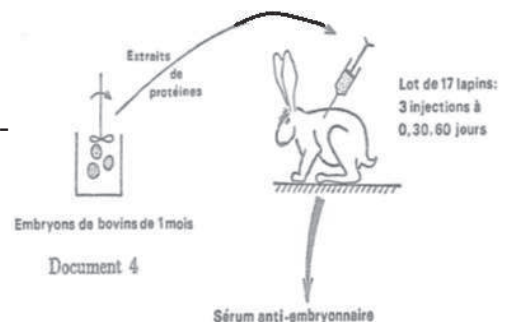
Parmi les méthodes utilisables pour diagnostiquer la gestation, l'une d'entre elles repose sur un procédé immuno-chimique.

On part du constat qu'il apparaît très tôt dans le sang de la vache gravide des protéines particulières, d'origine embryonnaire, rigoureusement spécifiques de la gestation.

La méthode se déroule en trois étapes

a. Fabrication d'un sérum anti-embryonnaire

On injecte successivement à trois reprises, à trente jours d'intervalle, un extrait de protéines préparées à partir d'embryons de bovins, âgés d'un mois, à des lapins adultes âgés de deux mois (document 4).



Document 4

Huit jours après la troisième injection, on prélève du sérum des lapins de ce lot.

1-Quelle réaction cherche-t-on à déclencher chez les lapins ? Que doit contenir le sérum des lapins à l'issue de ce traitement ?

2-Pourquoi fait-on plusieurs injections ?

3-Pour sélectionner les sérums, on cherche à éliminer ceux des lapins les moins réagissants. À cette fin, on met une quantité donnée de sérum de lapin traité en présence d'un extrait de protéines d'embryons de dilution déterminée. On ne retient que les sujets dont les sérums donnent un précipité abondant avec l'extrait de protéines embryonnaires.

Précisez l'origine du précipité obtenu et dites pourquoi on procède à cette opération de contrôle.

b. Purification du sérum anti-embryonnaire

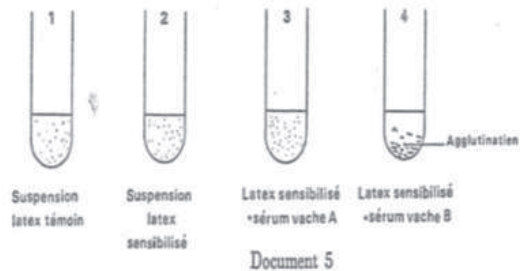
Le sérum des lapins réagissants est incubé en présence d'un sérum de plusieurs vaches non gestantes pendant une durée suffisante. On observe un précipité que l'on élimine par ultracentrifugation. Il reste un liquide purifié appelé anti-sérum. Mis en présence d'un sérum de vache non gestante, cet anti-sérum ne forme pas de précipité, quelle que soit la dilution utilisée.

1-Quelle est l'origine du précipité ?

2-D'après le résultat du test, que contient l'anti-sérum de lapin ?

c. Réalisation du test de gravidité

Afin de rendre plus apparent le précipité que l'anti-sérum est susceptible de donner, on mélange l'anti-sérum réalisé précédemment à une suspension de particules de latex de 0,79 de diamètre. On obtient ainsi du « latex sensibilisé ». On mélange une quantité déterminée de suspension de « latex sensibilisé » à un sérum de vache à tester. Ceci a été réalisé pour les individus A et B dont on veut vérifier l'état de gravidité (document 5).



1-En vous reportant à ce qui est dit dans le

paragraphe 2 (purification du sérum anti-embryonnaire), donnez une interprétation de l'agglutination éventuelle des particules de « latex sensibilisé » en présence de sérum de vache à tester.

2-Que peut-on supposer quant à l'état de gravidité des vaches A et B?

## Corrigé 45

I-1- Étude du document 1:

Structure X: follicule tertiaire

1 = thèque ; 2 = granulosa ; 3 = cavité folliculaire ; 4 = ovocyte I

Structure Y: corps jaune

1 = thèque; 2 = vaisseau sanguin; 3 = cellules lutéales.

## 2-Analyse du document 2

-L'évolution des follicules (courbe a) est parallèle à l'évolution de l'hormone A (courbe c). L'hormone A est produite par le follicule : c'est l'œstradiol.

-L'hormone B évolue comme le corps jaune (courbe d). L'hormone B est produite par le corps jaune : c'est la progestérone.

## 3- Durée d'un cycle

- L'hormone LH est d'origine hypophysaire ; sa production est cyclique : un pic de 25 ng/ml tous les 21 jours.

Le pic de LH survient la veille de l'ovulation ; il déclenche l'ovulation.

## II-1-Traitement le plus efficace

Un traitement est efficace quand il déclenche, pour un grand nombre de vaches des œstrus rapides et groupés. Le deuxième traitement paraît le plus efficace.

## 2-Technique d'implant :

Le comprimé se dissout progressivement dans les liquides interstitiels et la progestérone passe dans la circulation générale.

Effet du retrait des implants :

On provoque ainsi une chute du taux de progestérone, ce qui déclenche un nouveau cycle ovarien (document 2, courbe d).

## 3-Validité des explications

On peut remplacer l'implant par des injections répétées de progestérone (action par voie sanguine) puis les arrêter brutalement. Si un œstrus survient dans les mêmes délais, les explications sont valables.

## III-1-Durée de vie des spermatozoïdes

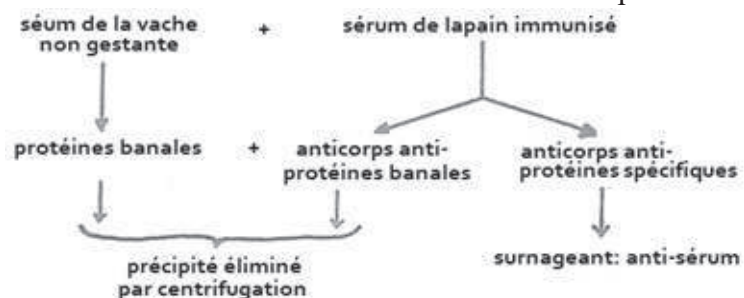
C'est la fécondation qui est responsable du taux de fertilité. Il y a fécondation quand les ovules et les spermatozoïdes vivants sont présents simultanément dans les voies génitales femelles.

Lorsque les spermatozoïdes sont inséminés 24 heures avant l'ovulation, il y a des fécondations : les spermatozoïdes survivent au moins 24 heures hors des voies génitales mâles.

2-Le taux de fertilité est maximum entre 12 heures et 18 heures. C'est à cette période de l'œstrus que les voies génitales femelles sont les plus favorables à la survie des spermatozoïdes.

## IV-a-Fabrication d'un sérum anti-embryonnaire

### 1-Réaction du lapin



Les protéines embryonnaires bovines sont des antigènes pour le lapin.

Le lapin détruit les antigènes grâce à une réponse immunitaire.

Dans ce procédé expérimental, on cherche à obtenir des produits immunitaires contenus dans le sérum : les anticorps produits lors d'une réponse à médiation humorale

## 2-Rôle des injections répétées

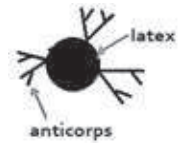
Lors d'une première injection, la réponse immunitaire produit des anticorps peu abondants pendant une durée limitée (réponse primaire). Lors d'injections répétées, la production d'anticorps est abondante et durable (réponse immunitaire secondaire).

## 3-Sélection des sérums

Chez un lapin, les protéines embryonnaires bovines sont des antigènes. Le sérum contient des anticorps anti-protéines embryonnaires bovines.

Le précipité observé résulte de l'agglutination antigène-anticorps

L'abondance du précipité visualise l'abondance d'anticorps dans le sérum. Ce procédé permet de sélectionner les lapins qui produisent le plus d'anticorps.



## b-Purification des sérums anti-embryonnaire

### 1-Originé du précipité

Le précipité résulte de la réaction antigène-anticorps.

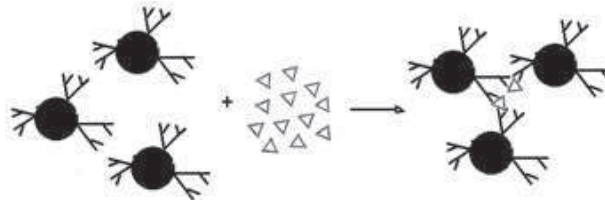
### 2-Contenu de l'antisérum de lapin

- Le sérum de lapin contient des anticorps contre les protéines embryonnaires. Parmi les protéines embryonnaires, certaines sont spécifiques de l'embryon (protéines spécifiques); d'autres sont communes à l'embryon et à l'adulte (protéines banales).

Le sérum de lapin contient des anticorps dirigés contre ces 2 types de protéines : anticorps « anti-protéines banales », anticorps « anti-protéines spécifiques ».

-Le sérum de vache non gestante contient des protéines banales seulement.

Soit la réaction :



Après centrifugation, il reste dans le surnageant des anticorps « anti-protéines spécifiques de l'embryon ». C'est l'anti-sérum.

Ce sérum purifié ne réagit pas contre les protéines banales.

### c-1-Test de gravité

-Les particules de « latex sensibilisé » portent en surface les anticorps anti-protéines spécifiques.

-En présence d'antigènes « protéines embryonnaires spécifiques », il y aura réaction

d'agglutination antigène-anticorps.

L'agglutination caractérise les protéines spécifiques embryonnaires donc la gestation.

2- État des vaches A et B

Le sérum de vache A (tube 3) ne provoque pas d'agglutination : la vache A n'est pas gravide.

Le sérum de la vache B (tube 4) provoque une agglutination : la vache B est gravide.

## Exercice 46

On se propose d'étudier un aspect du contrôle de la grossesse (ou gestation).

La mortalité embryonnaire est la plus élevée dans les premières semaines qui suivent la fécondation ; elle l'est davantage encore dans le cas de techniques de reproduction assistée, couramment utilisées actuellement (fécondation in vitro, congélation et transfert d'embryons). Les avortements spontanés précoces sont liés, dans certains cas à des anomalies génétiques de l'embryon, dans d'autres à une insuffisance hormonale. C'est pourquoi les biologistes tentent d'identifier les facteurs indispensables au développement embryonnaire, particulièrement ceux qui sont produits, au moment de la nidation dans l'utérus, qui intervient quelques jours après la fécondation. Il n'y a pas de menstruation à la fin du cycle fécond et le corps jaune se maintient pendant les premiers mois de la grossesse alors que, dans un cycle non fécond, il est détruit par une substance sécrétée par l'ovaire, la prostaglandine F2 $\alpha$

A- Chez 35% des femmes enceintes victimes d'un avortement spontané dans les 12 premières semaines suivant la fécondation, le taux de progestérone plasmatique ne dépasse pas 10ng/ml.

	Progestérone Plasmatique en ng/ml
Phase	
· folliculaire	0,3
· lutéale	3-20
4 <sup>e</sup> semaine	20
10 <sup>e</sup> semaine	26
14 <sup>e</sup> semaine	41
18 <sup>e</sup> semaine	45
22 <sup>e</sup> semaine	50
26 <sup>e</sup> semaine	60
30 <sup>e</sup> semaine	80
34 <sup>e</sup> semaine	100
38 <sup>e</sup> semaine	120
40-42 <sup>e</sup> semaine	160



Document 1 : Taux de Progestérone plasmatique au cours du cycle menstruel et de la grossesse.

En vous aidant du document 1 formulez une hypothèse explicative de l'avortement spontané.

B- L'ablation des ovaires est parfois nécessaire chez la femme enceinte.

Pratiquée au cours des 3 premiers mois de la grossesse, elle entraîne la perte du fœtus, alors qu'elle est sans effet majeur sur la grossesse si elle est réalisée plus tard : elle ne provoque plus alors, l'expulsion du fœtus ni ne perturbe la production d'œstrogènes et de progestérone.

- Quel problème soulèvent ces données concernant la femme enceinte privée d'ovaires ?

C- D'autres expériences ont été effectuées.

Expérience 1 : Chez une femme enceinte, l'injection intraveineuse de HCG pendant dix jours en phase lutéale entraîne outre le maintien du corps jaune, des taux d'élimination urinaire des hormones ovariennes comparables à ceux obtenus en début de grossesse.

Expérience 2 : Des effets analogues sont obtenus par injection de HCG, soit à des rates vierges, soit à des rates privées d'hypophyse, mais aucun résultat n'est constaté chez des rates dont les ovaires ont été enlevés.

- Quels renseignements sur l'action de la HCG, l'analyse des résultats de ces deux expériences apporte-t-elle ?

D- Des expériences réalisées chez la brebis permettent de préciser l'origine de substances telles que la HCG. On précise que chez cette espèce, le cycle ovarien est de 17 jours, le corps jaune commençant à régresser dès le 12<sup>e</sup> jour en l'absence de fécondation.

1. Des broyats d'embryons de mouton d'âge variable sont injectés dans l'utérus d'une brebis au 12<sup>e</sup> jour du cycle. Les résultats de cette expérience sont donnés dans le document 2.

Age de l'embryon de Mouton (en jours)	8	10	12	14	16	18	20	22
Evolution du corps jaune	-	-	-	+	+	-	-	-

Document 2 :

- : régression du corps jaune      + : maintien du corps jaune

- Analysez le document 2.

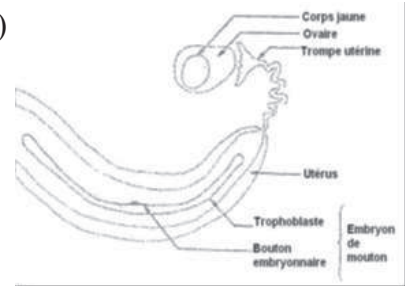
2. Si les broyats ont été chauffés ou mis au contact de protéases avant leur injection, le corps jaune régresse quel que soit l'âge de l'embryon utilisé.

- Quelle information complémentaire cette expérience apporte-t-elle ?

3. a) En vous appuyant sur le document ci-contre qui représente le schéma d'une coupe pratiquée dans l'appareil génital de brebis, quelles hypothèses pouvez-vous formuler

concernant l'origine de la substance mise en évidence précédemment ?

b) Des vésicules de trophoblaste (à l'origine du placenta) isolées à partir d'embryons de Mouton âgés de 14 jours et séparées des boutons embryonnaires (à l'origine de l'embryon proprement dit) maintiennent le corps jaune chez les brebis non gestantes.



- Après avoir justifié le protocole expérimental utilisé dans cette expérience, dites en quoi le résultat vient confirmer ou infirmer vos hypothèses précédentes et en quoi il peut fournir des renseignements sur l'origine de la HCG humaine.

### Corrigé 46

A- Comparaison: Le taux de progestérone plasmatique ne dépasse pas 10 ng/ml chez la femme victime d'un avortement alors que chez la femme ayant mené une grossesse à terme, ce taux est très élevé, passant de 20 à 160 ng/ml de la 4<sup>e</sup> à la 42<sup>e</sup> semaine.

Hypothèse : L'avortement spontané est dû à un taux de progestérone plasmatique trop faible.

B- On peut alors se demander quel organe secrète les œstrogènes et la progestérone après le 3<sup>ème</sup> mois de grossesse lorsque la femme est privée d'ovaires.

C- L'expérience 1 permet d'affirmer que la HCG stimule par voie sanguine, le maintien et l'activité du corps jaune.

- L'expérience 2 précise que l'action de la HCG s'effectue sur les ovaires et ne dépend pas de l'hypophyse.

D- 1- Analyse du document 2

Les injections de broyats d'embryons de moutons le 12<sup>ème</sup> jour du cycle, ne maintiennent la survie du corps jaune que si les embryons sont âgés de 14 à 16 jours.

2- La substance active contenue dans les broyats d'embryons est une protéine.

3- a- Le document 3 montre que l'embryon est constitué du trophoblaste et du bouton embryonnaire.

Hypothèse n°1 : La substance active est issue du trophoblaste.

Hypothèse n°2 : La substance active est sécrétée par le bouton embryonnaire.

b- Justification du protocole expérimental :

Cette expérience permet de tester la 1<sup>ère</sup> hypothèse de la question précédente en recherchant si la HCG est issue ou non du trophoblaste.

Puisque des vésicules de trophoblaste d'embryons âgés de 14 jours maintiennent le



corps jaune, on en déduit que ce résultat confirme la 1<sup>ère</sup> hypothèse c'est-à-dire que la HCG est issue du trophoblaste. Etant donné que le trophoblaste va évoluer pour donner le placenta, on peut donc en déduire que la HCG est d'origine placentaire.

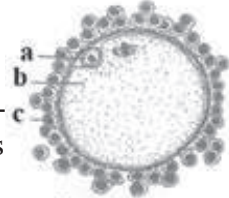
## Exercice 47

I-A - Des lapines adultes non gestantes sont réparties en deux lots :

Celles du lot 1 sont accouplées avec des mâles dont les spermiductes sont ligaturés.

Pour celles du lot 2, il n'y a pas d'accouplement.

Dix jours plus tard, on fait des prélèvements dans les oviductes ; on recueille des formations comme celle du document 1 dans les oviductes des lapines du lot 1, alors qu'il n'y en a pas dans les oviductes des lapines du lot 2.

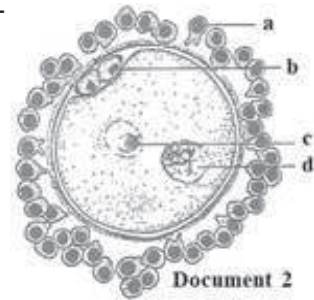


Document 1

1-Identifiez les cellules a, b, c du document 1 et annotez aussi complètement que possible ce document.

2-Pour le problème physiologique étudié, comparez très brièvement le cas de la lapine à celui de la femme.

B - Avec les formations recueillies chez les lapines du lot 1, on réalise des fécondations in vitro. Le document 2 correspond à un stade de la fécondation.



Document 2

1.Est-elle, alors, achevée ? Justifiez la réponse.

2.Relatez les phénomènes cellulaires intervenus entre le stade document 1 et le stade document 2.

3.Sachant que le caryotype de la lapine est  $2n = 44$ , dites quel est le nombre de chromosomes dans les noyaux a, b, c, d du document 2 ?



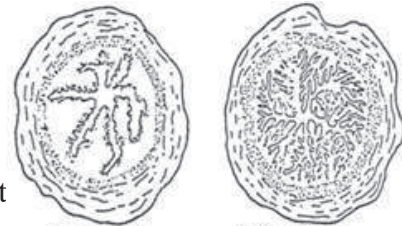
Document 3

II-A - Le document 3 représente une coupe d'ovaire de lapine quelques jours après l'accouplement avec un mâle dont les spermiductes n'ont pas été ligaturés.

1.Annotez-le.

2.Expliquez quelle a été l'évolution de l'ovaire depuis l'accouplement.

B - Les documents 4 et 5 montrent la structure de l'utérus de lapine en coupe transversale avant l'accouplement et peu de jours après.



Document 4

Document 5

1.Annotez-les.

2. Expliquez quel est le rôle physiologique de cette évolution de l'utérus ?

C - On recherche le déterminisme de ces modifications de l'utérus. Pour cela on réalise l'expérience suivante avec des jeunes lapines réparties en trois lots.

Lot a	Lot b	Lot c
Injections d'œstradiol répétées pendant plusieurs jours	Injections d'œstradiol répétées pendant plusieurs jours	Sans injections d'œstradiol
ensuite. pas d'injections de progestérone	Puis injections de progestérone	Injections de progestérone
l'utérus évolue jusqu'à atteindre l'état du document 4	l'utérus parvient au stade du document 5	Aucune évolution de l'utérus

1. Que peut-on en déduire ?

2. Utilisez le document 3 pour préciser l'origine de l'œstradiol et de la progestérone dans les conditions physiologiques normales.

III-A- Les expériences qui suivent ont été réalisées pour connaître les propriétés d'une certaine substance appelée S. Elles ont été menées avec de jeunes lapines.

Lot d	Lot e
Injections d'œstradiol pendant plusieurs jours	Injections d'œstradiol pendant plusieurs jours
Ensuite pas d'injections de progestérone	ensuite injections de progestérone
substance S administrée par gavage	substance S par gavage
résultats : l'utérus reste au stade du doc-4	le résultat dépend de la dose de S fournie
Avec 1 mg /kg l'utérus n'atteint pas tout à fait le stade du document 5. Avec 20 mg./kg II reste au stade du document 4.	

Proposez au moins deux hypothèses pour rendre compte de l'effet produit par la substance S.

B- Pour préciser le mécanisme d'action de la substance on a réalisé l'expérience suivante :

L'endomètre d'une lapine non traitée est prélevé, découpé en fragments fins et broyé. Le broyat est centrifugé à forte accélération. Le surnageant qui contient des protéines provenant de l'endomètre est divisé en trois parties égales dans trois tubes.

Le premier tube : On y ajoute de la progestérone radioactive. Certaines protéines se combinent avec elle. On évalue à 100 % par convention le % de liaison protéines-progestérone radioactive.

Le deuxième tube : On y ajoute un mélange de progestérone radioactive et de progestérone non radioactive en proportions égales. Le % de liaison protéines-progestérone

radioactive n'est plus que de 50 % (50 % de la progestérone radioactive est sous forme libre).

Le troisième tube : On y ajoute un mélange de progestérone radioactive et de substance S. Le % de liaison protéines-progestérone radioactive n'est que de 25 % environ (75 % de la progestérone radioactive est sous forme libre).

1. Quel rôle jouent, au niveau de l'endomètre, les protéines en question ?
2. Comment expliquez-vous l'action de la substance S ?

## Corrigé 47

I-A - 1- Le document 1 représente un ovocyte. C'est le gamète femelle libéré par l'ovulation

2. Analyse des expériences

-Les lapines du lot I se sont accouplées et présentent des ovocytes II dans les oviductes : il y a eu ovulation.

-Les lapines du lot 2 ne se sont pas accouplées et ne présentent pas d'ovocytes dans les oviductes : il n'y a pas eu d'ovulation.

Conclusion : Chez la lapine, l'ovulation est déclenchée par l'accouplement.

Comparaison de l'ovulation chez la femme et chez la lapine

- Chez la femme, l'ovulation survient spontanément le 14<sup>e</sup> jour du cycle.
- Chez la lapine, l'ovulation est provoquée par les stimulations liées à l'accouplement.

B-1-Étude du document 2

Le gamète femelle contient le pronucléus mâle (d) et le pronucléus femelle (c) nettement séparés; la caryogamie n'a pas eu lieu et la fécondation n'est pas achevée.

2. Étapes de la fécondation

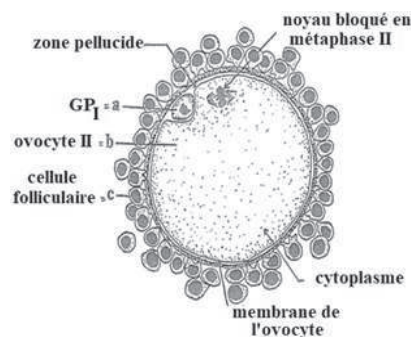
C'est l'ovocyte II du document 1 qui participe directement à la fécondation.

-De nombreux spermatozoïdes s'agglutinent autour de l'ovocyte II (phase d'agglutination).

-Un spermatozoïde perce la membrane de l'ovocyte. Ceci déclenche :

a- une réaction nucléaire : la reprise de la méiose et l'émission du deuxième globule polaire ;

b- une réaction cytoplasmique : ouverture des granules corticaux et formation de la membrane de fécondation qui fait obstacle aux autres spermatozoïdes.



-Le noyau spermatique et l'aster pénètrent dans le cytoplasme femelle : phase de pénétration.

-Le noyau spermatique gonfle et migre vers le centre de la cellule (document 2).

### 3. Garniture chromosomique des différents noyaux

- Noyau a : ils appartiennent aux cellules folliculaires, cellules somatiques diploïdes ( $2n = 44$ ).

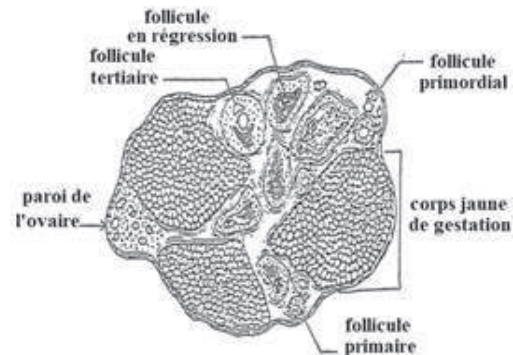
- Noyau b des globules polaires issus de la méiose : ils sont haploïdes ( $n = 22$ ).

- Noyau c : noyau haploïde du gamète mâle ( $n = 22$ ).

- Noyau d : noyau haploïde du gamète femelle ( $n = 22$ ).

II-A - Un accouplement avec un mâle non stérile permet une fécondation. La lapine est en gestation.

#### 1. Étude du document 3



#### 2. Évolution de l'ovaire depuis l'accouplement

-L'accouplement déclenche l'ovulation : des follicules mûrs s'ouvrent à la paroi de l'ovaire et expulsent un ovocyte II entouré de cellules folliculaires.

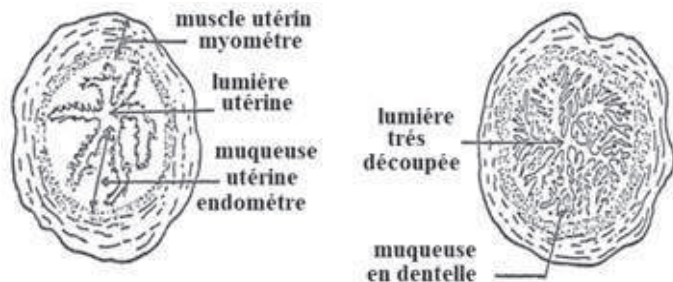
-Après l'ovulation, chaque follicule se referme : les cellules des thèques persistent, les cellules de la granulosa se multiplient, se transforment en cellules lutéales et forment le corps jaune.

#### B - 1. Étude des documents 4 et 5

Du document 4 au document 5 d'importantes modifications affectent l'endomètre :

-l'épaisseur augmente,

- les glandes à mucus se multiplient et découpent la muqueuse qui prend alors un aspect déchiqueté (dentelle utérine),



-les vaisseaux sanguins prolifèrent et se dilatent.

## 2. Rôle de l'évolution utérine

Chez tous les Mammifères, l'œuf fécondé se développe dans la muqueuse utérine. Cette transformation permet donc la nidation puis la gestation.

### C -1- Analyse des expériences d'injection

	Lot a	Lot b	Lot c
Hormones	Œstradiol	Œstradiol puis progestérone	Progestérone seule
Résultat	Croissance de la muqueuse	Croissance et différenciation	Pas de croissance, pas de différenciation

Conclusion : Les 2 hormones n'exercent pas des actions indépendantes. Elles agissent ensemble :

- l'œstradiol fait grossir la muqueuse ;
- la progestérone, conjointement à l'œstradiol est responsable de la différenciation.

## 2. Origine de l'œstradiol et de la progestérone

- Avant l'ovulation, la croissance utérine est assurée par l'œstradiol sécrété par les cellules de la thèque interne du follicule.
- Après l'ovulation, la différenciation est assurée par l'œstradiol et par la progestérone sécrétée par le corps jaune.

### III-A- Analyse de expériences

	Lot d	Lot e	
Hormones ovariennes	Œstradiol	Œstradiol +progestérone	
Substance S	Oui	1mg/kg	20mg/kg
Muqueuse utérine	Croissance	Croissance + début de différenciation	Croissance seule, pas de différenciation

-Par comparaison avec les expériences II c 1 (lot a et lot b), on peut penser que la substance S inhibe la différenciation de l'endomètre.

-Hypothèse : La substance S peut empêcher soit la sécrétion de progestérone par l'ovaire, soit l'action de la progestérone sur l'utérus.

### B - 1. L'endomètre utérin est l'organe cible de la progestérone.

-Dans le tube 1, des protéines se fixent sélectivement à la progestérone : ce sont les récepteurs hormonaux des cellules de l'endomètre.

2. Le pourcentage de radioactivité indique le pourcentage de protéines réceptrices fixées à l'hormone radioactive.

-Dans le second tube, 50 % des protéines réceptrices se fixent à la progestérone radioactive. Le reste se fixe à la progestérone froide.

Les protéines réceptrices se combinent indifféremment à l'hormone radioactive ou froide.

-Dans le troisième tube, 25 % des protéines réceptrices se fixent à la progestérone radioactive. Le reste (75 %) ne trouve pas de protéines réceptrices. Les protéines réceptrices se sont combinées en partie à la substance S.

Conclusion : La substance S, absorbée par voie digestive passe dans le sang et occupe les sites récepteurs de la progestérone. Elle empêche ainsi son action sur les cellules cibles.

## Exercice 48

La stérilité chez la femme est liée à plusieurs causes dont certaines peuvent être corrigées.

A- Mme A consulte son médecin pour un problème de stérilité. Il lui demande de prendre sa température corporelle quotidienne durant 30 jours. Les résultats obtenus sont représentés par la courbe du document 1.

1-Apartir de l'analyse de ce document déterminer l'évènement manquant chez Mme A.

Le gynécologue suppose que la stérilité de Madame A est liée soit à un manque de stimulation des ovaires par l'hypophyse (hypothèse 1), soit à une insensibilité des ovaires aux sécrétions hypophysaires (hypothèse 2).

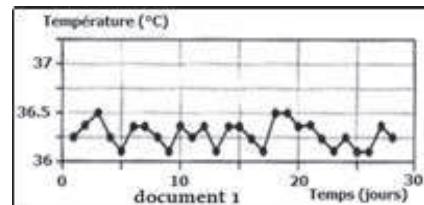
2-Justifier les deux hypothèses formulées par le médecin.

Le médecin demande à Mme A de réaliser une échographie avec biopsie de ses ovaires ainsi que des dosages hormonaux. L'échographie révèle deux ovaires de taille normale alors que la biopsie réalisée à diverses reprises ne présente que des follicules primaires.

Les résultats des dosages hormonaux chez Mme A concernant les hormones hypophysaires (LH et FSH) et les hormones ovariennes montrent des concentrations nettement plus faibles à celles d'une femme à cycle normal.

3-Ces résultats permettent-ils de valider l'hypothèse 2 ? Justifiez

Le médecin est conduit à pratiquer un traitement qui consiste à injecter de la FSH. Les dosages d'œstradiol sont réalisés durant la période 1 (sans traitement) et durant la période 2 (sous traitement). Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau :



Temps (jours)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Période 1 :(E en pg/ml)	200	200	200	200	200	200	220	240	240	240	240
Période 2 :(E en pg/ml)	200	200	200	200	200	200	220	400	600	700	950
Début du traitement											



4-Qu'apportent ces résultats à propos de la cause de stérilité chez Mme A.

5-Suite à ce traitement, le contrôle régulier de la croissance des follicules ovariens par échographie a donné le résultat présenté par le document 2.

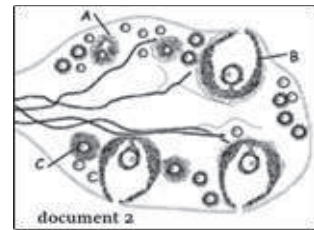
a- Identifiez les structures A, B et C.

b- Ce traitement a-t-il résolu la stérilité de Mme A ? Justifier

c- A partir de ces données, proposer une explication aux taux de FSH et LH constatés chez Madame A avant son traitement.

d- Comparez l'aspect de cet ovaire avec celui d'une femme à cycle normal.

e- Donnez une explication aux différences constatées.

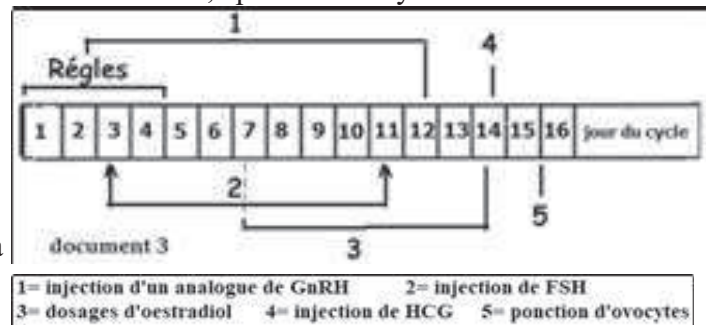


B- Madame B présente une autre forme de stérilité, après des analyses son médecin lui propose un remède basé sur un protocole simplifié par le schéma du document 3.

1- Nommez cette assistance médicale.

2-Quelle est la cause de stérilité la plus probable chez madame B ?

3-Dans quel but est réalisé chacune des opérations 1, 2, 3, 4 et 5 ?



## Corrigé 48

A- 1- Cette courbe de température montre une absence d'hyperthermie chez cette femme donc une absence d'ovulation.

2- Causes possibles :

-absence de FSH et de LH donc pas de folliculogénèse et d'ovulation.

-Ovaire insensible (manque de récepteurs) aux gonadostimulines, donc pas d'ovulation.

3- Ces résultats ne confirment aucune des hypothèses car le faible taux de FSH et LH peut être lié soit à :

- Une hypophyse non fonctionnelle.
- Un rétrocontrôle négatif exercé par le faible taux des œstrogènes

4- L'injection de FSH provoque une augmentation des œstrogènes caractéristique d'une croissance folliculaire : on peut déduire que les ovaires de cette femme sont normaux, donc l'hypothèse 2 est rejetée.

5- a- Légende :

A-follicule tertiaire. B-follicule mûr (F. rompu). C-follicule secondaire.

b- Ce traitement a corrigé la stérilité de Madame A car on constate des follicules rompus (ovulations).

c- Avant traitement le faible taux d'œstrogènes maintient un feed-back négatif à l'origine des taux faibles de FSH et LH constatés chez Madame A.

d- Comparaison :

L'ovaire de cette femme présente plusieurs follicules rompus alors que celui d'une femme normale montre généralement un seul follicule (f. dominant).

e- Explication :

Chez une femme normale il y'a un feed-back négatif qui contrôle la sécrétion de FSH alors que dans ce traitement (conditions expérimentales) l'ovaire n'exerce pas ce rétrocontrôle, ce qui provoque un développement de plusieurs follicules

B-1-Cette assistance est la FIVETTE.

2- La cause de stérilité la plus probable est l'obstruction des trompes.

3-

Opération	1	2	3	4	5
But	Créer un cycle artificiel par arrêt du cycle chez cette femme	Développement de plusieurs follicules	Avoir des informations sur l'état des follicules.	Provoquer plusieurs ovulations	Les placer en présence des spz pour faire la fécondation in vitro.

## Exercice 49

Le document 1 représente les variations des taux sanguins de deux hormones (A et B) pendant le mois de Janvier 2018, chez une femme de 25 ans, à cycle sexuel régulier.

La date du 1<sup>er</sup> janvier correspond au 1<sup>er</sup> jour de la menstruation.

1- Identifier les hormones A et B. Justifier

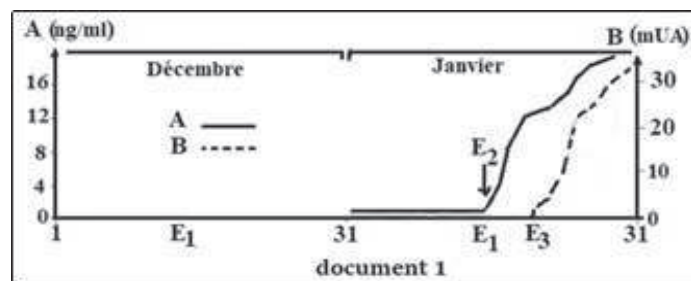
2- Que signifie la variation de ces hormones ?

3- Nommer les événements :  $E_1$ ,  $E_2$  et  $E_3$

4- Représenter l'évolution de ces hormones pendant le mois de Décembre 2017.

5- Comment varie le taux de ces hormones après janvier 2018 ?

6-L'événement  $E_3$  marque le début de la formation d'un organe X





a- De quel organe s'agit-il?

b- Citer l'effet de cet organe sur l'utérus et sur l'hypophyse.

7- Au terme de la grossesse, cette femme a mis au monde deux vrais jumeaux.

a-Préciser le nombre d'organe X chez cette femme.

b-Donner la formule chromosomique de chaque enfant en précisant leurs chromosomes sexuels.

## Corrigé 49

1 -Identification des hormones :

	Hormone A	Hormone B
Nom	Progestérone	HCG
Justification	Sécrétée pendant une phase.	Sécrétée vers la moitié de la phase lutéale

2- Signification de la variation :

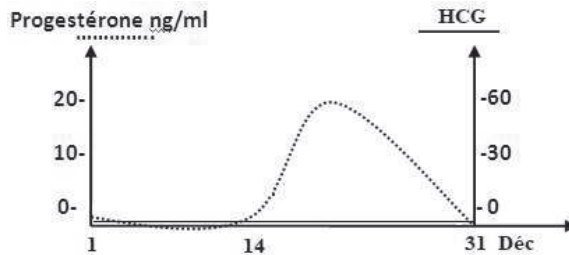
Taux élevés, caractéristiques d'un début de grossesse.

3- Evénements :

Evénements	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>
Nom	Ovulation	Fécondation	Nidation

4-Représentation

Au cours du mois de décembre on constate que seule la progestérone est présente pendant la phase lutéale.



5-Progestérone : taux élevé durant toute la grossesse et chute à la fin de la gestation.

HCG : reste élevé pendant trois mois, sa chute marque le début de la régression du corps jaune.

6-a- Nom de l'organe X : placenta

b- Effet de X :

Sur l'utérus	Sur l'hypophyse
-développement de l'endomètre.	RC <sup>-</sup> à l'origine d'un arrêt des cycles.
-silence utérin	

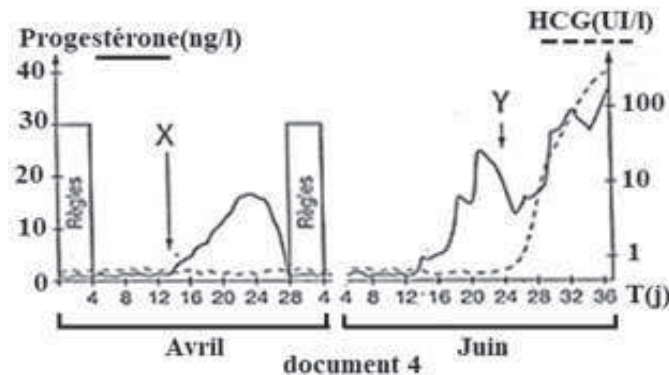
7-a- Nombre d'organe X chez les vrais jumeaux = un seul.

b- Formule chromosomique :

Deux vrais jumeaux ont la même formule soit  $2n = 44 + XX$  soit  $2n = 44 + XY$ .

## Exercice 50




Des dosages hormonaux chez une femme à cycle sexuel régulier au cours de deux mois différents (avril et juin) ont permis d'obtenir le graphe du document :



- Déterminez la durée d'un cycle sexuel chez cette femme.
- Nommez le phénomène X.
- Donnez son déterminisme hormonal.
- Que pouvez-vous déduire de l'analyse de la variation du taux hormonal en avril ?
- Identifiez le phénomène Y.
- Donnez une explication aux variations du taux de chaque hormone en Juin.
- Donnez graphiquement la variation du taux des hormones ovariennes au cours du mois de Mai pour cette femme.

L'administration d'une substance «S» à une femme en début de grossesse déclenche l'apparition des règles et l'expulsion de l'embryon dans les heures qui suivent.

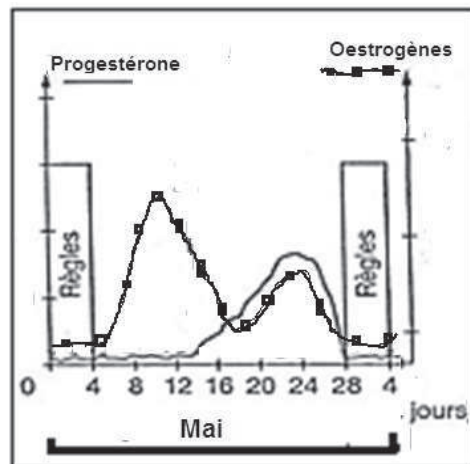
- Proposez deux hypothèses expliquant le mode d'action de la substance «S».
- Pour comprendre l'action de la substance «S» on réalise des séries d'expériences. Trois lots de lapines reçoivent des injections de différentes hormones. Quelques jours après, les utérus sont prélevés et des coupes transversales sont réalisées. L'observation de ces coupes transversales d'utérus au microscope a permis de réaliser les schémas du tableau ci-dessous.

	Lot 1	Lot 2	Lot 3
Expériences	Injection d'œstrogènes	Injection d'œstrogènes puis de progestérone	Absorption orale de substance «S» puis injection d'œstrogènes puis de progestérone
Résultats			

- a-Faites une analyse comparative des résultats du lot 1 et 2.  
 b-Expliquez le rôle de la substance «S» ainsi mis en évidence ?  
 c-Précisez dans quel(s) type(s) d'application(s) médicale(s) peut-on situer la substance «S». Justifiez.

### Corrigé 50

- 1-La durée du cycle sexuel de cette femme est de 30 jours (du 4 Avril au 4 Mai)
- 2- Phénomène X : Ovulation
- 3- Taux élevé d'œstradiol → RC<sup>+</sup> → pic de LH → Ovulation
- 4- En Avril, il y'a ovulation puis un pic de progestérone suivi de règles donc cycle sexuel normal.
- 5- Phénomène Y : Nidation
- 6- L'augmentation du taux de HCG s'explique par la nidation  
 - L'augmentation du taux de progestérone après le 24 Juin s'explique par la sécrétion de HCG qui maintien le corps jaune développé (corps jaune gestatif)
- 7-



8- Hypothèse 1 : Substance S occupe les récepteurs de progestérone.

Hypothèse 2 : Substance S bloque l'action de HCG (ou détruit le corps jaune)

9-a- Lot 1 : En présence d'œstrogènes la muqueuse utérine est peu développée et non dentelée.

Lot 2 : En présences d'œstrogènes et de progestérone, l'endomètre est développé et dentelé

b- Lot 3 en présence de substance S, d'œstrogènes et de progestérone, l'endomètre est identique au lot 1 donc la substance S empêche l'action de progestérone.

c- Puisque la substance S empêche l'action de progestérone, elle peut être utilisée comme un contraceptif.

## Exercice 51

Le document 1 représente une coupe d'ovaire montrant des structures observées à différents moments du cycle ovarien d'une femme ayant des cycles réguliers de 25 jours.

1- Donnez la légende correspondante à chaque lettre.

2- Placez ces structures dans l'ordre chronologique de leur évolution.

3- A quel moment de la vie peut-on trouver seulement les structures b

4- Nommez l'évènement M

5- Précisez, en justifiant la réponse, le déterminisme hormonal de cet évènement.

6- Faites un schéma d'interprétation soigné et annoté de l'élément N.

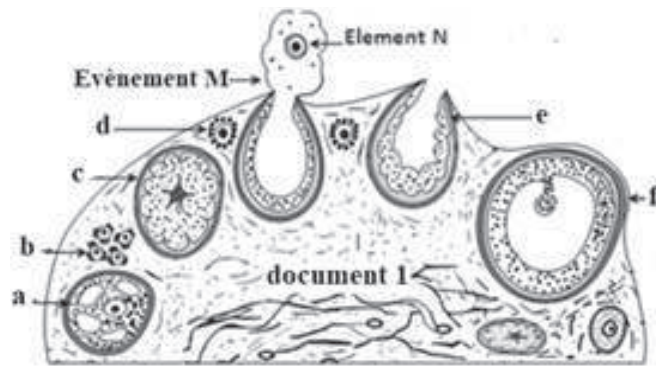
(en prenant  $2n = 4$ ).

7- Précisez, parmi les structures représentées dans le document 1, celles qui s'observent simultanément :

a- entre les jours  $J_1$  et  $J_5$ .

b- entre les jours  $J_{13}$  et  $J_{15}$ .

8- Donnez la courbe de variation du taux hormonal hypophysaire permettant d'expliquer ce schéma.



## Corrigé 51

1-

a	b	c	d	e	f
F. Tertiaire	F. primordial	C. jaune	F. Primaire	F. rompu	F. mûr

2- Ordre chronologique :

b – d – a - f – e - c

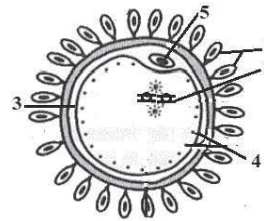
3- Les structures b s’observent à partir de la vie fœtale jusqu’à la naissance.

4-L’événement M correspond à l’ovulation.

5-Le déterminisme hormonal de l’ovulation est le pic de LH qui résulte du RC<sup>+</sup> provoqué par un taux élevé d’Œstrogènes.

6- Légende

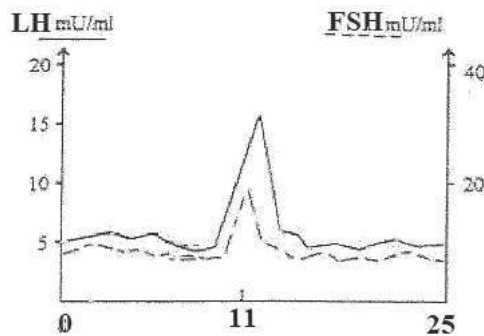
1	cellules folliculaires (corona radiata)
2	chromosomes en métaphase II
3	zone pellucide
4	granules corticaux
5	GPI



7-a- Entre les jours J<sub>1</sub> et J<sub>5</sub> = F. Primordial, Primaire et F. Tertiaire

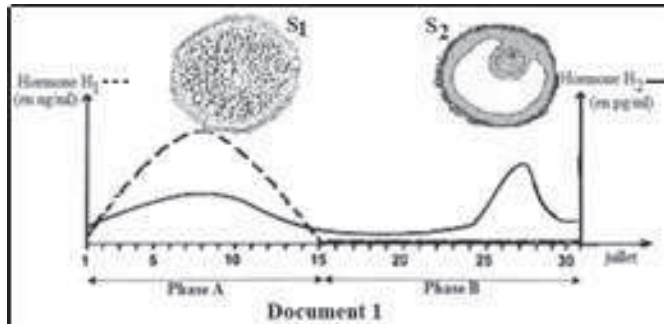
b-Entre les jours J<sub>13</sub> et J<sub>15</sub> = F. Primordial, Primaire et corps jaune

8- Courbe de variation du taux hormonal hypophysaire :



## Exercice 52

A-Afin de comprendre les interactions hormonales impliquées dans la fonction reproductrice féminine, on propose les données du document 1



1- Complétez le tableau suivant.

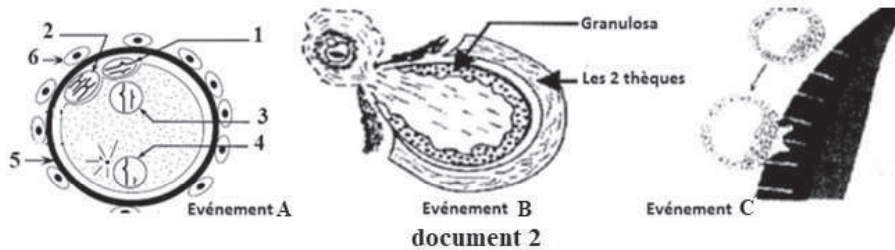
2- Précisez les interactions entre les structures S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> et les hormones H<sub>1</sub>, H<sub>2</sub>.

	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	Phase A	Phase B
Identification						
Justification						

B- Les événements A, B et C du document 2 représentent des étapes de la procréation chez l'espèce humaine.

1- Identifiez les événements A, B et C.

2- Précisez le déterminisme hormonal des événements B et C.



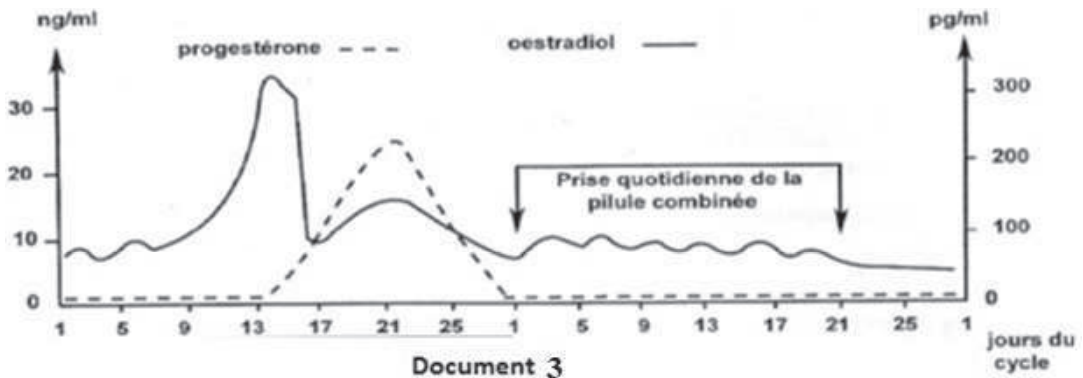
3- Citez, les conséquences de l'évènement A.

4- Précisez, les moments et les lieux d'apparition des éléments : 1 et 2.

5- Donnez le nom qui correspond à chacun des numéros : 3, 4, 5 et 6.

NB : On a réduit le nombre des chromosomes à  $2n = 4$

C- Le document 3 traduit les résultats des dosages des hormones ovariennes naturelles chez une femme :



-au cours d'un cycle normal.

-au cours d'un cycle où cette femme est sous pilules combinées.

A partir de l'analyse du document 3 :

1- Montrez que cette pilule est capable d'empêcher les événements A, B et C.

2- Précisez les dates approximatives de l'ovulation et de la menstruation chez cette femme.

### Exercice 53

A- Les dosages des quantités d'ADN contenues dans trois catégories de cellules germinales de testicules de deux sujets adultes A et B, ont donné les résultats suivants :

		Cellules X	Cellules Y	Cellules Z
Sujet A	Nbre de cellules en UA	8	4	2
	Quantité d'ADN	X	2X	4X
Sujet B	Nbre de cellules en UA	2	10	2
	Quantité d'ADN	X	2X	4X

1-Comparez le nombre de cellules puis la quantité d'ADN des cellules X,Y, Z du sujet A.

2-Expliquez les résultats constatés chez A.

3-Identifiez les cellules X, Y et Z.

4- Analysez les résultats obtenus chez le sujet B. Que peut-on déduire ?

5- Proposez une explication à l'anomalie constatée chez le sujet B.

6- Quel traitement hormonal pourrait corriger ce dysfonctionnement ?

B- Le document (1) représente l'évolution de la quantité d'ADN par noyau depuis la maturation de l'ovocyte jusqu'à l'obtention d'un embryon de deux cellules chez un mammifère.

1- Déterminez les phénomènes qui se sont déroulés :

a- Entre  $t_1$  et  $t_2$ .

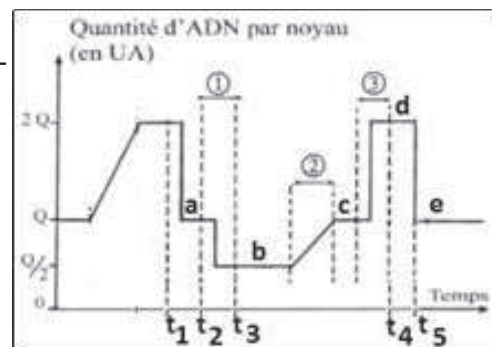
b- Entre  $t_2$  et  $t_3$ .

c- Entre  $t_4$  et  $t_5$ .

2-Nommez les phases de la fécondation qui correspondent aux segments : 1,2 et 3.

3-Précisez le nombre de chromosomes et le

nombre de chromatides par chromosome pour les noyaux : b, c, d et e.



### Corrigé 54

A- 1- Chez le sujet A, le nombre de cellules X est deux fois celui des cellules Y qui est



le double de celui des cellules Z.

La quantité d'ADN des cellules Z est deux fois celle des cellules Y qui est le double des cellules X

2- Ces résultats s'expliquent par la méiose

3- Cellule Z : SpI cellule Y : SpII cellule Z : Spermatozoïde

4- Chez le sujet B le nombre de cellules Y est 5 celui de Z et X et la quantité d'ADN demeure la même que chez A donc B est stérile.

5- Anomalie de méiose : la majorité des spermatocytes II n'a pas subi la DE

6- Injection de testostérone

B-1-a- Division réductionnelle b- DE

c - Mitose

2-1=Pénétration du Spz 2= Duplication de l'ADN du pronucléus femelle

3= caryogamie

3-

Cellules	Nbre de chromosomes	Nbre de chromatides
b	n	1
c	n	2
d	2n	2
e	2n	1

## Exercice 55

A- Le document 1 illustre d'une façon schématique une étape d'un phénomène biologique ( $P_1$ ).

1. De quel phénomène s'agit-il ? Identifier cette étape.

2- Donner la légende qui correspond aux lettres : A, B, C et D.

3. Préciser les particularités de la cellule C.

4. Les cellules A résultent d'un autre phénomène cellulaire  $P_2$  qui affecte les cellules germinales localisées dans les gonades mâles.

a. Nommer le phénomène  $P_2$ .

b. Quels sont les intérêts génétiques des deux phénomènes  $P_1$  et  $P_2$ ?

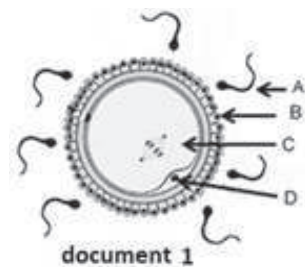
B. Chez la guenon (femelle de singe), l'activité ovarienne est cyclique. Le document 2 représente un phénomène important.

1. Titrer et légender ce document.

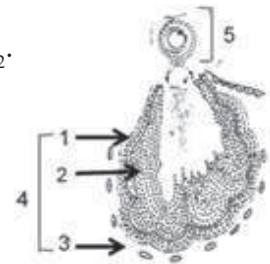
2. Préciser le devenir des éléments 4 et 5.

3- Nommer l'hormone sécrétée par l'élément 1.

4- Citer les organes cibles de cette hormone.



document 1



document 2



-On pratique chez une guenon l'ablation d'un organe. On constate, après analyse, une atrophie de l'utérus.

5. Quels sont les organes qui ont pu être enlevés au cours de l'opération ?

6. L'injection des hormones hypophysaires à la guenon précédemment opérée, corrige les troubles liés à cette opération.

a) Que pouvez-vous en déduire, quant à l'organe qui a été enlevé ?

b) Préciser quelle est son action dans le cycle sexuel.

C- L'injection de doses élevées d'œstrogènes et de progestérone pendant une semaine sur une femelle de Mammifère vierge provoque le développement de la glande mammaire. A l'arrêt du traitement, on constate un début de sécrétion lactée, moindre que dans des conditions normales de lactation.

1- Citer les hormones qui interviennent normalement dans la préparation d'un organisme femelle à la lactation ?

2- La prolactine est une hormone qui intervient au cours de la formation du lait :

a- Préciser son origine et son rôle.

b- Pourquoi cette hormone n'agit-elle qu'après la parturition dans les conditions normales ?

3- On constate que l'allaitement provoque souvent un arrêt des cycles sexuels.

a- Quels sont les effets hormonaux, directs ou indirects, de l'allaitement sur l'ovaire ?

b- Permettent-ils d'expliquer l'arrêt des cycles sexuels ?

## Corrigé 55

A-1-Phénomène : Fécondation

Etape : Attraction des Spermatozoïdes

2- A : Spermatozoïde B : Corona radiata (cellules folliculaires) C : Ovocyte II en Métaphase II

D : GP<sub>I</sub>

3- Grande taille, sphérique, riche en vitellus, immobile, en dormance physiologique et à n chromosomes fissurés

4-a- P<sub>2</sub> : Méiose

b- P<sub>1</sub> : Retour à la diploïdie et brassage chromosomique

P<sub>2</sub> : Haploïdie et la diversité des cellules sexuelles

B- 1- Titre : Ovulation

1=Thèque interne

2= Granulosa

3=Thèque externe

4=Follicule rompu

5=Ovocyte II en M<sub>II</sub>

2- 4=Deviendra corps jaune cyclique ou gestatif 5= Zygote ou la mort (dégénérescence)

3-Œstrogènes

4-Utérus, mamelles et le CHH

5-Les ovaires, l'hypophyse ou l'hypothalamus

6- a - Il s'agit de l'hypophyse.

b-Sécrète les gonadostimulines (FSH/LH)

C- 1- HPL et Prolactine

2-a-Origine : Antéhypophyse Rôle : stimule la sécrétion lactée

b- Parce que, la progestérone exerce sur elle un RC

3-a- L'allaitement précoce et répété induit un réflexe dont la fréquence stimule la sécrétion de la prolactine, et par la suite inhibe la sécrétion de FSH et LH ce qui bloque l'activité ovarienne.

b-Oui parce que l'arrêt des ovaires bloque les cycles sexuels

## Exercice 56

Une jeune femme de 20ans (Aicha), inquiétée par l'absence de la menstruation, consulte un médecin.

Pour savoir l'origine de ce symptôme, le médecin demande des dosages d'une hormone ovarienne (h)

1-Le résultat de dosages, effectués durant 28 jours, figure dans le tableau 1.

	Aicha	Femme normale de 20 ans
Concentration pg/ml	15	Phase folliculaire : 30 à 90 Pic ovulatoire : 90 à 400 Phase lutéale : 50 à 20

a-Analysez les résultats du tableau 1, identifiez l'hormone (h).

b-Proposez une explication quant à l'absence de menstruation chez Aicha.

c-Formulez trois hypothèses pouvant expliquer l'origine des symptômes constatés chez Aicha.

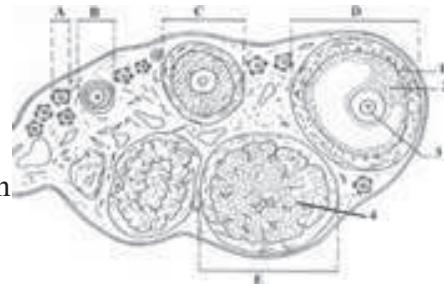
2-L'hormone dosée est produite par des structures représentées sur le document ci-contre.

a- Donnez la légende correspondant aux chiffres.

b-Identifiez les structures A ,B, C, D et E.

c-Citez les structures sécrétrices de cette hormone.

d-Expliquez les conditions et les résultats de l'action d'une hormone sur une cellule cible.



3-Afin d'étudier les effets des hormones ovariennes sur l'hypophyse antérieure, on réalise plusieurs expériences chez la femme normale. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau 2.

	FSH (ng.ml <sup>-1</sup> )	LH (ng.ml <sup>-1</sup> )	Périodes du cycle
Œstrogènes : 25 µg /jour	3	2	1
Progestérone : 4 mg /jour			
Œstrogènes : 40 µg /jour	25	64	2
Progestérone : 0 mg /jour			
Œstrogènes : 15 µg /jour	3	2.5	3
Progestérone : 0 mg /jour			

a- Analysez les résultats obtenus dans chaque période en vue de préciser les effets des hormones ovariennes sur l'hypophyse antérieure.

b- En tenant compte des résultats obtenus et d'après vos connaissances, répartissez ces trois périodes sur un cycle de 28 jours, chez cette femme. Justifiez la réponse.

c-Exploitez ces informations afin de dégager la cause la plus probable de la stérilité de Aicha.

4-Pour s'assurer, le médecin procède à :

-la biopsie des ovaires de Aicha à diverses reprises qui a montré seulement la présence des structures A,

-un traitement par injection de FSH et LH à doses normales chez Aicha qui a abouti à terme à l'apparition des structures E.

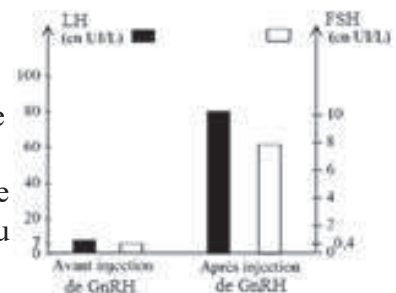
-la mesure des taux de LH et de FSH chez Aicha avant et après 30 minutes de l'injection de GnRH qui a donné les résultats figurant dans le document ci-contre.

a-Analysez ces résultats.

b-Que peut-on conclure ?

5-Le médecin prescrit à Aicha un traitement au clomifène qui est un analogue structural des œstrogènes dont il inhibe l'action en se fixant sur les récepteurs du complexe hypothalamo-hypophysaire. Mais ce traitement n'a pas eu d'effet chez Aicha. Déduisez la cause certaine de la stérilité de Aicha.

6-Etablissez un schéma fonctionnel montrant les relations entre les différents organes mis en jeu dans la régulation des cycles sexuels.



## Corrigé 56

1-a-On constate chez la femme normale la présence de cette hormone durant tout le cycle.

-Chez Aicha, la sécrétion de l'hormone est constante et très faible.

-L'hormone est l'œstradiol car sécrétée pendant tout le cycle chez la femme normale.

b- L'absence de menstruation chez Aicha s'explique par une absence de développement de l'endomètre due au manque des hormones ovariennes (l'œstradiol...)

c- Hypothèses à l'origine des symptômes chez Aicha.

- dysfonctionnement (insuffisance) hypothalamique.

- dysfonctionnement hypophysaire

- dysfonctionnement ovarien.

2-a- Légende :

Numéro	1	2	3	4
Nom	Thèque interne	granulosa	Ovocyte I	Cellules lutéales

b- Identification des structures :

structure	A	B	C	D	E
Nom	F .Primordial	F.Primaire	F.Secondaire	F.mûr	C.jaune

c- structures sécrétrices de L'œstradiol : follicule et corps jaune.

d -action de l'hormone :

Une hormone est déversée dans le sang, agit sur des cellules cibles en se fixant sur des récepteurs externes ou internes et forme un complexe : hormone-récepteur (H-R) afin de stimuler ou inhiber l'activité de la cellule cible.

3-a- Analyse des résultats :

Période	Taux H. Ovariennes	Taux de la FSH et la LH	Effet sur l'hypophyse
1	Production des deux hormones	faible	RC négatif
2	Absence de progestérone et pic d'œstradiol.	élevé	RC positif
3	Absence de progestérone et faible taux d'œstradiol.	faible	RC négatif

## b- Répartition des périodes :

Période	Phase du cycle	Justification
3	Début de la Phase folliculaire	Présence d'un follicule en croissance libérant de faible quantité d'œstradiol exerçant un RC- sur la FSH et LH
2	Fin de la Phase folliculaire (à la veille de l'ovulation)	Présence d'un follicule mûr qui libère un pic d'œstradiol exerçant un RC+ sur la FSH et LH
1	Phase lutéale	Présence d'un corps jaune produisant les deux hormones (O+P); exerçant un RC- sur la FSH et LH

c- Le taux d'œstradiol sécrété par les ovaires de Aicha est très faible (15pg/ml), égal à celui de la période 3 chez la femme normale (début de la Phase folliculaire).

-La cause la plus probable de la stérilité de Aicha serait un RC- permanent exercé par ce faible taux d'œstradiol sur le CHH.

## 4- a- Analyse des résultats :

- la biopsie a montré la présence de follicules primordiaux soit une absence de Folliculogénèse.

- le traitement de Aicha par injections normales de FSH et de LH déclenche le cycle ovarien et aboutit à l'ovulation (apparition de corps jaune).

- la mesure des taux de FSH et de LH chez Aicha 30 minutes après l'injection de GnRH (document) montre une forte sécrétion de ces hormones alors qu'avant l'injection de GnRH leurs taux étaient très faibles.

## b- Conclusions respectives :

- Cycle ovarien bloqué chez Aicha.

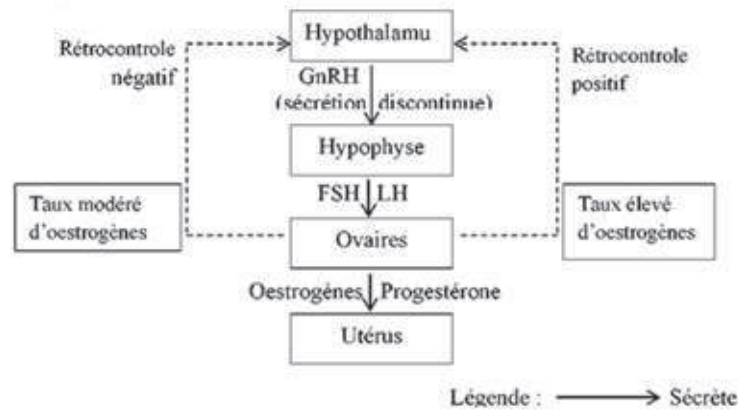
- La stérilité de Aicha n'est pas due à des difficultés des ovaires (ovaires normaux).

- Pas d'insuffisances hypophysaires chez Aicha : hypophyse normale.

- La stérilité de Aicha est liée à un manque de GnRH qui peut être lié à un dysfonctionnement hypothalamique ou un RC négatif.

5-Si la stérilité de Aicha n'est pas corrigée par l'injection du clomifène c'est qu'elle est liée à un dysfonctionnement de l'hypothalamus (cause certaine).

## 6- Schéma fonctionnel



## Exercice 57

Les expériences suivantes ont été faites dans le but d'analyser certains aspects du fonctionnement de la glande mammaire : production du lait qui s'accumule dans les unités sécrétrices, puis éjection de ce lait au moment de la tétée.

1. La courbe ci-contre résume les effets sur la sécrétion lactée d'une hypophysectomie suivie d'une injection d'extraits hypophysaires. Concluez.

2. Chez un animal ayant deux glandes mammaires, une glande transplantée dans une région bien vascularisée du corps, sécrète autant de lait que celle restée en place. Elle se tarit si la glande restée en place n'est pas tétée.

En revanche, la succion de la glande transplantée ne peut entretenir la sécrétion lactée d'aucune des deux glandes. Expliquez.

3. L'injection d'extraits hypothalamiques réduit la sécrétion de prolactine déclenchée par la tétée. Que pouvez-vous en déduire ?

4. Chez la chatte, la succion du mamelon accélère l'éjection du lait, ce qui se traduit par une augmentation de la pression de ce liquide dans les canaux excréteurs. On note en même temps une augmentation de la fréquence des potentiels d'action dans certains neurones hypothalamiques. Expliquez.

5- Chez la Femme, l'éjection du lait est souvent déclenchée par la seule vue de l'enfant et par le plaisir que la mère éprouve en lui donnant le sein. En revanche, un souci momentané ou une simple distraction peut y faire obstacle.

Comment peut-on expliquer ces phénomènes ?

6-A partir des résultats des différentes expériences, et de vos connaissances, établissez un schéma fonctionnel montrant les relations entre les organes intervenant dans la sécrétion lactée.



**Corrigé 57**

1 –courbe :

Avant l'hypophysectomie, la sécrétion lactée est de 2300ml /Jour. L'hypophysectomie provoque une chute brutale de la sécrétion du lait, qui est corrigée après trois mois par injection d'extraits hypophysaires.

L'hypophyse stimule la sécrétion lactée par l'intermédiaire d'une hormone.

2-la succion du mamelon de la glande en place maintient la sécrétion du lait quelque soit la position d'une autre glande greffée, par contre la succion du mamelon de la glande greffée ne peut entretenir en aucun cas la sécrétion lactée.

La succion de la glande en place provoque la naissance d'un influx nerveux sensitif qui informe l'hypothalamus et provoque la sécrétion des hormones : Prolactine et Ocytocine ces dernières véhiculées par le sang stimulent les glandes mammaires quelque soit leur position (en place ou greffées).

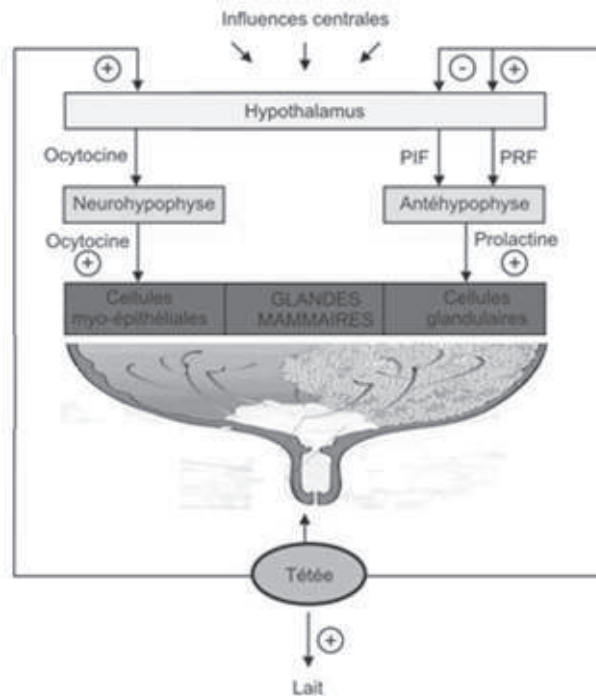
Chez la glande greffée la voie nerveuse est absente c'est-à-dire que les hormones ne seront pas sécrétées et par conséquent la glande se tarit.

3- Si l'injection des extraits hypothalamiques inhibent la sécrétion de prolactine c'est que l'hypothalamus freine la sécrétion de prolactine par le biais d'une hormone :PIF.

4 - la succion du mamelon est à l'origine d'un influx nerveux qui provoque d'une part l'inhibition de la sécrétion du PIF et d'autre part stimule la sécrétion du PRF et active des neurones hypothalamiques à l'origine de la sécrétion de l'ocytocine ce qui provoque l'éjection du lait car il y a stimulation des cellules sécrétrices et myoépithéliales.

5- l'éjection du lait déclenchée par la seule vue de l'enfant est un phénomène qui témoigne de l'intervention d'un facteur externe, alors que le souci peut faire obstacle à la sécrétion lactée : l'hypothalamus reçoit donc des informations du milieu extérieur qui peuvent stimuler ou entraver la sécrétion du lait (rôle cortex cérébral).

6- schéma de synthèse



## Exercice 58

A- Deux rats A et B, ayant atteint l'âge de puberté, et n'ayant aucun problème anatomique au niveau de leur tractus génital, souffrent chacun d'une seule anomalie de reproduction.

Pour comprendre les causes de leur anomalie, on réalise les expériences suivantes :

Expérience 1 :

L'analyse du liquide extrait de l'épididyme montre l'absence totale des spermatozoïdes chez A et leur présence en très faible nombre chez le rat B.

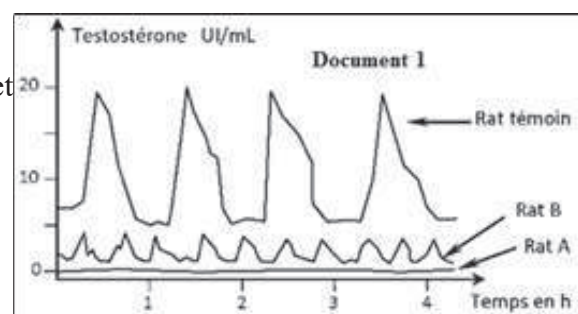
1-Quelle conséquence découle de ce résultat sur la fonction de reproduction chez les deux rats ?

Expérience 2 :

Le document 1 montre le résultat de dosage de la testostérone chez les deux rats et celui d'un rat témoin.

2- Comparez les résultats de dosages par rapport au rat témoin.

3- Montrez que ces résultats sont en accord avec les anomalies des rats A et B.





4- Émettez 3 hypothèses communes sur les origines probables des anomalies de sécrétion de testostérone. Expérience 3 :

Pour tester la validité de ces hypothèses, on pratique chez ces deux rats des injections d'une hormone X extraite à partir de l'hypophyse d'un rat normal. Ces injections permettent de corriger la sécrétion de testostérone chez le rat A seulement.

5- Précisez, en justifiant la réponse :

a- le nom de l'hormone X.

b- la ou les hypothèses à exclure pour chacun de ces rats.

6- Représentez dans le même système d'axes, le profil de sécrétion de la testostérone et de l'hormone X chez le rat témoin.

7- Déduisez le lien entre la sécrétion de ces deux hormones.

B- Le document 2 montre l'évolution de la sécrétion des hormones hypophysaires, et ovariennes, au cours d'une période donnée chez une femme.

1- Nommez les hormones  $H_1$ ,  $H_2$ ,  $H_3$  et  $H_4$ .

2- Quelles sont les caractéristiques de la phase lutéale concernant les sécrétions hormonales ?

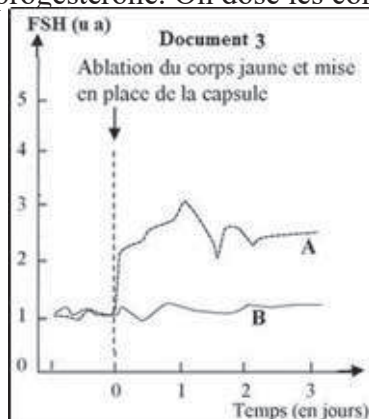
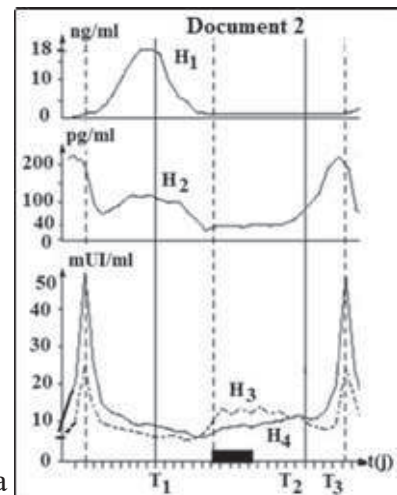
3- Dégagez le type de rétrocontrôle exercé aux temps  $T_1$ ,  $T_2$  et  $T_3$ .

4- Afin de montrer l'un des effets de la progestérone, on réalise l'expérience ci-dessous :

Quelques jours avant la fin du cycle, des brebis de deux lots A et B subissent l'ablation du corps jaune suivie par l'implantation de capsules sous la peau de chaque animal selon les conditions suivantes :

- Pour chaque brebis du lot A, une capsule vide.

- Pour chaque brebis du lot B, une capsule contenant de la progestérone. On dose les concentrations plasmatiques de



la FSH dans les jours qui suivent (document 3).

4-1- Que peut-on déduire des résultats obtenus ?

4-2- Expliquez, en s'appuyant sur les connaissances acquises, les mécanismes qui permettent la reprise du cycle ovarien.

4-3- L'implantation de capsules de progestérone peut être utilisée comme méthode contraceptive, Expliquez.

## Corrigé 58

A-1-La conséquence est la stérilité

2- le rat A présente un taux nul de testostérone

le rat B présente une sécrétion pulsatile et très faible

3-L'absence de testostérone chez le rat A, empêche la formation des SPZ ce qui explique l'azoospermie

La présence de taux faible de testostérone chez le rat B explique aussi la présence d'un petit nombre de SPZ car la testostérone assure l'achèvement (la continuité) de la spermatogenèse.

4-Hypothèse 1 : Anomalie au niveau de l'hypothalamus

Hypothèse 2 : Anomalie au niveau de l'hypophyse

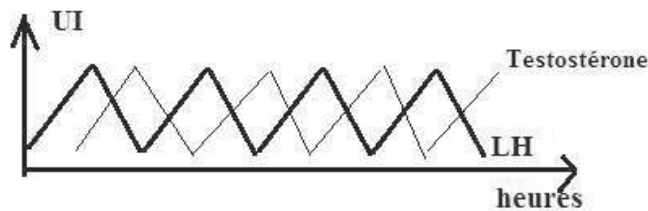
Hypothèse 3 : Anomalie au niveau des testicules

5-a-L'hormone X est la LH

b- Pour le rat A : l'absence d'anomalie au niveau du testicule

Pour le rat B : Absence d'anomalie au niveau de l'hypophyse

6-



7- La LH stimule l'augmentation du taux de testostérone

Le taux élevé de testostérone exerce un RC<sup>-</sup> sur LH

B-1- H<sub>1</sub> : progesterone    H<sub>2</sub> : œstrogènes    H<sub>3</sub> : FSH    H<sub>4</sub> : LH

2- Phase lutéale se caractérise par la présence d'œstrogènes et de progesterone et le taux faible de FSH et LH

3- T<sub>1</sub> : RC<sup>-</sup>    T<sub>2</sub> : RC<sup>-</sup>    T<sub>3</sub> : RC<sup>+</sup>

4-1- On déduit que la progesterone exerce un RC<sup>-</sup> sur la FSH

4-2- La chute de progesterone en fin de cycle provoque une levée du RC<sup>-</sup> ce qui augmente la sécrétion de FSH permettant le recrutement de nouveau follicule cavitaire et la reprise du cycle ovarien

4-3- La prise de progesterone comme contraceptif exerce un RC<sup>-</sup> sur le CHH ce qui empêche l'ovulation



# Physiologie nerveuse

## Exercice 1

A- On porte des stimulations sur deux structures nerveuses A et B.

Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

Intensité (mA)	0	1	2	3	4	5	6	7
Réponses de A (mV)	0	0	50	50	50	50	50	50
Réponses de B (mV)	0	0	50	80	100	110	120	120

1 -Représentez dans un même repère les courbes de réponses des deux structures nerveuses A et B.

2 -Identifiez ces deux structures.

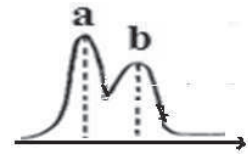
3- Déduisez la propriété de la structure A.

4-Donnez une conclusion concernant la structure B.

5-On porte une stimulation lumineuse à une autre structure C et on obtient la courbe ci-contre.

5-1- Identifiez la structure C ?

5-2- Expliquez cette courbe ?



B- On stimule 2 fois de suite la structure A. L'intensité de la stimulation est juste suffisante pour provoquer une réponse.

La 2<sup>e</sup> stimulation est appliquée après un délai plus ou moins long.

Lorsque le délai est suffisamment long entre les 2 stimulations on constate qu'il faut donner à la 2<sup>e</sup> stimulation les mêmes caractéristiques que la 1<sup>ère</sup> afin d'obtenir une 2<sup>e</sup> réponse identique à la 1<sup>ère</sup>.

On diminue alors le délai entre les 2 stimulations et on cherche pour chaque valeur du délai, l'intensité minimale de la 2<sup>e</sup> stimulation capable de donner une réponse. Les résultats figurent dans le tableau suivant.

Délai entre les 2 stimulations (ms)	0,7	0,9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Intensité de la 2 <sup>e</sup> stimulation (mA)	$\infty$	$\infty$	150	80	55	45	40	35	32	30	30	30	30	30	30

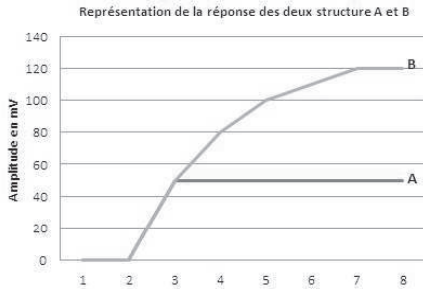
1-Tracez la courbe de la variation de l'intensité de la 2<sup>e</sup> stimulation en fonction du délai.

2-Déterminez la valeur de la rhéobase de cette structure.

3-Que pouvez-vous dire de l'évolution de l'excitabilité de cette structure ? Que concluez-vous ?

## Corrigé 1

### A-1- Graphe



2- Structure A : Fibre nerveuse                      structure B : Nerf

3- Loi du tout ou rien

4- Nerf composé de plusieurs fibres à rhéobases différentes (recrutement)

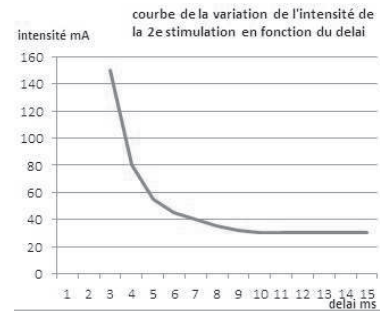
5-1- Structure C : Nerf

2- Potentiel d'action complexe, le nerf est formé d'au moins deux types de fibres à vitesses différentes.

### B-1-Graphe

2-  $R_h = 30 \text{ mA}$ .

3- L'excitabilité diminue proportionnellement au délai entre les deux stimulations donc la fibre a une période réfractaire relative et une autre absolue.

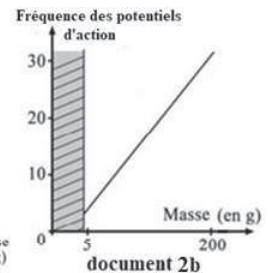
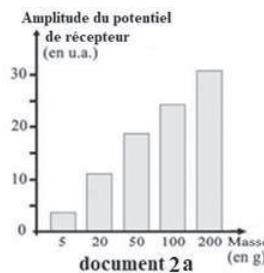
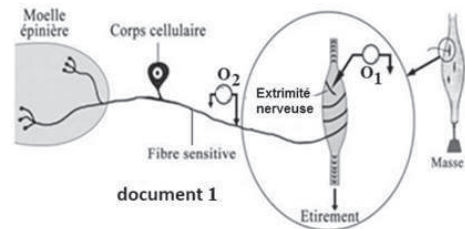


## Exercice 2

Lorsqu'on tient un chien en laisse, les muscles du bras réagissent immédiatement à toutes les variations de traction qu'ils subissent. Il s'agit d'un réflexe.

Dans le but d'étudier le codage du message impliqué dans ce réflexe, on réalise sur le montage du document 1, les expériences ci-après.

Expérience 1 : On effectue 5 étirements du muscle avec des masses croissantes. Le document 2 montre les réponses obtenues en  $O_1$  (2a) et en  $O_2$  (2b). On constate en même temps que les contractions sont de plus en plus importantes au niveau du muscle étiré.



- 1-Nommez ce type de reflexe. Justifiez.
- 2-Citez 4 caractéristiques de ce réflexe.
- 3-Analysez les résultats du document 2a. En conclure le type de codage du message nerveux au niveau de  $O_1$ .
- 4-Analysez les résultats du document 2b. Déduire le type de codage du message nerveux au niveau de  $O_2$ .
- 5-Comparez les caractéristiques d'une réponse obtenue en  $O_1$  avec celles d'une réponse obtenue en  $O_2$ .

Expérience 2 : On effectue, comme dans l'expérience 1, cinq étirements du muscle avec des masses croissantes. On mesure le taux du neurotransmetteur (acétylcholine) libéré au niveau de l'une des synapses impliquées dans le circuit neuronique de ce réflexe. Les résultats obtenus figurent dans le tableau.

Intensité de l'étirement (en u.a.)	5	10	15	20	25
Quantité d'acétylcholine libérée (en u.a.)	20	30	40	50	60

- 6-Que déduisez-vous de la variation de la quantité d'acétylcholine libérée.
- 7-Schématisez le circuit neuronique ainsi que les structures impliquées dans ce réflexe en considérant les deux muscles qui interviennent dans ce réflexe.

## Corrigé 2

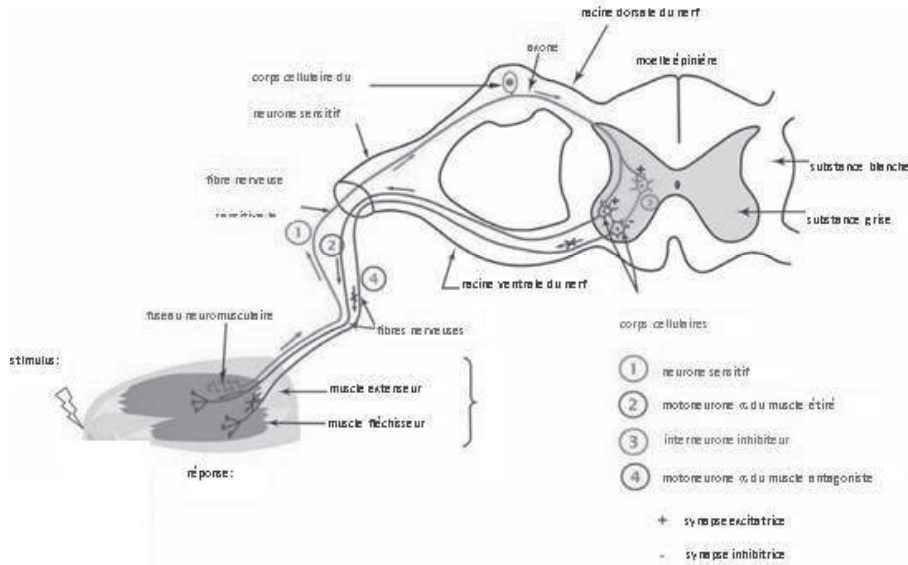
- 1- Reflexe myotatique : muscle qui se contracte suite à son étirement.
- 2- Involontaire, automatique, inéluctable, protecteur, stéréotypé, inné .....
- 3- L'amplitude du potentiel récepteur augmente en fonction de la masse (étirement), donc le potentiel récepteur est codé en modulation d'amplitude (graduable).
- 4- La fréquence des PA augmente proportionnellement à la masse, donc le message nerveux en  $O_2$  est codé en modulation de fréquence.
- 5- Voir tableau suivant:

	Codage	propagation	seuil
Potentiel récepteur $O_1$	Graduable	Non propageable	Pas de seuil
Potentiel d'action $O_2$	Non graduable (Tout ou rien)	Propageable	Exige un seuil

6- Le tableau montre que la quantité libérée d'Ach est proportionnelle à l'intensité de l'étirement, donc l'acétylcholine est à l'origine du message post-synaptique qui est codé selon sa quantité.



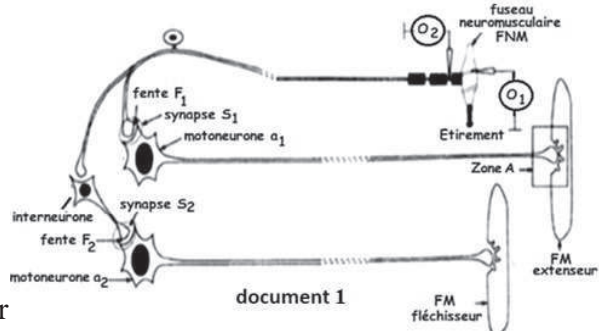
7- Schéma:



**Exercice 3**

Pour comprendre le fonctionnement du circuit neuronique impliqué dans le reflexe myotatique on réalise les expériences suivantes ;

Expérience 1: on exerce sur le fuseau neuromusculaire (document 1) des étirements d'intensités croissantes  $E_1, E_2, E_3$  et  $E_4$  puis on détermine l'amplitude des potentiels de récepteur au niveau de  $O_1$ , l'amplitude des potentiels d'action au niveau de  $O_2$  et la fréquence des potentiels d'action au niveau de  $O_2$



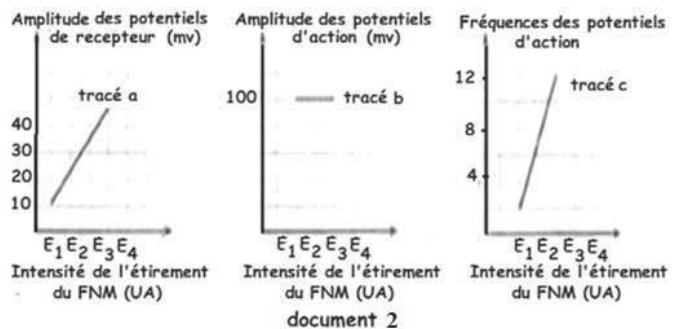
Les résultats obtenus sont représentés par

les tracés a, b et c du document 2

1-Analysez les tracés a, b et c du

document 2 en vue de dégager :

- a- une propriété du potentiel de récepteur ;
- b- une propriété du potentiel d'action ;
- c- une propriété du message nerveux ;
- d- le rôle du fuseau neuromusculaire.



## Expérience 2

On mesure la concentration en ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$  dans les corps cellulaires des motoneurons  $\alpha_1$  et  $\alpha_2$  avant et après injection de 2 neurotransmetteurs X et Y dans chacune des fentes synaptiques  $F_1$  et  $F_2$ . Le tableau résume les résultats obtenus :

	Dans les corps cellulaires de $\alpha_1$ et $\alpha_2$ avant l'injection de X ou de Y	Dans le corps cellulaire de $\alpha_1$ après injection dans $F_1$ de:		Dans le corps cellulaire de $\alpha_2$ après injection dans $F_2$ de:	
		X	Y	X	Y
Concentration en $\text{Na}^+$ en UI	15	30	15	15	15
Concentration en $\text{K}^+$ en UI	150	150	150	150	110

2-A partir de l'analyse des résultats de l'expérience 2 et en faisant appel à vos connaissances :

a- expliquez le mécanisme à l'origine de la modification de la concentration en ions  $\text{Na}^+$  ou  $\text{K}^+$  dans les corps cellulaires de  $\alpha_1$  et  $\alpha_2$  après injection du neurotransmetteur X ou du neurotransmetteur Y.

b-dégagez la conséquence de cette modification sur le potentiel de la membrane postsynaptique du corps cellulaire de  $\alpha_1$  et  $\alpha_2$ .

c- Précisez la nature de chacune des synapses  $S_1$  et  $S_2$ .

3-Intégrez les informations tirées précédemment et vos connaissances en vue d'expliquer la coordination de l'activité des muscles extenseur et fléchisseur suite à l'étirement du fuseau neuromusculaire du muscle extenseur d'intensité  $E_3$ .

### Corrigé 3

1- a- Le tracé a du document 2 montre que l'amplitude du potentiel de récepteur est proportionnelle à l'intensité de l'étirement ; il est codé en modulation d'amplitude (graduable).

b- Le tracé b montre que l'amplitude du PA est constante et maximale pour  $E_2$ ,  $E_3$  et  $E_4$ , nulle pour  $E_1$  : c'est la loi du tout ou rien.

c- Le tracé c montre qu'à chaque intensité efficace correspond une fréquence de PA donc le message nerveux est codé en modulation de fréquence.

d- Rôle du fuseau neuromusculaire (FNM): convertit l'énergie du stimulus mécanique (l'étirement) en énergie électrique (message nerveux) : (ou il réalise la transduction sensorielle).

2-a-Après injection de X dans  $F_1$  la concentration intra cellulaire en  $\text{Na}^+$  a augmenté (ouverture des CCD à  $\text{Na}^+$ ) celle de  $\text{K}^+$  n'a pas changé ; l'injection de X dans  $F_2$  ne mo-

difie pas la concentration des ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$ .

Après injection de Y dans  $F_2$  la concentration intra cellulaire en  $\text{K}^+$  a diminué (ouverture des CCD à  $\text{K}^+$ ) celle de  $\text{Na}^+$  n'a pas changé ; l'injection de Y dans  $F_1$  ne modifie pas la concentration des ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$ .

b- L'ouverture des CCD à  $\text{Na}^+$  après injection de X dans  $F_1$  entraîne une dépolarisation appelée PPSE.

L'ouverture des CCD à  $\text{K}^+$  après injection de Y dans  $F_2$  entraîne une hyperpolarisation appelée PPSI.

c-  $S_1$  : synapse excitatrice;

$S_2$  : synapse inhibitrice.

3-Grace aux interneurones, le message nerveux provenant du FNM est traduit de façons différentes, la synapse excitatrice transmet le potentiel d'action au motoneurone innervant le muscle extenseur qui se contracte et la synapse inhibitrice empêche l'arrivée du PA au motoneurone innervant le muscle fléchisseur qui, par conséquent reste relâché.

### Exercice 4

Afin d'étudier quelques propriétés du message nerveux, on propose les expériences et données suivantes.

A- On utilise un axone géant (document 1) dans des conditions expérimentales différentes.

Expérience 1 :

En absence de toute stimulation, on obtient le tracé horizontal enregistré sur l'écran (document 1).

1- Expliquer ce tracé.

2- Modifier le montage pour mettre en évidence le potentiel de repos ?

Expérience 2 :

Avec le montage initial, on porte une stimulation efficace sur l'axone par les électrodes  $E_1E_2$ . On obtient la courbe du document 2.

3- Quel phénomène est ainsi enregistré ?

4- Quel nom donne-t-on à cette courbe ?

5- Déduire les propriétés du tissu nerveux.

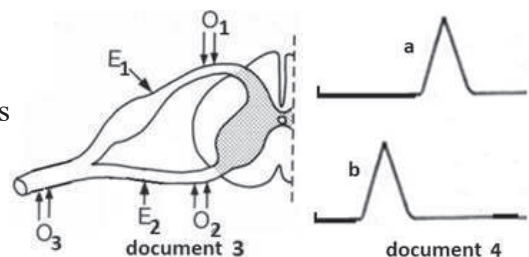
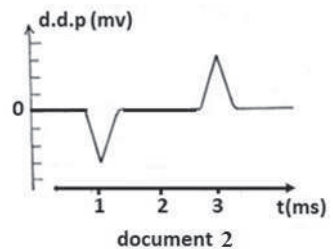
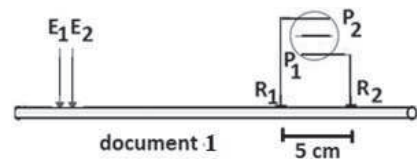
6- Calculer la vitesse de l'influx nerveux.

7- Représenter l'enregistrement attendu dans les mêmes conditions :

a- lorsque  $R_1$  est liée à  $P_1$  et  $R_2$  à  $P_2$ .

b- Lorsque  $R_2$  est de référence.

8- Dans ces conditions peut-on enregistrer un potentiel complexe ? Justifier votre réponse.



B- Les enregistrements (a et b) du document 4 représentent les réponses obtenues en  $O_1$  et  $O_2$  suite à une stimulation  $E_1$  (voir document 3).

1- Analyser l'enregistrement a.

2- Expliquer les différences constatées entre les réponses a et b.

3- Représenter la réponse qui sera obtenue en  $O_3$ . Justifier.

4- Quelles sont les réponses attendues en  $O_1$ ,  $O_2$  et  $O_3$  suite à une excitation efficace  $E_2$ . Justifier.

## Corrigé 4

A-1- Le tracé s'explique par l'absence d'une ddp entre  $R_1$  et  $R_2$  qui sont à la surface de l'axone (ddp nulle).

2- L'une des électrodes réceptrices sera introduite dans l'axone ce qui donnera un PR.

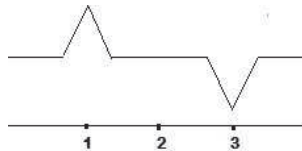
3- Influx nerveux (onde de dépolarisation).

4- Potentiel d'action diphasique à électrodes réceptrices éloignées.

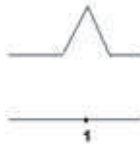
5- Excitable et conductible.

6-  $V = d/t$        $d = 5m$        $t = 2s$       donc       $V = 25m/s$

7- a



b-



8- Non parce que le potentiel complexe est caractéristique d'un nerf formé de fibres à vitesses différentes.

B-1- Potentiel d'action monophasique simple qui présente : temps de latence, dépolarisation et repolarisation.

2- La différence s'explique par la distance et la présence de synapses.

3- Le PA se propage par conservation d'amplitude.



4- En  $O_1$  : tracé horizontal à cause de la synapse (pré vers post).

En  $O_2$  et  $O_3$  : un PA de même amplitude et de temps de latence plus petit en  $O_2$ .

## Exercice 5

On a excité deux fibres nerveuses de chats F et F' avec un courant d'intensité variable et on détermine pour chaque intensité utilisée le temps nécessaire. Les résultats sont consignés dans les tableaux suivants :

Fibre F :

Temps (ms)	6	7	7.5	8	10	13	22	40	50
Intensité (mA)	15	12	9	7	6	5	3	2	2

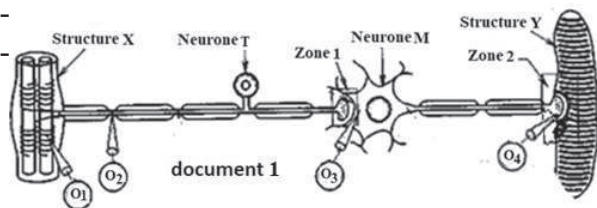
Fibre F' :

Temps (ms)	8	9	10	12	14	16	22	36	42	50
Intensité (mA)	14	13	10	9	7	6	5	4	3	3

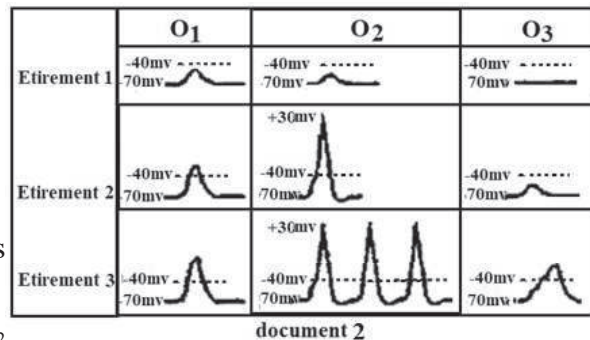
1. Tracer sur un même graphique les courbes  $I = f(t)$  et  $I' = f(t')$ .
2. De ces deux fibres, laquelle paraît la plus excitable ? Justifiez votre réponse.
3. Définir la rhéobase, le temps utile et la chronaxie.
4. Déterminer graphiquement chacun des paramètres précédents pour les deux fibres F et F'.
- 5-Ces résultats confirment ou infirment-ils votre réponse à la question 2 ? Justifiez votre réponse.
6. On excite chacune de ces structures nerveuses avec un courant électrique d'intensité 9 mA pendant 9 ms ; Quelle réponse obtient-on suite à cette excitation ? Justifiez.

## Exercice 6

Pour étudier quelques aspects de la communication nerveuse on propose le montage du document 1.



On applique sur la structure X trois étirements d'intensités croissantes  $E_1$ ,  $E_2$  et  $E_3$ . Les enregistrements obtenus sur les oscilloscopes figurent dans le document 2.



1-Identifiez les structures X et Y ainsi que les zones 1 et 2.

2-A partir des enregistrements en O<sub>1</sub>, citez :

- a-la fonction de la structure X.
- b-la propriété des phénomènes électriques correspondants.
- c-identifiez l'enregistrement obtenu en O<sub>2</sub>

suite à l'étirement  $E_2$  et analysez-le.

d- quelle(s) nouvelle(s) propriété(s) dégagez-vous des enregistrements en  $O_2$ .

3- A partir des enregistrements obtenus en  $O_3$ , déduisez :

a - la nature de la zone 1.

b - la propriété mise en évidence.

4- Qu'obtiendra-t-on en  $O_4$  suite à l'étirement  $E_3$  ? (Représentez)

## Corrigé 6

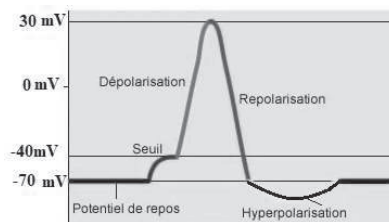
1- Structure X : FNM (fuseau neuromusculaire)      Structure Y : Fibre musculaire

Zone 1 : synapse neuromusculaire      Zone 2 : synapse neuromusculaire

2- a- Transduction.

b- Potentiel récepteur : Sommable (ou graduable).

c- Potentiel d'Action monophasique précédé d'un potentiel seuil.



d- Potentiel d'action obéit à la loi du tout ou rien et codé en modulation de fréquence.

3- a- Zone 1: Synapse excitatrice car il y a PPSE en  $O_3$  suite à l'étirement  $E_2$ .

b- Intégration (sommation temporelle).

4- Un potentiel de plaque.

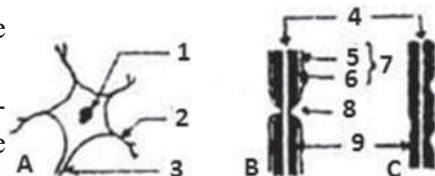


## Exercice 7

Les structures A, B et C du document sont prélevées de trois parties différentes du tissu nerveux.

1- a - Annotez ces structures en précisant pour chaque numéro le nom correspondant.

b - Indiquez à quelle partie du système nerveux, appartient chacune de ces structures. Justifiez, à chaque fois, votre réponse.



2- Ces différentes structures A, B et C appartiennent à une même cellule qui représente l'unité structurale du tissu nerveux.

a - Décrivez, schéma à l'appui, une expérience permettant de mettre en évidence la continuité entre ces structures.

b - Nommez et représentez, à l'aide d'un schéma clair, la cellule en question.

3- Les récepteurs sensoriels et les boutons synaptiques sont des terminaisons de fibres



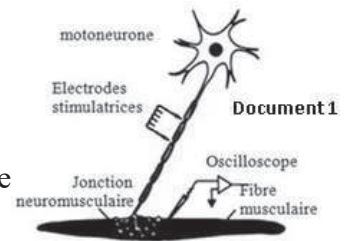
nerveuses. Précisez leurs rôles respectifs.

## Exercice 8

Les myorelaxants, comme la D-tubocurarine, molécule de synthèse de curare, sont administrés dans le cadre d'anesthésies générales. Ils permettent l'obtention du relâchement musculaire. En chirurgie esthétique, leur usage par injection musculaire est indiqué pour réduire les rides du visage.

Expérience 1 :

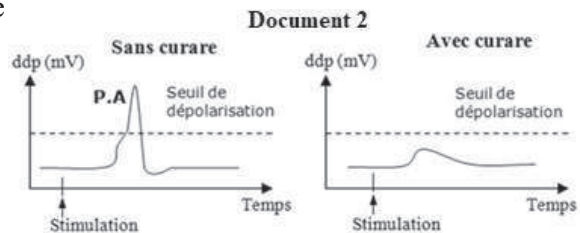
On stimule efficacement l'axone d'un motoneurone en l'absence puis en présence de curare injecté dans la jonction neuromusculaire. On mesure l'activité électrique de la fibre musculaire. Le dispositif expérimental est présenté dans le document 1 et les enregistrements obtenus sont donnés dans le document 2.



- 1-Indiquer le rôle de la jonction neuromusculaire.
- 2-Justifier, en se référant au document 2, le rôle myorelaxant du curare.

Expérience 2 :

On prélève le muscle squelettique d'une grenouille. On le place dans un bain physiologique en présence de concentrations croissantes d'acétylcholine, neurotransmetteur du motoneurone.



Un montage permet d'enregistrer l'amplitude des contractions musculaires en fonction de différentes concentrations d'acétylcholine.

Les mesures sont effectuées en absence ou en présence de la même quantité de D-tubocurarine. Les résultats sont consignés dans le document 3.

3-Construire, dans un même graphique, les courbes de variations de l'amplitude de contraction du muscle en fonction de la concentration en acétylcholine, sans et avec D-tubocurarine.

- 4-Analyser les résultats obtenus.
- 5-Conclure sur l'effet de la D-tubocurarine sur l'acétylcholine.

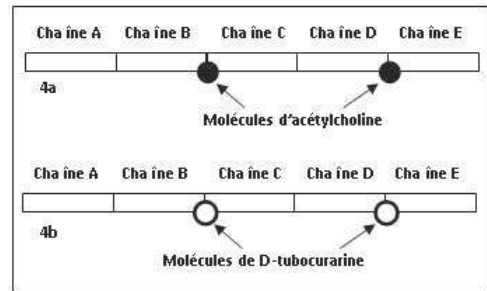
Concentration en acétylcholine (en M.L <sup>-1</sup> )	Amplitude de contraction (en u.a)	
	Sans D-tubocurarine	Avec D-tubocurarine
10 <sup>-4</sup>	5	0
10 <sup>-3</sup>	10	3
10 <sup>-2</sup>	20	12
10 <sup>-1</sup>	25	20

Document 3

L'acétylcholine interagit au niveau de la membrane postsynaptique avec un récepteur spécifique constitué de 5 sous-unités protéiques, nommées A, B, C, D et E. Le document 4 représente ces 5 sous-unités du récepteur en présence d'acétylcholine (4a) ou de Dtubocurarine (4b).

6-Déterminer, à partir du document 4, le mode d'action de la D-tubocurarine.

7-Expliquer, d'après tout ce qui précède, l'utilisation de la D-tubocurarine dans la chirurgie esthétique afin de réduire les rides du visage.



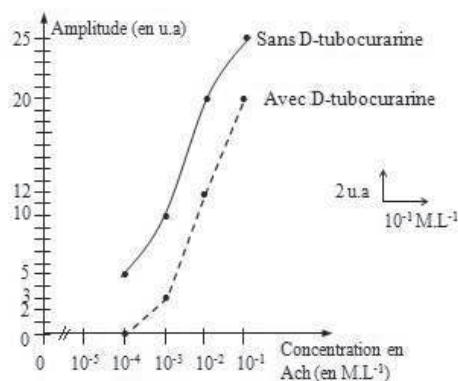
## Corrigé 8

1-Le rôle de la jonction neuromusculaire est de permettre la transmission du message moteur au muscle.

2-En l'absence de curare, on observe un potentiel d'action (P.A) suite à la stimulation efficace de l'axone du motoneurone. Cependant, en présence de curare, la membrane postsynaptique montre une légère dépolarisation (PPSE) inférieure au seuil de dépolarisation, sans enregistrement d'un potentiel d'action au niveau de la fibre musculaire.

Alors, le curare empêche la genèse d'un potentiel d'action dans la fibre musculaire et par suite la contraction du muscle d'où son rôle de myorelaxant.

3- Graphique de variations de l'amplitude de contraction du muscle en fonction de la concentration en acétylcholine, sans et avec D-tubocurarine.



4-L'amplitude de la contraction musculaire augmente de 5 u.a à 25 u.a. en absence de la D-Tubocurarine. De même, l'amplitude de la contraction musculaire augmente de 0 jusqu'à 20 u.a en présence de la D-tubocurarine, lorsque la concentration d'acétylcholine augmente de 10<sup>-4</sup> M.L<sup>-1</sup> à 10<sup>-1</sup> M.L<sup>-1</sup>. Cependant, ces dernières amplitudes restent toujours plus faibles que celles obtenues en absence de la D-tubocurarine pour chacune des concentrations d'acétylcholine.

5-On peut conclure que la D-Tubocurarine atténue l'action de l'acétylcholine sur la fibre musculaire.



6-Le document 4a montre que deux molécules d'acétylcholine se lient au récepteur, une molécule d'acétylcholine entre les chaînes B et C et une autre entre les chaînes D et E. Le document 4b montre que les molécules de D-Tubocurarine se lient au même récepteur à acétylcholine entre les mêmes chaînes.

Donc, la D-tubocurarine prend la place de l'acétylcholine sur les récepteurs postsynaptiques au niveau de la fibre musculaire et empêche l'effet de l'acétylcholine.

7-La fixation des molécules de D-Tubocurarine sur les récepteurs de l'acétylcholine empêche ce neurotransmetteur de se fixer sur ses récepteurs et de stimuler les fibres musculaires. Ainsi, les molécules de D-tubocurarine atténuent l'action de l'acétylcholine sur les muscles du visage. Ces derniers ne se contractent plus et se relâchent, ce qui fait disparaître les rides du visage.

## Exercice 9

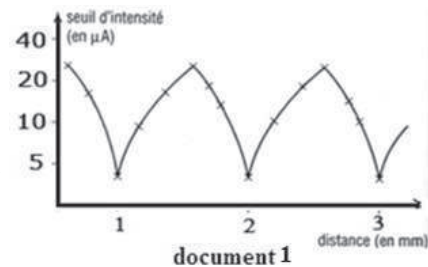
A- A l'aide d'une cathode on stimule point par point la surface d'une fibre nerveuse. En fixant la durée de l'excitation, on cherche l'intensité minimale déclenchant la naissance d'un influx nerveux. Les résultats sont résumés par le document (1).

1-Commentez cette courbe.

2-Déduisez le type de fibre étudiée.

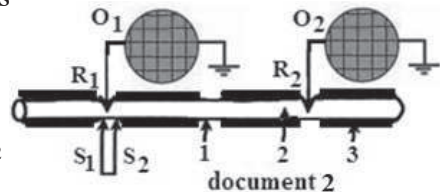
3-A quelles structures de la fibre les points en rapport avec l'intensité minimale correspondent-ils ?

4-Existe-t-il un autre type de fibre ? si oui représentez la même courbe chez ce type de fibre. Justifiez votre réponse.



B- On considère le montage expérimental représenté par le document (2).

On porte sur la fibre nerveuse en  $S_1S_2$  une stimulation électrique efficace et on enregistre les phénomènes électriques grâce à deux oscilloscopes  $O_1$  et  $O_2$ .



1-Annotez le document (2).

2-Représentez les enregistrements attendus en  $O_1$  et  $O_2$  et analysez le tracé obtenu en  $O_1$ .

3-Dégagez les ressemblances et les différences entre ces deux tracés.

4-Expliquez, schéma(s) à l'appui, le mécanisme et le mode de propagation du phénomène électrique sur cette fibre.

## Corrigé 9

A-1- Courbe

Cette courbe représente la variation de la rhéobase le long d'une fibre.

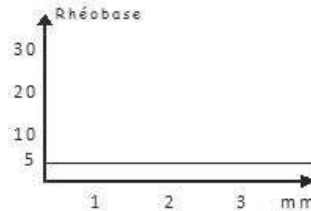
La rhéobase est à son minimum aux points 1, 2 et 3 : ces points sont les plus excitable,

alors qu'elle est à son maximum entre ces points. L'excitabilité de cette fibre varie donc d'un point à autre.

2- Type de fibre : Fibre myélinisée

3- Les points où la rhéobase est la plus faible sont les nœuds de Ranvier.

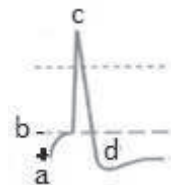
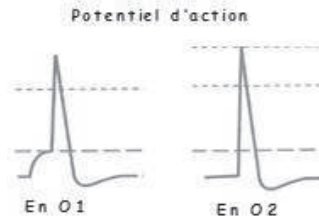
4- Il existe un autre type de fibre : les fibres amyéliniques et dans ce cas la rhéobase reste constante le long de la fibre (voir courbe).



B-

1- Légendes : 1 : Nœud de Ranvier, 2 : Axone 3 : Myéline

2 – Enregistrements



Analyse de la courbe en  $O_1$  :

ab = potentiel exciteur (dépolariation locale);

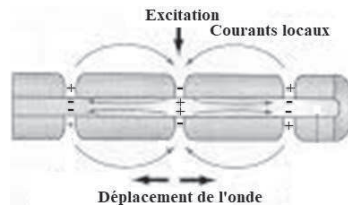
b = seuil de déclenchement du PA;

bc = dépolariation;

cd = repolarisation et une hyperpolarisation au niveau de d.

3- Chaque potentiel montre une dépolariation, une repolarisation et une hyperpolarisation, cependant le PA en  $O_1$  est précédé par une faible dépolariation ou potentiel exciteur, alors qu'en  $O_2$  le PA a un temps de latence plus long.

4- Le long d'une fibre myélinisée, l'onde de dépolariation saute d'un nœud de Ranvier à l'autre on dit que la conduction est saltatoire (voir schéma).



## Exercice 10

1- On porte des stimulations sur deux structures nerveuses A et B. Les résultats sont consignés dans le tableau :

Intensité des stimulations (unités arbitraires)	0	1	2	3	4	5	6	7
Réponses de A en mV	0	0	50	50	50	50	50	50
Réponses de B en mV	0	0	30	55	80	100	100	100

a- Construisez les courbes de réponses des deux structures nerveuses A et B en fonction de l'intensité des stimulations.

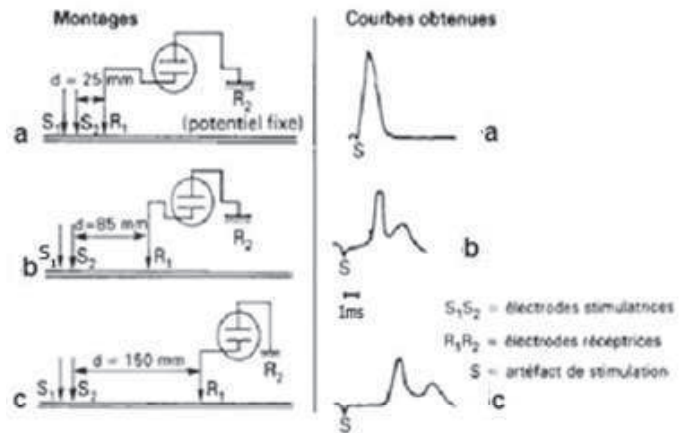
b- Analyser ces deux courbes.

c- Identifier les deux structures A et B, et déduisez les propriétés de chacune de ces structures.

2- Pour préciser les caractéristiques de la propagation de l'influx le long du nerf, on réalise l'expérience suivante :

On porte une stimulation sur un nerf sciatique de grenouille.

Dans chacune des expériences illustrées par le document, le stimulus unique présente les mêmes caractéristiques. En revanche la distance séparant les électrodes stimulatrices de la première électrode réceptrice est variable.



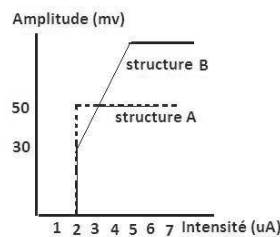
a- Interpréter le tracé a.

b- Quelle explication peut-on proposer pour justifier la forme des tracés b et c (nombre de sommets et amplitude).

c- Calculer la (les) vitesse(s) de propagation de l'influx nerveux.

## Corrigé 10

1- a : Courbes



b-Analyse :

- Structure A: elle ne répond pas à des intensités inférieures à 2 UA ; ces intensités sont donc infraliminales. Elle répond par la même amplitude (50 mV) pour toutes les stimulations dont l'intensité est supérieure ou égale à 2UA.

- Structure B ne répond que si l'intensité est supérieure ou égale à 2 UA. Cette réponse est de 30 mv pour  $I = 2$  UA, et augmente en fonction de l'augmentation de l'intensité jusqu'à une valeur de 100 mv ou elle reste constante quelle que soit l'intensité.

c-La structure A est donc une fibre nerveuse, elle est excitable, conductible et obéit à la loi du tout ou rien.

La structure B est un nerf: il est excitable conductible et obéit au phénomène de recrutement.

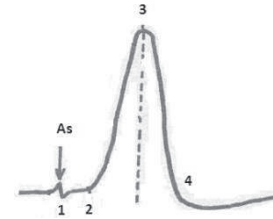
2 - a -Tracé a : Ce tracé représente un potentiel d'action monophasique simple.

Ce tracé montre 3 parties :

-un temps de latence.

-Déviation du spot vers le haut ou dépolarisation liée à l'arrivée de l'onde en  $R_1$ .

-Retour du spot à sa position initiale ou repolarisation liée à l'éloignement de l'onde.



b- Tracé b ou c est un potentiel d'action monophasique complexe. Chaque potentiel est composé de deux potentiels qui diffèrent par le temps et par leur amplitude.

Le 1<sup>er</sup> pic de chaque potentiel exprime l'arrivée en  $R_1$  du potentiel d'action propagé le plus vite, le second pic l'arrivée en  $R_1$  du potentiel propagé le plus lentement : Donc ce nerf contient des fibres rapides responsables du 1<sup>er</sup> pic et des fibres lentes responsables du 2<sup>ème</sup> pic (sommets).

L'amplitude de ces deux pics ou sommets est inégale, ce qui s'explique par une différence du nombre des fibres ; tel que les fibres rapides sont plus nombreuses (1<sup>er</sup> pic plus ample) que les fibres lentes (2<sup>ème</sup> pic moins ample).

c-Calcul de la vitesse de l'influx nerveux :

On déduit à partir du document l'existence de deux vitesses différentes :

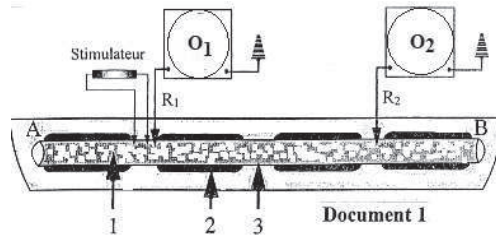
$$V_1 = \frac{d_2 - d_1}{t_2 - t_1} = \frac{65 \times 10^{-3}}{1.5 \times 10^{-3}} = 43,3 \text{ m/s}$$

$$V_2 = \frac{d_2 - d_1}{t_2 - t_1} = \frac{65 \times 10^{-3}}{2.5 \times 10^{-3}} = 26 \text{ m/s}$$

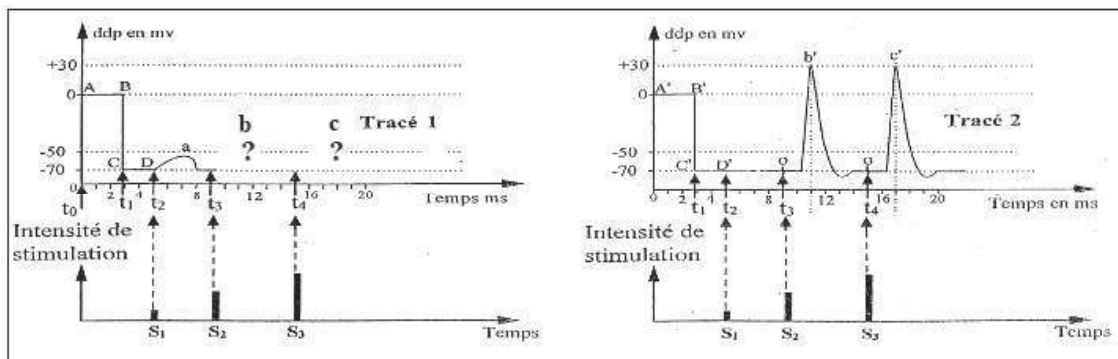
## Exercice 11

Dans le cadre de l'étude des propriétés d'une fibre nerveuse, on place un axone géant de

calmar dans une cuve contenant l'eau de mer (Voir document 1).



Au début de l'expérience, les microélectrodes  $R_1$  et  $R_2$  sont posées à la surface de l'axone; sur l'écran de l'oscillographe  $O_1$  on observe la partie AB du tracé 1 et sur l'écran de l'oscillographe  $O_2$  on observe la partie A'B' du trace 2.



Au temps  $t_1$  on fait pénétrer les microélectrodes  $R_1$  et  $R_2$  à l'intérieur de l'axone et on enregistre la portion CD sur l'écran de l'oscillographe  $O_1$  et C'D' sur l'écran de l'oscillographe  $O_2$ .

Au temps  $t_2, t_3$  et  $t_4$  on porte trois stimulations électriques séparées et dont l'intensité est respectivement  $S_1, S_2, S_3$ . Sur l'écran de l'oscillographe  $O_1$  on observe l'enregistrement (a) du trace 1 avec la stimulation  $S_1$  et sur l'écran de l'oscillographe  $O_2$  on observe l'enregistrement b' et c' du tracé 2 avec les stimulations  $S_2$  et  $S_3$ .

1-Annoter le document 1 et nommez les enregistrements a, b' et le point O.

2-Analysez le tracé 1 de  $t_0$  à  $t_2$ .

3-Comparez entre les deux enregistrements a et b'.

4-Analyser l'enregistrement en b'.

5-Le tableau suivant représente le nombre de certains types de canaux ioniques ouverts en point d'une fibre nerveuse en fonction des différentes phases de l'enregistrement b'.

ddp(mv) transmembranaire	-70	-60	-50	0	+30	0	-50	-70	-80	-75	-70
Canaux de type 1	0	0	5	20	38	20	5	1	0	0	0
Canaux de type 2	0	0	0	0	5	18	20	19	14	10	0

a-Etablir la relation entre l'état des deux types de canaux et les phases de l'enregistrement b'.

b- En utilisant vos connaissances, déduire la nature des deux types de canaux et la conséquence de leur ouverture sur l'état ionique du milieu intracellulaire.

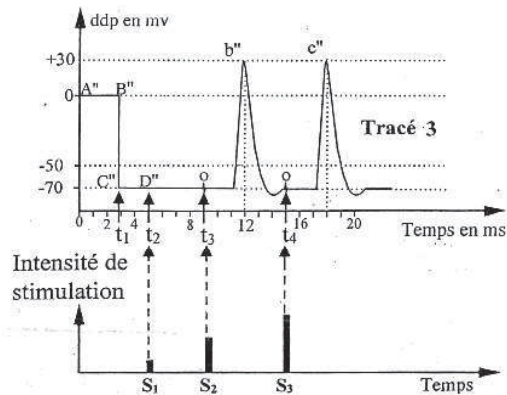
6- Représentez convenablement et à l'échelle, les enregistrements b et c du tracé 1 obtenus avec les stimulations  $S_2$  et  $S_3$ .

7- Comparez ces deux enregistrements b et b' et expliquer (la ou les) cause (s) des différences.

8- Précisez les propriétés de la fibre nerveuse que peuvent fournir les enregistrements a, b et c et la partie CD.

9- Expliquer le principe de calcul de la vitesse de propagation du phénomène électrique b' enregistré dans les deux oscilloscopes.

10- On a placé un 3<sup>ème</sup> oscilloscope  $O_3$  éloigné de 20 mm du 2<sup>ème</sup> oscilloscope  $O_2$ , sur l'écran de l'oscillographe  $O_3$  on a observé l'enregistrement b'' et c'' du tracé 3 avec les stimulations  $S_2$  et  $S_3$  (Voir tracé).



Calculez la vitesse de la propagation du phénomène électrique b' au niveau de cette fibre.

11- Calculez la distance entre  $R_1$  et  $R_2$  sachant que  $\Delta t$  entre b et b' est égale à 0,5ms

12- Expliquez, schéma (s) à l'appui, le mécanisme et le mode de propagation du phénomène électrique en question.

## Corrigé 11

1-Légende : 1 = axone; 2 = gaine de myéline ; 3 = étranglement de Ranvier.

L'enregistrement a= potentiel local (PL) ; l'enregistrement b' = potentiel d'action (PA) et le point O correspond à un artefact de stimulation.

2-Analyse du tracé 1 :

-de  $t_0$  à  $t_1$  : la microélectrode  $R_1$  est à la surface de la fibre, on enregistre la partie AB qui

représente une ddp nulle : La surface de la fibre est iso potentielle.

-au temps  $t_1$  : on introduit la microélectrode  $R_1$  à l'intérieur de la fibre, on enregistre la partie BC.

-au temps  $t_2$  : on enregistre une ddp = -70mv donc la membrane plasmique de la fibre au repos est polarisée → C'est le potentiel de repos.

### 3- Comparaison entre le potentiel local (PL) et le (PA)

Potentiel local PL	Potentiel d'action PA
Non propageable	Propageable
Graduable	Non graduable
N'exige pas un seuil pour naître	Exige un seuil pour naître= -50mV
Son amplitude varie en fonction de l'intensité	Son amplitude est indépendante de l'intensité de la stimulation : obéit à la loi de tout ou rien.

La ressemblance entre un potentiel d'action et un potentiel local : La variation de la différence de potentiel membranaire.

### 4-Analyse de l'enregistrement b' = potentiel d'action monophasique.

- 70mv à +30mv : c'est la phase de dépolarisation (phase ascendante).
- +30mv à -70mv : c'est la phase de repolarisation (phase descendante).
- ddp inférieur à -70mv : c'est la phase de l'hyperpolarisation.

### 5-a-

- Les canaux de type 1 s'ouvrent quand la ddp atteint la valeur -50mv ; le nombre de ces canaux augmente et atteint un maximum à ddp = +30mv. Donc le fonctionnement de ces canaux caractérise la phase de dépolarisation.

- Les canaux de type 2 s'ouvrent quand la ddp atteint la valeur +30mv ; le nombre de ces canaux augmente et atteint un maximum à ddp = -50mv, puis il diminue et se ferme totalement à -70mv, donc le fonctionnement de ces canaux caractérise la phase de repolarisation.

b-Le fonctionnement des canaux de type 1 et 2 dépendent de la valeur de la ddp transmembranaire donc : Ce sont des canaux voltages-dépendants CVD.

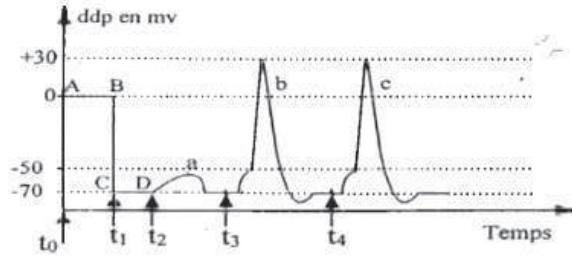
- L'ouverture des CVD de type 1 entraîne une diminution de la négativité interne il s'agit de CVD à  $Na^+$ . Dès que la ddp atteint le seuil (-50mv), les CVD à  $Na^+$  s'ouvrent. L'entrée massive et passive des ions  $Na^+$  : c'est La phase de dépolarisation.

- L'ouverture des CVD de type 2 entraîne une augmentation de la négativité interne, donc il s'agit de CVD à  $K^+$ . Dès que la ddp atteint +30mv, les CVD à  $K^+$  s'ouvrent donc



la sortie massive et passive des ions  $K^+$  → La phase de repolarisation.

6-



7- L'enregistrement b correspond à un potentiel local qui atteint le seuil (-50mv) et un potentiel d'action d'amplitude 100mv, par contre l'enregistrement b' correspond à un potentiel d'action d'amplitude 100mv. Cette différence est expliquée par la propagation d'un PA à longue distance d'où leur enregistrement par les deux oscilloscopes ; mais le potentiel local est non propageable, donc il ne peut être enregistré que près des électrodes réceptrices; c'est pour cela il est enregistré seulement par l'oscilloscope  $O_1$ .

8-La partie CD : en absence de toute stimulation la ddp de la fibre = -70mv → La fibre nerveuse est polarisée.

L'enregistrement a : lorsque la fibre est excitée par une stimulation de faible intensité, elle répond par une faible dépolarisation (absence de PA) donc la fibre nerveuse obéit à la loi de seuil.

L'enregistrement b et c : lorsque la fibre est excitée par des stimulations d'intensités croissantes, elle répond par un PA toujours de même amplitude, donc la fibre nerveuse obéit à la loi de tout ou rien, excitable et conductrice.

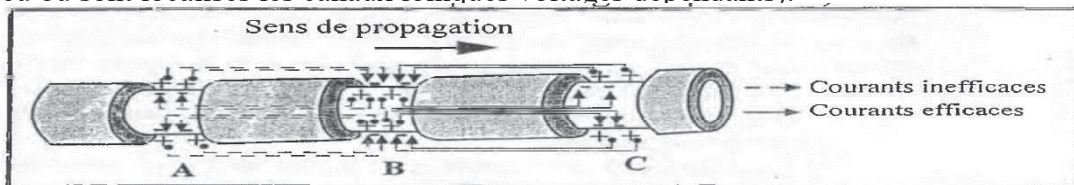
9-Vitesse de propagation de PA sur une fibre nerveuse :  $V = \Delta d / \Delta t$ .

Prenons, par exemple la distance qui sépare les deux microélectrodes  $R_1R_2$  et le temps qui sépare la naissance des deux potentiels d'actions b et b' ou c et c'

10-  $\Delta d = 20\text{mm}$  et  $\Delta t = 1\text{ms}$  donc  $V = 20\text{m/s}$ .

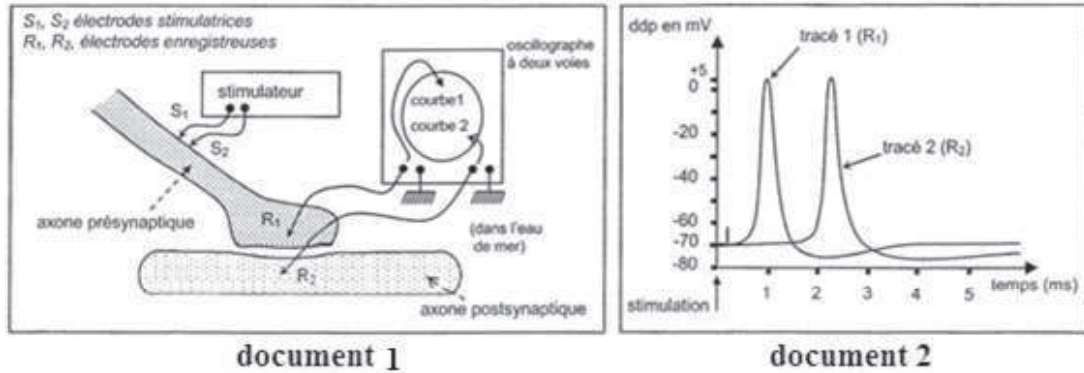
11-  $d = 10\text{mm}$ .

12- Dans le cas d'une fibre myélinisée, la gaine de myéline est un isolant électrique, ce qui impose la conduction saltatoire des charges d'un nœud de Ranvier à un autre (seul lieu où sont localisés les canaux ioniques voltages dépendants).



## Exercice 12

On isole deux fibres de calmar reliées entre elles par une synapse (document 1). On les fait plonger dans un liquide physiologique approprié. Une stimulation efficace appliquée en  $S_1S_2$  donne lieu aux enregistrements du document (2).



- 1- Analysez et comparez les deux enregistrements obtenus en  $R_1$  et  $R_2$ .
- 2- Quelle est la durée de la propagation de l'influx nerveux entre  $R_1$  et  $R_2$  d'après l'enregistrement.
- 3- Cette durée est-elle compatible avec la vitesse de l'influx nerveux mesurée sur une fibre pré ou postsynaptique et qui est de 10 m/s ? Que déduisez - vous ? (on précise que la distance  $R_1-R_2=1$  cm).
- 4- Si la stimulation est portée sur la fibre postsynaptique, obtiendra-t-on les mêmes tracés Justifiez votre réponse.
- 5- On utilise une eau de mer sans  $Ca^{++}$  à la place du liquide physiologique. Une stimulation de même intensité que celle utilisée lors de la première expérience ne donne que le tracé (1) du document (2). Que peut-on conclure ?
- 6-On injecte à l'aide d'une micropipette des ions  $Ca^{++}$  dans la terminaison présynaptique. On obtient en l'absence de toute stimulation le tracé (2) du document (2). Expliquez.
- 7- En se basant sur vos connaissances résumez le mécanisme de la transmission synaptique.

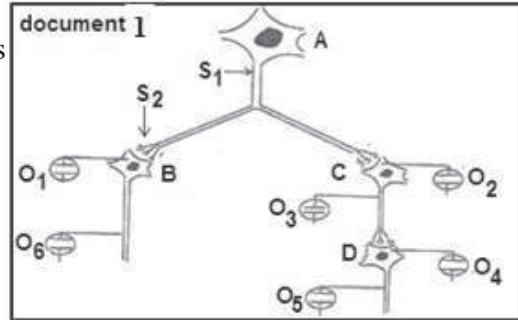
## Exercice 13

On se propose d'étudier le fonctionnement d'un réseau neuronique formé de quatre neurones A-B- C et D. Dans ce but, on réalise les deux expériences suivantes :

Expérience 1 : On porte sur le neurone A une stimulation  $S_1$ , comme c'est indiqué dans le document 1.

On enregistre sur les oscilloscopes  $O_4$  et  $O_6$  les phénomènes électriques du document 2.

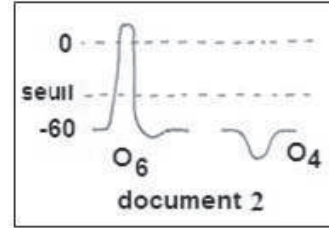
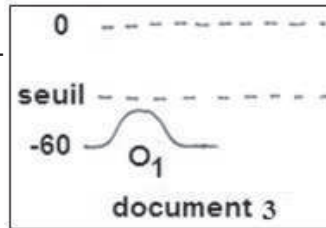
- 1-Nommez ces phénomènes.
- 2-Analysez le tracé obtenu en  $O_6$ .
- 3-Schématisez dans le même système d'axe, les enregistrements obtenus en  $O_1$ - $O_2$  - $O_3$  et  $O_5$ .
- 4-Déduisez le type de chacun des neurones A-B-C et D.



Expérience 2 : On porte sur le neurone A une stimulation  $S_2$  (Une terminaison nerveuse) comme c'est indiqué sur le document 1.

Le document 3 représente l'enregistrement obtenu en  $O_1$ .

5- Représentez l'enregistrement obtenu, dans ce cas en  $O_6$ . Justifiez votre réponse.



6-En comparant les résultats obtenus en  $O_6$  dans les deux expériences, dégagez la propriété du neurone post-synaptique-B mise en évidence.

NB : Tous les oscilloscopes ont une électrode interne et l'autre de référence.

### Corrigé 13

Expérience 1

1- Enregistrement en :

$O_4$  : PPSI (PIPS) : Potentiel Post Synaptique Inhibiteur.

$O_6$  : Potentiel d'action.

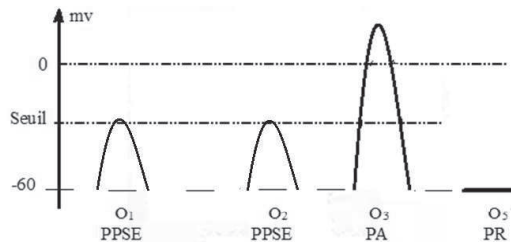
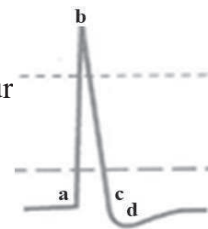
2- Analyse du PA :

(a-b)=Dépolarisation (inversion du potentiel membranaire)

(b-c) =Repolarisation (potentiel membranaire retrouve sa valeur initiale)

d=Hyperpolarisation (l'augmentation du potentiel membranaire)

3-Enregistrement en  $O_1$ ,  $O_2$ ,  $O_3$  et  $O_5$



## 4- Type de Neurone :

A = Excitateur

C = Inhibiteur

B = Excitateur ou inhibiteur

D = Excitateur ou inhibiteur

## Expérience 2 :

## 5-Enregistrement



En  $O_1$  Seuil un PPSE est enregistré donc local, c'est à dire ne se propage pas d'où l'absence d'enregistrement en  $O_6$  (potentiel de repos).

## 6- Rôle de l'élément post synaptique

Pendant l'expérience 1, on a obtenu en  $O_6$  un PA ce qui n'est pas le cas pour la réponse obtenue pendant l'expérience 2. En effet pendant l'expérience 1 la Stimulation ( $S_1$ ) active 3 synapses, il y a naissance de 3 PPSE aboutissant à un PPSE supérieur ou égal au Seuil qui déclenche la naissance d'un potentiel d'action propageable : sommation spatiale. Dans l'expérience 2. Une seule synapse est activée et provoque un seul PPSE inférieur au Seuil : Le neurone post synaptique est donc intégrateur.

## Exercice 14

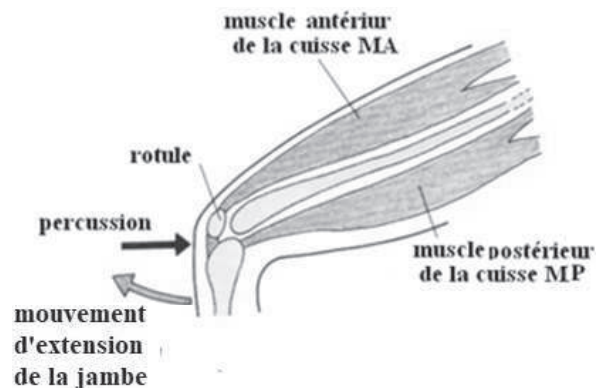
Chez l'homme assis, les jambes pendantes, un coup sec porté sur le tendon rotulien (au niveau du genou) provoque une brusque extension de la jambe. (voir document ci-contre).

1- Précisez, en justifiant votre réponse, la nature de cette réaction.

2- Indiquez les principales caractéristiques de ce type de réaction.

3- Dans le mouvement de la jambe, quels sont les rôles respectifs des muscles  $M_A$  et  $M_p$  ?

4- Sachant que le choc donné sur le tendon rotulien stimule le muscle  $M_A$  en l'étirant, nommez le type de récepteurs stimulés, et expliquez leur rôle dans l'élaboration de la réaction observée.



5- Complétez le schéma du document en représentant tous les circuits nerveux impliqués dans cette réaction.

6- Expliquez le fonctionnement de ces circuits depuis la stimulation jusqu'à la réaction.

## Corrigé 14

1. La nature de la réaction : il s'agit d'un réflexe myotatique.
2. Les caractéristiques du réflexe sont : La réaction est automatique, inéluctable, prévisible, involontaire, spécifique, stéréotypée et adaptée.
3. Rôles respectifs des muscles impliqués.

L'extension de la jambe est due à la contraction du muscle antérieur  $M_A$  de la cuisse dont le tendon inférieur s'attache sur le tibia. Elle s'accompagne d'une diminution du tonus du muscle postérieur  $M_p$  de la cuisse qui est un muscle fléchisseur.

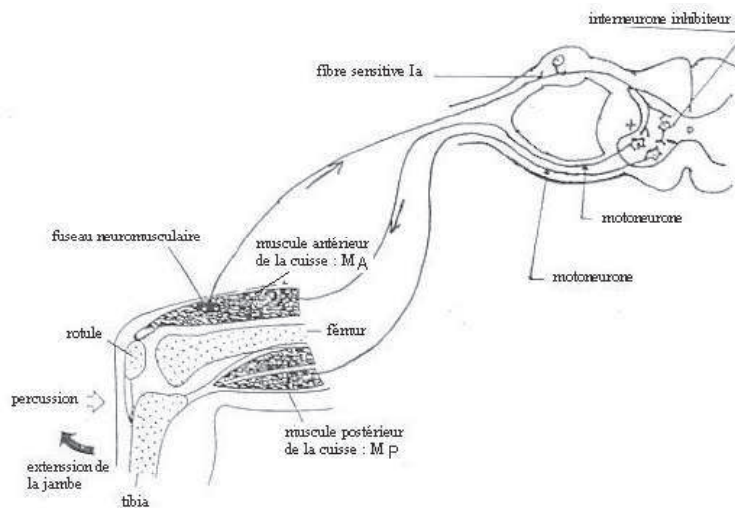
La percussion du tendon du muscle antérieur  $M_A$  cause un bref étirement de ce muscle : cet étirement est le stimulus qui déclenche par réflexe la contraction de ce muscle extenseur et la diminution du tonus musculaire du muscle postérieur  $M_p$  fléchisseur.

4- Le récepteur stimulé est le fuseau neuromusculaire, c'est un mécanorécepteur interne ou propriocepteur sensible à l'étirement.

Rôles :

- Il fait la transduction : naissance d'un message nerveux ; transformation de l'énergie mécanique en énergie électrique.
- Il est sensible à l'étirement des fibres.
- Il envoie un message au centre nerveux pour l'informer de l'état du muscle.

5 -(Voir schéma)



6 - Explication : la percussion du tendon du muscle antérieur de la cuisse  $M_A$  provoque l'étirement de ce muscle. Le fuseau neuromusculaire sensible à l'étirement est stimulé d'où la naissance d'un influx sensitif qui passe par la fibre vers la moelle épinière. Ce centre nerveux a un rôle intégrateur, il met en jeu son innervation réciproque. Des synapses

excitatrices activent le motoneurone du muscle  $M_A$  (circuit monosynaptique). Le PA passe vers  $M_A$  pour faire la contraction. Des synapses inhibitrices agissent sur le motoneurone du muscle postérieur de la cuisse  $M_p$ . L'envoi de l'influx nerveux vers  $M_p$  s'arrête et ce muscle se relâche. La contraction de  $M_A$  et le relâchement de  $M_p$  font le mouvement d'extension de la jambe.

## Exercice 15

On se propose d'étudier quelques propriétés du réflexe myotatique. Pour ce faire on a réalisé la série d'expériences suivantes :

1<sup>ère</sup> expérience :

On utilise la préparation représentée par le document 1 qui comporte :

- Un muscle M dont un des deux tendons a été disséqué et relié à un dispositif d'étirement,
- Le nerf mixte qui relie ce muscle M à la moelle épinière,
- Un dispositif d'enregistrement (composé d'une microélectrode insérée dans le nerf, d'une électrode de référence et d'un oscilloscope cathodique).

1- Précisez la nature des fibres nerveuses composant ce type de nerf.

2-On étire le muscle M de façon modérée et on enregistre dans une fibre sensorielle contenue dans le nerf les décharges provoquées par des étirements de plus en plus importants (document 1).

2-1- Quel est le récepteur sensoriel qui est à l'origine des influx enregistrés ?

2-2- Analysez les trois enregistrements obtenus.

3- Le document 2 représente l'enregistrement sur cette même préparation :

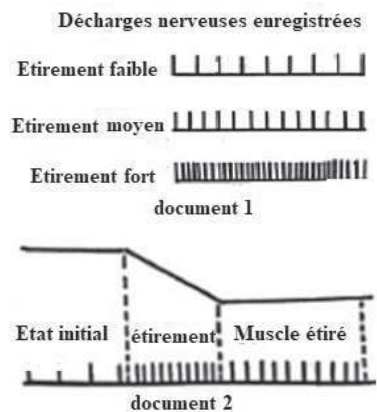
- de l'étirement du muscle concerné;
- de la décharge de la fibre sensorielle concernée.

3-1- Analysez les modifications de la décharge en fonction de l'état du muscle.

3-2- Interprétez le rôle physiologique de la décharge produite à l'état initial.

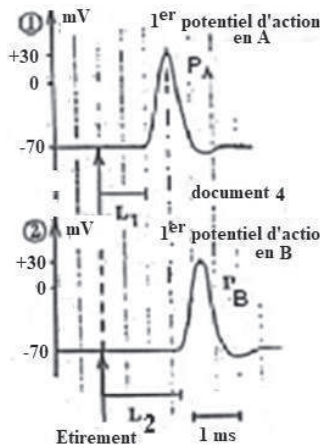
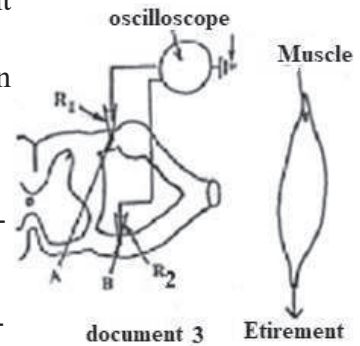
2<sup>ème</sup> expérience :

4- Lorsqu'on soumet ce muscle à un bref étirement on constate que ce dernier se contracte de façon automatique.





Deux microélectrodes ( $R_1$  et  $R_2$ ) sont placées respectivement (en A et en B) à l'intérieur des racines dorsale et ventrale. Elles sont destinées à l'enregistrement des potentiels d'action provoqués par cet étirement (dans une fibre de la racine dorsale et dans une fibre de la racine ventrale).



Le document 3 représente le dispositif expérimental utilisé.

Le document 4 représente les enregistrements obtenus (les flèches indiquent l'instant où l'étirement a été réalisé).

4-1-Décrire les phases d'un potentiel d'action en vous basant sur les enregistrements du document 4.

4-2-Sachant que le délai synaptique est de 0,5ms, proposez une interprétation concernant la différence de latence entre les enregistrements PA et PB.

4-3-Représentez par un schéma le circuit nerveux expliquant la réponse du muscle à l'étirement.

## Corrigé 15

1- Le nerf mixte qui relie le muscle à la moelle épinière est un nerf rachidien composé de fibres sensitives et de fibres motrices.

2-1- Le fuseau neuromusculaire.

2-2- Ces enregistrements sont des messages nerveux sensitifs. Chacun est formé par un train de potentiels d'action.

L'amplitude est constante quelque soit l'intensité de l'étirement, la fréquence augmente avec l'intensité de l'étirement. Le message est codé en modulation de fréquence.

3-1- Analyse du document 2.

- Lorsque le muscle est au repos, on enregistre un train de PA de faible fréquence (4PA). Le récepteur fusorial est actif.

- Au cours de l'étirement, c'est à dire l'allongement du muscle, on constate que la fréquence augmente (10 PA).

- Lorsque l'étirement est maintenu, la fréquence diminue (6 PA), mais reste supérieure à celle du message nerveux au repos.

Conclusion : Le fuseau neuromusculaire est un récepteur sensible à l'étirement. Il renseigne sur la variation de la longueur du muscle.



3-2- Même au repos, les centres nerveux supérieurs sont informés en permanence de l'état du muscle par le fuseau neuromusculaire ; ces centres exercent un contrôle permanent de la longueur du muscle et permettent le maintien du tonus musculaire.

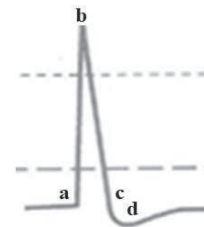
4-1- L'étirement du muscle entraîne une variation de la d.d.p. de la membrane de la fibre. On y reconnaît les phases suivantes :

a-b : le temps de latence : temps mis par le PA pour arriver jusqu'à l'électrode réceptrice.

b-c : la dépolarisation.

c-d : la repolarisation.

d : l'hyperpolarisation.

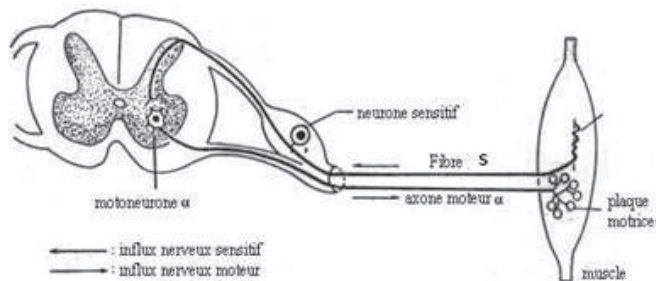


4-2- Le retard observé entre le PA et le PB est :

$$L_2 - L_1 = 1,75 \text{ ms} - 1 \text{ ms} = 0,75 \text{ ms}$$

Il s'explique par le délai synaptique (0,5 ms) qui correspond au franchissement d'une seule synapse et du temps de conduction entre  $R_1$  et  $R_2$  (0,25 ms). La liaison est donc monosynaptique.

4-3- Schéma du circuit nerveux : (Voir schéma.)



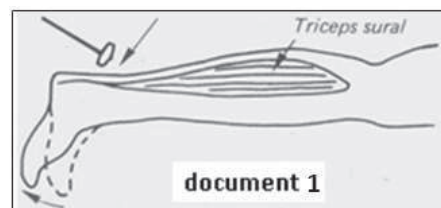
## Exercice 16

Chez l'homme, la percussion du tendon d'Achille détermine une extension du pied sur la jambe par contraction du triceps sural (document 1).

1- Précisez la nature de cette réaction.

En cas de lésion accidentelle, deux situations peuvent être observées :

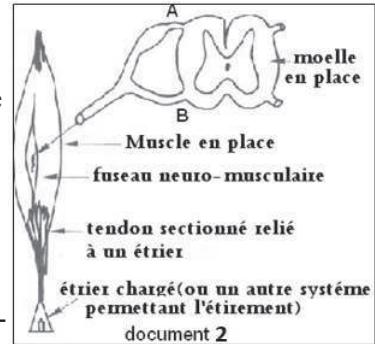
-disparition définitive de ce mouvement en cas de destruction de la région médullaire lombo-sacrée ou d'atteinte irrémédiable du nerf sciatique ;



-disparition puis réapparition du mouvement après dissipation du choc traumatique en cas de section médullaire haute, située loin au-dessus de la région lombo-sacrée.

2- Interprétez ces données.

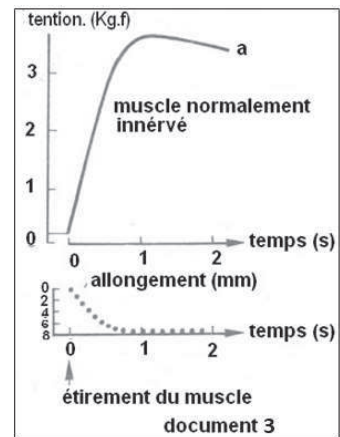
Chez l'animal spinal, on peut mesurer la tension (degré de contraction) développée par le triceps sural, en place dans l'organisme, au cours d'un étirement progressif du tendon d'Achille (document 2). On obtient les résultats figurant dans le document 3.



3- Analysez les courbes du document 3 et dégagez la relation entre les deux paramètres étudiés

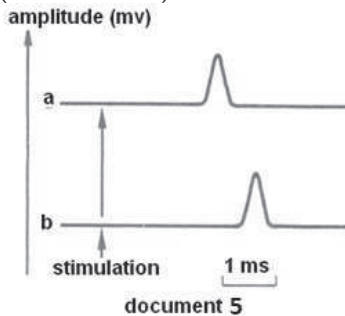
4- Quel est le mécanisme mis en jeu à la suite de la percussion du tendon ou à la suite de l'étirement du muscle ?

Le document 4 montre les phénomènes électriques recueillis au niveau d'une fibre nerveuse issue d'un fuseau neuromusculaire lors de la charge progressive d'un étrier relié au tendon musculaire (document 2).



5- Analysez le document 4 et précisez le rôle du fuseau neuromusculaire.

On étire le muscle par son tendon et on place une électrode réceptrice sur une fibre près de la moelle en position A (document 2). On obtient sur l'écran de l'oscilloscope

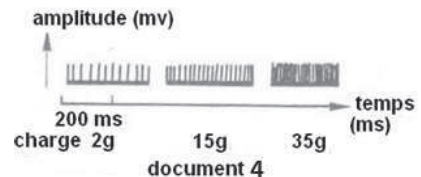


l'enregistrement « a » du document 5.

On recommence l'expérience en plaçant, cette fois-ci, une électrode réceptrice sur une fibre en position B

(document 2). On obtient la réponse « b » du document 5.

6- Sachant que le délai synaptique est d'environ 0,5 ms, expliquez comment le document 5 permet de préciser l'organisation du circuit neuronique intra- médullaire.



## Corrigé 16

1- Cette réaction correspond à un réflexe myotatique simple. En effet, c'est une réaction involontaire observée à la suite d'une stimulation.

2- La région médullaire lombo-sacrée et le nerf sciatique sont indispensables à la réalisation de ce réflexe. La partie supérieure du névraxe n'intervient pas dans ce réflexe.

La région lombo-sacrée de la moelle épinière est donc le centre nerveux de ce réflexe et le nerf sciatique est le conducteur du message nerveux de ce réflexe.

3- Le document 3 montre que :

-Avant l'allongement, la tension développée par le muscle est presque nulle.

-Plus l'étirement du muscle est fort, plus la tension développée par ce dernier est importante.

-Cette tension reste maintenue tant que l'allongement persiste. C'est donc l'étirement du muscle qui est responsable de l'augmentation de la tension qu'il a développée.

4- La percussion du tendon provoque un étirement du muscle triceps sural. De cette stimulation naît un message nerveux sensitif, conduit par les fibres sensibles du nerf sciatique jusqu'à la moelle épinière (région lombo-sacrée). Ce centre nerveux transforme ce message nerveux sensitif en un message nerveux moteur véhiculé également par les fibres motrices de ce même nerf sciatique jusqu'au même muscle étiré (triceps sural) qui répond par une contraction.

5-Le document 4 montre que l'étirement du muscle à l'aide des charges qui y sont accrochées, entraîne la naissance d'un message nerveux à partir de son fuseau neuromusculaire et qui se propage le long des fibres nerveuses qui en sont issues. Ce message nerveux est formé de PA de même amplitude (aspect qualitatif) mais dont la fréquence augmente au fur et à mesure que la charge accrochée augmente ; c'est à dire que l'étirement est important.

De ce qui précède, nous pouvons déduire que c'est le fuseau neuromusculaire qui transforme la stimulation mécanique en un phénomène bioélectrique correspondant au PA : C'est donc un récepteur sensoriel.

6- Le document 5 représente la réponse électrique enregistrée au niveau des points A et B.

Le message nerveux arrive au point A après un temps  $t_A$  et au niveau du point B après un temps  $t_B$ . Calculons  $t_A$  et  $t_B$  :

$$t_A = 1,9\text{cm} \times 1\text{ms} : 0,9\text{cm} = 2,11\text{ms}$$

$$t_B = 2,6\text{cm} \times 1\text{ms} : 0,9\text{cm} = 2,88\text{ms}$$

$$t_B - t_A = 2,88\text{ms} - 2,11\text{ms} = 0,77\text{ms}$$

0,77ms correspond au temps mis par le message nerveux pour passer du point A au point B. Puisque le délai synaptique est d'environ 0,5 ms, ce résultat montre donc qu'entre A et B, le message nerveux n'a franchi qu'une seule synapse. En effet s'il y avait plus d'une synapse au niveau du circuit nerveux intra médullaire, le message nerveux aurait mis au minimum  $0,5 \text{ ms} \times 2 = 1 \text{ ms}$  pour passer de A à B.

## Exercice 17

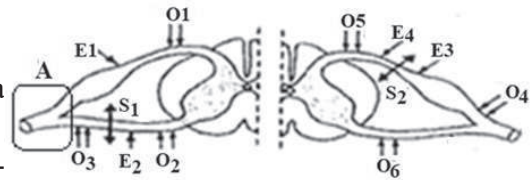
On réalise, sur deux animaux différents, les sections  $S_1$  sur la racine antérieure, et  $S_2$  sur la racine postérieure, comme l'indiquent les schémas du document. On stimule :

- en  $E_1$  puis en  $E_2$  pour la section  $S_1$ ,
- en  $E_3$  puis en  $E_4$  pour la section  $S_2$ .

1- Schématiser l'effet de la section  $S_1$  sur la zone A

2-En vous appuyant sur vos connaissances, précisez les oscilloscopes qui vont enregistrer des potentiels d'action, justifiez-vous.

3-Sachant que la distance entre  $O_1$  et  $O_2$  est de 8cm, le temps mis pour parcourir cette distance est de 9ms et que la vitesse de l'influx nerveux est de 10m/s,



a-Que déduisez-vous ?

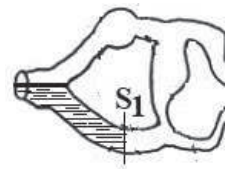
b-Schématisez les structures nerveuses mises en jeu.

**NB** : Le délai synaptique est de 1ms.

## Corrigé 17

1- L'effet de la section  $S_1$  sur la zone A :

La section  $S_1$  a provoqué la dégénérescence de la zone hachurée.



2- La stimulation  $E_1$  donne un PA en  $O_1$  car il est situé sur la racine excitée et un PA en  $O_2$  car il est situé en avant de  $S_1$  (L'influx se transmet de la racine dorsale vers la racine ventrale).

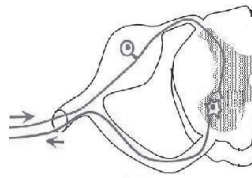
La stimulation  $E_2$  donne un PA en  $O_2$  seulement, car l'influx ne se propage pas du post-synaptique vers le présynaptique. La section  $S_1$  empêche la transmission vers  $O_3$ .

La stimulation  $E_3$  donne un PA en  $O_4$  seulement car l'influx est bidirectionnel sur la même structure. La section  $S_2$  empêche la transmission de l'influx vers  $O_5$  et  $O_6$ .

La stimulation  $E_4$  donne un PA en  $O_5$  et  $O_6$ , car l'influx se transmet de la racine dorsale vers la racine ventrale La section  $S_2$  empêche la transmission vers  $O_4$ .

3-a-  $t=d/v = 8.10^{-2}/10 = 8\text{ms}$  qui est inférieur au temps réellement mis (9ms). Donc on peut déduire l'existence d'une synapse qui est à l'origine de ce retard

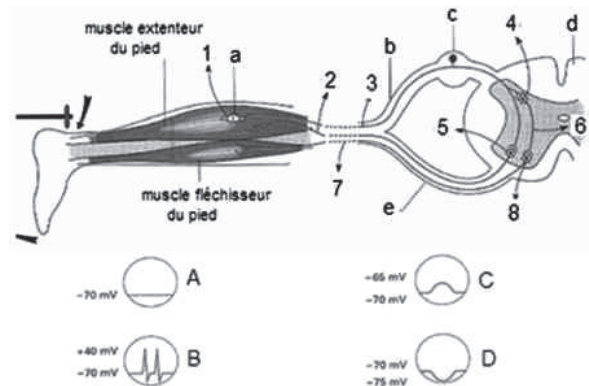
b- Schéma



### Exercice 18

Chez l'homme un coup sec appliqué au niveau du tendon d'Achille, provoque l'extension du pied.

- 1-Identifiez cette réaction, en justifiant votre réponse.
- 2- Légendez le schéma (lettres et numéros).
- 3-Citez le(s) rôle(s) des racines, en justifiant votre réponse par une expérience.
- 4-Donnez un qualificatif à chaque cercle (A, B, C, D).
- 5-Précisez le(s) lieu(x) de l'enregistrement de chaque cercle (A, B, C, et D).
- 6-Représentez l'arc reflexe dans le mouvement de flexion du pied.



### Exercice 19

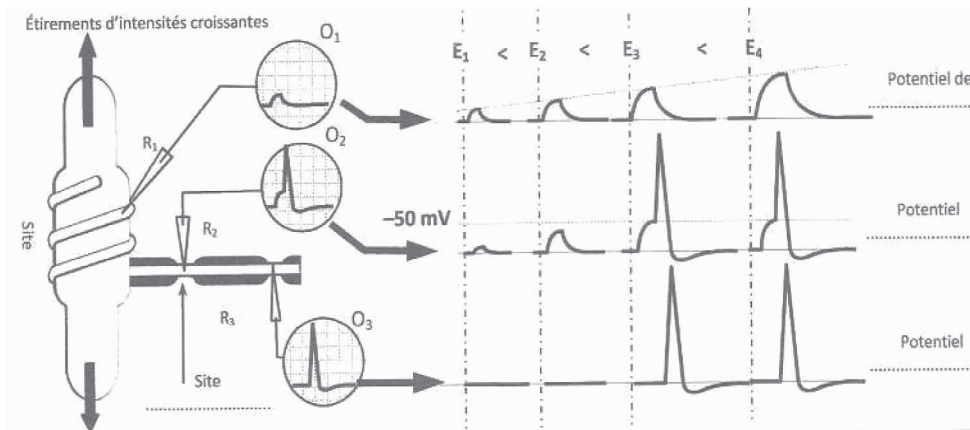
On isole un fuseau neuromusculaire muni d'une fibre nerveuse sensitive.

On place ce fuseau dans un milieu convenable.

On introduit à différents endroits des électrodes réceptrices reliées à des oscilloscopes afin d'enregistrer des modifications de potentiels membranaires suite à des étirements d'intensités croissantes portées sur le fuseau. Pour la simplification, on ne considère qu'une seule fibre intrafusale à partir de laquelle part une dendrite.

- $R_1$  est introduite à l'extrémité de la fibre nerveuse.
- $R_2$  est introduite au niveau du 1<sup>er</sup> nœud de Ranvier.
- $R_3$  est introduite au niveau du 2<sup>ème</sup> nœud de Ranvier.

Le document suivant représente les enregistrements obtenus suite à des étirements d'intensités croissantes portées sur le fuseau neuromusculaire. A partir d'une exploitation des résultats :



- 1-Dégagez, à partir de l'analyse des enregistrements, la condition et le lieu de naissance d'un PA au niveau d'un récepteur.
- 2-Dégagez les caractéristiques des phénomènes électriques enregistrés.
- 3-Définissez le terme transduction

### Corrigé 19

1-Un étirement de faible intensité ( $E_1$  et  $E_2$ ) provoque une légère dépolarisation locale de la membrane à l'extrémité de la fibre : c'est le potentiel de récepteur, qui augmente d'amplitude avec l'intensité du stimulus et ne se propage pas.

Avec  $E_3$ , le potentiel de récepteur atteint le seuil (-50mV) au niveau du 1<sup>er</sup> nœud de Ranvier et déclenche la naissance d'un PA.

Conclusion : au niveau du FNM, le PA ne prend naissance que si le potentiel de récepteur créé au niveau du site transducteur (extrémité de la dendrite) atteint le seuil du potentiel au niveau du site générateur (1<sup>er</sup> nœud de Ranvier).

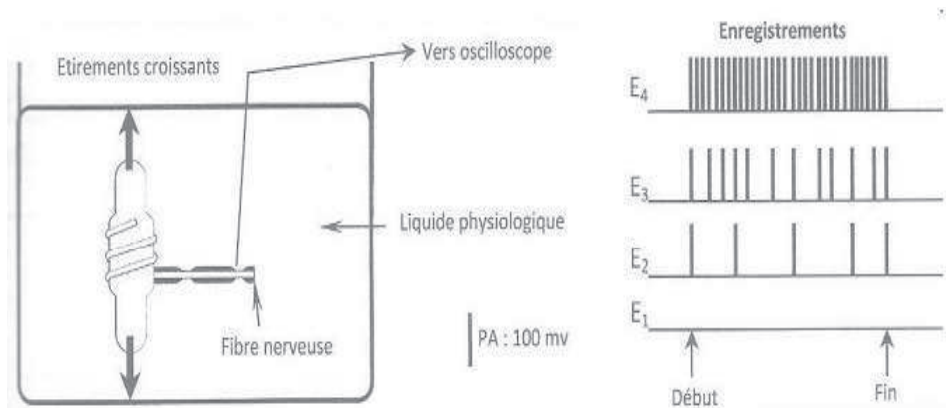
2-

	Potentiel de récepteur	PA
Caractéristiques	-Non propageable -Graduable en amplitude -N'exige pas un seuil	-Propageable -Non graduable à amplitude constante donc obéit à la loi du tout ou rien -Exige un seuil

3-La transduction sensorielle est la conversion de l'énergie mécanique ou chimique ou thermique de la stimulation en énergie électrique, celle du PA.

## Exercice 20

Dans une cuve contenant du liquide physiologique, un fuseau neuromusculaire, isolé accompagné de sa fibre nerveuse, est soumis à des étirements d'intensités croissantes. Une microélectrode implantée dans la fibre capte le passage éventuel de message nerveux. (voir schéma et enregistrements).



Les 4 enregistrements correspondent aux messages captés par la microélectrode lorsqu'on applique sur le fuseau différents étirements maintenus constants pour chaque intensité.

- 1-Comparez les enregistrements obtenus.
- 2-Comment se fait le codage de l'intensité de stimulation ?
- 3-En déduire les caractéristiques du message nerveux.

## Corrigé 20

1-L'amplitude des PA résultant de la stimulation est toujours constante, quelle que soit l'intensité de l'étirement exercée sur le fuseau neuromusculaire, par contre la fréquence de ces potentiels augmente avec l'intensité du stimulus.

2-Le message nerveux envoyé par le récepteur est codé selon la fréquence des PA : on dit que le message est codé en modulation de fréquence.

3-Caractéristiques d'un message nerveux.

-C'est un train de PA.

-Il est codé en modulation de fréquence.

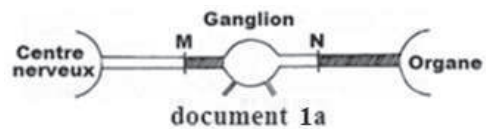
## Exercice 21

On considère un nerf incluant un ganglion qu'on soumet à l'expérimentation. Deux cas ont été étudiés.

1<sup>er</sup> Cas (document 1)

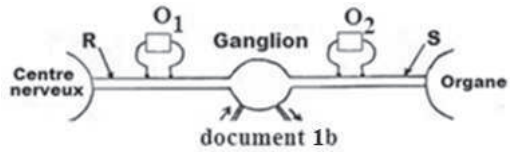


Expérience 1 : les sections simultanées en M et N ont entraîné la dégénérescence totale des zones hachurées (document 1a).



Expérience 2 : sur une structure intacte, on place les oscilloscopes  $O_1$  et  $O_2$ .

L'excitation en R entraîne un potentiel d'action sur  $O_1$  et un autre sur  $O_2$ .



L'excitation en S n'entraîne un potentiel que sur  $O_2$  (document 1b).

1-Interprétez ces expériences.

2-Déduisez les relations histologiques les plus probables entre le centre nerveux et l'organe.

(Représentez les structures nerveuses).

2<sup>ème</sup> Cas (document 2)

Expérience 1 : On stimule un nerf près de A, on obtient sur l'oscilloscope placé près de B le tracé 1.

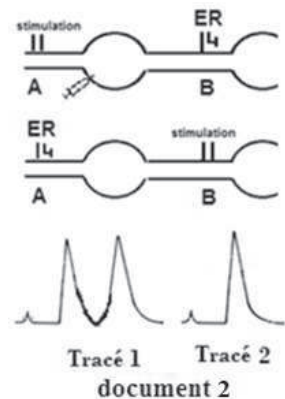
3-Analysez le tracé 1 et proposez deux hypothèses afin d'expliquer ce tracé.

Expérience 2 : On stimule maintenant le nerf près de B, l'oscilloscope placé près de A enregistre le tracé 2.

4-Analysez l'expérience 2.

5-Déduisez l'hypothèse retenue.

Expérience 3 : On reprend l'expérience 1 (2<sup>ème</sup> cas) après avoir injecté le curare dans le ganglion, on obtient un tracé identique au tracé 2.



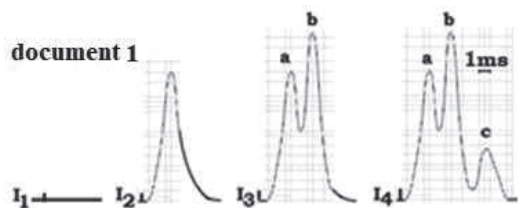
6-Après avoir rappelé le mode d'action du curare, précisez l'intérêt de cette expérience.

7-Représentez le(s) trajet(s) nerveux mis en évidence.

## Exercice 22

A- On applique des excitations espacées d'intensités croissantes à un nerf sciatique.

Dix centimètres plus loin, on enregistre les variations du potentiel d'action au niveau d'une électrode  $R_1$  placée à la surface du nerf, l'autre étant neutre. On obtient les enregistrements du document 1.



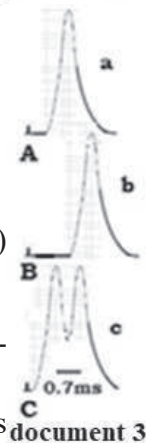
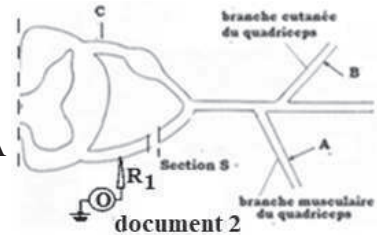
1-Expliquez la courbe obtenue en  $I_4$  (sommets + amplitudes)

2- Quelle explication donnez-vous aux différences constatées entre les potentiels d'action obtenues en  $I_2$ ,  $I_3$  et  $I_4$  ?

3-Que pouvez-vous en déduire concernant la structure de ce nerf ?

4-Calculez la ou les vitesses de l'influx nerveux.

B - On provoque une réponse d'un muscle par une stimulation électrique de forte intensité, portée en A, ou en B (A et B sont à la même distance de  $R_1$ ), ou en C (document 2), et on enregistre sur un oscillographe les trois courbes respectives a, b et c (document 3). La racine ventrale étant sectionnée en S.



1. Cette expérience permet-elle de préciser si les branches stimulées en A et B sont motrices ou sensitives ?

2-Comparez les enregistrements a et b.

3- Proposez deux hypothèses pour interpréter la ou les différence(s) constatée(s) ?

4- Décrivez l'enregistrement c.

5- Compte tenu du dispositif expérimental illustré par le document 2, interprétez l'enregistrement c.

6- Cet enregistrement permet-il d'éliminer l'une des hypothèses formulées en 3 ?

7-Représentez par un schéma l'arc reflexe relatif aux réponses des excitations A et B.

NB : On se limite au muscle qui se contracte seulement.

## Corrigé 22

A-1-L'enregistrement en  $I_4$  est un potentiel d'action monophasique complexe composé de trois pics indiquant la présence de 3 types de fibres nerveuses différentes par leurs vitesses de conduction.

L'amplitude de chaque sommet désigne le nombre de fibres recrutées appartenant à ce type: telle que la vitesse de a > à celle de b > à celle de c;

le nombre de b > à celui de a > à celui de c.

2- Le recrutement explique les différences entre les enregistrements  $I_2$ ,  $I_3$  et  $I_4$  : une différence d'excitabilité soit des fibres à rhéobases différentes.

3- Ce nerf est composé de 3 groupes de fibres nerveuses qui diffèrent par : La vitesse ; L'excitabilité (rhéobase différente) et le nombre.

4- Vitesses :

$$V_a = (100 \text{ mm}) / (1 \text{ ms}) = 100 \text{ m/s}; \quad V_b = (100 \text{ mm}) / (2 \text{ ms}) = 50 \text{ m/s};$$

$$V_c = (100 \text{ mm}) / (4 \text{ ms}) = 25 \text{ m/s}.$$

B-1- On constate une réponse en  $R_1$  malgré la section de la racine ventrale : les branches A et B sont sensibles.

2- Les enregistrements (a) et (b) diffèrent uniquement par le temps de latence qui est plus court en (a).

3- La différence de temps de latence peut être expliquée par :

- La différence des vitesses: les fibres stimulées en A sont plus rapides que celles stimulées en B;

- Différence de trajet en A l'influx nerveux passe par une synapse et passe par 2 synapses en B.

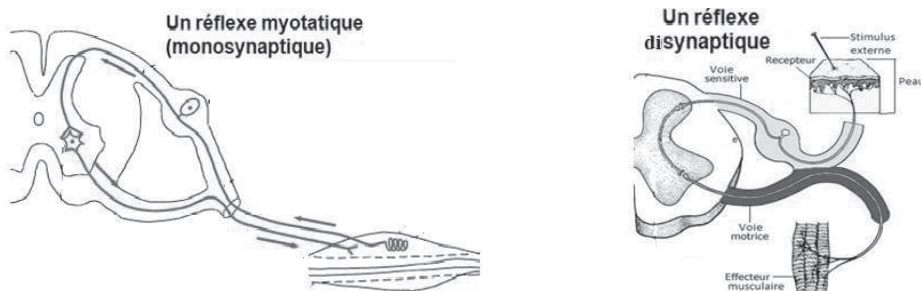
4- L'enregistrement (c) est un potentiel d'action complexe. On constate que : L'enregistrement  $C = A + B$ .

5- La stimulation C au niveau de la racine dorsale recrute les deux types de fibres provenant des branches A et B.

6- En stimulant en C la différence de temps de latence persiste, la différence de trajet est donc confirmée.

7- Arc réflexe

Deux schémas : L'un est monosynaptique (myotatique), l'autre est di-synaptique (cutané).



## Exercice 23

A- On excite deux fibres A et B dans les mêmes conditions avec des courants dont l'intensité et la durée de passage sont indiquées dans le tableau ci-contre et correspondent aux valeurs limites efficaces.

Fibre A		Fibre B	
Intensité (mV)	Durée (ms)	Intensité (mV)	Durée (ms)
1.5	15	1	15
1.5	10	1	10
2.5	7	1.5	7
3.5	5	2	5
4	3	3	3
5	2	4	2
7	1	6	1

1-Tracer les courbes d'excitabilité correspondant aux deux fibres.

2-Définir : la rhéobase, la chronaxie et le temps utile.

3-Déterminer la valeur de : la rhéobase, la chronaxie et le temps utile pour chaque fibre.

4-Comparer l'excitabilité des deux fibres.

B- On se propose d'étudier quelques propriétés de la fibre nerveuse par la réalisation des expériences suivantes :

Expérience 1 : Un axone de calmar est placé dans le dispositif expérimental représenté par le document 1.

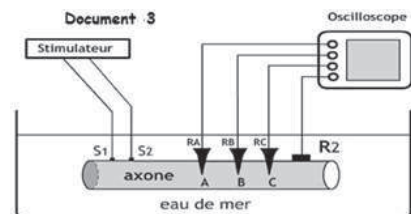
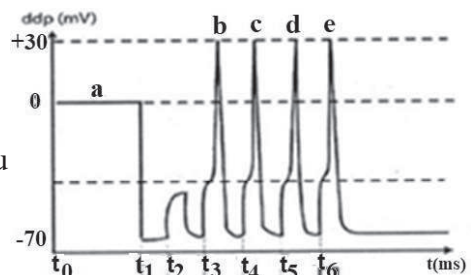
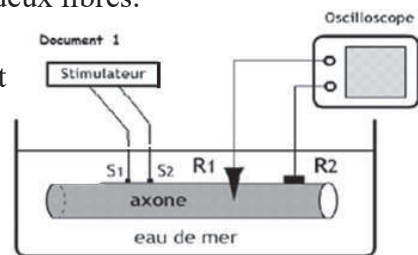
Au temps  $t_0$ , on place  $R_1$  à la surface de l'axone. Au temps  $t_1$ , on introduit  $R_1$  à l'intérieur de l'axone.

Au temps  $t_2, t_3, t_4$  et  $t_5$ , on applique sur l'axone quatre stimulations isolées et d'intensités croissantes.

( $R_1$  étant toujours introduite à l'intérieur de l'axone). Les enregistrements apparaissant sur l'oscilloscope sont présentés sur le document 2.

1- Expliquer l'enregistrement obtenu en (a) puis au temps  $t_1$ .

2-Analysez l'enregistrement (b).



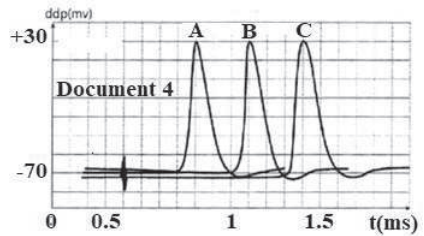
3- Comparez les enregistrements du document 2 et dégagez deux propriétés de la fibre nerveuse.

Expérience 2 :

A l'aide du montage schématisé dans le document 3, on applique une stimulation efficace sur la fibre et on enregistre les phénomènes électriques grâce à trois électrodes réceptrices  $R_A$ ,  $R_B$  et  $R_C$  placées aux points A, B et C situés à des distances différentes des électrodes excita-

trices. On donne les distances :

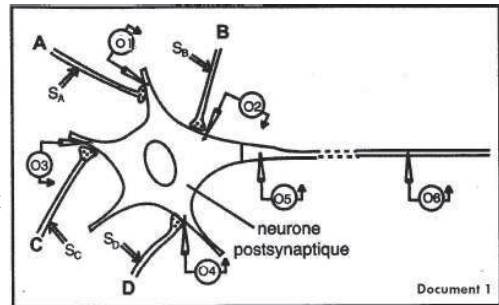
$S_2-A = 18\text{mm}$  ;  $S_2-B = 36\text{mm}$  ;  $S_2-C=54\text{mm}$ .  
Les enregistrements obtenus sont présentés par le document 4.



4- Montrez que le message nerveux se propage le long de la fibre avec la même vitesse.

### Exercice 24

Afin de chercher les conditions et les caractéristiques de l'élaboration, d'un message post-synaptique, on réalise les expériences suivantes sur des synapses neuroneurales (document 1)



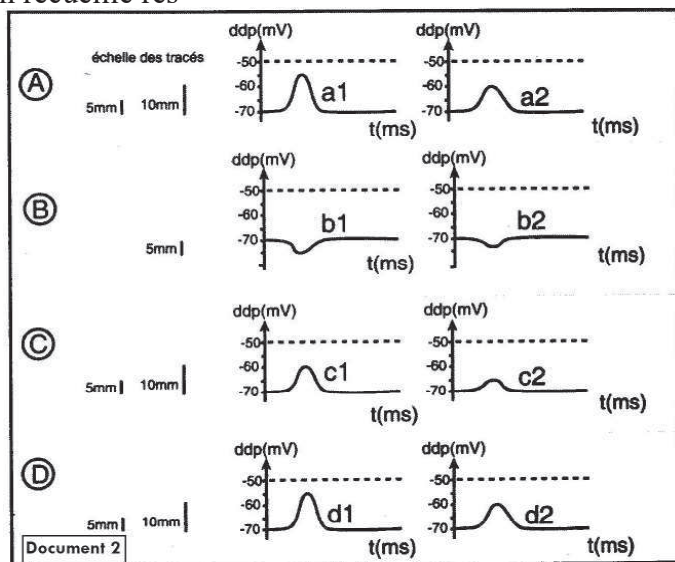
Expérience 1 : On stimule en  $S_A$ , on recueille respectivement en  $O_1$  et  $O_5$  les tracés  $a_1$  et  $a_2$  figurant en A (doc. 2).

Expérience 2 : On stimule en  $S_B$ , on recueille respectivement en  $O_2$  et en  $O_5$  les tracés  $b_1$  et  $b_2$  figure B (document 2)

Expérience 3 : On stimule en  $S_C$ , on recueille respectivement en  $O_1$  et  $O_5$  les tracés  $c_1$  et  $c_2$  figurant en C (document 2).

Expérience 4 : On stimule en  $S_D$ , on recueille respectivement en  $O_2$  et en  $O_5$  les tracés  $d_1$  et  $d_2$  figure D (document 2).

1. Identifiez les réponses  $a_1$ ,  $b_1$ ,  $c_1$  et  $d_1$ . Justifiez votre réponse.



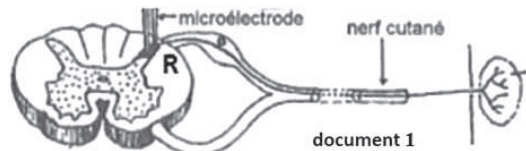
2. Comparez 2 à 2 les réponses  $a_1$  et  $a_2$ ,  $b_1$  et  $b_2$ ,  $c_1$  et  $c_2$ ,  $d_1$  et  $d_2$ . Interprétez les différences observées.
3. On porte 3 stimulations efficaces rapprochées en  $S_C$ , quel enregistrement obtient-on en  $O_5$ ? Justifiez votre réponse.
4. On porte simultanément 2 stimulations efficaces en  $S_A$  et  $S_B$ .  
Quel enregistrement obtient-on en  $O_5$ ? Justifiez votre réponse.
5. On porte simultanément des stimulations efficaces en  $S_A$ ,  $S_B$ ,  $S_C$  et  $S_D$ .  
Quel enregistrement obtient-on en  $O_5$ ? Justifiez votre réponse.
- 6.a) Dans quelle condition, observe-t-on une réponse en  $O_6$ ? De quelle réponse s'agit-il?  
b) La réponse obtenue en  $O_6$  est appelée (r). Présentez sous forme de tableau les différences de propriétés entre la réponse de type (r) et les réponses de type ( $a_1$ ).

## Exercice 25

Le document 1 représente la liaison nerveuse entre la peau et la moelle épinière. Une microélectrode servant à l'enregistrement est placée en R au niveau de la corne postérieure.

Une stimulation efficace au niveau de la peau donne en R l'enregistrement  $E_1$  (doc 2).

Et on obtient l'enregistrement  $E_2$  si la stimulation est accompagnée par l'injection d'une substance X au niveau de la fente synaptique.



On signale que cette substance n'a aucun effet en absence de la stimulation.

1-Analysez l'enregistrement  $E_1$  et donnez une conclusion.

2-Proposez deux hypothèses afin d'expliquer cet enregistrement.

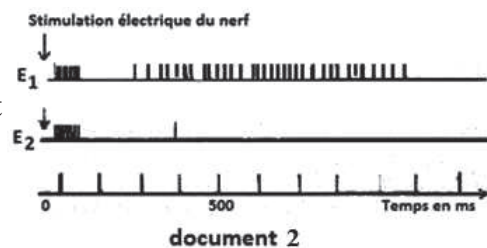
3-Comparez les enregistrements  $E_1$  et  $E_2$  et déduire le rôle de la substance X.

4-Proposez deux hypothèses concernant le mode d'action de X.

5-Le nerf cutané étudié est dilacéré, le document 3 montre l'observation microscopique de ce nerf.

a- Comparez la structure des fibres (a et b) de ce nerf. Quelle relation pouvez-vous établir entre la structure d'une fibre et la vitesse de l'influx nerveux?

b-Ces relations vous permettent-elles de confirmer l'une des deux





hypothèses émises en 2 ?

## Exercice 26

Les agriculteurs utilisent des insecticides organophosphorés dans la lutte contre les insectes. Certains de ces insecticides tel que le pyrèthre, agissent sur le fonctionnement du système nerveux en bloquant la respiration, ce qui provoque la mort par asphyxie. En effet, le mouvement respiratoire est assuré par une contraction suivie d'un relâchement des muscles respiratoires.

Afin de mieux comprendre le mode d'action du pyrèthre, les expériences ci-après sont réalisées.

Expérience 1 : le muscle gastrocnémien de la grenouille et le nerf qui lui est relié sont plongés dans un milieu physiologique. Une stimulation efficace d'intensité I est appliquée sur ce nerf, en présence et en absence de pyrèthre.

Pour chaque stimulation, l'amplitude et la durée de la contraction du muscle gastrocnémien sont enregistrées. Les résultats sont représentés dans le document 1.

1-Dresser dans un tableau les résultats du document 1.

2- Comparer les résultats obtenus.

3-Que peut-on en conclure ?

4-Formuler deux hypothèses expliquant le mode d'action du pyrèthre.

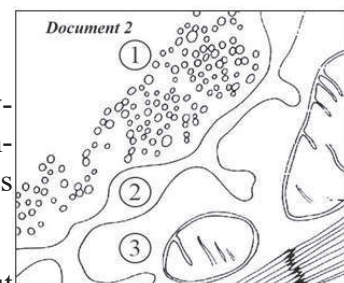
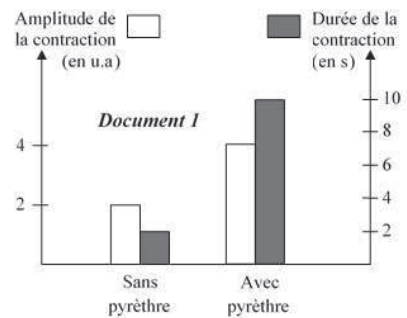
Le document 2 montre l'ultrastructure de la synapse neuromusculaire.

5-Identifier laquelle des structures 1, 2 ou 3, celle qui correspond au neurone présynaptique.

Expérience 2 : On injecte au niveau de la synapse neuromusculaire, une microgoutte de pyrèthre marqué par du phosphore radioactif. La radioactivité est concentrée au niveau de la fente synaptique.

Une analyse plus poussée montre que les molécules du pyrèthre sont associées à celles de l'acétylcholinestérase, enzyme qui dégrade les molécules d'acétylcholine fixées sur les récepteurs de la membrane postsynaptique.

6-Expliquer, de ce qui précède, comment le pyrèthre peut conduire à la mort par asphyxie.





## Exercice 27

Afin de comprendre comment un réflexe myotatique est contrôlé, on effectue des études sur différentes fibres nerveuses sensitives et motrices impliquées dans ce réflexe.

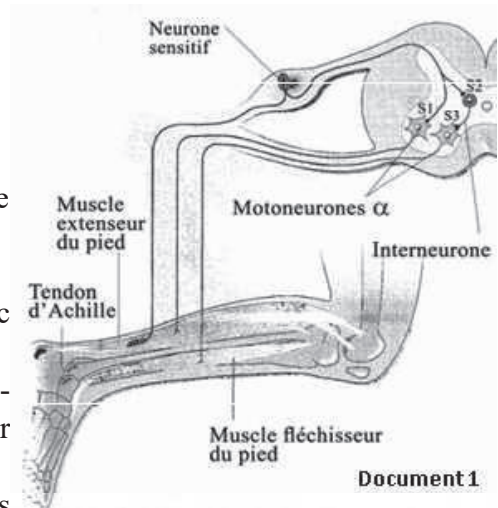
1-Définir le réflexe myotatique.

Etude 1 :

On étire le muscle extenseur et on enregistre les messages nerveux sensitifs et moteurs dans deux situations différentes : dans la première, le muscle fléchisseur est au repos et dans la deuxième, le muscle fléchisseur est fortement étiré.

Le document 1 montre les muscles concernés avec leurs connexions nerveuses.

Le document 2 présente les conditions expérimentales ainsi que les enregistrements obtenus pour une même durée dans les deux situations.



2- Comparer les circuits neuroniques innervant les muscles antagonistes impliqués dans ce réflexe.

		Situation 1	Situation 2
		Muscle fléchisseur au repos	Muscle fléchisseur fortement étiré
Enregistrements	Fibre issue d'un fuseau neuromusculaire du muscle extenseur		
	Fibre issue du motoneurone α innervant le muscle extenseur		
	Fibre issue du motoneurone α innervant le muscle fléchisseur		
Document 2			

3-Déterminer, à partir des résultats de la première situation (doc. 2), le muscle contracté et celui relâché.


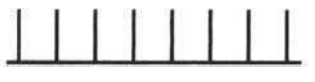
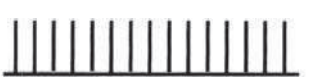

4-Indiquer le rôle de l'interneurone.

5-Expliquer le rôle du motoneurone α du muscle extenseur dans la deuxième situation.

Etude 2 :

On étire le muscle extenseur et on enregistre l'activité d'une fibre sensitive et celle d'une

fibre motrice du muscle extenseur avec ou sans contraction volontaire du muscle fléchisseur. Les résultats figurent dans le document 3.

		Etirement du muscle extenseur	
		Le muscle fléchisseur est au repos	Le muscle fléchisseur est volontairement contracté
Enregistrements	Fibre issue d'un fuseau neuromusculaire du muscle extenseur		
	Fibre issue du motoneurone $\alpha$ innervant le muscle extenseur		

Document 3

6-Déduire l'action des centres nerveux supérieurs sur le réflexe étudié.

## Corrigé 27

1- Le réflexe myotatique est la contraction du muscle en réponse à son propre étirement.

2- Les deux circuits ont le même neurone sensitif.

Chacun des deux circuits a son propre motoneurone  $\alpha$ .

Le circuit du muscle fléchisseur possède un interneurone entre son neurone sensitif et son motoneurone  $\alpha$ . Alors que le circuit du muscle extenseur n'en possède pas.

Le nombre de synapses dans le circuit du muscle extenseur, 1 est inférieur à 2, celui du circuit du muscle fléchisseur.

3- Le muscle qui reçoit un message nerveux excitateur, se contracte. Or la fibre issue du motoneurone  $\alpha$  innervant le muscle extenseur montre un message nerveux propageable de 15 PA de fréquence. Alors le muscle contracté est le muscle extenseur.

Le muscle ne recevant aucun message nerveux, reste au repos. Or la fibre issue du motoneurone  $\alpha$  innervant le muscle fléchisseur montre un potentiel de repos (ou l'absence de PA). Alors ce muscle reste relâché.

4- L'interneurone a un rôle inhibiteur du motoneurone  $\alpha$  du muscle fléchisseur.

5- L'enregistrement au niveau de la fibre issue du motoneurone du muscle extenseur montre une disparition de la fréquence du PA (enregistré au niveau de la même fibre sans contraction du muscle fléchisseur) malgré la présence du message nerveux sensitif ayant une fréquence de 8PA au niveau du neurone sensitif. Cela peut être expliqué par une sommation spatio-temporelle du message nerveux excitateur provenant du neurone sensitif et du message nerveux inhibiteur provenant du muscle fléchisseur dont la résultante (somme

algébrique) est nulle.

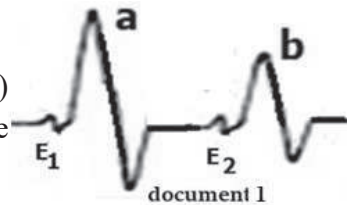
6- Uniquement la fréquence de PA, dans la fibre issue du motoneurone innervant le muscle extenseur diminue de 15 à 3PA suite à la contraction volontaire du muscle fléchisseur. (Par contre le message nerveux sensitif garde la même fréquence de 8PA dans les deux cas avec et sans contraction volontaire du muscle fléchisseur). Alors les centres supérieurs inhibent uniquement le message nerveux moteur au niveau du motoneurone innervant le muscle extenseur. Ce qui diminue la stimulation du muscle et par suite sa contraction et atténue le réflexe myotatique.

### Exercice 28

A- Sur une fibre nerveuse placée dans des conditions expérimentales, on porte deux excitations rapprochées  $E_1$  au temps  $T_1$  et  $E_2$  au temps  $T_2$ , de même intensité et durée. Le document 1 représente les tracés obtenus.

1-Nommez avec précision les tracés a et b.

2- Précisez le nombre et la position de (s) électrode(s) réceptrice(s) utilisée(s) pour cet enregistrement. Justifiez votre réponse.



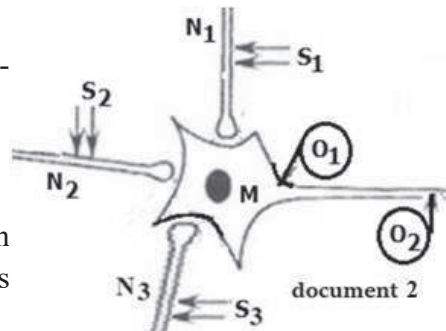
3-a- Comparez les deux tracés a et b et expliquez les différences remarquées.

b- Quelle sera l'allure de la courbe obtenue si la stimulation  $E_2$  est pratiquée :

- Avant  $T_2$
- Après  $T_2$

B- Le document 2 montre un montage sur lequel on réalise plusieurs expériences, afin d'étudier quelques mécanismes de la transmission synaptique.

Les stimulations  $S_1$ ,  $S_2$  et  $S_3$ , donnent en  $O_1$  et  $O_2$  les résultats résumés par le tableau suivant :



	ddp enregistré en $O_1$	ddp enregistré en $O_2$
Stimulation en $S_1$	-60 mv	-70mv
Stimulation en $S_2$	-76 mv	-70mv
Stimulation en $S_3$	-58 mv	-70mv

1- Les stimulations  $S_1$  et  $S_2$  sont-elles efficaces ? Justifiez.

2- Comparer les résultats obtenus en  $O_1$  et  $O_2$ . Que peut-on déduire ?

Expériences	O <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>
S <sub>1</sub> + S <sub>3</sub>		
S <sub>1</sub> + S <sub>2</sub> + S <sub>3</sub>		
2 stimulations S <sub>1</sub> rapprochées		

3- Préciser la nature des synapses : N<sub>1</sub>- M et N<sub>2</sub>- M

On porte des stimulations, simultanées ou successives en S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> et S<sub>3</sub>. Le protocole expérimental est présenté dans le tableau ci-contre :

4- Compléter le tableau en représentant les réponses obtenues en O<sub>1</sub> et O<sub>2</sub>.

5- Exploiter ces réponses afin de dégager le rôle du neurone M.

C- Chez un Homme normal le contact d'un objet chaud avec la peau de la plante du pied entraîne systématiquement la flexion du membre inférieur (réaction A).

Une légère percussion sur la rotule provoque normalement l'extension de la jambe (réaction B).

1- En justifiant la réponse, préciser le type d'activité nerveuse correspondant aux réactions A et B.

2- Proposer un schéma correspondant à chacune de ces réactions et présentant les différents organes impliqués.

## Corrigé 28

A-1- Tracés a, b : potentiels d'action diphasiques.

2- Deux électrodes réceptrices placées à la surface ou à l'intérieur de la fibre (sur 2 points de même ddp) car ces potentiels sont diphasiques

3- a- Comparaison :

Deux potentiels a et b diphasiques qui diffèrent par leur amplitude (b est plus faible que a) : car la fibre au temps T<sub>2</sub> est moins excitable c'est-à-dire en période réfractaire relative.

b- Avant T<sub>2</sub>: l'amplitude de la courbe (b) diminue jusqu'à s'annuler (période réfractaire absolue).

Après T<sub>2</sub>: l'amplitude de la courbe (b) augmente jusqu'à être identique au tracé (a)

B-1- Les stimulations S<sub>1</sub> et S<sub>2</sub> sont efficaces car elles provoquent des PPS sur O<sub>1</sub> (M)..

2- En O<sub>2</sub>, l'enregistrement obtenu est un PR alors qu'en O<sub>1</sub> l'enregistrement obtenu est un PPS : on déduit que ces derniers sont amortis, c'est la décrémentation

3- Nature des synapses :

- N<sub>1</sub>-M : Excitatrice

- N<sub>2</sub>-M : Inhibitrice

4-

Expériences	O <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>
S <sub>1</sub> +S <sub>3</sub>	+30 -50 -70	
S <sub>1</sub> +S <sub>2</sub> + S <sub>3</sub>	-54 -70	
S <sub>1</sub> → S <sub>1</sub>	+30 -50 -70	

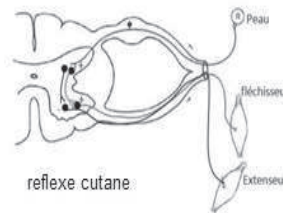
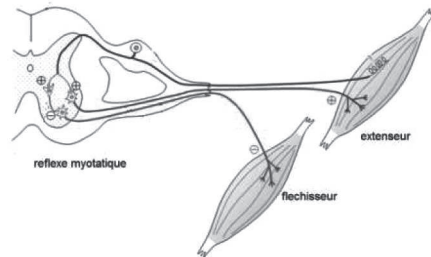
5- Propriété de M : le neurone M est intégrateur car il répond à la somme algébrique des PPS (spatiale et temporelle).

C- 1- Ces deux réactions sont des réflexes innés :

Réaction A = reflexe cutané (mouvement de Flexion).

Réaction B = reflexe myotatique (mouvement d’extension).

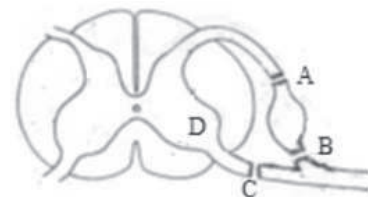
2-



### Exercice 29

On réalise sur plusieurs grenouilles décérébrées des interventions successives afin de vérifier le sens de passage de l’influx nerveux au cours d’un acte réflexe simple : flexion de la patte postérieure. Ces interventions consistent à réaliser des sections soit en A, en B ou en C, soit à détruire partiellement la moelle épinière en D (document).

1. Qu’est-ce qu’une grenouille décérébrée ?
2. Dans chacune de ces interventions, le réflexe est-il maintenu ? Pourquoi ?
3. Préciser quelle partie de quel neurone a été détruite lorsqu’on est intervenu en A, en B, en C et en D.
- 4- Représenter le circuit nerveux intervenant dans ce reflexe.



### Corrigé 29

1- Définition :

Grenouille décérébrée = grenouille dépourvue de son encéphale.

2- Conséquences des opérations :

Section en	A	B	C	D
Conséquences	Abolition (disparition) du reflexe			
Justification	Section de la racine dorsale (pas de fibres sensibles)		Section de la racine ventrale et lésion de la corne ventrale (pas de fibres motrices)	

3- Portion détruite du neurone :

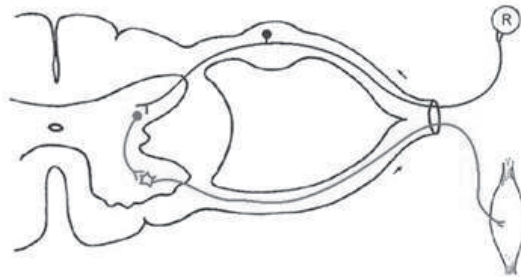
En A : Axone du neurone sensitif.

En B : Dendrite du neurone sensitif.

En C : Axone du neurone moteur.

En D : corps cellulaire du neurone moteur.

4- Arc reflexe



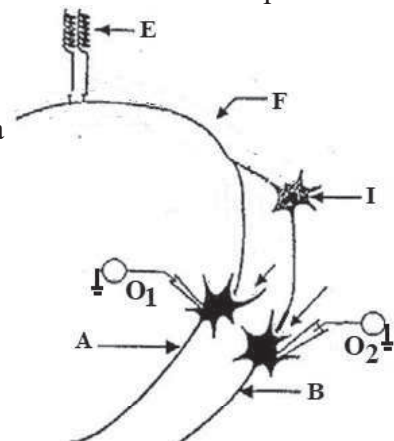
### Exercice 30

Une fibre nerveuse F issue d'un fuseau neuromusculaire est reliée à deux motoneurones A et B. La stimulation E de la fibre F ou l'injection d'une substance X ou Y au niveau des deux synapses F-A et I-B modifie l'état électrique des neurones A et B et permet d'obtenir en O<sub>1</sub> et O<sub>2</sub> des réponses différentes (voir tableau).

1-Nommer chacun des enregistrements obtenus suite à la stimulation E.

2-Déduire le type des synapses : F- A ; F- I et I-B.

3-Que pouvez-vous dire des substances X et Y ?



Réponses en :	Stimulation E	Injection de X	Injection de Y	Stimulation E + injection de Z
O <sub>1</sub>	Dépolarisation de 10mv	Dépolarisation de 10mv	Potentiel de repos (-70mv)	Potentiel de repos (-70mv)
O <sub>2</sub>	Hyperpolarisation de 5mv	Potentiel de repos (-70mv)	Hyperpolarisation de 5mv	Hyperpolarisation de 5mv

4-La stimulation en E accompagnée par l'injection d'une substance Z nous permet d'obtenir en O<sub>1</sub> et O<sub>2</sub> les résultats de la colonne 5.

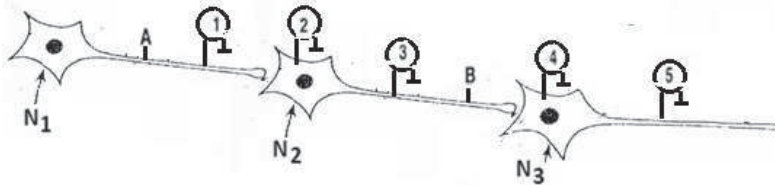
a- Déduire l'effet de Z.

b- Proposer deux hypothèses concernant le mode d'action de Z.

c- Une expérience complémentaire confirme que les récepteurs de Z sont sur les terminaisons de cellule F. Que pouvez -vous conclure ?

### Exercice 31

Soit trois neurones N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub> et N<sub>3</sub>, leur potentiel de repos est de -70mV ; leur niveau critique de dépolarisation est de -50mV. Chaque PPSE ou PPSI a une amplitude de 10mv, en valeur absolue.



Le neurone N<sub>1</sub> est exciteur ; le neurone N<sub>2</sub> est inhibiteur.

NB : Tous les oscilloscopes ont une électrode interne.

- On applique une stimulation efficace au point A.

1-Qu'enregistrera-t-on aux points 1, 2 et 3 ? Pourquoi ?

2- On applique une stimulation efficace au point B.

Qu'enregistrera-t-on aux points 1, 3 et 4. Pourquoi ?

- On applique 2 stimulations rapprochées et efficaces au point A.

3-Représentez les réponses obtenues en 1, 2 et 3.

4- Quelle est la valeur (en mV) du potentiel membranaire enregistré en 4 et pourquoi ?

5- Déduisez la propriété du neurone N<sub>2</sub>.

- On applique 2 stimulations rapprochées et efficaces au point B.

6-Représentez les réponses obtenues en 4 et 5.



## Corrigé 31

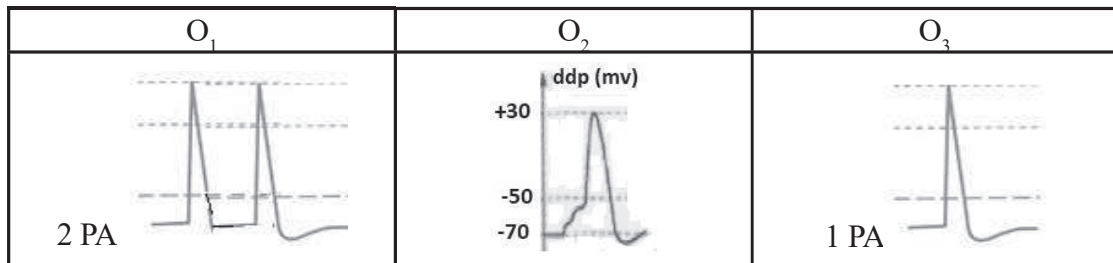
### 1- Les enregistrements

Oscilloscope	Enregistrement	Justification
O <sub>1</sub>	PA	Excitation efficace
O <sub>2</sub>	PPSE (10mv)	N <sub>1</sub> est excitateur
O <sub>3</sub>	PR	Le phénomène non propageable

### 2-

Oscilloscope	Enregistrement	Justification
O <sub>1</sub>	PR	Contraire au sens de l'influx nerveux
O <sub>3</sub>	PA	Excitation efficace
O <sub>4</sub>	PPSI (10mv)	N <sub>2</sub> est inhibiteur

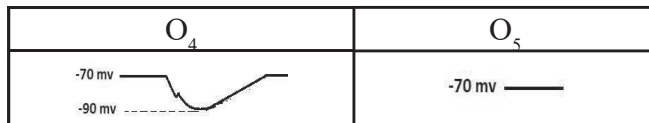
### 3-



4- -80mv, soit un PPSI d'amplitude (10mv) suite à la naissance d'un seul PA au niveau de N<sub>2</sub> inhibiteur.

5- N<sub>2</sub> est intégrateur, car il répond à la somme de deux PPSE.

### 6-



## Exercice 32

On cherche à étudier le comportement coordonné des muscles fléchisseur et extenseur de la jambe lors d'un mouvement réflexe chez un mammifère.

Pour cela, on enregistre, chez un animal spinal (dont la moelle épinière a été sectionnée), les variations d'intensité de la contraction du quadriceps, muscle extenseur de la jambe, au fur et à mesure que l'on étire celui-ci (à partir du moment 0s). Tout en maintenant l'étirement du muscle extenseur, on étire au moment S le muscle X ; et au moment

B, on étire simultanément le muscle X et le muscle Y de la cuisse. Le document 1 montre les enregistrements obtenus.

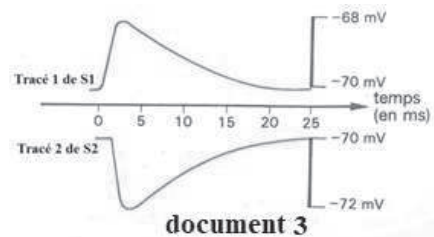
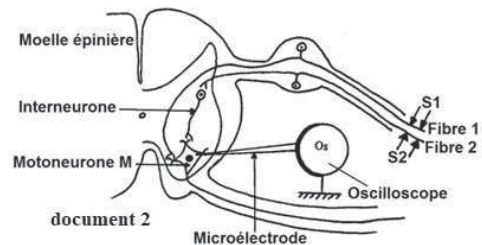
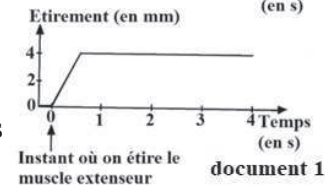
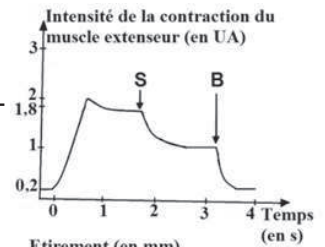
1-Nommer le type de réflexe qui a eu lieu entre 0s et 1s. Justifier la réponse.

2-Interpréter les résultats obtenus.

Afin de mieux comprendre le rôle de la moelle épinière dans ce réflexe, on effectue une stimulation efficace  $S_1$  et  $S_2$  respectivement sur chacune des fibres afférentes 1 et 2 issues des muscles précédents. Le document 2 représente les circuits neuroniques au niveau de la moelle épinière et le dispositif expérimental. Le document 3 montre l'enregistrement obtenu au niveau du motoneurone M du muscle extenseur pour chacune des stimulations réalisées.

3-Faire correspondre chacune des deux fibres afférentes 1 et 2 à l'un des muscles impliqués dans ce mouvement réflexe (muscle extenseur, muscle X ou muscle Y). Justifier la réponse en précisant le type de synapse impliquée (documents 2 et 3).

4-Expliquer, d'après ce qui précède, le rôle du motoneurone M au moment S.



### Corrigé 32

1- Réflexe myotatique :

car le muscle répond par une contraction à son propre étirement.

2- L'intensité de la contraction du muscle extenseur augmente de 0,2 UA à 2 UA entre 0s et 0,6s, puis elle baisse légèrement à 1,8 UA jusqu'à 1,8s tant que le muscle extenseur est étiré. Cela montre que le muscle répond par une contraction suite à son propre étirement.

Par contre, cette intensité de la contraction diminue de 1,8 UA jusqu'à 1UA entre 1,8s et 3,2s suite à un étirement simultané du muscle extenseur et du muscle X (moment S). Cela montre que le muscle extenseur et le muscle X sont des muscles antagonistes.

Ou l'activité du muscle X atténue celle du muscle extenseur.

De même on observe une diminution plus importante de l'intensité de la contraction de 1 UA à 0,2 UA, suite à l'étirement simultané des deux muscles précédents et du muscle Y (moment B). Cela signifie que: - le muscle Y est aussi un muscle antagoniste au muscle extenseur et agoniste au muscle X.

-l'activité du muscle Y atténuée celle du muscle extenseur.

3- La fibre 1 est la fibre afférente du muscle extenseur car elle est reliée directement au motoneurone M du muscle extenseur (circuit monosynaptique). De même, l'enregistrement du tracé 1 montre une hypopolarisation (PPSE) d'amplitude 2mV ce qui signifie que la synapse est une synapse excitatrice.

La fibre 2 est la fibre afférente du muscle X ou du Y car elle est reliée par l'intermédiaire d'un interneurone au motoneurone M (circuit polysynaptique) qui a un rôle inhibiteur dans ce réflexe. De même l'enregistrement du tracé 2 montre une hyperpolarisation (PPSI) d'amplitude 2mV, ce qui signifie que la synapse est inhibitrice.

4- Au moment S, le motoneurone M reçoit un message excitateur de la fibre afférente 1 et en même temps, un message inhibiteur de l'interneurone relié à la fibre afférente 2. Ce motoneurone M intègre les deux messages en effectuant une sommation spatiale. (Ou spatio-temporelle + fréquence de PA). La résultante est un message nerveux efférent atténué provoquant une diminution de l'intensité de la contraction du muscle extenseur.

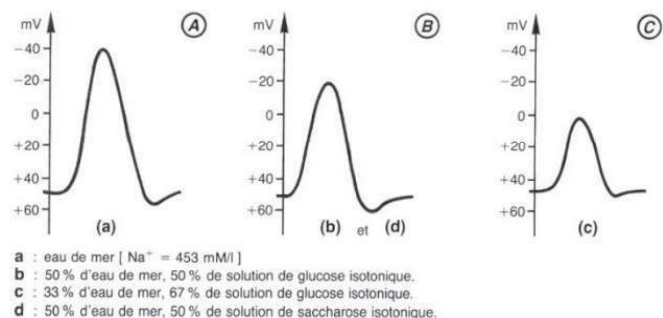
### Exercice 33

On expérimente sur un axone géant de Calmar plongé dans de l'eau de mer artificielle dont on peut faire varier les concentrations. Les électrodes excitatrices sont placées en un point E et les électrodes réceptrices sont placées au même niveau E, l'une interne  $R_1$  l'autre externe  $R_2$ . On réalise quatre expériences successives A, B, C et D. Au cours de chacune d'elles, on stimule la fibre avec une stimulation S de même nature et de même intensité. Toutes les conditions expérimentales sont les mêmes, les expériences A, B, C et D ne diffèrent que par le milieu dans lequel on a plongé la fibre stimulée (a, b, c, d). On obtient sur un écran d'oscilloscope les trois enregistrements correspondants suivants A, B et C donnant le potentiel de  $R_2$  par rapport à  $R_1$ ,

1. Analysez chacun des résultats obtenus et résumez-les. Précisez bien, pour chacun d'entre eux, la nature du phénomène étudié et son évolution au cours du temps.

2. Comparez les milieux de montage utilisés. Quel est le facteur qui se révèle déterminant quand on confronte ces compositions aux résultats obtenus ?

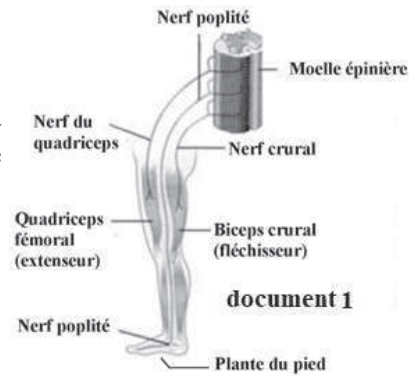
3. Quelle interprétation globale pouvez-vous donner de ces trois expériences ?



## Exercice 34

Chez un homme ayant subi accidentellement une section haute de la moelle épinière, le contact d'un objet chaud avec la peau de la plante du pied entraîne systématiquement un réflexe d'évitement se traduisant par la flexion du membre inférieur correspondant. On cherche à étudier les mécanismes impliqués dans une telle réaction.

Le document 1 montre les muscles et les nerfs mis en jeu lors du réflexe d'évitement. Le tableau présente les résultats d'une étude expérimentale réalisée sur un animal spinal (chat) ayant comme seul centre nerveux la moelle épinière. La musculature et l'innervation de cet animal sont comparables à celles de l'homme.



Expériences	Nerf poplité	Nerf crural	Nerf du quadriceps
Section du nerf	disparition de la flexion du membre inférieur	Disparition de la contraction du biceps crural	disparition de la contraction du quadriceps fémoral
Excitation du bout central*	flexion du membre inférieur	pas de réaction	pas de réaction
Excitation du bout périphérique*	pas de réaction	contraction du biceps crural	Contraction du quadriceps fémoral

\* Au niveau de la section d'un nerf, on appelle bout central le bout qui est encore rattaché au centre nerveux et bout périphérique celui qui est encore rattaché aux organes nérinrhériques (muscle ou neau).

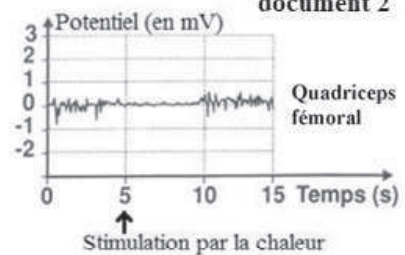
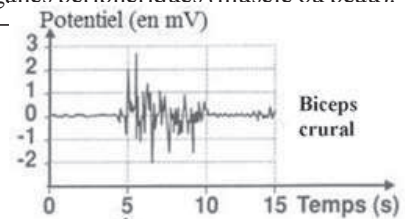
1-Prciser, à partir des résultats expérimentaux, pour chacun des nerfs s'il joue le rôle d'un nerf afférent/ sensitif ou efférent/ moteur dans ce réflexe. Justifier la réponse.

Le document 2 représente les électromyogrammes enregistrés au niveau du biceps crural et du quadriceps fémoral avant et après une stimulation par la chaleur au temps 5 secondes.

2-Comparer ces électromyogrammes. Que peut-on en dégager ?

3-Réaliser un schéma fonctionnel reliant les structures impliquées lors de ce réflexe d'évitement.

4-Donner une différence entre le réflexe d'évitement et le réflexe myotatique.



## Corrigé 34

1-Le nerf poplité est afférent (sensitif). Car la flexion du membre inférieur disparaît suite à la section du nerf poplité et la stimulation de son bout périphérique ; par contre la flexion apparaît suite à la stimulation du bout central ; cela montre que le message nerveux est transmis par ce nerf de la périphérie vers la moelle (sens centripète).

Le nerf crural est efférent. Car il n'y a plus de contraction du biceps crural suite à la section du nerf crural ou à la stimulation de son bout central alors que le biceps crural se contracte suite à la stimulation du bout périphérique de ce nerf ; cela montre que le nerf crural fait passer le message nerveux de la moelle épinière vers le biceps crural.

Le nerf du quadriceps est efférent. Car il n'y a plus de contraction du quadriceps fémoral suite à la section du nerf du quadriceps ou à la stimulation de son bout central alors que le quadriceps fémoral se contracte suite à la stimulation du bout périphérique de ce nerf ; cela montre que le nerf du quadriceps fait passer le message nerveux de la moelle épinière vers le quadriceps fémoral.

2- De 0 à 5s et 10 à 15s, l'électromyogramme du quadriceps fémoral a une amplitude qui fluctue entre -1 et 1mV plus grande que celle de l'électromyogramme du biceps crural qui est presque nulle.

De 5 à 10 mV, l'électromyogramme du biceps crural a une amplitude qui fluctue entre -2 et 2,5 mV plus grande que celle de l'électromyogramme du quadriceps fémoral qui est presque nulle.

Alors la flexion du membre inférieur est due à l'activité du biceps crural et au relâchement du quadriceps fémoral et que ces deux muscles sont antagonistes.

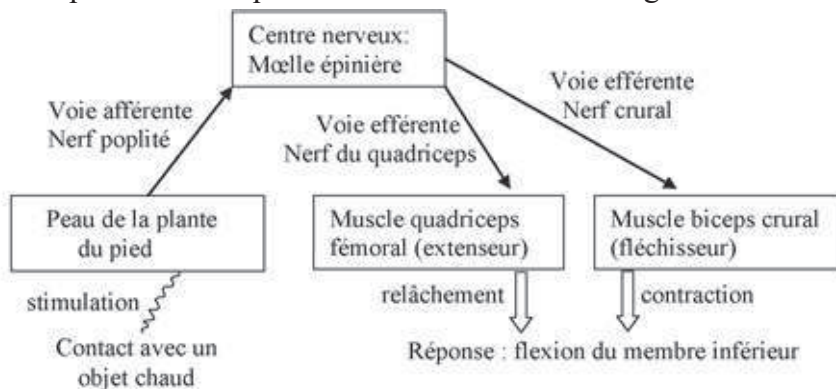


Schéma fonctionnel des structures impliquées dans le réflexe d'évitement

4- Dans le réflexe d'évitement, le récepteur est la peau et l'effecteur est le muscle, alors que dans le réflexe myotatique le muscle étiré est à la fois récepteur et effecteur.





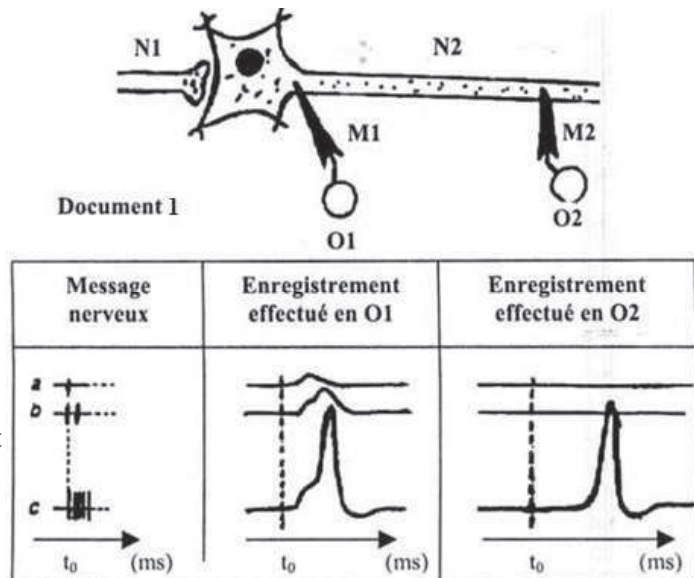
## Exercice 36

Au niveau d'un neurone post-synaptique  $N_2$ , on introduit 2 électrodes réceptrices  $M_1$  et  $M_2$ .

$M_1$ , reliée à l'oscilloscope  $O_1$  est introduite dans le cône axonique de  $N_2$ .

$M_2$ , reliée à l'oscilloscope  $O_2$  est introduite dans l'axone de  $N_2$  (document 1).

L'arrivée des messages nerveux a, b et c à l'extrémité présynaptique  $N_1$  permet d'obtenir en  $O_1$  et en  $O_2$ , les enregistrements représentés sur le document 1



1 - Indiquez la nature des potentiels post-synaptiques obtenus, au niveau de  $M_1$ , suite à l'arrivée de chacun des messages nerveux a, b et c.

2- Utilisez les données du document 1 pour mettre en évidence le rôle intégrateur du neurone post-synaptique  $N_2$ .

3- Dans une deuxième expérience, on injecte à l'aide d'une micropipette dans la fente synaptique située entre  $N_1$  et  $N_2$ , des doses croissantes  $d_1$ ,  $d_2$  et  $d_3$  d'un neuro-transmetteur l'acétylcholine.

-la dose  $d_1$  est à l'origine d'enregistrements semblables à ceux obtenus avec le message nerveux (a) du document 1.

-la dose  $d_2$  est à l'origine d'enregistrements semblables à ceux obtenus avec le message nerveux (b) du document 1.

-la dose  $d_3$  est à l'origine d'enregistrements semblables à ceux obtenus avec le message nerveux (c) du document 1.

Expliquez les similitudes des enregistrements obtenus par les deux expériences.

4- A l'aide de vos connaissances et les données précédentes, représentez sur le schéma d'une synapse la succession des événements qui se déroulent depuis l'arrivée du message nerveux (a) jusqu'à l'obtention d'un potentiel post-synaptique.



## Exercice 37

Dans le but d'étudier certaines activités de la fibre nerveuse, on réalise les expériences suivantes :

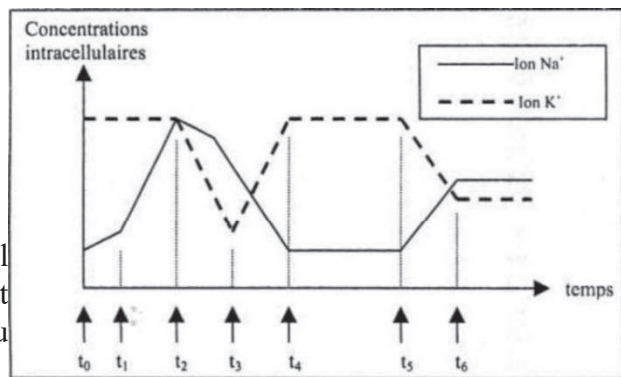
-Au temps  $t_0$ , on porte sur cette fibre une stimulation efficace.

-Au temps  $t_5$ , on place la fibre nerveuse en présence d'un poison métabolique qui tue cette fibre.

Pendant ces expériences, on mesure la variation de la concentration des ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$  à l'intérieur de cette fibre. Les résultats de ces mesures sont représentés par le graphe suivant :

1- Entre le temps  $t_0$  et  $t_1$ , s'agit-il d'une dépolarisation ou d'une hyperpolarisation de la membrane de la fibre nerveuse ? Justifiez votre réponse en vous basant sur le graphe.

2- Nommez la différence de potentiel (ddp) qui prend naissance de part et d'autre de la membrane de la fibre au temps  $t_1$ .



3- En utilisant vos connaissances et en vous basant sur ce graphe, précisez la valeur de la ddp de part et d'autre de la membrane de la fibre au temps :  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$  et  $t_4$ . Justifiez à chaque fois votre réponse.

4- Représentez, à l'aide d'un schéma clair et bien légendé, la structure de la membrane de la fibre nerveuse, permettant les échanges ioniques :

a - entre le temps  $t_1$  et  $t_2$ .

b - entre le temps  $t_2$  et  $t_3$ .

5- Décrivez l'activité de la membrane de la fibre qui est à l'origine des échanges ioniques entre les temps  $t_3$  et  $t_4$ .

6- a - Expliquez les causes à l'origine de l'évolution de la concentration interne des ions  $\text{Na}^+$  et des ions  $\text{K}^+$  entre les temps  $t_5$  et  $t_6$ .

b - Précisez la valeur de la ddp de part et d'autre de la membrane de la fibre nerveuse au temps  $t_6$ . Justifiez votre réponse.

7- Décrivez, en 4 lignes au maximum, l'évolution de la ddp de part et d'autre de la membrane de cette fibre nerveuse à la suite d'une stimulation supérieure au seuil et portée sur cette fibre au temps  $t_6$ . Justifiez.

## Exercice 38

A. Nous savons que la membrane d'un neurone au repos présente un potentiel transmembranaire stable. On cherche à déterminer les caractères de la perméabilité membranaire à l'origine de cette différence de potentiel. Pour cela, on procède d'abord à une analyse chimique du cytoplasme d'un axone géant et du milieu extracellulaire mais en tenant compte seulement des cations présentant une grande différence de concentration.

Les résultats sont indiqués dans le tableau suivant :

Ions	Concentrations en m mol/l	
	Cytoplasme de l'axone	Milieu extracellulaire
$K^+$	400	20
$Na^+$	50	440

A l'aide d'une microélectrode implantée dans l'axone isolé et reliée à un oscilloscope, on mesure la variation du potentiel de repos pour deux valeurs de la concentration en  $K^+$  ( $[K^+]_e$  du milieu extracellulaire) (solution saline contrôlée).

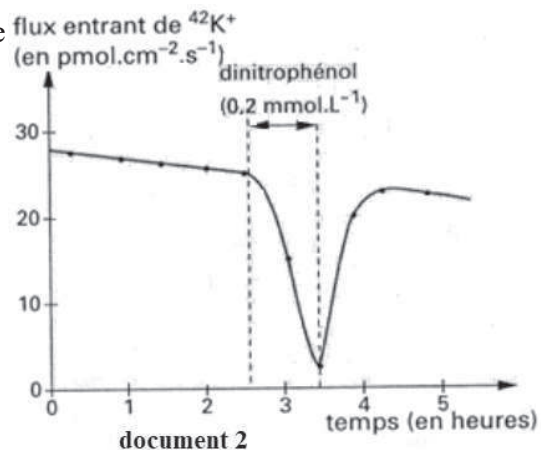
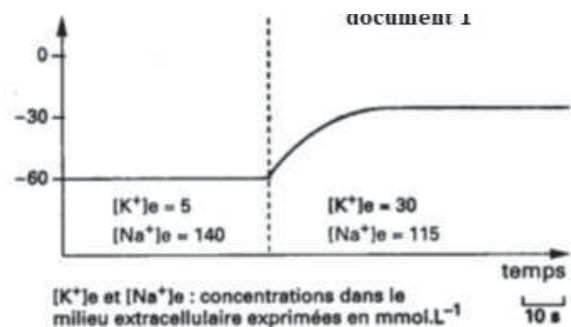
N.B. : On procède de manière que la pression osmotique du milieu extracellulaire soit inchangée.

1. Après avoir défini le potentiel transmembranaire, analysez les données du tableau et le document 1.

2. Que peut-on tirer de cette analyse concernant l'origine du potentiel de repos ?

3. Sachant que ce potentiel transmembranaire est toujours constant, quelles hypothèses concernant les caractères de la membrane peut-on formuler ?

B. Grâce à un dispositif expérimental utilisant un axone géant isolé et des isotopes radioactifs de  $^{42}K^+$ , on a réussi à mettre en évidence et à mesurer le flux entrant de  $K^+$ . En faisant agir sur l'axone isolé un inhibiteur du métabolisme cellulaire (exemple : le dinitrophénol ou le cyanure) qui fait chuter



le taux d'ATP cytoplasmique, on constate une modification remarquable de ce flux ionique. Notons qu'un tel poison métabolique n'a pas d'effet sur le flux sortant de  $K^+$  ni sur le flux entrant de  $Na^+$ .

1- Après analyse du document 2, quelles informations apporte-t-il sur les mécanismes de transport des ions  $K^+$  ?

2- Quelle conclusion en déduisez-vous ?

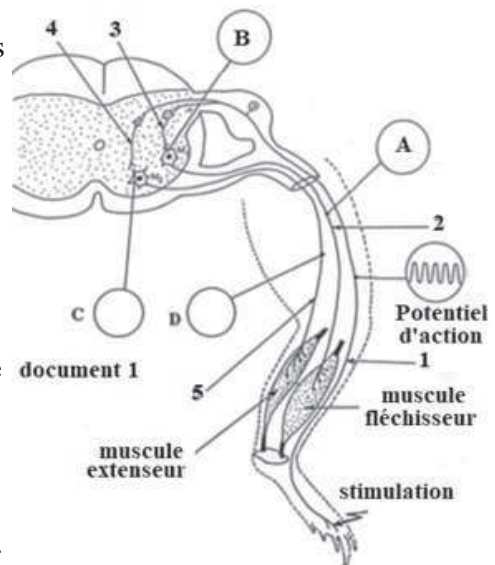
## Exercice 39

I- A- Le schéma du document 1 représente l'arc réflexe correspondant au mouvement de flexion du pied chez la grenouille suite à une stimulation efficace de la peau.

1 - Annotez le schéma selon les numéros indiqués (de 1 à 5)

2 - Représentez dans chacun des cercles A, B, C et D, l'activité nerveuse qu'on peut enregistrer à l'aide d'un oscilloscope suite à la stimulation de la peau.

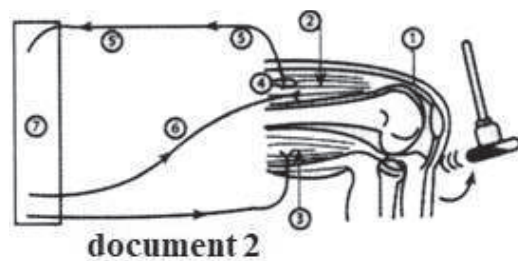
3- Expliquez, d'après vos réponses aux questions précédentes et vos connaissances, le rapport entre l'intégration postsynaptique au niveau de  $M_1$  et  $M_2$  et l'état d'activité des 2 muscles antagonistes.



B- Dans un réflexe d'étirement, plusieurs éléments interviennent pour son exécution. Le document 2 résume les relations entre les différents éléments mis en jeu.

Légendez ce document.

II- A- On se propose d'étudier le fonctionnement d'un réseau neuronique formé de 5 neurones  $N_1$ ,  $N_2$ ,  $N_3$ ,  $N_4$  et  $N_5$ . Pour cela, on a réalisé trois expériences en utilisant le montage représenté par le document 3.



Expérience 1 : On a stimulé séparément des neurones avec une intensité supraliminaire en  $St_1$ ,  $St_2$  et  $St_3$ .

On a obtenu respectivement les tracés représentés en 4a, 4b, et 4c du document 4

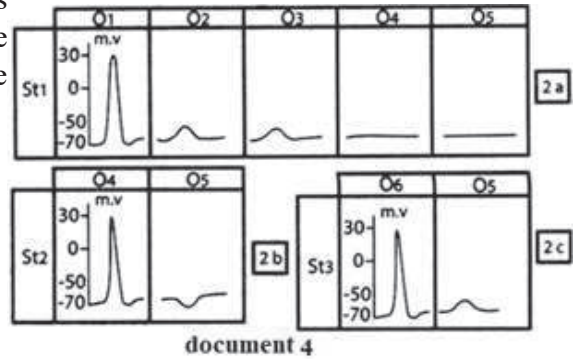
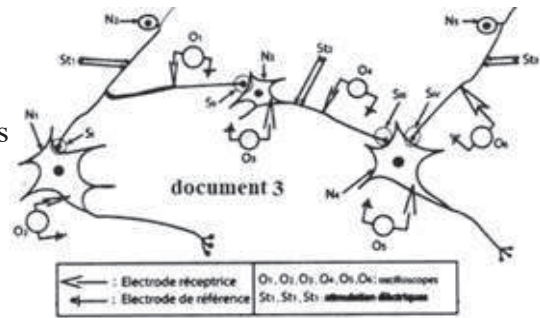
Expérience 2 : On a porté en  $St_1$  plusieurs stimulations rapprochées d'égale intensité et supraliminaire. Les oscilloscopes  $O_1, O_2, O_3, O_4$  et  $O_5$  ont affichés les tracés représentés dans le document 5.

1- Analyser les tracés du document 4

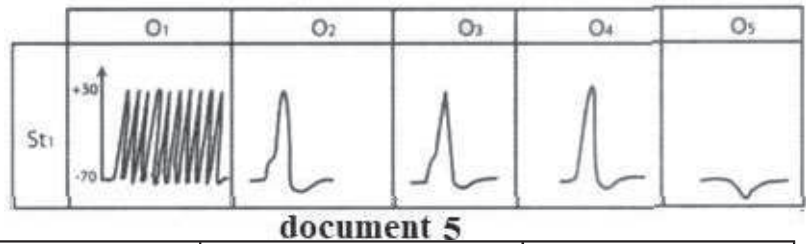
2. En déduire la nature des synapses  $S_I, S_{II}, S_{III}$  et  $S_{IV}$ .

3- Comparez les résultats obtenus dans l'expérience 1 (document 4a) avec ceux de l'expérience 2 (document 5). Qu'en déduire ?

4-Indiquer les résultats attendus au niveau de  $O_1, O_2, O_3, O_4$  et  $O_5$  si on porte en  $St_2$  des stimulations rapprochées, d'égale intensité et supraliminaire. Justifier.



Expérience 3 : On a injecté séparément dans les fentes synaptiques de  $S_I, S_{II}, S_{III}$  et  $S_{IV}$  les substances  $X_1, X_2$  et  $X_3$ . Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :



Substances injectées Synapses	$X_1$	$X_2$	$X_3$
$S_I$	Dépolarisation de $N_1$	Aucun effet sur $N_1$	Aucun effet sur $N_1$
$S_{II}$	Dépolarisation de $N_3$	Aucun effet sur $N_3$	Aucun effet sur $N_3$
$S_{III}$	Aucun effet sur $N_4$	Hyperpolarisation de $N_4$	Aucun effet sur $N_4$
$S_{IV}$	Aucun effet sur $N_4$	Aucun effet sur $N_4$	Dépolarisation de $N_4$

5-Analyser les résultats obtenus dans l'expérience 3 en vue de déduire le rôle physiologique et la spécificité des substances  $X_1, X_2$  et  $X_3$ .

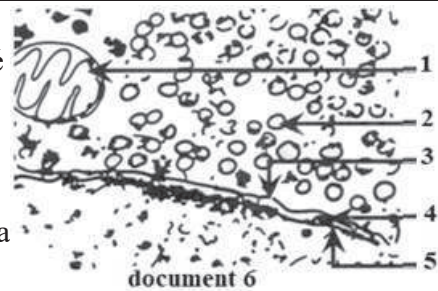
B- Le document 6 correspond à la structure de la zone  $S_I$  dans le document 3.

1-Annoter ce document.

Expérience 4 : On a injecté une substance Y dans l'espace 4 puis on a porté la stimulation  $St_1$ . Le potentiel de membrane ne se modifie pas au niveau du neurone  $N_1$ .

2- Quelles hypothèses peut-on envisager à propos du mode d'action de la substance Y?

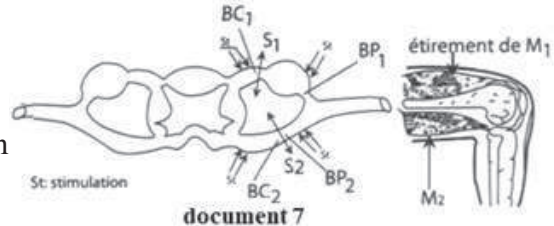
3- On a rendu la substance Y radioactive puis on l'a injectée dans l'espace 4, on a constaté la radioactivité en certains points de la membrane 5 (voir document 6).



Quelle hypothèse est-elle confirmée ?

4- Faire un schéma fonctionnel et commenté de la zone P.

C- Dans le cadre de l'étude du mécanisme du réflexe myotatique, on met à nu les racines rachidiennes de la région lombaire d'un chat anesthésié et on réalise les expériences suivantes comme le montre le document 7.



Première série d'expériences :

Expériences	Résultats
On effectue la section $S_1$	Le réflexe d'étirement naturel disparaît
Une stimulation du bout périphérique ( $BP_1$ )	Rien ne se produit
Une stimulation électrique du bout central ( $BC_1$ )	Contraction de $M_1$ et disparition du tonus de $M_2$

Deuxième série d'expériences :

Expériences	Résultats
On effectue la section $S_2$	Le réflexe d'étirement naturel disparaît
Une stimulation du bout périphérique ( $BP_2$ )	Contraction de $M_1$ et disparition du tonus de $M_2$
Une stimulation du bout central ( $BC_2$ )	Aucune réaction

1- Qu'appelle-t-on réflexe myotatique ?

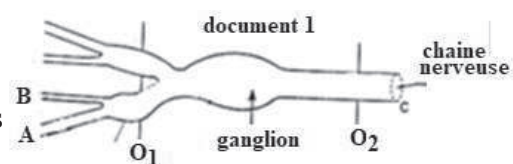
2- Interpréter les résultats des deux séries d'expériences.

3- Faire le schéma fonctionnel qui montre le rôle de la moelle dans la coordination des activités de  $M_1$  et  $M_2$ .

### Exercice 40

A- Le document 1 présente une chaîne nerveuse incomplètement schématisée.

Les lieux de stimulation sont en A, B, et C. Les enregistrements sont réalisés par les oscillos-





copes  $O_1$  et  $O_2$ .

Les résultats des stimulations sont consignés dans le tableau suivant :

Lieu de stimulation	Nombre de chocs	En $O_1$	En $O_2$
A	3 stimuli	3PA	1PA
B	3 stimuli	3PA	Rien
C	3 stimuli	Rien	3PA
A et B	3 stimuli	3 PA + 3 PA	Rien

PA : potentiel d'action

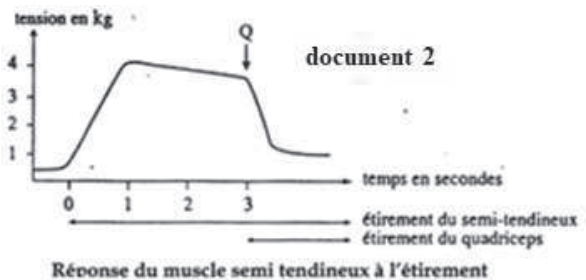
1- Les stimulations portées en A, B, et C sont-elles efficaces ? Dire pourquoi.

2-A partir d'une étude rigoureuse du tableau, reproduire le document 1 en complétant les structures qui composent cette chaîne.

B- Dans le cadre de l'étude d'un réflexe myotatique, on cherche à comprendre les mécanismes nerveux de la commande des deux muscles : le semi tendineux et le quadriceps, respectivement fléchisseur et extenseur de la jambe. Pour étudier la commande de ces deux muscles antagonistes, on réalise chez l'animal dont la moelle est séparée de l'encéphale des expériences d'étirement des muscles, les voies nerveuses étant ou non maintenues intactes.

1<sup>ère</sup> expérience : On conserve l'innervation des deux muscles. On étire le muscle semi tendineux seul, puis au bout de 3 secondes on étire, en plus, le muscle quadriceps. Les réponses de contraction et de relâchement du muscle semi-tendineux se traduisent par une variation de tension dont les valeurs sont mesurables dans le document 2.

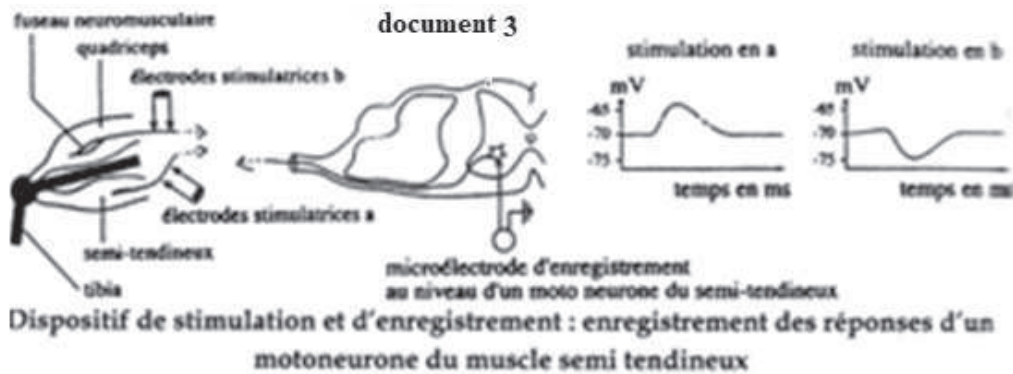
2<sup>ème</sup> expérience : La section de la racine dorsale du nerf innervant le muscle demi tendineux abolit la réponse contractile de ce muscle à l'étirement. Le nerf innervant le muscle semi tendineux étant préservé, la section du nerf innervant le muscle quadriceps abolit le relâchement semi tendineux observé en Q.



1- En vous appuyant sur les résultats expérimentaux et vos connaissances sur le réflexe myotatique, expliquez les mécanismes nerveux de la commande du semi tendineux et du quadriceps en tant que muscles antagonistes.

2- Afin d'apporter des précisions sur le mécanisme nerveux de l'inhibition du muscle semi tendineux par le quadriceps, on enregistre l'activité d'un motoneurone du semi tendineux à l'aide d'une microélectrode reliée à un oscilloscope.

On soumet à une stimulation efficace la voie sensitive du semi tendineux (a) ou du quadriceps (b) et on enregistre la réponse du motoneurone (voir document 3).



A partir de l'étude des résultats, dites en quoi les résultats obtenus précisent la nature de l'inhibition du semi tendineux par le quadriceps.

### Corrigé 40

A-1- Les stimulations portées en A, B et C sont efficaces, car chacune a engendré un PA.

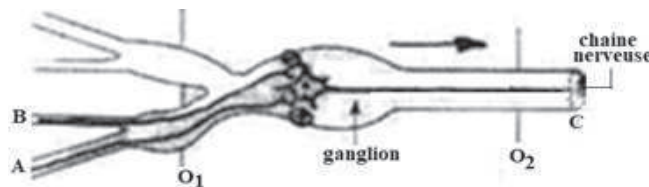
2- Etude du tableau :

- Les trois stimulations portées en A ont engendré 3PA enregistrés en  $O_1$ . L'obtention d'un seul PA en  $O_2$  montre que la fibre A et la fibre C font synapse au niveau du ganglion et que le neurone A est excitateur : les 3PA ont engendré chacun un PPSE, le PPSE global a atteint le seuil, a déclenché un PA au niveau du cône axonique et s'est propagé.

- Les trois stimulations portées en B n'ont rien provoqué en  $O_2$  : ou bien le seuil n'est pas atteint au niveau du cône axonique, ou bien B est inhibiteur.

- La stimulation simultanée de A et B n'a rien provoqué en  $O_2$ . Ce résultat confirme que B a un effet inhibiteur et que la somme algébrique spatiale de 3PPSE et de 3PPSI a donné une résultante qui n'atteint pas le seuil au niveau du corps cellulaire de C (au niveau du cône axonique).

-Les trois stimulations portées en C n'ont rien provoqué en  $O_1$  car la synapse est unidirectionnelle : elle transmet le message de l'élément présynaptique à l'élément post synaptique.





B-1- Lorsqu'on étire le muscle semi tendineux seul, on constate que la tension augmente fortement pendant la première seconde, ce qui signifie que le muscle se contracte immédiatement après l'étirement. Le muscle réagit au stimulus de l'étirement par une contraction, qui est caractéristique du réflexe myotatique.

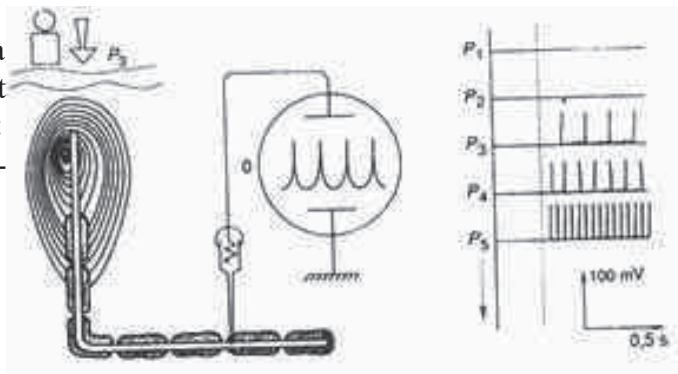
La tension diminue ensuite légèrement ; le muscle est donc en train de se relâcher. Lorsqu'on étire également le muscle quadriceps, la tension du semi tendineux diminue très rapidement : il y a donc relâchement du semi tendineux en réponse à l'étirement du quadriceps. Cela met en évidence la deuxième caractéristique du réflexe, qui est le relâchement du muscle antagoniste du muscle étiré.

2- Lorsqu'on stimule la voie sensitive du muscle semi tendineux, on enregistre au niveau du corps cellulaire du motoneurone semi tendineux une dépolarisation à  $-65\text{mV}$ . Cette dépolarisation constitue un potentiel postsynaptique excitateur. Il est donc très probable qu'un potentiel d'action soit créé dans la fibre du motoneurone. Par conséquent la stimulation de la voie sensitive du semi tendineux stimule la voie motrice de ce même muscle, qui peut alors se contracter.

Lorsqu'on stimule la voie sensitive du quadriceps, on enregistre une hyperpolarisation dans le corps cellulaire du motoneurone semi tendineux, à  $-75\text{mV}$ . Cette hyperpolarisation correspond à un PPSI. Aucun PA ne pourra être créé sur ce motoneurone. Par conséquent, la stimulation de la voie sensitive du quadriceps inhibe la voie motrice du semi tendineux, qui se relâche alors. L'inhibition du semi tendineux par le quadriceps est due à l'existence de synapses inhibitrices dans la moelle épinière.

### Exercice 41

Le dispositif suivant représente schématiquement un mécanorécepteur cutané (particule de Pacini) dont la fibre efférente est reliée à un oscilloscope grâce à une microélectrode. Ce qui permet d'enregistrer l'activité nerveuse et par conséquent étudier les propriétés du mécanorécepteur :



On exerce des pressions croissantes ( $P_1 \dots P_n$ ) sur le mécanorécepteur.

1- Que représentent les tracés obtenus ?

2- Les interpréter.

### Exercice 42

Sur une fibre nerveuse isolée, convenablement choisie, on place deux microélectrodes

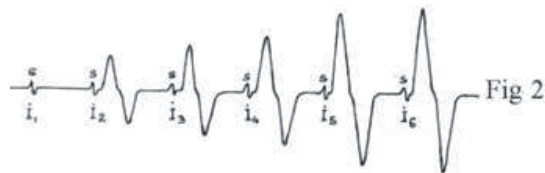
excitatrices  $E_1 E_2$  et deux microélectrodes réceptrices  $R_1 R_2$  suffisamment écartées, reliées aux plaques horizontales  $P_1$  et  $P_2$  d'un oscilloscope cathodique.

N.B: L'électrode  $R_1$  est reliée à la plaque horizontale inférieure  $P_1$  et  $R_2$  évidemment, est en connexion avec la plaque horizontale supérieure  $P_2$ .

1- On applique successivement à cette même fibre des excitations convenablement espacées d'intensité croissante  $I_1, I_2, I_3, I_4, I_5$  et  $I_6$ . On observe sur l'écran les enregistrements représentés sur la figure 1.



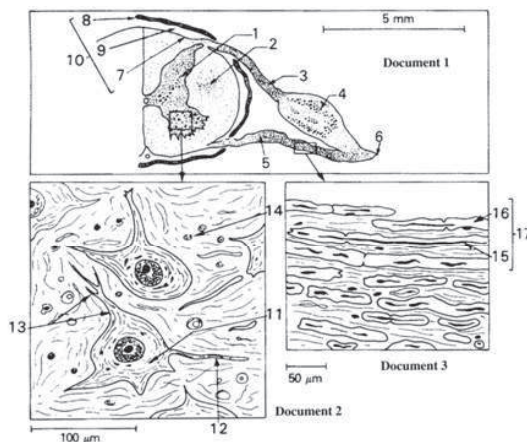
2- Un montage analogue au précédent est réalisé en remplaçant la fibre nerveuse isolée par un nerf. En appliquant des stimulations d'intensité croissante  $I_1, I_2, I_3, I_4, I_5$  et  $I_6$ , on obtient les enregistrements présentés sur la figure 2.



Interprétez ces résultats en tenant compte du fait que S correspond à un accident de déviation de spot à l'instant où l'on porte la stimulation ; S n'est ni la réponse de la fibre, ni celle du nerf.

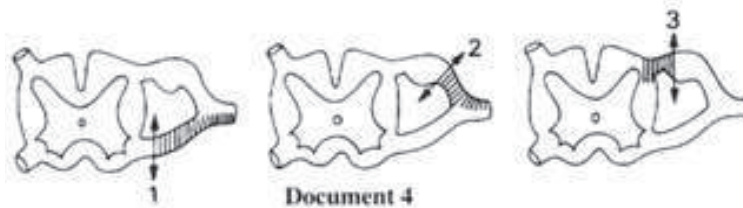
### Exercice 43

Le document 1 montre le schéma d'une photographie d'une coupe transversale de moelle épinière d'un mammifère, observée en microscopie optique (faible grossissement). Les documents 2 et 3 représentent à plus fort grossissement les régions encadrées.



1- Identifiez les structures désignées. Résumez la structure de la substance grise et celle de la substance blanche.

2- De très nombreuses méthodes ont été proposées pour découvrir les relations entre les structures des documents 2 et 3. Par exemple, on peut observer l'amplitude, la direction de la dégénérescence consécutive à des sections des racines rachidiennes. Le document 4 indique la position des sections et, en hachures, la direction des zones dégénérantes.



Quelles conclusions peut-on tirer de cette expérience ?

3- A la lumière des faits précédents, quel circuit monosynaptique peut-on proposer pour expliquer le parcours des influx nerveux mis en jeu dans le réflexe d'étirement ?

### Corrigé 43

1-Légendes

1-substance grise.

2- substance blanche.

3- racine rachidienne postérieure (ou dorsale).

4- ganglion rachidien (ou spinal).

5- racine rachidienne antérieure (ou ventrale).

6- nef rachidien.

7- pie-mère.

8- dure-mère.

9-emplacement du liquide céphalo-rachidien.

10- méninges.

11-cytoplasme d'un soma (ou corps cellulaire) de neurone.

12- axone.

13- dendrite ramifiée.

14- noyau de cellule névrogliale (ou gliale).

15- axone.

16- myéline.

17- fibre nerveuse.

La substance grise est un tissu associant de nombreux types de cellules :

- somas de neurones (ici multipolaires) et leurs dendrites ramifiés ;
- cellule satellites gliales ;

- vaisseaux sanguins.

La substance blanche est constituée par la juxtaposition de nombreuses fibres nerveuses myélinisées. Chaque fibre est constituée d'un cylindraxe entouré d'une gaine discontinue de myéline. Les cellules de Schwann sont peu visibles sur le document 3.

2- Si on sépare en deux parties une cellule, l'une contenant le noyau, l'autre en étant privée, on constate que le fragment anucléé (sans noyau) dégénère alors que le fragment nucléé survit et régénère la partie manquante.

-Section 1 : On constate la dégénérescence des fibres du côté « centrifuge ». Cela indique donc que les fibres dépendent de corps cellulaires situés « en amont » de la section 1 (entre la section et la moelle épinière). Donc ces corps cellulaires se trouvent vraisemblablement dans la substance grise médullaire ou spinale (ganglion rachidien).

-Sections 2 et 3 : Elles indiquent que les fibres nerveuses constituant la racine postérieure dépendent de somas situés dans le ganglion spinal correspondant.

Notons que la section 3 effectuée seule n'entraîne pas la dégénérescence des fibres de la racine antérieure.

Par conséquent, celles-ci dépendent bien de somas situés dans la substance grise de la moelle épinière.

Cette expérience montre les relations trophiques entre somas et fibres nerveuses.

3-D'après les conclusions précédentes, deux types de neurones au moins interviennent : des neurones « sensitifs » dont les somas sont situés dans les ganglions spinaux, des neurones « moteurs » dont les somas sont situés dans la moelle épinière.

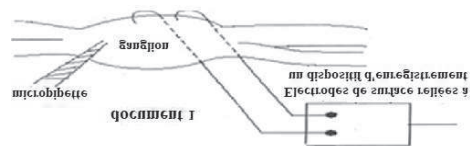
En ce cas une seule synapse unirait l'arborisation terminale du neurone sensitif et le soma du neurone moteur. L'arc réel étant bisynaptique, un troisième neurone complète le circuit. C'est un petit neurone « gris » intermédiaire entre le neurone sensitif et le neurone moteur.

Ceci peut être montré en calculant la durée théorique de transmission de l'influx de A en B et en comparant la valeur calculée à la valeur mesurée. La durée de passage d'une synapse est d'environ une milliseconde. La comparaison entre les deux valeurs montre qu'il existe au moins deux synapses entre A et B.

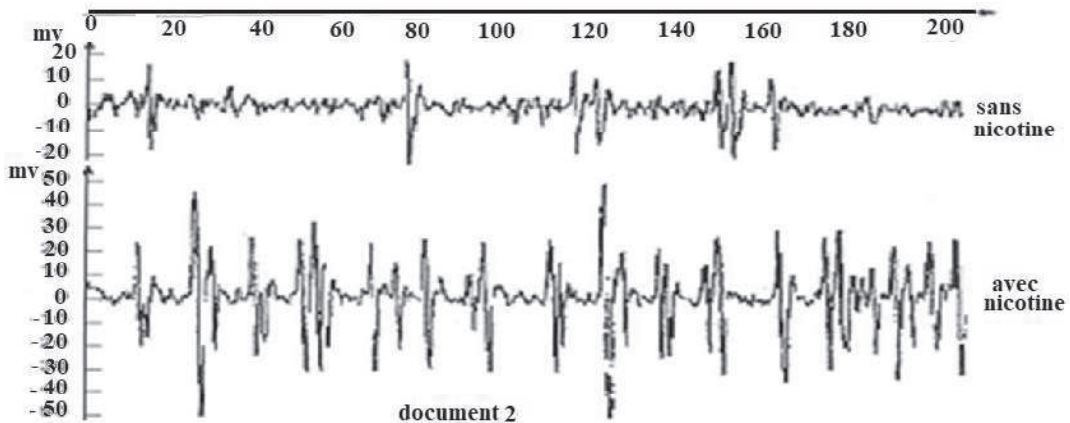
## Exercice 44

A. Pour connaître l'activité globale de la nicotine sur un groupe de neurones, on réalise plusieurs expériences et observations.

Les expériences ont été menées sur un centre nerveux d'insecte. Le dispositif expérimental représenté par le document 1 permet d'injecter diffé-

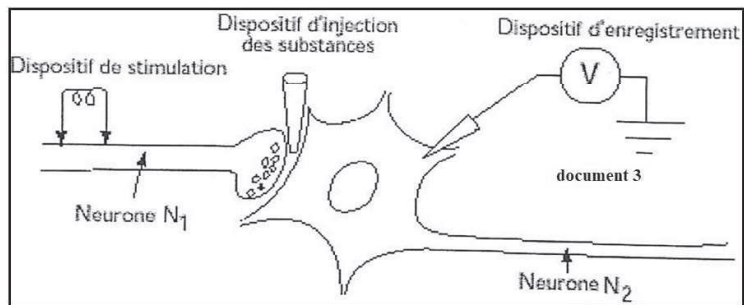


rentes substances dans le ganglion nerveux à l'aide d'une micropipette et d'enregistrer l'activité électrique globale du ganglion. (document 2).



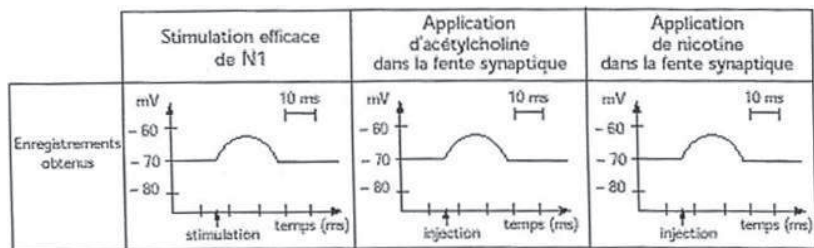
Remarque : Un ganglion nerveux renferme toujours plusieurs corps cellulaires de neurones et des synapses.

- 1- Analysez le document 2.
  - 2- Déduisez de cette analyse l'effet de la nicotine.
- B- Le document 3 représente le dispositif expérimental permettant de stimuler électriquement un neurone pré-synaptique  $N_1$ , d'appliquer des substances dans la fente synaptique et d'enregistrer l'activité électrique de la membrane du neurone post synaptique  $N_2$ .



Les résultats obtenus dans différentes conditions expérimentales figurent dans le document 4.

L'acétylcholine est une substance extraite des boutons synaptiques de  $N_1$ . La nicotine est une substance extraite des feuilles de tabac absente naturellement de l'organisme.

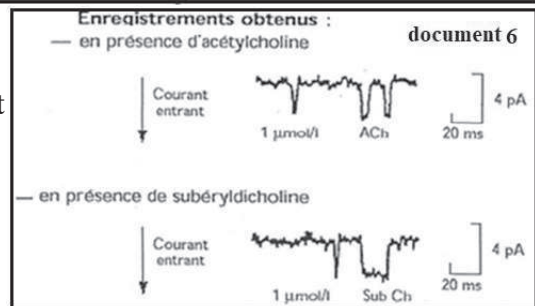
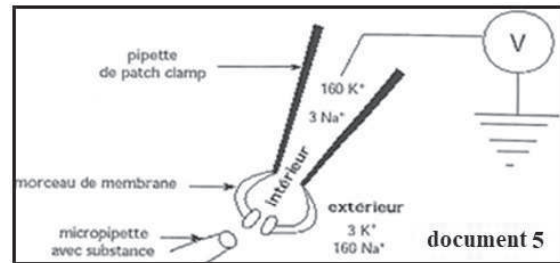


- Quelles remarques suggère la comparaison des résultats obtenus ?

C- On enregistre en patch-clamp, les courants élémentaires qui traversent une mem-

brane postsynaptique suite à l'application de 1mmol/l d'acétylcholine (ACh) ou de subéryldicholine (Sub Ch), molécule dont l'action est analogue à celle de la nicotine. Le protocole expérimental de la technique du patch-clamp est le suivant :

Un morceau de membrane est isolé sous une pipette, sa face externe orientée vers l'extérieur. Ce morceau ne contient qu'un récepteur à acétylcholine. On enregistre le courant qui le traverse en réponse à l'application d'une substance, après avoir fixé le potentiel de membrane à -80 mV. Les proportions des ions sont précisées sur le schéma du document 5. Les enregistrements obtenus avec les mêmes doses (1µmol / l) sont dans le document 6



1- Donnez la signification du courant entrant en tenant compte de la répartition des ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$  dans les milieux intracellulaire et extracellulaire.

2- Comparez les enregistrements obtenus en présence d'acétylcholine ou de subéryldicholine puis expliquez la (ou) les différence(s) constatée(s).

D- En tenant compte de l'ensemble des résultats, donnez le mode d'action de la nicotine.

## Corrigé 44

A- 1- En l'absence de la nicotine, l'activité électrique du ganglion est faible. L'injection de nicotine dans le ganglion augmente l'amplitude et la fréquence des potentiels d'action enregistrés à la surface du ganglion.

2- La nicotine stimule les neurones ganglionnaires.

B- Comparaison :

La stimulation efficace de  $\text{N}_1$  et l'application d'acétylcholine ou de nicotine dans la fente synaptique ont des effets similaires sur le potentiel de membrane de  $\text{N}_2$  qui se dépolarise légèrement.

Remarques:

- L'acétylcholine est le neurotransmetteur excitateur de la synapse  $\text{N}_1$  et  $\text{N}_2$ .

- La nicotine a les mêmes effets que l'acétylcholine sur les récepteurs cholinergiques de la membrane post synaptique de  $\text{N}_2$ .

C- 1- La concentration en ions  $\text{Na}^+$  du milieu extracellulaire est très élevée alors que celle du milieu intracellulaire est faible. Le courant entrant traduit l'entrée des ions  $\text{Na}^+$  dans le milieu intracellulaire par diffusion, ce qui peut être à l'origine d'une dépolarisation.



2- Comparaison :

Les courants entrant durent plus longtemps en présence de subéryldicholine qu'en présence d'acétylcholine.

Explication :

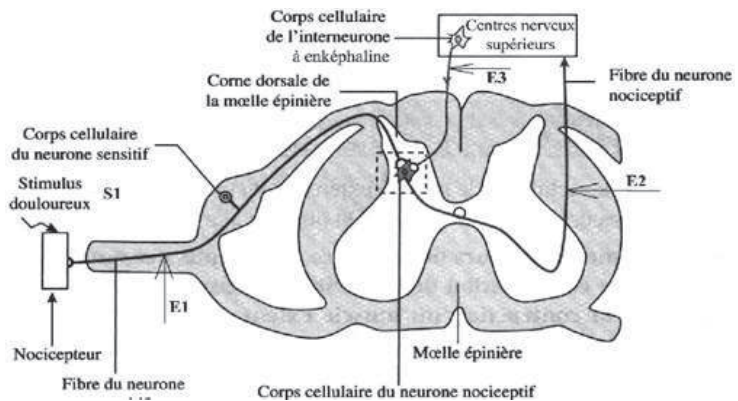
La subéryldicholine entraîne la diffusion d'une plus grande quantité de  $Na^+$  vers le milieu intracellulaire d'où une excitation plus forte que celle de l'acétylcholine à doses égales.

D- La nicotine stimule des centres nerveux d'insectes en se fixant sur des récepteurs à acétylcholine qui sont des canaux à  $Na^+$  chimio dépendants. Elle provoque leur ouverture d'où l'entrée des ions  $Na^+$  dans la membrane entraînant sa dépolarisation.

**Exercice 45**

La sensation douloureuse implique l'intervention de circuits neuroniques.

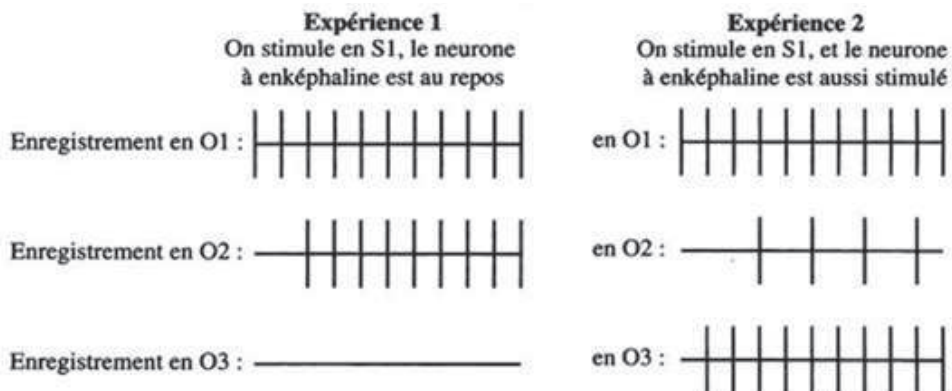
Le document 1 représente les structures impliquées dans la sensation de la douleur et sa modulation. On étudie certains mécanismes de contrôle de la transmission des messages nociceptifs ou messages douloureux, notamment pour montrer comment agissent l'enképhaline et la morphine.



On réalise deux expériences

1 et 2 au cours desquelles on stimule, en  $S_1$ , un nocicepteur de la peau avec la même intensité efficace et on enregistre l'activité électrique des trois fibres nerveuses :

- sensitive à l'aide d'une électrode  $E_1$  reliée à un oscilloscope  $O_1$  ;
- médullaire nociceptive à l'aide d'une électrode  $E_2$  reliée à un oscilloscope  $O_2$  ;
- du neurone à enképhaline à l'aide d'une électrode  $E_3$  reliée à un oscilloscope  $O_3$ . Les conditions ainsi que les résultats obtenus figurent dans le document 2.





1- Dégager, en se référant au document 2, le rôle de l'enképhaline. Justifier la réponse.

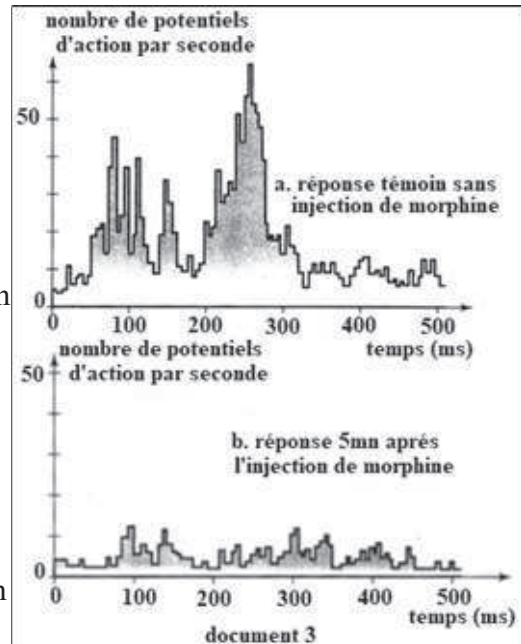
2- Expliquer comment le résultat enregistré en  $O_2$  dans l'expérience 2 met en évidence le rôle intégrateur du neurone nociceptif. Dans le cadre de l'étude de l'action de la morphine sur le neurone médullaire nociceptif, on réalise les expériences 3 et 4.

Expérience 3: à l'aide d'une microélectrode, on enregistre l'activité d'un neurone médullaire nociceptif au niveau de la corne dorsale suite à une stimulation électrique intense des fibres sensibles.

Expérience 4: dans les mêmes conditions que celles de l'expérience 3, on enregistre aussi l'activité du neurone médullaire après injection d'une dose de morphine à l'aide d'une micropipette au niveau des cornes dorsales. Le document 3 montre les résultats obtenus.

3- Déterminer, à partir du document 3, le rôle de la morphine.

4- La morphine et l'enképhaline sont des substances agonistes. Justifier cette affirmation.



### Corrigé 45

1- Le rôle de l'enképhaline est d'atténuer la sensation douloureuse car on observe en  $O_2$  un message douloureux de 4PA suite à la stimulation de la fibre sensible et celle de l'interneurone à enképhaline (exp. 2), inférieure à 9PA du message enregistré en  $O_2$  suite à la stimulation uniquement de la fibre sensible (exp. 1). Ceci montre que l'enképhaline libérée suite à la stimulation de l'interneurone inhibe partiellement la transmission du message douloureux.

2- Le neurone nociceptif a un rôle intégrateur il effectue la sommation spatiale des deux messages nerveux reçus des fibres présynaptiques, le premier traduisant un PPSE déclenché par le neurone sensible (message de 11PA en  $O_1$ ) et le deuxième un PPSI déclenché par le neurone à enképhaline (message de 10 PA en  $O_3$ ). La résultante est un message nerveux de faible fréquence (4 PA en  $O_2$ ).

3- La fréquence des potentiels d'action au niveau du neurone médullaire est élevée, elle varie de 5PA/s jusqu'à un maximum de 65PA/s environ suite à la stimulation de la fibre sensible sans morphine (doc. 3a). Par contre cette fréquence diminue fortement et fluctue entre environ 2 et 12PA/s suite à la stimulation de la fibre sensible avec injection de la morphine (doc. 3b). Ceci montre que la morphine a inhibé l'activité du neurone nociceptif

en diminuant la fréquence des PA ce qui a pour effet de diminuer la sensation douloureuse.

4- Elles sont des agonistes car la morphine et l'enképhaline ont le même effet d'atténuer la sensation de douleur au niveau du neurone médullaire nociceptif.

## Exercice 46

Albert Hofmann est notamment connu pour avoir découvert une puissante drogue de synthèse, le LSD. Dans l'un de ses ouvrages, il décrit ses sensations suite à la prise volontaire de cette drogue au titre d'automédication expérimentale :

« Tout ce qui entraît dans mon champ de vision oscillait et était déformé comme dans un miroir tordu.

J'avais également le sentiment de ne pas avancer avec le vélo, alors que mon assistante me raconta plus tard que nous roulions en fait très vite. Arrivé à la maison, les étourdissements et la sensation de faiblesse étaient par moments si forts que je ne pouvais plus me tenir debout et étais contraint de m'allonger sur un canapé.

Plus tard, je remarquais notamment la façon dont toutes les perceptions acoustiques, telles que le bruit d'une poignée de porte ou celui d'une voiture passant devant la maison, se transformaient en perceptions visuelles.

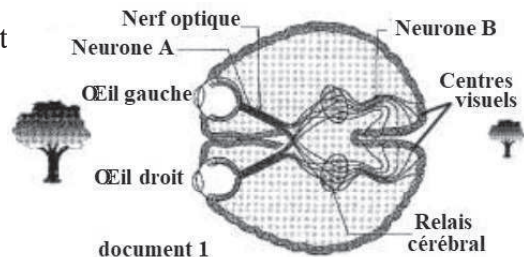
Chaque son produisait une image animée de forme et de couleur correspondante ».

1- Sachant qu'une hallucination est définie comme une « perception sans objet à percevoir », montrer que le LSD est un puissant hallucinogène.

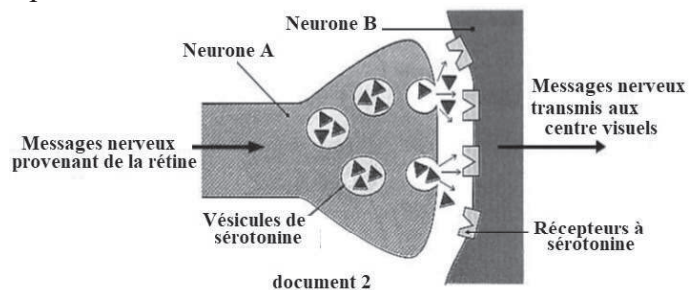
2- Justifier que le LSD ne modifie pas uniquement les perceptions visuelles chez la personne.

Afin de mieux comprendre l'action du LSD et de ses effets, on effectue les études suivantes.

Des stimulations portées sur les neurones A engendrent des perceptions visuelles. Le document 1 montre les voies visuelles encéphaliques impliquées dans ces perceptions visuelles.



Le document 2 représente le schéma de la synapse entre les deux types de neurones A et B au niveau du relais cérébral.



On effectue des stimulations efficaces d'intensités croissantes

( $I_1 < I_2 < I_3$ ) sur le neurone A. On mesure la quantité de sérotonine dans la fente synaptique et on enregistre le message nerveux au niveau des neurones A et B. Les résultats figurent

dans le tableau.

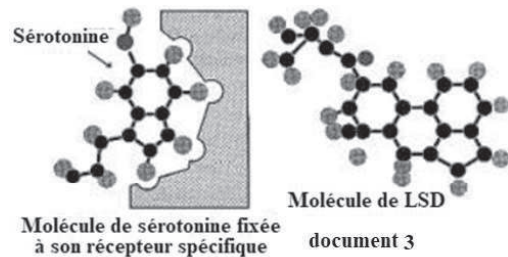
Intensité	Fréquence de PA au niveau du neurone A	Quantité de sérotonine (en ua)	Fréquence de PA au niveau du neurone B
I <sub>1</sub>	5	1.5	8
I <sub>2</sub>	9	2.5	13
I <sub>3</sub>	12	3	18

3- Expliquer les étapes de la transmission synaptique du message nerveux provenant de la rétine via les neurones de type A avant d'atteindre les centres visuels.

4- Tracer un histogramme montrant la variation de la quantité de sérotonine en fonction de l'intensité de stimulation.

5- Analyser les résultats obtenus. En dégager la forme de codage du message nerveux au niveau du neurone ainsi que celle au niveau de la synapse.

Le document 3 montre la structure moléculaire de la sérotonine et du LSD.



6- Proposer, d'après tout ce qui précède, une

explication quant au mode d'action du LSD dans la genèse d'une hallucination visuelle.

## Corrigé 46

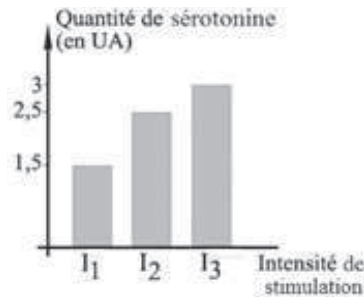
1-II y a bien une perception visuelle des sons. Les « perceptions acoustiques telles que le bruit d'une poignée de porte ou celui d'une voiture passant devant la maison se transformaient en perceptions visuelles ». Ce sont des sons qui entraînent la création des perceptions visuelles. Le LSD est donc un puissant hallucinogène puisqu'il provoque des perceptions sans objet à percevoir.

2- Le LSD ne modifie pas uniquement les sensations visuelles, il perturbe l'état global de la personne. En effet, Hofmann n'avait pas le sentiment d'avancer sur le vélo malgré qu'il roulait vite et la sensation de faiblesse était si forte qu'il ne pouvait pas se tenir debout et il était obligé de s'allonger.

3-L'arrivée du message nerveux provenant de la rétine, à l'extrémité axonale du neurone A présynaptique entraîne l'entrée du calcium dans le bouton terminal. Ce qui conduit à la libération par exocytose du neurotransmetteur, la sérotonine stockée dans les vésicules du neurone présynaptique. La sérotonine déversée, dans la fente synaptique, se fixe sur ses récepteurs spécifiques présents sur la membrane du neurone postsynaptique, le neurone B. Cette fixation entraîne la formation d'un PPSE dans le neurone postsynaptique et le message produit est conduit par le neurone B aux centres visuels.

## 4-Histogramme :

Variation de la quantité de sérotonine en fonction de l'intensité de stimulation



5-La fréquence de PA au niveau du neurone A et au niveau du neurone B augmente respectivement de 5 à 12 PA et de 8 à 18 PA quand l'intensité augmente de I<sub>1</sub> à I<sub>3</sub>. En même temps, la quantité de sérotonine augmente de 1,5 jusqu'à 3 u a.

Le message nerveux, au niveau du neurone, est modulé en fréquence de PA et au niveau de la synapse, il est modulé en quantité de neurotransmetteur.

6-Les molécules de sérotonine et de LSD ont une partie de leur structure moléculaire identique, or cette partie commune est celle qui permet la fixation de la molécule de sérotonine à son récepteur spécifique. On peut supposer que les molécules de LSD se sont fixées aux récepteurs de la sérotonine grâce à la complémentarité de forme. En plus, ces molécules sont agonistes (ont les mêmes effets). Ce qui déclenche un PPSE au niveau du neurone B même en absence de message présynaptique dans le neurone A et par suite un message nerveux se propage vers les centres visuels sans que les yeux ne détectent aucun objet. Ce qui explique les hallucinations visuelles décrites par Hoffman.

### Exercice 47

L'ecstasy est une drogue de synthèse, dérivée d'une amphétamine. Ses effets sont décrits dans le texte ci-dessous :

« ... si la quantité ingérée d'ecstasy est limitée, le consommateur devient euphorique, loquace et ressent un bain de bonheur. Cette phase peut durer 2 à 4 heures selon la dose et la sensibilité individuelle. Elle est suivie d'une période de « descente » marquée par un abattement profond, voire un véritable syndrome dépressif... »

Chez le singe, l'ecstasy provoque, à long terme, la destruction irréversible des neurones. Et chez l'Homme, nous sommes en droit de supposer qu'il y a des destructions neuronales et qu'elles pourraient être définitives... »

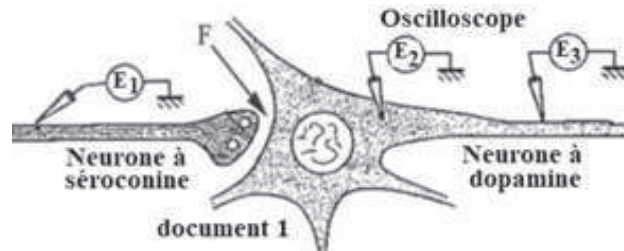
1- Relever du texte :

a- les effets de l'ecstasy à 1h et à 5h après la prise d'une dose limitée d'ecstasy.

b- l'expression montrant, chez le singe, la conséquence de la prise de l'ecstasy à long terme.

Afin de mieux comprendre les effets de l'ecstasy sur le système nerveux, on enregistre

l'activité expérimentale d'un neurone à dopamine connecté à un neurone à sérotonine (document 1). Pour cela on effectue sur le neurone à sérotonine deux stimulations successives à des intervalles de temps différents.



Le document 2 représente les résultats obtenus.

Conditions	Enregistrements de E <sub>1</sub>	Enregistrements de E <sub>2</sub>	Enregistrements de E <sub>3</sub>
2 stimulations éloignées			
2 stimulations rapprochées			

Document 2

- 2- Déterminer si la synapse F est une synapse excitatrice ou inhibitrice.
- 3- Indiquer, au niveau du neurone à dopamine, le type de sommation mise en évidence par cette expérience. Justifier la réponse.
- 4- Justifier, en se référant au document 2, l'expression suivante : « uniquement le potentiel d'action est propagé au niveau d'un neurone ».

La sensation de plaisir est liée à l'activité de certains neurones à dopamine situés dans l'encéphale. Le document 3 résume les effets de la prise d'ecstasy sur les neurones à sérotonine et à dopamine.

- 5- Expliquer l'intervention de chacun des neurones à sérotonine et à dopamine suite à la prise d'ecstasy dans le cas :
  - a- de la sensation d'euphorie.
  - b- du syndrome dépressif.

Paramètres mesurés au niveau des neurones	à sérotonine			à dopamine	
	Fréquence des potentiels d'action au niveau des neurones à sérotonine	Activité de synthèse de la sérotonine	Quantité de sérotonine libérée	Activité de la pompe de recapture de la sérotonine	Fréquence des potentiels d'action au niveau des neurones à dopamine
Sans ecstasy	++	++	++	++	++
0 à 4 heures après une prise d'ecstasy	++	++	++++	+	++++
Au-delà de 4h après une prise d'ecstasy	++	0	0	Non mesurable	+

Document 3 N.B : le nombre de + indique l'importance du phénomène

## Corrigé 47

1-a- A 1h : euphorique, loquace, ressent un bain de bonheur.

A 5h : une période de « descente » souvent marquée par un abattement profond, voire un véritable syndrome dépressif...

b- destruction irréversible des neurones

2- Suite à un message nerveux conduit par le neurone à sérotonine présynaptique, on observe au niveau de  $E_2$  soit un PPSE, une hypopolarisation d'amplitude 10 mV soit un potentiel d'action de 100 mV, au niveau du neurone postsynaptique. Alors la synapse F est une synapse excitatrice.

3 -Sommeation temporelle.

Car suite à deux stimulations éloignées on observe au niveau du même neurone présynaptique deux PA éloignés ce qui engendre au niveau du neurone postsynaptique deux hypopolarisations indépendantes l'une de l'autre ayant chacune une amplitude de 10mV, inférieure au seuil de dépolarisation. Par contre, suite à deux stimulations rapprochées, on observe 2PA consécutifs rapprochés provenant du même neurone présynaptique. Ce qui engendre des PPSE très rapprochés dont les effets s'additionnent et en conséquence l'amplitude atteint le seuil de dépolarisation conduisant à un PA d'amplitude 100mV. Cela montre que le neurone postsynaptique additionne les deux PPSE s'ils arrivent dans un délai très court.

4 -Dans le cas de 2 stimulations éloignées, le PPSE enregistré au niveau corps cellulaire ( $E_2$ ) n'est pas enregistré au niveau de l'axone (en  $E_3$ ) du même neurone. Alors l'hypopo



larisation n'est pas propageable.

Tandis que dans le de 2 stimulations rapprochées, le PA enregistré au niveau du corps cellulaire s'est propagé vers l'axone et il est enregistré en  $E_3$ . Ce qui justifie l'expression que uniquement le PA est propageable au niveau d'un neurone.

5-a- La sensation d'euphorie : la prise d'ecstasy ne modifie ni la fréquence d'émission du neurone sérotoninergique (2+) ni la synthèse de la sérotonine (2+). En revanche, elle fait augmenter la quantité de sérotonine libérée et réduire l'activité de la pompe de recapture.

Il en résulte une quantité de sérotonine considérablement accrue et plus persistante au niveau de la synapse excitatrice. L'activité du neurone postsynaptique à dopamine est modulée en concentration en sérotonine, ce qui explique l'activation du neurone dopaminergique dont la fréquence d'émission passe de 2+ à 4+. Cette activation libère une grande quantité de dopamine ce qui engendre la sensation d'euphorie constatée entre 0 et 4h.

5-b- Le syndrome dépressif : le neurone sérotoninergique ne libère plus de sérotonine et cesse de la synthétiser. Il en résulte une chute de l'activité du neurone à dopamine de 4+ à 2+ puisqu'en absence de sérotonine, le neurone à dopamine n'est plus stimulé. D'où une chute brusque de la sécrétion de dopamine impliquée dans la sensation de plaisir est à l'origine de l'état d'abattement et du syndrome dépressif caractéristiques de la descente

## Exercice 48

un animal qui présente une paralysie complète des muscles. Afin de déterminer l'origine de cette paralysie, les expériences suivantes ont été réalisées sur deux animaux : l'un normal et l'autre atteint de paralysie. Ces expériences sont effectuées sur un motoneurone N et un muscle M reliés par une synapse F.

**Expérience 1 :** On porte des stimulations efficaces directement sur un muscle M chez chacun des deux animaux. On constate une contraction musculaire dans les deux cas.

**Expérience 2 :** On porte des stimulations efficaces sur le motoneurone N relié au muscle M. Les résultats et les conditions expérimentales figurent dans le document 1.

	Résultats des stimulations efficaces du motoneurone N	
Animal normal	Message nerveux au niveau du motoneurone N	Contraction du muscle M
Animal paralysé	Message nerveux au niveau du motoneurone N	Pas de contraction du muscle M
Document 1		

1. Montrer que la paralysie chez cet animal est due à un dysfonctionnement synaptique.



Un groupe de chercheurs formule les hypothèses suivantes concernant la cause du dysfonctionnement synaptique chez les animaux atteints de paralysie :

$H_1$  : La paralysie est due à un blocage de l'exocytose de l'acétylcholine dans la fente synaptique.

$H_2$  : La paralysie est due à des récepteurs postsynaptiques de l'acétylcholine non fonctionnels.

$H_3$  : La paralysie est due à un manque de production d'acétylcholine par le neurone présynaptique.

Ces chercheurs réalisent ensuite les expériences 3, 4 et 5 pour vérifier ces hypothèses.

**Expérience 3** : Une analyse du contenu des vésicules synaptiques de la synapse neuro-musculaire chez l'animal paralysé révèle la présence de l'acétylcholine, tout à fait comme chez l'animal normal.

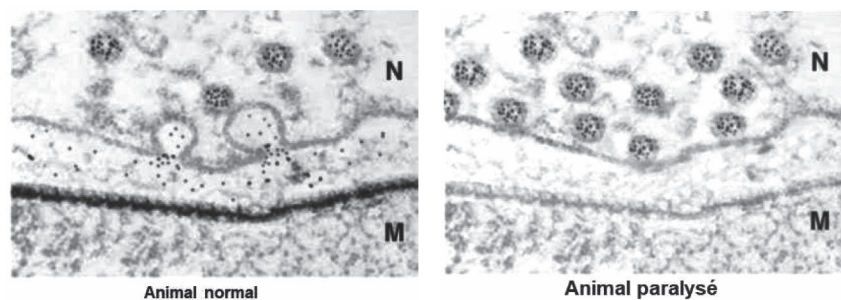
Dans le cadre de l'étude de certains cas de paralysie, des scientifiques ont travaillé sur

**Expérience 4** : On prélève de l'acétylcholine des synapses neuromusculaires de l'animal paralysé et on injecte cette Acétylcholine dans la fente synaptique entre N et M, chez l'animal paralysé et chez l'animal normal. On obtient une contraction musculaire du muscle M chez les deux animaux.

2. Déterminer les deux hypothèses rejetées après étude des résultats de chacune des expériences 3 et 4.

**Expérience 5** : On injecte dans le neurone N des deux animaux, normal et paralysé, de la choline radioactive, substance transformée par le neurone en acétylcholine.

On stimule ensuite le neurone N des deux animaux. Le document 2 montre les électrographies des synapses suite à la stimulation nerveuse. La radioactivité paraît sous forme de taches noires.



3. Préciser la cause de la paralysie chez l'animal.

## Corrigé 48

1-L'expérience 1 montre que le muscle se contracte quand il reçoit une stimulation efficace directe. Alors ce muscle est fonctionnel.

L'expérience 2 montre un message nerveux au niveau du motoneurone N quand il est stimulé, donc le motoneurone N est fonctionnel.

Par contre le muscle M de l'animal paralysé ne montre aucune contraction en conséquence au message nerveux qui lui parvient, contrairement au muscle M de l'animal normal. Ceci montre que la paralysie de l'animal n'est pas due au fonctionnement du motoneurone N ni de celui du muscle M, mais à la connexion entre les deux, c'est-à-dire au niveau de la synapse neuromusculaire.

**2-** Comme les vésicules synaptiques sont remplies d'acétylcholine, comme l'animal normal, ceci permet de rejeter l' $H_3$ , qui suppose un manque de production d'acétylcholine.

La contraction musculaire chez l'animal paralysé suite à l'injection d'acétylcholine dans la fente synaptique montre que ces neurotransmetteurs se sont fixés sur leurs récepteurs postsynaptiques au niveau du muscle. Ceci infirme l'hypothèse  $H_2$ .

**3-** La cause de la paralysie chez l'animale est une absence d'exocytose et donc de libération d'acétylcholine. Le message n'est pas transmis et le muscle reste relâché. Car les électrographies montrent des taches noires au niveau de la membrane synaptique, des vésicules synaptiques marquées en noir, ce qui indique la présence d'acétylcholine.

Des vésicules en exocytose, et des taches noires de l'acétylcholine, sont observées uniquement chez l'individu normal.

On observe un marquage radioactif de la membrane postsynaptique du muscle uniquement chez l'animal témoin. Donc il y a fixation d'Ach sur les récepteurs postsynaptiques.

## Exercice 49

La morphine est une substance analgésique (antidouleur) qui agit au niveau des synapses à enképhaline et à endorphine. Ces derniers sont des neurotransmetteurs produits naturellement dans le cerveau et dans la moelle épinière, alors que la morphine est exogène. Son usage excessif engendre une dépendance physique et psychique ainsi que des troubles respiratoires et digestifs.

**1-** Expliquer comment la morphine agit au niveau des synapses à enképhaline.

Afin d'éviter les effets secondaires de l'utilisation de la morphine, des chercheurs ont essayé de trouver d'autres substances analgésiques endogènes. Certaines de leurs études sont représentées dans les expériences ci-après.

**Expérience 1 :** Les chercheurs ont injecté à des rats du sérum sans ou avec analgésique, morphine ou endorphine. Ils ont déposé ensuite chaque rat dans la zone P d'une boîte dont la surface est répartie en deux zones : zone P (périphérique) couverte de pointes provoquant une douleur intense, et zone S (centrale) sans pointes. Puis, ils ont mesuré, pendant trois minutes, la durée moyenne pendant laquelle les rats restent dans la zone P. Cette durée indique l'effet analgésique de la substance étudiée. Les conditions ainsi que

les résultats figurent dans le document 1.

Animaux	Injections	Durée de présence dans la zone P (en s)
A	-	5
B	Morphine (6 mg/kg)	72
C	Endorphine (6 mg/kg)	5

document 1

2- Que peut-on déduire de l'expérience 1 ?

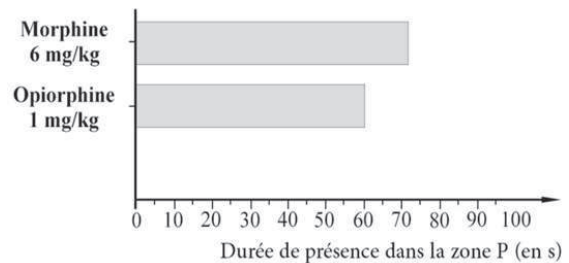
3- Formuler une hypothèse explicative du résultat obtenu suite à l'injection de l'endorphine.

**Expérience 2 :** Des chercheurs ont injecté des endorphines marquées au tritium radioactif dans le sang d'un groupe d'animaux. Les tests réalisés montrent une absence de la radioactivité dans le cerveau et dans la moelle épinière.

De plus, même dans le sang, l'endorphine disparaît rapidement, mais d'autres molécules radioactives apparaissent.

4- Montrer que l'expérience 2 explique le résultat obtenu avec les rats C.

**Expérience 3 :** D'autres chercheurs de l'Institut Pasteur ont identifié une nouvelle substance analgésique, sécrétée naturellement dans la salive de l'Homme : l'opiorphine. Ils ont testé l'opiorphine chez le rat. Ils répètent l'expérience 1 mais ils injectent de l'opiorphine à la place de l'endorphine. Les conditions expérimentales ainsi que les résultats sont présentés dans le document 2. Le document 3 montre des informations concernant l'opiorphine.



L'opiorphine a un pouvoir analgésique aussi bien pour une douleur thermique et mécanique que pour une douleur chronique. Elle paraît protéger l'enképhaline des effets de l'enzyme NEP présente dans les fentes des synapses à enképhaline. Il n'est pas nécessaire d'augmenter les doses de l'opiorphine pour obtenir un même effet antinociceptif. Elle ne produit pas de constipation et son pouvoir addictif est très réduit.

document 3

5- Montrer, en se référant au document 2, que l'opiorphine est un analgésique efficace.

6- Expliquer comment l'opiorphine agit en tant qu'analgésique.

7- Dégager deux raisons pour lesquelles l'opiorphine paraît être une molécule d'intérêt thérapeutique plus important que celui de la morphine.

**Corrigé 49**

**1-**La morphine est agoniste de l'enképhaline. Elle a une forme complémentaire aux récepteurs à enképhaline, elle se fixe sur ces mêmes récepteurs et elle agit comme l'enképhaline et inhibe la libération de la substance P. Ce qui arrête la transmission du message douloureux.

**2-**La durée de présence, dans la zone P, des animaux sans traitement ou ceux injectés d'endorphine seule est la même de 5s. Elle est 14 fois inférieure à 72s, qui est celle des animaux injectés par la morphine.

Donc, l'endorphine paraît être sans effet analgésique, à la différence de la morphine qui est puissant antalgique.

**3-**Hypothèse :

-L'endorphine ne peut pas traverser la barrière hématoencéphalique pour agir au niveau des synapses à endorphine.

-L'endorphine est dégradée rapidement avant son arrivée à la synapse à endorphine.

-L'endorphine a un effet à courte distance ou à court terme.

**4-**L'expérience 2 montre une transformation rapide de l'endorphine en d'autres substances ; ce qui provoque sa disparition rapide dans le sang et empêche son arrivée dans la moelle épinière et dans le cerveau. De même, elle montre que la radioactivité reste au niveau du sang ce qui explique l'incapacité de l'endorphine de traverser la barrière hémato-encéphalique qui est imperméable à cette substance et à ses produits. Cela explique l'inefficacité de l'endorphine en tant qu'analgésique administré ou exogène.

**5-**La durée de présence, dans la zone P, des animaux injectés d'opiorphine de 62s est légèrement inférieure à 72s, qui est celle obtenue avec les animaux injectés de morphine malgré leur injection de 1 mg/kg d'opiorphine. Cette quantité est 6 fois inférieure à 6 mg/kg, le taux de morphine injectée. Donc, l'opiorphine même à de très faibles doses, est aussi efficace que la morphine.

**6-**Puisque l'opiorphine paraît protéger l'enképhaline des effets de l'enzyme NEP présente dans les fentes des synapses à enképhaline, cet analgésique diminue la dégradation de ce neurotransmetteur après sa fixation sur les récepteurs postsynaptiques correspondants. Ce qui entraîne une augmentation de la concentration de l'enképhaline et sa persistance dans la fente synaptique et sur les récepteurs. Ainsi, l'action de l'enképhaline qui est d'inhiber la transmission du message douloureux, est renforcée. D'où l'effet analgésique observé dans le document 2 révélé par la durée de présence de 62s proche de 72s, celle de la morphine.

**7-**L'opiorphine agit à des faibles doses (6 fois < à celle de la morphine) pour avoir un effet analgésique donné ;

Les effets secondaires de l'Opiorphine sont réduits en les comparant à ceux de la mor-

phine : pas de constipation et d'addiction/ dépendance psychique...

L'Opiorphine est une substance naturelle sécrétée par l'organisme à l'encontre de la morphine qui est exogène.

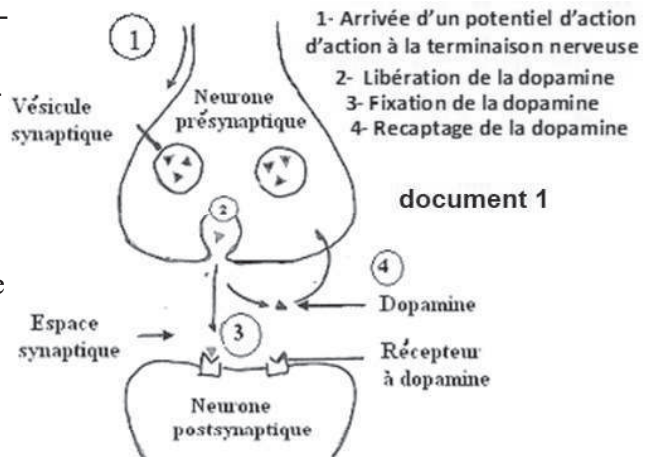
L'opiorphine agit en amplifiant les capacités analgésiques naturelles de l'organisme (amplifie l'action de l'enképhaline qui est aussi une endorphine naturelle), à l'encontre de la morphine qui les diminue.

### Exercice 50

Des études ont été réalisées pour démontrer le mode d'action de la cocaïne au niveau des synapses à dopamine, un neurotransmetteur cérébral.

Le document 1 révèle le schéma fonctionnel d'une synapse à dopamine.

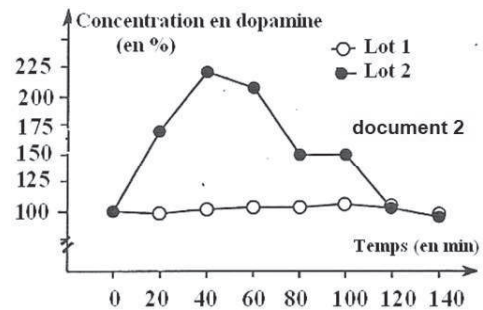
1-Rédiger un texte court décrivant le mode d'action de cette synapse.



On dose la concentration en dopamine dans les fentes synaptiques chez deux lots de rats. Les rats du 1<sup>er</sup> lot sont gardés comme témoins et ceux du 2<sup>e</sup> lot ont reçu une injection de cocaïne au temps  $t = 0$  minute. Les résultats

figurent dans le document 2.

La Cocaïne perturbe le fragile équilibre qui permet aux quelques dizaines de milliards de neurones de notre cerveau de fonctionner... Dans le cerveau, la cible privilégiée de la cocaïne est les neurones à dopamine. Normalement, les substances neurotransmettrices sont libérées par un neurone et passent dans la fente synaptique pour se fixer sur les récepteurs du neurone suivant. Certaines sont recaptées par une sorte de pompe spécifique pour être ensuite libérées au fur et à mesure des besoins. Or la cocaïne bloque cette pompe pour la dopamine. Conséquence : les neurotransmetteurs stimulent en permanence les neurones voisins. Sous les effets répétés de la cocaïne, les neurones s'adaptent à une concentration synaptique anormalement élevée de cette substance. Le cerveau est alors forcé de maintenir une production accrue de ce neurotransmetteur qui ne peut être entretenue que par l'apport fréquent de drogue. De là, le comportement angoissé du cocaïnomanie qui recherche sans cesse sa poudre...



2- Interpréter les résultats obtenus.

3-Proposer, en se référant aux documents 1 et 2, deux hypothèses expliquant le mode d'action de la cocaïne au niveau de cette synapse.

Le texte sous-dessous indique les effets de la cocaïne sur le système nerveux.

4- Laquelle des deux hypothèses émises est-elle validée par le document 3 ? Justifier la réponse.

5-Relever du texte les phrases qui indiquent que la prise de la cocaïne engendre la tolérance.

## Corrigé 50

1- L'arrivée d'un potentiel d'action au niveau de la terminaison nerveuse du neurone pré-synaptique permet la libération de la dopamine dans l'espace synaptique. La dopamine se fixe sur les récepteurs à dopamine au niveau du neurone postsynaptique, puis elle est recaptée par le neurone présynaptique.

2- Le pourcentage de la concentration en dopamine est de 100% au début de l'expérience chez les deux lots de rats. Ce pourcentage reste presque constant chez les rats témoins par contre il augmente chez les rats du 2<sup>e</sup> lot, après l'injection de cocaïne au temps  $t = 0$  min, pour devenir plus de deux fois plus (225%) après 40 minutes. Ce pourcentage commence à diminuer pour redevenir à la normale 100% après 120 minutes. Ceci implique que la cocaïne permet l'augmentation, pour un certain temps, de la quantité de dopamine dans la fente synaptique.

3- La cocaïne augmente la libération de dopamine dans la fente synaptique.

La cocaïne empêche ou diminue le recaptage de la dopamine par le neurone présynaptique.

4- L'hypothèse validée est celle de la cocaïne qui empêche le recaptage de la dopamine car elle bloque la pompe qui permet ce recaptage.

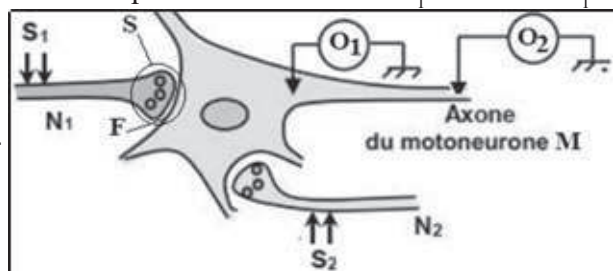
5- Sous les effets répétés de la cocaïne, les neurones s'adaptent à une concentration synaptique anormalement élevée de cette substance. Le cerveau est alors forcé de maintenir une production accrue de ce neurotransmetteur qui ne peut être entretenue que par l'apport fréquent de drogue.

## Exercice 51

Le schéma ci-contre représente un circuit neuronique. Une stimulation  $S_1$  donne en  $O_1$  une ddp de  $-52$  mV. Une stimulation  $S_2$  donne en  $O_1$  une ddp de  $-75$  mV.

1-Nommez les ddp enregistrées en  $O_1$  suite à chaque stimulation. Que pouvez-vous en déduire ?

2-Quel enregistrement obtient-on en  $O_2$  suite à chaque stimulation ? Que





concluez-vous ?

3-Citez, dans l'ordre, les événements qui se produisent au cours de la transmission synaptique au niveau de la synapse  $N_2$ -M.

4-On injecte une substance chimique X au niveau de la synapse  $N_1$ -M et on maintient la stimulation  $S_1$ , on enregistre toujours une ddp de -70mv quelque soit la stimulation.

4-1- Déduisez l'effet de cette substance.

4-2- Formulez deux hypothèses pour expliquer l'effet de X.

4-3- On injecte au niveau de synapse  $N_1$ -M (en F), une faible dose de la substance X radioactive et on détecte la localisation de la radioactivité dans la zone S, les résultats obtenus sont indiqués dans le tableau suivant :

Radioactivité au niveau de $N_1$	Radioactivité au niveau de F	Radioactivité au niveau de M
++++	+	-

Exploitez ces résultats afin de préciser l'hypothèse la plus probable.

### Corrigé 51

1-  $S_1$  en  $O_1$  : PPSE d'amplitude 8mV donc  $N_1$  est excitateur

$S_2$  en  $O_1$  : PPSI d'amplitude 5mV donc  $N_2$  est inhibiteur

2- En  $O_2$ , on aura un potentiel de repos (PR)

3- L'arrivée du PA présynaptique provoque au niveau du bouton synaptique l'ouverture de CVDca<sup>++</sup>, pénétration de Ca<sup>++</sup>, exocytose de médiateur chimique (GABA) qui se fixe sur leurs récepteurs spécifiques entraînant au niveau de la membrane poste synaptique l'ouverture de CCDcl<sup>-</sup> pénétration de Cl<sup>-</sup> → PPSI

4-1- La substance X bloque la transmission synaptique

4-2-Hypothèse 1 : empêche l'exocytose (bloque l'ouverture de CVDca<sup>++</sup>)

Hypothèse 2 : occupe les récepteurs spécifique (ou dégrade le médiateur chimique au niveau de la fente)

3- La présence de la radioactivité au niveau de l'élément présynaptique confirme l'hypothèse 1 : bloquer l'ouverture de CVDca<sup>++</sup>

### Exercice 52

Sur un axone géant de calmar, on enregistre à l'aide de deux électrodes reliées à un oscilloscope, la différence de potentiel dans trois situations différentes (document):

Situation 1 : on enregistre la partie X.

Situation 2 : on enregistre la partie Y.

Situation 3 : on enregistre la partie Z.

1-Précisez les conditions d'enregistrement à l'instant  $t_0$  et  $t_1$ .

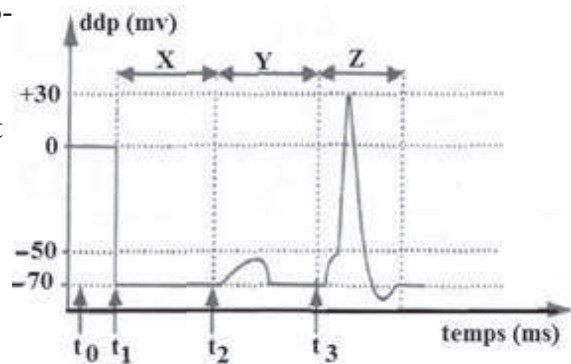
2- Nommez le phénomène apparu dans la partie X et citez son origine ionique.

3- Nommez les phénomènes électriques obtenus dans les parties Y et Z et indiquez dans



un tableau trois différences entre ces phénomènes électriques.

4- Expliquez les conditions expérimentales qui ont permis d'enregistrer les parties Y et Z.



### Corrigé 52

1- A l'instant  $t_0$ , les deux électrodes sont à la surface et à  $t_1$  on introduit la micro électrode réceptrice

2- Phénomène X = PR qui s'explique par la différence de concentration entre  $\text{Na}^+$  (plus concentré à l'extérieur) et  $\text{K}^+$  (plus concentré à l'intérieur).

3-

Phénomène X : potentiel récepteur	Phénomène Y : PA
N'exige pas un seuil	Exige un seuil
Subit le décrément (non propageable)	Propageable
Codé en modulation d'amplitude	Codé en modulation de fréquence

4- L'enregistrement YM, excitation inférieure au seuil.

L'enregistrement Z, excitation égale ou légèrement supérieure au seuil.

### QCM

Pour chacun des items suivants, il peut y avoir une ou deux réponse(s) correcte(s). Relevez le numéro de chaque item et indiquez dans chaque cas la (ou les deux) lettre(s) correspondant à la (ou aux deux) réponse(s) correcte(s).

**1- Les thermorécepteurs sont localisés au niveau :**

- a- Des muscles.
- b- De la peau.
- c- Du cerveau.
- d- De la moelle épinière

**2- Le long d'une fibre nerveuse myélinisée, la propagation du potentiel d'action se fait :**

- 
- a- de proche en proche.
  - b- d'une manière saltatoire.
  - c- à une vitesse constante.
  - d- à une vitesse d'autant plus faible que le diamètre de la fibre est plus grand.

**3- Au niveau du site transducteur d'un récepteur sensoriel, on enregistre suite à une stimulation :**

- a- un potentiel postsynaptique excitateur.
- b- un potentiel postsynaptique inhibiteur.
- c- un potentiel de récepteur.
- d- un potentiel d'action.

**4- La période réfractaire d'une fibre nerveuse s'explique par :**

- a- l'ouverture des canaux de fuites.
- b- l'ouverture des canaux voltage dépendants à  $\text{Na}^+$ .
- c- la fermeture momentanée des canaux voltage dépendants à  $\text{K}^+$  après la repolarisation.
- d- la fermeture momentanée des canaux voltage dépendants à  $\text{Na}^+$  après la dépolarisation.

**5- La libération du neurotransmetteur se produit :**

- a- par fusion des membranes vésiculaires avec la membrane postsynaptique.
- b- suite à l'élévation du taux de  $\text{Ca}^{2+}$  intracellulaire.
- c- suite à l'élévation du taux de  $\text{K}^+$  intracellulaire.
- d- suite à une dépolarisation de la membrane présynaptique.

**6- Au niveau d'une synapse neuroneuronique, la transmission du message nerveux fait intervenir :**

- a- des canaux voltage dépendants à  $\text{K}^+$ .
- b- des canaux voltage dépendants à  $\text{Na}^+$ .
- c- des canaux voltage dépendants à  $\text{Ca}^{2+}$ .
- d- des canaux chimiodépendants.

**7- Dans des conditions expérimentales adéquates, une différence de potentiel de -90 mV peut être enregistrée :**

- a- au niveau du site générateur d'un récepteur sensoriel

- b- au niveau du site transducteur d'un récepteur sensoriel,
- c- au niveau de la membrane postsynaptique d'une synapse inhibitrice,
- d- à la suite de la sommation spatiale de deux potentiels postsynaptiques excitateurs.

### **8-Le réflexe myotatique :**

- a- est monosynaptique.
- b- est poly synaptique
- c- est assuré par un neurone sensitif et deux motoneurones.
- d- est un acte volontaire qui se produit en réponse à un stimulus.

### **9-Les canaux chimio-dépendants à Cl<sup>-</sup>:**

- a- s'ouvrent suite à une entrée massive de neurotransmetteur dans l'élément post-synaptique.
- b- assurent un transport passif des ions Cl<sup>-</sup>.
- c- sont responsables de l'hyperpolarisation de l'élément post-synaptique.
- d- existent au niveau de toutes les synapses inhibitrices.

### **10- La cocaïne agit sur certains neurones :**

- a - en empêchant la libération du neurotransmetteur
- b - en prolongeant l'action d'un neurotransmetteur
- c - en prenant la place d'un médiateur naturel sur son
- d - en inhibant la recapture d'un neurotransmetteur.

### **11- L'amplitude d'un PA au niveau d'une fibre nerveuse :**

- a. correspond à l'amplitude de la dépolarisation.
- b. correspond à l'amplitude de la repolarisation et de l'hyperpolarisation.
- c. dépend de la concentration de Na<sup>+</sup> dans le MEC.
- d. dépend de la concentration de K<sup>+</sup> dans le MIC.

### **12- Le réflexe myotatique est :**

- a. un étirement d'un muscle suite à sa contraction.
- b. une contraction d'un muscle suite à son étirement.

- c. peut-être un réflexe d'extension.
- d. est toujours un réflexe d'extension.

**13- La vitesse du PA au niveau d'une fibre nerveuse :**

- a. dépend de l'intensité de stimulation.
- b. dépend du diamètre de la fibre.
- c. diminue avec la chaleur.
- d. augmente avec la présence de gaine de myéline.

**14- Le potentiel de repos :**

- a. correspond à une ddp de 0 mV.
- b. se mesure au niveau du nerf.
- c. caractérise un milieu intracellulaire relativement moins électropositif.
- d. indique une polarisation de la membrane cytoplasmique.

**15- Lors d'un potentiel d'action :**

- a. le gradient de concentration de  $\text{Na}^+$  s'inverse.
- b. le gradient de concentration de  $\text{K}^+$  ne change pas.
- c. la ddp change par des transports passifs.
- d. la ddp change par des transports actifs.

**16- Un PPSE, enregistré au niveau du cône axonique :**

- a. peut-être le résultat d'une sommation spatiale.
- b. ne provient que d'une synapse excitatrice.
- c. engendre toujours un PA postsynaptique.
- d. n'engendre pas un PA postsynaptique.

**17- Les courants locaux :**

- a. assurent la propagation du potentiel d'action.
- b. permettent de modifier la ddp de (-70 mV) à (+ 30 mV).

- 
- c. s'effectuent entre le milieu intracellulaire et le milieu extracellulaire.
  - D. résultent de l'attraction des charges positives par les charges négatives.

**18 - Les canaux voltages dépendants à Na<sup>+</sup> :**

- a. assurent la phase de dépolarisation du PA.
- b. assurent la phase de repolarisation du PA.
- c. s'ouvrent pour une ddp égale à (- 50 mV).
- d. permettent une entrée active des ions Na<sup>+</sup>.

19 -L'observation microscopique d'une zone de la substance blanche de la moelle épinière montre :

- a- des synapses.
- b- des fibres nerveuses myélinisées
- c- des corps cellulaires unipolaires,
- d- des corps cellulaires multipolaires.

20-Les fibres  $\alpha$  parcourant la racine antérieure d'un nerf rachidien sont :

- a- des axones
- b- des dendrites.
- c- des voies nerveuses motrices,
- d- des voies nerveuses afférentes.

21-La sommation spatiale des messages nerveux :

- a- est observée dans les chaînes divergentes ;
- b- est observée dans les chaînes convergentes et dans les chaînes divergentes ;
- c- permet toujours d'atteindre le seuil ;
- d- concerne les PPSI et les PPSE.

22-Le réflexe myotatique est :

- a-un réflexe dont le circuit comporte deux neurones ;
- b-un réflexe extéroceptif ;
- c- une réaction innée peu rapide ;

d- une contraction du muscle en réponse a son propre étirement.

23- L'accoutumance conduit à :

- a. une envie d'augmenter la dose de la drogue consommée.
- b. une envie de répéter la consommation d'une drogue par le toxicomane.
- c. la diminution du plaisir recherché.
- d. la toxicomanie.

24-L'arrivée d'un influx nerveux au bouton synaptique :

- a. ouvre les canaux chimio dépendants à Na<sup>+</sup>.
- b. ouvre les canaux voltages dépendants à calcium.
- c. stimule l'exocytose d'un neurotransmetteur.
- d. stimule la fixation du neurotransmetteur sur des récepteurs spécifiques.

25- Dans le réflexe myotatique, l'innervation réciproque :

- a. assure la coordination des mouvements des muscles antagonistes.
- b. met en jeu 2 synapses inhibitrices.
- c. met en jeu 2synapses excitatrices et 1 synapse inhibitrice.
- d. met en jeu une synapse excitatrice et une synapse inhibitrice.

## Corrigé QCM

Items	1	2	3	4	5	6	7	8	11	12	13	14	16	19	20	22	23
Réponse(s) correcte(s)	b	bc	c	d	bd	cd	c	ac	ac	bc	bd	cd	a	b	ad	ad	ac

# Milieu interieur





## QCM

### 1-Dans le cas de stress :

- a -Le rythme cardiaque augmente
- b -Le rythme cardiaque diminue
- c -La circulation de sang augmente dans la peau
- d -La circulation de sang vers les muscles diminue

### 2- La vasoconstriction des artères peut être le résultat de :

- a - la sécrétion d'adrénaline.
- b - la sécrétion d'acétylcholine.
- c - la formation d'angiotensine.
- d - la sécrétion d'ADH.

### 3- La section de l'interneurone inhibiteur entraîne :

- a - une vasoconstriction des artères.
- b - une vasodilatation des artères.
- c - une augmentation de libération d'acétylcholine.
- d - une augmentation de libération de noradrénaline.

### 4- Des stimulations effectuées sur l'interneurone inhibiteur du bulbe rachidien entraînent :

- a - une augmentation de l'activité électrique des nerfs pneumogastriques.
- b - une augmentation de l'activité électrique des nerfs sympathiques.
- c - une baisse de l'activité du centre médullaire cardioaccélérateur.
- d - une baisse de l'activité du centre bulbaire cardiomodérateur.

### 5- L'augmentation de sécrétion d'adrénaline s'observe en cas de :

- a - stimulation du ganglion étoilé.
- b - hypertension.
- c - baisse importante de la volémie.
- d - augmentation de la volémie.

### 6- Les sinus carotidiens sont innervés par :

- a - le système sympathique moteur.
- b - le système parasympathique moteur.
- c - les nerfs pneumogastriques.
- d - les nerfs de Hering.

### 7- La sécrétion d'ACTH par l'hypophyse :

- a - stimule la sécrétion d'adrénaline.
- b - stimule la sécrétion du cortisol.
- c - diminue immédiatement lorsque l'organisme est soumis à un agent stressant.
- d - active indirectement la néoglucogenèse pendant la phase d'adaptation.

8- Lors de la régulation de l'hypertension, Il se produit une :

- a- diminution du rythme cardiaque
- b- vasodilatation des vaisseaux sanguins
- c- augmentation de la sécrétion d'adrénaline
- d- levée de l'inhibition exercée sur le centre vasomoteur.

9- Les glandes surrénales interviennent dans la physiologie du stress par la libération :

- a- du cortisol.
- b- de la thyroxine,
- c- de l'adrénaline,
- d- de l'hormone diurétique (ADN).

10- L'hormone antidiurétique (ADH) ou vasopressine :

- a- est sécrétée par les reins.
- b- est sécrétée par les glandes surrénales.
- c- intervient dans la correction de l'hypotension.
- d- favorise la réabsorption des ions  $\text{Na}^+$  au niveau des reins.

11- La vasodilatation résulte de :

- a- la libération de l'adrénaline,
- b- la libération de la noradrénaline.
- c- l'inhibition du centre vasomoteur.
- d- la diminution de la fréquence des potentiels d'action au niveau des nerfs de Hering.

12- L'augmentation du rythme cardiaque résulte d'une augmentation de la fréquence des potentiels d'action au niveau des nerfs :

- a- de Cyon. b- de Hering. c- sympathiques d- pneumogastriques.

13- L'acétylcholine et l'adrénaline :

- a- sont des hormones.
- b- agissent en se fixant sur des récepteurs spécifiques
- c- interviennent dans la régulation de l'hypotension
- d- interviennent dans la contraction du muscle squelettique.

14- La stimulation efficace du bout périphérique d'un nerf pneumogastrique sectionné entraîne :

- a- une cardiomodération
- b- une sécrétion d'adrénaline,
- c- une vasoconstriction des artéoles
- d- une augmentation de la pression artérielle.

15- Lors de la régulation de la pression artérielle, le message nerveux parcourt le circuit suivant :

- a- barorécepteurs  $\longrightarrow$  centres bulbaires  $\longrightarrow$  nerfs de Hering et de Cyon  $\longrightarrow$  nerfs sympathiques et parasympathiques  $\longrightarrow$  cœur.

b- barorécepteurs → nerfs sympathiques → et parasympathiques →  
centres bulbaires → nerfs de Hering et de Cyon → cœur.

c- barorécepteurs → nerfs de Hering et de Cyon → centres bulbaires  
nerfs sympathiques et parasympa- → thiques → cœur.

d- barorécepteurs → nerfs de Hering et de Cyon → nerfs sympathiques  
et parasympa- thiques → centres bulbaires → cœur.

16- Après section des nerfs X et stimulation d'un bout central de l'un de ces nerfs :

- a - la pression artérielle se maintient élevée.
- b - la pression artérielle baisse.
- c - le rythme cardiaque reste normal.
- d - le rythme cardiaque se maintient élevé.

17- La transfusion d'une quantité supplémentaire de sang à un individu normal entraîne :

- a - une augmentation de libération d'ADH.
- b - une hypersécrétion d'aldostérone.
- c - une activation du système parasympathique.
- d - une activation du système orthosympathique.

18- L'aldostérone est :

- a. une enzyme surrénalienne.
- b. une hormone surrénalienne.
- c. un neurotransmetteur du système parasympathique.
- d. un neurotransmetteur du système orthosympathique

### Corrigé QCM

Items	1	2	8	9	10	11	12	13	14	15	18
Réponse (s) correcte (s)	a	c	a-b	a-c	c	c	c	b	a	c	b

## Exercice 1

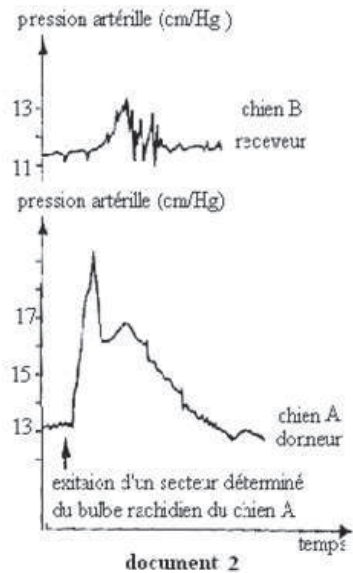
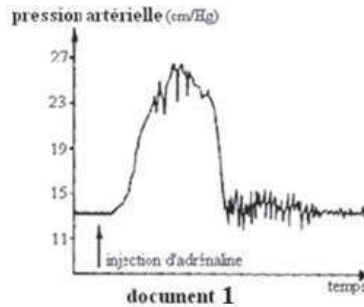
On enlève chez un chien les médullo-surrénales. L'animal continue à vivre mais il est affecté de quelques troubles : en particulier sa pression artérielle s'abaisse.

1- Qu'en conclure ?

Des extraits de médullo-surrénales injectés dans la circulation sanguine de ce chien font disparaître les troubles mentionnés ci-dessus.

2 - Quelle(s) précision(s) cette information apporte-t-elle ?

Des méthodes cytochimiques ont mis en évidence la présence d'adrénaline dans les cellules de la médullo-surrénale. Le document 1 représente le résultat d'une injection d'adrénaline chez un chien normal.



3 - Que peut-on déduire de l'étude de la courbe ?

On réalise une mise en communication d'une veine surrénale (vaisseau par lequel le sang quitte la surrénale) d'un chien « donneur » A et d'une veine jugulaire (veine du cou) d'un chien « receveur » B.

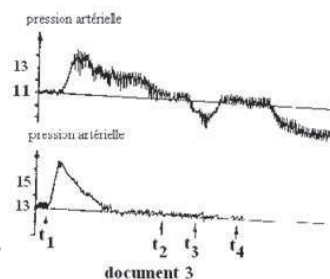
On réalise, d'autre part, un retour sanguin de B vers A.

Le chien B est privé de ses médullo-surrénales et l'on procède sur A aux expériences indiquées sur les documents 2 et 3.

On ne considérera que l'allure générale des courbes.

4 - A quelles conclusions aboutit-on ? Justifier vos réponses.

On fait entendre à un chat normal les aboiements d'un chien : on observe une augmentation de sa pression artérielle. La même expérience est réalisée avec un chat auquel on a sectionné les fibres nerveuses orthosympathiques innervant les médullo-surrénales :



on ne note aucune augmentation de sa pression artérielle, lorsque le chien aboie. Enfin, sur le même animal, on sectionne les nerfs reliés au cœur: on observe le même résultat.

5 - Que peut-on déduire de chacune de ces observations ? Conclure.

- $t_1$  : excitation des fibres orthosympathique aboutissant à la médullosurrénale.
- entre  $t_2$  et  $t_3$  : pincement de la communication sanguine.
- $t_4$  : section des fibres orthosympathique aboutissant à la médullosurrénale.

**Corrigé 1**

1- Les médullo-surrénales contrôlent la pression artérielle : elles exercent un pouvoir hypertenseur

2- Ce contrôle s'exerce de façon hormonale puisque l'injection d'extraits de médullo-surrénales restaure la fonction supprimée par l'ablation des médullo-surrénales.

3- Avant l'injection d'adrénaline, la pression artérielle du chien oscille autour de 12.5 cm de Hg.

À l'issue de l'injection d'adrénaline, la pression artérielle augmente rapidement jusqu'à 25 cm de Hg. L'adrénaline a donc un pouvoir hypertenseur.

L'adrénaline a le même rôle hypertenseur que les extraits de médullo-surrénales.

4- Première expérience

Avant l'excitation du bulbe rachidien, la pression artérielle du chien A, donneur, oscille autour de 13 cm de Hg. Celle du chien B, privé de médullo-surrénales avoisine 11 cm de Hg. A l'issue de l'excitation du bulbe rachidien, la pression artérielle du chien A, donneur, augmente rapidement jusqu'à plus de 20 cm de Hg. Celle du chien B, privé de médullo-surrénales augmente avec une certaine latence et plus lentement jusqu'à plus de 13 cm de Hg.

Interprétation : La seule liaison qui existe entre ces deux chiens étant une liaison sanguine, on peut émettre l'hypothèse que la stimulation du bulbe rachidien du chien A, a provoqué la propagation d'un message nerveux dont l'effecteur est la médullo-surrénale qui libère dans le sang une hormone à effet hypertenseur, l'adrénaline. Cette hormone passe dans le sang du chien B par la liaison vasculaire réalisée entre ces deux animaux.

Seconde expérience

- Avant l'excitation des fibres orthosympathiques aboutissant à la médullo-surrénale, la pression artérielle du chien A, donneur, oscille autour de 13 cm de Hg. Celle du chien B, privé de médullo-surrénales avoisine 11 cm de Hg.

A l'issue de l'excitation des fibres orthosympathiques aboutissant à la médullo-surrénale ( $t_1$ ), la pression artérielle du chien A, donneur, augmente rapidement jusqu'à plus de 16 cm de Hg. Celle du chien B augmente, avec une certaine latence, et plus lentement jusqu'à plus de 14 cm de Hg.

Interprétation : Les fibres orthosympathiques stimulées sont des fibres efférentes qui partent du bulbe rachidien (centre nerveux) et aboutissent à la médullo-surrénale (effecteur).

- Après retour aux valeurs initiales pour les deux chiens, le pincement de la communication sanguine (entre  $t_1$  et  $t_2$ ), est sans effet sur le chien A, mais provoque avec un certain temps de latence, une chute de la pression artérielle jusqu'à moins de 9 cm de Hg chez le chien B. Le

rétablissement de la communication sanguine entre les deux animaux permet le retour à la valeur initiale de la pression artérielle (11 cm de Hg) chez le chien B.

Interprétation: Cette expérience valide l'hypothèse précédente : la stimulation des fibres orthosympathiques efférentes qui partent du bulbe rachidien (centre nerveux) provoque la sécrétion d'adrénaline, hormone à pouvoir hypertenseur, par les médullo-surrénales.

- A l'issue de la section des fibres orthosympathiques aboutissant à la médullo-surrénale ( $t_4$ ), on constate que la pression artérielle du chien A, donneur, diminue jusqu'à une valeur voisine de 11 cm de Hg. Celle du chien B, diminue avec une certaine latence et plus lentement jusqu'à une valeur inférieure à 9 cm de Hg.

Interprétation : Indépendamment de toute stimulation expérimentale, les fibres orthosympathiques efférentes qui partent du bulbe rachidien provoquent la sécrétion d'adrénaline.

5- L'aboïement du chien est un stimulus, à l'origine de l'augmentation de la pression artérielle chez le chat. Les fibres orthosympathiques aboutissant à la médullo-surrénale sont les fibres efférentes du réflexe dont l'aboïement du chien est le stimulus et qui aboutit à une hypertension.

Les nerfs reliés au cœur ne sont pas des nerfs appartenant au réflexe dont l'aboïement du chien est le stimulus et qui aboutit à une hypertension.

## Exercice 2

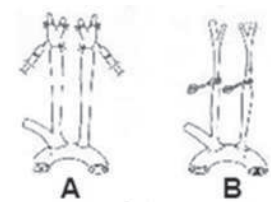
Un médecin mesure la pression artérielle chez un homme adulte : il annonce 11,8 et 7,5 et rassure le patient que sa pression est normale.

1- Que signifient ces valeurs ?

2- Chez un chien anesthésié, on réalise les deux expériences A et B représentées par les deux schémas.

En A, on injecte, après ligature, au niveau du sinus carotidien, un certain volume d'une solution isotonique de sérum physiologique. document A

En B, on pince les deux carotides communes comme le montre le document B.



a- Quelle perturbation a-t-on créée dans chacune des deux situations A et B ?

b- Précisez la réponse du cœur pour chacune de ces situations.

c- Donnez, chaque fois, la succession des différents événements qui se sont produits et qui ont abouti aux réponses observées.

## Exercice 3



I- Chez un chien anesthésié, on réalise les expériences 1 et 2 représentées par les schémas A et B.

Expérience 1 : On réalise 3 ligatures au niveau d'un sinus carotidien, de telle façon qu'on isole celui-ci du reste du vaisseau (schéma. A), puis on injecte un certain volume d'une solution isotonique de sérum physiologique. On observe un ralentissement cardiaque.

- Expérience 2: On pince les deux carotides primitives comme le montre le schéma B. Une accélération cardiaque se produit dans ce cas.

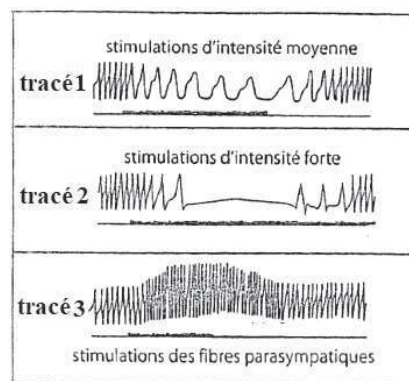
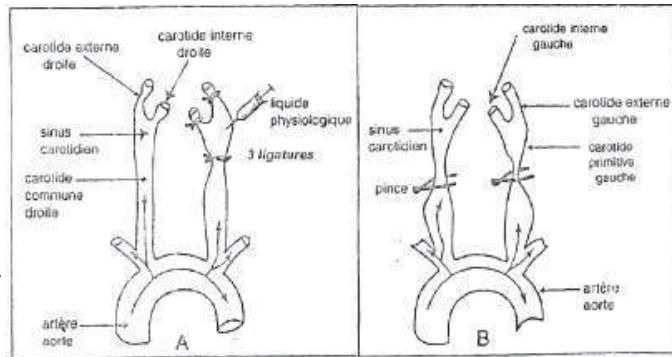
1- Quelle perturbation a-t-on créée dans chacune des expériences précitées ?

2- Donner, pour chacune de ces situations, la succession des différents événements qui se sont produits et qui ont abouti aux réponses observées.

II- Les tracés 1, 2 et 3 sont obtenus par excitations prolongées du nerf cardiaque\* d'une grenouille anesthésiée.

chez la grenouille, le nerf cardiaque contient à la fois des fibres parasympathiques et des fibres orthosympathiques. On peut bloquer le fonctionnement des unes ou des autres de ces fibres par des procédés appropriés.

Analysez succinctement les traces 1, 2 et 3 et tout en exploitant vos connaissances, expliquez l'action des fibres végétatives sur l'activité cardiaque.



### Corrigé 3

I-1- En A, l'introduction du liquide physiologique dans le sinus carotidien ligaturé et isolé, provoque une augmentation locale et artificielle de la pression sanguine.

- En B, l'arrêt momentané de la circulation, au niveau des deux pinces, va entraîner une baisse de la pression artérielle au niveau des sinus carotidiens.

2. En A, il y a les phénomènes suivants :

Une augmentation de la pression sanguine stimule les barorécepteurs existant au niveau des sinus carotidiens, ce qui augmente la fréquence des potentiels d'action émis par ces barorécepteurs et conduits par les nerfs de Herring jusqu'au centre bulbaire.

Une stimulation importante des neurones parasympathiques situés dans le noyau moteur du nerf pneumogastrique.

Une action renforcée du nerf parasympathique (ou nerf vague ou nerf X) sur le tissu nodal il y a un ralentissement cardiaque.

Une stimulation plus importante des neurones inhibiteurs bulbaires et une inhibition accentuée des neurones orthosympathiques provoquent une diminution de la force des contractions cardiaques et de la résistance vasculaire. Ces deux actions concourent à faire baisser la pression artérielle, en réponse à l'élévation enregistrée par les barorécepteurs.

En B, il y a les phénomènes suivants :

la baisse de la pression fait que les barorécepteurs sont moins excités et émettent moins de potentiels d'action (étapes 1 et 2 du schéma).

Le parasympathique est moins stimulé (étapes 3 et 4 du schéma) ;

l'orthosympathique est moins inhibé (étapes 2;5;6 et 7 du schéma).

Les effecteurs répondent : de la fréquence cardiaque + vasoconstriction pression artérielle.

II- Analyse des cardiogrammes A et B et mode d'action des nerfs cardiaques :

-Les tracés (1) et (2) : des stimulations rapprochées du parasympathique avec une intensité moyenne provoquent un ralentissement du cœur. Des excitations répétées avec une fréquence élevée (tracé 2) un arrêt du cœur en diastole, malgré la persistance du stimulus, il y a une reprise des battements, d'abord faibles et espacés puis normaux : c'est le phénomène d'échappement. Le cœur échappe à l'action modératrice du parasympathique.

Le parasympathique a donc un effet cardiomodérateur. Il agit en diminuant la fréquence et l'énergie des contractions cardiaques

-Le tracé (3) représente la stimulation des fibres orthosympathiques : on observe un effet que si l'intensité de l'excitant est forte et répétée à une fréquence élevée la fréquence cardiaque augmente.

Après un certain temps de latence on observe une accélération du rythme cardiaque et une augmentation de l'amplitude des contractions. Quand on cesse les excitations, le rythme et l'amplitude des contractions restent élevés pendant un certain temps; ils ne reviennent que progressivement à leur valeur initiale.

Le système orthosympathique a un effet cardio-accélérateur : il augmente la fréquence et l'énergie des contractions cardiaques ; il a donc une action antagoniste de celle du système parasympathique.

En conséquence, le cœur, dans l'organisme est soumis constamment aux deux actions opposées des nerfs para et orthosympathiques.

## Exercice 4

Un sujet au repos est allongé sur une planche à bascule. Son rythme cardiaque est de 60 battements /mn.

-On fait brutalement basculer la planche de telle façon que le sujet soit en position verticale (debout). On constate une accélération passagère du cœur (80 bat/mn).

-Une hémorragie importante provoque également une cardioaccélération.

1- Comment on qualifie la réaction cardiaque observée ?

2- Quels peuvent être les stimuli à l'origine de la réaction ?

3-Quelle en est globalement la signification ?

On veut maintenant préciser les mécanismes ayant permis les réactions observées après l'hémorragie. On réalise chez un chien des sections de différents nerfs cardiaques, sections suivies d'excitations électriques.

Les résultats observés sont regroupés dans le tableau suivant.

Nerfs sectionnés	Effet de la section	Stimulation du bout périphérique	Stimulation du bout central
Nerfs pneumogastrique	Augmentation de la pression artérielle	Diminution de la pression artérielle	Aucun effet
Nerf de Hering	Augmentation de la pression artérielle	Aucun effet	Diminution de la pression artérielle

4- Quels rôles les analyses de ces résultats permettent-elles d'attribuer aux différents nerfs étudiés.

On injecte du liquide physiologique sous pression dans un sinus carotidien et on enregistre l'activité électrique du nerf de Hering.

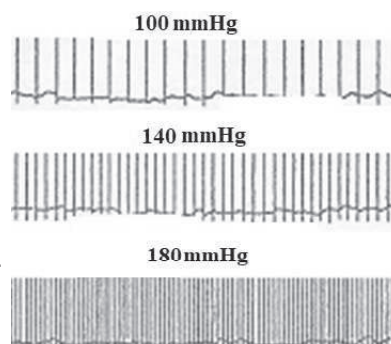
(voir document ci-contre)

Simultanément, on observe une baisse de la pression artérielle de plus en plus prononcée au fur et à mesure que la pression du liquide injecté augmente.

5- Quels renseignements ces résultats apportent-ils sur la connaissance des mécanismes observés après une hémorragie ?

D'autres mécanismes peuvent entrer en jeu suite à une hémorragie.

Exemple : celui qui fait intervenir l'ADH.



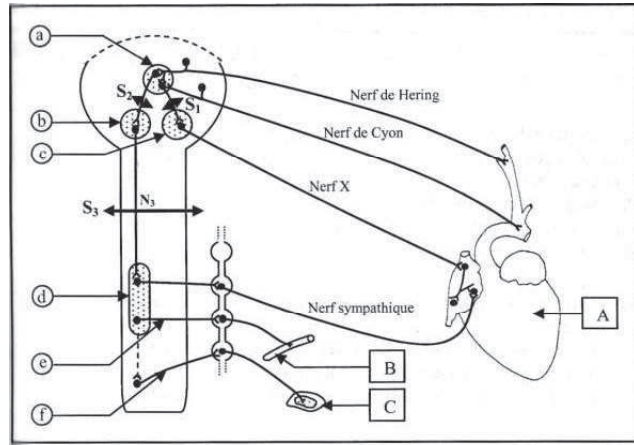
5-1- Rappelez l'origine de cette hormone.

5-2 - Comment l'hypersécrétion d'ADH peut-elle provoquer une augmentation de la pression artérielle ?

5-3 -Une soif intense est suivie d'une augmentation de la pression artérielle et une hypersécrétion d'ADH. Expliquez.

### Exercice 5

Le document représente l'innervation des organes A, B et C



- 1- Identifiez les organes A, B et C.
- 2- Complétez la légende du document.
- 3- Dans différentes conditions, on étudie la fréquence des potentiels d'action de certains nerfs, intervenant dans la régulation de la pression artérielle. Les résultats des expériences réalisées sont indiqués sur le tableau ci-dessous

	Au repos	Section S <sub>1</sub> au niveau de l'interneurone N <sub>1</sub>	Section S <sub>1</sub> + S <sub>2</sub> (simultanée) au niveau des interneurons N <sub>1</sub> et N <sub>2</sub>
Nerf X			
Nerf sympathique			
Nerf de Cyon			

- a-Interprétez les résultats de ces expériences.
- b- En plus des sections S<sub>1</sub> et S<sub>2</sub>, on réalise la section S<sub>3</sub> au niveau de l'interneurone N<sub>3</sub>.  
Prévoyez, l'effet sur le rythme cardiaque:
  - des sections simultanées (S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> et S<sub>3</sub>);
  - d'une série d'excitations portées sur le nerf X.
- 4- Les maladies cardiovasculaires sont de plus en plus répandues dans la société.
  - a- donnez quelques exemples de maladies cardiovasculaires.
  - b-Indiquez les causes de ces maladies.

c-dégagez les règles d'hygiène pour prévenir ces maladies.

## Exercice 6

La constance de la pression artérielle résulte d'une synergie et d'une coordination de deux systèmes de régulation, l'un est nerveux et l'autre hormonal.

1- Le système neurovégétatif joue un rôle fondamental dans la régulation nerveuse de la pression artérielle.

a-Nommez les nerfs moteurs innervant le système cardio-vasculaire (cœur + vaisseaux sanguins).

b-Indiquez le médiateur chimique libéré par chacun de ces nerfs.

c-Afin d'éclaircir les réflexes correcteurs de la variation de la pression artérielle, reproduisez et complétez le tableau.

	Réflexe correcteur de l'hypertension	Réflexe correcteur de l'hypotension
Nerfs stimulés (activés)		
Nerfs inhibés (freinés)		
Centres nerveux stimulés		
Centres nerveux inhibés		

2- La régulation hormonale de la pression artérielle met en jeu plusieurs hormones telle que l'adrénaline.

a- Nommez la glande sécrétrice de cette hormone.

b- Précisez l'action de cette hormone sur la pression artérielle.

c-Citez deux autres hormones qui interviennent dans la régulation de la pression artérielle.

## Corrigé 6

1-a- Nom des nerfs moteurs:

-Nerf parasympathique (nerf X)

-Nerf orthosympathique (Sympathique)

b- Médiateurs chimiques

- Le parasympathique libère l'Acétylcholine;

- L'orthosympathique libère la Noradrénaline.

c- Reflexes

	Réflexe correcteur de l'hypertension	Réflexe correcteur de l'hypotension
Nerf stimulés	Hering et cyon Para sympathique (X)	Orthosympathique
Nerfs Inhibés	Orthosympathique	Hering et cyon Para sympathique (X)
Centre Nerveux stimulés	Cardio-modérateur (bulbaire)	Cardio -accélérateur
Centre nerveux inhibés	Cardio-accélérateur (médullaire)	Cardio -modérateur

2- Origines et Rôles des Hormones de régulation:

- a- l'adrénaline est sécrétée par les médullo-surrénales.
- b- l'adrénaline augmente la fréquence cardiaque donc augmente la P A rtérielle.
- c- Il existe d'autres hormones, exemples : l'ADH, l'aldostérone - l'angiotensine etc....

**Exercice 7**

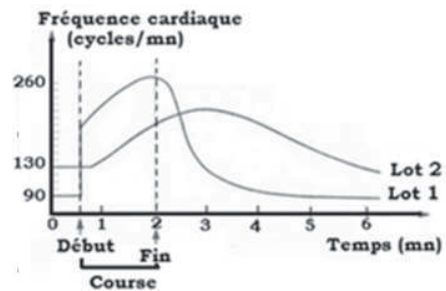
Avant, pendant et après une course, on enregistre la fréquence cardiaque de deux lots de chiens :

Lot 1: témoin

Lot 2: dont on a coupé les nerfs cardiaques.

Les résultats sont indiqués sur le document ci-contre.

1-Expliquez les différences de la fréquence cardiaque constatées chez les deux lots:



a- avant la course.

b- pendant la course.

2-Montrez l'importance des nerfs cardiaques en ce qui concerne l'adaptation de l'organisme à l'effort fourni.

3-Quelle hypothèse proposez-vous afin d'expliquer la variation de la fréquence cardiaque du lot n° 2?

**Corrigé 7**

1-a- La fréquence cardiaque chez le lot 1 (témoin) est de 90bat /mn et chez le lot 2 (dénervé) est de 130 bat/mn. le lot 1 est sous l'action du système parasympathique alors que Le cœur dénervé est sous l'effet de l'automatisme.

b- Pendant la course, la fréquence chez le lot 1 passe rapidement de 90 à 260 bat/mn, tandis qu'elle passe lentement de 130 à 170 seulement chez le lot 2. L'orthosympathique provoque une accélération du rythme cardiaque.

2- Les nerfs cardiaques modulent la fréquence cardiaque en fonction des besoins de l'orga-

nisme; c'est la réponse adaptative du cœur (adaptation fonctionnelle)

3- Il existe une autre voie responsable de l'augmentation de la fréquence cardiaque observée chez le lot 2 : la voie Hormonale (Adrénaline).

## Exercice 8

Pour étudier l'influence des nerfs moteurs sur l'activité cardiaque de l'Homme, on bloque chez des personnes volontaires à l'aide des substances appropriées :

- Soit l'action des nerfs A
- Soit l'action des nerfs B
- Soit les nerfs A et B à la fois.

Le tableau illustre les variations de la fréquence cardiaque (FC) d'une de ces personnes au repos et à la cinquième minute d'une activité physique d'intensité constante :

Activités	Experience1: FC sans blocage (témoin)	Experience2: FC avec blocage des nerfs A	Experience3: FC avec blocage des nerfs B	Experience4: FC avec blocage des nerfs A et B.
Repos	65	63	105	85
Activité physique	125	100	145	120

- 1-Analysez les résultats du sujet au repos et pendant l'activité physique dans les expériences 1, 2 et 3.
- 2-Déduisez l'effet des deux nerfs, identifiez-les.
- 3-Comment expliquez les résultats de l'expérience 4 ?
- 4-Représentez l'arc reflexe intervenant chez un sujet normal au repos.

## Corrigé 8

1- Au niveau de l'expérience 1, il y a augmentation de la fréquence cardiaque qui passe de 65 à 125.

Au niveau de l'expérience 2, la FC diminue surtout en activité.

Au niveau de l'expérience 3, la FC augmente fortement surtout au repos.

2- Le nerf A est cardio-accélérateur; c'est l'orthosympathique ;

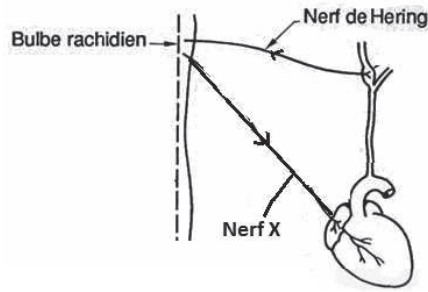
Le nerf B est cardiomodérateur; c'est le parasympathique (pneumogastrique, Nerf X, Vague).

3- les résultats de l'expérience 4 s'expliquent par :

- L'automatisme cardiaque pendant le repos.
- Mécanisme hormonale (L'adrénaline pendant l'exercice).

4-Arc réflexe au repos (n'importe quel arc explicatif





## Exercice 9

On se propose d'étudier certains aspects de la régulation de la pression artérielle.

A- Le document montre les conséquences de stimulations successives portées sur deux nerfs cardiaques A et B, sur la pression artérielle.

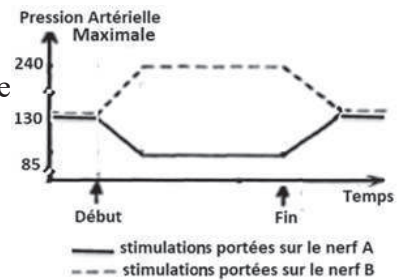
1-Analysez les résultats obtenus dans chaque cas et déduisez ces nerfs.

2-Quelles expériences proposez-vous pour :

a- confirmer les effets de ces nerfs sur l'activité cardiaque?

b-justifier le sens de propagation du message nerveux ?

Précisez dans chaque cas les résultats des expériences proposées et les conclusions nécessaires.



B- On réalise des expériences d'anastomose entre des vaisseaux sanguins de deux chiens  $C_1$  et  $C_2$ .

Le chien  $C_2$ , receveur, est privé de ses glandes médullosurrénales. Le sang issu de la médullosurrénale gauche de  $C_1$  est directement déversé, de manière continue, dans le sinus carotidien du chien receveur  $C_2$ . On assure par ailleurs un retour du sang de  $C_2$  vers le chien  $C_1$ . Les nerfs X du chien  $C_2$  étant sectionnés.

On excite les nerfs splanchniques innervant les glandes surrénales du chien  $C_1$ .

On observe :

Accélération des rythmes cardiaques et augmentation des pressions artérielles chez les deux chiens,

Ensuite, ralentissement des deux rythmes, mais chez le chien  $C_2$ , le rythme cardiaque est maintenu à une valeur supérieure à la normale.

1-Expliquer le mécanisme entraînant l'accélération du cœur de  $C_1$  et de  $C_2$ .

2-Expliquer le mécanisme permettant le retour du rythme cardiaque à la normale chez le

chien  $C_1$ .

3-Pourquoi, chez le chien  $C_2$ , le rythme cardiaque reste supérieur à la normale ?

## Corrigé 9

A- 1-La stimulation du nerf (A) diminue la pression artérielle : c'est un nerf cardiomodérateur, nerf X.

La stimulation du nerf (B) augmente la pression artérielle : c'est un nerf cardio-accélérateur, nerf orthosympathique cardiaque.

2- a- Expériences de Magendie : sections

Section du nerf (A) augmentera la pression artérielle;

Section du nerf (B) diminuera la pression artérielle

b- Les nerfs sensitifs ont tous le même effet de stimulation qui diminue la pression artérielle

Nerf (A) : Stimulation du BP diminuera la pression artérielle : Nerf moteur cardiomodérateur

Nerf (B) : Stimulation du BP augmentera la pression artérielle : Nerf moteur cardio-accélérateur.

B- 1- L'excitation du nerf splanchnique de  $C_1$  entraîne la libération d'adrénaline qui augmente le rythme cardiaque de  $C_1$  puis  $C_2$  (hormone cardio-accélératrice)

2- L'augmentation de FC augmente la pression au niveau du sinus carotidien ce qui augmente la fréquence de potentiel d'action sur Herring, qui stimule le nerf X qui diminue FC pour ramener le rythme cardiaque à la normale.

3- La section du nerf X de  $C_2$  empêche le retour à la normale.

## Exercice 10

On se propose d'étudier quelques aspects de la régulation hormonale de la pression artérielle.

Chez un malade atteint d'hypertension rénovasculaire, on observe que son artère rénale gauche est légèrement obstruée.

On a évalué chez ce malade le taux d'une substance X dans les sangs afférents et efférents au niveau du rein gauche. Les résultats sont comparés à ceux obtenus chez un individu normal (tableau).

	Taux de la substance X chez l'individu malade (Rein gauche)	Taux de la substance X chez un individu normal
Artère (sang afférent)	5	4
Veine (sang efférent)	12	5

Exploitez les résultats obtenus et vos connaissances pour :

1- Identifier la substance X.

2- Expliquer les résultats obtenus chez le malade.

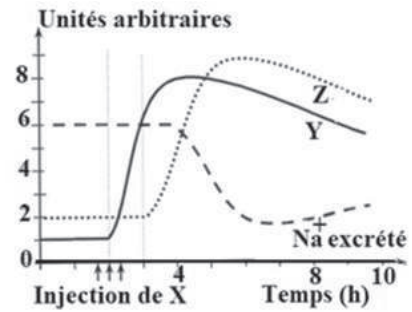
-La substance X n'est pas la seule qui intervient dans cette régulation. Le document montre l'évolution des taux sanguins de deux autres substances Y et Z intervenant dans la régulation hormonale de la pression artérielle et le taux de sodium excrété dans l'urine, suite à quelques injections de la substance X chez un animal normal.

A partir de l'analyse des graphes obtenus et de vos connaissances :

3- Identifiez les substances Y, Z et précisez l'origine de chacune.

4- Précisez les relations entre les substances X, Y, Z et leur conséquence sur le taux de Na<sup>+</sup>.

5- En intégrant les données précédentes et en faisant appel à vos connaissances élaborer un schéma montrant l'intervention de ces substances dans la régulation de la pression artérielle.



### Corrigé 10

1 - X= Rénine.

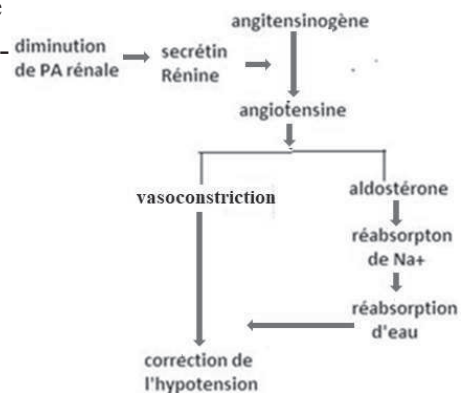
2- Artère obstruée diminue l'irrigation rénale ce qui diminue la pression artérielle rénale et provoque la sécrétion de rénine.

3- Avant injection de X, le taux de Y et Z était constant et faible (1-2) par contre l'excrétion de Na<sup>+</sup> est élevée (6) et après injection de X, le taux de Y augmente puis celui de Z et par suite l'excrétion de Na<sup>+</sup> diminue.

Donc Y : Angiotensine, origine : angiotensinogène hépatique (Foie) Z : Aldostérone, origine corticosurrénale

4- La rénine, enzyme qui transforme angiotensinogène en angiotensine. Celle-ci stimule la sécrétion d'aldostérone responsable de la réabsorption rénale de Na<sup>+</sup>

5- Schéma



## Exercice 11

Le tableau ci-dessous indique les quantités habituelles d'urine émises par 24 heures par deux sujets A et B.

	Sujets	
	Sujet A	Sujet B
Urine		
Volume d'urine l/24h	1,5	2,5

L'ingestion par le sujet A de 1 litre d'eau pure, en moins d'une demi-heure, modifie passagèrement sa diurèse qui revient à celle initiale 3 heures après.

1- Précisez les modifications induites, dans le milieu intérieur par l'ingestion de cette quantité d'eau et la réaction des reins.

2- Chez le sujet B, sont injectés par voie intraveineuse, des extraits post hypophysaires. Le volume d'urine émis est alors de 1,5L par jour.

2.1. Quel(s) renseignement(s) pouvez-vous déduire de ce résultat expérimental ?

2.2. Identifiez alors l'origine de la maladie dont souffre l'un des deux sujets du tableau précédent.

3- Schématisez le mécanisme de régulation intervenant chez le sujet A à la suite de l'ingestion de l'eau pure.

## Corrigé 11

1. L'ingestion d'un litre d'eau pure provoque chez le sujet A une augmentation de la volémie et une baisse de la pression osmotique.

Ces modifications du milieu intérieur vont entraîner une augmentation de la diurèse de ce sujet. En effet, dans de telles situations, la rétention d'eau au niveau des reins diminue fortement.

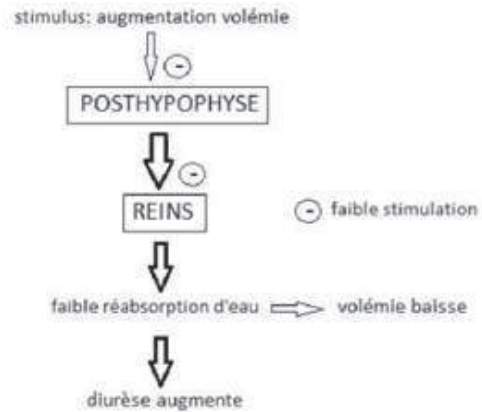
2.1. L'injection d'extraits post hypophysaires au sujet B provoque une diminution de sa diurèse qui passe de 2,5 L /24h à 1,5 L /24h.

L'hypophyse postérieure est donc un organe qui stimule la réabsorption de l'eau au niveau des reins par voie hormonale et réduit ainsi la diurèse.

2.2. La diurèse du sujet A semble normale, puisqu'elle est modifiée qu'à la suite d'une

injection d'un litre d'eau pure. C'est donc le sujet B qui souffre d'une polyurie due à un déficit de sécrétion de l'hormone post hypophysaire.

3- Schéma fonctionnel



**Exercice 12**

Une hémorragie légère entraîne une baisse du volume sanguin et de la pression artérielle. Le retour à la situation normale passe par différents processus dont le rétablissement du volume sanguin.

Le tableau met en évidence la relation entre la concentration sanguine de l'hormone anti diurétique (ADH) et l'activité rénale chez l'homme.

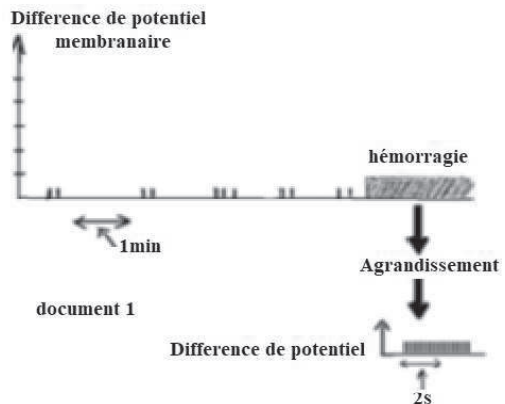
	Volume d'urine émise en 24 heures (en litres)
Taux sanguin d'ADH faible	23,3
Taux sanguin d'ADH élevé	0,5
Taux sanguin d'ADH normal	1,5

1-A partir de l'analyse du tableau, précisez le rôle de l'ADH dans l'activité rénale.

2-Le document 1 représente l'enregistrement de l'activité électrique d'un neurone hypothalamique sécréteur d'ADH avant et après l'hémorragie.

- a- Quelle information tirez-vous du document 2 ?
- b- Quel lien peut-on établir entre l'hémorragie et la sécrétion d'ADH ?

3- Dans la paroi de l'oreillette gauche existent des terminaisons nerveuses qui se prolongent par des fibres gagnant l'encéphale, notamment les neu-

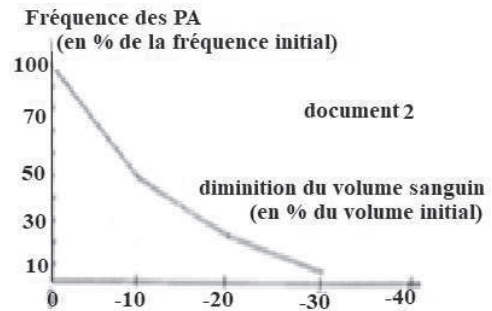


rones hypothalamiques sécréteurs d'ADH, en empruntant le nerf vague. Dans les conditions de pression sanguine normale, des potentiels d'action parcourent en permanence ces fibres.

Dans une situation d'hémorragie, la fréquence des potentiels d'action varie en fonction du volume sanguin selon la courbe suivante (document 2).

a- Comment qualifier ces fibres nerveuses du nerf vague ?

b- Quelle est la conséquence de la variation de la fréquence des potentiels d'action parcourant ces fibres, sur l'activité électrique des neurones hypothalamiques sécréteurs d'ADH ?



4- A partir des informations apportées par les différents documents, établissez un schéma fonctionnel résumant la régulation de la pression artérielle après une hémorragie.

## Corrigé 12

1-Le tableau correspond à des données relatives à des taux sanguin d'ADH d'un homme et les volumes d'urine émis en 24 heures correspondant.

On constate que lorsque le taux sanguin d'ADH est faible, le volume d'urine émis est très important alors que lorsque le taux sanguin d'ADH est élevé, le volume d'urine émis est très faible. L'ADH est donc une hormone qui stimule la rétention de l'eau au niveau des reins diminuant ainsi la diurèse.

2- a- Le document 1 montre l'activité électrique d'un neurone hypothalamique sécréteur d'ADH avant et après une hémorragie ; activité qui se matérialise par une série de potentiels d'action. Cette activité est très faible avant l'hémorragie alors qu'après l'hémorragie la fréquence des PA au niveau de ce neurone devient très élevée.

b- l'Hémorragie provoquant une forte activité électrique du neurone hypothalamique sécréteur d'ADH, nous pouvons alors en déduire que ce dernier sécrète une importante quantité d'ADH.

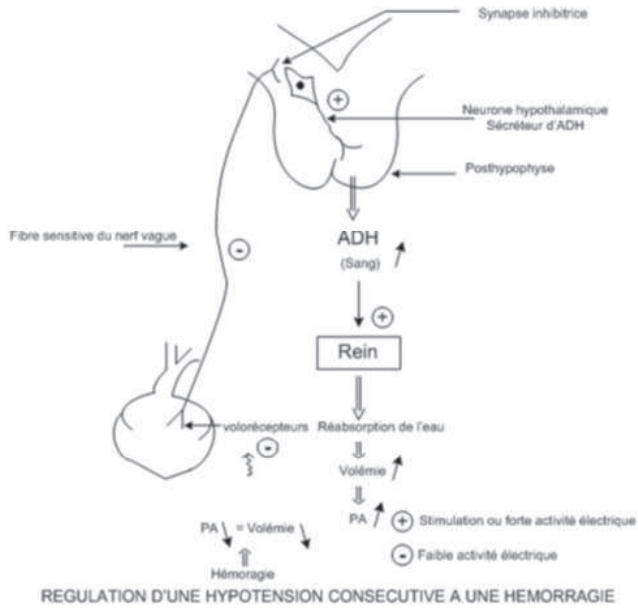
L'hémorragie provoque donc une sécrétion d'ADH par ce neurone hypothalamique.

3- a- Ces fibres nerveuses du nerf vague sont des fibres sensibles. En effet elles ont une activité électrique permanente même lorsque la pression sanguine est normale dans l'oreillette gauche ; ce qui témoigne de leur relation directe avec des barorécepteurs auriculaires.

b- Le document 2 montre que lorsque le volume sanguin diminue, la fréquence des PA au

niveau des fibres nerveuses du nerf vague diminue. L'hémorragie provoquant une baisse du volume sanguin, l'activité électrique des fibres du nerf vague diminue, ce qui libère les neurones hypothalamiques sécréteurs d'ADH dont l'activité électrique augmente.

4- Schéma fonctionnel



**Exercice 13**

On réalise, chez un même sujet en bonne santé, à deux moments de la journée (A et B) des analyses de sang et d'urine dont les résultats sont les suivants :

Constituants en g/l	Moment A		Moment B	
	Plasma	Urine	Plasma	Urine
Eau	900	950	900	950
Protéines	80	0	80	0
Lipides	5	0	5	0
Glucose	1	0	0,8	0
Ac. lactique	Absent	Absent	Présent	Absent
Phosphates	$HPO_4^{2-}:0,1$	$H_2PO_4^{2-}:1$	$HPO_4^{2-}:0,1$	$H_2PO_4^{2-}:2$
Urée	0,3	21	0,3	21

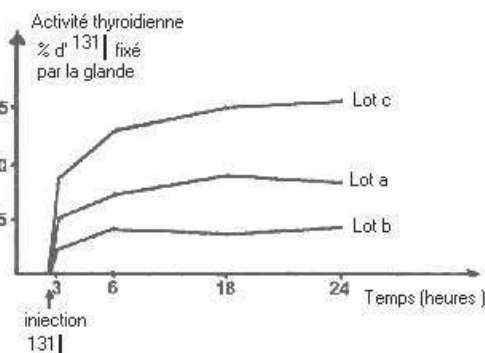


- 1- Précisez les modifications observables dans l'état du sujet du moment A au moment B.
- 2- Précisez, en vous aidant de la question 1, les états A et B.
- 3- D'où provient l'acide lactique ? Quelle précision sa présence vous permet-elle d'apporter sur l'état physiologique du sujet au moment B ?

## Exercice 14

La thyroïde est une glande hormonale dont l'un des rôles est de permettre à un organisme vivant de lutter contre le froid.

Les hormones thyroïdiennes sont des dérivés iodés : il s'agit de la triiodothyronine (ou  $T_3$ ) et de la tétraiodothyronine (ou  $T_4$ ). L'exploration biologique de l'activité thyroïdienne peut alors être réalisée en injectant dans la voie sanguine (ou en l'ingérant) une certaine quantité d'iode radioactif. Une étude cinétique de



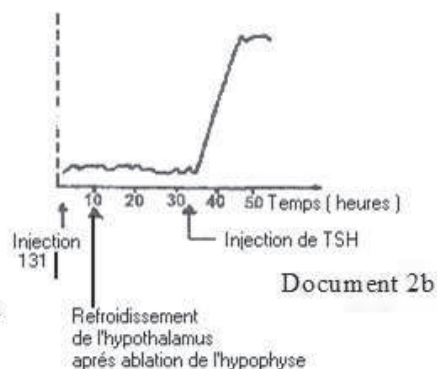
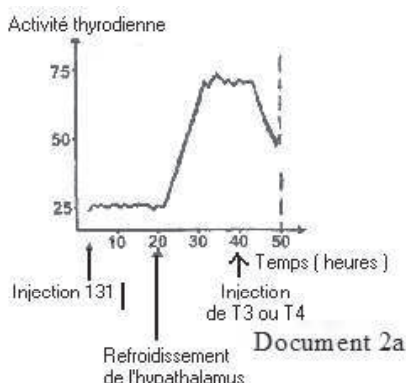
cette activité thyroïdienne peut être alors réalisée par dosage de la radioactivité présentée par la thyroïde en fonction du temps. On se propose de rechercher et de comprendre par quel mécanisme les sécrétions hormonales thyroïdiennes sont régulées. On injecte à des rats sains une solution renfermant de l'iode radioactif. Ces rats sont ensuite séparés en trois lots a, b, c :

- Le lot a sert de témoin ;
- Le lot b : les rats subissent une injection de  $T_3$  et de  $T_4$  ;
- Le lot c : on injecte à ces rats des extraits hypophysaires contenant une fraction dénommée TSH. On étudie ensuite en fonction du temps les variations de la radioactivité décelée au niveau de la thyroïde et traduisant l'activité de la glande.

Les résultats sont représentés dans le document 1.

1-Que déduisez-vous de ces résultats en ce qui concerne l'activité thyroïdienne ?

Cette activité thyroïdienne, appréciée selon la même tech-



nique que précédemment, est étudiée sur une chèvre sur qui on réalise toute une série d'expériences (voir document 2).

- Après une injection de  $^{131}\text{I}$ , on provoque un refroidissement de l'hypothalamus de cette chèvre, puis une injection carotidienne de  $T_3$  ou  $T_4$  (voir document 2a).
- On réalise ensuite sur cet animal une ablation de l'hypophyse. Après une période de repos, il subit une injection de  $^{131}\text{I}$  suivie d'un refroidissement de l'hypothalamus puis une injection de TSH (voir document 2b).

- 1-Analyser et interpréter les résultats expérimentaux traduits par les graphes des documents 2a et 2b.
- 2-En déduire le mécanisme régulateur de l'activité thyroïdienne sous forme d'un schéma.

## Exercice 15

On cherche à comprendre comment le taux plasmatique de calcium ou calcémie est maintenu relativement constant chez le chien.

On étudie l'évolution de la calcémie chez le chien :

- d'une part en produisant une hypercalcémie par injection d'un sel de calcium dans le sang,
- d'autre part en injectant un produit fixant le calcium du plasma (agent chélateur) et entraînant une hypocalcémie.

Le document 1 indique les résultats obtenus.

1-Faites une analyse comparée des deux graphiques du document 1.

2- Quelle conclusion pouvez-vous en tirer ?

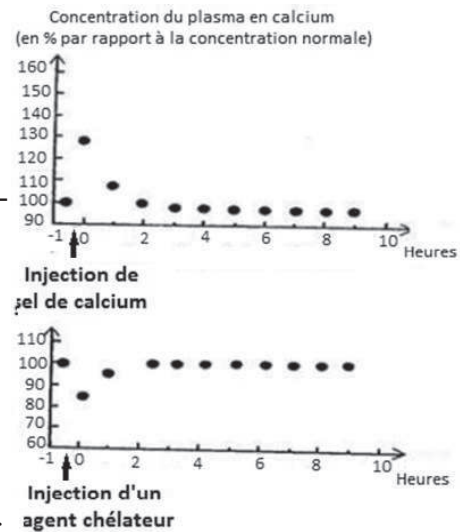
Pour comprendre ces variations du taux plasmatique de calcium, plusieurs expériences ont été réalisées sur des chiens.

Expérience 1 : On pratique sur un chien normal l'ablation des glandes parathyroïdes (glandes accolées à la face postérieure de la thyroïde). On observe les résultats suivants :

Temps en h	0	1	2	ablation	3	5	7	11
mg de $\text{Ca}^{++}/\text{l}$ de sang	100	100	100		95	90	85	70

Expérience 2 : On fait des injections d'extraits parathyroïdiens à un chien normal, et on suit l'évolution de la calcémie chez le chien (document 2).

3-Analysez les résultats de l'expérience 1.

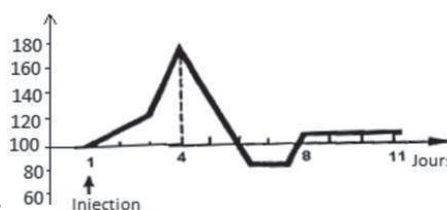


4-Quel rôle semblent jouer les glandes parathyroïdes sur la calcémie ?

5-Analysez les résultats du document 2. En déduire le mode d'action des glandes parathyroïdes sur l'évolution de la calcémie.

On dispose de deux milieux de cultures pour réaliser les expériences 3 :

Expériences 3 : Dans l'un des milieux de culture dépourvu de calcium, on met en présence des fragments de tissus osseux. On constate que le tissu osseux n'est pas modifié.



- Dans l'autre milieu de culture dépourvu de calcium, on met en présence des fragments de tissus osseux et de glande parathyroïde. Quelques jours plus tard on constate que ce tissu osseux présente des lacunes de résorption (cavités) et que le milieu de culture contient du calcium.

6-Quelles informations peut-on tirer des résultats des expériences 3 ? ;

Expérience 4 : On veut connaître le mécanisme de la sécrétion de la substance active des parathyroïdes. On réalise l'expérience suivante : on perfuse les parathyroïdes d'un chien normal A avec du sang contenant  $60\text{mg}$  de  $\text{Ca}^{2+}/\text{l}$  de sang ; on recueille le sang de ce chien A, que l'on injecte à un chien normal B. On constate que la calcémie de ce dernier passe à  $130\text{mg}$  de  $\text{Ca}^{2+}/\text{l}$  de sang.

7-A l'aide des résultats de l'expérience 4, expliquez comment est déclenchée la sécrétion de la substance active par les glandes parathyroïdes.

8-A l'aide d'un schéma fonctionnel, montrez comment est corrigée une hypocalcémie chez le chien normal.

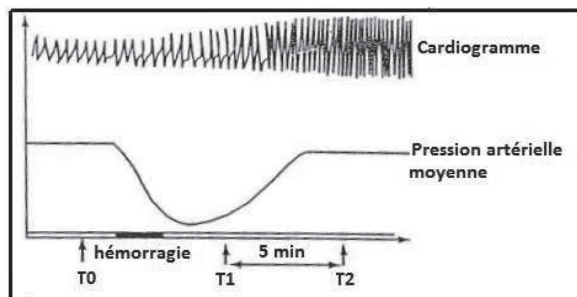
## Exercice 16

Chez les Mammifères, la pression artérielle doit se maintenir à un niveau tel que l'irrigation des différents tissus soit assurée. Cependant, plusieurs facteurs peuvent modifier la pression artérielle dans un sens ou dans un autre.

Examinons le cas d'une hémorragie (document 1).

1-Analysez le document 1.

2-Déduisez-en les facteurs responsables de la variation de la pression artérielle de  $T_0$  à  $T_2$ .

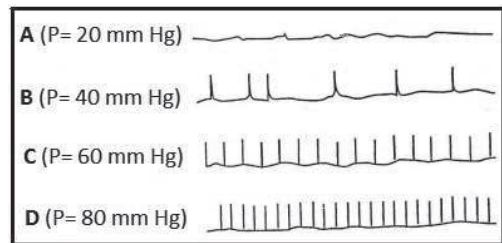


Afin de préciser les mécanismes régulateurs capables de corriger les variations de la pression

artérielle, plusieurs observations et expériences ont été réalisées sur des Mammifères :

- Chez un chien normal au repos, la fréquence cardiaque est de 80 battements à la minute. Si on sectionne les deux nerfs pneumogastriques, la fréquence augmente et passe à 135.
- Si on sectionne les nerfs orthosympathiques, il y a ralentissement du rythme cardiaque.
- La section des nerfs de Cyon et de Héring entraîne une accélération du cœur. L'excitation de leur bout périphérique est sans effet sur le rythme cardiaque. L'excitation de leur bout central entraîne un ralentissement du cœur. Toutefois, ce dernier est supprimé si les nerfs parasympathiques sont supprimés.

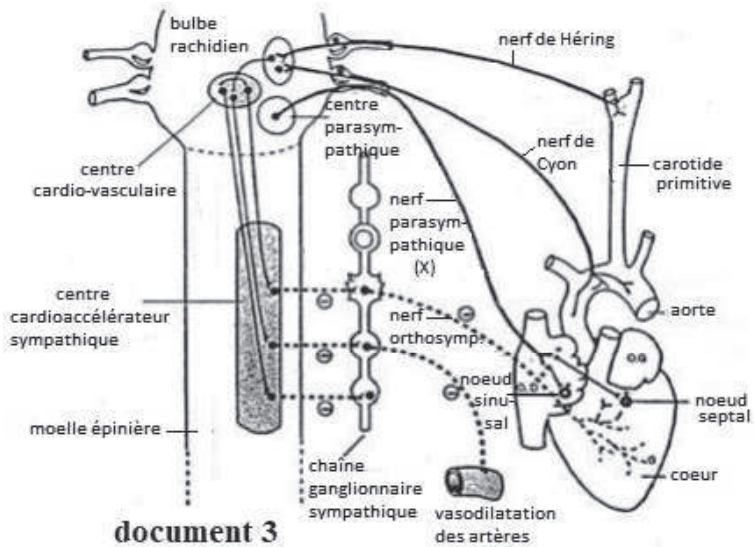
- Le document 2 représente l'enregistrement des potentiels d'action recueillis sur une fibre du nerf de Héring en fonction de la pression artérielle régnant dans le sinus carotidien que l'on a isolé et que l'on perfuse au moyen d'un système permettant de faire varier la pression du liquide de perfusion. Des potentiels analogues sont recueillis dans le cas d'une fibre du nerf de Cyon.



- L'excitation du centre bulbaire où naissent les pneumogastriques entraîne le même effet que l'excitation du bout central des nerfs de Cyon et des nerfs de Héring.

Le document 3 représente l'innervation d'un cœur de mammifère.

3-Quelle(s) information(s) vous apporte chacune des expériences précédemment décrites.



4-Précisez alors la nature du mécanisme mis en jeu dans le rétablissement de la pression artérielle en cas d'hémorragie.

5-En utilisant l'ensemble des informations fournies par ces expériences, résumez dans un schéma fonctionnel simplifié le mécanisme régulateur de la pression artérielle déclenché par l'hémorragie.

## Exercice 17

Un grand brûlé est admis à l'hôpital, il présente des œdèmes (l'eau quitte les vaisseaux pour se concentrer dans les espaces intercellulaires).

On lui fait un traitement d'urgence par administration d'une solution de NaCl à

9 ‰. Les résultats d'examens cliniques effectués avant traitement puis au cours du traitement sont fournis dans le tableau 1.

Examens réalisés	au moment de l'admission	1 heure plus tard	2 heures plus tard	valeurs normales
Pression artérielle (mm Hg)	100/60	111 / 60	112/64	120/80
Pouls (bat/min)	112	110	104	70
Valeur de la solution de NaCl à 9‰ perfusée		60 ml	120 ml	

1- Comment la formation des œdèmes contribue-t-elle à la baisse de la tension artérielle ?

2- En vous référant au tableau 2 et à vos connaissances, quelles relations peut-on établir entre les différentes données ?

- Chez un brûlé, on peut noter après 20 minutes l'augmentation de la concentration d'une substance : l'ADH (vasopressine).

Taux sanguin d'ADH	Volume d'urine émise en l/ 24 h
Faible	2,33
Elevé	0,5

tableau 2

Le tableau 2 indique le volume d'urine formée selon la concentration sanguine en ADH pour une filtration rénale de 180 l de plasma par 24 heures.

- L'ablation de l'hypophyse entraîne l'augmentation de la quantité d'urine émise (diurèse).
- On perfuse le rein de chien avec un liquide physiologique, il y a émission d'urine; si le liquide contient des extraits post hypophysaires, le volume d'urine émise diminue.
- Une diminution de la pression artérielle entraîne une augmentation du taux d'ADH dans le sang.

3- Déduisez l'origine, le mode d'action, et le rôle de l'ADH.

D'autres mécanismes entrent en jeu plus lentement dans la régulation de la pression artérielle

- L'insuffisance d'irrigation rénale entraîne l'hypertension.
- L'injection de l'aldostérone (substance sécrétée par les corticosurrénales) à un animal

entraîne la diminution d'excrétion urinaire suite à une rétention d'eau, son déficit entraîne l'émission d'une urine abondante.

• On connaît une substance : l'angiotensine qui, injectée dans le sang, provoque une vasoconstriction des artérioles et une augmentation de la teneur de l'aldostérone. L'angiotensine se forme à partir de l'angiotensinogène (protéine produite par le foie) grâce à une enzyme, la rénine, produite par le rein. La sécrétion de rénine est augmentée lorsque le rein est mal irrigué.

4- Précisez comment l'angiotensine contribue à une augmentation de la pression artérielle.

5- En exploitant ces données, proposez un schéma par lequel le rein pourrait intervenir dans la correction de l'hypotension.

## Corrigé 17

1- La formation des œdèmes entraîne une diminution du volume sanguin, ce qui fait baisser la pression artérielle.

2- Au moment de l'admission, la pression artérielle est diminuée (- 20 mm Hg) et la fréquence cardiaque a augmenté (+ 42 bat/min). L'accélération cardiaque fait augmenter le débit sanguin en envoyant du sang plus rapidement dans les vaisseaux, le cœur corrige la baisse de la volémie et par cela, même la pression artérielle.

- La perfusion fait augmenter le volume du sang ce qui entraîne une remontée de la pression artérielle et corrélativement, on enregistre une légère baisse de la fréquence cardiaque.

3- L'ADH fait diminuer la quantité d'urine émise, c'est pourquoi elle est nommée antidiurétique hormone.

4- L'hypophyse postérieure libère l'ADH dans le sang ; le constat de la diminution de la diurèse d'un rein perfusé avec du liquide physiologique contenant des extraits post hypophysaires le confirme bien.

• L'hypotension par perte d'eau, est corrigée par un réflexe de sécrétion d'ADH.

5- Lorsque le rein est mal irrigué, il produit davantage de rénine. Cet enzyme va favoriser l'apparition de l'angiotensine, substance qui provoque la vasoconstriction des artérioles et l'augmentation de la sécrétion de l'aldostérone.

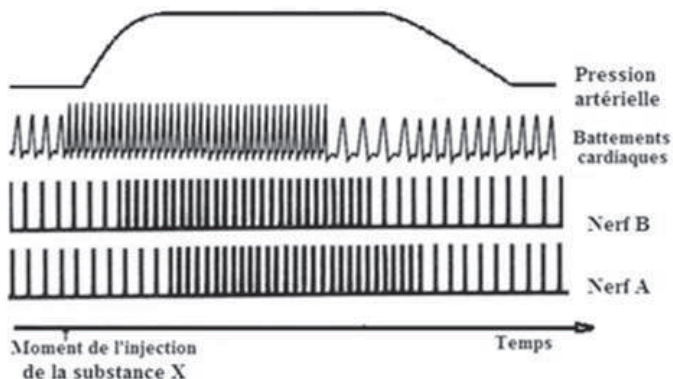
La vasoconstriction est de nature à faire augmenter la pression artérielle.

L'aldostérone augmente la rétention de l'eau (urine moins abondante) qui est de nature à augmenter la masse sanguine, donc provoquer une augmentation de la pression artérielle. Donc la chute de la pression chez un brûlé est restaurée par l'intervention de plusieurs organes : hypophyse, reins, capsules surrénales.



## Exercice 18

Suite à l'injection d'une substance X dans le système circulatoire d'un animal, on enregistre la pression artérielle, les battements cardiaques et l'activité électrique de deux nerfs A et B qui interviennent dans la régulation du rythme cardiaque, (document ci-contre).



1-Donnez la succession, dans le temps, des événements produits par l'injection de la substance X.

2-Précisez le nom et le rôle de la substance X.

3-Identifiez les nerfs A et B en précisant le rôle de chacun.

4-Utilisez vos connaissances pour expliquer le retour de la pression artérielle à la normale.

## Corrigé 18

1-Succession des événements

L'injection de la substance X entraîne, dans l'ordre :

- Augmentation de la fréquence des battements cardiaques;
- Augmentation de la pression artérielle;
- Augmentation de la fréquence des potentiels d'action (stimulation) sur le nerf ;
- Augmentation de la fréquence des potentiels d'action (stimulation) sur le nerf ;
- Retour de la fréquence initiale des battements;
- Retour progressif de l'activité électrique initiale des nerfs A et B.

2- La substance X est l'adrénaline : c'est une hormone qui augmente la fréquence cardiaque, donc hypertensive.

3-Nerfs A et B

Nerf	Nom	Rôle(s)
A	Parasympathique (Nerf X)	Fibres motrices inhibitrices
B	Hering ou Cyon	Nerfs sensitifs inhibiteurs

4-Régulation de la pression artérielle



Augmentation de la PA au niveau du sinus carotidien → Stimulation des barorécepteurs  
 → Stimulation du nerf de Hering → Stimulation du noyau sensitif du nerf X →  
 Stimulation du centre cardiomodérateur et inhibition du centre cardioaccélérateur. →  
 Stimulation des fibres parasympathiques et inhibition des fibres orthosympathiques →  
 Diminution de la fréquence cardiaque → Diminution de la pression artérielle.

## Exercice 19

Lors de l'étude du fonctionnement du cœur chez un Mammifère, on a mis en évidence des nerfs qui relient :

- le bulbe rachidien au sinus carotidien (nerf a),
- le bulbe rachidien à l'oreillette droite (nerf b),
- la moelle épinière au myocarde ventriculaire (nerf c).

Pour déterminer le rôle des structures citées ci-dessus dans la régulation de l'activité cardiaque, on réalise les expériences suivantes :

Expérience 1 : On ligature l'artère carotide entre la crosse aortique et le sinus carotidien (ligature  $L_1$ , document A). On enregistre alors la pression artérielle et l'activité électrique au niveau du sinus carotidien, ainsi que l'activité électrique des nerfs b et c. Le document  $B_1$ , représente les résultats obtenus.

1- Analysez brièvement ces enregistrements.

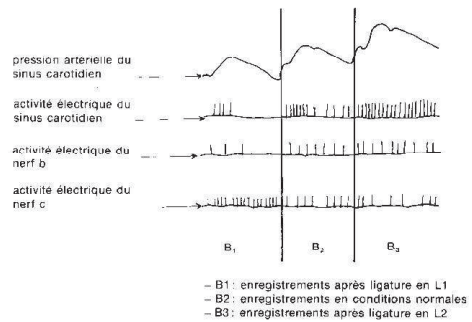
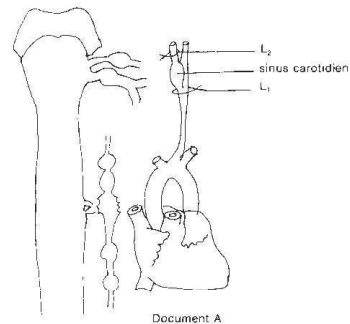
2- Quelle hypothèse pouvez-vous émettre quant au rôle du sinus carotidien ?

Expérience 2: On enlève la ligature  $L_1$ , et on place une autre ligature en aval du Sinus carotidien (ligature  $L_2$ , document A). On réalise les mêmes enregistrements que ceux de l'expérience 1. Le document  $B_3$  traduit les résultats obtenus.

3- De l'analyse de cette deuxième série d'enregistrements, déduire le rôle du sinus carotidien.

4- En vous aidant des résultats expérimentaux précédents et de vos connaissances, expliquez comment le cœur réagit à une importante perte de sang (hémorragie)

5- Complétez le document A en plaçant les voies et les centres nerveux qui interviennent dans la régulation de l'activité cardiaque.



## Exercice 20

Soit trois souris A, B et C initialement à jeun, reçoivent une même quantité de nourriture riche en glucides. Leur glycémie, à la suite de cette même expérience, est représentée par le document 1.

1-Deux souris parmi les trois, sont atteintes d'une maladie qui se manifeste par une déficience de la régulation de la glycémie.

a - Préciser ces deux souris, justifiez votre réponse.

b - Nommer la maladie en question.

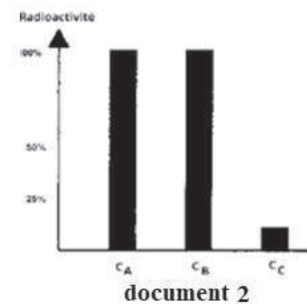
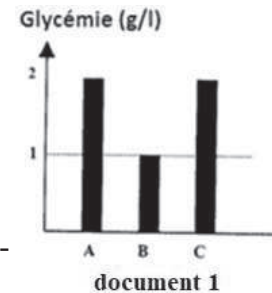
2- Dans le but de comprendre l'origine de la maladie de ces deux souris, on réalise l'expérience suivante :

Des cellules hépatiques  $C_A$ ,  $C_B$  et  $C_C$ , prélevées respectivement des trois souris A, B et C, sont placées, pendant 30 minutes, dans un milieu nutritif contenant de l'insuline radioactive. Le document 2, représente la radioactivité mesurée à la surface de la membrane cytoplasmique des cellules  $C_A$ ,  $C_B$  et  $C_C$ , à la fin de cette expérience.

a - Les cellules hépatiques, sont-elles des cellules cibles de l'insuline ? Justifiez votre réponse en se basant sur le document 2.

b - Quelle(s) information(s) apporte le résultat de cette expérience, sur l'origine de la maladie des deux souris indiquées en 1 ? Argumenter votre réponse en vous basant sur le document 2.

c - L'injection quotidienne d'une dose suffisante d'insuline assure-t-elle une glycémie normale chez les deux souris ? Justifiez votre réponse.



## Corrigé 20

1 –a –Les 2 souris A et C présentent une glycémie supérieure à la glycémie normale (1g/l), elles présentent une hyperglycémie (2 g/l) : ce sont les deux souris atteintes de la maladie.

b-Cette maladie est le Diabète.

2 - a- Le graphe du document 2 montre la fixation de l'insuline sur les récepteurs membranaires spécifiques des cellules hépatiques car ce graphe montre la présence de la radioactivité au niveau de ces cellules : Les cellules hépatiques sont donc cibles de l'insuline.

b- Le graphe du document 2 montre que la radioactivité au niveau de la cellule hépatique de la souris A est importante, donc présence en nombre important des récepteurs de l'insuline. Ce même graphe montre une faible radioactivité au niveau de la cellule hépatique de la souris C : les récepteurs de l'insuline sont en nombre très réduit.

On déduit que le diabète de la souris A est dû à une quantité insuffisante d'insuline, alors que

celui de la souris C est dû à un manque de récepteurs de l'insuline.

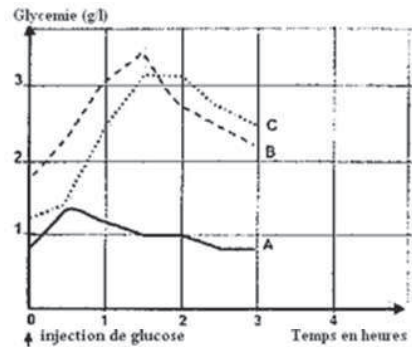
c- L'injection quotidienne d'une dose suffisante d'insuline assure une glycémie normale chez la souris A seulement car son diabète est dû à un manque d'insuline.

## Exercice 21

Afin de déterminer les anomalies de la régulation de la glycémie chez deux sujets, on pratique sur eux le test d'hyperglycémie provoquée et on les compare à un individu témoin, à régulation normale. Ce test consiste à faire absorber aux trois individus à jeun 200 ml d'un sirop contenant 75 grammes de glucose. Des prélèvements sanguins sont ensuite effectués toutes les demi-heures pendant 3 heures pour déterminer la glycémie.

Le document 1 présente des courbes montrant l'évolution du taux de glucose sanguin chez les trois individus A, B et C : les deux sujets et le témoin qui ont subi ce test d'hyperglycémie.

1- En vous basant sur des informations tirées de l'analyse comparée de ces trois courbes A, B et C, montrez que l'individu A est le témoin et que les individus B et C ont une glycémie anormale.



document 1

Afin de comprendre l'origine des anomalies de la régulation chez les individus B et C, les examens complémentaires suivants ont été effectués :

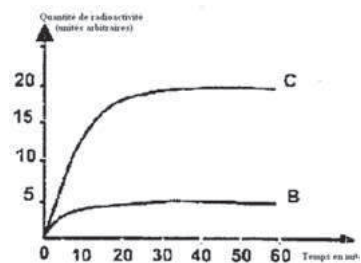
Examen 1 : On fait un prélèvement de tissu pancréatique chez les 3 sujets A, B et C et on réalise des coupes histologiques de ce tissu. On procède ensuite au comptage des cellules du pancréas des trois individus. Les résultats figurent sur le tableau du document 2.

individus \ cellules	Cellule $\alpha$	Cellule $\beta$	Autres cellules
A	225	850	315
B	225	850	315
C	150	0	265

document 2

Examen 2 : On pratique une technique radio-immunologique qui utilise des anticorps radioactifs (AC\*) anti récepteurs insuliniques. Injectés à un sujet, ces anticorps ont la propriété de se lier d'une manière spécifique aux récepteurs de l'insuline fixés sur les membranes des cellules-cibles.

On injecte aux individus B et C une solution d'anticorps radioactifs (AC\*). La mesure de la radioactivité au niveau du foie sur un intervalle de temps de soixante minutes à partir du moment d'injection, nous permet d'obtenir les courbes du document 3.



document 3

2- A partir d'informations que vous tirez de l'analyse des documents 2 et 3, expliquez l'origine de l'anomalie de chacun des sujets B et C.

Dans le but de corriger l'anomalie, chacun des sujets B et C reçoit une injection quotidienne d'insuline sur une période de trois mois. La glycémie reste toujours anormale chez le sujet B alors que chez le sujet C elle devient normale.

3- En quoi ce résultat vient-il confirmer votre réponse à la question précédente ? Argumentez votre réponse en utilisant vos connaissances en rapport avec le mode d'action de l'insuline sur les cellules-cibles.

## Corrigé 21

1-

	Sujet A	Sujet B	Sujet C
Au début de l'ingestion	Glycémie normale 0.8 g /L	Hyperglycémie = 1.75 g /L	Hyperglycémie =1.25 g /L
Suite à l'ingestion du glucose	il y a une légère hyperglycémie qui atteint 1,35 g /L au temps t =30min suivie d'un retour à la valeur normale initiale au bout de 2heures	Il y a une hyperglycémie sévère qui atteint 3,4 g /L au temps t = 1 h 30' La glycémie décroît en suite jusqu'à 2,25 g /L sans revenir à la valeur initiale	Il se produit également une hyperglycémie sévère qui atteint 3,1 g /L au bout de 1h 30' La glycémie diminue ensuite, sans revenir à la valeur initiale au bout de 3h
déduction	il y a une correction chez le sujet A, celui-ci représente donc le sujet normal (sujet témoin)	La glycémie reste élevée chez les sujets B et C → absence de la correction de l'hyperglycémie chez ces deux sujets → ces 2 sujets sont diabétiques	

2-

	Sujet B	Sujet C
Nombre de cellules $\beta$	Présence de cellules $\beta$ en nombre égal à celui du sujet témoin	Absence totale de cellules $\beta$
Nombre de récepteurs à l'insuline	La radioactivité reste très faible (<5unités) ce qui indique la présence d'un nombre faible de récepteurs à l'insuline à la surface des cellules cibles	La radioactivité augmente rapidement et atteint 20 unités indiquant la présence d'un nombre important de récepteurs à l'insuline à la surface des cellules cibles
Déduction	L'origine du diabète du sujet B est la déficience de récepteurs à l'insuline au niveau des cellules cibles	L'origine du diabète du sujet C est l'absence de la sécrétion de l'insuline à cause de l'absence des cellules $\beta$

3- L'injection d'insuline au sujet. B ne lui corrige pas le diabète. Ceci confirme l'idée que l'anomalie de l'individu est liée au manque de récepteurs à insuline,

- L'injection d'insuline au sujet «C» lui corrige le diabète, ce qui confirme que la cause de l'anomalie de «C» est liée à l'absence de la sécrétion de l'insuline.

- Ainsi, l'insuline ne peut agir que sur des cellules cibles présentant des récepteurs spécifiques. En effet, la fixation de l'insuline sur les récepteurs favorise :

-L'augmentation de la perméabilité cellulaire au glucose.

-La stimulation de l'utilisation du glucose (glycolyse).

-L'activation de la mise en réserve du glucose sous forme de glycogène (glycogénèse), de lipides (lipogénèse) etc.

## Exercice 22

I- Dans les régions montagneuses se rencontraient des cas de « goitre ». Ce goitre a disparu de ces régions dès qu'on a introduit l'usage de sel marin comme sel de cuisine. Quel renseignement nous apporte cette donnée ?

II- Une expérimentation chez l'animal a permis de préciser le rôle et le mode de fonctionnement de la thyroïde.

La thyroïdectomie est pratiquée sur un lot de jeunes Lapins (lot A) que l'on compare à un lot B non opéré : à 5 mois, le poids moyen des Lapins est de 1Kg en A et de 2,5Kg en B.

De plus, le lot A présente des pattes plus courtes que celles du lot B, tandis que la tête et le tronc sont à peu près semblables.

On remarque également : une activité plus réduite en A qu'en B ; une hypothermie en A ; un métabolisme basal diminué de 30% par rapport à celui de B.

1 - Déduisez de ces résultats le rôle de la thyroïde.

La greffe d'une thyroïde est réalisable en n'importe quelle partie du corps, elle supprime les effets dus à l'ablation

Le même résultat est produit par l'injection intraveineuse d'extraits de tissu thyroïdien.

D'autre part, administré par injection ou ingestion (par voie orale), un acide aminé iodé, la thyroxine, corrige aussi les effets de l'ablation de la thyroïde.

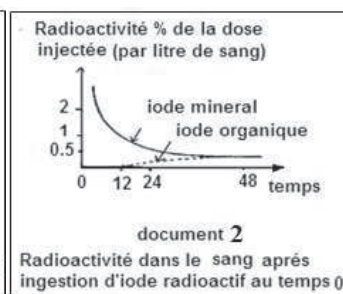
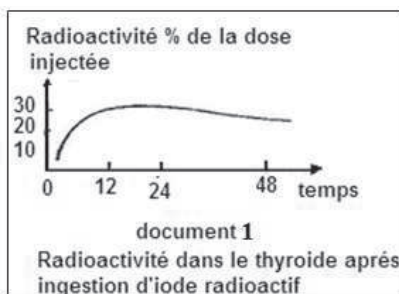
2- Déduisez de ces expériences la nature et le mode d'action de cet organe.

Par ingestion d'iode radioactif minéral  $^{131}\text{I}$ , une radioactivité apparaît au niveau du sang mais aussi dans la thyroïde. On peut mesurer alors le taux d'iode radioactif dans le sang et dans la thyroïde grâce à une méthode qui permet de distinguer l'iode minéral de l'iode organique (iode hormonal).

Les résultats obtenus sont traduits par les courbes des documents 1 et 2

3- Analysez ces courbes. Que peut-on en déduire ?

4-L'injection d'iode minéral à des animaux privés de thyroïde ne supprime pas les troubles provoqués par l'ablation.



- Grâce à ces données, reconstituez le mécanisme de fonctionnement de la thyroïde.
- Quel rapport voit-on entre ces résultats et la consommation de sel marin mentionnée dans la partie I ?

## Exercice 23

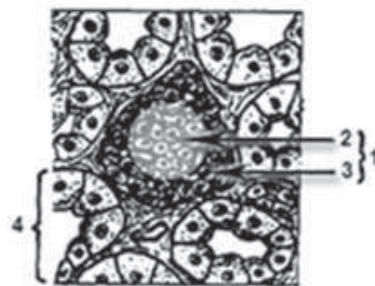
Dans certains cas, les variations de la glycémie et de la glycosurie sont anormales.

1- Définissez : glycémie et glycosurie.

2- Représentez l'évolution de la glycémie et la glycosurie chez un animal dépancréaté. Justifiez

3- Le document représente une observation microscopique d'une coupe du pancréas. Légendez ce document.

Les cellules pancréatiques portant les numéros 2 et 3 sont à l'origine, respectivement, de deux substances X et Y empêchant la variation anormale de la glycémie dans l'organisme sain.



4- Nommez ces deux substances et indiquez leurs rôles dans la régulation de la glycémie.

5- Indiquez le facteur sanguin déterminant la sécrétion de chacune de ces deux substances.

## Corrigé 23

1-Définition

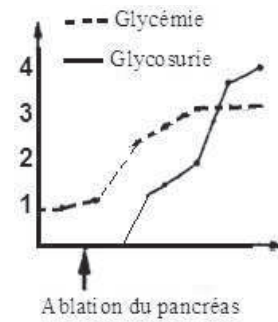
Glycémie: taux du glucose sanguin

Glycosurie : taux du glucose dans l'urine ou l'apparition du glucose dans l'urine

2- courbes

L'ablation du Pancréas → hyperglycémie

Lorsque celle-ci dépasse le seuil : le glucose apparaît dans l'urine (glycosurie)



### 3. Légende

1=îlot de Langerhans

2=cellule  $\beta$

3= cellule  $\alpha$

4= Acinus pancréatique

### 4- Hormones et rôles

X : insuline = hormone hypoglycémisante

Y : Glucagon = hormone hyperglycémisante

### 5- Facteurs sanguins

- L'augmentation du glucose sanguin → sécrétion de l'insuline
- La diminution du Glucose Sanguin → Sécrétion du glucagon.

## Exercice 24

Les glandes parathyroïdes sont au nombre de quatre. Leur structure ne montre pas de canaux excréteurs, mais on constate qu'elles sont très richement irriguées par des vaisseaux sanguins. Les glandes parathyroïdes ne sécrètent pas de calcium.

### Expérience 1

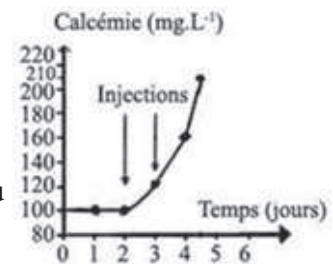
L'ablation des quatre glandes parathyroïdes chez un chien provoque des crises tétaniques (contractions prolongées) touchant tous les muscles et une diminution du taux sanguin de calcium ou calcémie.

1- Interprétez cette expérience.

### Expérience 2

On injecte à un animal normal une substance isolée d'extraits parathyroïdiens et on mesure l'évolution de la calcémie. Les résultats figurent sur le document.

2- Analysez les résultats obtenus. Que peut-on déduire ?





3-Nommez la substance isolée d'extraits parathyroïdiens.

4- Citez trois arguments qui montrent que les parathyroïdes sont des glandes endocrines.

5-En se basant sur vos connaissances représentez le mécanisme de régulation de la calcémie.

## Corrigé 24

1-L'ablation des parathyroïdes entraîne une diminution de la calcémie, ce qui provoque une augmentation du taux du calcium dans les cellules nerveuses et musculaires d'où une stimulation continue à l'origine de la mort par tétanisation.

2-Avant l'injection la calcémie était constante à une valeur minimale soit 100mg /l'injection d'extraits parathyroïdiens augmente La calcémie : Les parathyroïdes sécrètent donc une hormone hypercalcémiant.

3-La substance isolée des parathyroïdes est une hormone appelée : Parathormone ou parathyrine.

4-Les parathyroïdes sont des glandes endocrines car elles sont richement vascularisées, ne présentent pas des canaux excréteurs et ne sécrètent pas du calcium.

5-Mécanisme :

Hypocalcémie → + glandes parathyroïdes → hormones parathyroïdiennes → squelette → libération de  $Ca^{++}$  → + élévation de la calcémie

## Exercice 25

On fait ingérer à deux personnes à jeun A et B une même dose de 50 grammes de glucose. Puis on dose toutes les demi-heures le glucose dans leur sang. On obtient les résultats suivants (tableau):

Date du dosage	0H	0H 30	1H	1H 30	2H	2H 30	3H	3H 30	4H	4H30	5H	5H30
Glycémie de A	0.9	1.3	1.2	1.1	1	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Glycémie de B	1.4	1.6	1.8	2.1	2.2	2.2	1.9	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5

1- Représenter sur un même graphe les variations de la glycémie de ces deux personnes.

Le glucose est directement assimilable par l'organisme. On peut estimer qu'après une heure il est totalement passé dans le sang et le liquide interstitiel, ces deux milieux ayant ensemble un volume de l'ordre de 20 litres.

2- Combien devrait être la glycémie du sujet A une heure après l'ingestion du glucose ?

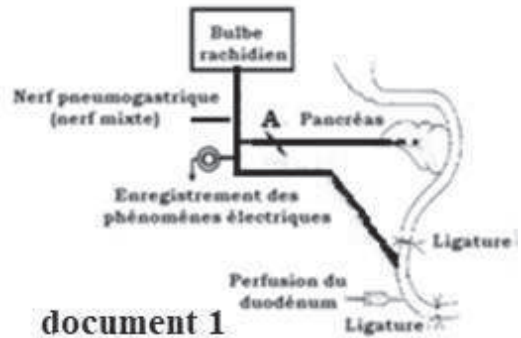
- 3- Quelle est en réalité la valeur de cette glycémie ? Que peut-on conclure ?
- 4- Comparer les courbes relatives aux sujets A et B. Que peut-on dire de l'état de santé de B ?
- 5- Cette personne ne risque-t-elle pas de présenter des anomalies de sa sécrétion urinaire ?

### Exercice 26

On injecte dans le sang d'un rat dont la glycémie est normale, une hormone sécrétée par la paroi du duodénum au cours de la digestion. On constate une diminution de la glycémie.

1-Nommez cette hormone et déduisez son effet.

2-Après section en A (document 1) de la branche pancréatique du pneumogastrique, la stimulation du bout périphérique déclenche une augmentation du taux sanguin d'insuline.

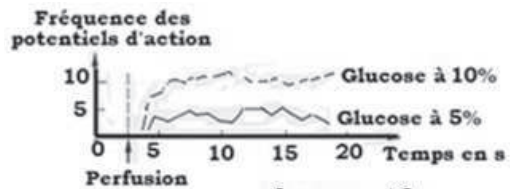


document 1

a- Qu'en déduisez-vous ?

b-Quelle sera l'évolution de la glycémie ?

Chez un autre rat, on perfuse le duodénum avec des solutions de glucose à 5% et à 10% (document 1), et on enregistre l'activité électrique d'une fibre afférente du nerf pneumogastrique, les résultats sont représentés par le doc 2.



document 2

A la suite de cette perfusion, on constate une élévation de la sécrétion d'insuline.

c- Que pouvez-vous en déduire ?

d- Faites sous forme de schéma, la synthèse de ces données.

3-On constate que l'administration orale de glucose chez un animal à jeun est suivie d'une plus forte libération d'insuline que l'administration par voie intraveineuse d'une quantité équivalente. Expliquez.

### Exercice 27

On mesure la glycémie et la glycosurie chez un chien après l'ablation de son pancréas. Les résultats sont consignés dans le tableau.

Temps en h	-1	0	1	2	3	4	5	6	7
Glycémie (g.l <sup>-1</sup> )	1	1	1.2	1.6	1.8	2.5	2.8	3	3.1
Glycosurie (g.l <sup>-1</sup> )	0	0	0	0	0.2	5	10	35	40

Ablation du pancréas

1- Donnez la signification de la glycémie, la glycosurie et précisez leur valeur habituelle chez l'Homme.

2- A partir de l'analyse comparée de ces données:

a- Déduisez le rôle du pancréas dans la régulation de la glycémie.

b- Comment peut-on corriger les troubles liés à l'ablation du pancréas ?

c- Expliquez l'apparition de la glycosurie seulement trois heures après l'ablation du pancréas ?

d- En quoi le rein participe-t-il à la régulation de la glycémie ?

3- Indiquez une maladie dans laquelle on retrouve des troubles semblables à ceux du chien dépancréaté.

## Corrigé 27

1- Glycémie : Taux de glucose dans le sang sa valeur normale est de 1g/l

Glycosurie : Taux de glucose dans l'urine qui est normalement 0g/l

2- a- On constate qu'avant pancréatectomie la glycémie était 1g/l et la glycosurie est nulle. Après pancréatectomie, la glycémie augmente et arrive à 1,8g/l; la glycosurie apparaît et augmente. Donc le pancréas diminue la glycémie et empêche l'apparition de la glycosurie (glande hypoglycémisante).

b- Une greffe du pancréas ou l'injection de ses extraits (insuline) corrigera les perturbations causées par la pancréatectomie.

c- L'apparition de la glycosurie s'explique par le dépassement du seuil de réabsorption rénal du glucose.

d- Le rein participe à la régulation de la glycémie par réabsorption du glucose inférieur au seuil et le rejet de l'excédent dans l'urine.

3- Cette maladie est le diabète.

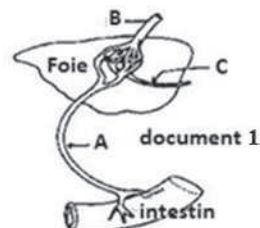
## Exercice 28

A-Chez l'homme normal, la glycémie est maintenue constante même dans des conditions variées : repos, activité, jeun, alimentation.

1. Donnez la définition de la glycémie.

2. Le document 1 montre, de façon simplifiée, la vascularisation du foie et de l'intestin grêle.

a- Indiquez par des flèches, sur le document 1, le sens de la circulation du sang au niveau des vaisseaux A, B et C.

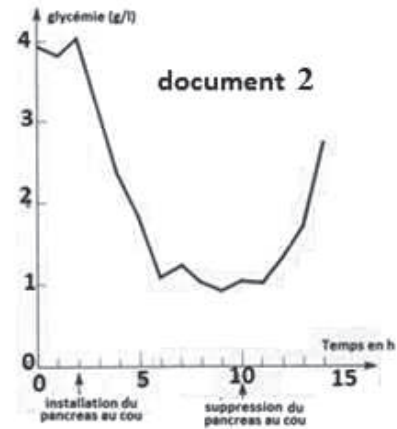


b-Précisez comment varie la glycémie par rapport à la valeur normale au niveau des vaisseaux A et B, à jeun et après un repas riche en glucides.

B- L'ablation du pancréas chez un chien entraîne des troubles graves parmi lesquels les symptômes du diabète. On réalise l'expérience suivante afin de préciser par quels mécanismes le pancréas influence la teneur en glucose du sang :

Chez un chien dépancréaté, on intercale sur la circulation carotido-jugulaire un pancréas prélevé chez un autre chien. Puis ce pancréas est supprimé après quelques heures. La courbe du document 2 traduit les variations de la glycémie.

1. Quelles sont les autres troubles physiologiques qui suivent la pancréatectomie?
2. Analysez le tracé.
3. Quelles sont les conclusions qu'on peut dégager de cette expérience?
4. Citez une autre expérience qui confirme vos conclusions.



## Exercice 29

L'ablation des parathyroïdes, provoque une hyper-excitabilité neuro-musculaire avec crises répétées, pouvant conduire à la mort par tétanie.

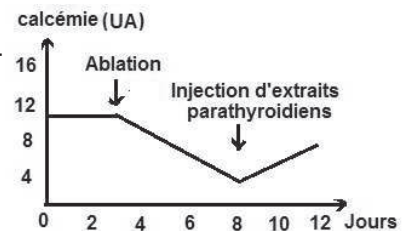
Les résultats, exprimés par la courbe ci-contre ont été obtenus chez un chien normal qui subit une ablation parathyroïdienne suivie, quelques jours plus tard, d'une injection d'extraits parathyroïdiens.

1-Analysez ces résultats afin de déduire le rôle des parathyroïdes.

2-La maladie de Recklinghausen, due à l'hypertrophie des parathyroïdes, a pour conséquence essentielle une intense déminéralisation du squelette : les os deviennent fragiles. Comment pouvez-vous, relier les effets de l'hyperparathyroïdie aux lésions osseuses de la maladie de Recklinghausen ?

3-Dans la recherche de traitement de cette maladie, on a injecté des extraits thyroïdiens : il y a eu retour à la normale et disparition des symptômes. Expliquez.

4-Schématisez l'effet de ces deux glandes sur la régulation de la calcémie.



## Corrigé 29

1- La courbe montre que la calcémie chute après ablation des parathyroïdes et remonte après injection des d'extraits parathyroïdiens.

donc les parathyroïdes, par voie hormonale ont un rôle hypercalcémiant

2- L'hormone parathyroïdienne décalcifie les os pour augmenter la calcémie d'où la fragilité des os.

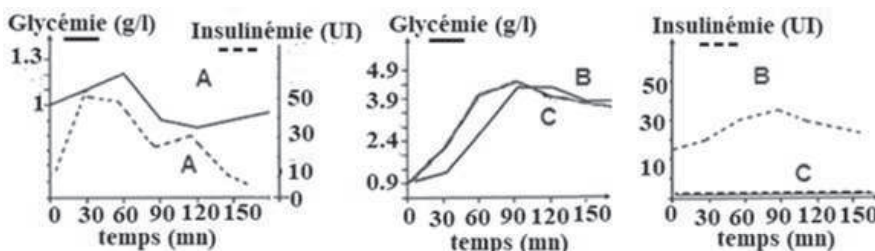
3- La thyroïde par voie hormonale (calcitonine) stimule la calcification des os d'où la correction de l'hypercalcémie.

4- Thyroïde → calcitonine → hypocalcémie  
 hypercalcémie ← parathormone ← parathyroïde ↻

## Exercice 30

Trois individus adultes A, B et C consultent un médecin suite à une polyurie et une sensation de soif intense. Le médecin surveille leurs glycémie et insulïnémie après l'ingestion de 50g de glucose à t = 0 min. Les résultats sont présentés dans le document

1-Analysez ces courbes afin de déduire l'état de santé de chaque individu.



2-Précisez, chez le sujet sain, le lien entre l'insuline et la glycémie.

Un traitement par pancréas artificiel mono-hormonal est actuellement prescrit pour certains diabétiques. Ce pancréas correspond à un appareil inséré sous la peau.

Il assure une mesure automatisée et continue du glucose sanguin. Cette mesure est ensuite transmise à un module de contrôle informatisé qui calcule la quantité d'insuline nécessaire et envoie des commandes à une pompe à insuline pour délivrer la dose calculée.

3-Justifiez l'affirmation suivante : « le pancréas artificiel mono-hormonal est un traitement plus adapté que le traitement reposant sur des injections d'insuline ».

4-Déterminez, en justifiant, la personne à laquelle le médecin va proposer le traitement du pancréas artificiel.

5-Proposez des conseils qui seront donnés par le médecin pour la seconde personne. Justifier la réponse.

## Corrigé 30

1- Après injection du glucose, la glycémie de A augmente jusqu'à 1,2g/l après 60mn puis diminue pour atteindre 0,9g après 120mn et son insulïnémie est passée de 10 à 50UI pendant la première heure puis chute à moins de 10UI par contre la glycémie de B et C a augmenté jusqu'à 3,9g/l et l'insulïnémie de B a augmenté jusqu'à 40UI et celle de C est presque nulle donc A est normal B et C sont diabétiques.

2- Chez le sujet sain l'insulïnémie est proportionnelle à la glycémie : l'augmentation de la glycémie provoque la sécrétion de l'insuline qui provoque un retour à la normale.

3- Le pancréas artificiel secrète l'insuline en fonction de la glycémie alors que le traitement par injection d'insuline fournit une dose constante indépendamment de la glycémie donc le pancréas artificiel est plus adapté.

4- Le sujet C peut être traité par pancréas artificiel parce qu'il a une DID.

5- Le sujet B est conseillé à suivre un régime alimentaire pauvre en glucose et à pratiquer du sport.

## Exercice 31

Afin de comprendre le rôle et le mode d'action de l'insuline dans l'organisme, on réalise les expériences suivantes :

Expérience 1 :

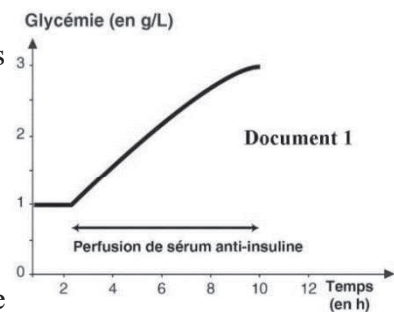
Chez un rat, on effectue la perfusion (injection continue) d'un sérum contenant des anticorps anti-insuline. Ces anticorps neutralisent l'insuline, l'empêchant ainsi de se fixer sur les récepteurs de ses cellules cibles. On étudie ensuite les variations de la glycémie. Les résultats sont représentés dans le document 1.

1- Analyser le document 1.

2- Conclure le rôle de l'insuline ainsi mis en évidence.

Expérience 2

On mesure, en fonction de la concentration d'insuline, d'une part l'absorption du glucose par les cellules hépatiques et d'autre part l'activité d'une enzyme hépatique E, impliquée dans la glycogénogenèse. Les résultats sont présentés dans le document 2.



Concentration de l'insuline (en pg/L)	5	10	15	20	40
Taux d'absorption du glucose par les cellules hépatiques (en u.a)	10	20	40	60	90
Activité de l'enzyme hépatique E (en %)	15	45	60	75	85
document 2					

3-Interpréter les résultats représentés dans le document 2

Expérience 3 :

On étudie l'évolution des réserves hépatiques en glycogène. Les résultats figurent dans le document 3.

4-Dégager, du document 3, le rôle de l'enzyme E.

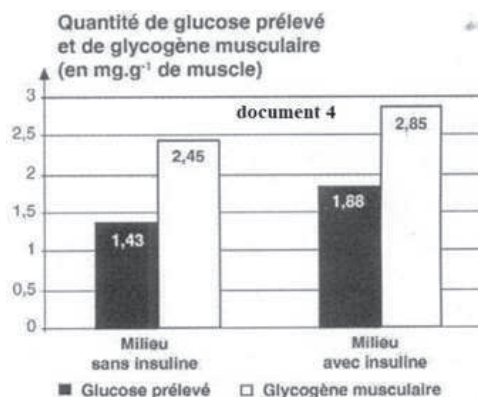
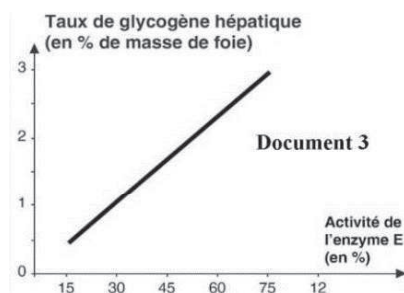
Expérience 4 :

On place un muscle pendant 10 minutes dans un milieu glucosé contenant ou non de l'insuline.

Ensuite, on dose la quantité de glucose prélevé par le muscle et la quantité de glycogène musculaire stocké dans chacun des milieux utilisés. Les résultats sont présentés dans le document 4.

5-Dresser un tableau montrant la variation de la quantité de glucose prélevé et de glycogène musculaire sans et avec insuline.

6-Que peut-on déduire quant à l'effet de l'insuline sur le muscle ?



## Corrigé 31

1- Durant les deux heures précédant la perfusion du sérum anti-insuline, de  $t=0h$  à  $t=2h$ , la glycémie du rat est constante à  $1g/L$ .

La perfusion du sérum anti-insuline induit une augmentation de la glycémie de  $1g/L$  à  $3g/L$  à  $t=10h$ .

2- L'insuline a un rôle hypoglycémiant.

3- Pour une concentration de  $5pg/L$ , le taux d'absorption du glucose par les cellules hépatiques est de  $10u.a$  et l'activité de l'enzyme hépatique E est de  $15\%$ .

Le taux d'absorption et l'activité de l'enzyme E augmentent en fonction de l'augmentation de la concentration d'insuline, jusqu'à respectivement  $90u.a$ , valeur 9 fois plus importante,



et 85 %, plus que 5 fois plus importante, quand la concentration de l'insuline devient 40 pg/L, valeur 8 fois plus grande.

Ceci montre que l'insuline agit sur les cellules hépatiques en favorisant l'absorption du glucose par les cellules hépatiques et en activant l'enzyme E.

4- L'enzyme hépatique E favorise l'augmentation des réserves hépatiques.

5- Tableau montrant la variation de la quantité de glucose prélevé et de glycogène musculaire sans et avec insuline.

	Glucose prélevé (en mg.g <sup>-1</sup> )	Glycogène musculaire (en mg.g <sup>-1</sup> )
Milieu avec insuline	1,43	2,45
Milieu sans insuline	1,88	2,85

6- Dans le milieu sans insuline, la quantité de glucose prélevé est de 1,43 mg.g<sup>-1</sup> et celle de glycogène musculaire est de 2,45 mg.g<sup>-1</sup>.

En présence d'insuline dans le milieu, la quantité de glucose prélevé augmente à 1,86 mg.g<sup>-1</sup> et celle de glycogène musculaire augmente à 2,85 mg.g<sup>-1</sup>.

On déduit que l'insuline permet au muscle de prélever plus de glucose et de le stocker en glycogène.

## Exercice 32

A- Chez l'homme les cellules de l'organisme baignent dans un liquide extracellulaire ; sa teneur en glucose, en éléments minéraux (Na<sup>+</sup>), en eau... , ne peut varier que dans d'étroites limites, sous peine de troubles.

1- Nommez :

- a- le liquide extracellulaire dans lequel baignent les cellules.
- b- la teneur en glucose de ce liquide et les troubles découlant de l'excès de glucose.

2- Les troubles découlant de l'excès de glucose sont de deux types :

- a- Citez ces deux types et précisez l'origine de chacun.
- b- Proposer un traitement pour chaque type.

B- Dans le maintien de la composition chimique du milieu intérieur, le rein joue un rôle essentiel.

1- Le tableau montre les concentrations de quelques constituants du plasma sanguin, de l'urine primitive et définitive chez un individu normal.

	Glucose en mmol. L <sup>-1</sup>	Ammonium en mmol.L <sup>-1</sup>	Protéines en g. L <sup>-1</sup>
Plasma sanguin	5	0	75
Urine primitive	5	0	0
Urine définitive	0	25	0

a-Comparer les compositions du plasma et de l'urine primitive. En déduire une fonction du rein.

b-Comparer l'urine primitive et l'urine définitive, En déduire d'autres fonctions du rein.

2-L'ingestion d'un litre d'eau par cet individu, modifie passagèrement sa diurèse ou débit urinaire.

a-Citer les modifications induites, dans le milieu intérieur, par l'ingestion de cette quantité d'eau.

b- Dans quel sens évolue la diurèse et pourquoi ?

## Corrigé 32

A-1-a- Liquide extracellulaire = milieu intérieur.

b- La teneur du glucose = glycémie.

-Troubles liés à l'excès du glucose = Diabète.

2-a

Type	DID	DNID
Origine possible	Manque d'insuline ou insuline mutée	Manque de récepteurs d'insuline

b-traitement :

-DID : Injection d'insuline.

-DNID : régime alimentaire, sport modéré et des substances qui augmentent la diurèse.

B-1- a- Comparaison :

On constate que le glucose est présent dans le plasma et dans l'urine primitive alors que les protéines ne sont présentes que dans le plasma: le rein laisse passer certaines substances et s'oppose au passage d'autres, c'est la filtration.

b -Le glucose est présent dans l'urine primitive mais absent dans l'urine définitive, il est donc réabsorbé : c'est la fonction de réabsorption.

-l'ammonium est présent dans l'urine définitive alors qu'il est absent dans l'urine primitive :il est sécrété on parle de la sécrétion.

2- a- L'ingestion d'eau provoque :

- augmentation de la volémie.

-diminution de la pression osmotique

-augmentation de la pression artérielle.

b- L'ingestion d'eau augmente la diurèse afin de ramener la volémie à sa valeur normale et par conséquent les pressions osmotique et artérielleconstance du milieu intérieur.

## Exercice 33

Le tableau 1 illustre les résultats du dosage de la concentration du sodium chez un sujet normal dans des conditions différentes.

	Quantité de sodium dans	
	Le plasma	L'urine
Après un repas normal	7g/l	10g/l
Après un repas très riche en sel	10g/l	13g/l
Après un régime sans sel	4g/l	0g/l
Tableau 1		

1-Analysez ces résultats.

2-Deduez le rôle des reins vis-à-vis du chlorure de sodium.

Les corticosurrénales sont deux glandes qui sont logées dans la cavité abdominale au contact du rein.

	Quantité de sodium dans	
	Le plasma	L'urine
Avant l'ablation	3.3g/l	3.7g/l
Après l'ablation	2.5g/l	6g/l
Tableau 2		

On analyse le sang et l'urine d'un animal avant et après l'ablation de ces glandes. On obtient les résultats du tableau 2.

3-Que peut-on conclure ?

4- Préciser le mode d'action des corticosurrénales sur l'excrétion du sodium.

5- Proposer une expérience qui met en évidence ce mode d'action.

## Exercice 34

Pour comprendre les mécanismes de la régulation de certains paramètres de l'homéostasie, on réalise les expériences suivantes :

Expérience 1 : Si l'on traite un rein de Mammifère par un poison (cyanure) qui bloque le métabolisme et en particulier la respiration cellulaire, on constate que l'urine contient une quantité de  $\text{Na}^+$  plus élevée, une quantité de  $\text{K}^+$  moindre que la normale et on constate une polyurie.

Expérience 2 : Le tableau suivant illustre des dosages effectués sur un Mammifère normal et un autre surrénalectomisé (ablation des deux glandes surrénales). On observe une polyurie chez le dernier.

Constituants	Dans le plasma(g/l)		Dans l'urine(g/j)	
	Animal normal	Animal surrénalectomisé	Animal normal	Animal surrénalectomisé
Eau	810	810	1470	1830
Na <sup>+</sup>	3.3	3.1	5	6.5
K <sup>+</sup>	0.17	0.24	2.5	1.3

L'injection d'extraits de corticosurrénales restaure une activité normale des reins.

1- Définissez l'homéostasie.

2- Définissez la polyurie

3-Interprétez les résultats de la première expérience.

4-Comparez les perturbations provoquées par la surrénalectomie à celle de la première expérience. Que déduisez-vous.

5- A partir de la 2<sup>ème</sup> expérience, expliquez le mécanisme et le mode d'action des extraits des corticosurrénales sur le rein.

6- Expliquez pourquoi il y a polyurie dans les deux expériences en considérant qu'elle dépend uniquement de phénomènes osmotiques.

7- Déduisez de ces expériences, les fonctions du rein.

### Corrigé 34

1- Homéostasie : Tendence de l'organisme à maintenir ou à ramener les différentes constantes physiologiques à des degrés qui ne s'écartent pas de la normale.

2- Polyurie : augmentation du volume urinaire

3- Le rein utilise de l'énergie pour assurer une réabsorption de Na<sup>+</sup>, une excrétion de K<sup>+</sup> et par la suite une réabsorption d'eau.

4- La surrénalectomie a provoqué une polyurie, une augmentation du taux de Na<sup>+</sup> et une diminution du taux de K<sup>+</sup> dans l'urine, qui sont les mêmes conséquences que la première expérience.

Donc les surrénales interviennent dans la régulation des fonctions du rein.

5- Les extraits des surrénales stimulent par voie hormonale le métabolisme oxydatif ce qui libère de l'énergie pour assurer les phénomènes de réabsorption et d'excrétion.

6- L'augmentation du taux de Na<sup>+</sup> dans l'urine favorise le passage d'eau par osmose du milieu le moins concentré (plasma) au milieu le plus concentré (urine) ce qui entraîne une

polyurie.

7- Fonction du rein : Le rein assure un équilibre hydrominéral du milieu intérieur par les phénomènes de : Filtration, réabsorption et excrétion.

### Exercice 35

Dans le cadre de l'étude de la régulation de la glycémie, des données expérimentales ont été relevées chez des personnes ou des animaux en bonne santé. Le tableau 1 montre la concentration du glucose dans le sang entrant et sortant du muscle et de l'encéphale.

	Concentration du glucose (en mg/100mL de sang)	
	Sang entrant	Sang sortant
Muscle au repos	90	87
Encéphale au repos	91	80

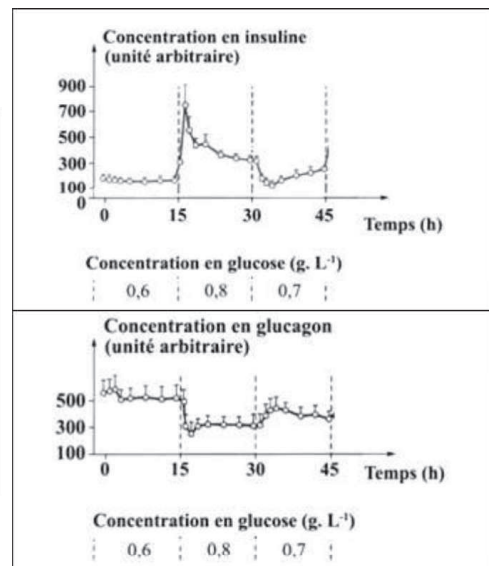
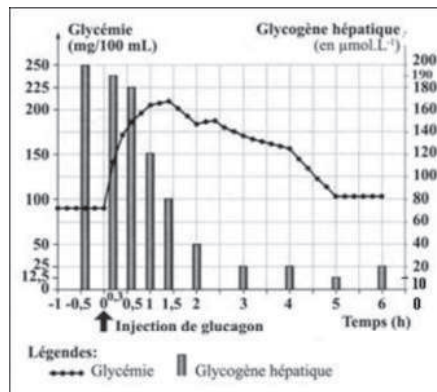
1- Analyser le tableau 1 et en dégager une relation adéquate.

Le document 1 représente la variation de la concentration en insuline et en glucagon sécrétés par le pancréas d'un chien, isolé et perfusé par un liquide ayant différentes concentrations en glucose.

Le document 2 présente l'effet d'une injection de glucagon sur la glycémie et le taux de glycogène hépatique.

2- Dresser un tableau montrant la variation du taux de glycogène hépatique en fonction du temps (document 2).

3- Interpréter les résultats de chacun des documents 1 et 2.



Afin d'étudier le rôle de l'insuline, des chercheurs ont effectué les deux expériences suivantes :

Expérience 1 : ils ont mesuré l'absorption de glucose et les réserves en glycogène sur des muscles dans un milieu avec ou sans insuline. Les résultats figurent dans le tableau 2.

Quantité de glucose absorbé par le muscle (en mg/g de muscle) toutes les 10 mn		Quantité de glycogène contenu dans le muscle (en mg/g de muscle) après 10 mn	
Milieu sans insuline	Milieu avec insuline	Milieu sans insuline	Milieu avec insuline
1,43	1,88	2,45	2,85

4- Comparer les résultats du tableau 2. En dégager le rôle de l'insuline sur les cellules musculaires.

Expérience 2 : ils ont mesuré la consommation de glucose par les cellules de l'encéphale dans un milieu avec ou sans insuline. Le résultat montre que cette consommation est d'environ  $6\text{g}\cdot\text{h}^{-1}$  dans les deux milieux, avec ou sans insuline.

5- Déterminer si les cellules de l'encéphale sont des cellules cibles de l'insuline.

### Exercice 36

Afin de déterminer l'origine possible du diabète chez des animaux, on traite des coupes microscopiques de pancréas par un marqueur radioactif de l'insuline ou par un marqueur radioactif du glucagon. Le document 1 traduit schématiquement les résultats pour un animal X ayant une glycémie normale, et le document 2 exprime les résultats pour un animal Y souffrant d'une hyperglycémie sévère.

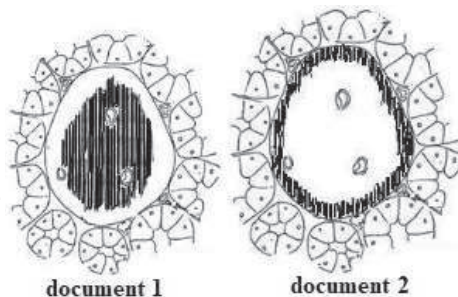
1- Relever, à partir du document 1, la structure à l'origine de la sécrétion de l'insuline et du glucagon ainsi que leurs localisations dans ces coupes. Justifier la réponse.

2- Préciser la cause de l'hyperglycémie chez l'animal Y. Justifier la réponse en comparant les documents 1 et 2.

L'animal Z présentant une autre forme de diabète, fournit des coupes de pancréas similaires à celles du document 1.

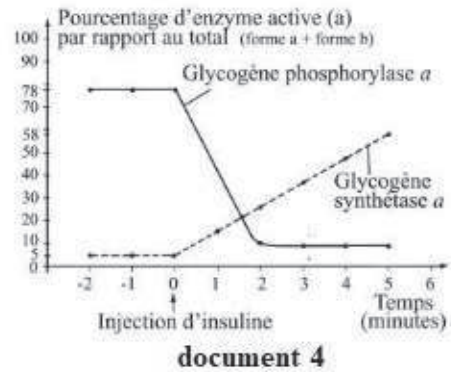
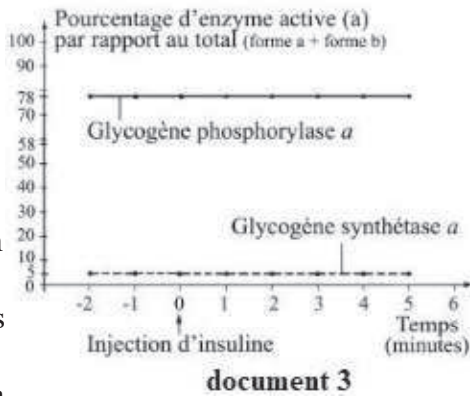
3- Formuler deux hypothèses expliquant l'origine possible du diabète de l'animal Z.

Le glycogène synthétase et la glycogène phosphorylase sont des enzymes hépatiques impliquées respectivement dans la synthèse du glycogène et dans la dégradation du glycogène. Chacune de ces enzymes existe sous deux formes: la forme a qui est active (fonctionnelle) et la forme b qui est inactive (non fonctionnelle). Les documents ci-dessous révèlent les variations des pourcentages de ces enzymes en fonction du temps chez les animaux X (document 3) et Z (document 4).



4- Les résultats obtenus dans les documents 3 et 4, valident-ils les hypothèses formulées dans la question 3 ? Justifier la réponse.

5- Expliquer, en se référant au document 3 et aux connaissances acquises, le mode d'action de l'insuline sur les cellules hépatiques et son effet sur la glycémie.



### Exercice 37

1- Chez certaines personnes, le taux sanguin du glucose est anormalement élevé (ou anormalement bas). Pour comprendre les causes de ces anomalies de régulation de la glycémie, les chercheurs ont réalisé de nombreuses observations cliniques et expérimenté chez l'animal. Ils ont ainsi découvert les mécanismes qui commandent le stockage et la libération du glucose avec, en particulier, le rôle clé joué par le pancréas. Afin de comprendre ce rôle clé, et en vous basant sur vos connaissances, reproduisez et complétez les deux tableaux 1 et 2 suivants :

Tableau 1	Insuline	glucagon
Origine		
Condition de sécrétion		
Effet		
Cellules-cibles		

Tableau 2	Effet de la réaction	Lieu de la réaction	Effet de l'insuline	Effet du glucagon
Réaction				
Glycogénolyse				
Glycogénogénèse				
Néoglycogénèse				
Lipogenèse				
Lipolyse				
Consommation du glucose par les cellules				



Remarques : - Pour l'effet de la réaction, indiquez s'il est hypoglycémiant ou hyperglycémiant.

- Pour le lieu de la réaction, précisez le type de cellules où se déroule la réaction.

- Pour l'effet de l'insuline et du glucagon, précisez si ces hormones stimulent ou inhibent la réaction.

(1) : précisez si l'effet est hypoglycémiant ou hyperglycémiant.

2- Représentez à l'aide d'un schéma commenté la régulation de la glycémie par les hormones pancréatiques.

## Corrigé 37

1-

Tableau 1	Insuline	Glucagon
Origine	Cellule $\beta$	Cellule $\alpha$
Condition de sécrétion	Hyperglycémie	Hypoglycémie
Effet	Hypoglycémiant	Hyperglycémiant
Cellules cibles	Cellule hépatique Cellule adipeuse Cellule musculaire Toute cellule (sauf nerveuse et rénale)	Cellule hépatique cellule adipeuse

Tableau 2

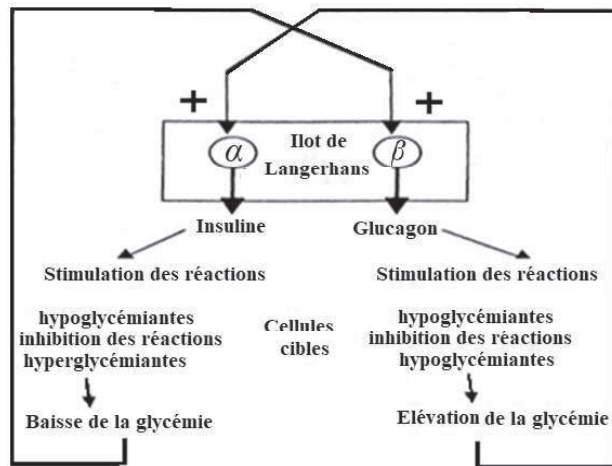
Réactions	Effet de la réaction	Lieu de la réaction	Effet de l'insuline	Effet du glucagon
Glycogénolyse	Hyperglycémiant	Cellule hépatique	Inhibe la réaction	Stimule la réaction
Glycogénèse	Hypoglycémiant	Cellule hépatique cellule musculaire	Stimule la réaction	Inhibe la réaction
Néoglucogénèse	Hyperglycémiant	Cellule hépatique	Inhibe la réaction	Stimule la réaction
Lipogénèse	Hypoglycémiant	cellule adipeuse	Stimule la réaction	Inhibe la réaction
Lipolyse	Hyperglycémiant	cellule adipeuse	Inhibe la réaction	Stimule la réaction
Consommation du glucose par les cellules	Hypoglycémiant	toute cellule (sauf nerveuse et rénale)	Stimule la réaction	Inhibe la réaction

2-A chaque instant les écarts de glycémie sont détectés, dans les îlots de Langerhans par les

cellules ( $\beta$ ) et par les cellules ( $\alpha$ ) :

-Une hyperglycémie stimule les cellules  $\beta$  sécrétrices d'insuline hypoglycémiantes. Cette hormone agit sur les cellules cibles en stimulant les réactions hypoglycémiantes et en inhibant les réactions hyperglycémiantes.

-Une hypoglycémie stimule les cellules  $\alpha$  sécrétrices du glucagon hyperglycémiant. Cette hormone agit sur les cellules cibles (essentiellement les cellules hépatiques) en stimulant les réactions hyperglycémiantes et en inhibant les réactions hypoglycémiantes.



### Exercice 38

A- On sait que la glycémie est une caractéristique importante du milieu intérieur. Chez le rat, elle est d'environ 1 g/l. Après un repas riche en glucides, le taux de glycogène dans les cellules du foie est voisin de 3 % (exprimé par rapport à la masse totale du tissu hépatique). Si le rat est soumis à un jeûne prolongé, le taux s'abaisse à 0,1 %. Si le rat ingère du sucre, le taux s'élève à 5 %. En tenant compte uniquement de ces données et de la position anatomique du foie, expliquez comment celui-ci intervient dans le maintien de la constance de la glycémie.

B - On veut étudier, sur le foie de rat, les effets de deux substances extraites du pancréas : l'insuline et le glucagon. Les foies de rats sacrifiés 2 heures après qu'on leur eut servi un repas, sont prélevés et perfusés avec du sang provenant de rats à jeun depuis 20 heures. Le sang, rendu incoagulable et approvisionné en oxygène est envoyé dans le foie par la veine porte et en sort par les veines sus-hépatiques. On mesure la concentration du sang en glucose à l'entrée et à la sortie du foie.

On peut ainsi déterminer le bilan hépatique du glucose qui est la quantité de glucose globalement libéré par le foie dans le sang (bilan positif) ou capturé par le foie à partir du sang (bilan négatif). Ce bilan s'exprime en mg de glucose/g de foie/minute. Après 1 heure de perfusion, le bilan est nul. On ajoute alors dans le sang de la veine porte des quantités variées d'insuline et de glucagon et on détermine le bilan hépatique du glucose dans ces différentes situations expérimentales. Les résultats sont indiqués dans le document 1.

Glucagon ( $\mu\text{g}$ )	Insuline ( $\mu\text{g}$ )	Bilan hépatique (mg glucose/g de foie/min.)
0	0	0
0,03	0	+ 0,25
0,10	0	+ 0,36
0,10	1,2	+ 0,32
0,10	4,0	+ 0,28
0,10	12,0	+ 0,12
0,30	0	+ 0,51
0,30	1,2	+ 0,46

Justifier le protocole expérimental au regard de l'objectif proposé et en fonction de vos connaissances. Que pouvez-vous déduire du document 1 ?

C- On veut maintenant, étudier d'autres effets de l'insuline. Le document 2 indique la consommation de glucose de fragments de tissu musculaire en présence de doses croissantes d'insuline.

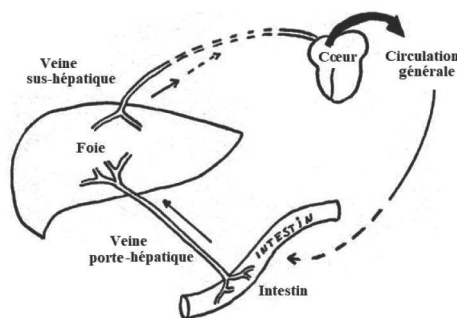
Du tissu adipeux de rat est incubé, à  $37^\circ$ , dans un milieu renfermant du glucose radioactif et de l'insuline. On constate une nette augmentation de l'incorporation de la radioactivité dans les lipides de ce tissu lorsqu'on augmente la concentration d'insuline du milieu. Quels sont les effets de l'insuline mis en évidence par ces expériences?

Concentration du milieu en insuline (ng/ml)	0	2,5	4	10	40
Consommation de glucose par le muscle (mg/g de muscle/heure)	2,5	3,2	3,5	4,5	6,0

## Corrigé 38

A - Rôle du foie dans le maintien de la glycémie

- Le foie reçoit directement par la veine porte les sucres absorbés par l'intestin. D'autre part, le foie est en relation directe avec la circulation générale par la veine sus-hépatique.



• D'après l'énoncé, il existe une relation entre les sucres alimentaires et le glycogène hépatique.

Etat physiologique	Glycogène hépatique
Repas de sucre	5 %
Jeune prolongé	0.1%
Repas riche en glucides	3 %

- Le glycogène et le glucose sont deux glucides liés par la réaction chimique



Lorsque le glucose est trop abondant dans l'alimentation (repas sucré-tendance à l'hyperglycémie), le foie stocke le glucose sous forme de glycogène : glycogénogénèse.

Lorsque le glucose manque dans l'alimentation (tendance à l'hypoglycémie), le foie hydrolyse le glycogène et libère du glucose dans le sang : glycogénolyse.

La vascularisation particulière du foie lui permet, de jouer ce rôle régulateur entre les variations de la ration alimentaire et la constance de la glycémie générale.

B - Pour déterminer l'action des 2 substances, on réalise un foie à bilan hépatique nul. Dans ce foie, les réactions chimiques glycogénolyse et glycogénèse s'équilibrent.

Glucagon ( $\mu\text{g}$ )	Bilan hépatique
0	0
0,03	+0.25
0.10	+ 0,36
0.30	+ 0.51

Foie à bilan nul : glycogénolyse = glycogénogénèse

Avec des taux de substances (insuline, glucagon) variables, on peut mesurer l'importance relative de ces 2 réactions.

Quand le taux d'insuline est nul, le glucagon est seul responsable des variations.

Insuline ( $\mu\text{g}$ )	Bilan hépatique
0	+ 0,36
1.2	+ 0,32
4.0	+ 0,28
12	+ 0,12

Des doses croissantes de glucagon élèvent le bilan hépatique : il stimule la glycogénolyse. Le glucagon agit à faible dose par voie sanguine; il a une action spécifique : la libération de glucose par le foie. C'est une hormone hyperglycémiant.

- Quand le taux de glucagon est maintenu constant (0,10ng), l'insuline est seule responsable des variations.

Les doses croissantes d'insuline font baisser le bilan hépatique : l'insuline favorise la glycogénogénèse. En présence d'insuline, le foie stocke du glucose sous forme de glycogène. C'est une hormone hypoglycémiante.

Conclusion : Le stockage de glucose dans le foie est contrôlé par deux hormones antagonistes qui peuvent agir simultanément.

C- In vitro, la consommation de glucose par le muscle croît régulièrement quand le taux d'insuline augmente dans le milieu de culture. L'insuline favorise l'utilisation du glucose par les cellules musculaires : c'est une action hypoglycémiante.

In vitro, l'insuline favorise l'entrée du glucose dans les cellules adipeuses et son stockage sous forme de lipides : c'est encore une action hypoglycémiante.

### Exercice 39

Chez les mammifères en bonne santé, la glycémie ne s'écarte que très faiblement d'une valeur moyenne égale à 1g/l, et ce malgré l'irrégularité des apports alimentaires en glucose et son utilisation continue par les cellules.

1- Que suggère cette constatation ?

2- Le tableau suivant montre l'évolution de la glycémie dosée chez un homme sain ayant ingéré 50 g de glucose.

Temps (en minutes)	0	30	60	90	120	150	180	210
Glycémie (en g/l)	0,95	1,55	1,35	0,95	0,80	0,85	0,90	0,90

a- Sachant que l'organisme humain comporte 5 litres de sang et 15 litres de lymphes, quelle devrait être, exprimée en g/l, la concentration en glucose du milieu intérieur après cette absorption ?

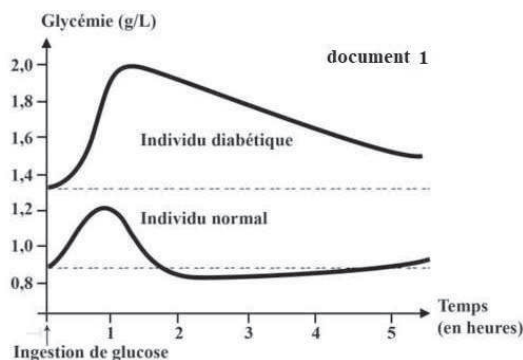
b- Confronter cette valeur théorique aux valeurs réelles du tableau.

c- Emettre des hypothèses pour expliquer les différences constatées.

d- Dégager des enseignements des résultats de cette expérience.

### Exercice 40

Selon une étude prévisionnelle récente réalisée au niveau du monde par l'organisation mondiale de la santé (OMS), le nombre d'individus atteints de diabète serait de 300 million en 2025. Les résultats de cette étude conduisent à rechercher de nouveaux médicaments contre le diabète. Le document 1 montre deux caractéristiques majeures du diabète en comparant l'évolution de

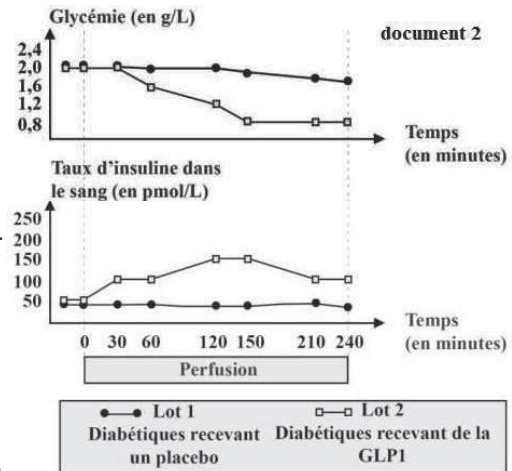


la glycémie chez deux individus, l'un est diabétique et l'autre non diabétique, après ingestion de glucose.

1. Interpréter les résultats représentés dans le document 1.

Des chercheurs ont découvert une hormone, la  $GLP_1$  que les cellules intestinales sécrètent dans le sang après un repas. Dans le cadre de l'étude de l'action de cette hormone, on réalise les expériences suivantes:

Expérience 1: On sépare des personnes diabétiques en deux groupes. L'un reçoit une perfusion (injection continue) de  $GLP_1$  durant 240 minutes, l'autre groupe reçoit une perfusion de placebo, substance neutre n'ayant aucune action. Les résultats sont représentés dans le document 2.



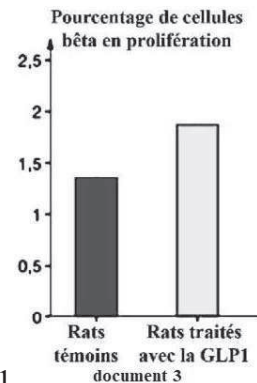
2-1-Analyser les résultats représentés dans le document 2.

2-2-Que peut-on en conclure?

Expérience 2: Les rats Zucker sont des rats obèses développant un diabète. Le document 3 montre l'effet de la  $GLP_1$  sur les cellules bêta du pancréas de deux groupes de rats Zucker, l'un traité avec de la  $GLP_1$ , l'autre témoin ne recevant pas cette hormone.

3-Déduire l'effet de la  $GLP_1$  sur les cellules bêta du pancréas.

L'hormone  $GLP_1$  est dégradée dans l'organisme au bout de deux minutes par une enzyme, la  $DPP_4$ . Elle se transforme ainsi en substances inactives. La sitagliptine, un nouveau médicament, est un inhibiteur de la  $DPP_4$ : Lorsque la sitagliptine est administrée, elle bloque l'action de la  $DPP_4$ .



4-Dégager l'effet de l'administration de sitagliptine sur le taux de  $GLP_1$  dans le sang.

5-Expliquer comment la molécule de sitagliptine peut améliorer l'état de santé de certains diabétiques.

## Corrigé 40

1- Chez l'individu normal, au moment de l'enregistrement, la glycémie est seulement de 0,9 g/L, valeur inférieure à 1,3 g/L, celle de l'individu diabétique.

Suite à l'ingestion, il y a une augmentation de la glycémie chez les deux individus pendant une heure, mais chez l'individu normal elle atteint 1,2 g/L, valeur inférieure à 2 g/L obtenue chez l'individu diabétique. Ceci montre que le glucose ingéré est absorbé par le sang et pro-

voque une hyperglycémie.

Par contre, la glycémie chez l'individu normal diminue rapidement durant près de 60 minutes pour reprendre sa valeur initiale, situation différente de celle de l'individu diabétique pour qui la glycémie diminue lentement de 2 à 1,6 g/L durant une durée plus longue (près de 3 heures) et reste plus grande que sa valeur initiale. Ceci montre que les deux individus ont un certain système qui réduit la glycémie (hypoglycémiant). Mais ce système de l'individu diabétique est plus lent que celui de l'individu normal.

2-1-Avant la perfusion de  $GLP_1$ , la glycémie et l'insulinémie sont constantes 2 g/L de glucose et 50 pmol/L d'insuline respectivement.

De même, durant la perfusion de  $GLP_1$ , le taux d'insuline reste quasi constant et la glycémie diminue légèrement en 240 minutes à 1,6 g/L pour les diabétiques recevant un placebo. Par contre, chez les diabétiques recevant de la  $GLP_1$ , la glycémie diminue pour atteindre de 0,8 g/L (valeur normale) en 240 minutes; en revanche, l'insulinémie augmente pour atteindre 150 pmol/L en 120 minutes, puis elle diminue pour atteindre 100 pmol/L, valeur supérieure à la valeur initiale au bout de 120 minutes aussi.

N.B : On pourrait comparer la glycémie chez l'individu sans et avec la  $GLP_1$  puis l'insulinémie sans et avec la  $GLP_1$ .

2.2 -La  $GLP_1$  stimule la sécrétion d'insuline et présente un effet hypoglycémiant.

3-Le pourcentage des cellules bêta en prolifération est 2 %, valeur supérieure à 1,4%. Chez les rats traités au  $GLP_1$ . Donc la  $GLP_1$  favorise le développement des cellules bêta.

4- La sitagliptine fait augmenter le taux sanguin de  $GLP_1$ .

5- Sitagliptine inhibe la dégradation de la  $GLP_1$  par la  $DDP_4$  ce qui fait augmenter le taux sanguin de la  $GLP_1$ . Cette hormone, stimule très rapidement la sécrétion d'insuline, hormone hypoglycémiant; elle présente ainsi une action hypoglycémiant. À plus long terme, la  $GLP_1$  entraîne une augmentation du nombre de cellules bêta. Comme ces cellules bêta sont les cellules sécrétrices d'insuline, la production d'insuline par le pancréas des diabétiques augmente. Ces propriétés hypoglycémiantes font qu'elle pourrait être utilisée dans le traitement du diabète.

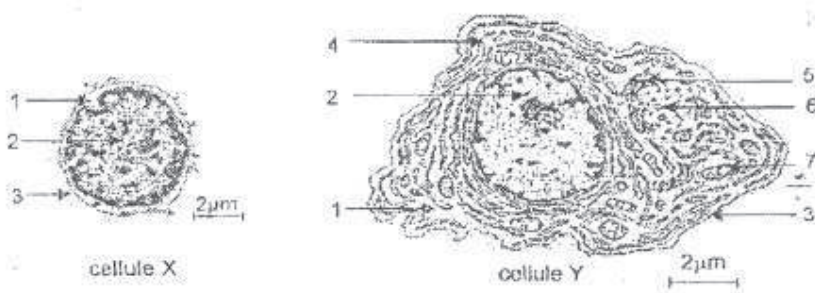




# Immunité

## Exercice 1

La cellule Y ci-dessous est un plasmocyte. Elle est issue de la cellule X.



1-Annotez chacune de ces cellules en utilisant les chiffres.

2-Nommez la cellule X.

3-Énumérez alors les différentes transformations qui s'opèrent au cours de la différenciation de la cellule X en plasmocyte.

## Corrigé 1

1- Annotations:

1= cytoplasme ; 2 = noyau ; 3 = membrane plasmique ; 4 = ergastoplasme ;  
5 = dictyosome ; 6 = diplosome ; 7 = mitochondrie.

2-Nom de la cellule X : c'est un lymphocyte B.

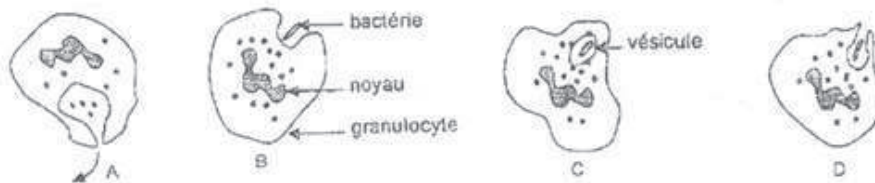
3-Les transformations:

Au cours de la formation du plasmocyte, plusieurs transformations s'opèrent au niveau du lymphocyte B.

Ce sont : l'augmentation du diamètre, l'abondance du cytoplasme avec un développement important d'ergastoplasmes et de mitochondries.

## Exercice 2

A- Les figures ci-dessous, représentent les étapes d'un phénomène qui intervient dans la défense de l'organisme. Ces figures sont données en désordre.



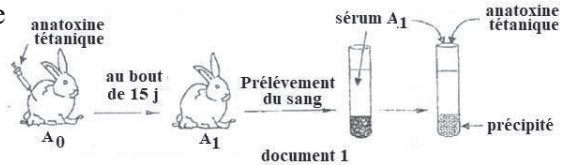
1-Nommez ce phénomène.

2-Classez les figures dans l'ordre chronologique de déroulement du phénomène.

B-Afin de dégager quelques caractéristiques des réactions immunitaires, on réalise plusieurs expériences. A partir de la toxine tétanique, on a fabriqué de l'anatoxine tétanique.

1-Définissez une anatoxine.

On injecte de l'anatoxine tétanique à un lapin A<sub>0</sub>. Au bout de 15 jours, on prélève du sang sur ce lapin devenu A<sub>1</sub> et on prépare du sérum. A ce sérum, on ajoute une solution aqueuse d'anatoxine tétanique et on constate un précipité (voir document 1).



2-Interprétez le résultat de cette expérience.

3-Nommez avec précision la nature de la réaction obtenue.

4-Précisez la propriété que l'anatoxine tétanique a conservé.

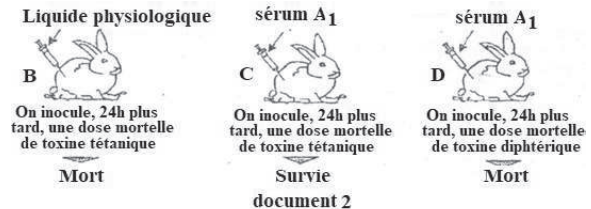
5-On injecte au lapin A<sub>1</sub>, une dose mortelle de toxine tétanique fraîche. Déduisez sa réaction. Justifiez votre réponse.

C-On réalise les expériences du document

2 :

1-Interprétez ces expériences.

2-A partir des deux documents précédents, déduisez deux caractères de l'immunité ainsi mise en évidence.



## Corrigé 2

A-1- Nom du phénomène : c'est la phagocytose d'une bactérie par un granulocyte.

2-Ordre chronologique : B ; D ; C et A.

B -1-Définition : une anatoxine est une toxine dont la virulence est atténuée par un traitement approprié.

2-Interprétation

Le précipité traduit la formation de macromolécules qui se déposent au fond du tube. Il s'agit de complexes antigène-anticorps formés par la fixation des anticorps sur les antigènes.

3-Nature de la réaction : il s'agit d'une réaction immunitaire à médiation humorale.

4- Propriété conservée par l'anatoxine.

L'anatoxine a conservé son pouvoir antigénique.

5-Déduction

Le lapin A<sub>1</sub> survivra car son organisme a déjà élaboré des anticorps antitétaniques lors

du 1<sup>er</sup> contact avec l'anatoxine tétanique. Il est donc immunisé contre le tétanos.

### C- 1-Interprétation

Le Lapin D meurt parce que le liquide physiologique ne contient pas d'anticorps pour neutraliser la toxine tétanique. Le sérum du lapin A<sub>1</sub> immunisé contre le tétanos, contient des anticorps contre la toxine tétanique. Ce sérum immunise automatiquement le lapin C contre le tétanos. Les anticorps qui immunisent contre le tétanos ne protègent pas contre la diphtérie ; c'est pourquoi le lapin D meurt de la diphtérie.

### 2-Déduction

Deux caractères de l'immunité ainsi mis en évidence sont :

- sa spécificité;
- son transfert d'un individu à un autre non immunisé.

## Exercice 3

On dispose de plusieurs souris qu'on repartit en 4 lots différents. Sur chacun d'eux, on pratique le traitement indiqué dans le tableau ci-dessous :

Souris	Traitements effectués	Résultats
Lot a	Irradiation : destruction des cellules à multiplication rapide comme celles de la moelle osseuse.	Pas de production de lymphocytes B et T.
Lot b	Irradiation + greffe de la moelle osseuse.	Production de lymphocytes B et T.
Lot c	Ablation du thymus + irradiation + greffe de la moelle osseuse.	Production de lymphocytes B et en plus, des lymphocytes T non matures.
Lot d	Ablation du thymus + irradiation + greffe de thymus.	Pas de Production de lymphocytes B et T.

1-Analysez méthodiquement les résultats.

2-Déduisez les rôles de la moelle osseuse et du thymus.

## Corrigé 3

### 1- Analyse

Les traitements du lot a et ceux du lot b diffèrent par la greffe de la moelle osseuse.

Dans le lot b des lymphocytes B et T sont produits. Les lymphocytes sont donc issus de la multiplication des cellules de la moelle osseuse.

En comparant les traitements effectués sur les lots b et c, on se rend compte que l'ablation du thymus a pour conséquence la non production des lymphocytes T. Le thymus est donc un organe nécessaire dans la production des lymphocytes T.

Quant aux traitements des lots c et d, leur comparaison nous permet de déduire d'une part que la production et la maturation des lymphocytes B se fait dans la moelle osseuse et d'autre part que la moelle osseuse produit les lymphocytes T mais ceux-ci acquièrent leur maturation dans le thymus.

## 2-Rôles de la moelle osseuse et du thymus:

La moelle osseuse contient des cellules souches des lymphocytes B et T. Le thymus est l'organe lymphoïde dans lequel se fait la maturation des lymphocytes T. Les lymphocytes B acquièrent donc leur maturation dans la moelle osseuse.

### Exercice 4

On dispose de deux souches de souris A et B de CMH différents. On introduit chez une souris de souche A, le virus LCM qui infecte les cellules nerveuses et provoque une maladie : la chorioméningite. Ce virus est pathogène mais n'entraîne pas la mort. Sept jours plus tard on teste les lymphocytes  $T_8$  prélevés dans la rate de cette souris immunisée, en les transférant dans quatre milieux de culture différents. Les résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous :

N°	Milieux de culture sur lesquels sont testés les lymphocytes $T_8$	Résultats
1	Culture de cellules nerveuses de souris de souche A infectées par le virus LCM.	90% des cellules sont détruites.
2	Culture de cellules nerveuses de souris de souche A non infectées.	Aucune cellule n'est détruite.
3	Culture de cellules nerveuses de souris de souche B infectées par le virus LCM.	Aucune cellule n'est détruite.
4	Culture de cellules nerveuses de souris de souche A infectées par un virus voisin de LCM, attaquant les mêmes cellules cibles.	Aucune cellule n'est détruite.

- 1-Définissez le sigle CMH.
- 2-Donnez un autre nom du CMH chez L'Homme.
- 3-Expliquez l'importance du CMH.
- 4-Analysez les résultats de l'expérience.
- 5-Interprétez-les.

### Corrigé 4

- 1-Définition : CMH signifie complexe majeur d'histocompatibilité.
- 2-Autre nom du CMH chez l'Homme : c'est le HLA (antigènes des leucocytes humains).
- 3-Importance du CMH:  
C'est un marqueur des cellules de chaque individu. Il permet la distinction du soi (ensemble des molécules résultant de l'expression du génome d'un individu) du non-soi (ensemble des molécules différentes du soi).
- 4-Analyse:

Les lymphocytes  $T_8$  prélevés ne détruisent que les cellules de souche A infectées par le virus LCM. Les cellules de cette souche non infectées ou infectées par un virus voisin

du LCM ne sont pas détruites. De même, les cellules d'une autre souche infectées par le virus LCM ne sont pas détruites par ces lymphocytes.

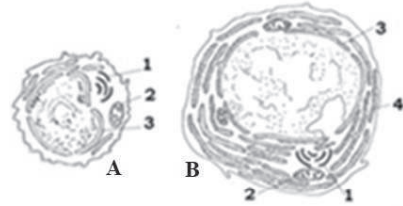
5-Interprétation:

Les lymphocytes  $T_8$  prélevés ont un CMH identique à celui des cellules de la souris de souche A, mais les cellules infectées de cette souche n'ont pas le même CMH que celles qui ne sont pas infectées. En effet, lorsque le virus de LCM infecte les cellules de la souche A, ces dernières fabriquent des protéines de ce virus. Ces substances s'associent à leur CMH qui devient donc modifié : c'est le soi modifié. Or, les lymphocytes  $T_8$  prélevés ont été sensibilisés à reconnaître le soi modifié de la souche A. Ainsi ils détruisent les cellules de la souche A infectées par le virus LCM. Dans les autres cas, les lymphocytes ne reconnaissent pas le CMH des cellules comme étant l'antigène contre lequel ils sont formés. C'est pourquoi ils ne les détruisent pas. Il y a donc une double spécificité des lymphocytes  $T_8$  : une spécificité au CMH de la cellule infectée et une spécificité à l'antigène.

### Exercice 5

Chez un individu infecté par le bacille du tétanos, on observe une hypertrophie des ganglions lymphatiques.

Un prélèvement dans un ganglion révèle la présence des cellules A et B qui caractérisent la même réponse immunitaire (document ci-contre)



1- Identifiez et légendez ces deux cellules.

2-Dans quel type de réponse interviennent-elles ?

3-Expliquez la présence des deux types cellulaires chez cet individu.

4-La cellule B sécrète une molécule intervenant dans cette réponse immunitaire.

a- Nommez et schématisez cette molécule.

b-Déduisez ses rôles.

### Exercice 6

La myasthénie est une maladie caractérisée par une fatigue des muscles squelettiques pouvant conduire à la paralysie.

Il a été mis en évidence au niveau de la plaque motrice d'un malade, l'existence d'anticorps dirigés contre les récepteurs de l'acétylcholine.

1-Expliquez la paralysie du malade.

2-Precisez ce type de dysfonctionnement immunitaire.

Lorsqu'une mère myasthénique porte un enfant, celui-ci présente à la naissance, une para-



lysie musculaire qui disparaît après quelques semaines ou quelques mois.

3-Expliquez cette particularité.

4- Nommez la classe d'immunoglobuline à laquelle l'anticorps mis en évidence appartient. Justifiez votre réponse.

## Corrigé 6

1-La paralysie s'explique par la fixation des anticorps sur les récepteurs d'acétylcholine (occupation des récepteurs) ce qui bloque la transmission synaptique (Pas de PA musculaire).

2-C'est une maladie auto-immune : Les anticorps sont dirigés contre le soi (Hyperfonctionnement)

3-Cette particularité s'explique par la transmission d'anticorps maternels (anti-récepteur acétylcholine) au fœtus et dont le nombre diminue à la naissance pour s'annuler à cause d'une durée de vie limitée.

4-Ces anticorps sont des IgG parce qu'ils sont les seuls qui peuvent traverser le placenta.

## Exercice 7

Afin de préciser des notions d'immunité, on se base sur les données suivantes :

A- On injecte de l'insuline d'un lapin  $A_0$  à une souris. Quinze jours après, on prélève du plasma sur la souris. On prépare à partir de ce plasma, un sérum que l'on injecte à un lapin  $A_1$ , ce dernier présente une hyperglycémie et tous les signes d'un diabète passager.

1. Que contient ce sérum ?

2. Pourquoi faut-il attendre quinze jours avant de prélever le plasma de la souris ?

3. Expliquer le résultat de cette expérience.

B-Salmonella thyphi est l'agent pathogène de la fièvre typhoïde. Ce microbe doit son pouvoir antigénique à l'antigène O.

Une fois l'antigène O est dans l'organisme, le système immunitaire élabore des anticorps anti-O.

Chez trois individus X, Y et Z, on a réalisé des tests (analyses) sérologiques.

Les résultats des analyses ont été consignés dans le tableau ci-dessous.

Individus	Antigène O	Anticorps anti-O
X	-	+
Y	+	+
Z	+	-

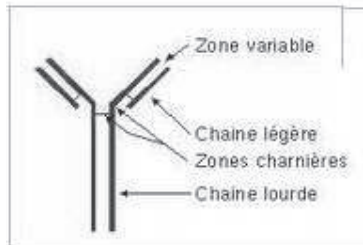
(-) absent

(+) présent

1. Schématiser un anticorps. Préciser ses rôles
2. De ces trois patients, dites en justifiant celui qui est :
  - a- en phase de convalescence (guérison).
  - b- en phase d'infection.
  - c- malade.
- 3- A partir de ces données proposer une application médicale afin de traiter l'individu malade.
- 4- Comparer cette application à la vaccination

## Corrigé 7

- A- 1- Anticorps anti-insuline de lapin.  
 2- Parce que la vaccination est lente, première réaction immunitaire (temps nécessaire pour fabriquer des anticorps anti-insuline de lapin).  
 3- L'insuline du Lapin a déclenché chez la souris une RIMH et ses anticorps ont neutralisé l'insuline du Lapin d'où l'hyperglycémie.  
 B- 1-



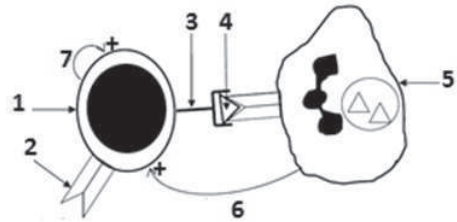
Rôle : neutralisation de l'antigène, aide à la phagocytose et activation du complément (opsonisation)

- 2- a- X : en convalescence car il a des anticorps anti-O et n'a pas d'antigène O
- b- Y : malade car il a l'antigène O et les anticorps anti-O
- c- Z : en phase d'infection car il a seulement l'antigène O
- 3- Sérothérapie par injection de sérum de l'individu X
- 4-

Sérothérapie	Vaccination
Rapide	Lente
Provisoire	Durable
Préventive et curative	Préventive

### Exercice 8

Le document illustre une relation entre deux cellules impliquées dans l'induction d'une réponse immunitaire spécifique :



1. Annotez ce document (de 1 à 7).
2. Expliquez le(s) rôle(s) de la cellule 5 illustrée par ce document.
3. Expliquez comment la cellule 1 intervient dans la production des anticorps.
4. Expliquez le déroulement de la phase effectrice dont les effecteurs sont les anticorps.

### Exercice 9

On prélève :

- chez un individu malade des macrophages ( $M_1$ ),
- chez son vrai jumeau, des macrophages ( $M_2$ ), des lymphocytes B (LB) et des lymphocytes T (LT), On réalise, avec ces cellules, des cultures dans lesquelles on recherche la présence de plasmocytes, cellules sécrétrices de  $\gamma$  globulines [anticorps]

	Culture 1	Culture 2	Culture 3	Culture 4	Culture 5
Ajouts	LB + $M_1$	LT + $M_1$	LB + LT	LB + LT + $M_1$	LB + LT + $M_2$
Plasmocytes	Aucun	Aucun	Aucun	Nombreux	Aucun

- 1- Rappelez ce qu'est un plasmocyte.
- 2- Dans quelles conditions les plasmocytes sont-ils produits ?
- 3- Dégagez les mécanismes de coopération entre les différentes cellules immunitaires.

### Corrigé 9

- 1- Les plasmocytes sont des cellules sécrétrices d'anticorps issues de la différenciation des LB.
- 2- Le tableau montre qu'il n'y a production de plasmocytes qu'en présence dans le milieu de LB, LT et de macrophages issus de l'individu infecté.
- 3- La coopération se fait par contact direct et/ou par l'intermédiaire de cytokine.

### Exercice 10

On pratique, chez un nouveau-né dont la mère est séropositive pour le virus de l'immunodéficience humaine (VIH) une série d'examens. L'un d'entre eux consiste à rechercher,

dans le sérum de l'enfant, la présence d'anticorps anti- VIH. On effectue cette recherche à la naissance et aux cours des premiers mois de vie. Les résultats sont donnés par le document.

1. Analysez ce document et indiquez si l'enfant a été contaminé par le virus du sida. Justifiez la réponse.

2. Citez les cellules responsables de la synthèse des anticorps.

3. Donnez la nature biochimique des anticorps.

Précisez les différentes classes d'immunoglobulines.

4. Indiquez l'origine et précisez la classe des anticorps anti-VIH trouvés chez l'enfant, justifiez la présence de cette classe d'anticorps chez l'enfant.



## Exercice 11

Le Document suivant montre des expériences réalisées avec des cobayes A, B, C et D, de même souche. Le bacille de Koch (BK) est la bactérie de la tuberculose. Le bacille de Calmette et Guérin (BCG) est le bacille de Koch atténué.

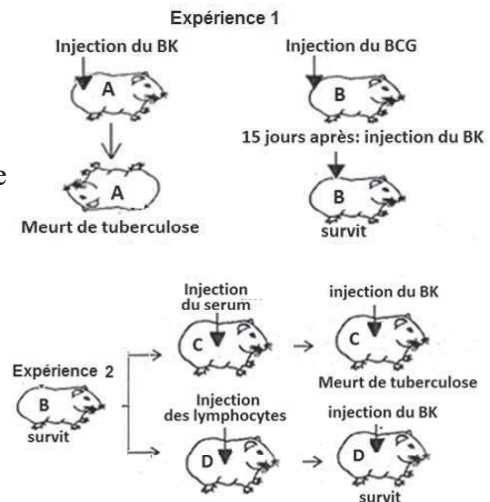
1-Déterminez la cause de la mort ou de la survie des cobayes A et B.

2-Déduisez la propriété de la réponse immunitaire mise en évidence.

3-Analysez l'expérience 2, que déduisez-vous ?

4-Quelles sont les cellules et les substances qui interviennent dans la phase effectrice de cette réponse ?

5-Quelle application médicale pouvez-vous déduire de ces expériences ? Citez deux propriétés de cette application.



## Corrigé 11

1- Le cobaye A n'était pas immunisé et n'a pas développé une immunité (dose mortelle) Le cobaye B est immunisé par vaccination.

2- L'immunité est acquise.

3- Le sérum de B n'a pas immunisé C mais les lymphocytes de B ont immunisé donc il s'agit d'une RIMC.

4- LTc et perforine.

5- Vaccination qui est lente et durable.

## Exercice 12

A- Madame Fatma, séropositive pour le VIH a eu deux enfants dont la séropositivité a été suivie depuis la grossesse, puis pendant 18 mois après la naissance. Les résultats ont permis d'obtenir le document.

1- Analysez les graphes.

2- Donnez l'origine des anticorps présents chez les enfants à la naissance.

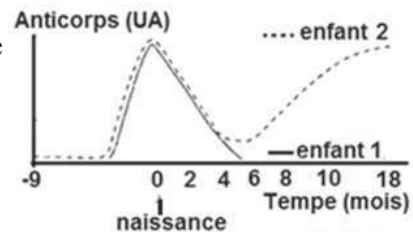
3- Expliquez l'évolution du taux d'anticorps chez chacun des deux enfants sachant que leur système immunitaire n'est pas défaillant.

B- On injecte à un rat 0,5 mg de blanc d'œuf (ovalbumine). Le rat ne présente pas de troubles particuliers. Deux semaines plus tard une injection identique déclenche immédiatement toux, écoulement nasal. Non traité, le rat meurt en quelques minutes. L'injection de substances antihistaminiques peut sauver l'animal.

1- Quel rôle joue l'ovalbumine dans cette expérience ?

2- Donnez un nom à cette réaction.

3- Nommez les cellules et anticorps caractéristiques de cette réponse.



## Corrigé 12

A-1- Le document montre une augmentation du taux des anticorps chez les deux enfants avant la naissance, ce taux diminue chez les deux après la naissance pour s'annuler chez l'enfant 1 au 5<sup>e</sup> mois par contre chez l'enfant 2, ce taux croît à partir du 6<sup>e</sup> mois.

2- Origine maternelle.

3- L'enfant 1 devient séronégatif : il n'est pas contaminé ce qui explique la disparition des anticorps.

L'enfant 2 continue sa séropositivité : il est contaminé pour cela son système immunitaire réagit en fabricant des anticorps.

B-1- Allergène (antigène).

2- allergie.

3- Mastocytes et IgE.

## Exercice 13

Le document représente des opérations de greffe réalisées entre donneurs et receveurs.

Le graphe du même document montre le taux de survie du greffon

1- Nommez à l'aide des lettres chaque type de greffe ainsi réalisée.

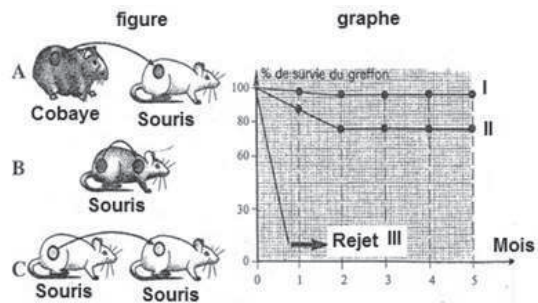
2- Faites une correspondance entre les lettres (A, B, C) et les courbes : I, II et III.

3- Analysez le graphe et interprétez ces différents % de survie.

4- Décrivez deux expériences réalisées chez l'animal (souris par exemple) pour montrer que le rejet observé en III est :

a- une réaction à médiation cellulaire.

b- une réponse qui révèle l'existence d'une mémoire immunitaire.



### Exercice 14

Une étude a été menée afin de préciser les mécanismes immunitaires impliqués dans le rejet d'une greffe de peau chez les souris.

Des greffes de peau ont été réalisées chez des souris de lignées pures A et B. Le document 1 indique les conditions expérimentales et les résultats obtenus. La souris receveuse  $R_1$  est la même dans les 3 cas de greffe.

1. Interpréter les résultats obtenus.

Dans le but d'expliquer les résultats de la troisième greffe, deux hypothèses ont été émises :

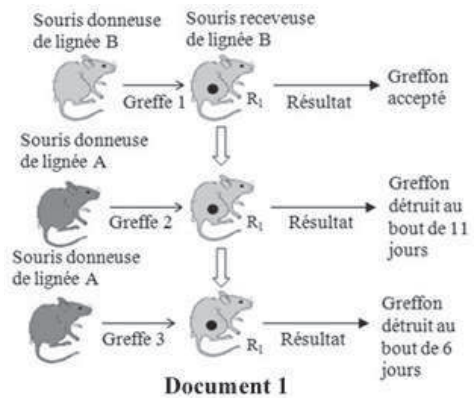
Hypothèse 1 : Les souris B ont des lymphocytes T mémoires contre les antigènes portés par les cellules des souris A.

Hypothèse 2 : Les souris B ont des anticorps contre les antigènes portés par les cellules des souris A.

Des souris de lignée B sont dites hyperimmunisées lorsqu'on les a greffés, à 3 reprises et à 3

semaines d'intervalle, de la peau de souris de lignée A. Les chercheurs prélèvent, de ces souris de lignée B hyperimmunisées, d'une part leur sérum (plasma sanguin) et d'autre part des cellules lymphoïdes dans les ganglions lymphatiques situés près du greffon.

On réalise une expérience sur des souris de lignée B dites « neuves » (notées BN), n'ayant subi aucun traitement préalable. Les conditions et les résultats figurent dans le document 2.



Jour 1 : Injection aux souris BN	Jour 3 : Greffe aux souris BN	Résultat
Sérum des souris de lignée B hyperimmunisées	Peau de souris de lignée A	Au jour 6: greffons fonctionnels au jour 11 : greffons détruits
Cellules lymphoïdes vivantes de souris de lignée B hyperimmunisées	Peau de souris de lignée A	Au jour 6: greffons détruits
Cellules lymphoïdes tuées de souris de lignée B hyperimmunisées	Peau de souris de lignée A	Au jour 6 : greffons fonctionnels au jour 11 : greffons détruits

Document 2

2-Vérifier, en se référant aux documents 1 et 2, laquelle des hypothèses précédemment formulées est validée.

L'analyse des cellules lymphoïdes, responsables du rejet de greffe, présentes chez les souris hyperimmunisées a donné les résultats figurant dans le document 3.

	Souris hyperimmunisées	
	Cellules lymphoïdes X	Cellules lymphoïdes Y
%	95%	5%
Durée de vie	Quelques jours à quelques dizaines de jours	Quelques mois à quelques dizaines d'années
Prolifération	Non	Oui

1- Identifier les cellules X et Y du document 3.

2- Expliquer, d'après tout ce qui précède, le résultat de la greffe 3 du document 1.

## Corrigé 14

1-Le greffon est accepté lorsque la greffe de peau de souris de lignée B est réalisée chez des souris de même lignée B (greffe 1), alors qu'il est rejeté au bout de 11 jours quand la greffe est réalisée entre deux souris de lignées différentes : une souris donneuse de lignée A et une souris receveuse de lignée B (greffe 2).

Ceci montre que la greffe est seulement acceptée entre des individus de même lignée. Le rejet du greffon (greffe 3) entre des lignées pures différentes A et B est de 6 jours, nombre inférieur à 11 jours pour la greffe 2, lorsque la souris B a précédemment rejeté un premier greffon issu d'une souris A.

Ceci montre que la réponse immunitaire responsable du rejet de greffe est plus rapide lors d'un second contact avec le même greffon.

2-Lorsqu'on injecte du sérum des souris de lignée B hyperimmunisées à des souris de lignée B «neuves» (BN) puis qu'on leur greffe du tissu de souris A ; 11 jours plus tard, on observe que le rejet de greffe se fait dans le même temps que pour une souris



témoin dans la greffe 2 du document 1, n'ayant jamais été en contact avec l'antigène de la souris A. Cela signifie que le sérum des souris de lignée B hyperimmunisées n'a pas d'action dans le rejet de la greffe.

Donc, l'hypothèse selon laquelle les souris B ont des anticorps à l'origine du rejet de greffe est non validée.

Lorsqu'on injecte des cellules lymphoïdes vivantes de souris de lignée B hyperimmunisées à des souris de lignée B «neuves» (BN) puis qu'on leur greffe du tissu de souris A ; après une durée plus courte, 6 jours plus tard, le rejet de greffe se fait dans le même temps que pour une souris qui reçoit la même greffe une deuxième fois, greffe 3 du document 1. De plus, la greffe est toujours rejetée, au jour 11, chez des souris témoin de lignée B à qui on a injecté des cellules lymphoïdes tuées de souris de lignée B hyperimmunisées. Ceci signifie que les cellules lymphoïdes sont responsables de la réponse déclenchée contre l'antigène.

Donc, l'hypothèse selon laquelle les souris B possèdent des cellules immunitaires mémoires à l'origine du rejet du greffon est validée.

3-Les cellules X sont des cellules à courte durée de vie de quelques jours à quelques dizaines de jours et sont impliquées dans la réponse immunitaire à médiation cellulaire. Or, les cellules immunitaires différenciées ont une courte durée de vie. Alors, ces cellules sont des cellules effectrices  $T_c$ .

Les cellules Y ont une longue durée de vie, de quelques mois à quelques dizaines d'années, et peuvent proliférer. Or, les cellules ayant ces caractéristiques sont des cellules mémoires qui apparaissent suite au premier contact avec l'antigène. Ces cellules sont donc des cellules mémoires. Et comme il s'agit d'une réponse immunitaire spécifique à médiation cellulaire, alors les cellules Y sont des  $LT_8$  mémoires.

4-La souris  $R_1$  de lignée B développe une réponse immunitaire spécifique primaire à médiation cellulaire contre le greffon A (greffe 1). Les cellules  $LT_8$  activées prolifèrent et donne un clone de lymphocytes dont certains se différencient en cellules effectrices et d'autres gardent en mémoire l'antigène A, cellules mémoires.

Lors du second contact avec le même greffon A, les cellules lymphoïdes mémoires prolifèrent rapidement et se différencient en  $LT_c$ , assurant le rejet rapide du greffon. La réponse immunitaire secondaire ainsi déclenchée étant plus rapide, le rejet du greffon dans la greffe 3 du document 1, est donc obtenu au bout de 6j au lieu de 11j.

## Exercice 15

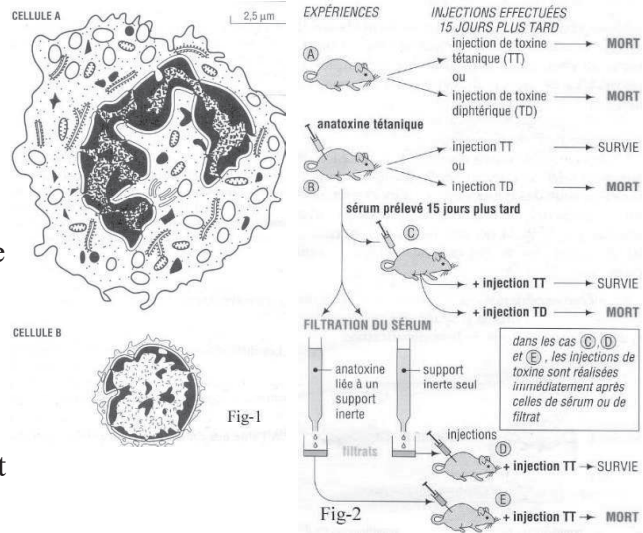
L'introduction d'éléments étrangers, dont certains sont pathogènes, ou l'apparition de cellules anormales dans l'organisme, entraîne des réactions de défense ou réactions immunitaires. Une réaction immunitaire présente des aspects spécifiques et des aspects

non spécifiques. Des deux cellules A et B, représentées sur la figure 1, l'une est engagée dans le processus non spécifique, l'autre dans le processus spécifique.

1- Après avoir identifié ces cellules, préciser le rôle de la cellule A et les rôles que peut avoir la cellule B.

Une réponse immunitaire met en jeu des réactions à médiation humorale ou des réactions à médiation cellulaire.

A.- Le tétanos est une maladie due à l'introduction dans l'organisme d'une bactérie qui libère une toxine, la toxine tétanique (TI), dans le milieu intérieur. La diphtérie est aussi une maladie due à l'action d'une toxine, la toxine diphtérique (TD), également libérée par une bactérie.



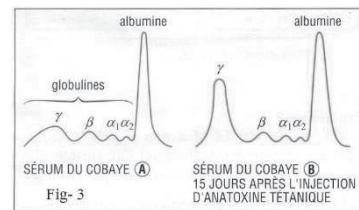
La figure 2 montre une série d'expériences réalisées chez le cobaye et destinées à mieux cerner les conséquences d'une injection d'anatoxine (toxine atténuée, non virulente) et de l'utilisation du sérum sanguin extrait des animaux traités. La figure 3 représente les résultats de séparation par électrophorèse des protéines sériques avant et après injection d'anatoxine tétanique.

2- Dégager des expériences A et B de la figure 2 une caractéristique de cette réaction immunitaire.

3- Il s'agit ici d'une réaction immunitaire à médiation humorale. Trouver dans les expériences de la figure 2 des données qui permettent de l'affirmer.

4- Expliquer en quoi les données de la figure 3 confirment les conclusions précédentes.

5- Quelles applications médicales découlent de l'ensemble des résultats établis, et dans quelles circonstances sont-elles utilisables?



souris	traitement effectué	conséquences
Lot A	irradiation + greffe de moelle osseuse	Production de lymphocytes B et T
Lot B	ablation du thymus + irradiation + greffe de moelle osseuse	Production de lymphocytes B seulement
Lot C	ablation du thymus + irradiation + greffe de thymus	pas de production de lymphocytes B et T

B- On a pratiqué sur trois lots de souris les traitements indiqués dans le tableau 1.

On rappelle que l'irradiation tue les cellules à multiplication rapide, en particulier celles de la moelle osseuse.

Après ces traitements, on réalise sur les trois lots de souris l'expérimentation indiquée dans le tableau 2.

expérimentation	test après 5 jours	Résultats des tests
injection de pneumocoques à toutes les souris	sérum de souris A+ pneumocoques	Agglutination nette
	sérum de souris B+ pneumocoques	très légère agglutination
	sérum de souris C+ pneumocoques	Pas d'agglutination

6- Par une étude méthodique du tableau 1, montrer comment on a pu identifier les rôles respectifs de la moelle osseuse et du thymus.

7- En étudiant méthodiquement le tableau 2, préciser les conditions de cette réponse immunitaire.

## Exercice 16

Les monocytes circulent dans le sang et peuvent migrer vers les tissus où ils deviennent des macrophages.

1- Indiquer l'origine des monocytes.

Afin d'étudier le mode d'action des macrophages et leur coopération avec certaines cellules du système immunitaire, les expériences ci-après ont été réalisées.

Expérience 1 :

On prélève les cellules des ganglions d'un cobaye immunisé contre un antigène donné X. On isole les lymphocytes  $T_4$  et les macrophages et on les place dans des milieux de cultures différents. Les conditions expérimentales et les résultats figurent dans le document 1.

Milieu de culture	Conditions de culture	Résultats
1	Lymphocytes $T_4$ et antigène X	Pas de prolifération des lymphocytes $T_4$
2	Lymphocytes $T_4$ et macrophages	Pas de prolifération des lymphocytes $T_4$
3	Lymphocytes $T_4$ , macrophages et antigène X	Prolifération des lymphocytes $T_4$
4	Lymphocytes $T_4$	Pas de prolifération des lymphocytes $T_4$

2- Déterminer les conditions indispensables à la prolifération des lymphocytes  $T_4$ .

## Expérience 2 :

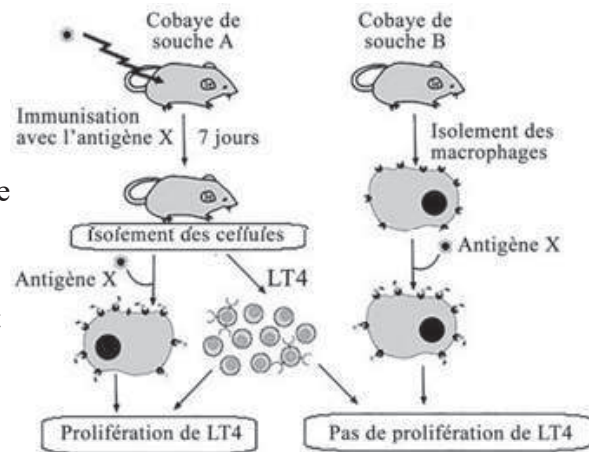
On réalise une expérience sur deux cobayes de souches différentes A et B. Les conditions expérimentales ainsi que les résultats figurent dans le document 2.

3-Indiquer la condition indispensable à la prolifération de lymphocytes  $T_4$  mise en évidence par cette expérience. Justifier la réponse.

## Expérience 3:

On incube des macrophages avec le même antigène X marqué par l'isotope radioactif  $^{131}\text{I}$ ode.

On remarque dans un premier temps que la radioactivité se retrouve à l'intérieur du macrophage et, dans un deuxième temps, on remarque que l'antigène X est rapidement dégradé. Peu après, 80 % de la radioactivité se retrouvent dans le milieu de culture sous forme d'isotope  $^{131}\text{I}$ ode lié à des peptides alors que les 20 % restants se retrouvent associés à la surface de la cellule.



4-Dégager le rôle des macrophages mis en évidence lors du premier temps de l'expérience 3.

5-Expliquer les résultats obtenus lors du deuxième temps de l'expérience 3.

6-Expliquer le mode d'action des macrophages permettant la prolifération des lymphocytes  $T_4$ .

7-Préciser la conséquence de l'absence de macrophages sur les réponses immunitaires spécifiques.

## Corrigé 16

1- Moelle osseuse.

2-La prolifération des lymphocytes  $T_4$  prend place uniquement dans le milieu de culture qui contient des macrophages, des  $LT_4$  et de l'antigène X. Alors, la prolifération des  $LT_4$  nécessite une coopération entre macrophages et  $LT_4$  en présence de l'antigène.

3-Les macrophages et  $LT_4$  doivent être de même souche.

Car il n'y a pas de prolifération de  $LT_4$  quand les lymphocytes  $T_4$  de souche A sont incubés avec des macrophages d'une autre souche B. Par contre, la prolifération est observée quand les  $LT_4$  et les macrophages –qui sont déjà entrés en contact avec l'antigène X- sont de même souche A.

4-Phagocytose.

5-Au 2<sup>e</sup> temps de l'expérience, 20% de la radioactivité sont détectés sur la surface de la cellule. Car une partie (80%) des protéines radioactives dégradées est éliminée en dehors de la cellule ; les 20% restants sont dégradés en peptides associés aux molécules du CMH-II à la surface des macrophages.

6-Les macrophages, transformés en cellules présentant l'antigène, présentent à leur surface le complexe CMH-II du soi-peptide du non-soi. Ainsi, le TCR des LT<sub>4</sub> se lie à ce complexe et le LT<sub>4</sub> devient activé.

7-L'induction des réponses immunitaires spécifiques s'arrête car l'activation des LT<sub>4</sub> nécessite leur fixation sur les CPA. Ainsi, en absence d'activation des LT<sub>4</sub>, il n'y a plus de sécrétion d'interleukine 2 responsable du déclenchement de la réponse immunitaire spécifique à médiation cellulaire. De plus, Il n'y a plus de sécrétion d'IL<sub>4</sub> responsable du déclenchement de la réponse immunitaire spécifique à médiation humorale.

### Exercice 17

Le document ci-contre représente une étape essentielle de la réponse immunitaire.

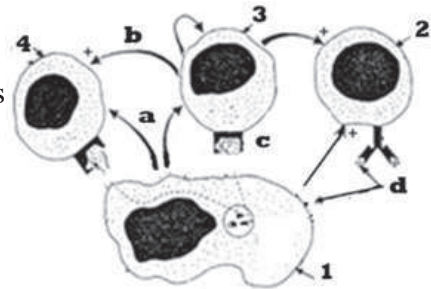
1- Identifier cette étape.

2- Ecrire la légende qui correspond aux lettres.

3- En vous basant sur les données du document et vos connaissances :

a- Indiquer le(s) rôle(s) de la cellule (1).

b- Compléter le tableau suivant :



	Intervention (type réponse)	Mécanisme de reconnaissance	Substance produite après différenciation	Rôle(s) de la substance produite
Cellule 2				
Cellule 3				
Cellule 4				

4. L'une des trois dernières cellules peut être la cible du VIH :

a-Pourquoi ?

b- Quelle sera la conséquence ?

### Corrigé 17

1- Phase d'induction.

2-Légende :

a =  $IL_1$     b =  $IL_2$     c = TCR    d = épitope (déterminant antigénique)

3-a- Rôle de la cellule 1 (Macrophage) : phagocytose ; présentateur (CPA) ; activation  
b-

	Réponse	Reconnaissance	Substance produite	Rôles des substances
Cellule 2	RIMH	Simple ou directe	Anticorps(Ig)	-Neutralisation de l'antigène. <b><u>Opsonisation</u></b>
Cellule 3	RIMH + RIMC	Double	Interleukines	-Activation. -Prolifération. -Différenciation
Cellule 4	RIMC	Double	Perforines	Lyse des cellules infectées

4-a- La cellule cible du VIH est  $LT_4$  car elle présente des récepteurs  $CD_4$  qui reconnaissent les GP-120 du VIH.

b- Conséquence: effondrement du système immunitaire par diminution des  $LT_4$  et donc SIDA (Déficit immunitaire acquis).

## Exercice 18

On se propose d'étudier certains aspects de la réponse immunitaire développée contre une bactérie pathogène (bp)

On dispose de deux souches de souris  $S_1$  et  $S_2$ .

Quatre souris de la souche  $S_1$  ont subies les expériences suivantes :

Souris	Expériences	Résultats
N°1	Injection de bactéries (bp)	Mort
N°2	Injection de bactéries (bp) non pathogène, 30 jours après on injecte (bp)	Survie
N°3	Injection du sérum de la souris N°2 + (bp)	Mort
N°4	Injection de lymphocytes de la souris N°2 + (bp)	Survie

1-Quelle conclusion peut-on dégager à partir des résultats des souris N°1 et N°2 ?

2-Quel est le type de la réponse immunitaire développée contre le (bp) ?

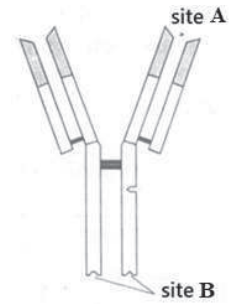
3-Dans une expérience supplémentaire, on injecte à une souris de souche  $S_2$  des lymphocytes de la souris N°2 et des (bp), cette souris meurt. Expliquez ce résultat.

## Exercice 19

Le document ci-contre représente la structure d'une molécule d'anticorps sécrétée par une cellule X.

1- Quelle est la nature chimique des anticorps et quelle est leur dénomination exacte ?

- 2- Identifiez la cellule X, et précisez son origine.
- 3- Nommez les sites A et B ?
- 4- Déduisez deux fonctions d'un anticorps ?



## Corrigé 19

- 1- Nature : Protéine.  
Nom : Immunoglobuline.
- 2- Cellule X = Plasmocyte.  
Origine = LB.
- 3- site A = Site de fixation de l'antigène.  
site B = Site de fixation sur la cellule immunitaire (Phagocyte).
- 4- Formation du complexe immunitaire (neutralisation de l'antigène).  
-Aider la phagocytose.

## Exercice 20

### UNE NOUVELLE PROTEINE D'ESPOIR

Des chercheurs de Toronto au Canada ont découvert une protéine qui serait à l'origine de l'inactivation du système immunitaire. La protéine baptisée TIM-3 n'est synthétisée que par les Lymphocytes T confrontés au Virus du SIDA. Ces derniers sont alors inhibés, laissant le champ libre au virus de se reproduire. L'objectif des chercheurs est de parvenir à bloquer la protéine TIM-3 afin de contrôler le virus du SIDA dans l'organisme.

Source : Extrait du journal of Experimental Médecine, N°006 Décembre 2008.

- 1-Indiquez la signification de la présence de la protéine TIM-3 dans le sang d'un individu.
- 2-Précisez le mode d'action de la protéine identifiée.
- 3-A partir du texte, montrez comment le virus du SIDA provoque l'inhibition du lymphocyte T.
- 4-Expliquez les intérêts immunologiques qu'on peut tirer de l'identification de cette protéine dans la lutte contre le VIH :
  - a- au plan curatif;
  - b- au plan préventif.



## Corrigé 20

1-La présence de la protéine TIM-3 dans le sang d'un individu signifie qu'il est infecté par le VIH, donc séropositif.

2-La protéine TIM-3 inactive le système immunitaire en inhibant les lymphocytes T, cellules essentielles dans la réponse immunitaire.

3-Le virus induit l'autodestruction du lymphocyte T par la production du TIM-3 ou le TIM-3 produit par le lymphocyte T à la suite de l'infection par le virus du SIDA, détruit le lymphocyte lui-même (autodestruction).

4- a- Au plan curatif : l'identification de la protéine TIM-3 pourrait faciliter la mise au point d'anticorps capables de neutraliser cette protéine. L'inoculation d'un tel anticorps chez un individu séropositif pourrait bloquer la protéine TIM-3 et empêcher la destruction du lymphocyte.

NB : l'on peut employer le terme de sérum contenant des anticorps anti-TIM-3 et de vaccin dans son explication.

b- Au plan préventif : l'inoculation de TIM-3 inactivée ou partiellement détruite dans le corps d'un individu séronégatif pourrait déclencher la production d'anticorps anti-TIM-3 pouvant protéger cet individu contre les infections futures par le VIH.

## Exercice 21

Des expériences sont réalisées chez des souris de lignées pures AA et BB (A et B désignant des molécules équivalentes à celles du système HLA humain). Le document illustre les résultats obtenus.

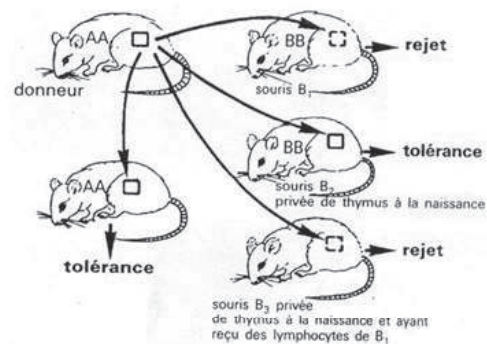
1- Pourquoi la souris  $B_2$  tolère-t-elle la greffe alors que les souris  $B_1$  et  $B_3$  la rejettent ?

2- Quelles sont les cellules du système immunitaire qui interviennent dans le rejet de greffe ?

3- Quel rôle du thymus est ici mis en évidence ?

Dans une autre étude, des lymphocytes sont prélevés chez une souris AA et injectés à une autre souris receveuse AA ; ils ne font l'objet d'aucune réaction immunitaire. Toutefois, s'ils ont été traités au préalable par des enzymes modifiant les glycoprotéines membranaires, ces lymphocytes introduits chez la souris receveuse sont détruits.

4- Pourquoi les lymphocytes dont les glycoprotéines membranaires ont été modifiées



document 7

sont-ils détruits par les cellules immunitaires de la souris receveuse ?

5- Quelle réaction (tolérance ou rejet) pouvez-vous prévoir si on tente une greffe de peau d'une souris AA sur une souris « hybride » AB ?

## Corrigé 21

1- L'absence du thymus.

2- Lymphocytes T.

3- Le thymus est nécessaire pour la formation des LT (c'est le siège de leur maturation).

4- Les lymphocytes dont les glycoprotéines membranaires ont été modifiées sont détruits par les cellules immunitaires de la souris receveuse parce qu'ils sont devenus « non soi » ou antigène = histocompatibilité.

5- Les hybrides AB possèdent des protéines marqueurs du soi de type A et de Type B → tolérance.

## Exercice 22

Afin d'étudier les caractéristiques de la réponse immunitaire, on réalise plusieurs expériences sur des souris de même souche :

1<sup>ère</sup> expérience

On injecte par voie intraveineuse, à des souris A, une dose convenable d'un antigène X (la sérum-albumine bovine) ; cette injection provoque l'apparition de molécules d'anticorps capables de fixer et de provoquer l'agglutination de l'antigène. On dose, en fonction du temps, les molécules d'anticorps apparues après une première et une seconde injection de l'antigène (voir courbes 1 et 2 du document).

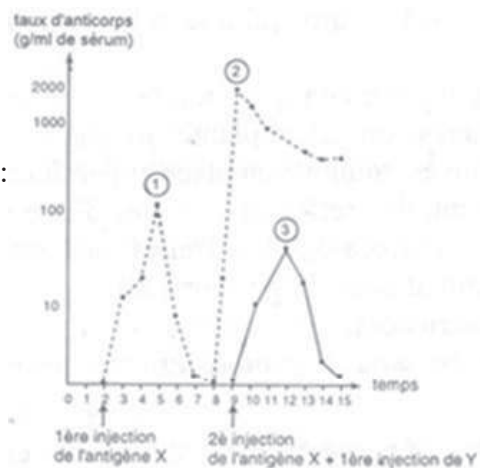
2<sup>ème</sup> expérience

On pratique sur des souris B, de même souche que les souris A, les injections intraveineuses suivantes :

- première injection : sérum-albumine (même dose que celle utilisée pour les souris A). Les résultats obtenus ont les mêmes caractéristiques que ceux observés dans la 1<sup>ère</sup> expérience (courbe 1 du document) :

- seconde injection : un antigène Y différent de la sérum-albumine bovine, mais injecté à une dose équivalente (courbe 3 du document).

3<sup>ème</sup> expérience



Deux semaines après la seconde injection d'antigènes, on prélève du sérum chez les souris A et B, et on observe la capacité qu'ont les sérums de provoquer l'agglutination soit de l'antigène Y soit de l'antigène X.

Les résultats sont consignés dans le tableau 1

Sérum	Antigène	
	sérum-albumine bovine (X)	antigène Y
Sérum des souris du lot A	agglutination	pas d'agglutination
Sérum des souris du lot B	pas d'agglutination	agglutination

Tableau 1

1- À l'aide des résultats, comparer les réponses des souris A à une première et à une seconde injection de l'antigène sérum-albumine bovine.

2- Montrer à partir de l'analyse de l'ensemble des données que la réponse immunitaire étudiée est spécifique et douée de mémoire.

## Corrigé 22

1. La réponse immunitaire à la première injection d'antigènes sérum-albumine bovine ne débute qu'au bout d'un moment : elle est maximale quatre semaines après cette injection; la quantité d'anticorps diminue jusqu'à être nulle au bout de sept semaines (réponse primaire).

La réponse à la seconde injection est immédiate et plus rapide : le maximum est atteint une semaine après l'injection, il est aussi plus durable : sept semaines après, on dose encore plus de 500 g d'anticorps par ml de sérum (réponse secondaire).

2. Les caractéristiques énoncées et soulignées lors de l'analyse précédente permettent de dire que la réponse immunitaire est douée de mémoire, puisque la seconde injection d'un même anticorps entraîne une réponse immunitaire plus rapide et plus importante. La deuxième expérience, montre que l'injection d'un antigène différent du premier antigène injecté provoque une réponse immunitaire qui a les caractéristiques d'une réponse primaire : délai d'une semaine, amplitude et durée « limitée ». Le phénomène de mémoire ne se manifeste donc pas ici.

L'analyse du tableau, qui recouvre les anticorps présents dans le sang des souris A et B, deux semaines après la « seconde injection », c'est-à-dire au moment où les deux animaux présentent des anticorps, montre que :

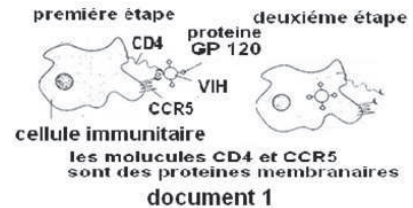
- le sérum de la souris A contient uniquement des anticorps anti-X bovine, puisqu'il n'y a pas d'agglutination des antigènes Y ;
- le sérum de la souris B contient uniquement des anticorps anti Y. puisqu'il n'y a pas d'agglutination des antigènes sérum-albumine bovine.

Les anticorps présents dans le sérum sont donc bien spécifiques de l'antigène injecté (et non du nombre d'injections). De surcroît, la réponse immunitaire n'est secondaire que si la seconde injection introduit dans l'organisme le même antigène que la première : la mémoire immunitaire est elle-même spécifique.

## Exercice 23

L'infection à VIH / SIDA est devenue une menace planétaire. Une étude menée sur une population à risque élevé a montré que certaines personnes ont été à plusieurs reprises exposées au VIH et restent séronégatives.

On se propose de rechercher les causes possibles de cette résistance à l'infection. Le document 1 est relatif à l'entrée du VIH dans une cellule immunitaire. Le tableau 1 fournit des informations génétiques et sérologiques dans une population à risque.



Génotype des populations étudiées	SS	SR	RR
Pourcentage de séronégatifs	30	30	100
Pourcentage de séropositifs	70	70	0

tableau 1

S et R représentent 2 allèles du gène codant la protéine membranaire CCR<sub>5</sub> de la cellule immunitaire. La chaîne polypeptidique synthétisée à partir de l'allèle S comporte 352 acides aminés au total, alors que celle qui est synthétisée à partir de l'allèle R a 205 acides aminés.

L'allèle S est l'allèle le plus fréquemment rencontré dans les populations humaines.

1- En exploitant le document 1, expliquez comment le VIH infecte les cellules immunitaires.

2- Formulez une hypothèse expliquant la résistance de certains sujets à l'infection à VIH /SIDA, à partir des informations fournies par le document 1 et le tableau 1.

L'infection par le VIH provoque après un délai variable, un déficit immunitaire sévère puis l'apparition du SIDA.

Le tableau 2, résume les résultats d'une enquête portant sur le génotype et sur la proportion de personnes séropositives ayant développé le SIDA.

Temps en années après l'infection		0	2	4	6	8	10	12	14	16
Proportion de personnes séropositives ayant développé le SIDA (en %)	Personnes de génotype SS	0	8	20	30	50	62	76	89	90
	Personnes de génotype SR	0	4	10	22	37	42	59	72	79

Tableau 2

3- Tracez dans le même système d'axes, les courbes représentant les proportions de personnes séropositives ayant développé le SIDA en fonction du temps.

4- Quelles informations supplémentaires fournit l'analyse de ces deux courbes ?

5- Ces informations sont-elles en accord avec l'hypothèse émise à la question 2 ? Justifiez la réponse.

	Pourcentage de récepteurs membranaires		
	CD <sub>4</sub>	CCR <sub>5</sub> normal	CCR <sub>5</sub> muté
SS	100	100	0
SR	100	50	50
RR	100	0	100

Tableau 3

6- L'analyse chimique de la membrane plasmique de cellules immunitaires d'individus de génotypes différents a permis d'établir le pourcentage de récepteurs membranaires de type CD<sub>4</sub>, CCR<sub>5</sub> normal et CCR<sub>5</sub> muté. Les résultats sont indiqués dans le tableau 3.

A partir de l'exploitation de ce tableau, précisez les relations qui s'établissent entre le génotype, les récepteurs membranaires et la résistance à l'infection au VIH.

7- Compte tenu des réponses aux questions précédentes, expliquez la capacité de résistance possible que présentent certains sujets exposés.

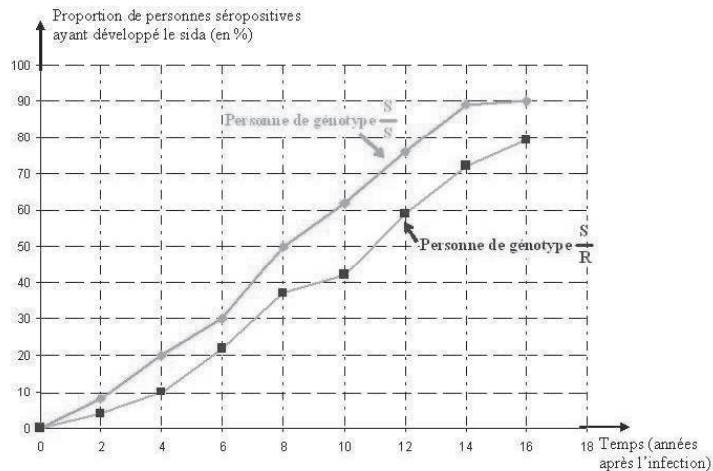
## Corrigé 23

1- Les deux étapes du document 1 résument le processus de pénétration du VIH dans une cellule immunitaire. Ainsi on peut constater à l'étape 1 de ce document 1 que le VIH se fixe d'abord, grâce à ses protéines GP120 sur des protéines, CD<sub>4</sub> et CCR<sub>5</sub>, de la membrane cytoplasmique de cette cellule, pour pouvoir y entrer. En effet il existe une forte affinité entre les protéines GP<sub>120</sub> du VIH et celles de la membrane cytoplasmique de certaines cellules, notamment les protéines CD<sub>4</sub> et CCR<sub>5</sub>. C'est pourquoi, seules les cellules possédant ces protéines CD<sub>4</sub> et CCR<sub>5</sub> sont infectées par le VIH.

2- Les résultats regroupés dans le tableau du document 2 montrent que certains sujets

notamment ceux du génotype RR résistent au VIH. En effet aucun sujet ayant ce génotype n'est séropositif. Le document 1 montre que le VIH pénètre ses cellules hôtes à la faveur des protéines membranaires  $CD_4$   $CCR_5$  de ces cellules. L'allèle R ne codant que pour une protéine  $CCR_5$  plus courte que celle obtenue de l'allèle S, nous pouvons envisager l'hypothèse ci-dessous pour expliquer la résistance de certains sujets au VIH : « Les sujets de génotype RR sont résistants au VIH car leur protéines membranaires  $CCR_5$ , des cellules hôtes de ce virus, sont plus courtes que celles normales ».

### 3- Proportion de personnes séropositives ayant développé le sida (en %)



4- Ces courbes révèlent que la proportion de personnes séropositives ayant développé le sida augmente au cours du temps pour les deux types de génotypes. Cette augmentation est cependant plus rapide chez les personnes de génotype SS. Les séropositifs de génotype SR résistent donc mieux au développement du sida que les séropositifs de génotypes SS donc plus vulnérables.

5- Oui ces informations sont en accord avec notre hypothèse. En effet, les hybrides SR manifestent une certaine résistance au VIH car la présence de l'allèle R (muté) dans leur génotype, implique que leurs cellules immunitaires ont au niveau de leur membrane cytoplasmique les protéines  $CCR_5$  normales et anormales (courtes). Il est donc plus difficile pour le VIH de pénétrer dans les cellules cibles des personnes hybrides SR, que dans celles de personnes homozygotes SS.

6- L'analyse du document 4 révèle les informations ci-dessous :

- Quelque soit le génotype de la personne, pour les allèles en présence, ses cellules immunitaires ont le même récepteur  $CD_4$ .
- Les personnes de génotype SS n'ont que les récepteurs  $CCR_5$  normaux au niveau de ces cellules immunitaires alors que les hybrides SR ont 50 % de récepteurs  $CCR_5$

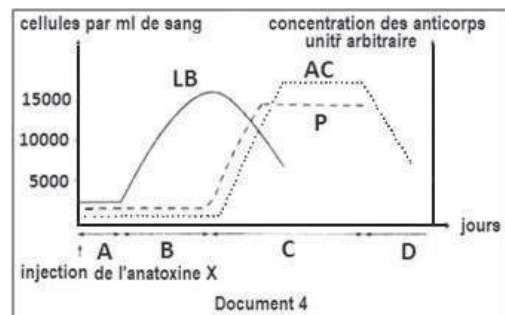
normaux et 50 % des mêmes récepteurs mais mutés. Les personnes de génotype RR n'ont que les récepteurs CCR<sub>5</sub> mutés. Ceci confirme que c'est le couple d'allèles R/S qui code pour la synthèse de la protéine CCR<sub>5</sub> et non plus pour la protéine CD<sub>4</sub>, au niveau de ces cellules. En outre, ces résultats montrent que l'allèle S code pour la synthèse de la protéine CCR<sub>5</sub> et non pour la protéine CD<sub>4</sub>, au niveau de ces cellules. Ces résultats montrent aussi que l'allèle S code pour la protéine CCR<sub>5</sub> normal, alors que l'allèle R code pour la protéine CCR<sub>4</sub> mutée. Ainsi, les personnes de génotype SS n'ont que des protéines CCR<sub>5</sub> mutées, d'où leur résistance à l'infection au VIH.

7- La résistance au VIH que certains sujets exposés présentent s'explique par la présence dans leur génome, au moins de l'allèle R qui code pour les protéines CCR<sub>5</sub> mutées et donc non favorable à la fixation de ce virus sur ses cellules hôtes. Cette capacité de résistance étant d'autant plus importante que la personne possède les deux allèles R. C'est pourquoi les homozygotes RR ne sont pas séropositifs car n'ont pas la protéine CCR<sub>5</sub> normal, et les hybrides RS ayant 50 % de CCR<sub>5</sub> normal et 50 % CCR<sub>5</sub> muté et qui sont séropositifs sont néanmoins plus résistants au sida que les individus séropositifs de génotypes SS.

## Exercice 24

Afin de préciser certains aspects du déroulement de la réponse immunitaire spécifique on réalise les expériences suivantes :

-Dans les jours qui suivent l'injection d'une toxine X atténuée (anatoxine X) à un animal on compte le nombre des lymphocytes B (LB) et des plasmocytes (P) par millilitre de sang et on fait le dosage des anticorps anti-toxine X libres (AC) dans le sang de cet animal. Le document ci-contre représente les résultats obtenus.



1- Identifier, en le justifiant, la nature de la réponse immunitaire représentée par le document.

2- Expliquer, en utilisant vos connaissances, l'évolution quantitative des éléments représentés par les graphes du document.

3- Identifier chacune des phases A, B, C et D de la réponse immunitaire.

- Afin de préciser les conditions nécessaires à la production des anticorps anti-toxine X (AC) on injecte de l'anatoxine X à trois souris de même souche : une souris 1 normale, une souris 2 thymectomisée (ayant subi l'ablation du thymus) et une souris 3 thymecto-



mise et à laquelle on a injecté des lymphocytes T de la souris 1. Après 15 jours on prélève le sérum de chacune des trois souris et on le place en présence de la toxine X.

Le tableau représente les résultats obtenus

	Expérience 1	Expérience 2	Expérience 3
Expériences	Sérum de la souris 1 + toxine X	Sérum de la souris 2 + toxine X	Sérum de la souris 3 + toxine X
Résultats	Formation d'un complexe immun	Pas de formation d'un complexe immun	Formation d'un complexe immun

4- Analyser les données expérimentales précédentes en vue d'expliquer les résultats obtenus.

## Corrigé 24

1-Nature de la réponse :

Il s'agit d'une RIMH comme l'indique la présence des Anti-corps des LB, et des plasmocytes. (Chacune de ces structures caractérise la RIMH).

2- L'injection de l'antigène (anatoxine) est à l'origine de plusieurs phases ou étapes :

-ETAPE A : Reconnaissance de l'antigène par les LB dont le nombre est de l'ordre de 2500/ml de sang, alors que le nombre des plasmocytes et des anticorps reste très réduit.

- ETAPE B : Montre une augmentation du nombre des LB par clonage alors que celui des plasmocytes reste inchangé.

-ETAPE C : elle est marquée par la diminution du nombre des LB accompagnée par l'augmentation du nombre des plasmocytes. Cette évolution s'explique par la différenciation des LB en plasmocytes.

L'évolution parallèle du nombre des plasmocytes et du taux des anticorps prouve que les plasmocytes sont des cellules sécrétrices d'anticorps.

-ETAPE D : une diminution importante des anticorps qui s'explique par la neutralisation de l'antigène par les anticorps.

3 -Etapes ou Phases de la réponse immunitaire :

A- Phase d'induction (reconnaissance et activation).

B- Phase de Prolifération ou clonage des LB activés.

C- Phase de Différenciation des LB en plasmocytes.

D- Phase effectrice ou d'expression (neutralisation de l'antigène).

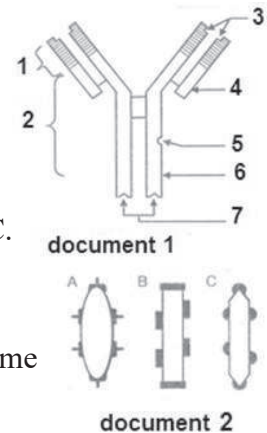
4- Dans les expériences 1 et 3 un complexe immun se forme c-à-d que le sérum des souris 1 et 3 contient des anticorps anti-toxine X. Dans l'expérience 2 il y'a absence du complexe Immun, c'est à dire que le sérum de la souris 2 ne contient pas d'anticorps anti-toxine X.

La formation des anticorps nécessite une coopération cellulaire entre des LB et des LT (LT4), ces derniers acquièrent leur maturation au niveau du thymus, ce qui explique l'absence du complexe immunitaire dans l'expérience 2.

## Exercice 25

Le document 1 est le schéma d'une molécule intervenant dans la neutralisation d'un antigène.

- 1- Nommez cette structure et lui mettre une légende.
- 2- Présentez les particularités fonctionnelles de cette molécule en relation avec sa structure.
- 3- Le document 2 est le schéma de trois types d'antigènes A, B et C. Précisez en justifiant votre réponse l'antigène qui peut être neutralisé par la molécule du document 1.
- 4- Expliquez comment l'organisme devient immunisé contre ce même antigène.



## Corrigé 25

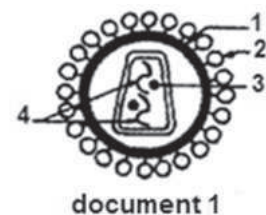
1. Cette structure est une immunoglobuline (anticorps).  
Légende : 1 : Partie variable ; 2 : Partie constante ; 3 : Site de fixation de l'antigène ; 4 : Chaîne légère ; 5 : Site de fixation du complément ; 6 : Chaîne lourde ; 7 : Site de fixation de certaines cellules immunitaires.
2. - Elle neutralise les antigènes en s'y fixant grâce aux sites de fixation spécifiques à chaque type d'antigène.  
- Elle porte le complément qui participe à la destruction de l'antigène.  
- Elle présente un site qui lui permet de se fixer sur les autres cellules immunitaires (LB par exemple) et servir dans la reconnaissance d'antigènes.
3. C'est l'antigène C car ayant des structures complémentaires (épitopes).
4. En mémorisant l'épitope de l'antigène considéré.

## Exercice 26

Vers 1980 étaient signalés les premiers cas d'une maladie mortelle : le SIDA.

Quatre ans après, l'agent causal était isolé ; c'est un virus appelé VIH ; sa structure a été identifiée (document 1).

- 1- Annotez le document et précisez la particularité du matériel génétique du VIH.
- 2- Indiquez le rôle des éléments 3 et 4 dans l'infection des lymphocytes par le VIH et sa prolifération (production des nouvelles parti-



cules virales).

3-A un certain stade de la maladie les réactions immunitaires humorales et cellulaires (RIMH et RIMC) sont inhibées.

Expliquez l'inhibition de RIMH et de RIMC chez les sidéens (malades atteints du SIDA).

4- Enumérez les modes de transmission du VIH, en déduisez les modes de prévention utilisés pour lutter contre la contamination par ce virus.

## Corrigé 26

1- Légende:

1=Enveloppe (couche) lipidique,      2=Protéine de surface,  
3=Transcriptase inverse,              4=ARN.

Le VIH est un rétrovirus (Virus à ARN).

2- Rôle des éléments 3 et 4 dans la prolifération:

L'élément 3 : Assure la transcription inverse de l'ARN en ADN viral.

L'élément 4 : l'intégration de l'ADN viral dans l'ADN du LTA, ainsi que son expression assure la synthèse des protéines virales qui sont à l'origine de la production des nouvelles particules virales (prolifération).

3-L'effet du VIH:

Le VIH détruit les LTA responsables de la coopération cellulaire → pas de sécrétion d'interleukines (IL) → pas de coopération cellulaire → inhibition des RIMH et RIMC.

4- Transmission et prévention:

Modes de transmission	Moyens de prévention
Transmission sexuelle	- Eviter les rapports sexuels à risque (adultère)
Transmission sanguine	- Contrôle systématique du sang au cours des transfusions. Utilisation des seringues stérilisées.
Transmission materno-foetales	- Eviter les grossesses chez les femmes séropositives.

## Exercice 27

Le tableau représente les résultats de dosage d'anticorps dans le sang d'un nourrisson de la naissance à 12 mois.

Âge en mois	0	1	2	3	4	5	6	9	12
Anticorps A <sub>1</sub> en g/l	12	9,5	7,5	5,5	3,5	2,1	1	0	0
Anticorps A <sub>2</sub> en g/l	0	0,25	0,5	1	1,5	2	2,5	5,5	12
Taux sanguin global d'anticorps en g/l	12	10	8,3	6,5	5	3,5	3	6	12

1- Représentez dans le même graphique les courbes d'évolution des taux d'anticorps  $A_1$ , d'anticorps  $A_2$  et du taux sanguin global d'anticorps en fonction de l'âge. La première courbe est à représenter en pointillés, la deuxième en trait plein et la troisième à votre choix.

2-Analysez les courbes d'évolution des taux d'anticorps  $A_1$  et d'anticorps  $A_2$ .

3- Déduisez de cette analyse l'origine probable de chacun des anticorps  $A_1$  et  $A_2$ .

4- La période allant du 4<sup>e</sup> au 6<sup>e</sup> mois est qualifiée de « moment critique ». Comment l'expliquez-vous à partir de l'évolution du taux sanguin global d'anticorps ?

## Exercice 28

L'infection d'un organisme par une bactérie provoque un ensemble de réactions de défense dont l'une est la production de molécules spécifiques : les anticorps.

1- Nommez la cellule productrice d'anticorps et citez ses particularités.

2- Représentez, à l'aide d'un schéma légendé, une molécule d'anticorps.

3- Indiquez le(s) rôle(s) des anticorps.

4- On dispose de :

Souris A immunisée contre la toxine tétanique.

Souris B et C non immunisées.

Toxine tétanique (T), toxine diphtérique (D) et Bacille de Koch (BK).

En utilisant les souris et les substances qui conviennent parmi celles indiquées ci-dessus et en vous basant sur vos connaissances, décrivez (à l'aide de schémas), des expériences permettant de dégager chacune des notions suivantes:

a- La spécificité de la réponse immunitaire.

b- La notion de RIMH.

c- La mémoire immunitaire.

## Corrigé 28

1-La cellule productrice des anticorps est le Plasmocyte. Ses particularités sont :

- La richesse en réticulum endoplasmique.
- La richesse en Ribosomes
- Un appareil de golgi développé
- Plusieurs mitochondries
- Un noyau peu volumineux

2-Anticorps

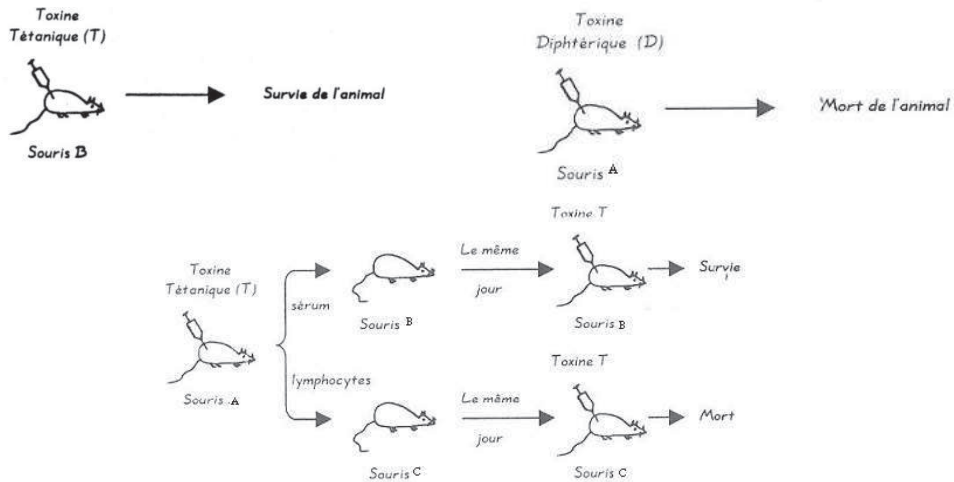
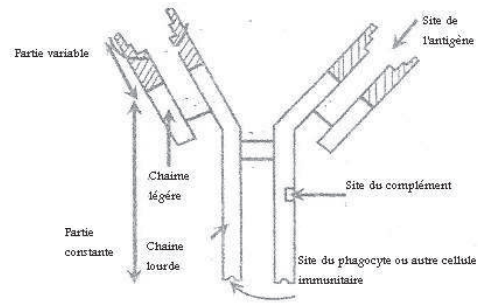
3-Rôle(s) des Anticorps

Il y'a trois modes d'élimination de l'antigène par les anticorps :

- Neutralisation de l'antigène par formation du complexe immun;
- Aide à la phagocytose;
- Aide au complément.

4-Expériences

- a- Expérience pour mettre en évidence la spécificité de la réponse.
- b- Expérience pour mettre en évidence la RIMH.
- c- Expérience pour mettre en évidence la mémoire immunitaire.



**Exercice 29**

La grippe est une maladie due à la contamination par un virus, celui-ci infecte les cellules de l'appareil respiratoire et il s'y multiplie, toutefois le système immunitaire réagit à cette infection et mobilise des cellules spécialisées pour détruire le virus et d'immuniser l'organisme pendant un certain temps.

- 1- Précisez ce qu'est un vaccin ?
- 2- Expliquez comment la vaccination entraîne-t-elle une immunisation ?

Afin d'étudier le type de réaction immunitaire mis en jeu contre le virus de la grippe, on a prélevé des lymphocytes d'un individu (I<sub>1</sub>) récemment vacciné contre la grippe, on les a mis en culture avec des cellules humaines préalablement infectées par le même virus de la grippe. Les expériences ainsi que leurs résultats sont consignés dans le tableau 1 :

	Expériences	Résultats
1	Lymphocytes de $I_1$ + cellules infectées de $I_1$	Les cellules infectées sont détruites
2	Lymphocytes de $I_1$ + cellules infectées de $I_2$	Les cellules infectées sont détruites
3	Lymphocytes de $I_1$ + cellules infectées de $I_3$	Les cellules infectées ne sont pas détruites
	$I_1$ et $I_2$ sont deux vrais jumeaux	$I_3$ est un individu non apparenté à $I_1$ et $I_2$

3-1- Indiquez en justifiant votre réponse, le type de réaction immunitaire mis en jeu contre le virus de la grippe.

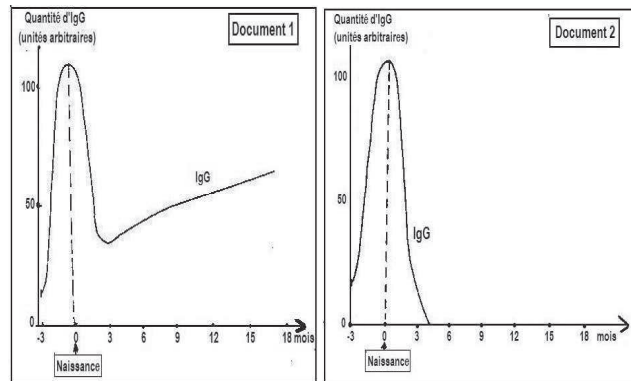
3-2- Expliquez pourquoi il ya une destruction des cellules infectées dans les expériences 1 et 2 et l'absence de destruction dans l'expérience 3.

### Exercice 30

Chez l'Homme, il existe plusieurs maladies affectant le système immunitaire.

Quand on dose la quantité d'immunoglobulines G (anticorps de type gamma) présentes dans le sang d'un fœtus et d'un nouveau-né, on obtient le résultat du document 1.

1. Sachant que pendant la vie fœtale, il n'y a pas de fabrication d'IgG, analysez et interprétez le graphe du document 1 en précisant l'origine des IgG chez le fœtus puis chez le nouveau-né.



2. Certains nourrissons ont une très grande sensibilité aux infections bactériennes à partir du 3<sup>ème</sup> mois. Le dosage des IgG de ces enfants montre les résultats représentés par le document 2.

a) Que se passe-t-il chez cet enfant ?

Une analyse précise montre que le taux de cellules immunitaires est déprimé.

b) Quelle(s) catégorie(s) de lymphocytes est-il possible de mettre en cause ?

### Corrigé 30

1. Document 1:

Les anticorps du fœtus et du nouveau-né :

Le fœtus, incapable de synthétiser les anticorps, en possède pourtant une dose à la naissance : ces IgG ne peuvent provenir que de la mère ; en effet ces anticorps ont une taille suffisamment petite pour traverser la barrière du placenta.

Ainsi la mère immunise, involontairement, le fœtus qu'elle porte grâce à ses propres anticorps ; à noter que cette immunité n'est valable que pour les antigènes (maladies, vaccinations) qu'elle a pu rencontrer.

Cette immunité passive acquise par le fœtus régresse rapidement après la naissance.

Au-delà de 3 mois, le taux d'IgG remonte lentement : le nourrisson commence à fabriquer ses propres anticorps en réponse à la rencontre de divers antigènes (infections ou vaccinations obligatoires).

## 2. Document 2 :

a-Le début du graphe est identique à celui du document 1 : il y a transfert d'anticorps à travers le placenta.

-En revanche, à partir de l'âge de 3 mois, une fois les anticorps maternels disparus, l'enfant ne peut guère se défendre contre diverses agressions microbiennes puisqu'il ne fabrique pas ses propres anticorps : il est atteint d'agammaglobulinémie.

b-On peut supposer que cette grave déficience est due à une carence en lymphocytes B (mais on pourrait aussi supposer une carence des lymphocytes régulateurs comme les lymphocytes T).

## Exercice 31

Le virus (EBV) infecte 90% de la population mondiale, mais de façon bénigne. Ce virus persiste dans l'organisme. Il a pour cible les lymphocytes B.

Le document 1 présente l'activité de l'EBV dans les lymphocytes B « naïfs », c-à-d n'ayant jamais rencontré l'antigène spécifique, et dans les lymphocytes B mémoires spécifiques de cet antigène.

Activité de l'EBV	Lymphocyte B naïf	Lymphocyte B mémoire
Etat du virus EBV dans le lymphocyte	Actif	Latent
Présentation de peptides viraux à la surface du lymphocyte	Oui	Non
Production de nouveaux virus libérés dans le sang susceptibles d'infecter d'autres LB	Oui	Non sauf s'il est réactivé

1- Déterminer en se référant au document 1, comment le virus EBV persiste et est produit dans l'organisme.

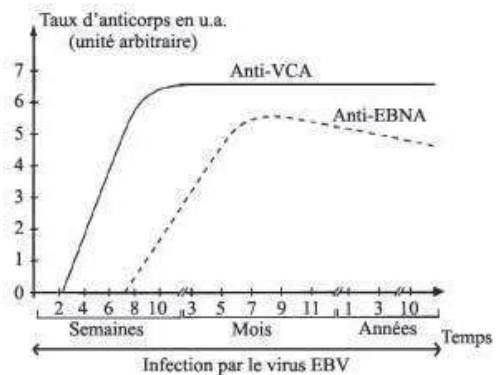
Afin de mieux comprendre l'une des réponses immunitaires déclenchées contre le virus EBV, on suit l'évolution des anticorps anti-VCA et anti-EBNA dirigés respectivement



contre deux peptides de surface du virus : VCA et EBNA. Les résultats figurent dans le document 2.

2- Nommer la réponse immunitaire mise en évidence par ces dosages. Justifier la réponse.

3- Analyser les résultats du document 2. Que peut-on en dégager ?



### Exercice 32

LE VIH est un virus particulier responsable de l'apparition, chez les séropositifs, d'une maladie mortelle : le sida.

1- Définissez : rétrovirus et individu séropositif

2- Quel doit être l'évolution du rapport  $T_4 / T_8$  chez un séropositif au cours du temps ? Justifiez votre réponse

N.B : -  $T_4$  = Nombre de lymphocytes T auxiliaires

-  $T_8$  = Nombre de lymphocytes T cytotoxiques.

3- Représentez à l'aide d'un schéma clair et bien légendé, le mode d'action du VIH, depuis l'infection de la cellule cible jusqu'à la production de nouvelles particules virales.

4- En déduisez l'effet du VIH sur le système immunitaire.

5- Citez les moyens de la transmission du VIH et en-déduisez pour chaque cas, les moyens permettant d'éviter la contamination par ce virus.

### Corrigé 32

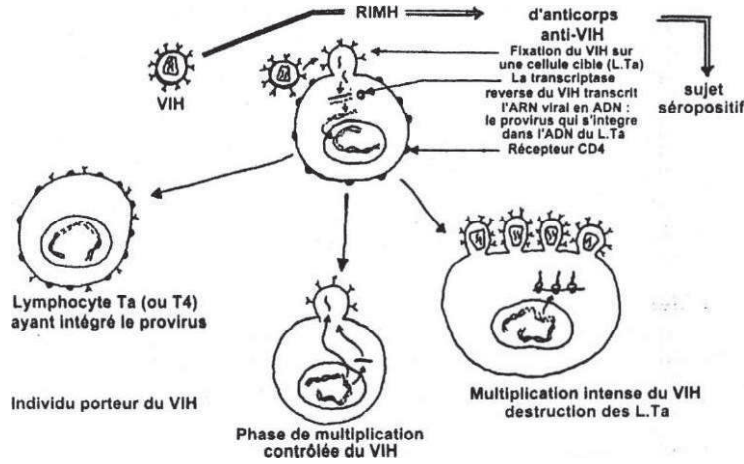
1-

- Le rétrovirus est un virus à ARN.

- Un individu séropositif est un individu qui possède des anticorps anti-VIH. il est contaminé par le virus de sida.

2- Étant donné que les  $T_4$  sont des cellules cibles de VIH, le rapport  $T_4/T_8$  diminue au cours du temps chez le séropositif car il y a destruction progressive des  $T_4$ .

3-



NB : les étapes exigées dans le schéma sont :

- Fixation du VIH sur  $T_4$ ;
- Libération de l'ARN viral dans le cytoplasme;
- Transcription inverse de l'ARN viral en ADN viral (provirus);
- Intégration de l'ADN viral dans le génome;
- Expression de l'ADN viral et production des particules virales.

4- VIH provoque la destruction progressive de  $T_4$  → pas de coopération cellulaire → pas de RIMH, pas de RIMC → déficit immunitaire.

5-

Modes de transmission	Moyens de prévention
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Transmission sexuelle</li> <li>-Transmission sanguine</li> <li>-Transmission materno- foetale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eviter les rapports sexuels à risque.</li> <li>-Contrôle systématique du sang au cours des transfusions et utilisation des seringues stérilisées.</li> <li>-Éviter les grossesses chez une femme séropositive.</li> </ul>

### Exercice 33

Dans le but d'étudier certains aspects du mécanisme de l'immunité spécifique, on réalise les expériences suivantes

Expérience 1 : On injecte à un cobaye de l'insuline de lapin. Quinze jours après, on injecte le sérum de ce cobaye à un lapin normal, celui-ci présente alors une hyperglycémie et tous les signes d'un diabète qui disparaît quelques jours après. En vous basant sur les résultats de l'expérience 1 :

1- expliquez l'apparition du diabète chez le lapin après l'injection du sérum du cobaye

2- expliquez la disparition du diabète chez ce lapin après quelques jours en absence de tout traitement

Expérience 2 : Une deuxième injection d'une même dose de sérum du cobaye à ce lapin provoque une très légère hyperglycémie qui disparaît très rapidement.

3- Interprétez l'expérience 2 en mettant en évidence la propriété de la réponse immunitaire spécifique à l'origine du résultat obtenu.

4- En vous inspirant des expériences précédentes, proposez une expérience permettant de traiter, par sérothérapie, un diabète provoqué par une hypersécrétion de glucagon.

Expérience 3: On prélève, chez le lapin de l'expérience 2, des cellules hépatiques qui fixent à leurs surfaces des molécules d'insuline. On mélange, dans un milieu de culture, ces cellules hépatiques et des lymphocytes Tc prélevés des ganglions lymphatiques du cobaye de l'expérience 1. Ces lymphocytes Tc possèdent des TCR capables de fixer spécifiquement l'insuline du lapin.

5-Expliquez la présence de l'insuline fixé à la surface des cellules hépatiques du lapin.

6-En vous basant sur vos connaissances sur le mécanisme de l'immunité spécifique à médiation cellulaire, précisez, schéma à l'appui, le devenir de ces cellules hépatiques mises en culture en présence des lymphocytes Tc du cobaye. Justifiez votre réponse.

### Corrigé 33

1- L'injection de l'insuline de lapin au cobaye → production des anticorps anti-insuline car l'insuline de lapin injecté au cobaye représente un « non soi » (antigène).

L'injection du sérum du cobaye à un lapin normal → l'insuline du lapin est neutralisée par les anticorps anti-insuline contenus dans le sérum du cobaye → l'insulinémie du lapin diminue → apparition du diabète.

2- Élimination des anticorps anti-insuline par le système immunitaire du lapin → pas de neutralisation de l'insuline → insulinémie normale du lapin → disparition du diabète.

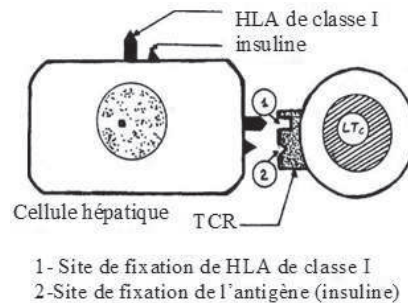
3- Au cours de la 1<sup>ère</sup> injection du sérum du cobaye au lapin, le système immunitaire de ce lapin mémorise le « non soi » (production des anticorps anti-insuline) → au cours de la 2<sup>ème</sup> injection du sérum du cobaye au lapin il y a déclenchement d'une réponse immunitaire secondaire contre les anti- insulines qui sont rapidement neutralisés d'où le résultat obtenu.

4- L'injection du sérum qui contient des anticorps anti-glucagon à ce malade → neutralisation de l'excès du glucagon → diabète corrigé.

5-Les cellules hépatiques sont des cellules cibles d'insuline, elles portent à leurs surfaces, des récepteurs spécifiques d'insuline.

6- les LTc détruisent les cellules du « soi » infectées par l'insuline : Or les cellules hépatiques du lapin portent l'insuline mais possèdent un CMHI différent de celui des LTc du

cobaye → pas de reconnaissance de l'antigène associé à CMHI par les LTc → les cellules hépatiques ne seront pas détruites par les LTc.



### Exercice 34

On n'observe jamais d'accident hémolytique du nouveau-né à la naissance d'un premier enfant  $[Rh^+]$  né d'une mère  $[Rh^-]$ . Pourtant, dans ce cas, on injecte à la mère, aussitôt après la naissance, des Ig G anti-Rh : c'est une sérothérapie préventive qui permettra à cette femme d'avoir un deuxième enfant  $[Rh^+]$  sans risque d'accident hémolytique pour ce bébé.

- 1- Quel type de réponse immunologique développera un organisme de phénotype  $[Rh^+]$  au contact des hématies d'un premier fœtus  $[Rh^+]$ ?
- 2- Le passage des globules rouges du fœtus dans l'organisme maternel ne se produit qu'au moment de la naissance ou, au plus tôt, un mois avant. Pourquoi n'observe-t-on jamais d'accident hémolytique à une première naissance de ce genre (mère  $[Rh^+]$ , enfant  $[Rh^+]$ )?
- 3- Sur quels antigènes peuvent se fixer les IgG anti-Rh injectés à une mère  $[Rh^+]$  venant d'avoir un premier enfant  $[Rh^+]$ ?
- 4- Si l'injection d'IgG anti-Rh n'est pas faite suffisamment tôt, et si on ne prend aucune autre précaution, un deuxième enfant  $[Rh^+]$  a un risque très grand de présenter un accident hémolytique à la naissance. Rappelez le mécanisme immunologique responsable de cet accident.
- 5- Quelle réaction immunologique de l'organisme maternel cherche-t-on à supprimer en réalisant cette injection d'IgG anti-Rh?
- 6- Donnez la démarche théorique qui permet d'obtenir de telles IgG anti-Rh.

### Corrigé 34

1- Il y aura reconnaissance de l'Ag Rh par quelques lymphocytes B maternels, activation de ceux-ci et transformation de certains d'entre eux en plasmocytes sécréteurs d'Ig, pen-

dant que d'autres mettent cet Ag en mémoire.

2-Une réponse primaire est tardive et peu importante : la naissance a lieu avant que la quantité d'Ig maternelle soit suffisante pour provoquer des troubles imposants.

3-Les Ig-anti-Rh injectées vont se fixer sur les hématies fœtales présentes éventuellement dans l'organisme maternel, ce qui va supprimer leur pouvoir antigénique.

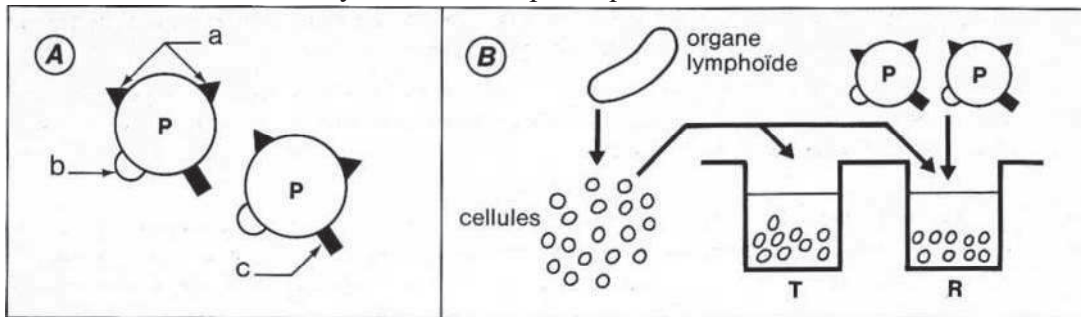
4-Les lymphocytes B maternels activés par un premier contact avec l'Ag Rh vont réagir à un deuxième contact par une réponse de type secondaire, rapide et intense (Ig anti Rh abondantes).

5-L'injection préventive d'Ig anti Rh cherche à supprimer toute réponse immunitaire de type primaire dans l'organisme maternel et, en particulier, à empêcher toute mise en mémoire de l'Ag Rh.

6-Vacciner un organisme avec des Ag Rh et pratiquer un grand nombre d'injections de rappel pour déclencher des réponses de type secondaire, et donc des sécrétions abondantes d'Ig anti-Rh.

### Exercice 35

On injecte à une Souris, par voie intraveineuse, un antigène particulaire P schématisé ci-dessous (fig. A) avec ses déterminants antigéniques a, b et c, tous trois capables dans ces conditions d'induire la synthèse d'Ac spécifiques.



1-Quelles catégories d'Ac apparaîtront dans le sérum de cette Souris ?

2-On prélève l'organe lymphoïde de la Souris, stimulé dans cette réponse, deux semaines après l'injection de l'antigène. Cet organe est dilacéré et les cellules obtenues placées dans deux chambres de culture au contact d'un milieu nutritif. On introduit dans l'une des chambres (R) l'antigène particulaire P (fig. B). Quels types de phénomènes, au niveau cellulaire, peut-on observer dans cette chambre R par rapport à la chambre témoin T ? Quelles molécules caractéristiques pourra-t-on mettre en évidence dans le surnageant de cette culture ?

3-Quelle démarche théorique doit-on suivre pour obtenir à l'état pur des anticorps dirigés contre un seul déterminant antigénique de l'antigène P, le déterminant a par

exemple ?

### Corrigé 35

1-Il se formera un Ac spécifique pour chacun des déterminants, donc des Ac anti a, anti b et anti c.

2-Le prélèvement de l'organe lymphoïde a lieu pendant la période de la réponse primaire. On observera donc, dans les deux chambres, des lymphocytes B transformés en voie de prolifération, des plasmocytes sécrétant des anticorps, mais, dans la chambre R, on observera que les Ag introduits réagissent avec les Ig sécrétées (agglutination possible).

3-On peut injecter à la Souris, en même temps que l'antigène particulaire, des Ig anti b et anti c qui se fixeront sur ces déterminants, ce qui supprimera leur pouvoir d'induire la synthèse des Ac spécifiques correspondants

### Exercice 36

Certaines Souris mutantes sont sans thymus à la naissance. Cette absence de thymus s'accompagne de l'absence de pelage, d'où l'aspect très caractéristique de ces animaux et le nom qui leur a été donné (Souris « Nude »).

1-Quelle est la conséquence de cette absence de thymus au niveau des réactions immunitaires de l'organisme?

2-On effectue chez une de ces Souris une greffe de peau provenant d'un Rat albinos. Comment appelle-t-on ce type de greffe? Comment évoluera cette greffe chez cette Souris?

3-Que peut-on faire, au niveau des conditions d'élevage et au niveau expérimental, pour éviter à ces Souris de souche « Nude » une mort prématurée dans un environnement normal?

### Corrigé 36

1. L'absence de thymus empêche la maturation des lymphocytes T et rend donc difficiles les réponses immunitaires à médiation cellulaire dans lesquelles interviennent ces lymphocytes.

2-Un Rat et une Souris appartiennent à des espèces différentes; la greffe réalisée est donc une xéno greffe. Dans des conditions normales, cette greffe devrait être rejetée, le greffon étant, au bout d'un certain délai, détruit par les macrophages stimulés par les lymphocytes T et par des cellules cytotoxiques. Chez une Souris « Nude », au contraire, l'absence de thymus va provoquer un état de tolérance vis-à-vis des Ag d'histocompatibilité du Rat, qui ne seront plus reconnus comme appartenant au «non-soi» de la Souris.

3-On peut envisager, d'une façon théorique, soit une injection de lymphocytes T de Sou-  
ris, soit une greffe du thymus.

### Exercice 37

Le professeur Jean DAUSSET, prix Nobel, est à l'origine de la découverte du système HLA (ou CMH). Il écrivait il y a plus de 20 ans: « Les antigènes d'histocompatibilité apparaissent comme un véritable code, permettant à la fois aux cellules du système immunitaire de reconnaître les éléments étrangers et de se reconnaître entre elles pour coopérer à la réponse immunitaire. »

1- Citez les organes du système immunitaire et précisez leurs rôles.

2- Qu'entend le professeur Jean DAUSSET par les termes suivants :

-Antigènes d'histocompatibilité.

-Les éléments étrangers.

3- Expliquez, à l'aide de schémas commentés, le rôle des molécules HLA (ou CMH) dans :

a - La coopération cellulaire entre les cellules du système immunitaire.

b - L'élimination du « non soi ».

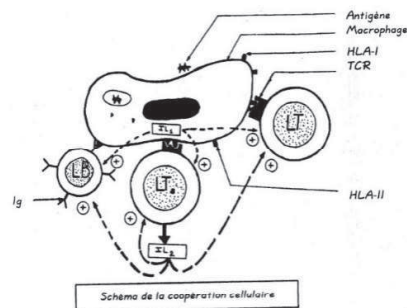
### Corrigé 37

1-Les organes du système immunitaire et leurs rôles.

Organes lymphoïdes	Rôles	
Primaires	Moelle osseuse	-Production des LB et LT - Maturation des LB et LT
Secondaires	-Rate -Ganglions lymphatiques -Amygdales -Appendice	Lieu de stockage, de multiplication des lymphocytes immunocompétents et de rencontre avec l'antigène

2-Antigène d'histocompatibilité = marqueur du « soi » = système H LA ou CMH.

- Éléments étrangers = « non soi » = antigène.





3-a-

-Les molécules du CMH (HLA) interviennent dans la reconnaissance de l'antigène par les LT.

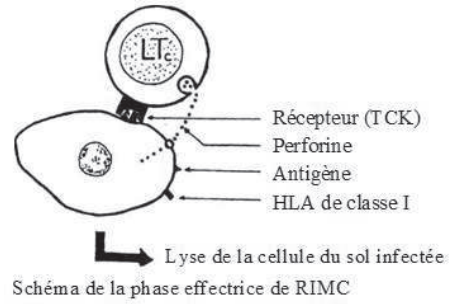
-La reconnaissance de l'antigène est nécessaire pour son activation.

-Activation du macrophage → sécrétion de  $IL_1$  → activation de  $LT_a$  → sécrétion de  $IL_2$

- $IL_1 + IL_2$  provoquent l'activation des lymphocytes ayant reconnu l'antigène ainsi que leur prolifération et leur différenciation.

b-

$LT_c$  ne peut reconnaître les cellules du « soi » infectées que lorsque l'antigène est associé au  $HLA_I$  ( $CMH_I$ ) → libération de perforine → destruction (lyse) de la cellule cible.



### Exercice 38

Le SIDA est une maladie causée par le VIH. Des tests de séropositivité et des mesures de paramètres physiologiques sont effectués chez six individus pour comprendre l'origine et l'évolution de la séropositivité. Ces tests réalisés chez six individus ( $I_1, I_2, M_1, E_1, M_2, E_2$ ) ont donné les résultats du document 1.  $I_1$  et  $I_2$  sont les individus témoins,  $M_1$  est la mère de l'enfant  $E_1$ ;  $M_2$  est la mère de l'enfant  $E_2$ .

Individus testés	$I_1$ : Témoin non contaminé	$I_2$ : Témoin infecté par le VIH	$M_1$ : Mère de $E_1$ : lors de la grossesse	$E_1$ à la naissance	$M_2$ : Mère d' $E_2$ lors de la grossesse	$E_2$ à la naissance
Test Elisa	négatif	Positif	Positif	Positif	Positif	Positif
Charge virale	0	Comprise entre $10^1$ et $10^8$	$10^4$	0	$10^4$	$5 \cdot 10^2$

Document 1 : Résultats de tests réalisés chez différents individus.

1. Le test ELISA révèle la présence d'anticorps anti-VIH :

- Présence d'anticorps anti-VIH : test positif

- Absence d'anticorps anti-VIH : test négatif

2. La charge virale mesure le nombre de virus par millilitre de plasma.

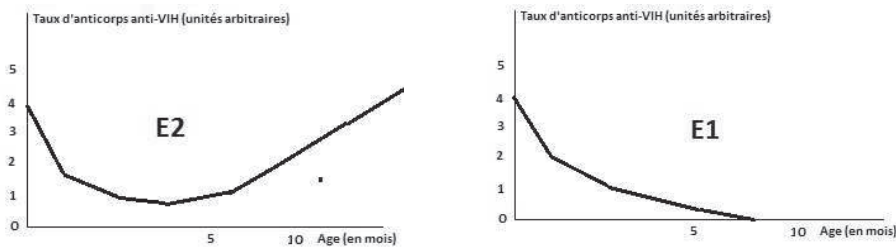
1- Quelles informations tirez-vous de ce tableau concernant l'état de santé des quatre

individus  $M_1$ ,  $E_1$ ,  $M_2$  et  $E_2$  ?

2- Quelle hypothèse pouvez-vous émettre quant à l'origine de la séropositivité des enfants  $E_1$  et  $E_2$  ?

3- Pour tester cette hypothèse, des mesures du taux d'anticorps anti-VIH chez les deux enfants ont été faites.

Les résultats obtenus figurent dans le document 2.



Ces résultats confirment-ils votre hypothèse ? Justifiez votre réponse.

4- Quelle est l'origine des anticorps anti-VIH de  $E_2$  à 10 mois ? Justifiez.

## Exercice 39

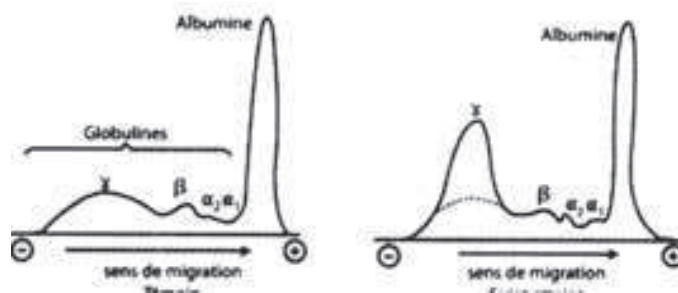
Pour déterminer les mécanismes intervenant dans la lutte contre le virus de l'hépatite B, On a réalisé les expériences suivantes :

A. 1<sup>ère</sup> série d'expériences :

1) Expérience 1 : L'électrophorèse des protéines du sérum sanguin chez un individu atteint d'hépatite B et chez un sujet sain (témoin) fournit les résultats du document 1.

a- Comparez ces résultats.

b- Quelle conclusion peut-on dégager concernant le type de réponse développée contre ce virus de l'hépatite B et les effecteurs correspondants.



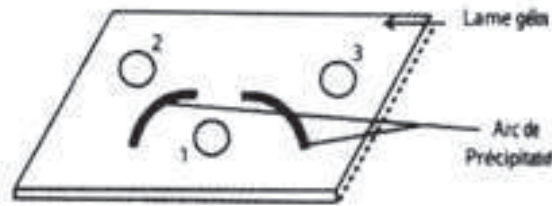
2) Expérience 2 :

Sur une lame de verre recouverte de gélose, on creuse 3 puits. Dans le puits 1, on introduit le sérum d'un individu atteint d'hépatite B et dans les puits 2 et 3, on introduit

respectivement des particules virales HB<sub>s</sub> et HB<sub>e</sub>. Le document 2 représente les arcs de précipitations ou d'agglutination après diffusion des molécules.

La même expérience réalisée avec le sérum d'un individu sain n'entraîne aucun arc de précipitation.

Document 2



Que représentent les particules HB<sub>s</sub> et HB<sub>e</sub> et quelles conclusions pouvez-vous dégager des résultats obtenus.

3) Expérience 3 : On prélève :

- Chez un individu malade des macrophages (M<sub>1</sub>).
- Chez son vrai jumeau sain des macrophages (M<sub>2</sub>), des LB et des LT. On réalise avec ces cellules des cultures dans lesquelles on recherche la présence de plasmocytes, cellules sécrétrices d'Ig. Les résultats de cette expérience figurent dans le tableau correspondant au document 3.

	Culture 1	Culture 2	Culture 3	Culture 4	Culture 5
Ajouts	LB+M <sub>1</sub>	LT+M <sub>1</sub>	LB+LT	LB+LT+M <sub>1</sub>	LB+LT+M <sub>2</sub>
Plasmocytes	aucun	aucun	aucun	nombreux	aucun

Document 3

A partir de l'analyse de cette 3<sup>ème</sup> expérience et en faisant appel à vos connaissances, précisez les mécanismes mis en jeu par l'organisme dans cette 1<sup>ère</sup> réponse immunitaire.

B. 2<sup>ème</sup> série d'expériences :

A partir de LT et de cellules hépatiques du malade et de son jumeau, on réalise quatre cultures cellulaires.

Chaque milieu est enrichi en thymine tritiée (radioactive).

Les cellules incorporent la thymine lors de leur mitose. En fin d'expérience, la multiplication cellulaire peut être ainsi quantifiée par la mesure de la radioactivité intracellulaire.

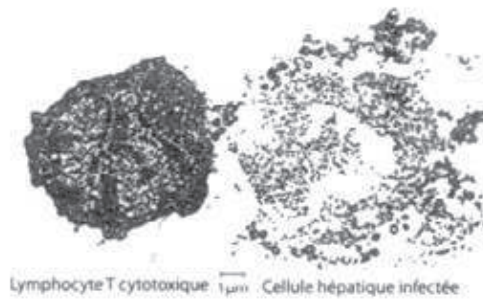
Le tableau (document 4) donne les résultats des différentes cultures au 3<sup>ème</sup> jour et le document 5 correspond à une électrographie de cellules d'une culture réalisée dans des conditions similaires à celles de la culture 4 (voir document 4).

En vous appuyant sur les informations issues de cette 2<sup>ème</sup> série d'expériences, complétées par vos connaissances, expliquez le 2<sup>ème</sup> moyen utilisé par le système immunitaire dans la lutte contre le virus de l'hépatite B.

Document 4

Thymine tritiée dans tous les milieux		
	Milieu avec les lymphocytes T du jumeau	Milieu avec les lymphocytes T du malade
Milieu avec cellules hépatiques saines du jumeau	<b>Culture 1</b> Radioactivité= 1% Aucune lyse des cellules hépatiques	<b>Culture 3</b> Radioactivité= 1% Aucune lyse des cellules hépatiques
Milieu avec cellules hépatiques infectées du malade	<b>Culture 2</b> Radioactivité= 1% Aucune lyse des cellules hépatiques	<b>Culture 4</b> Radioactivité= 90% lyse des cellules hépatiques

Document 5

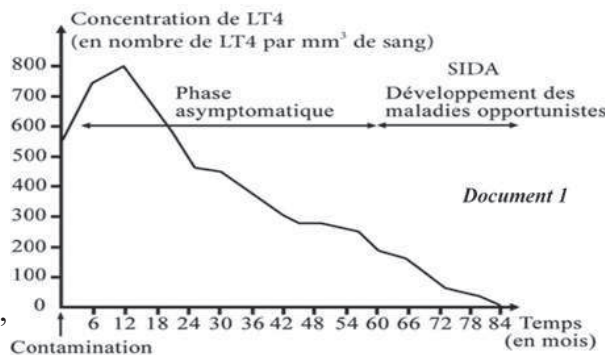


**Exercice 40**

Le virus de l’immunodéficience humaine (VIH) est responsable d’un affaiblissement des défenses immunitaires de l’organisme aboutissant à la mort des personnes malades. Le document 1 montre l’évolution de la concentration de  $LT_4$ , mesurée chez des patients contaminés par le VIH.

- 1-Analyser les résultats du document 1.
- 2-Dégager du document 1, la cause de l’apparition des maladies opportunistes.

Afin de trouver un traitement limitant les conséquences des maladies opportunistes, on effectue une série d’études dont certaines sont présentées ci-dessous.



Etude 1 : On prélève les lymphocytes d’un singe, et on les sépare en  $LB$ ,  $LT_4$  et  $LT_8$ .  
- On place les  $LB$  dans des chambres de culture 1 (1a, 1b et 1c) au fond desquelles se

trouvent des molécules d'antigène X. Seuls 0,01% des LB restent fixés au fond de chaque chambre et ne sont pas éliminés par rinçage.

- On place les  $LT_8$  dans des chambres de culture 2 (2a et 2b) au fond desquelles se trouvent des fibroblastes cancéreux de singe. Seuls 0,01 % des  $LT_8$  restent fixés au fond de chaque chambre et ne sont pas éliminés par rinçage.
- Puis on ajoute à certaines chambres de culture des lymphocytes activés par les mêmes antigènes (X ou fibroblastes cancéreux).

Le document 2 montre les conditions expérimentales ainsi que les résultats.

Chambre	Lymphocytes existants	Lymphocytes ajoutés	Résultats
1a	LB retenus par l'antigène X	-	Aucun anticorps
1b		$LT_4$ activés	Présence d'anticorps
1c		$LT_8$ activés	Aucun anticorps
2a	LT8 retenus par des fibroblastes cancéreux de singe	-	Aucune lyse de fibroblastes
2b		$LT_4$ activés	Lyse des fibroblastes
document 2			

3-Interpréter les résultats obtenus dans le document 2.

4-Expliquer, d'après tout ce qui précède, l'apparition des maladies opportunistes observées dans le document 1.

Etude 2 : Deux groupes de chercheurs ont produit deux traitements.

Le premier traitement repose sur le principe de la vaccination contre certaines maladies opportunistes comme la pneumonie. Ce traitement a été expérimenté sur deux catégories de patients ayant un nombre différents de  $LT_4$ . Les résultats figurent dans le document 3.

Catégorie	Nombre moyen de $LT_4$ / mm <sup>3</sup> de sang	Production d'anticorps
1	> 500	Forte
2	< 200	Faible
document 3		

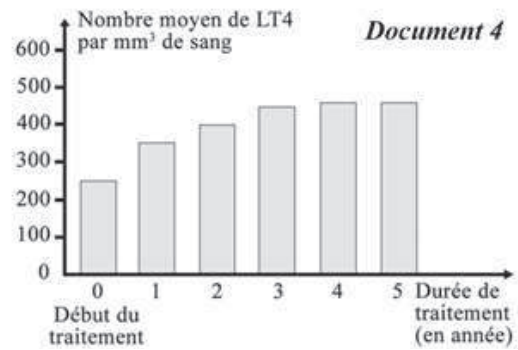
Le second traitement consiste à administrer trois médicaments pendant 5 ans à des individus qui avaient au début du traitement un nombre de  $LT_4$  entre 200 et 350  $LT_4$ /mm<sup>3</sup> de sang.

Les résultats figurent dans le document 4.

5- Expliquer l'importance de la vaccination.

6- Déterminer si le premier traitement est efficace contre le développement des maladies opportunistes.

7- Montrer que le second traitement peut retarder la phase SIDA.



### Corrigé 40

1 -La concentration en  $LT_4/mm^3$  de sang augmente de 550 à 800 juste après la contamination jusqu'au 12<sup>e</sup> mois durant la phase asymptomatique. Par contre ce taux diminue de 800 à 200 au 60<sup>e</sup> mois début d'apparition des maladies opportunistes pour s'annuler au 84<sup>e</sup> mois.

2 -La cause de l'apparition des maladies opportunistes est le taux faible de  $LT_4$ , inférieur à  $200/mm^3$  de sang.

3 -On observe la présence d'anticorps dans le milieu de culture 1b contenant des lymphocytes B activés par l'antigène X et des  $LT_4$  activés par le même antigène. Par contre, on n'observe aucun anticorps dans les milieux de cultures 1a et 1c qui contiennent respectivement des LB seuls ou des LB activés par l'antigène X et des  $LT_8$  activés. Cela signifie que la coopération uniquement entre  $LT_4$  et LB est indispensable pour la sécrétion des anticorps.

On observe une lyse des fibroblastes cancéreux de singe dans le milieu 2b contenant les  $LT_8$  et  $LT_4$  activés par le même antigène. Par contre, on n'observe pas de lyse dans le milieu de culture contenant uniquement de  $LT_8$  activés. Cela signifie que la coopération entre les  $LT_4$  et les  $LT_8$  est indispensable à la lyse cellulaire.

4 -Le document 2 montre l'importance de  $LT_4$  dans l'activation des réponses immunitaires spécifiques à médiation humorale dont les acteurs sont les LB et à médiation cellulaire dont les acteurs sont les  $LT_8$ . Le document 1 montre que les maladies opportunistes apparaissent quand la concentration de  $LT_4$  diminue à un taux inférieur à  $200/mm^3$ . Ce qui peut être expliqué par une faible sécrétion d'interleukines insuffisante pour induire la prolifération des LB et des  $LT_8$  activés. Ce qui bloque les réponses immunitaires spécifiques, diminue l'immunité générale de l'organisme et rend le milieu propice pour le développement des maladies opportunistes.

5 -Le vaccin assure le premier contact avec l'antigène et déclenche la formation de la mémoire immunitaire. Ce qui va permettre à l'organisme, lors du second contact, de développer une réponse secondaire plus amplifiée, plus rapide et plus durable contre cet

antigène.

6 -Dans le premier traitement, le vaccin n'est efficace que lorsque le taux des  $LT_4/mm^3$  de sang est supérieur à  $500 LT_4/mm^3$  (document 3). Or, les maladies opportunistes ne se développent qu'à un taux inférieur à  $200/mm^3$  de sang, (2,5 fois inférieur).

Le premier traitement n'est efficace que contre la pneumonie, l'une des maladies opportunistes.

Alors, le premier traitement n'est pas efficace contre le développement des maladies opportunistes.

7 -Le second traitement assure une augmentation de la concentration des  $LT_4/mm^3$  de sang de 250 (2 fois inférieure à 500) à  $480 LT_4/mm^3$  entre le début du traitement et la 5<sup>e</sup> année (document 4). Cela n'aboutit pas à un taux inférieur à  $200/mm^3$  caractérisant la phase de SIDA. Alors ce traitement prolonge la phase asymptomatique et retarde l'arrivée de la phase de SIDA.

## Exercice 41

La piqure par une guêpe (insecte) entraîne chez certaines personnes un choc anaphylactique au cours duquel une hypotension aigue se produit et peut conduire à la mort.

Divers paramètres (rythme cardiaque, diamètre des artères et pression artérielle) sont mesurés lors de cette réaction. Le document illustre les résultats obtenus :

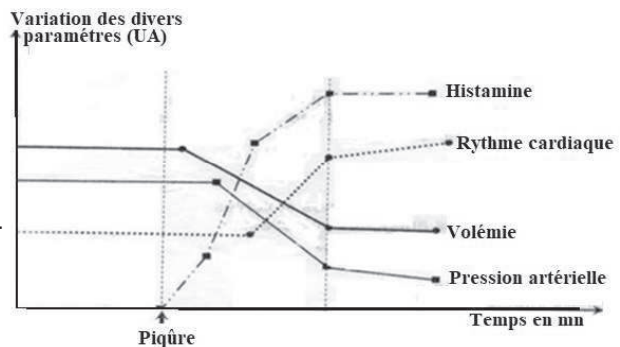
1- Mettez en relation les variations de ces différents paramètres.

2- Les individus atteints d'un choc anaphylactique doivent être immédiatement injectés par l'adrénaline. Justifiez le recours de ce traitement

3-L'accélération cardiaque consécutive

à l'hypotension est une réponse correctrice. Expliquez le mécanisme nerveux de cette réponse.

4-Expliquez, à l'aide d'un schéma, le mécanisme de cette réaction anaphylactique et dites, en le justifiant, s'il s'agit d'une réponse au premier ou au second contact avec le venin de la guêpe. Donnez le nom de ce type d'antigène.



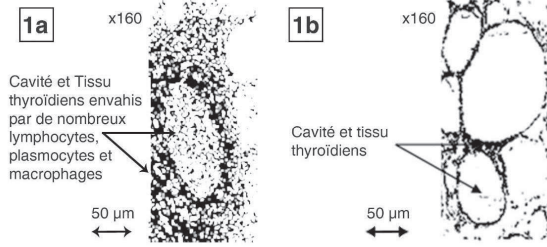
## Exercice 42

Sidi présente un gonflement au cou au niveau de la glande thyroïde et souffre de nombreux troubles d'origine métabolique. Le dosage des hormones thyroïdiennes de Sidi



montre des concentrations nettement inférieures aux valeurs normales. La synthèse de ces hormones thyroïdiennes nécessite la présence d'une protéine, la thyroglobuline.

On réalise la biopsie de fragments de la glande thyroïde de Sidi. Le document 1 représente les résultats de l'observation microscopique des sections de la glande thyroïde de Sidi (1a) et ceux de la glande thyroïde normale (1b).



1. Formuler une hypothèse expliquant les résultats de la biopsie de la glande thyroïde de Sidi.

Des cellules immunitaires et thyroïdiennes sont prélevées de la glande thyroïde de Sidi. Elles sont ensuite cultivées dans 3 milieux différents. Les conditions ainsi que les résultats obtenus figurent dans le document 2.

Culture	Cellules cultivées	Résultats
1	Cellules thyroïdiennes + Lymphocytes B	Absence d'Anticorps
2	Cellules thyroïdiennes + Lymphocytes B + Macrophages	Absence d'Anticorps
3	Cellules thyroïdiennes + Lymphocytes B + Macrophages + Lymphocytes T <sub>4</sub>	Présence, d'Anticorps en grande quantité

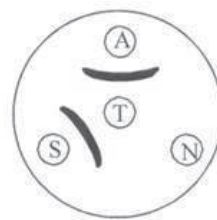
document 2

2. Interpréter les résultats représentés dans le document 2.

3. Identifier la nature de la réponse immunitaire spécifique mise en évidence dans le document 2.

4. Expliquer l'affirmation suivante : « Les macrophages induisent la réponse immunitaire spécifique ».

On effectue le test d'immunodiffusion sur gel : on place dans le puits central une solution contenant la thyroglobuline (T) et on répartit dans les trois puits périphériques creusés dans la gélose trois solutions différentes : une solution d'anticorps (S) de Sidi, des anticorps anti-thyroglobuline (A), ainsi que le sérum (N) d'un individu normal. Les résultats figurent dans le document 3.



**Légendes :**

- T: Thyroglobuline
- S: Solution de Sidi
- N: Sérum d'un individu normal
- A: Anticorps anti-Thyroglobuline
- : Arc de précipitation résultant de la formation de complexes- immuns

5. Montrer que Sidi souffre d'une maladie auto-immune, dirigée contre le soi.

**Corrigé 42**

1- Hypothèse : Sidi pourrait souffrir d'une infection de sa glande thyroïde. Sidi pourrait avoir une maladie auto-immune.

Sidi pourrait avoir un cancer dans sa glande thyroïde.

2- Une grande quantité d'anticorps est produite dans le milieu de culture 3, en présence des 4 types de cellules : thyroïdiennes, lymphocytes B, macrophages et lymphocytes  $T_4$ . Par contre, aucun anticorps n'est produit quand les lymphocytes  $T_4$  manquent (culture 2) ou quand les lymphocytes  $T_4$  et les macrophages manquent (milieu 1).

Cela signifie que la sécrétion d'anticorps nécessite une coopération entre les lymphocytes B et  $T_4$ , les macrophages et la présence d'un antigène, dans ce cas les cellules thyroïdiennes de Sidi.

3- Le document 2 montre une sécrétion d'anticorps ; donc, la réponse immunitaire spécifique est à médiation humorale.

4- Lorsque les macrophages phagocytent et digèrent une cellule ou une protéine, les peptides qui en résultent s'associent aux molécules du HLA classe II et l'ensemble est présenté à la surface de la cellule.

Le macrophage migre vers le plus proche ganglion lymphatique, où il devient une cellule présentatrice de l'antigène ou CPA.

Le lymphocyte  $T_4$ , spécifique du peptide présenté par la CPA, s'attache à cette dernière. Le lymphocyte  $T_4$  est alors activé et prolifère.

5- Les anticorps Anti-thyroglobuline du puits A diffusent dans le gel où ils reconnaissent la protéine thyroglobuline, s'y fixent et forment un complexe immun qui apparaît sous forme d'un arc de précipitation.

Un arc de précipitation identique au premier est formé entre S et T, ce qui signifie que le sérum de Sidi contient des anticorps spécifiques de la protéine thyroglobuline formant un complexe immun.

Alors, les cellules de Sidi produisent des anticorps anti thyroglobuline qui neutralisent la protéine thyroglobuline dans sa glande induisant des troubles métaboliques et un cou gonflé. Ceci montre que Sidi est atteinte d'une maladie auto-immune.

**Exercice 43**

Le diabète de type 1 ( $DT_1$ ) est dû à une maladie auto-immune. Le traitement actuel basé sur des injections d'insuline atténue les symptômes du diabète sans toutefois guérir les personnes diabétiques. Pour cela, on cherche à vérifier l'efficacité d'une nouvelle approche thérapeutique empêchant la progression de la maladie auto-immune à l'origine de ce type de diabète.

Des mesures de la masse de certains constituants du pancréas sont pratiquées lors d'autopsies chez des individus sains et des individus diabétiques de type 1. Le document 1 révèle les résultats obtenus.

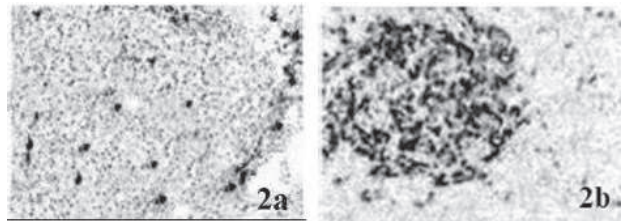
	Individu sain	Individu diabétique de type 1
Masse des îlots de Langerhans (en mg)	1400	415
Masse des cellules alpha (en mg)	220	200
Masse des cellules bêta (en mg)	850	0
document 1		

1-1-Comparer les résultats obtenus.

1-2-En dégager la cause du diabète de type 1

Les Souris NOD (Non obèse diabétique) développent une maladie similaire au diabète DT<sub>1</sub> à partir de l'âge de 10 semaines.

Le document 2 représente des îlots de Langerhans d'une souris NOD à deux stades différents de l'installation du diabète : au début (2a) et à un stade plus avancé (2b). Dans ce document,



document 2

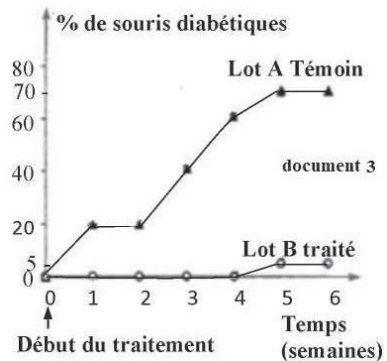
les lymphocytes T<sub>8</sub> apparaissent sous

forme de taches noires. On note que ces souris n'ont subi aucune infection virale.

2-Identifier le type de la réponse immunitaire impliquée dans cette maladie auto-immune.

3-Expliquer le mode d'action des lymphocytes T<sub>8</sub> sur leurs cellules cibles.

Un nouveau traitement du DT<sub>1</sub> est testé sur deux lots de souris NOD à l'âge de 4 semaines, avant l'apparition de la maladie :



document 3

-le lot A reçoit une injection d'une solution saline sans effet attendu (lot témoin),

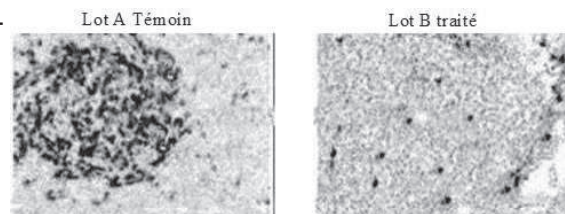
-le lot B subit ce nouveau traitement.

Le document 3 montre la survenue du diabète chez ces deux lots de souris NOD.

4-Dresser un tableau représentant les résultats du document 3.

5-Vérifier si ce nouveau traitement est efficace contre le diabète de type 1

Le document 4 présente les résultats du marquage des lymphocytes T<sub>8</sub> cyto-toxiques, dans le pancréas des souris des lots A et B, six semaines après le début du



document 4

traitement. Les lymphocytes  $T_8$  apparaissent sous forme de taches noires dans les îlots de Langerhans.

6-Dégager comment ce nouveau traitement empêche la progression du diabète  $DT_1$

### Corrigé 43

1-1-L'individu atteint de  $DT_1$  a une masse :

- des îlots de Langerhans de 415 mg, inférieure à la masse des îlots de Langerhans d'un individu sain, 1400 mg (presque 3fois inférieure)
- des cellules alpha de 200 mg, inférieure à celle des cellules alpha de l'individu sain (220 mg).

- nulle des cellules bêta, contre une masse plus élevée de 850 mg chez 'individu sain.

1-2-Le diabète de type1 est dû à un manque de cellules bêta. (Perte des cellules bêta)

2-Le document 2a montre des lymphocytes  $T_8$  dans les îlots de Langerhans des souris NOD. A un stade plus avancé (document 2b), la quantité des lymphocytes  $T_8$  présents sous forme de taches noires dans l'îlot de Langerhans augmente et celle des cellules bêta diminue indiquant leur destruction. Or, les  $LT_8$  sont impliqués dans la réponse immunitaire spécifique à médiation cellulaire aboutissant à la destruction des cellules cibles.

Donc, la réponse immunitaire impliquée dans cette maladie est une réponse immunitaire spécifique à médiation cellulaire

3-Durant la réponse immunitaire spécifique à médiation cellulaire, les  $LT_8$  :

- reconnaissent les peptides antigéniques présentés par le CMH-I à la surface des cellules cibles, grâce à leurs TCR;
- ils sont donc activés (par la double reconnaissance);
- une fois activés, les  $LT_8$  prolifèrent et forment un clone de  $T_8$  spécifique à l'antigène;
- les  $T_8$  activés se différencient en LT tueurs ou LT cytotoxiques (LTc) qui :
  - secrètent la perforine qui forme des canaux transmembranaires dans la membrane cellulaire des cellules cibles.
  - sécrètent des granzymes qui traversent les canaux de polyperforine et dégradent l'ADN.

Ceci entraîne la mort (l'apoptose) des cellules cibles.

4-Tableau montrant la survenue de diabète type1 chez des souris NOD sous diverses conditions.

Temps (en semaines)		0	1	2	3	4	5	6
% de souris diabétiques	Lot A témoin	0	20	20	40	60	70	70
	Lot B traité	0	0	0	0	0	5	5

5-Les résultats du document 3 montrent que le pourcentage des souris diabétiques aug-

mente entre 0 et 6 semaines de 0 à 70%, valeurs largement supérieures à l'augmentation de 5% obtenue entre la 4<sup>e</sup> et la 6<sup>e</sup> semaine sous le nouveau traitement.

Le nouveau traitement a donc réduit le risque de développer un diabète de type 1, ce qui confirme son efficacité dans la lutte contre cette maladie.

6-Ce traitement semble protéger les cellules bêta des îlots de l'action cytotoxique des lymphocytes T<sub>8</sub> ce qui pourrait empêcher la survenue d'un diabète de type 1 chez les individus à risque.

## Exercice 44

Chez l'homme, l'hyperglycémie chronique, ou diabète sucré, relève de causes diverses et correspond à des maladies différentes. Parmi celles-ci, on distingue le diabète juvénile.

Afin de mieux comprendre cette pathologie, les chercheurs utilisent des animaux élevés en laboratoire.

Les rats BB sont des rats mutants chez lesquels on observe l'apparition d'un diabète dans les premiers mois de la vie. Une série d'expériences est réalisée afin de déterminer l'origine de ce diabète.

1-On étudie les effets de l'ablation du thymus. Le thymus est l'organe où les lymphocytes T (LT) terminent leur maturation.

On réalise les expériences avec deux lots de rats :

- Lot n°1 de 300 rats BB subit une ablation du thymus;
- Lot n°2 de 300 rats BB ne subit aucune intervention chirurgicale.

Les résultats obtenus sont reportés dans le tableau suivant :

Numéro du lot	Nombre de rats âgés de 3 mois présentant un diabète
1	15
2	180

a-Quelle information tirez-vous de ce tableau ?

b-Quelle hypothèse pouvez-vous émettre concernant les causes de ce type de diabète ?

2-On étudie les effets de l'injection de lymphocytes. Les expériences sont réalisées avec deux lots de rats sains :

- Lot n° 1 de 150 rats subit une injection de LT issus de rats BB diabétiques;
- Lot n°2 de 150 rats subit une injection de LT issus de rats sains. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant:

Numéro du lot	Nombre de rats présentant un diabète
1	150
2	0

Ces résultats confirment-ils votre hypothèse ? Justifiez.

3-Chez l'homme, les malades atteints de diabète juvénile montrent :

- une destruction des cellules bêta du pancréas ;
- la présence, dans leur sérum, d'anticorps dirigés contre ces cellules bêta ;
- la présence de LT dans les îlots de Langerhans au niveau des cellules bêta;

A partir de l'ensemble de ces résultats :

a-comment expliquez-vous ce type de diabète ?

b-proposez un moyen de traiter ces diabétiques.

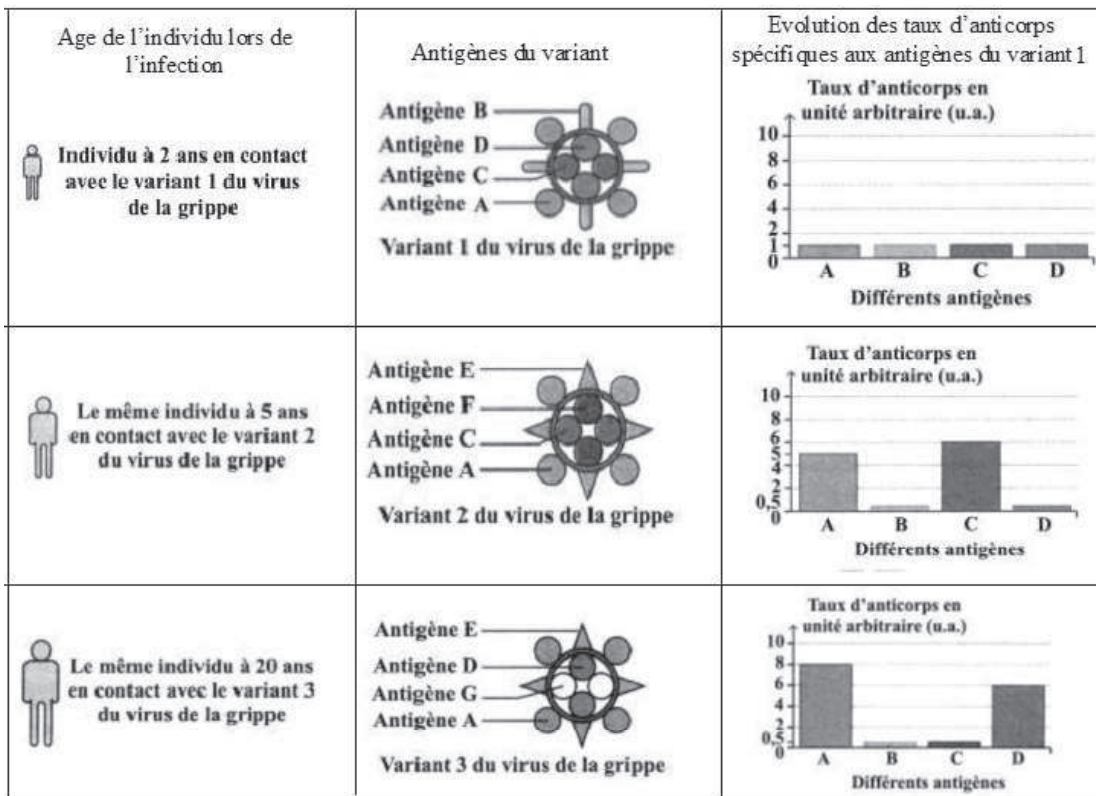
### Exercice 45

Lorsqu'un organisme rencontre plusieurs fois au cours de sa vie le même agent pathogène, la réponse immunitaire vis-à-vis de cet agent est de plus en plus efficace.

Le virus de la grippe se présente sous différents variants ayant différents antigènes. On étudie les réponses immunitaires déclenchées chez un individu suite au contact avec le virus de la grippe à trois reprises au cours de sa vie.

Le document ci-dessous représente l'âge de l'individu lors de son contact avec l'un de trois variants du virus de la grippe ainsi que l'évolution des taux d'anticorps spécifiques aux antigènes du variant 1.

Age de l'individu lors de l'infection





**Antigènes du variant Evolution des taux d'anticorps spécifiques aux antigènes du variant 1**

1- Nommer la réponse immunitaire spécifique mise en jeu dans le document ci-dessus. Justifier la réponse.

2- Justifier, en se référant au document les expressions suivantes :

a- La réponse immunitaire secondaire est plus amplifiée que la réponse immunitaire primaire.

b- L'anticorps sécrété est spécifique de l'antigène et non du variant du virus.

c- L'organisme garde en mémoire son contact avec l'antigène pour des dizaines d'années.

3- Nommer deux cellules impliquées dans la réponse immunitaire déclenchée contre les antigènes du variant 1 du virus de la grippe. Préciser le rôle de chacune d'elles.

4- Expliquer comment les anticorps sécrétés contribuent à la destruction du virus de la grippe.

5- Préciser si la réponse immunitaire mise en jeu est capable à elle seule d'éliminer les cellules infectées par le virus. Justifier la réponse.

**Corrigé 45**

1- La réponse immunitaire spécifique à médiation humorale, car suite à la pénétration du variant 1 du virus de la grippe ayant les antigènes A, B, C et D, le taux d'anticorps contre chacun de ces antigènes s'élève jusqu'à 1 u.a.

2 -a- Lors du 1<sup>er</sup> contact avec le variant 1 du virus de la grippe à l'âge de 2 ans, le taux d'anticorps spécifiques de chacun des antigènes A, B, C et D est de 1 u.a, ce qui correspond à une réponse immunitaire primaire.

Par contre, lors du 2<sup>e</sup> contact à l'âge de 5 ans avec le variant 2 du virus de la grippe ayant les antigènes C et A en commun avec le variant 1, les taux d'anticorps spécifiques à A et à C augmentent respectivement jusqu'à 5 u.a et 6 u.a ( $>1$  ua), alors que le taux des anticorps spécifiques à B et à D reste faible de 0.5 u.a. Ce qui signifie que la réponse déclenchée suite au deuxième contact avec le même antigène (réponse immunitaire secondaire) est plus amplifiée que la réponse primaire.

b- Lors du 3<sup>e</sup> contact à 20 ans avec le variant 3 du virus de la grippe ayant les antigènes A et D en commun avec le variant 1, seul le taux des anticorps spécifiques à ces antigènes communs augmentent respectivement de 8 u.a. ( $> 1$  u.a ) et 6 u.a ( $>1$  u.a ). Alors; les anticorps sécrétés sont spécifiques de l'antigène et non du variant du virus.

c- L'organisme de l'individu garde en mémoire son premier contact avec un antigène pour des dizaines d'années car le taux d'anticorps anti-D a augmenté pour atteindre 6 ua ( $>1$  u.a ) 18 ans après le premier contact avec l'antigène.

Ou le taux d'anticorps anti-B reste constant de 0,5 ua entre 5 et 20 ans.



3 - Les macrophages : après phagocytose de l'antigène, ils se transforment en CPA qui activent les  $LT_4$  spécifiques.

- Les  $LT_4$  : une fois activés, ils sécrètent l'interleukine 4 qui active les lymphocytes B.

- Les LB : par leurs anticorps membranaires ils identifient les antigènes libres et deviennent des LB actifs.

- Les plasmocytes : ils sécrètent les anticorps spécifiques à l'antigène.

4 -Les anticorps spécifiques neutralisent les antigènes correspondants du virus de la grippe par leurs sites antigéniques en formant des complexes immuns. Ainsi les anticorps deviennent capables de se fixer à travers leurs parties constantes aux macrophages qui phagocytent les complexes immuns détruisant ainsi le virus (opsonisation).

5- Non. Car les cellules infectées ne peuvent pas être identifiées par les anticorps qui bloquent uniquement les antigènes extracellulaires.

## QCM

1-Les immunoglobulines de surface assurent :

- a-la fixation de l'interleukine 2.
- b-la présentation de l'antigène,
- c-la neutralisation de l'antigène,
- d-la reconnaissance de l'antigène.

2-Les organes lymphoïdes secondaires sont le siège :

- a- du stockage des lymphocytes
- b- de la naissance des lymphocytes.
- c- de l'acquisition de l'immunocompétence
- d- de l'amplification de la réponse immunitaire spécifique.

3-Lors d'une réponse immunitaire spécifique, l'interleukine 2 induit :

- a- la cytolyse des cellules infectées.
- b- la suppression de la réponse immunitaire.
- c- la prolifération des lymphocytes spécifiques à l'antigène
- d- la différenciation des lymphocytes spécifiques à l'antigène

4-Lors d'une réaction allergique, les cellules immunitaires activées par les immunoglobulines E (Ig E) sont :

- a-les plasmocytes
- b-les mastocytes,
- c-les lymphocytes T.
- d- les lymphocytes B

5-L'activation du complément :

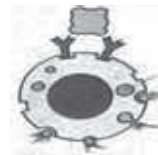
- a -caractérise la phase effectrice cellulaire
- b -précède la formation de complexes immuns
- c -suit la formation de complexes immuns
- d -conduit à la lyse de l'antigène pourvu de membrane

6-La sérothérapie :

- a -assure une prévention contre les antigènes solubles.
- b -assure la guérison contre les antigènes solubles.
- c -est une application médicale de la RIMC.
- d -est une application médicale de la RIMH

7-Le document ci-contre représente une phase d'une réaction allergique ; il s'agit :

- a -de la sensibilisation du mastocyte.
- b -de l'activation du mastocyte.
- c -du premier contact de l'organisme avec l'antigène
- d -du deuxième contact de l'organisme avec l'antigène



**8. Certains bébés naissent sans thymus. Les conséquences observées sont :**

- a. absence des lymphocytes B.
- b. absence des lymphocytes T.
- c. absence des macrophages.
- d. absence des RIMC.

**9. Le VIH (virus du SIDA) :**

- a. se fixe sur les récepteurs CD4 des LT4.
- b. se fixe sur les récepteurs CD8 des LT8.
- c. est un rétrovirus.
- d. infecte les LB.

**10-Dans la réaction allergique, il se produit une :**

- a. sécrétion d'anticorps IgE par les mastocytes.
- b. sécrétion d'histamine par les mastocytes suite au 1er contact avec l'allergène.
- c. sensibilisation des mastocytes lors du 2ème contact avec l'allergène.
- d. réaction humorale conduisant à la production des IgE.

11- L'interleukine 1 (IL – 1) intervient :

- a. pendant la phase d'induction de la réponse immunitaire.
- b. pendant la phase d'amplification de la réponse immunitaire.
- c. dans la RIMH.
- d. uniquement dans la RIMC.

12- La phase d'induction de la réponse immunitaire spécifique à médiation humorale fait intervenir des :

- a- lymphocytes B.
- b- lymphocytes T8.
- c- macrophages.
- d- hématies.

13- Le complément :

- a- est un ensemble de nombreuses protéines.
- b- est une interleukine sécrétée par certains lymphocytes.
- c- intervient dans les réactions immunitaires à médiation humorale.
- d- est spécifique de l'antigène.

14- Dans la réponse immunitaire, la molécule d'anticorps peut jouer le rôle :

- a- d'un récepteur.
- b- d'un effecteur.
- c- de marqueur.
- d- de régulateur.

15- Les immunoglobulines de surface sont des :

- a. anticorps circulants.
- b. anticorps membranaires.
- c. récepteurs de lymphocytes T.
- d. marqueurs du soi.

**16- Les molécules HLA sont des :**

- a. glycoprotéines membranaires.
- b. antigènes d'histocompatibilité.
- c. molécules membranaires de toutes les cellules humaines.
- d. marqueurs des hématies.

**17- Au cours de la phase d'induction de RIMC, il y a sélection des clones de :**

- a. LB et LT4 spécifiques de l'antigène.
- b. LT8 et LB spécifiques de l'antigène.
- c. LT8 et LT4 spécifiques de l'antigène.
- d. LTC et LTh spécifiques de l'antigène.

**18- Les cellules capables de réaliser la phagocytose sont :**

- a- les plasmocytes
- b- les lymphocytes LT cytotoxiques
- c- les granulocytes neutrophiles
- d- les mastocytes

**19- Le sérum antitétanique :**

- a- contient des anatoxines
- b- contient des toxines
- c- contient des antitoxines
- d- contient des anticorps antitétaniques.

**20- En immunologie, on appelle complément :**

- a- des protéines du plasma aussi appelées perforines
- b- l'action conjuguée des macrophages et des lymphocytes
- c- un complexe d'attaque membranaire qui se met en place après la fixation des anticorps sur les antigènes membranaires d'une cellule étrangère dont il provoque la lyse
- d- un ensemble de molécules dont l'activation provoque l'attraction des cellules phagocytaires vers les sites infectés

**21- Quelles cellules participent à la défense immunitaire spécifique ?**

- a- les polynucléaires neutrophiles
- b- les plaquettes sanguines
- c- les lymphocytes
- d- les macrophages

**22- Le B.C.G.:**

- a- est un vaccin
- b- est une anatoxine
- c- est un sérum
- d- est constitué de bacilles atténués

**23- Un plasmocyte:**

- a- dérive d'un lymphocyte B activé

- b- possède la propriété de mémoriser l'antigène contre lequel il défend l'organisme
- c- sécrète des anticorps
- d- sécrète des lymphokines

**24- La substance directement responsable des manifestations physiologiques de l'allergie est :**

- a- la perforine
- b- l'interleukine 1
- c- l'histamine
- d- l'allergène

**25- Les marqueurs des cellules nucléées sont des:**

- a. glycolipides.
- b. anticorps.
- c. TCR.
- d. glycoprotéines.

**26- Le complément est un :**

- a. ensemble d'hormones.
- b. ensemble d'enzymes.
- c. est activé lors de la phase d'induction de la RIMH.
- d. est activé lors de la phase effectrice de la RIMH.

**27- Le support de la mémoire immunitaire est un ensemble :**

- a. d'anticorps à longue durée de vie.
- b. de cellules effectrices.
- c. de cellules spécifiques de l'antigène.
- d. de cellules nerveuses.

**28- Les cellules cibles de l'interleukine I sont les:**

- a. cellules infectées.
- b. LB.
- c. LT.
- d. plasmocytes.

**30 -Les mastocytes secrètent des :**

- a. histamines.
- b. anticorps.
- c. interleukines.
- d. substances antihistaminiques.

**Corrigé QCM**

Items	1	2	3	4	5	6	7	26	27	28	29	30
Réponse(s) correcte(s)	d	c-d	a-d	c-d	c-d	b-d	b-d	d	bd	c	c	a

