

Abdessattar Frikha

Professeur principal hors classe

 **Fomesoutra**.com  
*ça soutra !*

# SVT4

Sami Châabouni

Professeur principal hors classe

 **Fomesoutra**.com  
*ça soutra !*



## 4<sup>ème</sup> année secondaire SCIENCES EXPÉRIMENTALES

Exercices corrigés  
Exercices Bac Tunisien corrigés (2000/2018)  
Correction méthodologique



**Avec résumé coloré**

**21**  
**EN**  
**TOME**

*Le rythme de classe, très soutenu, laisse généralement peu de temps au professeur pour proposer une quantité suffisante d'exercices à ses élèves.*

*Par conséquent, il est nécessaire de s'entraîner par soi même.*

*Cet ouvrage couvre tout le programme du 4<sup>ème</sup> sciences expérimentales :*

- *Il comporte d'abord, un grand nombre d'exercices de difficulté variable. Chaque exercice est suivi d'un corrigé détaillé et entièrement rédigé, conforme à ce que l'on attend de vous à l'examen.*
- *Il comporte également, des résumés de cours illustrés de schémas reprenant les principales notions et définitions dans une démarche cohérente.*
- *Il comporte enfin, des exercices classés par thème, données depuis 2000 vous permettront de vous familiariser avec l'épreuve.*

*Nous remercions par avance tout lecteur qui nous fera part de ses remarques ou suggestions et vous souhaitons une bonne et profitable lecture.*

# Sommaire

## I. Reproduction humaine et santé

1. La fonction reproductrice chez l'homme.....4
2. La fonction reproductrice chez la femme.....15
3. La procréation.....27

## II. La génétique

1. Le brassage de l'information génétique.....46
2. La transmission de deux couples d'allèles chez les diploïdes : le dihybridisme.....50
3. La génétique humaine.....63

## III. L'évolution biologique

1. L'évolution biologique.....79

## IV. Neurophysiologie

1. Le tissu nerveux .....86
2. Le réflexe myotatique .....89
3. Le fonctionnement du muscle squelettique.....113
4. La régulation de la pression artérielle.....126
5. L'hygiène du système nerveux.....141

## V. L'immunité

1. Le soi et non soi .....148
2. L'immunité spécifique .....150

## VI. Correction .....177

## VII. Résumé .....329

**Chapitre 1 La fonction reproductrice chez l'homme**

**1<sup>ère</sup> partie : Q C M**

Chaque série d'affirmation comprend une ou plusieurs réponses correctes. Repérez la (ou les) réponse(s) exactes.

**1/La testostérone**

- a) arrive à toutes les cellules de l'organisme.
- b) agit sur toutes les cellules du corps.
- c) agit sur les organes de l'appareil génital.
- d) est produite par le testicule cryptorchidie.

**2/Les caractères sexuels secondaires**

- a) apparaissent avant la naissance.
- b) dépendent de la spermatogenèse.
- c) sont sous contrôle hormonal.
- d) régressent chez l'adulte après castration.

**3/La testostérone est sécrétée par**

- a) les tubes séminifères.
- b) les cellules interstitielles
- c) les cellules de Sertoli.
- d) les spermatogonies

**4/Le spermatocyte I**

- a) est une cellule diploïde.
- b) est une cellule haploïde.
- c) contient 2n chromosomes dédoublés
- d) contient 2n chromosomes simples

**5/ L'inhibine**

- a) freine la sécrétion hypophysaire de FSH.
- b) stimule la sécrétion de FSH.
- c) stimule la sécrétion de LH
- d) freine la sécrétion hypophysaire de LH

**6/ Dans les tubes séminifères d'un animal impubère on observe**

- a) des cellules diploïdes.
- b) des cellules haploïdes.
- c) des spermatogonies
- d) des spermatozoïdes

**7/ La tête du spermatozoïde**

- a) renferme un acrosome
- b) permet la mobilité du gamète mâle.
- c) renferme des mitochondries
- d) permet la sécrétion de l'hormone sexuelle mâle.

**8/ Le spermatocyte I donne après DR**

- a) deux spermatides.
- b) deux spermatocytes II.
- c) quatre spermatides
- d) quatre spermatocytes II

**9/ La spermatogenèse se fait**

- a) dans l'épididyme.
- b) dans les tubes séminifères.
- c) dans le canal déférent
- d) dans les testicules

**10/ La GnRh agit**

- a) sur l'hypophyse de façon directe.
- b) sur les testicules de façon directe.
- c) sur les testicules de façon indirecte
- d) sur l'hypophyse de façon indirecte

**11/ Le spermatocyte II**

- a) est une cellule diploïde.
- b) est une cellule haploïde.
- c) contient n chromosomes dédoublés
- d) contient n chromosomes simples

**12/ La testostérone**

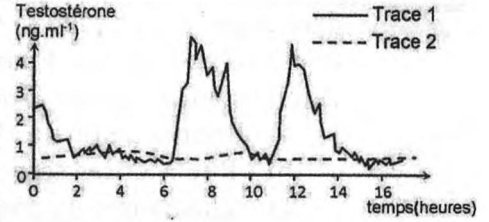
- a) agit uniquement sur la spermatogenèse.
- b) n'a pas d'action sur l'hypophyse.
- c) avec l'APB, assurent ensemble la stimulation de la spermatogenèse
- d) assure uniquement l'apparition des caractères sexuels secondaires

**13/ La testostérone agit sur l'axe hypothalamo-hypophysaire par**

- a) un rétrocontrôle toujours négatif.
- b) un rétrocontrôle toujours positif.
- c) un rétrocontrôle positif ou négatif suivant le taux
- d) un rétrocontrôle positif sur FSH et négatif sur LH.

**14- Le document ci-contre représente l'évolution du taux de testostérone chez deux sujets adultes**

- a- le tracé 1 est celui d'un sujet hypophysectomisé
- b- le tracé 1 est celui d'un sujet normal
- c- le tracé 2 est celui d'un sujet castré
- d- le tracé 2 est celui d'un sujet cryptorchidie.

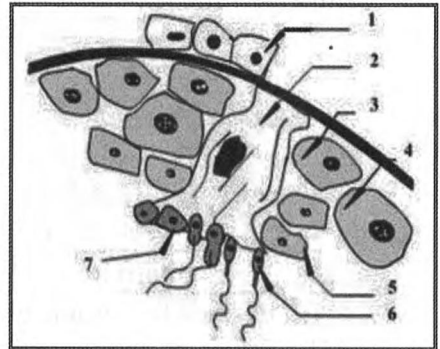


**2<sup>ème</sup> partie : Restitution des connaissances**

**Exercice N°1**

A/ Le document ci-dessous représente une coupe de testicule d'un mammifère adulte.

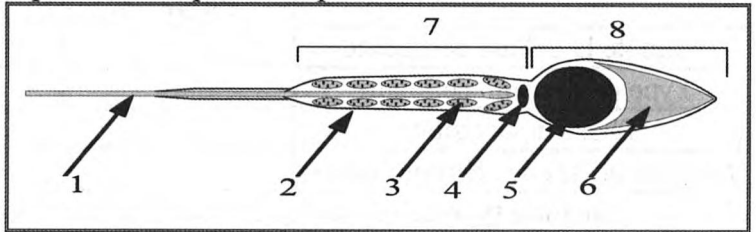
- 1) Annotez ce document.
- 2) Donnez le rôle des cellules portant le numéro 2
- 3) Exposez, à partir de vos connaissances, les conséquences de la destruction totale des cellules portant le numéro 1
- 4) Les cellules portant le numéro 2 ont une quantité d'ADN = 7,3 pg (1pg=10<sup>-12</sup>g). Classez, en justifiant la réponse, les cellules du document ci-dessus en deux groupes.



- Les cellules qui ont la même quantité d'ADN
- Les cellules qui ont une quantité d'ADN différentes

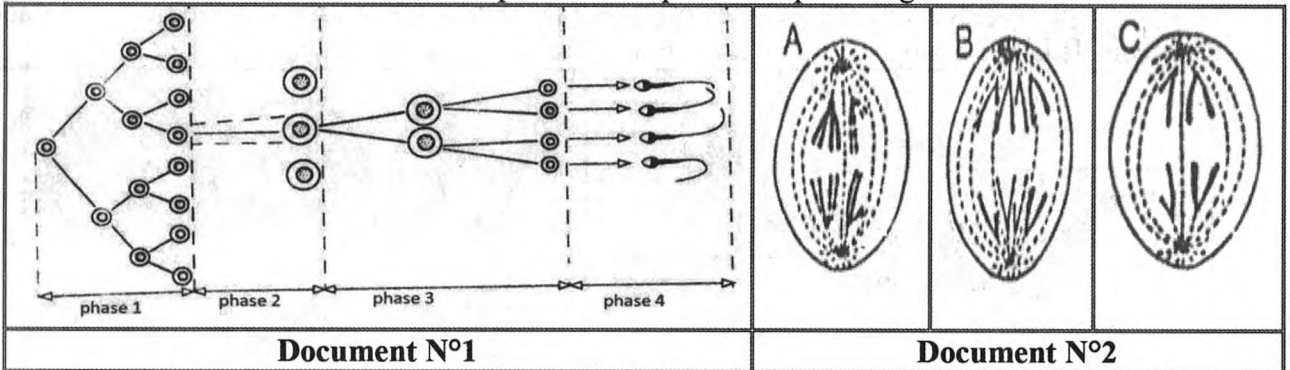
B/ Le document suivant montre une coupe schématique d'un spermatozoïde humain

- 1) Annoter ce document.
- 2) Préciser le lieu de formation du spermatozoïde.
- 3) Précisez les rôles des structures 1, 3, 5 et 6 dans l'accomplissement de la fonction du spermatozoïde.



**Exercice N°2**

Chez l'homme, la spermatogenèse comporte des phénomènes cellulaires et nucléaires. Le document N°1 est un schéma simplifié des étapes de la spermatogenèse.



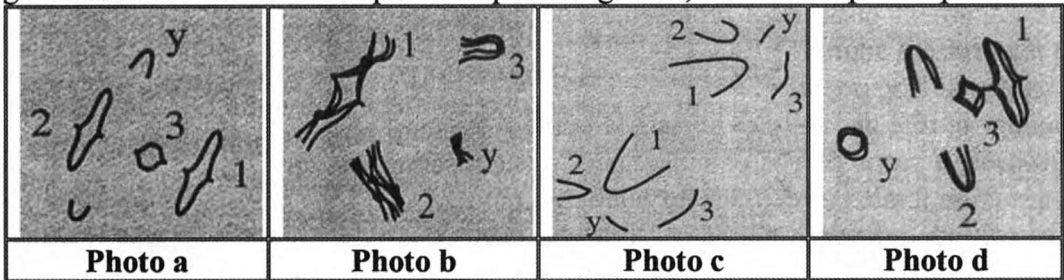
- 1. Définir la spermatogenèse. Où se déroule-t-elle ?
- 2. Identifier les différentes phases 1, 2, 3 et 4 de la spermatogenèse

3. Les schémas A, B et C du document N°2, représentent trois types de cellules observées dans la paroi d'un tube séminifère. Ces schémas correspondent à une même phase de trois divisions différentes. Pour simplifier l'étude on a volontairement réduit le nombre des chromosomes à quatre ( $2n = 4$ ).

- Donner un titre à chacun de ces schémas. Justifier votre réponse.
- Replacer ces schémas dans l'ordre chronologique de la spermatogenèse
- schématiser un spermatocyte I en métaphase en tenant compte du même nombre de chromosomes ( $2n = 4$ ).

### Exercice N°3

A/ Les photos du document suivant représentent certaines phases de divisions subies par une cellule germinale au cours d'une étape de la spermatogenèse, chez une espèce diploïde.



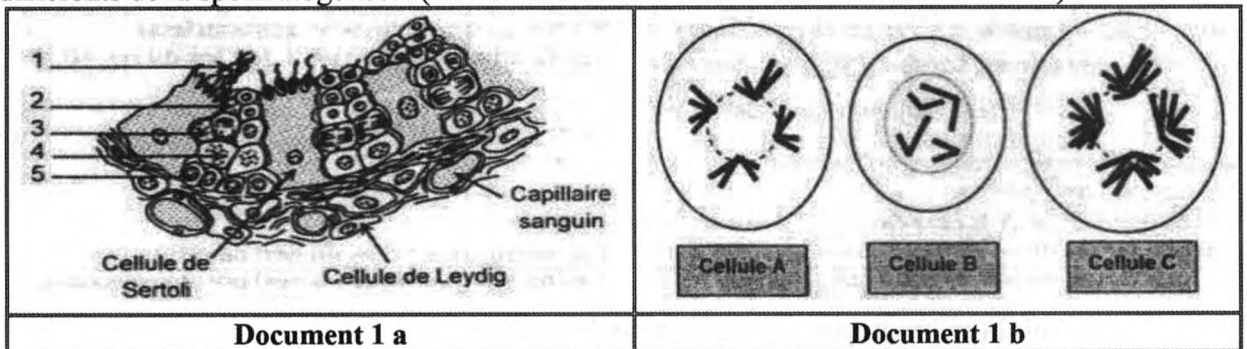
- Ecrivez la formule chromosomique de cette espèce.
- Précisez, en le justifiant, l'étape de la spermatogenèse illustrée par les figures
- Donnez l'ordre chronologique des ces figures.
- Recopiez et complétez le tableau suivant :

	Photo a	Photo b	Photo c	Photo d
Nom de la cellule germinale				
Type de division cellulaire				
Phase de division				
Nombre et état des chromosomes				

- Un autre type de division cellulaire intervient lors de la spermatogenèse. Précisez ce type de division, l'étape correspondante de la spermatogenèse et son lieu déroulement.

B/ le document 1a représente une portion d'une coupe transversale schématisée réalisée au niveau du testicule d'un homme normal.

Le document 1b représente des cellules prélevées de la paroi d'un tube séminifère à des stades différents de la spermatogenèse. (Le nombre de chromosomes a été réduit à  $n = 8$ )



Document 1 a

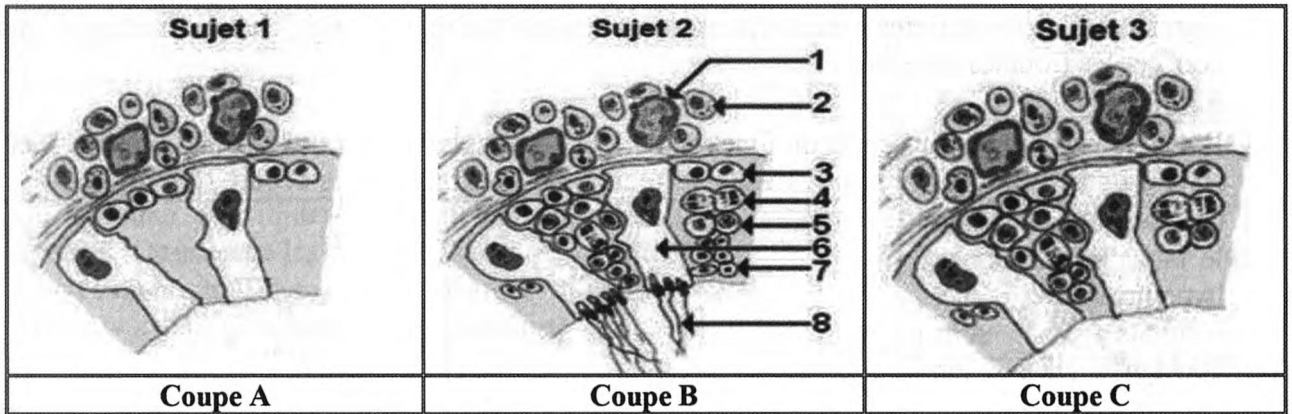
Document 1 b

- 1) Légendez le document 1a.
- 2) Faites correspondre les cellules A, B et C du document 1b aux cellules 2, 3 et 4 du document 1a. Justifiez votre réponse.
- 3) Mettez dans l'ordre chronologique les cellules A, B et C selon le déroulement normal de la spermatogénèse
- 4) Précisez les rôles physiologiques des cellules de Sertoli et des cellules de Leydig.

### 3<sup>ème</sup> partie : Mobilisation des connaissances

#### Exercice N°1

Le document A suivant montre les schémas des trois coupes microscopiques transversales et partielles des testicules d'un sujet impubère et de deux sujets pubères dont l'un est normal et l'autre stérile.



- 1) Légendez ce document.
- 2) Comparer les coupes A, B et C afin de préciser parmi les sujets S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> et S<sub>3</sub> quel est le Sujet impubère, le sujet normal et le sujet stérile.
- 3) Pour préciser la cause de la stérilité, on a injecté chez le sujet stérile des doses quotidiennes des hormones qui interviennent dans la régulation de l'activité testiculaire : H<sub>1</sub>, H<sub>2</sub>, H<sub>3</sub> et H<sub>4</sub>.

Les résultats des injections sont présentés dans le tableau suivant :

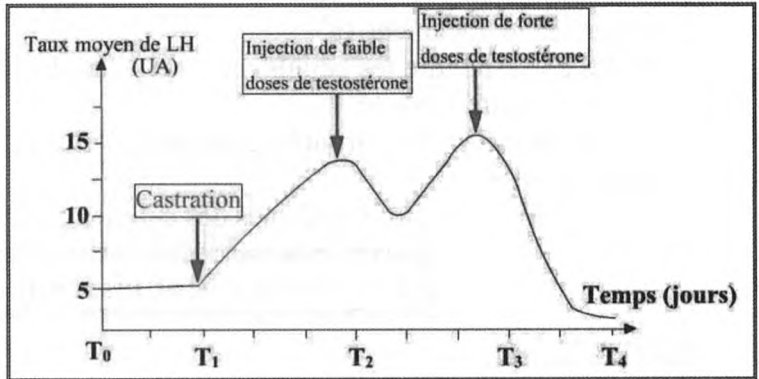
	<i>Les hormones injectées</i>	<i>Les résultats obtenus</i>
<i>Expérience 1</i>	H <sub>1</sub> : la testostérone	Production des spermatozoïdes
<i>Expériences 2, 3 et 4</i>	H <sub>2</sub> : la LH	Sans effet
	H <sub>3</sub> : la FSH	
	H <sub>4</sub> : la Gn RH	

- a) Analyser les résultats de ces expériences afin de déduire la cause de la stérilité.
- b) Emettre deux hypothèses expliquant ce cas de stérilité.

#### Exercice N°2

Le graphe du document suivant traduit l'évolution du taux de LH chez une souris mâle pubère avant et après avoir subi une castration puis des injections dans le sang de testostérone, substance extraite du testicule.

- 1) Analysez les résultats et dégagez des conclusions
- 2) Expliquez le rôle du mécanisme mis en évidence en (1), dans les conditions physiologiques normales
- 3) Représentez, dans un système d'axes, l'allure de la courbe de variation du taux moyen de FSH chez ce même animal entre T<sub>0</sub> et T<sub>4</sub>. justifiez votre réponse.

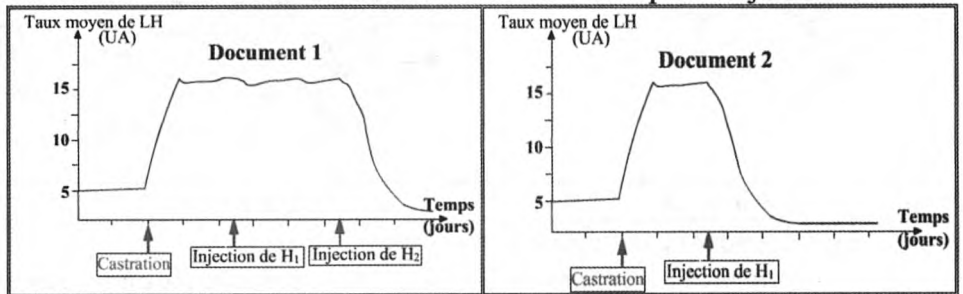


- 4) Quel (s) traitement (s) proposez-vous à un rat hypophysectomie afin :
  - a) De restaurer seulement les caractères sexuels secondaires régressés.
  - b) De corriger la stérilité et en même temps restaurer les caractères sexuels secondaires régressés. Vous justifierez votre réponse en expliquant comment agit chaque traitement pour corriger les troubles observés.

**Exercice N°3**

Dans le but d'étudier un aspect du fonctionnement testiculaire, on injecte deux hormones H<sub>1</sub> et H<sub>2</sub> d'origine testiculaire à des moments différents chez des rats castrés depuis 15 jours.

On dose chez ces rats le taux des hormones hypophysaires, les résultats sont consignés dans les documents (1 et 2)



- 1) Analysez les documents 1 et 2 en vue :
  - a) D'identifier les deux hormones H<sub>1</sub> et H<sub>2</sub>
  - b) De dégager un rôle fondamental de la fonction testiculaire mis en évidence par cette expérience.

**Exercice N°4**

On se propose d'étudier les relations fonctionnelles entre l'hypophyse, testicule, et caractères sexuels, on réalise les expériences suivantes.

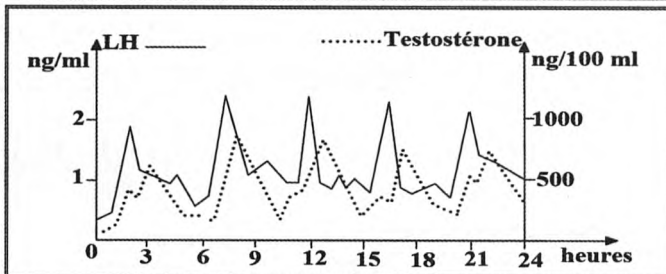
**Expérience a :** Des rats d'un lot A castrés ont reçu des injections de testostérone. Le tableau ci-dessous représente la variation de poids des vésicules séminales avant et après la castration.

	Avant castration	Après castration	
		Avant l'injection de testostérone	Après l'injection de testostérone
Poids de vésicules séminales de rats de 450 g	2,45g	0,35g	2,85g
	2,7g	0,67g	3,1g

- 1) Analyser ces expériences. Quelles conclusions peut-on tirer ?
- 2) A quelle catégorie de substance appartient la testostérone. Justifiez.

**Expérience b :**

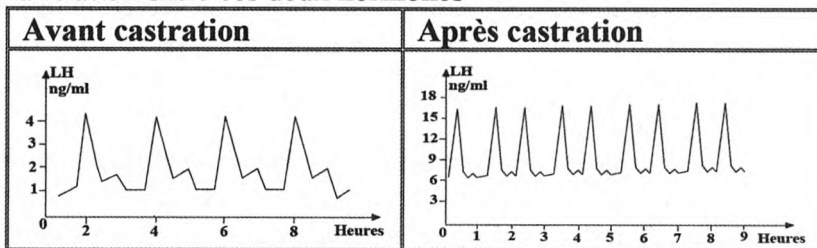
Il est maintenant possible de mesurer la concentration sanguine de LH et de testostérone malgré des valeurs très faibles. On fait une mesure toutes les heures pendant une journée. Le document ci-dessous montre les résultats obtenus chez des rats pubères



3) En partant d'une analyse de ce document, dégagez le mode de libération de LH et de testostérone dans le sang ainsi que la relation entre ces deux hormones

**Expérience c :**

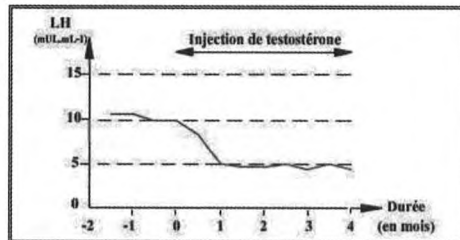
Des dosages plasmatiques de LH sont effectués chez un rat pubère avant et après castration. Les résultats sont figurés sur le document ci-contre



4) Analyser ces résultats obtenus. Déduire.

**Expérience d :**

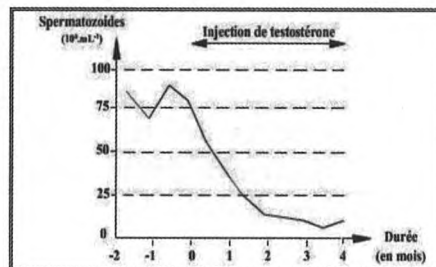
On pratique des injections de testostérone chez des rats pubères. On mesure les concentrations de LH durant 4 mois. Les résultats sont figurés sur le document ci-contre



5) Analyser ces résultats obtenus. Déduire.

**Expérience e :**

On pratique des injections de testostérone chez des personnes volontaires. On mesure le taux des spermatozoïdes dans l'éjaculat. Les résultats sont figurés sur le document ci-contre.

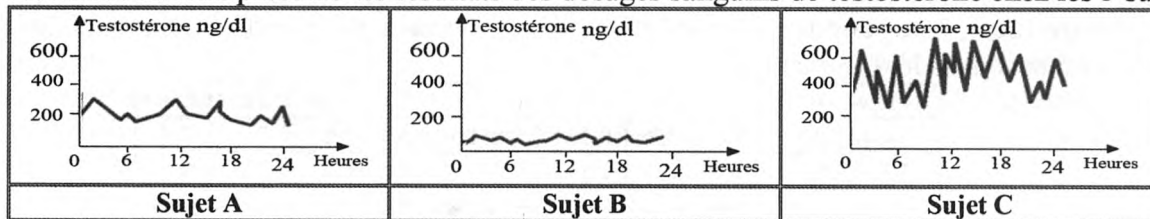


6) Analyser ces résultats obtenus. Quelles conclusions peut-on tirer ?

**Exercice N°5**

Deux sujets mâles A et B, âgés de plus de 20 ans, présentent des troubles de puberté. Un examen clinique a été pratiqué sur ces sujets afin de doser les taux plasmatiques de testostérone et de LH durant 24 heures. Le même examen est effectué sur un sujet C normal.

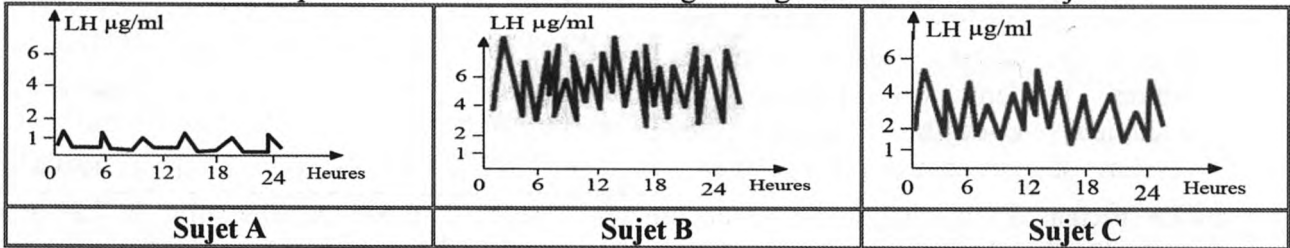
Le document suivant présente les résultats des dosages sanguins de testostérone chez les 3 sujets.



- 1) a) Comparez les résultats des dosages effectués sur les 3 sujets
- b) Émettez des hypothèses permettant d'expliquer les résultats des dosages chez A et B

c) Proposez des expériences pour vérifier ces hypothèses.

Le document suivant présente les résultats des dosages sanguins LH chez les 3 sujets.

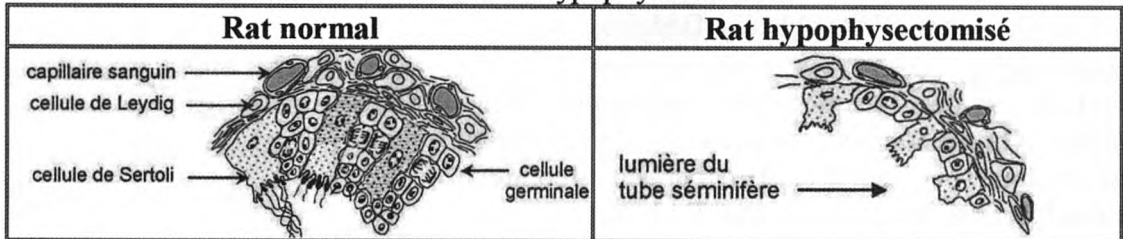


a) A partir d'une comparaison des profils de sécrétion de LH, indiquez, pour chacun des sujets A et B la (ou les) hypothèse (s) qui reste (nt) valable (s). Expliquez votre choix.

b) Proposez des traitements logiques permettant de corriger les troubles observés chez A et B

**Exercice N°6**

On se propose de déterminer la nature des informations existant entre l'hypophyse et les testicules. Le document 1 représente des observations microscopiques réalisées au niveau d'une portion de testicule d'un rat normal et d'un rat hypophysectomisé.



On réalise les informations suivantes :

**Expérience 1 :** On injecte au rat hypophysectomisé de la FSH et de la LH et on suit l'évolution des cellules du tube séminifère et des cellules de Leydig. Les résultats sont représentés dans le

document 2 ⇒	Cellules germinales	Cellules de Sertoli	Cellules de Leydig
<b>Injection de LH</b>	Au repos	Peu développées	Activées
<b>Injection de FSH</b>	Activées	Développées	Au repos

1) A partir des informations dégagées des documents 1 et 2, précisez l'action de l'hypophyse sur le testicule.

**Expérience 2 :** On réalise une castration bilatérale d'un rat et on mesure les taux de LH et de FSH au cours du temps. Les résultats sont consignés dans le document 3

Temps (j)	0	2	4	6	8
FSH (ng/dl)	1	1,5	3,2	6	8
LH (ng/dl)	2,5	3	8	13	20

↑ castration

**Document 3 ⇒**

**Expérience 3 :** On injecte à ce même rat castré des extraits testiculaires et de la testostérone respectivement, aux périodes P<sub>1</sub> et P<sub>2</sub> et on mesure le taux de gonadostimulines. Les résultats sont résumés dans le document 4

Temps (J)	8	10	13	16	18	20	23	25	28
FSH (ng/dl)	8	7,3	6,3	5	4,3	5,1	6	7	7,8
LH (ng/dl)	20	16	11	7	5	2	1	0,7	0,5

← P<sub>1</sub> : Injection d'extraits testiculaires
← P<sub>2</sub> : Injection de testostérone

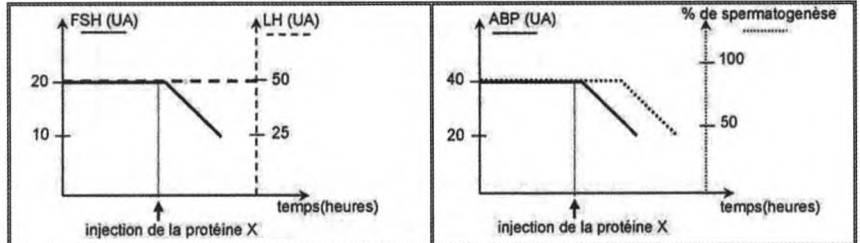
**Document 4**

2) Exploitez les données des documents 3 et 4 en vue de :

- déterminer l'action de la testostérone sur la sécrétion des gonadostimulines.
- proposer une explication aux résultats obtenus suite à l'injection d'extraits testiculaires.

**Expérience 4 :** On mesure chez un rat adulte normal les taux de FSH, de LH, d'ABP ainsi que le pourcentage de la spermatogénèse avant et suite à l'injection d'une protéine X isolée des extraits testiculaires. Le document 5 résume les tracés obtenus.

**Document 5**



3) A partir de l'analyse des tracés du document 5 et en faisant appel à vos connaissances :

- identifiez la protéine X injectée.
  - vérifiez la validité de l'explication avancée précédemment.
- 4) En vous basant sur les renseignements fournis par les expériences précédentes, représentez un schéma fonctionnel montrant les interactions existant entre l'hypophyse et les testicules.

**Exercice N°7 (bac 1995 contrôle modifié)**

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

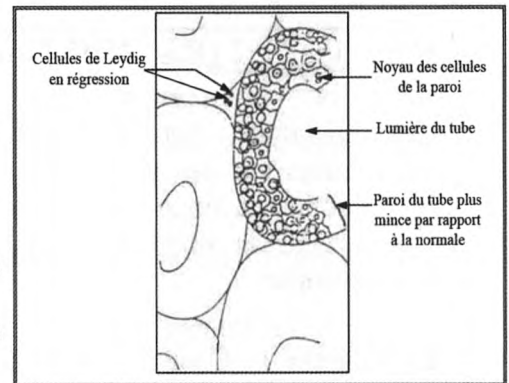
- Observation 1 :** une stérilité accompagnée d'une régression de certains caractères sexuels secondaires.
- Observation 2 :** l'examen microscopique de prélèvements effectués au niveau du testicule de cette personne montre l'aspect présenté par le document 1
- Observation 3 :** le dosage plasmatique de la testostérone montre chez cette personne une baisse notable du taux de cette hormone sexuelle par rapport à la normale.

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

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

- De restaurer seulement les caractères sexuels secondaires régressés.
- De corriger la stérilité et en même temps restaurer les caractères sexuels secondaires régressés.

Vous justifierez votre réponse en expliquant comment chaque traitement agit pour corriger les troubles observés.



3) En utilisant les informations fournies par la question 1 et vos connaissances en rapport avec la reproduction humaine, résumez sur un schéma récapitulatif, fonctionnel et commenté les interactions existant entre les organes intervenant dans les fonctions reproductrices masculine.

**4<sup>ème</sup> partie : Exercices de bac**

**Exercice N°1 (Bac 2000 Contrôle)**

Le document suivant, représente la structure schématique partielle d'un testicule

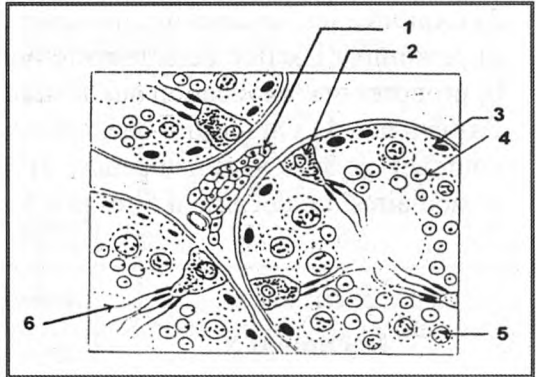
1) a/ Nommer les éléments numérotés.

b/ Certains éléments numérotés sur le document 1 représentent des étapes d'un phénomène se déroulant dans le tube séminifère.

\*/ De quel phénomène s'agit-il ?

\*/ Préciser à l'aide d'un schéma d'ensemble le déroulement de ce phénomène.

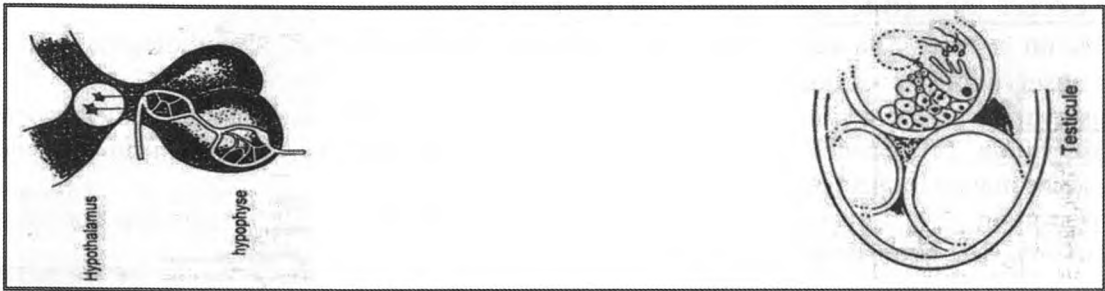
2) L'élément 1, figurant sur le document 1, fait partie d'une structure qui assure une fonction endocrine.



a) Proposer une expérience prouvant la fonction endocrine de cette structure.

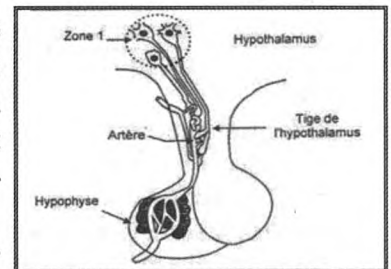
b) La testostérone est constamment dégradée dans l'organisme. Expliquer le fait que sa concentration reste constante chez l'adulte.

3) Les fonctions endocrine et exocrine du testicule sont contrôlées par le complexe hypothalamo-hypophysaire représenté par le document suivant. En vous basant sur le document 1 et sur vos connaissances, compléter ce document en indiquant les interactions fonctionnelles qui rendent compte de la régulation de la fonction du testicule chez l'homme et en expliquant ces interactions.



### **Exercice N°2 (Bac 2005 Contrôle)**

Afin de comprendre les relations fonctionnelles entre l'hypothalamus, 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.



**Document 1** ⇔

**Expérience 1 :** Chez un singe normal, on a mesuré d'une part l'activité électrique des neurones de la zone 1 (du document 1) et leur sécrétion (la GnRH), et d'autre part, la sécrétion des cellules hypophysaires (la LH). Le document ci-contre présente les résultats obtenus.

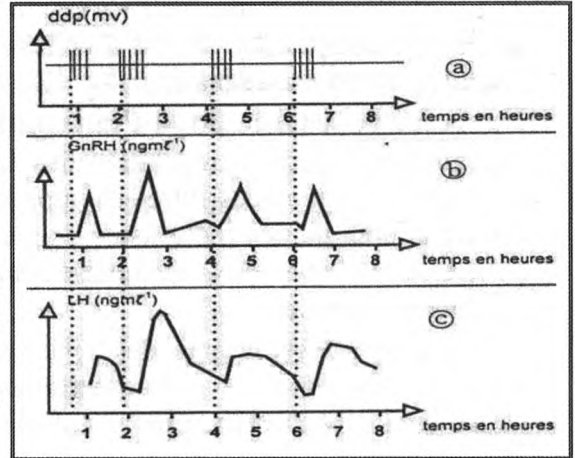
**Expérience 2 :** L'ablation de l'hypophyse chez un autre singe entraîne une chute de la sécrétion de la testostérone.

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, b et c du document 2 en vue de déduire la relation fonctionnelle entre l'hypothalamus et l'hypophyse.
- 2) Expliquez les résultats des expériences 2 et 3. Que peut-on en déduire à propos du mécanisme régulateur de la testostérone.
- 3) En utilisant les informations tirées des expériences précédentes, représentez par un schéma de synthèse le mécanisme régulateur de la sécrétion de la testostérone.

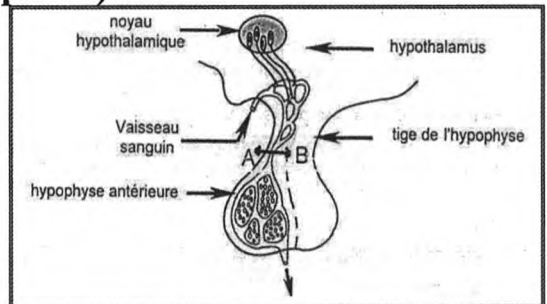
**Document 2** ⇒



**Exercice N°3 (Bac 2007 Contrôle : Deuxième partie)**

On se propose d'étudier quelques aspects de la régulation de la fonction testiculaire chez l'homme à partir de l'analyse d'expériences sur l'animal. Le schéma du document 1 présente la relation entre l'hypophyse et l'hypothalamus.

**Document 1** ⇒



**1<sup>ère</sup> série d'expériences :**

- a) Chez un rat adulte, on enlève l'hypophyse puis on la greffe à un endroit quelconque sur le même animal. L'hypophyse greffée de cette manière cesse de sécréter les gonadostimulines (FSH et LH).
  - b) Dans une deuxième expérience, l'hypophyse est maintenue en place mais la tige de l'hypophyse est sectionnée au niveau AB (voir document 1) et séparée de l'hypothalamus par un papier imperméable. On constate dans ce cas que l'hypophyse ne produit pas de gonadostimulines.
- 1) Analysez ces deux expériences réalisées en a et b en vue de déduire la nature de la relation entre l'hypothalamus et hypophyse antérieure.

**2<sup>ème</sup> série d'expériences :**

- a) On prélève l'hypophyse d'un rat pubère et on la cultive sur un milieu nutritif approprié. On remarque qu'elle ne libère pas de gonadostimulines.
  - b) On répète l'expérience en ajoutant au milieu de culture des extraits d'hypothalamus provenant d'un rat normal. Il se produit une sécrétion de gonadostimulines.
  - c) On refait l'expérience précédente en ajoutant au milieu de culture cette fois des extraits hypothalamiques provenant d'un rat castré. On observe une abondante sécrétion de gonadostimulines.
  - d) On refait l'expérience réalisée en d mais on ajoute au milieu de l'hypophyse en culture, des extraits hypothalamiques provenant d'un rat auquel on a injecté une forte dose de testostérone. La sécrétion de gonadostimulines par l'hypophyse devient très faible.
- 2) Analysez ces expériences réalisées en c, d, e et f de la deuxième série d'expériences en vue de déduire la (ou les) relation (s) entre l'hypothalamus, hypophyse antérieure et les testicules.

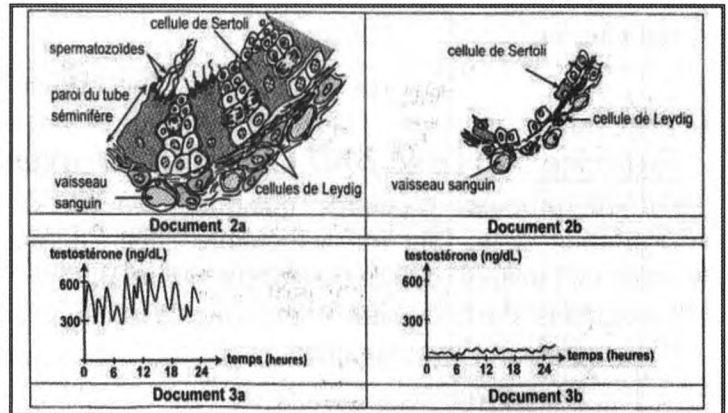
3) En exploitant uniquement les données des expériences précédentes (première et deuxième séries), représentez sous forme d'un schéma fonctionnel commenté la régulation hormonale de la fonction reproductrice mâle.

**Exercice N°4 (Bac 2014 Principale : Deuxième partie)**

Les mécanismes de la régulation des fonctions testiculaires chez l'homme font intervenir des interactions hormonales entre le complexe hypothalamo-hypophysaire et les testicules.

Pour comprendre ces mécanismes, on se réfère à une étude médicale réalisée chez un garçon pubère normal et à une étude réalisée chez deux garçons X et Y âgés de 19 ans et présentant des troubles de la puberté.

Le document 2 représente des schémas d'interprétation d'observations microscopiques testiculaires réalisées chez un garçon pubère normal (document 2a) et chez les deux garçons X et Y (document 2b).



Le document 3 représente les résultats du dosage de testostérone durant 24 heures chez un garçon pubère normal (document 3a) et chez les deux garçons X et Y (document 3b).

- 1)a) Comparez l'aspect testiculaire observé chez les garçons X et Y à celui du garçon pubère normal
- b) Faites une analyse comparée des résultats du dosage de testostérone (document 3)
- c) En vous basant sur vos réponses précédentes (1-a et 1-b) établissez un lien entre la structure microscopique des testicules et la sécrétion de testostérone observée chez les garçons X et Y
- d) Proposez trois causes possibles qui pourraient être à l'origine des troubles observés chez les garçons X et Y

\*/ Le document 4 représente les résultats du dosage de LH et de FSH observés chez le garçon normal et chez les garçons X et Y

\*/ Le document 5 représente les résultats de deux tests de stimulation réalisés chez les garçons X et Y

Document 4⇒	Concentration de LH (U.LL <sup>-1</sup> )	Concentration de FSH (U.LL <sup>-1</sup> )
Garçon pubère normal	2 à 10	1 à 12
Garçon X et Y	0,5 à 0,9	0,1 à 0,4

Tests de stimulation	Résultats
Test 1 : Injection de HCG, dont l'action est analogue à celle de la LH, aux garçons X et Y	- Correction des troubles de la sécrétion de testostérone chez les deux garçons. - Aucune modification se l'aspect de la paroi du tube séminifère des deux garçons.
Test 2 : Injection d'un mélange de HCG et de FSH aux garçons X et Y	- Correction des troubles de la sécrétion de testostérone chez les deux garçons. - Aspect testiculaires des deux garçons devient analogue à celui du garçon normal.

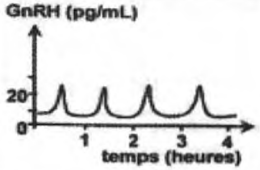
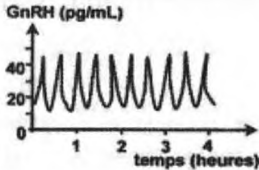
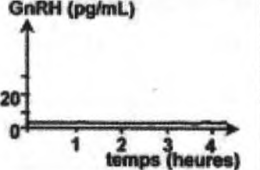
Document 5

2) Exploitez les résultats fournis par les documents 4 et 5 et vos connaissances en vue :

a) D'expliquer les résultats des tests 1 et 2.

b) De préciser parmi les causes proposées dans la réponse 1-d celle (s) qui est (sont) à retenir

\*/ Le document 6 représente les résultats de tests réalisés chez le garçon normal et chez les garçons X et Y

	Test 3	Test 4	Test 5	Test 6
Test	Dosage de GnRH chez le garçon normal	Dosage de GnRH chez le garçon X	Dosage de GnRH chez le garçon Y	Injections de GnRH chez le garçon Y suivies de dosage de LH et FSH
Résultats				Correction des troubles de sécrétion de LH et de FSH.

**Document 6**

3) a) À partir de l'analyse comparée des résultats du dosage de GnRH chez le garçon normal (test 3) et chez le garçon X (test 4) et des données du document 3-b, expliquez le résultat du dosage de GnRH obtenu chez le garçon X (test 4).

b) D'après les informations précédentes, précisez la cause de troubles observés chez le garçon X.

c) Analysez le résultat du test 5 en vue de préciser la cause des troubles observés chez le garçon Y.

d) En vous basant sur les résultats du test 6, établissez la relation fonctionnelle entre hypothalamus et hypophyse

4) En intégrant vos réponses aux questions précédentes et à l'aide de vos connaissances, représentez par un schéma fonctionnel les interactions hormonales responsables de la régulation du fonctionnement normal des testicules chez un garçon pubère.

**Chapitre 2 La fonction reproductrice chez la femme**

**1<sup>ère</sup> partie : Q C M**

Chaque série d'affirmation comprend une ou plusieurs réponses correctes. Repérez la (ou les) réponse(s) exactes.

1) L'œstradiol est sécrétée par :

- a- le placenta
- b- le corps jaune
- c- le follicule
- d- l'hypophyse

3) L'hormone sexuelle féminisante est :

- a- L'œstrogène
- b- Gn-RH
- c- FSH
- d- LH

2) La progestérone est sécrétée par :

- a- des follicules
- b- granulosa
- c- le corps jaune
- d- placenta

4) La Gn-RH :

- a- produite par l'hypophyse
- b- produite par l'hypothalamus
- c- stimule la sécrétion de FSH et LH
- d- inhibe la sécrétion de FSH et LH

**5) La folliculogénèse est :**

- a) la transformation d'une ovogonie en un ovocyte II
- b) l'évolution d'un follicule primordial en follicule mûr
- c) la transformation d'un follicule mûr en corps jaune
- d) un processus qui englobe la formation des follicules, l'ovulation et l'évolution du corps jaune

**6) Le gamète femelle dans l'espèce humaine :**

- a) est une cellule haploïde à n chromosome simple.
- b) est un ovocyte de deuxième ordre
- c) finit sa méiose lors de l'ovulation
- d) finit sa méiose lors de la fécondation

**7) La croissance des follicules aboutissant au follicule mûr s'effectue grâce :**

- a) à la FSH.
- b) à la Gn-RH.
- c) aux oestrogènes.
- d) à la progestérone

**8) Les follicules ovariens :**

- a) sont aussi appelés cellules folliculaires.
- b) sont des structures dans lesquelles se forme le gamète femelle.
- c) occupent la zone médullaire de l'ovaire.
- d) comportent toujours des cavitaires.

**9) Parmi les cellules cibles de la progestérone, on cite**

- a) les cellules de la muqueuse utérine
- b) les cellules lutéiniques du corps jaune
- c) les cellules de la thèque interne du follicule mûr
- d) les cellules du complexe hypothalamo- hypophysaire

**10) La menstruation :**

- a) Est une destruction totale de la muqueuse utérine.
- b) Est déterminée par une chute des hormones ovariennes
- c) Est déterminée par le pic de LH et FSH
- d) Est déterminée par une augmentation des hormones hypophysaires

**11) L'ovogénèse diffère de la spermatogénèse par les caractéristiques suivantes**

- a) La phase de multiplication ne s'effectue qu'avant la naissance
- b) La méiose reconnaît des moments de blocages
- c) La division cytoplasmique est égale pendant la méiose
- d) L'ovocyte II expulsé hors de l'ovaire n'a pas encore achevé sa seconde division méiotique

**12) Le corps jaune :**

- a) secrète de la FSH.
- b) secrète les œstrogènes et les progestérones
- c) se forme au cours de la phase folliculaire
- d) se développe sous l'action de FSH

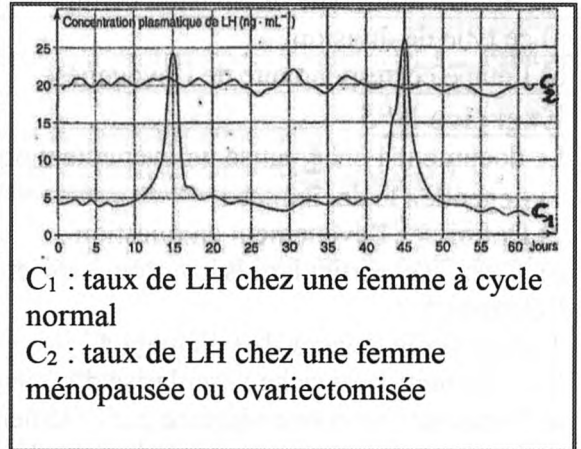
**13) L'expulsion du gamète femelle (Ovocyte II) :**

- a) se produit le jour de l'ovulation
- b) se produit au cours de la menstruation
- c) est déclenchée par un pic de LH

d) s'effectue à la fin du cycle

**14) les courbes ci-contre traduisent l'évolution du taux plasmatique de LH chez une femme à cycle ovarien normal et chez une femme ménopausée ou ovariectomisée**

- a) Traduit la RC(-) qu'exercent les hormones ovariennes sur le complexe H-H
- b) Traduit la RC(+) qu'exercent les hormones ovariennes sur l'hypophyse de la femme ménopausée
- c) Révèle que le pic de LH est lié à la présence d'hormone ovariennes
- d) Révèle que le GnRH n'est pas d'action sur l'hypophyse de la femme ménopausée

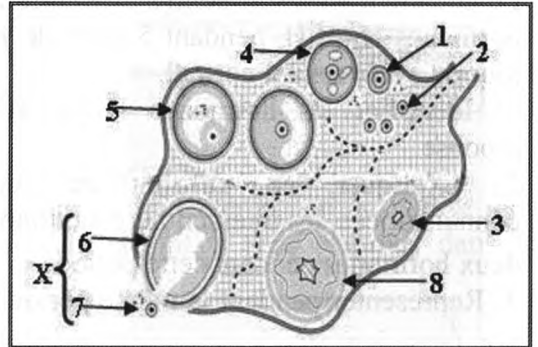


**2<sup>ème</sup> partie : Restitution des connaissances**

**Exercice N°1**

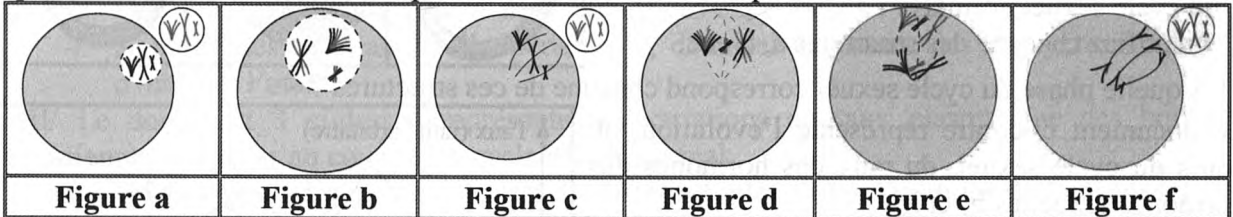
Le document ci-dessous montre le schéma d'une coupe d'ovaire d'une femme au cours d'un cycle sexuel

- 1) Légendez ce schéma selon les numéros de 1 à 8.
- 2) Identifiez le phénomène X.
- 3) Expliquez, schéma à l'appui, le déterminisme et la régulation hormonale du phénomène X.
- 4) Précisez l'évolution de chacune des structures 6 et 7 en cas d'une fécondation.



**Exercice N°2**

Les figures du document suivant représentent certaines phases de divisions subies par une cellule germinale au cours d'une étape de l'ovogenèse. Pour simplification des phases, on a représentés 3 paires de chromosomes. Deux paires d'autosomes et une paire sexuelle



- 1. Précisez, en le justifiant, l'étape de l'ovogenèse illustrée par les figures.
- 2. Donnez l'ordre chronologique des ces figures.
- 3. Recopiez et complétez le tableau suivant :

	Figure a	Figure b	Figure c	Figure d	Figure e	Figure f
Nom de la cellule germinale						
Type de division cellulaire						
Phase de division						

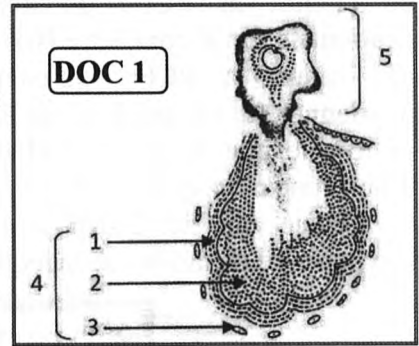
4. Un autre type de division cellulaire intervient lors de l'ovogenèse. Précisez

a) ce type de division	c) son moment de la vie de la femme
b) l'étape correspondante de l'ovogenèse	d) son lieu déroulement

**Exercice N°3**

Le document 1 schématise un évènement observé au cours du cycle sexuel chez la femme

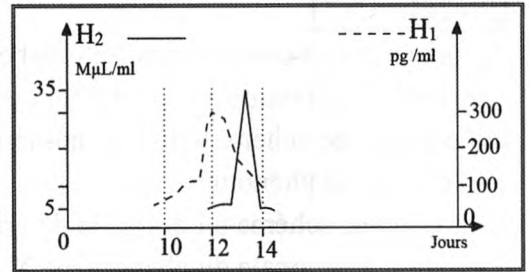
- 1) Légendez le document 1
  - 2) Définissez l'évènement en question
  - 3) Citez les particularités cytologiques et chromosomiques de l'élément 5
  - 4) Précisez le devenir de l'élément 4
  - 5) L'élément 1 est riche vascularisé d'où le rôle endocrinien
- a) Nommez l'hormone sécrétée par l'élément 1
  - b) Indiquez les organes cibles de cette hormones ainsi que ses effets physiologiques sur ces organes



**Exercice N°4**

Le document suivant montre l'évolution du taux de deux hormones H<sub>1</sub> et H<sub>2</sub> pendant 5 jours de 10<sup>ème</sup> jour à 14<sup>ème</sup> jour du cycle sexuel normal.

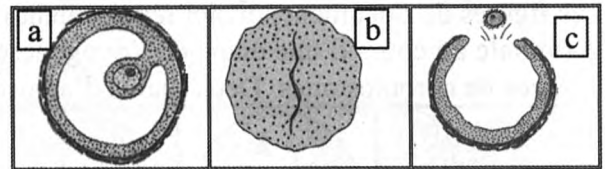
- 1) Identifier les hormones H<sub>1</sub> et H<sub>2</sub>. justifier votre réponse.
- 2) Expliquer, en utilisant ce document et vos connaissances, les interactions fonctionnelles entre ces deux hormones pendant cette période.
- 3) Représenter pendant la même période, l'évolution de deux d'autres hormones lors d'un cycle non fécondant.



**Exercice N°5**

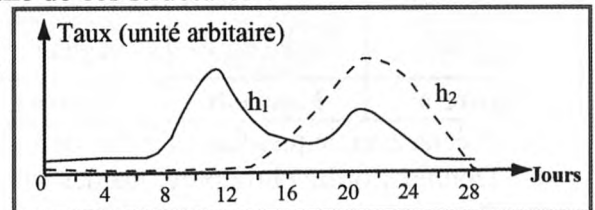
Le document ci-contre montre les schémas de quelques structures ovariennes observées au cours d'un cycle sexuel normal

- 1) Identifiez chacune des structures a, b et c.
- 2) A quelle phase du cycle sexuel correspond chacune de ces structures ?



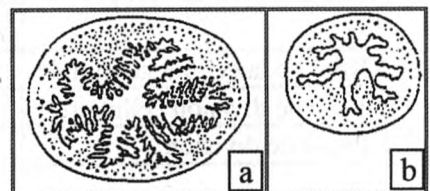
Le document ci-contre représente l'évolution, au cours du cycle sexuel, du taux des hormones des hormones sexuelles h<sub>1</sub> et h<sub>2</sub>

- 3) Reconnaissez h<sub>1</sub> et h<sub>2</sub>. Justifiez votre réponse
- 4) Précisez l'origine des deux hormones h<sub>1</sub> et h<sub>2</sub>



Le document ci-contre représente deux coupes transversales de l'utérus réalisées au cours de deux phases différentes du cycle menstruel.

- 5) Identifiez la phase correspondant à chaque coupe. Justifiez



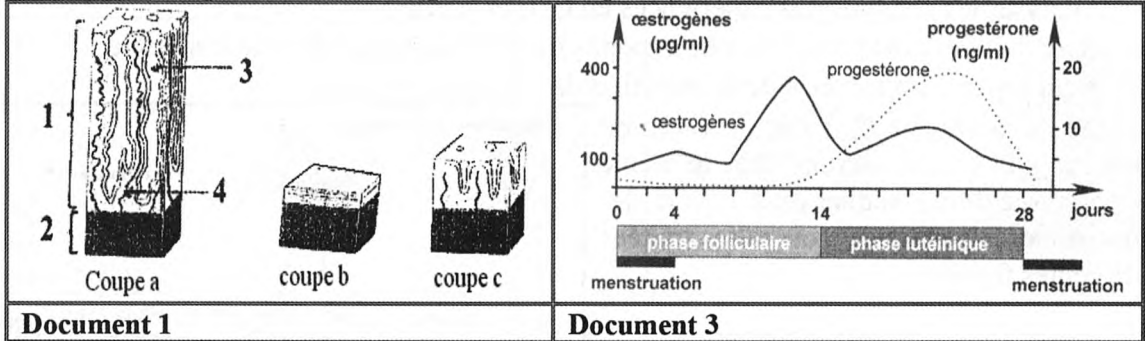
- 6) Indiquez dans un tableau les effets des hormones  $h_1$  et  $h_2$  sur les tissus de l'utérus au cours d'un cycle sexuel
- 7) Proposez une expérience réalisée sur un mammifère, qui prouve que l'ovaire agit sur l'utérus par voie hormonale.

**3<sup>ème</sup> partie : Mobilisation des connaissances**

**Exercice N°1**

On se propose d'étudier les relations fonctionnelles entre l'utérus et les ovaires au cours du cycle sexuel chez la femme.

I/ Le document 1 représente trois coupes schématiques (a, b et c) de l'utérus d'une femme.



1. Légendez le document 1
2. Indiquez à quelle phase du cycle utérin correspond chaque coupe

II/ Pour comprendre l'origine des modifications cycliques de l'utérus, on a réalisé des expériences sur des souris pubères. Les expériences et les résultats sont résumés dans le document suivant.

Expériences	Résultats
Ablation de l'utérus	Aucun effet sur le cycle ovarien
Ablations des ovaires	Arrêt des cycles utérins et atrophie de l'utérus
Greffe d'ovaires sous la peau de souris ovariectomies	L'utérus retrouve son aspect normal et reprend ses cycles

3. Que peut-on conclure à partir des résultats des expériences 1 et 2 ?
4. A partir des résultats de l'expérience 3, déduisez la nature des interactions entre les ovaires et l'utérus

III/ Le document 3 ci-dessus représente les variations du taux plasmatique des hormones ovariennes sécrétées au cours d'un cycle sexuel normal.

5. En exploitant des documents 1 et 3, mettez en relation les variations du taux plasmatique des hormones ovariennes et l'évolution de la muqueuse utérine.
6. Expliquez, alors, le mécanisme hormonal qui détermine la menstruation

**Exercice N°2**

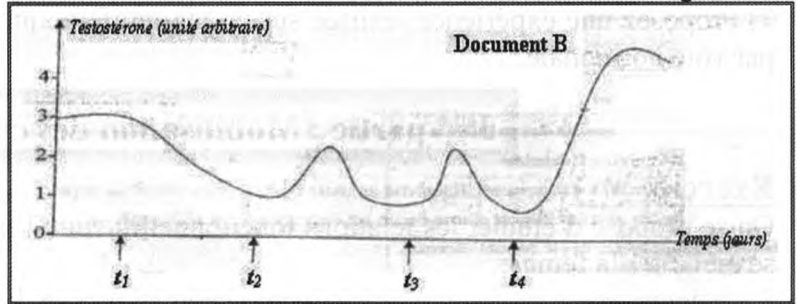
On se propose d'étudier quelques interactions entre les organes intervenant dans la reproduction, chez les mammifères, et les gonadotrophines en particulier la LH.

Les gonadotrophines sont en partie éliminées dans les urines, et dont les concentrations sont très voisines de ceux dans le sang.

La courbe du document B traduit la variation du taux sanguin de testostérone chez un rat hypophysectomisé auquel on a injecté des extraits urinaires venant de trois femmes de différents âges

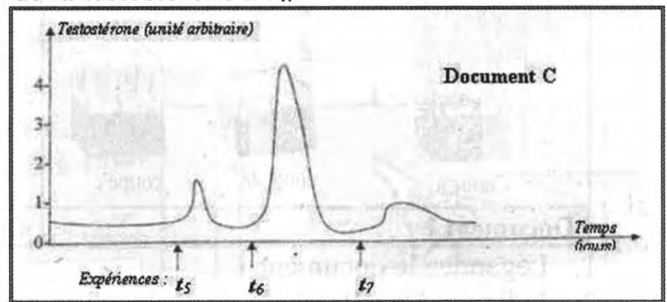
**Expériences :**

- t<sub>1</sub> : hypophysectomie.
- t<sub>2</sub> : injection d'extrait urinaire d'une femme de 25 ans.
- t<sub>3</sub> : injection d'extrait urinaire d'une femme de 30 ans.
- t<sub>4</sub> : injection d'extrait urinaire d'une femme de 50 ans.



- 1) Analyser les résultats des expériences en t<sub>2</sub>, t<sub>3</sub> et t<sub>4</sub> afin :
  - de déduire le mode d'action de l'hypophyse sur la sécrétion de la testostérone.
  - d'expliquer l'importance de la sécrétion de la testostérone à t<sub>4</sub>.

La courbe du document C traduit la variation du taux sanguin de testostérone chez le même rat hypophysectomisé auquel on a injecté des extraits urinaires venant de trois rattes traitées de différentes façons.



- t<sub>5</sub> : injection d'extrait urinaire d'une ratte qui reçoit pendant 5 jours une faible dose d'œstradiol.
- t<sub>6</sub> : injection d'extrait urinaire d'une ratte qui reçoit pendant 2 jours une forte dose d'œstradiol.
- t<sub>7</sub> : injection d'extrait urinaire d'une ratte qui reçoit pendant 5 jours une forte dose de progestérone et une forte dose d'œstradiol.

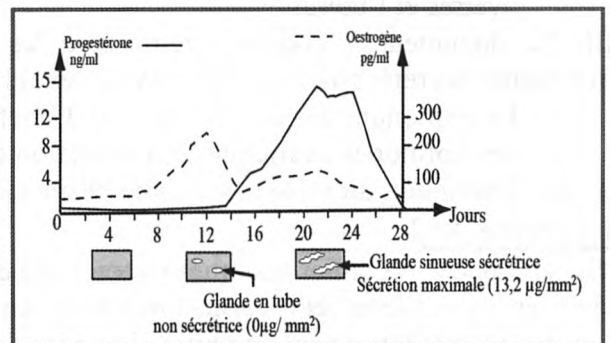
- 2) Analyser les résultats des expériences en t<sub>5</sub>, t<sub>6</sub> et t<sub>7</sub> dans le but d'expliquer la variation du taux sanguin de la testostérone.
- 3) En vous basant sur les données précédentes. représenter à l'aide d'un schéma les interactions hormonales observées chez une femme de 30 ans.

**Exercice N°3**

Pour comprendre l'origine des modifications cycliques de l'utérus, on réalise les séries expériences suivantes.

**1<sup>ère</sup> série d'expériences**

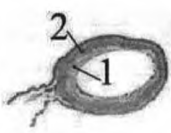
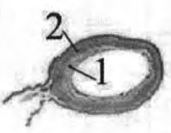

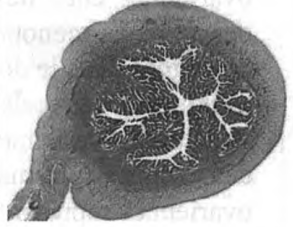
On réalise des observations microscopiques de l'endomètre en trois périodes différentes d'un cycle sexuel de 28 jours, et on mesure en même temps le taux de glycogène et de mucus sécrété par les glandes. Le document suivant représente ces observations microscopiques et la variation des taux des hormones ovariennes au cours d'un cycle sexuel normal.



1. Exploiter ce document pour mettre en relation les variations des taux des hormones ovariennes avec les modifications de l'endomètre observées.

**2<sup>ème</sup> série d'expériences**

Pour expliquer le déterminisme des modifications utérines, on effectue sur quatre lots de rattes castrées des expériences dont le protocole et les résultats sont présentés dans le tableau suivant

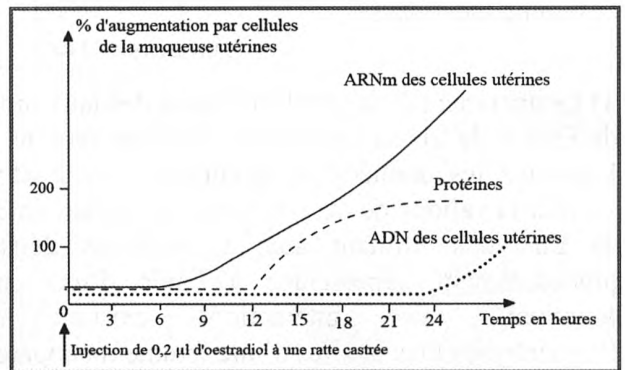
Rattes castrées	Lot 1	Lot 2	Lot 3	Lot 4
Injection d'œstrogène au temps T <sub>1</sub>	Non	Non	Oui	Oui
Injection de progestérone au temps T <sub>2</sub> avec T <sub>2</sub> > T <sub>1</sub>	Non	Oui	Non	Oui
Aspect de l'utérus en coupe transversale en fin de traitement 1 = endomètre 2 = myomètre Les coupes sont à la même échelle				

1. Analyser ces expériences. Déduire

**3<sup>ème</sup> série d'expériences**

Pour savoir l'action de l'œstrogène sur les cellules de l'endomètre, on a réalisé les expériences suivantes

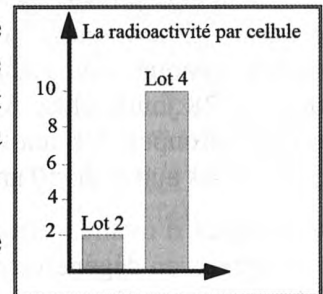
**Expérience a :** On injecte une dose d'oestradiol équivalente à la sécrétion physiologique chez une ratte castrée, puis on mesure l'évolution du taux de certains constituants cellulaires dans les cellules de la muqueuse utérine. Les résultats sont résumés dans le document ci-contre



❖ Interpréter les trois courbes en dégagant l'action de l'oestradiol sur les cellules utérines.

**Expérience b :** On a répété les mêmes expériences de la 2<sup>ème</sup> série pour les rattes du lot 2 et 4 mais on a injecté de progestérone radioactive (progestérone dont certains atomes d'hydrogène sont remplacés par des atomes de tritium <sup>3</sup>H). Après on a mesuré la radioactivité (le nombre de granulation) par cellules de l'endomètre. Le résultat est présenté sur le document ci-contre

\*/ A partir de l'analyse du document ci-contre, déduire une autre action de l'oestradiol sur les cellules utérines.

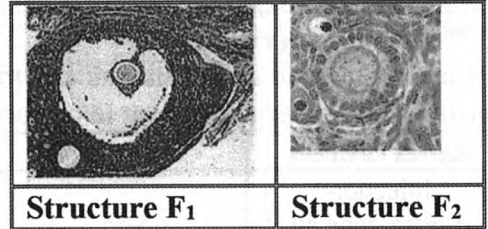


**Exercice N°4**

Chez la femme, l'activité reproductrice est cyclique. Elle s'interrompt à la ménopause. Afin de déterminer l'origine de cette interruption, on se réfère à des observations de coupes d'ovaires et à des dosages d'hormones effectués chez des femmes jeunes et chez des femmes ménopausées.

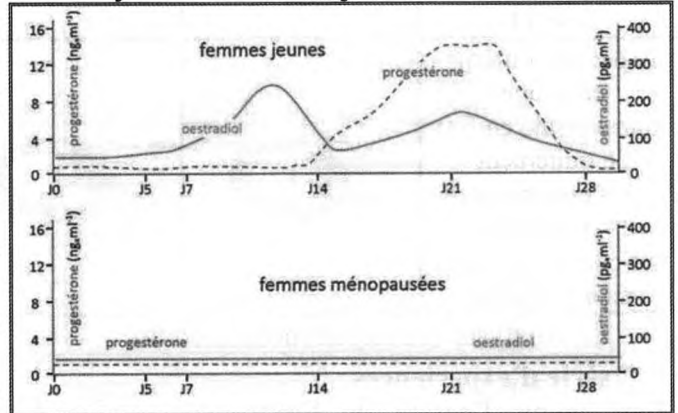
Le document ci-contre représente deux structures histologiques observées dans une coupe d'ovaire réalisée chez une femme jeune.

Des coupes d'ovaires observées chez des femmes ménopausées ne présentent pas de structures F<sub>1</sub> et les structures F<sub>2</sub> sont dégénératives



- 1) a) Identifiez les structures F<sub>1</sub> et F<sub>2</sub>
- b) Faites un schéma d'interprétation de la structure F<sub>1</sub> tout en représentant les chromosomes ovocytaires limités à une paires d'autosomes et à une paires de chromosomes sexuels.
- c) Précisez le devenir de la structure F<sub>1</sub> au cours d'un cycle sexuel de 28 jours.

2) On réalise des dosages d'hormones ovariennes chez des femmes jeunes et chez des femmes ménopausées. Les résultats sont consignés dans le document 1

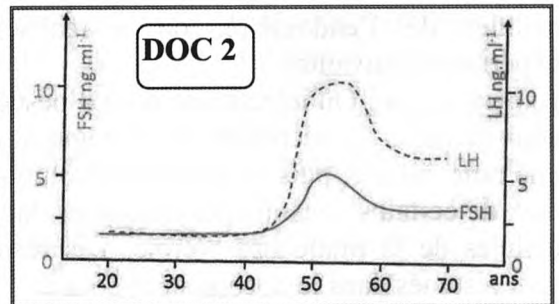


**Document 1** ⇨

3) Le document 2 montre l'évolution des taux moyens de FSH et de LH au cours de la vie d'une femme.

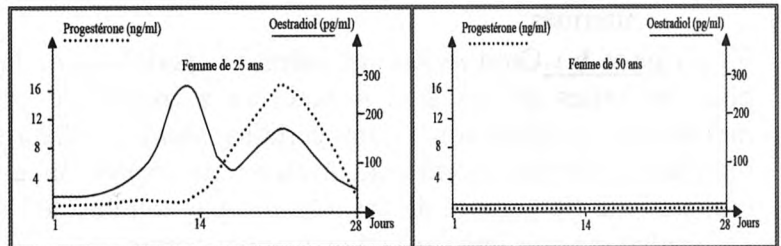
Exploitez les données du document 1 et 2 afin de vérifier la validité de deux hypothèses émises en 2)b)

4) En vous limitant aux informations dégagées précédemment, représentez à l'aide d'un schéma fonctionnel, les interactions existant entre l'hypophyse et les ovaires d'une femme ménopausée.



**Exercice N°5**

Le document suivant présente des dosages d'hormones ovariennes réalisés chaque jour pendant une durée de 28 jours, chez des femmes de deux groupes, les unes âgées de 25 ans et les autres de 50 ans.



Des coupes d'ovaires effectuées chez des femmes de 50 ans ne présentent que des follicules primordiaux en dégénérescence.

- 1) Montrez que l'ensemble de ces données permet d'expliquer la disparition des menstruations chez une femme en ménopause.
- 2) on cherche à savoir si la dégénérescence des follicules primordiaux chez la femme ménopausée est due :

**Hypothèse 1 :** soit à l'arrêt de la stimulation des structures ovariennes par le complexe hypothalamo-hypophysaire.

**Hypothèse 2 :** soit au vieillissement de l'ovaire lui-même.

On dispose des données suivantes établies chez le rat et dans l'espèce humaine. Chez ces deux espèces, l'activité des gonades est contrôlée par des gonadostimulines très voisines. Celle-ci, détectables dans le sang, sont en partie éliminées dans les urines.

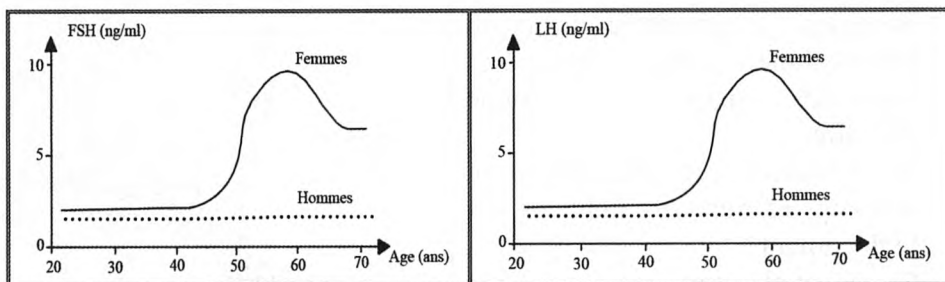
**Expériences 1 :**

Des rats mâles, préalablement hypophysectomisés, reçoivent une injection d'extraits urinaires de femmes de 50 ans. L'effet sur les testicules des rats est consigné dans le document suivant

État des rats	Masse des testicules (mg)
a) Rats normaux	1270
b) Rats hypophysectomisés n'ayant pas reçu d'injection	210
c) Rats hypophysectomisés ayant reçu des injections d'extraits urinaires de femmes de 50 ans	756

**Expériences 2 :**

Les gonadostimulines ont été dosées dans le sang d'hommes et de femmes d'âges différents. Les résultats sont représentés par les graphiques ci-contre



Exploitez les données exposées en expériences 1 et 2 pour retenir l'une des hypothèses proposées.

**Exercice N°6**

Deux ratte A et B sont placées dans diverses conditions expérimentales indiquées le document 1

La condition a : la ratte A est ovariectomisée	La condition b : la ratte B est hypophysectomisée	Condition c : mise en parabiose entre la ratte A et la ratte B

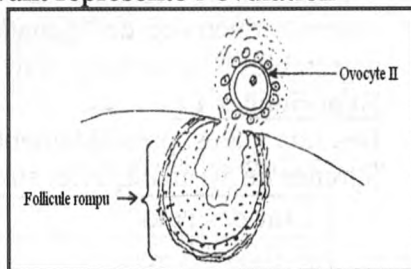
- Pour les conditions a et b en argumentant votre réponse, précisez les conséquences de :
  - l'ovariectomie chez la ratte A (condition a)
  - l'hypophysectomie chez la rate B (condition b)
- Pour la condition c, et en argumentant votre réponse, précisez l'évolution de l'activité utérine chez la ratte A.

**4<sup>ème</sup> partie : Exercices de bac**

**Exercice N°1 (Bac 2001 Contrôle : première partie)**

Chez la femme l'activité ovarienne est cyclique. Le document suivant représente l'ovulation

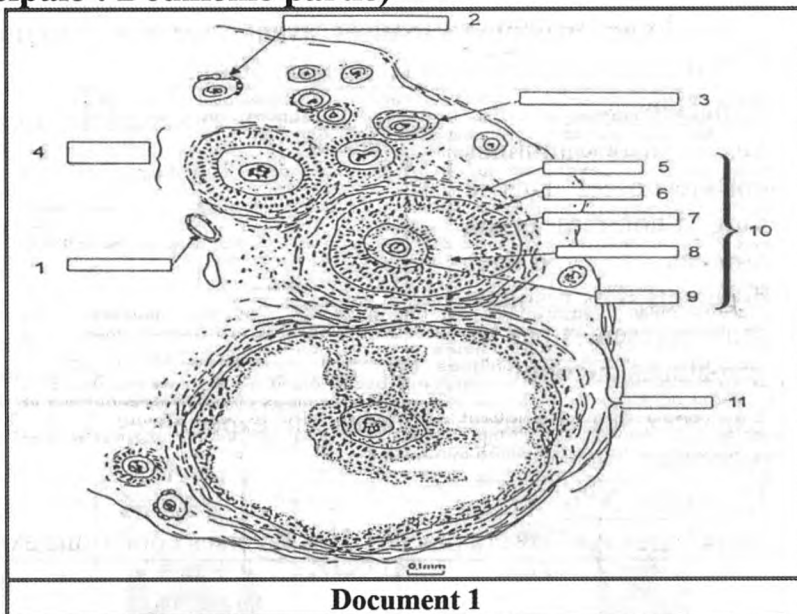
- 1) Présentez à l'aide de schémas simples les étapes aboutissant à la formation de l'ovocyte II.
- 2) Expliquez le déterminisme hormonal de l'ovulation.
- 3) Précisez le devenir de l'ovocyte II et du follicule rompu après l'ovulation.



- a) En cas de non fécondation.
- b) En cas de fécondation.

**Exercice N°2 (Bac 1999 Principale : Deuxième partie)**

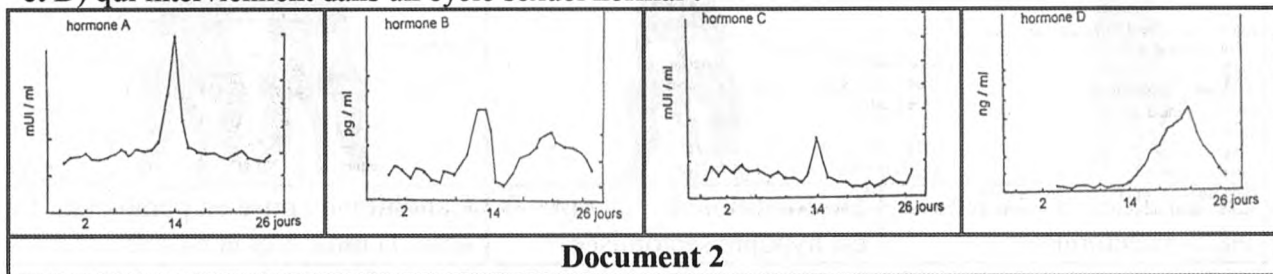
I/On se propose d'étudier quelques aspects de la physiologie de la reproduction chez la femme. Le document 1 représente de façon schématique des structures observées dans une coupe d'ovaire.



**Document 1**

- 1) Annotez ces structures en utilisant les numéros indiqués sur le document 1.
- 2) A quel moment de la vie sexuelle de la femme, il est possible d'observer ces structures ? Justifiez votre réponse.

II/ Le document 2 représente les variations des taux plasmatiques de diverses hormones (A, B, C et D) qui interviennent dans un cycle sexuel normal :



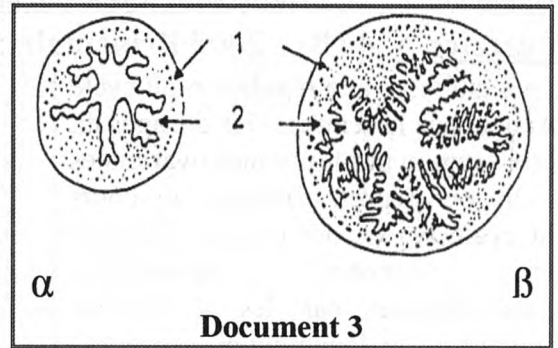
**Document 2**

- 1) a) Identifiez, en la justifiant, chacune de ces hormones.  
 b) Par quels organes sont-elles sécrétées ?  
 c) Quels sont les organes cibles de chaque hormone ?
- 2) A partir de l'exploitation des documents 1 et 2, précisez les conditions optimales pour l'ovulation.

3) Le document 3 représente deux états de développement différents  $\alpha$  et  $\beta$  d'un organe cible au cours du cycle sexuel.

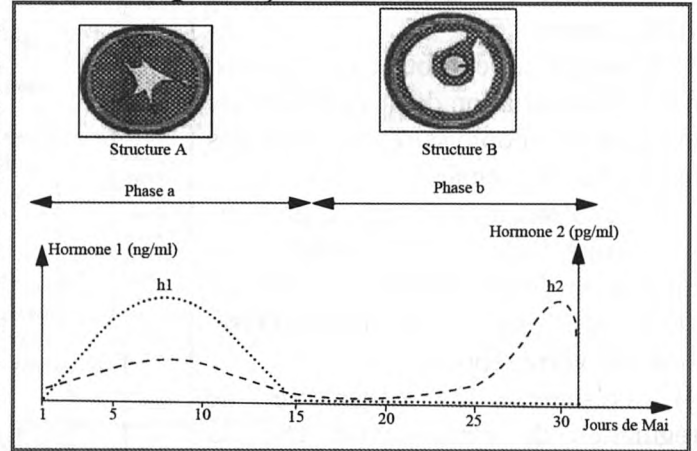
a) Titrez et légendez ce document (en vous reportant aux numéros indiqués)

b) Établir les liens fonctionnels et chronologiques entre les informations présentées dans les documents 1 et 2 et les deux états  $\alpha$  et  $\beta$  de l'organe du document 3.



**Exercice N°3 (Bac 2006 Contrôle : Deuxième partie)**

cette femme a permis d'établir la courbe d'évolution des taux de ces hormones ovariennes ( $h_1$  et  $h_2$ ). Le document suivant représente les schémas de deux structures ovariennes qu'on peut observer dans les ovaires d'une femme au cours d'une période allant du 1<sup>er</sup> mai 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) a) Identifiez les structures A et B observées dans les ovaires de cette femme ainsi que les hormones  $h_1$  et  $h_2$ .

b) A quelle période du cycle ovarien correspond chacune des phases a et b.

2) Afin de comprendre la commande hormonale de la fonction reproductrice chez la femme, on expérimente sur une guenon (femme 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 développement 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 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.

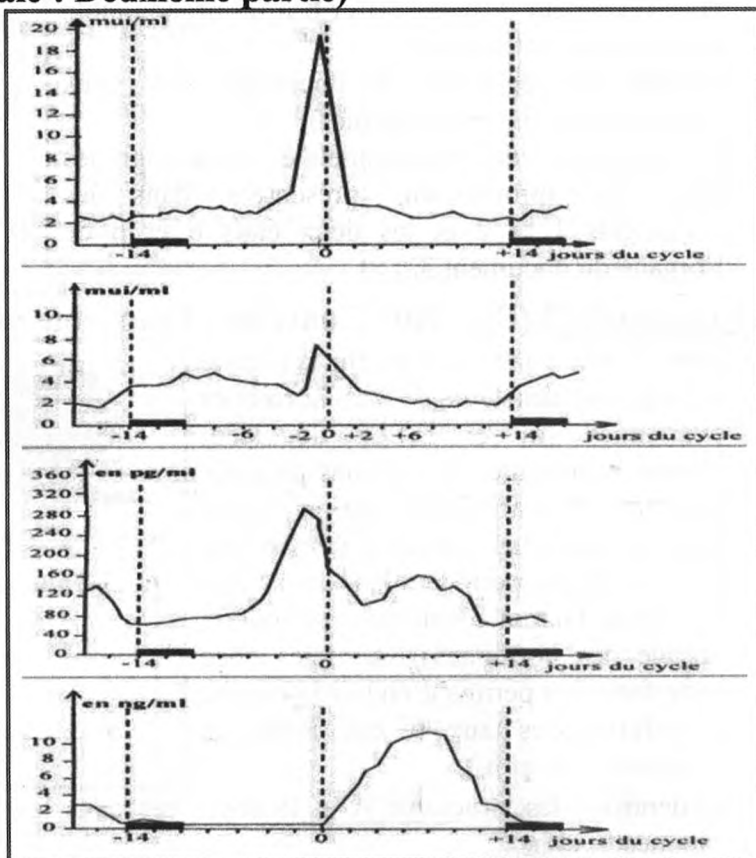
a) Que peut-on conclure des résultats de chaque expérience ?

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

**Exercice N°4 (Bac 2003 Principale : Deuxième partie)**

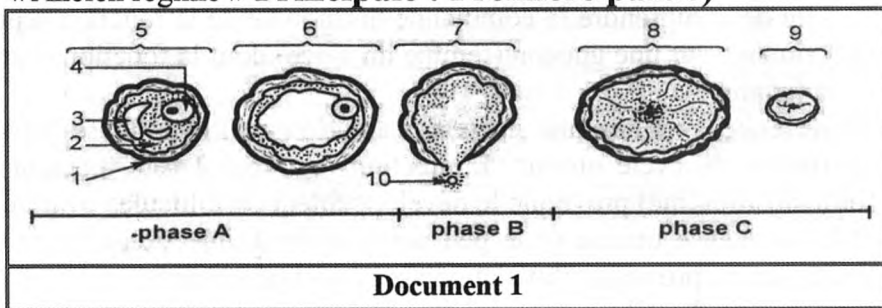
On s'intéresse à la régulation du cycle sexuel chez la femme. Des dosages du taux sanguin des hormones ovariennes et hypophysaires effectués au cours du cycle sexuel ont permis d'obtenir des données représentées graphiquement par les 4 courbes figurant sur le document ci-contre.

- 1) Identifiez ces hormones. Justifier votre réponse.
- 2) Analysez ces courbes en mettant en relation la variation de la sécrétion des hormones hypophysaires et celle des hormones ovariennes
- 3) En exploitant ces courbes, précisez la nature et les moments (les intervalles de temps) des rétroactions entre les ovaires et l'hypophyse. Justifier votre réponse.
- 4) Présentez le mécanisme de régulation du cycle sexuel chez la femme sous forme d'un schéma fonctionnel annoté.



**Exercice N°5 (Bac 2008 « Ancien régime » Principale : Première partie)**

Chez la femme l'activité cyclique des ovaires est contrôlée par le complexe hypothalamo-hypophysaire et se traduit l'évolution des structures ovariennes représentées par le document 1.



1. Annotez les schémas du document 1.
2. Identifiez les phases A, B et C du cycle ovarien présentées dans le même document 1.
3. Pour chacune des périodes suivantes d'un cycle sexuel normal de 28 jours :
  - a) 13<sup>ème</sup> jours du cycle sexuel (juste avant l'ovulation)
  - b) 21<sup>ème</sup> jour du cycle.

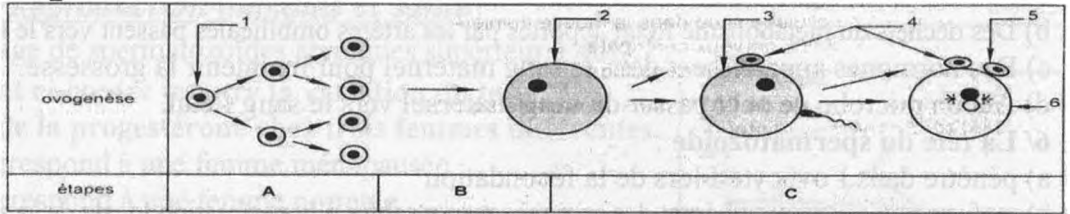
Représentez par un schéma fonctionnel commenté, les interactions entre les ovaires et le complexe hypothalamo-hypophysaire.

4. Expliquez le rôle des hormones ovariennes dans les phénomènes de la menstruation

**Exercice N°6 (Bac 2008 « Ancien régime » Contrôle : Première partie)**

Le document 1 représente les étapes de l'ovogenèse chez la femme.

**Document**  
1 ⇒



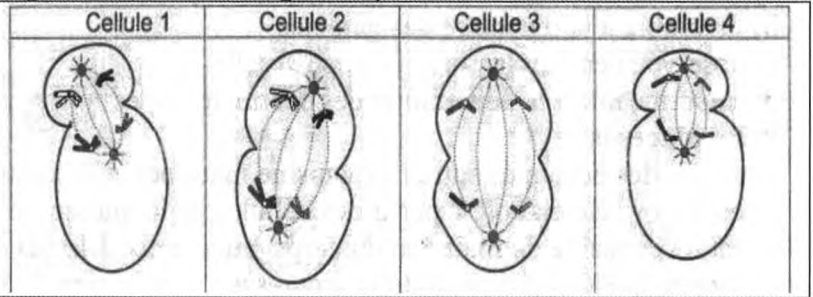
1. Annotez ce document et identifiez les étapes A, B et C.
2. Indiquez le nombre de chromosomes des cellules numérotées 1, 2, 3 et 4.
3. Représentez par des schémas simples et commentés les étapes de la spermatogenèse.
4. Indiquez trois différences entre la spermatogenèse et l'ovogenèse chez l'espèce humaine.

**Exercice N°7 (Bac 2012 Principale : Première partie)**

Le document ci-contre représente des schémas simplifiés de quatre cellules sexuelles notées 1, 2, 3 et 4 en division au cours de la gamétogenèse.

1) Identifiez, en justifiant votre réponse, les cellules 1, 2, 3 et 4.

2) En faisant appel à vos connaissances, précisez le devenir certain ou possible des cellules filles de la cellule 1.



**Chapitre 3 La procréation**

**1<sup>ère</sup> partie : Q C M**

Chaque série d'affirmation comprend une ou plusieurs réponses correctes. Repérez la (ou les) réponse(s) exactes.

**1/ La pilule contraceptive combinée**

- a) contient uniquement un œstrogène
- b) uniquement un progestatif
- c) contient un mélange d'œstrogène et de progestatif
- d) inhibe la sécrétion des gonadostimulines

**2/ La fécondation se produit :**

- a) si l'ovulation se produit le 14<sup>ème</sup> jour du cycle sexuel.
- b) au niveau du tiers supérieur de la trompe
- c) au niveau du pavillon
- d) à l'intérieur de la cavité utérine

**3/ Le HCG est une hormone :**

- a) produite par le corps jaune
- b) produite par le trophoblaste
- c) voisine de la LH, elle maintient le corps jaune
- d) voisine de la progestérone, elle maintient l'endomètre

**4/ La prise des pilules combinée :**

- a) n'a pas d'effet sur l'endomètre
- b) n'a pas d'effet sur l'ovaire
- c) exerce un RC- sur le complexe H-H
- d) permet une interruption volontaire de la grossesse.

**5/ Grâce au placenta**

- a) Des substances nutritives passent du sang maternel vers le fœtus par des artères ombilicales.

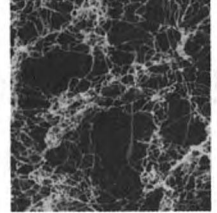
- b) Des déchets du métabolisme fœtal apportés par les artères ombilicales passent vers le sang maternel.
- c) Des hormones apparaissent dans le sang maternel pour maintenir la grossesse.
- d) Aucun microbe ne peut passer du sang maternel vers le sang fœtal.

**6/ La tête du spermatozoïde :**

- a) pénètre dans l'ovocyte I lors de la fécondation
- b) renferme un acrosome libérant des enzymes responsables à la perforation locale de la zone de pellucide
- c) renferme des récepteurs spécifiques permettant la fixation sur la zone de pellucide
- d) pénètre dans l'ovotide lors de la fécondation

**7/ Le document ci-contre représente une observation microscopique de la glaire cervicale ; cette glaire est :**

- a) observée au moment de l'ovulation
- b) favorable à la rencontre des gamètes
- c) observée pendant la phase prémenstruelle
- d) imperméable à la pénétration des spermatozoïdes



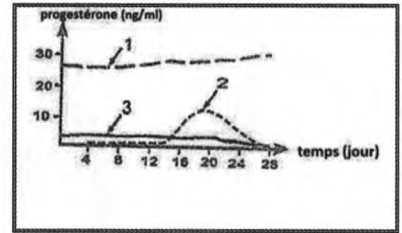
**12/ La tératospermie correspond à :**

- a) une absence de spermatozoïdes dans le sperme.
- b) une numération très inférieure à 60 millions de spermatozoïdes par ml de sperme.
- c) un pourcentage élevé de spermatozoïdes mobiles.

d) un pourcentage de spermatozoïdes atypiques supérieur à 40%.

14/ le document ci-contre montre la variation du taux plasmatiques de la progestérone chez trois femmes différentes.

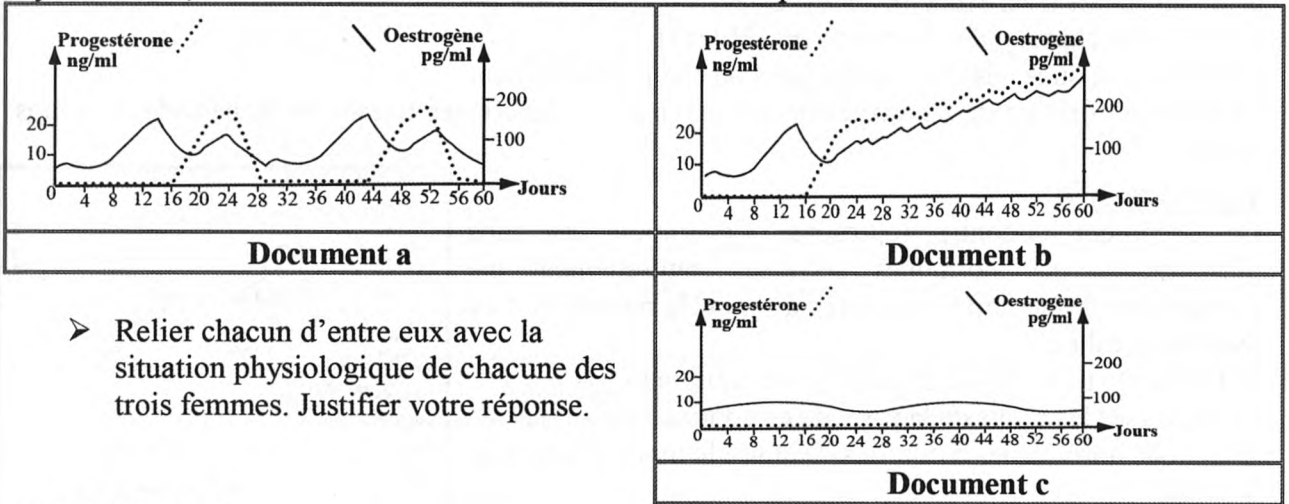
- a) le tracé 1 correspond à une femme ménopausée.
- b) le tracé 2 correspond à une femme normale
- c) le tracé 3 correspond à une femme sous pilule combinée.
- d) le tracé 3 correspond à une femme enceinte.



**2<sup>ème</sup> partie : Restitution des connaissances**

**Exercice N°1**

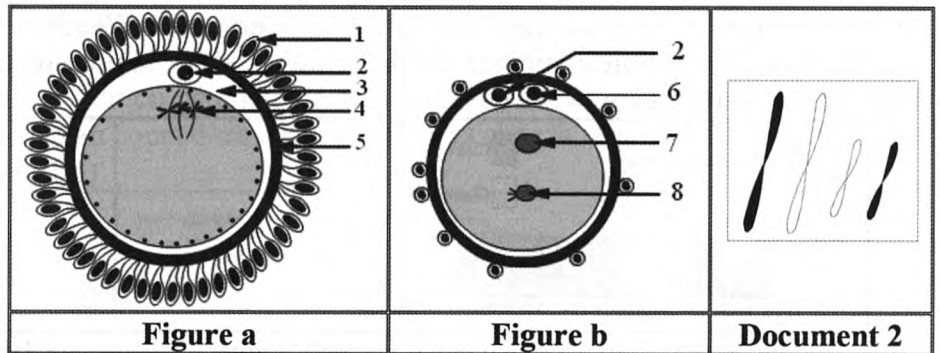
Les documents suivants (a, b et c) correspondent à trois femmes différentes l'une a 35 ans a cycle normal, l'autre est enceinte et la troisième utilise des pilules combinées.



**Exercice N°2**

La figure a du document suivant s'observe régulièrement à certains moments dans l'une des trompes de l'utérus de la femme, mais la figure b est exceptionnelle.

1) Annotez ce document



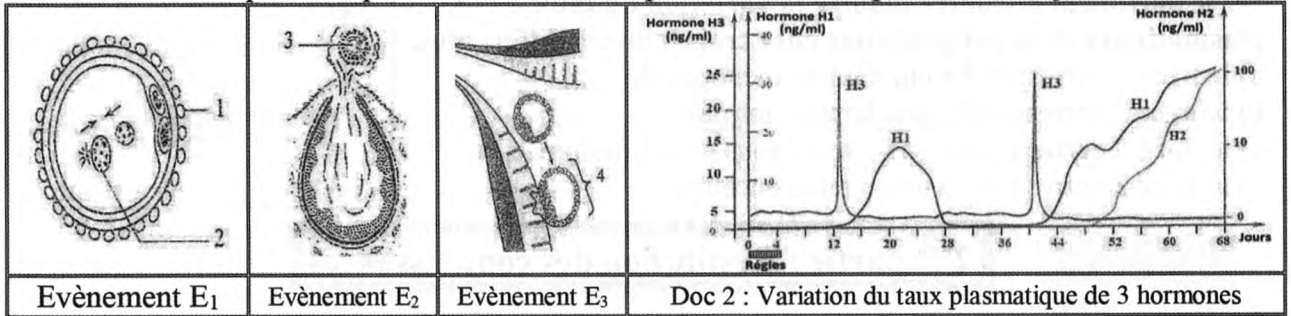
2) Expliquez cette observation

3) En adoptant le modèle des chromosomes du document 2, représentez dans des rectangles les garnitures chromosomiques des éléments 2, 4, 6, 7 et 8.

**Exercice N°3**

Dans le but d'étudier quelques aspects de la fonction reproductrice chez l'être humain, on donne les documents 1 et 2. Le document 1 représente trois événements en relation avec la procréation

qu'on observe chez une femme pendant une période de 68 jours. Le document 2 montre la variation du taux plasmatique de trois hormones pendant la même période de 68 jours.

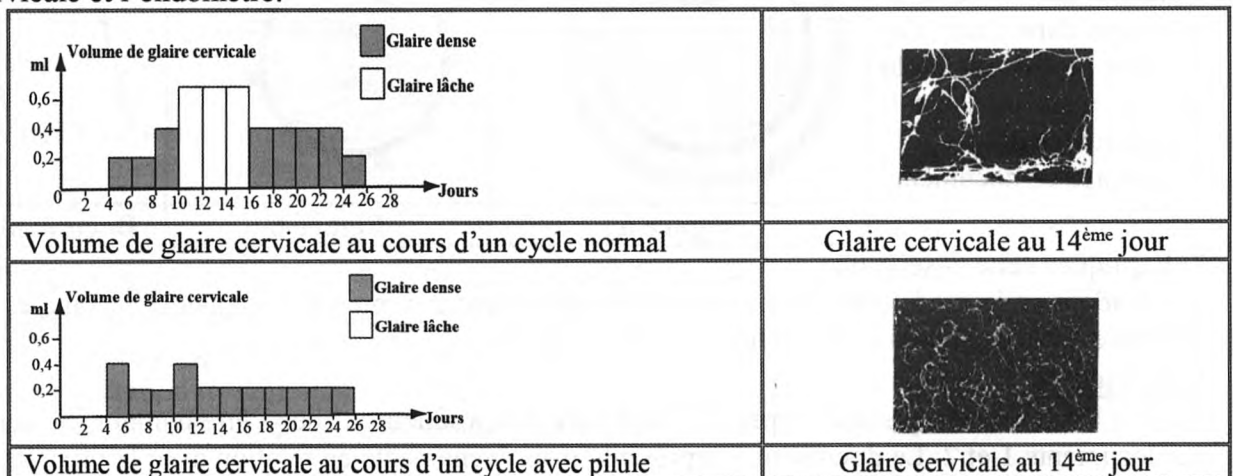
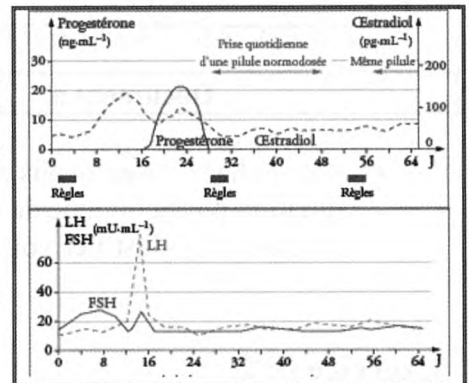


- 1) Nommez les éléments numérotés du document 1 et précisez leurs nombres de chromosomes.
- 2) Exploitez les documents 1 et 2 pour :
  - a) Identifier les trois événements E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub> et E<sub>3</sub>
  - b) Identifier chacune des hormones H<sub>1</sub>, H<sub>2</sub> et H<sub>3</sub>
  - c) précisez la ou les date (s) probable(s) de chaque événement
- 3) précisez 'origine de chaque hormone pendant les différentes phases de la période de temps indiquée

**Exercice N°4**

Le document ci-contre représente l'évolution des taux plasmatiques des hormones secrétées naturellement par l'organisme d'une femme au cours d'un cycle normal et d'un cycle sous pilule.

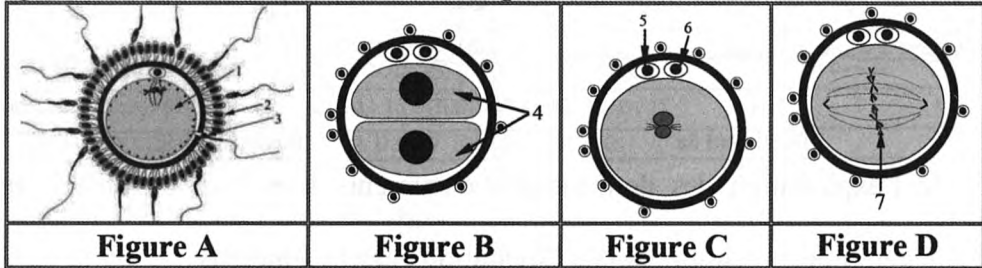
- 1) Définir le terme pilule contraceptive combinée
- 2) Expliquer les effets de la prise de ce contraceptif sur les sécrétions hormonales naturelles. Déduire le mode d'action de la pilule.
- 3) Expliquez l'apparition des règles au cours du traitement
- 4) Le document suivant montre l'état de la glaire cervicale et l'endomètre avant et après la prise quotidienne d'une pilule combinée. Expliquer les effets de la prise de ce contraceptif sur la glaire cervicale et l'endomètre.





**Exercice N°5**

On sacrifie des souris femelles à des intervalles de temps différents, après accouplement. On prélève les gamètes femelles, on effectue des coupes comme le montre le document ci-dessous



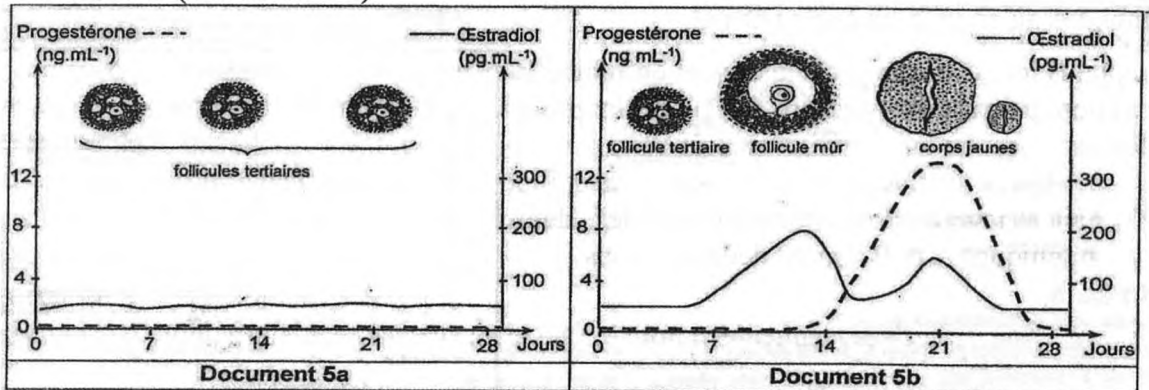
1. Nommez ce phénomène et dites où il se produit.
2. Nommez les structures désignées par des flèches. (1, 2, 3, 4, 5, 6 et 7)
3. Indiquez l'ordre chronologique de ces étapes en utilisant les lettres A, B, C et D
4. Précisez le nombre de chromosomes en indiquant s'ils sont simples ou entiers (dupliqués) des éléments 1 ; 2 ; 3 et 5

**3<sup>ème</sup> partie : Mobilisation des connaissances**

**Exercice N°1**

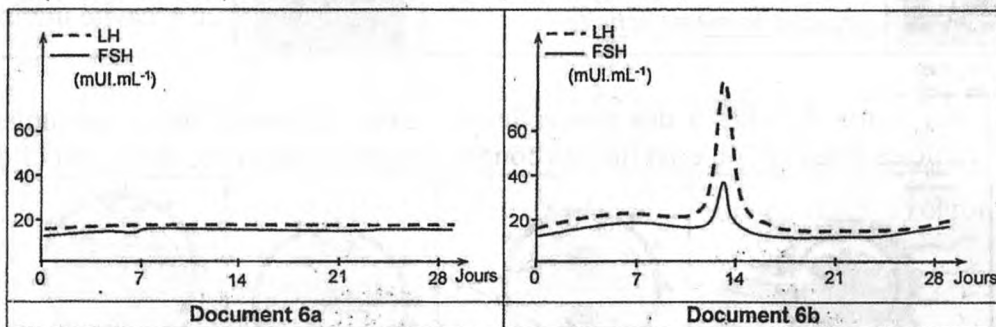
On se propose d'étudier le mécanisme de la régulation des fonctions ovariennes au cours d'un cycle sexuel normal. Pour cela, des dosages d'hormones et des observations de structures ovariennes ont été réalisés chez une femme A à cycle sexuel sous pilule et une autre femme B à cycle sexuel normal de 28 jours.

Le document 1 représente l'évolution parallèle de structure ovariennes et des taux plasmatiques d'œstradiol et de progestérone au cours d'un cycle de 28 jours chez la femme A (document 1a) et chez la femme B (document 1 b)



1) A partir des données du document 1 et en faisant appel à vos connaissances, établissez la relation entre les structures ovariennes et l'évolution des taux plasmatiques d'œstradiol et de progestérone chez chacune des deux femmes A et B.

Le document 2 représente l'évolution des taux plasmatiques des hormones hypophysaires, chez la femme A (document 2 a) et chez la femme B (document 2 b)



2) A partir de l'exploitation des données des documents 1 et 2 et en faisant appel à vos connaissances :

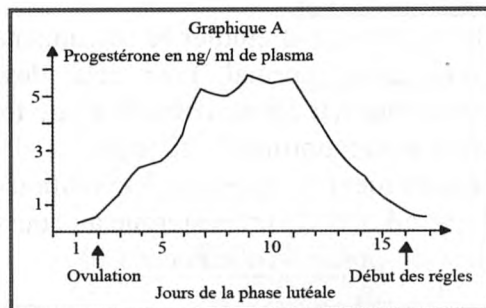
- Expliquez le déterminisme hormonal de l'évolution chez la femme B
  - Précisez les effets de la pilule combinée sur le fonctionnement de l'hypophyse et des ovaires de la femme A.
  - Dégagez les effets des hormones ovariennes sur le fonctionnement de l'hypophyse pendant les phases pré et post-ovulatoire chez la femme B.
- 3) En intégrant les informations tirées précédemment et en faisant appel à vos connaissances, expliquez, à l'aide d'un schéma fonctionnel, le mécanisme de la régulation des fonctions ovariennes au cours d'un cycle sexuel normal.

**Exercice N°2**

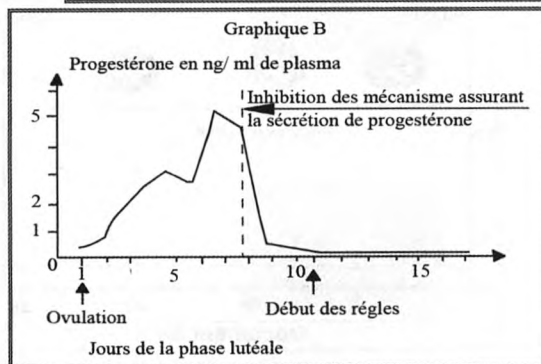
A//On se propose d'étudier la succession des mécanismes hormonaux à l'origine de l'absence de règles lors de grossesse.

Chez des femmes de primates (singes) ayant un cycle sexuel analogue à celui de la femme, on mesure la concentration de progestérone au cours de la phase lutéale :

Graphique A au cours d'un cycle normal.



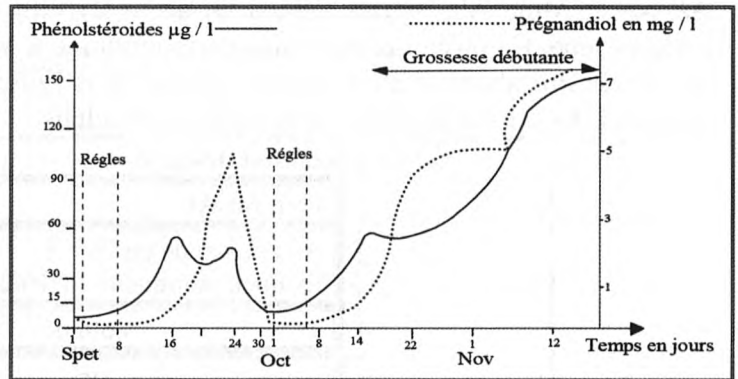
Graphique B lors d'un autre cycle duquel on inhibe la sécrétion de progestérone au milieu de la phase lutéale.



- ❖ Faites une analyse comparative des deux graphiques A et B. Qu'en déduisez-vous

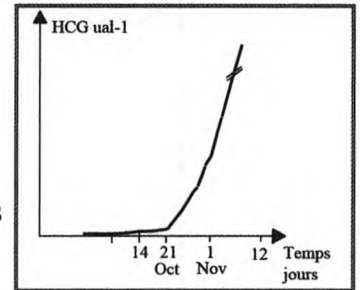
B// Le document suivant représente les résultats du dosage des hormones ovariennes dans l'urine d'une femme X durant 73 jours. On signale que dans l'urine la progestérone est éliminée sous forme de prégnandiols et les œstrogènes sous forme de phénol-stéroïdes.

\*/ A partir de l'analyse du document, dégagez ce qui justifie l'absence des règles lors de la grossesse.



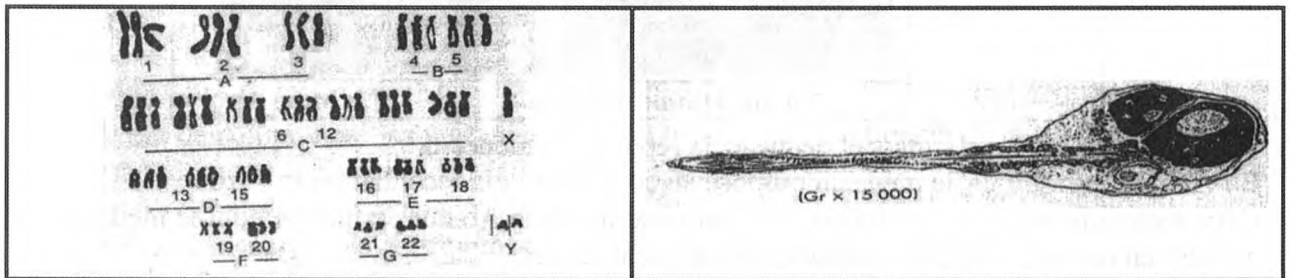
C// Le document ci-dessous indique la concentration de HCG (gonadostimuline chorionique humaine) produite par certaines cellules de l'embryon de la femme X, à partir le 21 octobre.

- 1) Un évènement s'est produit au 21 octobre. Identifiez-le
- 2) Précisez l'action de HCG sur le corps jaune.
- 3) En reliant B et C, précisez la succession des mécanismes hormonaux à l'origine de l'absence de règles lors de la grossesse.



### Exercice N°3

La rencontre de certains gamètes mâles et femelles peut avoir comme conséquence une aberration chromosomique ou une maladie génétique. Le document suivant est un caryotype établi à partir d'une cellule d'embryon expulsé lors d'un avortement spontané.





- 1) Quelle anomalie présente ce caryotype.
- 2) Voyant ce caryotype, quelqu'un affirma : « le gamète femelle a été fécondé par deux gamètes mâles », montrez que cette affirmation pourrait expliquer le caryotype étudié, mais ne serait pas en accord avec les connaissances actuelles relatives à la fécondation.
- 3) L'examen des gamètes du père a permis l'observation de quelques spermatozoïdes comme celui représenté par le document ci-dessous, en quoi l'observation d'un tel spermatozoïde permet- elle de fournir une autre hypothèse expliquant le caryotype du document.
- 4) Dans le cadre de cette hypothèse, indiquer quelle phase précise de la spermatogenèse s'est mal déroulé. Justifier.

### Exercice N°4

On se propose d'étudier quelques aspects de la procréation médicament assistée

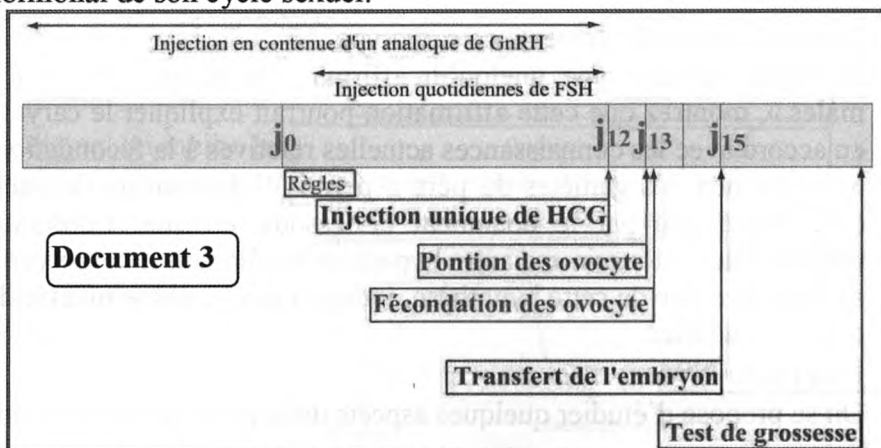
A// Mr et Mme Ab, mariés depuis un an, n'arrivent pas à procréer. Ils ont alors consulté un gynécologue. Celui-ci a prescrit un spermogramme à Mr Ab. Et un examen radiologique à Mme Ab, après introduction d'un liquide opaque dans l'utérus permettant d'avoir une vue des voies génitales. Le document 1 et 2 rassemble les résultats

<b>Document 1</b>	<b>Résultat des analyses</b>	
	Pour Mr Ab	Dossier N°1
	A la demande du Dr/ X Examen pratiqué le 11/10/2017	
	Volume	3.5 ml
	pH	7.3
	Numération/ml	83.10 <sup>6</sup>
	Mobilité (1heure après l'éjaculation)	65 %
	<b>Morphologie</b>	
	Formes normales	62%
	Formes anormales	38%
Extrait du spermogramme de Mr Ab		
<b>Document 2</b>	<b>Résultat d'un examen radiologique</b>	
		
	<b>1.a une femme normale</b>	<b>1.b Mme Ab</b>

1. Analysez les résultats et déduisez la réponse du médecin.

B// Au vu des résultats, le médecin propose au couple Ab « la fécondation in vitro » Cette technique nécessite un traitement hormonal de Mme Ab qui permet à l'équipe médicale de prendre en main le contrôle hormonal de son cycle sexuel.

Le traitement hormonal dure à peu près une vingtaine de jours, commençant huit jours avant la fin d'un cycle et se poursuivant jusqu'au prélèvement des ovocytes au milieu du cycle suivant ; il fait intervenir trois hormones dont la chronologie de l'utilisation figure dans le document 3



**Document 3**

1. Expliquer le mode d'action de l'analogue de GnRH

**C// Pendant la phase d'injection de FSH**, l'équipe médicale réalise un comptage de follicules et une mesure de leur diamètre (par échographie) ainsi qu'un dosage du taux sanguin de l'oestradiol. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant (document 4)

Jour de traitement	J <sub>0</sub>	J <sub>6</sub>	J <sub>9</sub>	J <sub>11</sub>
Diamètre moyen des follicules	11 follicules de 1mm	11 follicules de 10mm	11 follicules de 12mm	11 follicules de 15mm
Dosage de l'oestradiol (en pg/ml)	12	468	1441	1944

NB : on considère qu'à 15mm de diamètre, le follicule a atteint sa maturité

1) A partir de l'analyse des résultats qui concernent le nombre et la taille des follicules, dégagez l'intérêt de cette phase du traitement hormonal

2) Expliquez pourquoi un tel résultat n'est pas-t-il obtenu dans un cycle ovarien naturel normal ?

**D// L'injection d'une dose unique de HCG** simule (remplace) un évènement hormonal qui se produit au milieu d'un cycle naturel normal

1) Précisez, à partir de vos connaissances, cet évènement hormonal et l'effet de la HCG injecté.

2) Expliquez l'absence de cet évènement hormonal chez cette femme traitée, malgré l'évolution du taux d'oestradiol consignée dans le tableau du document 4

**E// Après leur prélèvement**, les ovocytes sont mis en contact avec des spermatozoïdes de Mr Ab, en vu de fécondation in vitro

1) A quoi consiste le traitement subi par les spermatozoïdes de Mr Ab ?

2) Faites un schéma qui illustre l'activation d'un ovocyte suite à la pénétration d'un spermatozoïde

**F// Après transfert embryonnaire**, un autre évènement peut se produit dans la voie génitale de cette femme traitée.

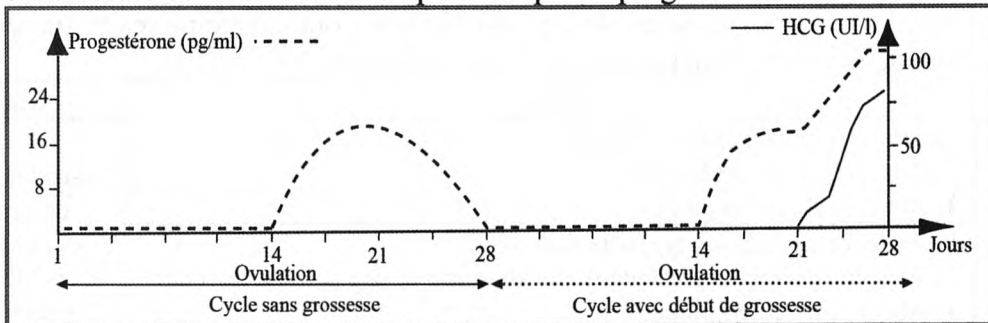
1) Identifiez cet évènement

2) Pour vérifier l'absence ou la présence de cet évènement un test de grossesse peut se faire, le quel et à quelle moment peut se faire. Expliquez

### **Exercice N°5**

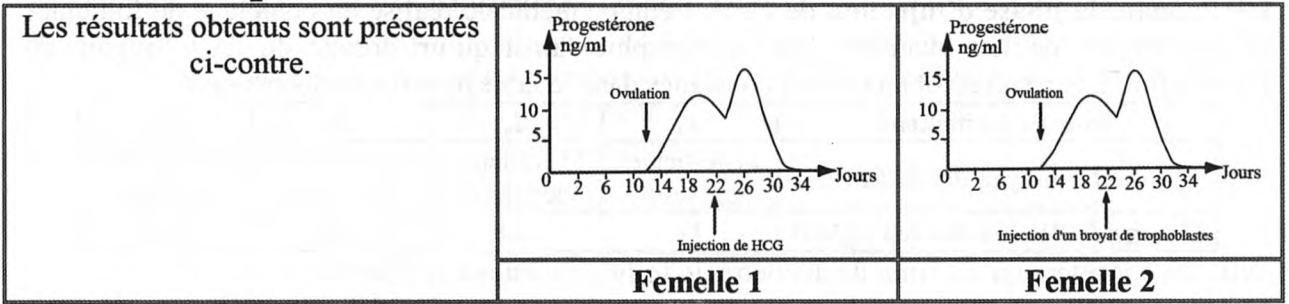
Dans le but de comprendre les mécanismes, hormonaux qui maintiennent la gestation, on réalise des expériences sur la femelle de Macaque qui a un cycle comparable à celui de la femme, on présente les documents suivants :

**Document 1 : mesure de la concentration plasmatique de progestérone et de HCG**



**Document 2 : mesure de la sécrétion de progestérone chez des femelles de Macaques non gestantes :**

- Femelle 1 : une injection de HCG
- Femelle 2 : une injection d'un broyat de trophoblastes



**Document 3** : On réalise des dosages chez des femelles macaques au cours des trois semaines qui suivent la fécondation. Les résultats obtenus sont les suivants :

Observations		
Lot A : Femelles macaques gestantes	La concentration plasmatique de progestérone augmente régulièrement et passe de 5,8 ng/ml à 9,3ng/ml	La gestation se maintient
Lot B Femelles macaques gestantes recevant des injections d'anticorps anti-HCG à partir du 18 <sup>ème</sup> jour de gestation	La concentration plasmatique de progestérone chute et passe de 5,8ng/ml à 1,9ng/ml	Un avortement spontané se produit et les règles apparaissent

1) Analysez les documents 1, 2 et 3. Déduire

**Document 4** : chez la femelle de Macaque la gestation dure 168 jours. On connaît les faits suivants :

- La nidation a lieu 8 jours après la fécondation.
- Le corps jaune commence à régresser le 18<sup>ème</sup> jours.
- On trouve du 12<sup>ème</sup> vers 32<sup>ème</sup> jour une hormone d'origine placentaire.
- MCG (gonado-chorionique des Macaques, analogue à la HCG).
- A partir du 20<sup>ème</sup> jour, l'ovariectomie est possible sans provoquer l'avortement

2) A partir des données du document 4, expliquez les résultats de l'expérience de l'ovariectomie.

3) Utilisez les informations tirées de ces documents pour présenter la succession des événements qui permettent d'assurer la poursuite de la grossesse.

**Exercice N°6**

On se propose d'étudier les causes de stérilité chez 3 femmes A, B et C. grâce à des techniques appropriées, les ovaires et les trompes de ces trois femmes ont été examinés et surveillés deux mois. Le tableau du document suivant présente les résultats de ces examens.

	Ovaire	trompe
Femme A	1) Absence de follicules cavitaires 2) Absence de follicule mûr 3) Absence de corps jaune	Dans les trompes de ces trois femmes, aucun ovocyte II n'est observé durant les deux mois d'examen et d'observations.
Femme B	1) Présence de tous les types de follicules 2) Tous les follicules présentent une structure et une activité normale 3) Absence de corps jaune	
Femme C	1) Présence de tous les types de follicules 2) Tous les follicules présentent une structure et une activité normale 3) Présence de corps jaune dont la structure et le fonctionnement sont normaux	

NB : s'il n'y a pas ovulation, le follicule mûr dégénère 24 heures plus tard.

1) En se basant sur les résultats du tableau et de vos connaissances, représentez, sur trois graphes différents, l'allure de la variation des taux sanguins des hormones ovariennes chez ces trois femmes. Justifiez votre réponse.

2) l'une de ces trois femmes ne présente pas de menstruation laquelle ? Justifiez votre réponse

3) l'une de ces trois femme présente un cycle normal laquelle ? Justifiez votre réponse

4) Emettez des hypothèses quant à la stérilité des femmes restantes

5) Pour déterminer la cause de stérilité de la femme C, on réalise l'expérience suivante : on injecte dans le vagin de chacune de ces trois femmes A, B et C une substance radioactive. Le tableau suivant présente les résultats obtenus.

	Trompes	Pavillons
Femme A	+	+
Femme B	+	+
Femme C	+	-

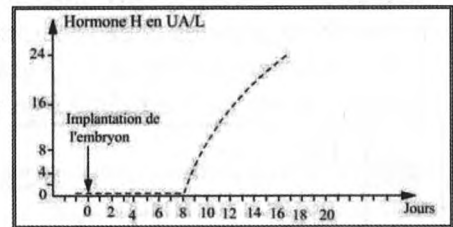
NB : (+) = présence de radioactivité (-) = absence de radioactivité

• Analysez ce tableau et déduisez la cause de stérilité de la femme C.

6) Pour remédier la stérilité de la femme C, on a réalisé une technique appropriée. Identifiez cette technique tout en décrivant ses étapes.

7) Ensuite on a dosé dans le sang de cette femme une hormone H comme le montre le graphe ci-contre

Analysez ce graphe. Afin de préciser le nom, l'origine, le rôle et le niveau d'action de l'hormone H.



**Exercice N°7**

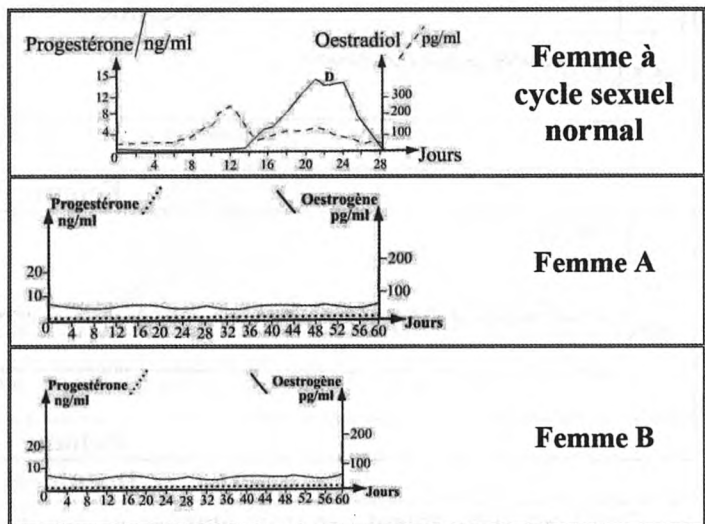
On cherche à déterminer les causes de l'absence prolongée de menstruation chez certaines femmes, pour cela, des examens cliniques ont été réalisés chez deux femmes A et B présentant ce trouble

**Examen 1 :** Le dosage du taux sanguin des hormones ovariennes chez une femme à cycle sexuel normal et chez les deux femmes A et B fournit les résultats indiqués sur le document ci-contre.

1) A partir des données fournies par ce document :

a) Comparez les résultats des dosages du taux sanguin des hormones ovariennes chez les trois femmes

b) Proposez une explication quant à l'absence de menstruation chez les deux femmes A et B



**Examen 2 :** L'échographie des ovaires chez les deux femmes A et B montre que :

- ❖ L'ovaire de la femme A ne contient ni follicules ni corps jaune.
- ❖ L'ovaire de la femme B contient uniquement des follicules primordiaux et des follicules primaires

**Examen 3 :**

Le dosage des hormones hypophysaires (FSH et LH) durant un mois a permis de déterminer les concentrations moyennes de ces hormones (tableau ci-dessous)

	Femme à cycle sexuel normal	Femme A	Femme B
Concentration moyenne de FSH (mU/ml)	32	92	12
Concentration moyenne de LH (mU/ml)	30	60	10

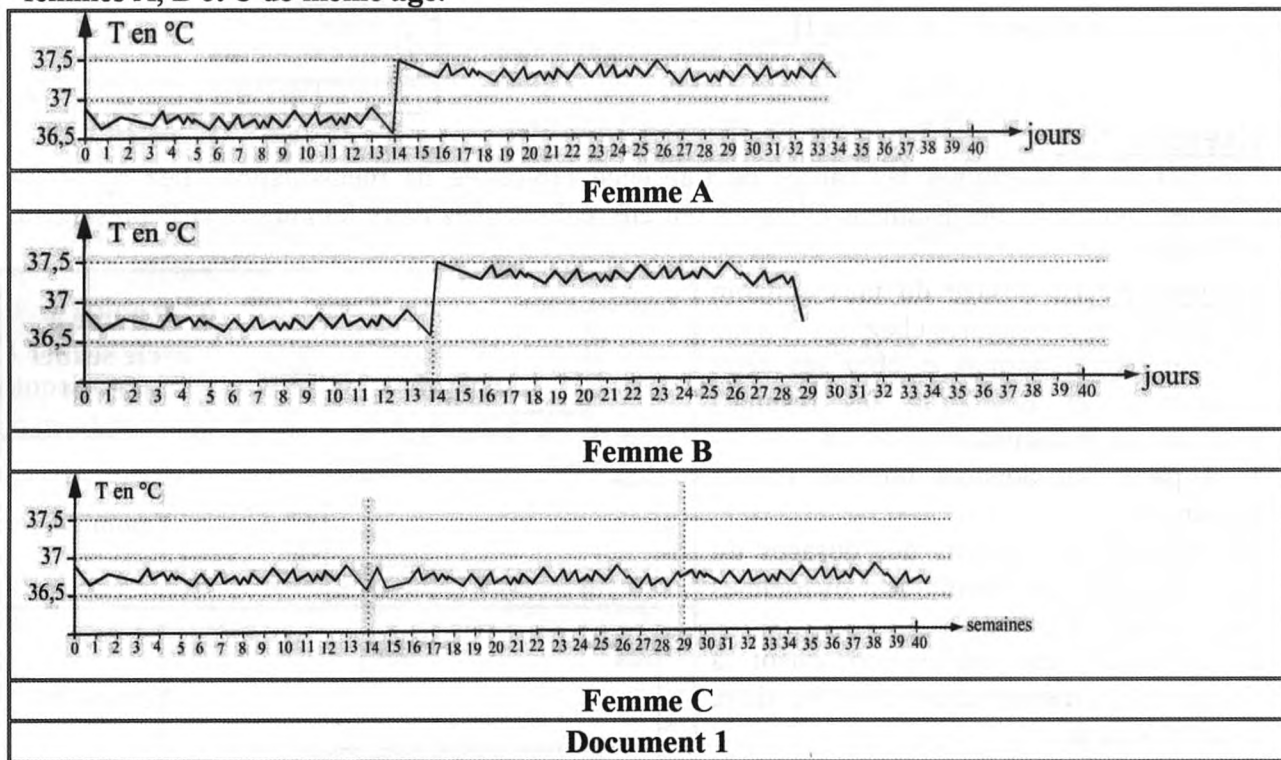
2) A partir de l'exploitation des examens 2 et 3, précisez la cause de l'absence prolongée de menstruation chez chacune des deux femmes A et B.

3) proposez un traitement permettant de rétablir l'activité sexuelle normale chez l'une des deux femmes (A et B) que vous préciserez. Justifier votre réponse.

**Exercice N°8**

On cherche à mettre en évidence une relation entre la concentration sanguine des hormones sexuelles, la température interne et les interactions hormonales responsable de l'apparition ou l'absence des règles chez la femme.

I/ Le document 1 représente 3 graphes qui montre l'évolution de la température corporelle chez 3 femmes A, B et C de même âge.

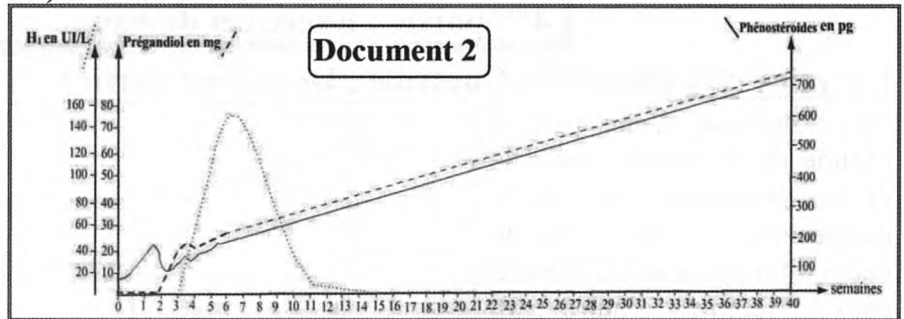


1) Analysez séparément ces trois graphes et déduire l'état (s) physiologique (s) possible (s) de chaque femme

- 2) L'échographie ovarienne a révélée l'absence de follicules ovariens chez la femme C. Précisez l'état de cette femme
- 3) En vous basant sur vos connaissances et en exploitant les informations précédentes, mettez en relation les variations des hormones ovariennes et les variations de la température corporelle au cours d'un cycle normal.
- 4) Représentez l'allure de la variation du taux de LH chez ces trois femmes, en justifiant votre réponse
- II/ La femme (A) a remarqué l'absence de la menstruation : un gynécologue lui demande de faire effectuer des dosages réguliers de prégnadiol et de phénostéroïdes (deux formes d'élimination urinaire des hormones sexuelles) et d'une hormone H<sub>1</sub>.

Les résultats obtenus pendant 40 semaines permettent d'établir les 3 courbes du document 2.

- 5) Faites attribuer chaque forme urinaire à son hormone correspondante. Justifier votre réponse



- 6) Analysez le profil de sécrétion de l'hormone H<sub>1</sub> afin de l'identifier et de préciser son origine
- 7) Montrez comment la sécrétion de cette hormone était directement ou indirectement, à l'origine de

- Disparition de la menstruation chez cette femme
- L'évolution du taux de LH chez cette femme

III/ L'administration de la molécule « X » par la femme A a provoqué l'apparition des règles. Afin de comprendre le mode d'action de cette molécule qui a causé l'apparition des règles chez cette femme on réalise deux séries d'expériences :

**1<sup>ère</sup> série d'expériences** : les expériences sont réalisées sur des lapins impubères

Protocole	Lot 1	Lot 2	Lot 3
<b>Injection intraveineuse</b>	Oestradiol	Oestradiol puis progestérone	Oestradiol puis progestérone
<b>Absorption orale de la molécule « X »</b>	Non	Non	Oui (20mg/kg)
<b>Aspect (en coupe) de l'utérus à la fin du traitement</b>			

**2<sup>ème</sup> série d'expériences** : on injecte à des rattes différentes molécules dont certaines sont radioactives au tritium (<sup>3</sup>H). Quinze minutes après l'injection, on réalise des coupes fines de l'endomètre utérin.

Protocole	Lot A	Lot B	Lot C
	Injection de la molécule « X » marqué	Injection de progestérone marquée	Injection de molécule « X » non marqué puis de progestérone marquée

<b>Résultats : nombre de molécules marquées fixées sur l'endomètre</b>	80	85	23
--	----	----	----

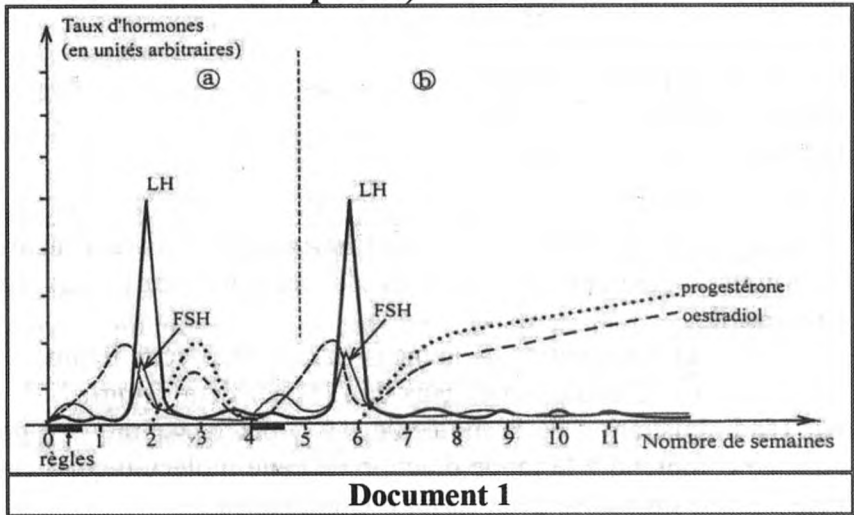
8) A partir de l'analyse des deux séries d'expériences, montrez le mode d'action de la molécule « X »

9) En intégrant l'ensemble des informations, et en faisant appel à certaines de vos connaissances, faites un schéma fonctionnel montrant les interactions hormonales pendant 3<sup>ème</sup> et 12<sup>ème</sup> semaines entre les organes suivants : Complexe hypothalamo-hypophysaire, organe sécréteur de l'hormone H<sub>1</sub>, ovaires et utérus

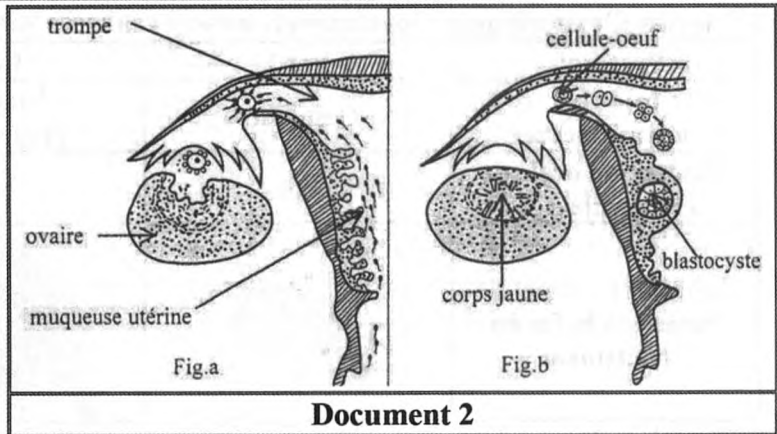
**4<sup>ème</sup> partie : Exercices de bac**

**Exercice N°1 (Bac 2004 Contrôle : Deuxième partie)**

On s'intéresse d'une part, à l'étude de la relation entre le cycle hormonal, le cycle ovarien et le cycle utérin au cours d'un cycle sexuel normal chez la femme ; d'autre part, aux processus qui conduisent à la nidation. Le document 1 représente des graphes établis à partir des résultats de dosage des hormones chez une femme durant 11 semaines.



Le document 2 présente des schémas illustrant des structures anatomiques qu'on pourrait observer chez cette femme durant la même période.



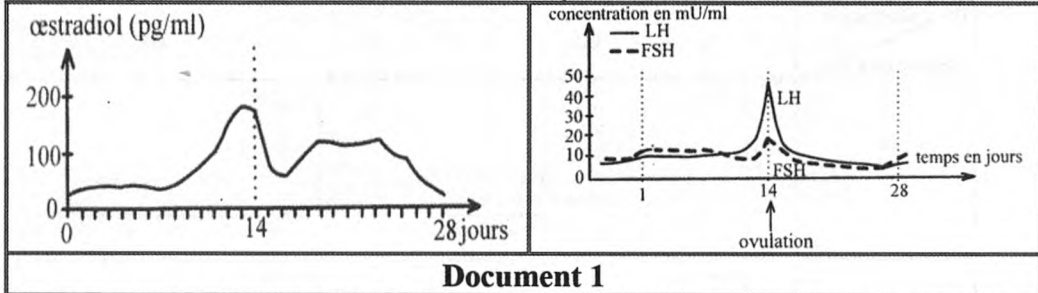
1. A partir de l'analyse du graphe @ du document 1 et de vos connaissances, expliquez les processus qui sont à l'origine de la croissance folliculaire et de l'ovulation.

- En comparant les graphes @ et @ du document 1, indiquez les modifications constatées à propos du taux des différentes hormones.
- Donnez une explication à ces modifications en précisant leurs conséquences sur le fonctionnement de l'ovaire et du complexe hypothalamo-hypophysaire.
- Relevez, à partir des données du document 2 (fig. a et fig. b), les conditions nécessaires pour qu'il y ait une nidation.

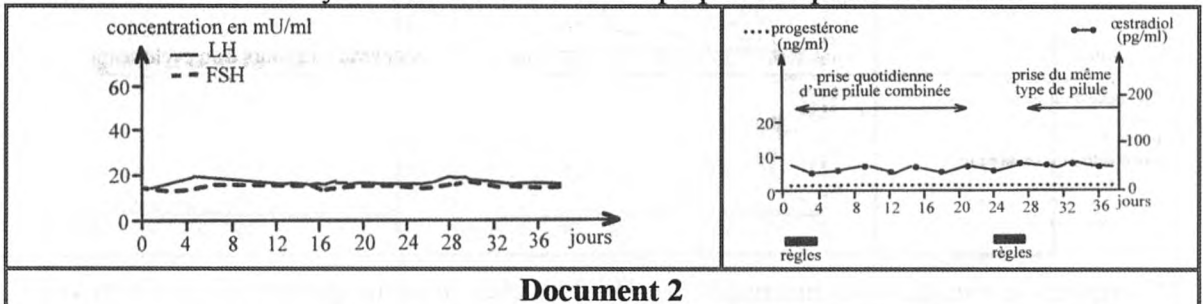
**Exercice N°2 (Bac 2008 « Nouveau régime » Principale : Deuxième partie)**

On cherche à comprendre les interactions hormonales entre les organes qui interviennent dans la fonction reproductrice chez la femme. Les documents suivants correspondent à trois situations physiologiques différentes :

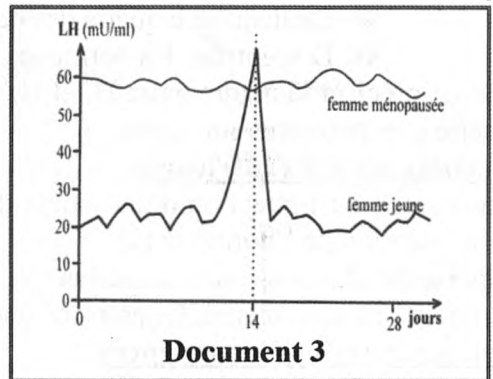
\*/ Le document 1 représente la variation du taux plasmatique d'une hormone ovarienne : l'oestradiol et des hormones hypophysaires FSH et LH au cours d'un cycle sexuel normal d'une femme.



\*/ Le document 2 traduit les variations du taux plasmatique des hormones hypophysaires et ovariennes au cours d'un cycle sexuel d'une femme qui prend la pilule combinée.



Le document 3 représente l'évolution du taux plasmatiques de LH chez une femme jeune et chez une femme ménopausée (caractérisée par un arrêt du fonctionnement des ovaires).



1. En exploitant le document 1, montrez la relation entre la variation du taux plasmatique de l'oestradiol et la sécrétion de FSH et LH, du 13<sup>ème</sup> au 15<sup>ème</sup> jour du cycle et expliquez le mécanisme de l'ovulation.
2. Analysez les données du document 2 en vue de dégager :

- a) Les effets de la pilule combinée sur le fonctionnement de l'hypophyse et de l'ovaire.
- b) Le mode d'action de la pilule combinée.

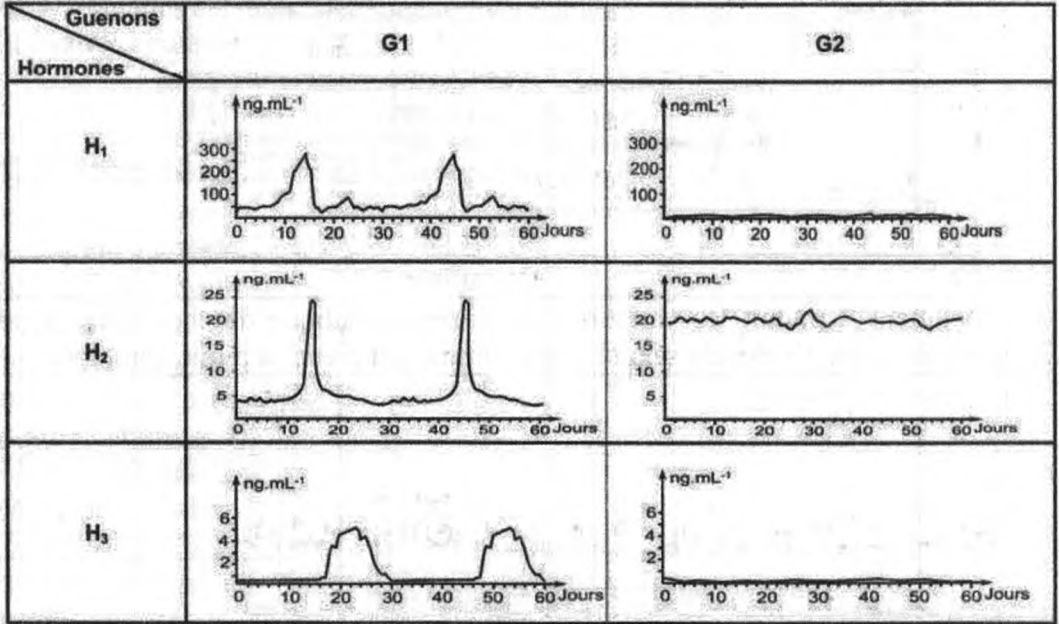
1. Comparez la variation de la sécrétion de la LH chez la femme jeune et chez la femme ménopausée (document 3). Quels renseignements concernant les interactions hormonales pouvez-vous dégager ?
2. En utilisant les informations dégagées de l'analyse des documents 1, 2 et 3 en faisant appel à vos connaissances, représentez un schéma fonctionnel montrant les interactions hormonales entre les ovaires et le complexe hypothalamo-hypophysaire au cours d'un cycle sexuel normal.

**Exercice N°3 (Bac 2011 Principale : Deuxième partie)**

Afin de comprendre les interactions hormonales impliquées dans la fonction reproductrice féminine et d'exploiter les connaissances qui en découlent dans la maîtrise de la procréation chez l'espèce humaine, on propose les expériences et les observations suivantes :

A/ Le document 1 représente les variations de trois hormones sexuelles H<sub>1</sub>, H<sub>2</sub> et H<sub>3</sub> chez deux guenon est comparable à celui de la femme

Document  
1 ⇒



- Comparez la variation des hormones H<sub>1</sub>, H<sub>2</sub> et H<sub>3</sub> chez les deux guenons G<sub>1</sub> et G<sub>2</sub> en vue :
  - ❖ De déduire laquelle des deux guenons est ovariectomisée
  - ❖ D'identifier les hormones H<sub>1</sub>, H<sub>2</sub> et H<sub>3</sub>

Afin de préciser la nature entre H<sub>1</sub> et H<sub>2</sub> d'une part et le rôle de H<sub>1</sub> et H<sub>3</sub> d'autre part, on réalise la série d'expériences suivantes :

**Première série d'expériences**

**Expérience 1 :** l'injection d'une faible dose de l'hormone H<sub>1</sub> à la guenon G<sub>2</sub> entraîne une chute de la sécrétion de l'hormone H<sub>2</sub>

**Expérience 2 :** l'injection au début du cycle et pendant une courte durée d'une forte dose de l'hormone H<sub>1</sub> à la guenon G<sub>1</sub> entraîne une sécrétion brutale de l'hormone H<sub>2</sub>

**Deuxième série d'expériences**

**Expérience 3 :** l'injection de l'hormone H<sub>3</sub> au début du cycle à la guenon G<sub>2</sub> ne montre pas de modification au niveau de l'utérus.

**Expérience 4 :** chez la guenon G<sub>2</sub>, on réalise les injections suivantes :

- ❖ Injections de l'hormone H<sub>1</sub> pendant les 30 premiers jours.
- ❖ Injections de l'hormone H<sub>3</sub> du 16<sup>ème</sup> au 30<sup>ème</sup> jour

Ces injections montrent un développement de la muqueuse utérine et l'apparition d'une dentelle utérine.

- Exploitez les informations apportées par ces deux séries d'expériences afin :
  - a) De préciser la nature de la relation entre les hormones H<sub>1</sub> et H<sub>2</sub>

b) D'expliquer le rôle des hormones  $H_1$  et  $H_3$  dans le développement de l'endomètre utérin au cours d'un cycle sexuel normal

B/ Le document 2 représente le calendrier des cycles sexuels chez une femme pendant les mois de Janvier (sans pilule), de Février et de Mars (sous pilule combinée)

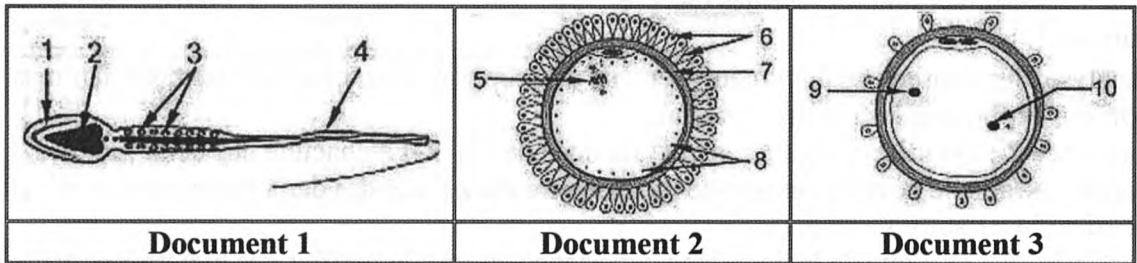


Document 2

- 1) Reportez la date de l'ovulation chez cette femme
- 2) Expliquez le mécanisme qui à l'origine de la présence ou de l'absence de l'ovulation pendant les mois de Janvier, de Février et de Mars.
- 3) A partir de l'analyse des données du document 2 et en faisant appel à vos connaissances, proposez une explication à l'apparition des règles pendant les mois de Février et de Mars.

**Exercice N°4 (Bac 2013 Principale : première partie)**

Les documents 1, 2 et 3 représentent respectivement les structures schématiques d'un spermatozoïde, d'un massif cellulaire renfermant l'ovocyte II au moment de l'ovulation et d'une étape de la fécondation



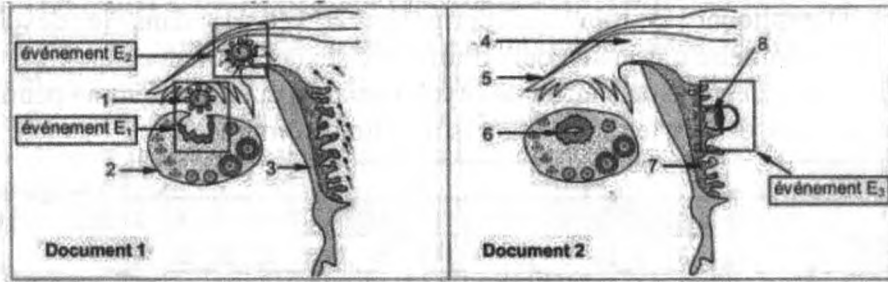
- 1) Annotez les documents 1, 2 et 3
- 2) Reproduisez et complétez le tableau suivant afin de préciser certaines caractéristiques du spermatozoïde et de l'ovocyte II.

Caractéristiques	Spermatozoïde	Ovocyte II
Matériel nucléaire		
Forme		
Mobilité		
Masse cytoplasmique		

- 3) En vous basant sur les données précédentes et vos connaissances, expliquez comment les particularités des structures représentées par les documents 1 et 2 assurent la formation de la structure représentées par le document 3.

**Exercice N°5 (Bac 2013 Contrôle : première partie)**

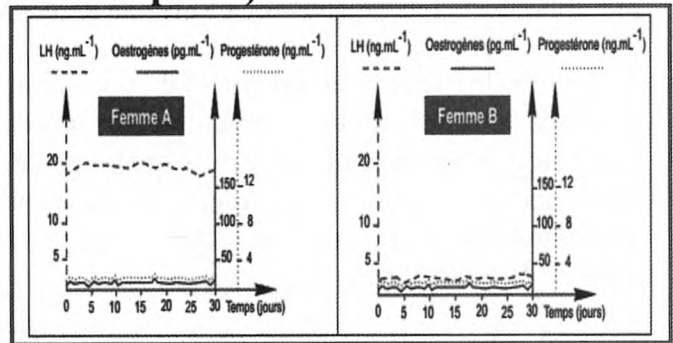
Les schémas des documents 1 et 2 illustrent succession de trois évènements ( $E_1$ ,  $E_2$  et  $E_3$ ) pouvant se produire dans l'appareil génital d'une femme.



- 1) Annotez les documents 1 et 2 en reportant sur votre copie les numéros de 1 à 8.
- 2) Identifiez les événements E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub> et E<sub>3</sub>
- 3) Expliquez le déterminisme hormonal de l'événement E<sub>1</sub>
- 4) Citez deux conditions nécessaires pour la réalisation de l'événement E<sub>2</sub>
- 5) Expliquez les interactions qui s'établissent entre les éléments désignés par les flèches 6, 7 et 8

**Exercice N°6 (Bac 2015 Principale : Deuxième partie)**

On dose, chez deux jeunes femmes A et B, le taux plasmatique des hormones ovariennes et de LH, au cours du temps. Les résultats sont représentés dans le document 1



**Expérience 1 :** On dose, chez deux jeunes femmes A et B, le taux plasmatique des hormones ovariennes et de LH, au cours du temps. Les résultats sont représentés dans le document 1

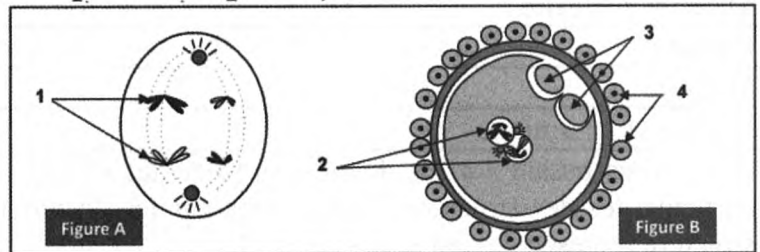
- 1) Analysez les courbes du document 1 en vue de proposer, pour chacune des deux femmes, une hypothèse expliquant les résultats obtenus.

**Expérience 2 :** On injecte régulièrement une dose de Gn-RH à chacune des deux femmes. Cette injection entraîne le développement de l'endomètre chez l'une des deux femmes alors qu'elle est sans effet chez l'autre femme.

- 2) Exploitez les résultats de la deuxième expérience en vue de vérifier des hypothèses proposées
- 3) Représentez, à l'aide d'un schéma fonctionnel, les relations hormonales qui s'établissent entre les organes mis en jeu chez la femme dont l'endomètre a repris son développement pendant la période de traitement à la GnRH.

**Exercice N°7 (Bac 2015 Contrôle : première partie)**

Les figures A et B du document ci-contre représentent, de manière schématique, deux étapes caractéristiques de la reproduction sexuée.



- 1) Légendez ces deux figures en reportant les numéros des flèches 1 à 4 sur votre copie.
- 2) Identifiez chacune de ces deux étapes
- 3) Précisez les lieux de leur déroulement

- 4) Représentez, par un schéma, les principales étapes aboutissant à la formation des gamètes à partir de la figure A
- 5) Citez les transformations cytologiques et nucléaires ayant conduit à l'étape représentée par la figure B.

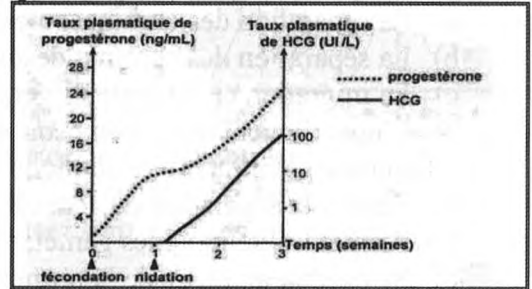
**Exercice N°8 (Bac 2018 Contrôle : Deuxième partie)**

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 ci-contre.

- 1) Analyser 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

Expérience	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) -à la suite d'injections répétées d'anticorps anti-HCG à partir du 18 <sup>ème</sup> jour de gestation (femelle D). Le document 2 présente les résultats obtenus.	Document 2: Taux plasmatique de progestérone (ng/mL) en fonction du temps (jours). L'axe des ordonnées mesure la progestérone (2 à 16 ng/mL) et l'axe des abscisses mesure le temps (18 à 26 jours). La courbe pleine (femelle C) montre une augmentation de la progestérone. La courbe pointillée (femelle D) montre une diminution de la progestérone. Des flèches indiquent des injections répétées d'anticorps anti-HCG chez la femelle D aux jours 18, 20, 22 et 24.

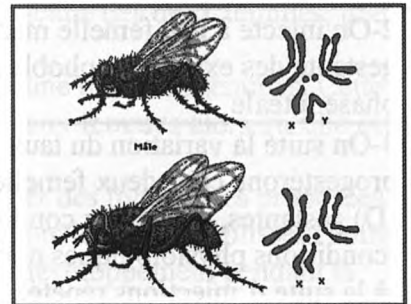
- 2) A partir de l'analyse des résultats de ces expériences et en faisant appel à vos connaissances :
- Précisez l'origine de l'HCG
  - Vérifiez la validité de l'hypothèse émise dans la question 1.
  - Prévoyez le devenir de la gestation chez la femelle (D) suite aux injections répétées d'anticorps anti-HCG. 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.

Chapitre 1 Le brassage de l'information génétique

1<sup>ère</sup> partie Q C M

Pour chacune des questions suivantes, il peut y avoir une ou plusieurs réponses exactes. Indiquez dans chaque cas la (ou les) lettre (s) correspondante (s) à la (ou aux) réponse (s) exacte (s).

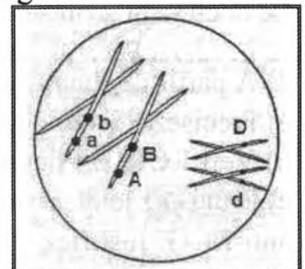
1. L'anaphase I de la méiose est caractérisée par :
  - a) La séparation des chromosomes homologues sans division des centromères
  - b) La séparation des chromatides homologues après division des centromères.
  - c) La migration de n bivalents vers chaque pôle.
  - d) L'appariement des chromosomes homologues
2. Le brassage intrachromosomique :
  - a) Permet la séparation de gènes liés.
  - b) Permet l'obtention des gamètes diversifiés.
  - c) Se produit au cours de la prophase I.
  - d) L'un des mécanismes de la diversité génétique.
3. Le brassage interchromosomique :
  - a) Est le résultat d'échange de fragment de chromatides à l'anaphase I
  - b) Est dû à une ségrégation au hasard des chromosomes homologues.
  - c) Est dû à l'ascension polaire des chromatides à l'anaphase II.
  - d) L'un des mécanismes de la diversité génétique.
4. Le document suivant représente le caryotype de la drosophile mâle et celui de la drosophile femelle :
  - a) chaque individu de cette espèce peut fournir  $n^2$  types de gamètes.
  - b) chaque individu de cette espèce peut fournir 16 types de gamètes.
  - c) Après la fécondation on peut obtenir  $2^n \times 2^n$  possibilités de types de cellules œufs.
  - d) Après la fécondation on peut obtenir 64 possibilités de types de cellules œufs



5. Le document suivant est un schéma simplifié d'un spermatocyte I en prophase I chez un individu. (A, a), (B, b) et (D, d) représentent 3 couples d'allèles de 3 gènes

A partir de ces informations, on peut déduire que

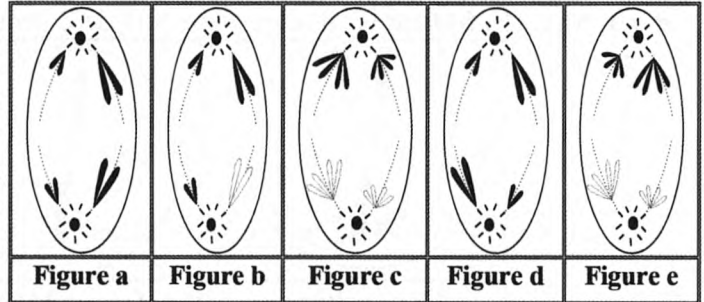
- a) Les allèles D et d ne se séparent qu'à la 2<sup>ème</sup> division de méiose
- b) Les allèles A et B ne se séparent qu'à la 2<sup>ème</sup> division de méiose
- c) Un brassage intra chromosomique est possible entre les allèles A et D
- d) Cette cellule peut engendrer, par le brassage chromosomique (inter et intra), 8 types de gamètes



**2<sup>ème</sup> partie : Restitution des connaissances**

**Exercice N°1**

Les cinq figures du document suivant représentent des cellules observées au cours de la même phase de deux types de divisions cellulaires se déroulant au cours de la spermatogenèse. Il y a des figures présentant des erreurs. Les chromosomes paternels sont représentés par blanc et les chromosomes maternels en noir.



1. Précisez, en justifiant la réponse, lesquelles des figures sont-elles incorrectes ?
2. Dites, en justifiant la réponse, quelle étape représente chacune des figures correctes.
3. Quel phénomène génétique illustre la figure c ? Précisez son importance.

**Exercice N°2**

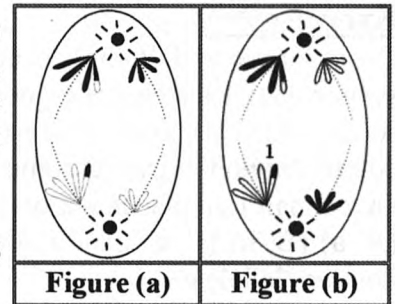
Le document ci-contre représente la garniture chromosomique d'une drosophile mâle.

- 1/a) Ecrivez la formule chromosomique correspondant à ce caryotype en précisant le nombre de paires d'autosomes et les types de chromosomes sexuels.
  - b) Déduisez la formule chromosomique des gamètes produits par cet individu.
- 2/a) Schématisez une disposition de ces chromosomes en anaphase I
  - b) Citez les autres dispositions possibles en utilisant les numéros et les lettres



**Exercice N°3**

Le document ci-contre représente deux figures (a et b) possibles observées pendant la division réductionnelle de la méiose. (Dans un but de simplification, on a limité le nombre de chromosome à  $2n=4$ ) Les chromosomes paternels sont représentés en blanc et les chromosomes maternels en noir



1. Identifier cette phase, en justifiant la réponse.
2. Reconnaître et expliquer les deux phénomènes illustrés par ce document.
3. Faites un schéma explicatif montrant le mécanisme qui aboutit à l'état du chromosome 1.
4. A l'aide de schémas clairs indiquer les différents types de gamètes qu'on pourrait obtenir à la fin de la méiose (pour les deux possibilités (a) et (b)).

**3<sup>ème</sup> partie : Mobilisation des connaissances**

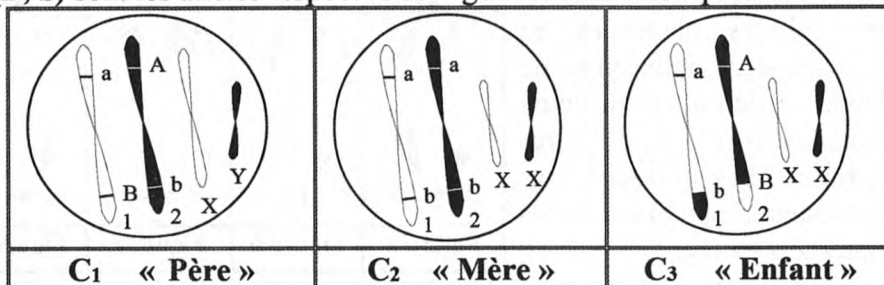
**Exercice N°1**

Des parents à leurs descendants, la reproduction sexuée assure un brassage génétique à travers la méiose et la fécondation.

Les cellules C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> et C<sub>3</sub> du document suivant appartiennent respectivement à un père, à une mère et à un l'un de leurs enfants.

➤ On n'a considéré qu'une paire d'autosomes (1, 2) et la paire de chromosomes sexuels ; on a représenté les chromosomes d'origine paternelles en noir et les chromosomes d'origine maternelles en blanc.

➤ (A, a) et (B, b) sont les allèles respectifs de 2 gènes situés sur la paire d'autosomes (1, 2)



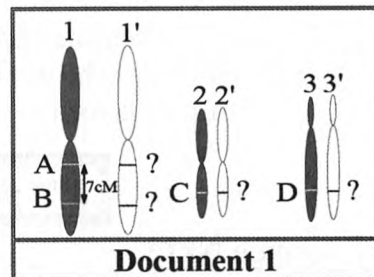
- 1) Écrivez le génotype du père, de la mère et de l'enfant
- 2) En tenant compte uniquement du brassage interchromosomique, représentez :
  - a- les spermatocytes I en anaphase I et les spermatocytes II en anaphase II.
  - b- les différents types de gamètes pouvant être produits par le père.
  - c- les différents types de gamètes pouvant être produits par la mère.
- 3) Les types de gamètes paternels établis dans la question précédente ne permettent pas d'expliquer la combinaison allélique observée chez l'enfant C<sub>3</sub>.
  - a- Nommer et expliquer, schéma à l'appui, le mécanisme qui s'est produit, et qui a conduit à la combinaison allélique observée chez l'enfant.
  - b- En tenant compte des différents brassages qui peuvent avoir lieu, déterminer, sans faire de schéma les combinaisons alléliques possibles contenues dans les gamètes mâles et femelles
  - c- Dégager, dans un tableau, les différents types de cellules œufs que peut engendrer ce couple.

**Exercice N°2**

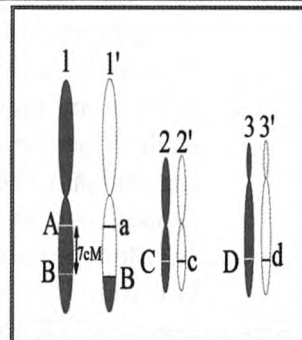
On se propose d'étudier le brassage de l'information génétique au cours d'une reproduction sexuée chez les souris. Le document 1 représente schématiquement une cellule germinale d'une souris mâle (M), ayant trois paires de chromosomes dont trois chromosomes d'origine paternelle colorée en noir et trois chromosomes maternelle coloré en blanc.

On connaît l'emplacement de 3 gènes G<sub>A</sub>, G<sub>B</sub>, et G<sub>C</sub> ayant respectivement les 3 couples d'allèles (A, a) (B, b) (C, c) avec l'allèle A domine l'allèle a, l'allèle B domine l'allèle b et l'allèle C domine l'allèle c

- 1) Reproduisez la cellule germinale et complétez la représentation des allèles possédant cette souris sachant qu'il est hétérozygote pour les 4 gènes.
- 2) En tenant compte du brassage interchromosomique :
  - a- Schématisez les différents cas possibles d'anaphases I en représentant en même temps les différents allèles
  - b- Déterminez sans faire de schéma les combinaisons alléliques possibles contenues dans les gamètes mâles de cette souris (M).



Ce mâle (M) est croisé avec une femelle qui est homozygote récessif pour trois gènes et hétérozygote pour l'autre gène, parmi les descendants, un souriceau provenant d'une cellule œuf de garniture chromosomique ci-contre.



3/a) Schématiser la garniture chromosomique de l'ovogenèse. Justifier votre réponse.

b) Déterminez sans faire de schéma la combinaison allélique contenue dans le gamète mâle et le gamète femelle qui sont l'origine de ce souriceau. Justifier votre réponse.

4/ En tenant compte des différents brassages qui peuvent avoir lieu, déterminer, sans faire de schéma les combinaisons alléliques possibles contenues dans les gamètes femelles.

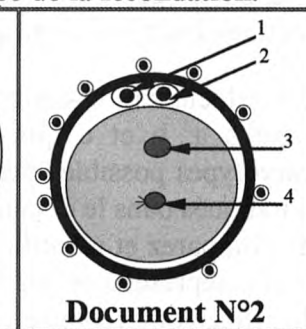
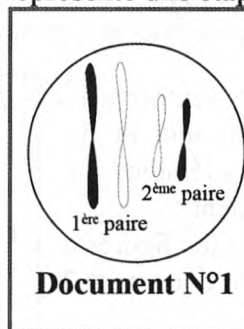
### Exercice N°3

On se propose d'étudier le brassage chromosomique au cours de la reproduction sexuée. Soient deux gènes  $G_A$  et  $G_B$  existant sur deux paires différentes d'autosomes (le gène  $G_A$  situé sur la 1<sup>ère</sup> paire et le gène  $G_B$  situé sur la 2<sup>ème</sup> paire). Ces deux gènes présentent chacun deux allèles appelés A et a pour le  $G_A$  et B et b pour le  $G_B$ . Le document 2 représente une étape de la fécondation.

1) Représenter, en disposant en même temps les différents allèles, l'ovocyte d'une femme double hétérozygote et le spermatozote I d'un homme de génotype A//A, B//B.

2) Pour la femme

a-En tenant compte du brassage interchromosomique, schématisez les stades de la méiose qui sont à l'origine de la diversité génétique.



b-Schématiser les garnitures chromosomiques des gamètes produites par cette femme.

c-Représenter l'aspect des chromosomes et la combinaison allélique possible dans les éléments 1 et 2 du document 2

3) En considérant les deux paires d'autosomes et la paire de chromosomes sexuels, dégager, dans un tableau, les différents types de cellules œufs que peut engendrer ce couple.

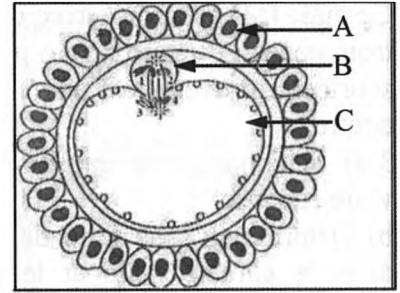
4) Pour l'homme : Soit un autre gène C situé sur la 1<sup>ère</sup> paire de chromosome autosome avec l'allèle C domine l'allèle c. En tenant compte des différents brassages qui peuvent avoir lieu, déterminer, sans faire de schéma les combinaisons alléliques possibles contenues dans les gamètes mâles, sachant que l'homme est hétérozygote pour ce nouveau gène

### 4<sup>ème</sup> partie : Exercices de bac

### Exercice N°2 (Bac 2003 Contrôle : Deuxième partie)

Le document suivant illustre un stade de l'ovogenèse chez la femme, pour simplifier, on a réduit le nombre de chromosomes à  $2n = 4$ .

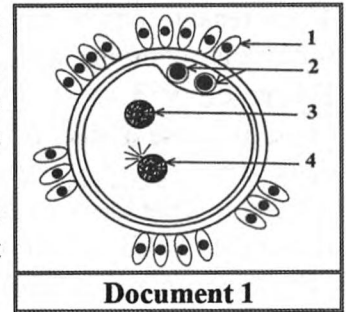
1. Identifiez le stade représenté par ce document
2. Nommez les cellules A, B et C.
3. A quel moment du cycle sexuel peut-on observer ce stade ? justifiez votre réponse.
4. En utilisant les numéros 1, 2, 3 et 4 des chromosomes figurés sur le document ci-dessus, précisez les autres résultats possibles du brassage interchromosomique dans la cellule C.



### **Exercice N°3 (Bac 2005 Principale : Deuxième partie)**

Généralement le caryotype humain se caractérise par une stabilité : c'est-à-dire une constance du nombre de chromosomes ( $2n = 46$ ). Pour comprendre les mécanismes à l'origine de la stabilité et de l'instabilité du caryotype humain, on se réfère à l'analyse des documents 1 et 2.

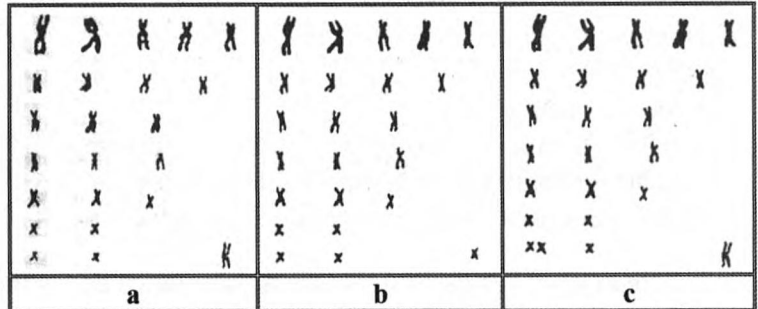
1/Le document 1 montre une structure prélevée des trompes de l'appareil génital de la femme. Donnez un titre au document 1 et écrivez les noms correspondants aux numéros 1, 2, 3 et 4.



2/Le document ci-contre comporte les figures a, b et c qui présentent des caryotypes possibles des éléments 3 et 4 indiqués dans le document 1.

a- Comparez et identifiez les figures a, b et c représentées par le document 2. Justifiez votre réponse

b- Expliquez, schéma à l'appui,



le mécanisme qui a abouti à la formation du caryotype c (pour simplifier les schémas, vous représentez des cellules à  $2n = 6$  chromosomes).

c- Exploitez les informations fournies par les documents ci-dessus et vos réponses précédentes pour expliquer les mécanismes à l'origine de la stabilité et de l'instabilité du caryotype humain.

- d) 20 centimorgan.
- 2) Deux gènes liés :
- a) Sont des gènes situés sur le même chromosome.
  - b) Sont obligatoirement transmis ensemble dans un gamète.
  - c) Sont recombinés par le phénomène de brassage interchromosomique
  - d) Peuvent être modifiés par crossing-over.
- 3) Deux gènes indépendants :
- a) Sont des gènes situés des paires différentes de chromosomes.
  - b) Sont recombinés par le phénomène de brassage intrachromosomique
  - c) Sont recombinés par le phénomène de brassage interchromosomique
  - d) Peuvent être modifiés par crossing-over.
- 4) Dans le cas de deux gènes liés avec linkage partiel, lorsqu'on croise  $F_1$  avec un parent double récessif, les descendants sont :
- a) De même phénotypes
  - b) De même génotypes
  - c) De deux phénotypes différents
  - d) De quatre phénotypes différents
- 5) Dans le cas où deux gènes sont indépendants, un individu double hétérozygote produit :
- a) Quatre types de gamètes de même proportion.
  - b) Quatre types de gamètes de proportion différents.
  - c) Plusieurs types de gamètes de même proportion.
  - d) Plusieurs types de gamètes de proportion différents..
- 6) Dans la  $F_2$  du dihybridisme, les individus de phénotype dominant :
- a) Sont toujours hétérozygotes
  - b) Sont toujours homozygotes
  - c) Sont soit hétérozygotes soit homozygotes
  - d) Sont toujours de mêmes génotypes
- 7) Les allèles d'un même gène :
- a) Occupent toujours le même locus sur chromosome donné
  - b) Sont identique sur les deux chromosomes homologues
  - c) Sont au nombre de deux au sein de chaque gamète
  - d) Se séparent normalement lors de la division équationnelle de la méiose
- 8) Les chromosomes homologues :
- a) renferment les mêmes gènes
  - b) renferment les mêmes allèles de même gène
  - c) renferment les mêmes gènes et les mêmes allèles
  - d) sont de même origine
  - e) sont d'origine différente
- 9) Un individu hétérozygote pour deux gènes liés distants de 20 cM fournit :
- a) 40% gamètes recombinés
  - b) 20% gamètes recombinés
  - c) 60% gamètes parentaux
  - d) 80% gamètes parentaux
- 10) Un pourcentage de recombinaison de 10% correspond à une distance de :

- a) 10 centiMorgan.
- b) 20 centiMorgan.
- c) 1 centiMorgan.
- d) 0,1 centiMorgan.
- e) 10 centiMorgan.

11) Un pourcentage de recombinaison de 50% peut correspondre à :

- a) Des gènes liés tel que, le linkage est absolu
- b) Des gènes liés physiquement et indépendants génétiquement
- c) Des gènes liés peu éloignés
- d) Des gènes indépendants

12) les gamètes recombinés, produits par un individu de génotype AB//ab sont :

- a) Ab, aB
- b) AB, ab.
- c) Aa, Bb
- d) A, a, B, b.

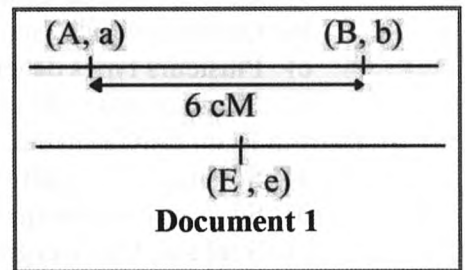
**2<sup>ème</sup> partie : Mobilisation des connaissances**

**Exercice N°1**

On considère chez la drosophile :

- ❖ Les couples d'allèles suivants
  - couple d'allèle (A, a) tel que A domine a
  - couple d'allèle (B, b) tel que B domine b
  - couple d'allèle (E, e) tel que E domine e

La représentation de la carte factorielle correspondante à ces 3 gènes obtenue par réalisation de **test cross document 1**



1. Précisez, pour les couples d'allèles (A,a) et (B,b), les génotypes des individus croisés et les proportions phénotypiques des descendants attendus sachant que le pourcentage d'individus [a b] est de l'ordre de 3%
2. Précisez, pour les couples d'allèles (B,b) et (E,e), les génotypes des individus croisés et les proportions phénotypiques des descendants attendus sachant que le pourcentage d'individus [b e] est de l'ordre de 25%
3. Le croisement de drosophiles femelles de phénotype [B E] avec des drosophiles mâles de phénotypes [b E] donne une génération F formée de :

602 [B E]	600 [b E]	200 [B e]	202 [b e]
-----------	-----------	-----------	-----------

- a) Ecrivez les génotypes des parents croisés
- b) Dressez l'échiquier correspondant à ce croisement

**Exercice N°2**

On dispose de trois lignées de drosophiles :

- \*/Une lignée à ailes longues et yeux bruns
- \*/Une lignée à ailes vestigiales et yeux rouges
- \*/Une lignée à ailes vestigiales et yeux bruns

1 <sup>er</sup> croisement	Drosophiles à ailes longues et yeux bruns	X	Drosophiles à ailes vestigiales et yeux rouges
Résultats	F <sub>1</sub> : 100% de drosophiles à ailes longues et yeux rouges		

- 1) Quelles conclusions peut-on tirer de ce résultat ?  
 2) En se limitant à ce résultat, écrivez les génotypes des parents et des individus de la F<sub>1</sub>

2 <sup>ème</sup> croisement	Mâles de la F <sub>1</sub>	X	Femelle de la F <sub>1</sub>
Résultats	800 drosophiles à ailes longues et yeux rouges 400 drosophiles à ailes longues et yeux bruns 400 drosophiles à ailes vestigiales et yeux rouges		

- 3) En exploitant les résultats du 2<sup>ème</sup> croisement, précisez si les gènes sont indépendants ou liés

3 <sup>ème</sup> croisement	Femelle de la F <sub>1</sub>	X	Mâle à ailes vestigiales et yeux bruns
Résultats	35% drosophiles à ailes longues et yeux bruns		

- 4) Quelle autre information peut-on déduire à partir du résultat de ce croisement ?  
 5) Prévoyez la composition phénotypique de la descendance issue du 3<sup>ème</sup> croisement, en travaillant sur un effectif total de 1000 individus.

**Exercice N°3**

Un floriculteur cultive une variété pure de plantes ayant des fleurs à pétales rouges et feuilles larges. Il a constaté l'apparition dans son champ des plantes ayant des fleurs à pétales roses et moyennes. Ce floriculteur a pensé que le vent ou les insectes ont amené du pollen (gamètes mâles) d'une autre variété dans son champ. Il réalise une autofécondation

101 plantes à feuilles larges et à fleurs rouges.	<b>Doc 1</b>
198 plantes à feuilles larges et à fleurs roses.	
99 plantes à feuilles larges et à fleurs blanches.	
102 plantes à feuilles étroites et à fleurs rouges.	
202 plantes à feuilles étroites et à fleurs roses.	
98 plantes à feuilles étroites et à fleurs blanches.	
199 plantes à feuilles moyennes et à fleurs rouges.	
399 plantes à feuilles moyennes et à fleurs roses.	
202 plantes à feuilles moyennes et à fleurs blanches	

entre ces nouvelles plantes apparues, il a constaté l'apparition de plusieurs phénotypes. Le **document 1** représente les résultats obtenus.

1. Précisez la relation de dominance entre les allèles de chacun des deux gènes considérés
2. Déterminez si ces deux gènes sont liés ou indépendants. Justifiez votre réponse.
3. Écrivez les génotypes des nouvelles plantes apparues en précisant votre démarche
4. Déterminez les génotypes et les phénotypes des descendants.
5. Donnez les génotypes possibles de la plante à l'origine du pollen ayant conduit à l'apparition de nouvelle plante chez le floriculteur.

**Exercice N°4**

Plusieurs mutations ont été constatées chez les souches de drosophiles et qui concernent la taille des ailes et des soies, la couleur des yeux et du corps, etc. ...

On a isolé deux souches de drosophiles qui diffèrent entre elles par deux caractères :

- ✓ 1<sup>er</sup> caractère : La taille des ailes : longue ou vestigiale.
- ✓ 2<sup>ème</sup> caractère La couleur des yeux : rouge ou pourpre.
- ✓ 3<sup>ème</sup> caractère : La couleur du corps : gris ou noir.

Dans le but d'étudier le mode de transmission de ces trois caractères, on réalise une série de croisement.

**I- Première croisement** : on croise deux souches de drosophiles qui diffèrent entre elles par deux caractères (1<sup>er</sup> caractère et 2<sup>ème</sup> caractère). On obtient une première génération F<sub>1</sub> 100% de drosophiles de phénotypes ailes longues et yeux rouges. (Autant de femelles que de mâles)

1. Que peut-on conclure de ce résultat ?
2. Quels sont les phénotypes possibles des parents ?

**II- Deuxième croisement** : le croisement de femelles de la première génération F<sub>1</sub> avec des mâles à ailes vestigiales et yeux pourpres donne une génération qui comporte de :

- ✓ 436 drosophiles à des ailes longues et yeux pourpres.
  - ✓ 434 drosophiles à des ailes vestigiales et yeux rouges.
  - ✓ 64 drosophiles à des ailes longues et yeux rouges.
  - ✓ 66 drosophiles à des ailes vestigiales et yeux pourpres.
3. Déterminez si ces deux gènes sont liés ou indépendants. Justifiez votre réponse.
  4. Précisez les génotypes des parents et des individus F<sub>1</sub>.
  5. Interpréter génétiquement les résultats de 2<sup>ème</sup> croisement
  6. calculez la distance entre ces deux gènes.

**III- Troisième croisement** :

On croise les deux souches drosophiles pures qui diffèrent entre elles par deux caractères : Femelles à corps gris et yeux pourpres X mâles à corps noir et yeux rouges. Ce croisement donne une première génération F<sub>1</sub> composée de 100% de drosophiles à corps gris et yeux rouge.

**IV- Quatrième croisement** : On croise des femelles de F<sub>1</sub> avec des mâles à corps noir et yeux pourpres. On obtient la génération suivante :

- 472 drosophiles à corps noir et yeux rouges
  - 468 drosophiles à corps gris et yeux pourpres
  - 32 drosophiles à corps gris et yeux rouges
  - 28 drosophiles à corps noir et yeux pourpres
7. Interpréter génétiquement les résultats de ces deux croisements.
  8. Ce résultat joint au deuxième croisement, vous permet-il de préciser la place relative du 3<sup>ème</sup> gène (contrôlant le 3<sup>ème</sup> caractère) par rapport aux deux autres gènes (contrôlant le 1<sup>er</sup> et le 2<sup>ème</sup> caractère) ? Discuter.
  9. Au cas où il y a une ambiguïté, proposer une expérience d'hybridation permettant d'éliminer cette ambiguïté.
  10. L'étude des pourcentages de recombinaison entre le 1<sup>er</sup> gène et le 2<sup>ème</sup> est voisine de 19%. Représenter la carte génétique pour ces 3 gènes.

### Exercice N°5

On réalise chez la drosophile les croisements suivants :

#### I- Premier croisement

On croise deux souches de drosophiles de races pures, la première est à ailes longues et à yeux marron et, la seconde est à ailes vestigiales et à yeux rouges. On obtient une première génération F<sub>1</sub> 100% de drosophiles de phénotypes ailes longues et yeux rouges.

**II- Deuxième croisement** : le croisement entre deux individus de F<sub>1</sub> donne une 2<sup>ème</sup> génération F<sub>2</sub> qui comporte de :

- ✓ 836 drosophiles à des ailes longues et yeux rouges.
- ✓ 420 drosophiles à des ailes vestigiales et yeux rouges.

✓ 416 drosophiles à des ailes longues et yeux marron.

- 1) Quelle conclusion peut-on tirer à partir du 1<sup>er</sup> croisement.
- 2) Proposer une hypothèse pour expliquer les résultats du 2<sup>ème</sup> croisement.
- 3) Dans le cadre de cette hypothèse, interpréter génétiquement les résultats de ces deux croisements. Conclure.

Dans le but de vérifier l'hypothèse proposée dans la 2<sup>ème</sup> question on réalise les croisements suivants :

**III- Troisième croisement :**

On croise un mâle de F<sub>2</sub> à des ailes longues et à des yeux marron avec une femelle de F<sub>2</sub> à des ailes vestigiales et à des yeux rouges. On obtient une génération composée de :

- ✓ 211 drosophiles à des ailes longues et yeux rouges.
- ✓ 208 drosophiles à des ailes vestigiales et yeux rouges.
- ✓ 212 drosophiles à des ailes longues et yeux marron.
- ✓ 209 drosophiles à des ailes vestigiales et yeux marron.

**IV- Quatrième croisement :**

On croise un mâle de F<sub>2</sub> à des ailes longues et à des yeux marron avec une femelle de F<sub>2</sub> à des ailes vestigiales et à des yeux rouges. On obtient une génération composée de 100% de drosophiles à des ailes longues et yeux rouges.

**IV- cinquième croisement :**

On croise un mâle de F<sub>2</sub> à des ailes longues et à des yeux marron avec une femelle de F<sub>2</sub> à des ailes vestigiales et à des yeux rouges. On obtient une génération composée de 50% de drosophiles à des ailes longues et yeux rouges et 50% de drosophiles à des ailes longues et yeux marron.

4. Ces résultats, que vous interprétez génétiquement, confirment-ils l'hypothèse déjà proposée ?

**Exercice N°6**

Le croisement d'un lapin à poils courts et couleur uniforme avec un lapin à poils longs et couleur panachée donne une première génération F<sub>1</sub> tous les lapereaux (petits du lapin) ont des poils courts et couleurs panachées.

Les lapereaux devenus adultes sont croisés avec des lapins à poils longs et couleur uniforme, on obtient :

- 13 lapins à poils courts et couleur uniforme.
- 14 lapins à poils longs et couleur panachée
- 4 lapins à poils longs et couleur uniforme
- 3 lapins à poils courts et couleur panachée

- 1) Précisez, en justifiant votre réponse le déterminisme génétique des caractères étudiés (dominance des allèles et localisation chromosomique des gènes)
- 2) Schématiser les chromosomes des lapereaux de F<sub>1</sub> en y figurant les allèles concernés.
- 3) En suivant le comportement des chromosomes lors de la méiose, retrouvez à l'aide d'un schéma explicatif les gamètes qui permet d'expliquer les résultats indiqués ci-dessus, en précisant les proportions de ces gamètes obtenus.
- 4) On croise entre eux deux lapins A et B sachant que :
  - A est à pattes rampantes et à poils courts.
  - B est à pattes rampantes et poils longs.

On obtient :

- 3 lapins à pattes rampantes et à poils courts.
- 3 lapins à pattes rampantes et à poils longs.
- 1 lapin à pattes normales et à poils courts.
- 1 lapin à pattes normales et à poils longs

- a) Déterminez les phénotypes et les génotypes des lapins A et B.  
 b) Schématisez les chromosomes des lapins A et B en y figurant les allèles concernés.  
 c) En suivant le comportement des chromosomes lors de la méiose, retrouvez à l'aide d'un schéma explicatif les gamètes qui permet d'expliquer les résultats indiqués ci-dessus, en précisant les proportions de ces gamètes obtenus.

**Exercice N°7**

On dispose de 3 variétés de pois :

\*/  $V_1$  et  $V_2$  : Deux plantes à graines jaunes et à gousses uniformes

\*/  $V_3$  : plante à graines vertes et à gousses étranglées.

Le croisement entre  $V_1$  et  $V_2$  donne une génération  $G_1$  composée des descendants ( $D_1, D_2, D_3$  et  $D_4$ ) qui sont tous des plantes à graines jaunes et à gousses uniformes.

On croise chacun de ces plantes ( $D_1, D_2, D_3, D_4$ ) avec la variété  $V_3$  à graines vertes et à gousses étranglés. Les résultats obtenus sont indiqués dans le tableau suivant.

N° de croisement	Individus croisés	Descendance obtenue
1	$D_1 \times V_3$	100% des plantes à graines jaunes et à gousses uniformes
2	$D_2 \times V_3$	207 plantes à graines jaunes et à gousses étranglés 53 plantes à graines jaunes et à gousses uniformes 47 plantes à graines vertes et à gousses étranglés 193 plantes à graines vertes et à gousses uniformes
3	$D_3 \times V_3$	256 plantes à graines jaunes et à gousses uniformes 260 plantes à graines vertes et à gousses uniformes
4	$D_4 \times V_3$	247 plantes à graines jaunes et à gousses uniformes 254 plantes à graines jaunes et à gousses étranglés

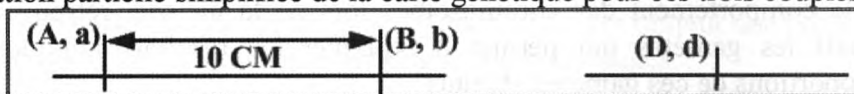
1. Précisez, en justifiant votre réponse le déterminisme génétique des caractères étudiés (dominance des allèles et localisation chromosomique des gènes)
2. Déterminez les génotypes des descendants  $D_1, D_2, D_3, D_4$  ainsi que les plantes  $V_1, V_2$  et  $V_3$
3. Prévoyez la composition phénotypique et génotypique de la descendance du croisement des plants  $D_2$  et  $D_3$  entre eux, et ceci, pour un effectif global de 1000 individus.
4. Expliquez, schémas à l'appui, comment le brassage chromosomique permet de comprendre l'obtention des descendants du 2<sup>ème</sup> croisement

**Exercice N°8**

On considère chez une espèce végétale donnée :

Trois couples d'allèles (A, a) et (B, b) et (D, d) avec A domine a, B domine b et D domine d

Une représentation partielle simplifiée de la carte génétique pour ces trois couples d'allèles :



Plusieurs croisements sont alors réalisés. Les phénotypes des parents croisés et les proportions partielles issues de ces croisements sont consignés dans le tableau ci-dessous

Croisements	Croisement 1	Croisement 2	Croisement 3	Croisement 4
Phénotypes des individus croisés	[AD] X [ad]	[BD] X [bd]	[BD] X [BD]	[AB] X [AB]
Proportions partielles obtenues	50% [Ad]	25% [bd]	6,25% [bd]	20,25% [ab]

1/ Ecrire, en justifiant la réponse, les génotypes des individus croisés (croisement 1, 2, 3 et 4)  
 2/Prévoyez la composition phénotypique et génotypique de la descendance du croisement des plants [AB] et [ab] entre eux, et ceci, pour un effectif global de 1000 individus.

**3/Si l'espèce est une drosophile :**

- Prévoyez la composition phénotypique et génotypique de la descendance du 4<sup>ème</sup> croisement et ceci, pour un effectif global de 1000 individus.
- Un autre croisement entre deux individus de F1 de phénotype [AB] a donné 50% de descendant de phénotypes [AB], écrivez le génotype de F1 et ces descendants

**3<sup>ème</sup> partie : Exercices de bac**

**Exercice N°1 (Bac 2001 Principale : Deuxième partie)**

Chez le pois, on dispose de trois couples d'allèles :

Le couple d'allèle (A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>) contrôlé la longueur des tiges qui peuvent être longues [A<sub>1</sub>] ou courtes [A<sub>2</sub>].  
 Le couple d'allèle (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>) contrôlé la forme des gousses qui peuvent être droites [B<sub>1</sub>] ou incurvées [B<sub>2</sub>].  
 Le couple d'allèle (C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>) contrôlé la couleur des gousses qui peuvent être jaune [C<sub>1</sub>] ou vertes [C<sub>2</sub>].

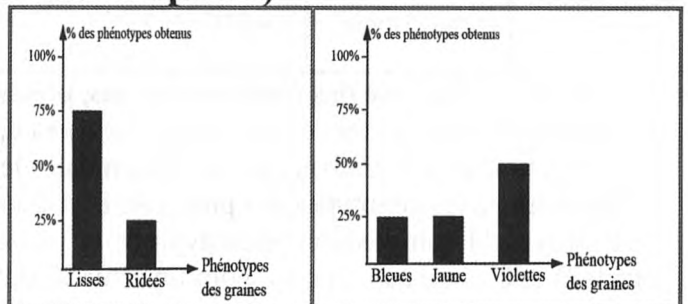
On réalise des croisements entre des variétés de pois de lignées pures. Les obtenus sont croisés avec des doubles récessifs. Les résultats obtenus sont indiqués dans le tableau suivant :

Croisement	Croisement N°1	Croisement N°2
Résultats	[A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> ] X [A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> ]	[B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> ] X [B <sub>2</sub> C <sub>2</sub> ]
De la F <sub>1</sub>	100% [A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> ]	100% [B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> ]
Du test cross (F1 X double récessif)	503 [A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> ] 498 [A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> ] 499 [A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> ] 500 [A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> ]	799 [B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> ] 198 [B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> ] 199 [B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> ] 804 [B <sub>2</sub> C <sub>2</sub> ]

- A partir des résultats des croisements N°1 et N°2, déterminez, le mode de transmission des gènes A, B et C (dominance, liaison ou indépendance génétique).
- Ecrivez les génotypes des parents et des individus de la F<sub>1</sub> pour chacun des deux croisements.
- Expliquez, schémas à l'appui, comment le brassage chromosomique permet de comprendre l'obtention des phénotypes [A<sub>1</sub> B<sub>2</sub>] et [A<sub>2</sub> B<sub>1</sub>] d'une part, et des phénotypes [B<sub>1</sub> C<sub>2</sub>] et [B<sub>2</sub> C<sub>1</sub>] d'autre part.

**Exercice N°2 (Bac 2002 Principale : Deuxième partie)**

On croise deux lignées pures de maïs, l'une à graines bleues et lisses et l'autre à graines jaunes et ridées. Les hybrides F<sub>1</sub> obtenus sont croisés entre eux. Les deux histogrammes ci-contre représentent les pourcentages des phénotypes des graines issues de ce deuxième croisement (F<sub>2</sub>) pour chacun des deux caractères étudiés.



- 1) Indiquez le nombre de couples d'allèles contrôlant chacun des caractères étudiés ainsi que les types de dominance. Justifiez votre réponse.
- 2) Parmi 800 graines de la F<sub>2</sub>, 50 graines sont de phénotype jaunes et ridées. Quel renseignement dégagé-t-on à propos de la liaison ou de l'indépendance des gènes concernés ? Justifiez votre réponse.
- 3) En considérant à la fois la couleur et la forme des graines, déterminez les différents phénotypes de cette F<sub>2</sub> et leurs effectifs, en travaillant toujours sur un effectif total de 800 graines.

**Exercice N°3 (Bac 2005 Contrôle : Deuxième partie)**

Un floriculteur cultive une variété pure de plantes ayant des fleurs à pétales rouges et frisés. Il a constaté l'apparition dans son champ des plantes ayant des fleurs à pétales roses et frisés et des plantes ayant des fleurs à pétales roses et lisses. Ce floriculteur a pensé que le vent ou les insectes ont amené du pollen (gamètes mâles) d'une autre variété dans son champ. Il essaie de trouver une explication génétique aux phénotypes apparus. Pour cela, il réalise le croisement entre ces nouvelles plantes comme suit

Plante (A) ayant des fleurs à pétales roses et frisés X Plante (B ayant des fleurs à pétales roses et lisses

La descendance obtenue est composée de :

- 202 plantes ayant des fleurs à pétales roses et lisses.
- 102 plantes ayant des fleurs à pétales blancs et lisses.
- 98 plantes ayant des fleurs à pétales blancs et frisés.
- 102 plantes ayant des fleurs à pétales roses et frisés
- 98 plantes ayant des fleurs à pétales roses et lisses.
- 198 plantes ayant des fleurs à pétales roses et frisés.

1. Précisez la relation de dominance entre les allèles de chacun des deux gènes considérés
2. Déterminez si ces deux gènes sont liés ou indépendants. Justifiez votre réponse.
3. Écrivez les génotypes des plantes croisées A et B en précisant votre démarche
4. Donnez les génotypes possibles de la plante à l'origine du pollen ayant conduit à l'apparition des nouveaux phénotypes chez le floriculteur.

**Exercice N°4 (Bac 2007 Principale : Deuxième partie)**

On dispose de 3 plants A, B et C à tiges longues et fleurs rouges d'une espèce végétale donnée. On croise chacun de ces plants avec un plant D à tiges naines et fleurs blanches de la même espèce. Le tableau suivant donne les résultats de ces croisements.

Croisement	A X D	B X D	C X D
Résultats	100% tiges longues et fleurs rouges	50% tiges naines et fleurs rouges 50% tiges longues et fleurs rouges	25% tiges naines et fleurs rouges 25% tiges longues et fleurs rouges 25% tiges naines et fleurs blanches 25% tiges longues et fleurs blanches

- 1) A partir de l'analyse des résultats obtenus, précisez tout en le justifiant :
  - a- La relation de dominance entre les phénotypes des caractères étudiés.
  - b- La relation d'indépendance ou de liaison entre les gènes contrôlant les caractères étudiés
- 2) Déterminez les génotypes des plants A, B et C en précisant votre démarche.
- 3) Prévoyez la composition phénotypique et génotypique de la descendance du croisement des plants B et C entre eux, et ceci, pour un effectif global de 1000 individus.

**Exercice N°5 (Bac 2009 Contrôle : Deuxième partie)**

On veut étudier, chez le maïs, le mode de transmission de deux couples d'allèles :

- (A, a) responsable de la couleur des graines (avec A = noire qui domine a = jaune)
- (B, b) responsable de la forme des graines (avec B = lisse qui domine b = ridée).

On réalise le croisement suivant : [AB] X [ab]. La descendance comporte les quatre phénotypes suivants : 45% [AB] ; 45% [ab] ; 5% [Ab] ; 5% [aB].

1) Analysez les résultats de ce croisement en vue de vérifier chacune des hypothèses suivantes :

- Les deux gènes sont indépendants
- Les deux gènes sont liés

2) Donnez les génotypes des parents [AB] et [ab]

3) Expliquez, schéma à l'appui, le comportement des chromosomes au cours de la méiose qui conduit à la formation des différents types de gamètes du parent de phénotypes [AB].

**Exercice N°6 (Bac 2010 Contrôle : Deuxième partie)**

On se propose d'étudier la transmission de deux couples d'allèles chez la drosophile :

- ❖ Un couple d'allèles contrôlant la couleur du corps.
- ❖ Un couple d'allèles contrôlant la taille des soies.

On dispose d'une souche de drosophile à corps ébène et soies courtes notée M et de trois souches de drosophiles à corps gris et soies normales notées S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> et S<sub>3</sub> avec lesquelles on réalise trois croisements. Le tableau suivant représente les résultats du premier et du 2<sup>ème</sup> croisement.

Premier croisement : souche M X souche S <sub>1</sub>	Deuxième croisement : souche M X souche S <sub>2</sub>
- 50% drosophiles à corps gris et soies normales	- 50% drosophiles à corps gris et soies normales
- 50% drosophiles à corps gris et soies courtes	- 50% drosophiles à corps ébènes et soies normales

1. Exploitez les résultats de ces deux croisements pour :
  - a) Dégager la relation de dominance entre les allèles de chaque couple
  - b) Indiquer les génotypes possibles des souches M, S<sub>1</sub> et S<sub>2</sub>

**Troisième croisement :** Le croisement de la souche M avec la souche S<sub>3</sub> donne :

- ❖ 226 drosophiles à corps gris et soies courtes
  - ❖ 224 drosophiles à corps ébène et soies normales
  - ❖ 24 drosophiles à corps gris et soies normales
  - ❖ 26 drosophiles à corps ébène et soies courtes
2. Analysez les résultats de ce 3<sup>ème</sup> croisement afin de préciser :
    - a) Si les deux gènes contrôlant les caractères étudiés sont liés ou indépendants.
    - c) Les génotypes des souches M, S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> et S<sub>3</sub>
  3. Montrez schéma à l'appui, comment le brassage chromosomique permet d'expliquer l'obtention des descendants issus du 3<sup>ème</sup> croisement formés par les drosophiles à corps gris et soies normales et les drosophiles à corps ébène et soies courtes.

**Exercice N°7 (Bac 2013 Principale : Deuxième partie)**

On étudie chez la drosophile la transmission de deux couples d'allèles :

- ❖ Un couple d'allèles contrôlant la forme des ailes.
- ❖ Un couple d'allèles contrôlant la couleur des yeux

Afin de préciser le mode de transmission de ces deux couples d'allèles, on réalise les deux croisements suivants :

**Premier croisement :** on croise des drosophiles aux ailes longues et aux yeux pourpres avec des drosophiles aux ailes courtes et aux yeux bruns. On obtient une première génération F1 formée d'individus tous aux ailes longues et aux yeux bruns.

**Deuxième croisement :** on croise des drosophiles femelles de la F1 avec des drosophiles mâles aux ailes courtes et aux yeux pourpres. On obtient une génération « G » formée de :

- ❖ 450 drosophiles aux ailes longues et aux yeux pourpres.
- ❖ 450 drosophiles aux ailes courtes et aux yeux bruns.
- ❖ 50 drosophiles aux ailes longues et aux yeux bruns.
- ❖ 50 drosophiles aux ailes courtes et aux yeux pourpres.

1. Analysez les résultats des deux croisements en vue de :

- a) Préciser la relation de dominance entre les allèles de chacun des deux gènes considérés.
- b) Déterminer si les deux gènes sont liés ou indépendants.

2. Ecrivez les génotypes des parents et des descendants pour chacun des deux croisements

On réalise un 3<sup>ème</sup> croisement entre des femelles aux ailes longues et aux yeux pourpres avec des drosophiles mâles aux ailes courtes et aux yeux bruns. La descendance obtenue comprend :

- ❖ 25% drosophiles aux ailes longues et aux yeux bruns.
- ❖ 25% drosophiles aux ailes courtes et aux yeux bruns.
- ❖ 25% drosophiles aux ailes longues et aux yeux pourpres.
- ❖ 25% drosophiles aux ailes courtes et aux yeux pourpres.

3. Expliquez les résultats du 3<sup>ème</sup> croisement tout en écrivant les génotypes des parents croisés.

### **Exercice N°8 (Bac 2014 Contrôle : Deuxième partie)**

On se propose d'étudier le mode de transmission de deux couples d'allèles chez la drosophile.

- Un couple d'allèles contrôlant la couleur du corps.
- Un couple d'allèles contrôlant la taille des soies.

Pour cela on dispose de quatre souches S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub> et S<sub>4</sub> avec lesquelles on réalise les croisements suivants :

**Premier croisement :** On croise la souche S<sub>1</sub> à corps gris et soies normales avec la souche S<sub>2</sub> à corps ébène et soies courtes. La descendance obtenue est composée de drosophiles toutes à corps gris et soies normales.

**Deuxième croisement :** On croise la souche S<sub>3</sub> à corps gris et soies courtes avec la souche S<sub>4</sub> à corps ébène et soies normales. La descendance obtenue est composée de :

- 251 drosophiles à corps gris et soies normales
- 249 drosophiles à corps gris et soies courtes
- 248 drosophiles à corps ébène et soies normales
- 252 drosophiles à corps ébène et soies courtes

1) Analysez les résultats obtenus en vue de :

- a- déduire la relation de dominance entre les allèles de chaque couple.
- b- déterminer les génotypes possibles des souches S<sub>3</sub> et S<sub>4</sub>.

**Troisième croisement :** On croise une souche S<sub>5</sub> issue du deuxième croisement (S<sub>3</sub> x S<sub>4</sub>) avec la souche S<sub>2</sub>. La descendance obtenue est composée de :

- 452 drosophiles à corps gris et soies courtes
- 448 drosophiles à corps ébène et soies normales
- 48 drosophiles à corps gris et soies normales
- 52 drosophiles à corps ébène et soies courtes

- 2) À partir de l'analyse des résultats du troisième croisement et des informations précédentes :
- a- identifiez le phénotype de la souche S<sub>5</sub>.
  - b- précisez si les deux couples d'allèles étudiés sont liés ou indépendants.
- 3) En établissant le tableau de rencontre des gamètes des souches S<sub>2</sub> et S<sub>5</sub>, expliquez les résultats du troisième croisement.

**Exercice N°9 (Bac 2015 Contrôle : Deuxième partie)**

On croise deux lignées pures de maïs, l'une à graines colorées et ridées et l'autre à graines incolores et lisses. Les individus de la F<sub>1</sub> obtenues à partir de ce croisement sont croisés avec une lignée pure à graines incolores et ridées. On obtient une deuxième génération comportant :

- ❖ 46% de plantes à graines colorées et ridées.
  - ❖ 4% de plantes à graines colorées et lisses.
  - ❖ 46% de plantes à graines incolores et lisses.
  - ❖ 4% de plantes à graines incolores et ridées.
1. Analysez les données de ces croisements en vue de préciser :
    - a) La relation de dominance entre les allèles de chaque couple.
    - b) La relation chromosomique des deux gènes.
  2. Ecrivez les génotypes des parents croisés et des individus de la F<sub>1</sub>.
  3. Représentez le comportement des chromosomes qui explique l'obtention gamètes qui sont à l'origine des plantes à graines colorées et lisses d'une part, et les plantes à graines incolores et ridées d'autre part.

Le croisement de deux plantes de maïs de la deuxième génération a engendré une descendance qui comporte :

- ❖ 25% de plantes à graines colorées et ridées.
  - ❖ 25% de plantes à graines colorées et lisses.
  - ❖ 25% de plantes à graines incolores et lisses.
  - ❖ 25% de plantes à graines incolores et ridées.
4. Expliquez le résultat de ce croisement afin de préciser les génotypes des deux plantes croisées de la deuxième génération.

**Exercice N°10 (Bac 2016 Contrôle : Deuxième partie)**

On se propose d'étudier le mode de transmission deux caractères héréditaires déterminés par deux couples d'allèles chez un insecte :

\*/ Un couple d'allèle (A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>) contrôlant le caractère « la couleur de l'abdomen » avec :

A<sub>1</sub> : allèle qui détermine le phénotype « abdomen coloré »

A<sub>2</sub> : allèle qui détermine le phénotype « abdomen incolore »

\*/ Un couple d'allèle (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>) contrôlant le caractère « la présence ou l'absence » avec :

B<sub>1</sub> : allèle qui détermine le phénotype « présence d'ailes »

B<sub>2</sub> : allèle qui détermine le phénotype « absence d'ailes »

1) On réalise le 1<sup>er</sup> croisement suivant : Une lignée N<sub>1</sub> à abdomen coloré et sans ailes est croisée avec une lignée N<sub>2</sub> à abdomen incolore et présentant des ailes. Les descendants de la F<sub>1</sub> obtenus sont à abdomen légèrement coloré et présentent des ailes.

Exploitez le résultat de ce croisement en vue :

- a- de déterminer la relation de dominance entre les allèles contrôlant chacun des deux caractères étudiés.

b- d'écrire les génotypes possibles des lignées  $N_1$ ,  $N_2$  et des descendants de la  $F_1$ .

2) En envisageant chaque possibilité quant à la localisation des gènes :

- Expliquez, schéma à l'appui, le comportement des chromosomes aboutissant à la formation des gamètes des individus de la  $F_1$ .

- Précisez les proportions théoriques des différents types de gamètes.

3) On réalise le 2<sup>ème</sup> croisement suivant : Des individus de la  $F_1$  sont croisés avec des individus de la lignée  $N_1$ . Parmi les descendants obtenus, 45% sont à abdomen légèrement coloré et présentent des ailes.

Exploitez le résultat de ce croisement en vue de discuter la localisation des deux couples d'allèles contrôlant les deux caractères étudiés.

**Exercice N°11 (Bac 2017 Contrôle : Deuxième partie)**

On se propose d'étudier la transmission de deux couples d'allèles chez la drosophile :

\*/ Un couple d'allèle ( $A_1$ ,  $A_2$ ) contrôlant le caractère « taille des ailes » avec :

$A_1$  : allèle qui détermine le phénotype « ailes longues »

$A_2$  : allèle qui détermine le phénotype « ailes vestigiales »

\*/ Un couple d'allèle ( $B_1$ ,  $B_2$ ) contrôlant le caractère « aspect de l'abdomen » avec :

$B_1$  : allèle qui détermine le phénotype « abdomen rugueux »

$B_2$  : allèle qui détermine le phénotype « abdomen lisse »

On dispose de trois souches de drosophiles  $S_1$ ,  $S_2$  et  $S_3$  :

- $S_1$  et  $S_2$  aux ailes longues et à abdomen rugueux.
- $S_3$  aux ailes vestigiales et à abdomen lisse.

On réalise les deux croisements suivants :

Croisements		Résultats
1	$S_1 \times S_2$	50% drosophiles aux ailes longues et à abdomen rugueux 50% drosophiles aux ailes longues et à abdomen lisse
2	$S_2 \times S_3$	50% drosophiles aux ailes longues et à abdomen rugueux 50% drosophiles aux ailes vestigiales et à abdomen rugueux

1) Exploitez les résultats des deux croisements en vue :

a) de préciser la relation de dominance entre les allèles de chaque couple.

b) d'écrire les génotypes possibles des souches  $S_1$ ,  $S_2$  et  $S_3$

Le document 1 est une représentation simplifiée d'un ovocyte II possible issu de la division réductionnelle de la méiose chez une drosophile femelle **D** hybride c'est-à-dire hétérozygote pour les deux couples d'allèles.

2) Exploitez les données fournies par le document 1 en vue :

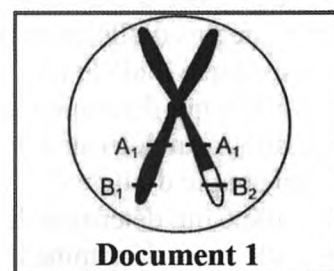
a) de préciser la localisation de deux couples d'allèles

b) d'écrire le génotype de la drosophile **D**

3) a) Représentez le comportement des chromosomes au cours de la division réductionnelle de la méiose conduisant à l'apparition de l'ovocyte II représenté dans le document 1.

b) Ecrivez les génotypes des différents types de gamètes fournis par la femelle **D** et indiquez la proportion théorique de chaque type de gamète.

4) On réalise le croisement suivant :



Des drosophiles femelles hybrides (D) sont croisées avec des drosophiles mâles de la souche S3. Parmi les descendants obtenus, 12% sont aux ailes longues et à abdomen lisse.

Exploitez le résultat de ce croisement et les informations précédentes en vue de déterminer les effectifs des différents phénotypes pour 1000 drosophiles issues de ce croisement.

**Exercice N°12 (Bac 2018 Contrôle : Deuxième partie)**

On se propose d'étudier la transmission de deux couples d'allèles contrôlant deux caractères héréditaires chez le pois : « la longueur des tiges » et la « forme des gousses ». Pour cela, on réalise trois croisements :

Premier croisement	Deuxième croisement
Le croisement d'une variété V <sub>1</sub> à tiges longues et gousses droites avec une variété V <sub>2</sub> à tige courtes et gousses incurvées donne des plantes toutes à tiges longues et gousses droites.	Le croisement d'une variété V <sub>3</sub> à tiges longues et gousses incurvées avec une variété V <sub>4</sub> à tige courtes et gousses droites donne : */ 98 plantes à tiges longues et gousses incurvées. */ 102 plantes à tiges longues et gousses droites. */ 101 plantes à tiges courtes et gousses droites. */ 98 plantes à tiges courtes et gousses incurvées.

1) Analysez les résultats de ces deux croisements en vue :

- a) de déduire la relation de dominance entre les allèles contrôlant chacun des 2 caractères étudiés
- b) d'écrire les génotypes possibles des variétés V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub>, V<sub>3</sub> et V<sub>4</sub>

**Troisième croisement :** Le croisement de deux plantes PL<sub>1</sub> et PL<sub>2</sub> à tiges longues et gousses droites issues du 2<sup>ème</sup> croisement donne :

- 451 plantes à tige longues et gousses droites
- 152 plantes à tige courtes et gousses droites
- 148 plantes à tige longues et gousses incurvées
- 49 plantes à tige courtes et gousses incurvées

2) Analysez les résultats du 3<sup>ème</sup> croisement en vue :

- De préciser la localisation des deux couples d'allèles.
- D'écrire les génotypes de PL<sub>1</sub> et PL<sub>2</sub>

3) Représentez le comportement des chromosomes au cours de la méiose aboutissant aux différents types de gamètes fournis par PL<sub>1</sub> ou PL<sub>2</sub>

**Chapitre 3 La génétique humaine**

**1<sup>ère</sup> partie : Q C M**

Pour chacune des questions suivantes, il peut y avoir une ou plusieurs réponses exactes. Indiquez dans chaque cas la (ou les) lettre (s) correspondante (s) à la (ou aux) réponse (s) exacte (s).

1. une maladie autosomale récessive :
  - a) Tout individu sain est homozygote
  - b) Un couple normal ne donne jamais des descendants malades
  - c) Le garçon malade hérite la maladie de sa mère
  - d) Un couple normal ne donne des descendants malades que s'ils sont hétérozygotes l'un et l'autre

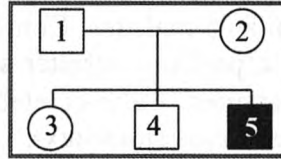
2. Dans le cas d'une maladie récessive liée au sexe portée par X :
  - a) Une fille atteinte doit avoir obligatoirement un père atteint.
  - b) Une fille atteinte doit avoir obligatoirement une mère atteinte.
  - c) Un garçon malade né de parents sains doit avoir une mère conductrice.
  - d) La mère d'un garçon malade doit être homozygote.
3. Dans le cas d'une maladie dominante liée au sexe portée par X :
  - a) Une fille atteinte doit avoir obligatoirement un père atteint.
  - b) Une fille atteinte doit avoir obligatoirement une mère atteinte.
  - c) Un garçon malade doit avoir obligatoirement un père atteint.
  - d) Un garçon malade doit avoir obligatoirement une mère atteinte.
4. Si un individu présente un phénotype différent de celui de ses parents, cela s'explique par le fait que :
  - a) L'allèle qui contrôle le phénotype considéré est sur le chromosome X.
  - b) L'allèle qui contrôle le phénotype considéré est sur un autosome.
  - c) L'allèle responsable du phénotype est dominant.
  - d) Les parents de cet individu sont hétérozygotes
5. La trisomie 21 :
  - a) Est une maladie héréditaire liée au sexe portée par X.
  - b) Est due à la présence de 3 paires du chromosome 21.
  - c) Est due à la présence de 3 chromosomes 21.
  - d) Est due à une anomalie de division réductionnelle ou de division équationnelle lors de la formation des gamètes.
6. Le diagnostic prénatal :
  - a) est effectué avant la naissance dans le cas des grossesses à risque.
  - b) Consiste à guérir les maladies génétiques avant la naissance.
  - c) Permet d'identifier une aberration chromosomique
  - d) Parmi les techniques utilisés : le prélèvement du sang fœtal à partir de la 18<sup>ème</sup> semaine de grossesse.
7. Le mariage consanguin :
  - a) Augmente le risque d'avoir des enfants malades.
  - b) Est une union entre deux individus apparentés ayant au moins un ancêtre commun.
  - c) Est déconseillé seulement dans le cas d'une anomalie dominante.
  - d) Est déconseillé seulement dans le cas d'une anomalie liée au sexe portée par X
8. Le caryotype humain ci-contre est réalisé à partir

1	2	3	4	5	6	X
7	8	9	10	11	12	
13	14	15	16	17	18	
19	20	21	22			

- a) Spermatozocyte I.
- b) Ovocyte I.
- c) Spermatozocyte II
- d) Ovocyte II
- e) Spermatozoïde

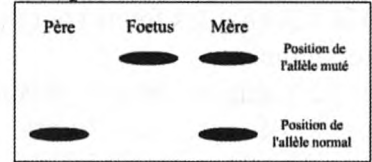
9. A partir du pedigree ci-contre, on peut conclure que la maladie est :

- a) Récessive
- b) Dominante
- c) Lié au sexe porté par Y.
- d) L'individu 3 est homozygote



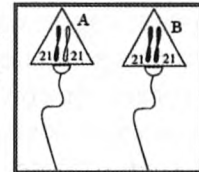
10. Le document suivant représente les résultats de l'électrophorèse de l'ADN des parents et du fœtus. On peut conclure à partir de l'analyse de l'électrophorèse que :

- a) Fœtus est une fille malade
- b) Fœtus est un garçon malade
- c) La maladie est liée au sexe porté par X.
- d) La maladie est autosomale



11. La trisomie 21 résulte d'un accident survenu au cours de la méiose, le document suivant représente des spermatozoïdes anormaux (A et B).

- a) A est obtenu par un non disjonction des chromosomes 21 en anaphase I.
- b) B est obtenu par un non disjonction des chromosomes 21 en anaphase I.
- c) A est obtenu par un non disjonction des chromatides 21 en anaphase II.
- d) B est obtenu par un non disjonction des chromatides 21 en anaphase II.

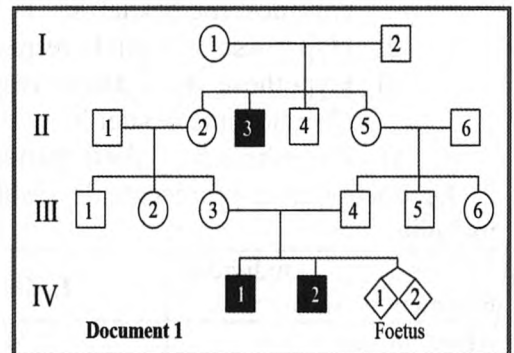


## 2<sup>ème</sup> partie : Mobilisation des connaissances

### Exercice N°1

Le document 1 représente l'arbre généalogique d'une famille dont certains sujets sont atteints d'une maladie héréditaire.

- 1) Préciser brièvement ce que signifie l'expression « maladie génétique »
- 2) L'un des unions dans cette famille est à risque. Laquelle ? quelle est sa conséquence ?
- 3) En vous basant sur les données de ce pedigree, indiquez si l'allèle responsable de cette maladie est :



a) Dominant ou récessif.

b) Autosome ou lié au sexe (porté par Y ou X). Discuter chaque hypothèse

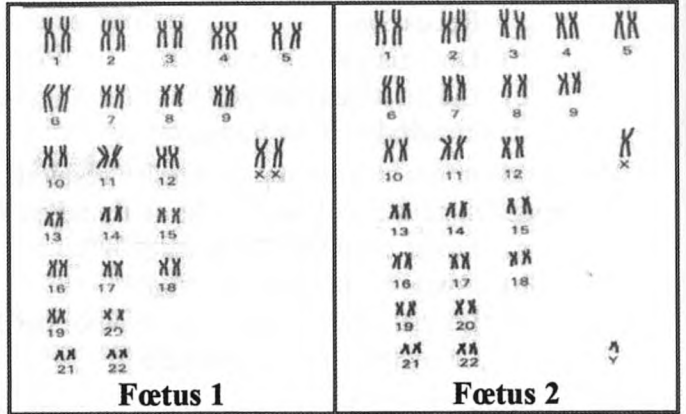
2) Des techniques récentes permettent de déterminer la nature et le nombre des allèles à partir de l'analyse des chromosomes à une chromatide de cellules diploïdes. Les résultats a, b, c, d et e sont consignés dans le tableau ci-dessous concernant 4 personnes issues de cette famille.

	a	b	c	d	e
Nombre d'allèles responsables du caractère non malade	2	1	0	1	1
Nombre d'allèles responsables du caractère malade	0	0	1	1	1

- a) Utiliser ces résultats pour tester les hypothèses formulées en 3<sup>ème</sup> question.
- b) Les individus testés sont I<sub>1</sub>, II<sub>5</sub>, III<sub>3</sub>, III<sub>4</sub> et IV<sub>2</sub> établissez la correspondance entre les résultats

1) En se référant aux individus III<sub>3</sub> et III<sub>4</sub> représenter par un schéma les chromosomes concernés en prenant soin de bien localiser les allèles correspondants.

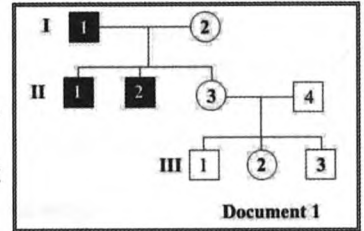
2) III<sub>3</sub> a eu deux enfants malades. Comme elle est enceinte, elle préfère consulter son médecin pour se rassurer. Celui-ci établit les caryotypes de ses fœtus (jumeaux). Les résultats obtenus sont indiqués sur le document ci-contre



- Indiquer si les fœtus sont de vrais ou faux jumeaux.
- Le médecin peut-il rassurer III<sub>3</sub> de la possibilité que ses futurs bébés soient sains ? justifier votre réponse.

**Exercice N°2**

Le document 1 représente l'arbre généalogique d'une famille dont certains sujets sont atteints d'une maladie héréditaire.



1) En prenant en compte les informations présentées par le doc 1, discutez chacune des hypothèses suivantes :

- Hypothèse 1 : l'allèle responsable de la maladie est récessif et autosome
- Hypothèse 1 : l'allèle responsable de la maladie est récessif et autosome.
- Hypothèse 2 : l'allèle responsable de la maladie est récessif et porté par un chromosome sexuel X.
- Hypothèse 3 : l'allèle responsable de la maladie est dominant et autosome.
- Hypothèse 4 : l'allèle responsable de la maladie est dominant et porté par un chromosome sexuel X.
- Hypothèse 5 : l'allèle responsable de la maladie est porté par le chromosome Y.

2) Le document 2 représente le résultat de l'électrophorèse de l'ADN du gène contrôlant la maladie

Individus	I <sub>1</sub> , II <sub>1</sub> , II <sub>2</sub>	II <sub>4</sub> , III <sub>1</sub> , III <sub>3</sub>	I <sub>2</sub> , II <sub>3</sub> , III <sub>2</sub>
Fragment d'ADN			
Allèle normal	0	1	0
Allèle muté	1	0	0

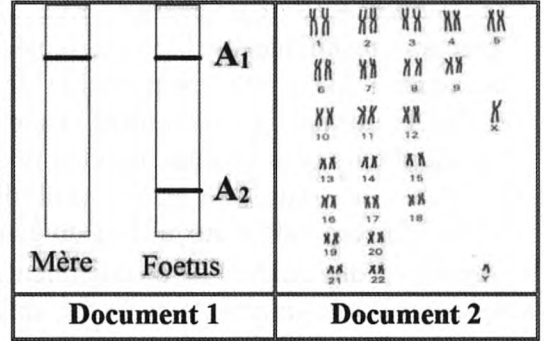
- Exploitez ces nouvelles données pour précisez l'hypothèse à retenir à la question 1
- Donnez les génotypes des individus de ce pedigree.

**Exercice N°3**

Un couple de phénotiquement atteint d'une maladie héréditaire est inquiet quant à l'état de santé de son fœtus ; il procède à un diagnostic prénatal (document 1 et 2)

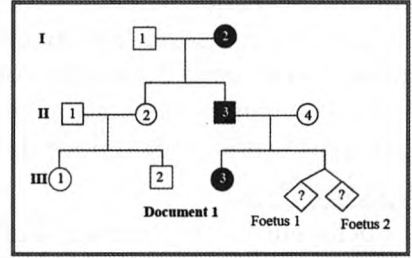
A partir des informations extraites du doc 1 et 2, déterminez en justifiant vos réponses :

1. L'allèle normal et l'allèle anormal parmi les fragments d'ADN A<sub>1</sub> et A<sub>2</sub>
2. La localisation du gène responsable de cette maladie
3. Le génotype des parents
4. La relation de dominance entre les deux allèles
5. Le phénotype du fœtus.



**Exercice N°4**

Le document 1 représente l'arbre généalogique d'une famille dont certains sujets sont atteints d'une maladie héréditaire.



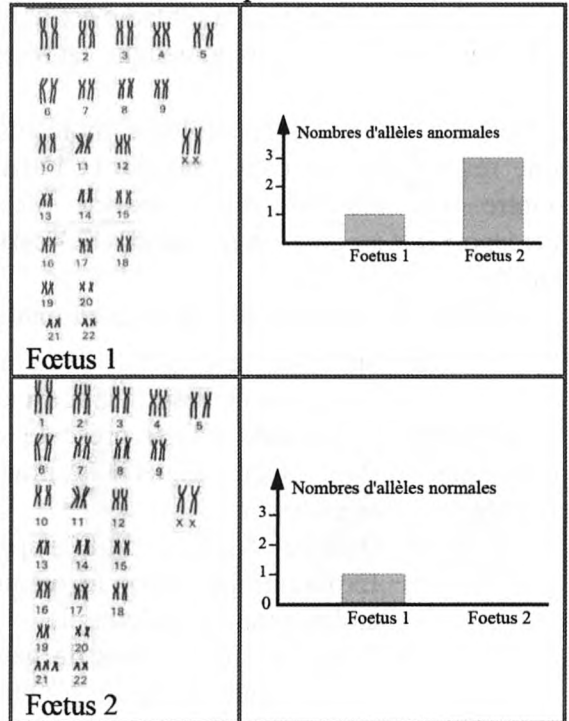
- 1) Montrer à partir de l'analyse du pedigree que :
  - a. L'allèle de cette maladie peut être dominant :
  - b. L'allèle de cette maladie peut être récessif

2) Sachant que I<sub>2</sub> est homozygote, que pouvez-vous en déduire quant à la dominance ou la récessivité de l'anomalie ?

3) L'anomalie est-elle liée au sexe (X et Y) ou autosome ? Discutez chaque cas.

4) La femme II<sub>4</sub> a eu un premier enfant malade. Comme elle est enceinte, elle se demande si ses futurs enfants seraient atteints par cette anomalie. Elle lui préfère consulter son médecin pour se rassurer. Celui-ci lui établit les caryotypes ainsi que le nombre d'allèles normaux et anormaux chez ses fœtus (jumeaux). Les résultats obtenus sont indiqués sur les documents n°1 et n°2.

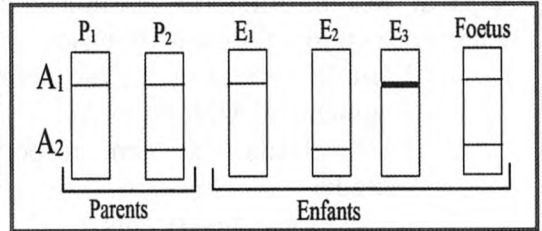
- a-Utilisez ces résultats pour tester les hypothèses formulées en 3<sup>ème</sup> question. Justifier votre réponse.
- b- Le médecin peut-il rassurer la femme II<sub>4</sub> de la possibilité que ses futurs enfants soient sains ? justifier votre réponse.
- c-Indiquez si les fœtus sont de vrais ou faux jumeaux. Justifiez.
- d- Écrivez les génotypes des individus II<sub>2</sub>, II<sub>3</sub>, II<sub>4</sub>, III<sub>1</sub> et Foetus 1.



**Exercice N°5**

Un couple a eu trois enfants dont deux garçons et une fille (E<sub>3</sub>) est atteinte d'une maladie héréditaire. Comme elle est enceinte, la mère se demande si son futur bébé serait atteint par cette maladie.

Grâce aux techniques de biologie moléculaire, on peut distinguer l'ADN muté responsable de cette maladie de l'ADN normal. Le document ci-contre visualise le résultat obtenu pour chaque individu de la famille ainsi que celui du fœtus. A<sub>1</sub> et A<sub>2</sub> sont deux fragments d'ADN correspondant aux allèles du gène étudié.



1) A partir d'une analyse de ce document :

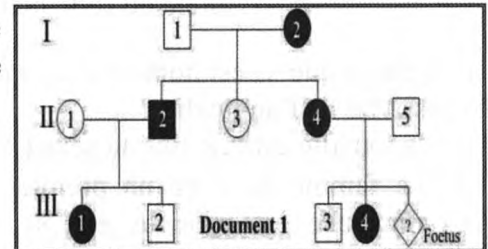
- Associer les fragments A<sub>1</sub> et A<sub>2</sub> aux différents allèles du gène
  - Préciser la localisation chromosomique du gène en question.
  - Attribuer à chaque parent l'électrophorèse qui lui appartient en précisant son génotype.
  - Le médecin a rassuré la mère que son futur enfant sera sain. L'allèle de la maladie est-il dominant ou récessif ? Justifiez votre réponse.
  - Préciser le génotype de chaque enfant (E1, E2 et E3).
- 2) Dresser l'arbre généalogique de cette famille.

### **Exercice N°6**

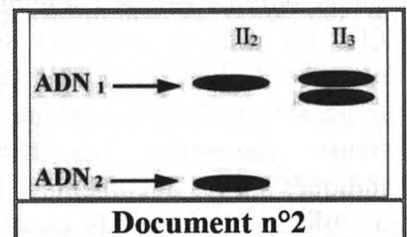
Le document 1 représente l'arbre généalogique d'une famille dont certains sujets sont atteints d'une maladie héréditaire.

1) Discutez chacune des hypothèses suivantes :

- L'allèle responsable de la maladie est dominant.
- L'allèle responsable de la maladie est récessif



2) Par une technique de biologie moléculaire, on peut isoler le gène responsable de cette maladie et l'analyser. Le document 2 montre les résultats de l'analyse des fragments d'ADN correspondant au gène en question, chez certains individus de cette famille.

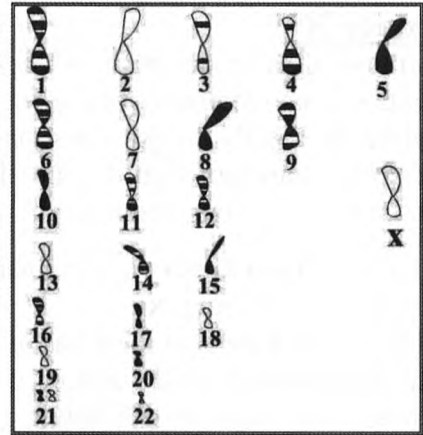


A partir de l'analyse des deux documents 1 et 2, déterminez :

- Si l'allèle responsable de la maladie est dominant ou récessif
  - Si le gène correspondant est autosome ou lié au sexe.
- 3) La femme est enceinte, elle se présente au médecin par crainte que son fœtus soit atteint par cette maladie. Pour diagnostiquer l'éventuelle présence du gène de la maladie, le médecin lui propose une amniocentèse.
- Quel âge du fœtus est-elle appliquée.
  - Expliquer pourquoi le diagnostic peut se faire à partir d'une cellule nucléée embryonnaire quelconque.
  - Grâce aux techniques de génie génétique, on peut distinguer l'ADN normal du l'ADN muté. Rappeler les étapes de cette technique.
- 4) L'analyse a montré que ce fœtus est une fille saine mais elle est mongolienne, de plus l'allèle de la maladie est porté par le chromosome 21.
- Représenter dans ce cas le résultat obtenu. Justifiez votre réponse.
  - En supposant que le gamète anormal est fourni par le père. Le document 3 représente le caryotype de ce gamète anormal

b<sub>1</sub>) Précisez, à partir de ce document l'origine des chromosomes (blanc, noirs, bicolores). Justifiez votre réponse

b<sub>2</sub>) Expliquez, à partir de ce document, comment est apparu cette trisomie en précisant à quel stade de la méiose a lieu l'anomalie. Justifiez votre réponse en schématisant la phase de la méiose. Vous ne considérez que les chromosomes responsables de l'anomalie et les chromosomes sexuels, tout en respectant les couleurs des chromosomes.

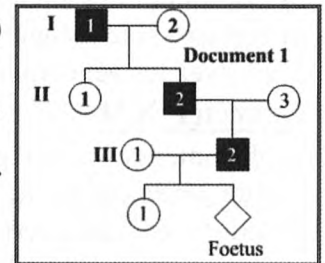


**Exercice N°7**

L'arbre généalogique du document 1 est celui d'une famille (famille 1) dont certains membres sont atteints d'une maladie héréditaire.

1/ Discutez le mode de transmission de cette maladie héréditaire. Envisagez toutes les hypothèses possibles.

Document 1 : Arbre généalogique de la famille 1.⇒



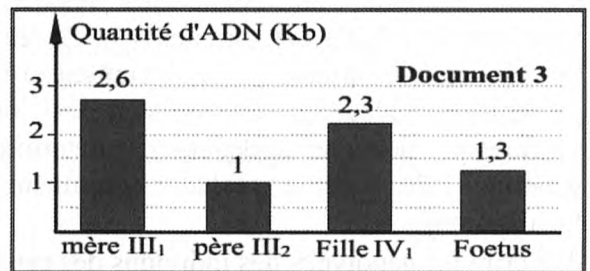
Le document 2 montre les résultats de l'analyse par électrophorèse de l'ADN de certains membres d'une deuxième famille (famille 2) présentant la même maladie héréditaire dont la mère est saine.

	Père	Fille	Fils
Allèle 1	■	■	■
Allèle 2		■	

Document 2 : Résultats de l'électrophorèse de l'ADN des membres de la famille 2.

2/ Analyse les données du document 2 en vue de conclure sur la acceptabilité des hypothèses retenues précédemment (question 1).

3/ La femme III est inquiète, quant à l'état de santé de son fœtus. Elle consulte un médecin qui a réalisé un diagnostic prénatal, pour déterminer la quantité d'ADN en (Kilo-base) correspondant aux formes alléliques du gène en question chez certains membres de cette famille. Le document 3 montre les résultats obtenus.



Exploitez les données des documents 4 et 5 en vue de préciser

- a- la localisation du gène responsable de cette maladie
- b- le sexe du fœtus et son phénotype

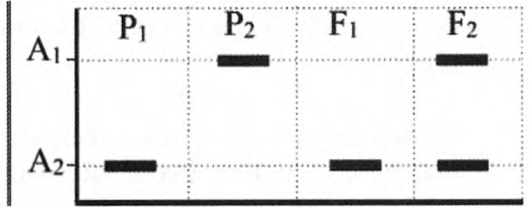
4) Ecrivez les génotypes de III<sub>1</sub>, III<sub>2</sub>, IV<sub>1</sub> et le fœtus.

5) Déterminez, en le justifiant, la quantité d'ADN correspondant aux formes alléliques du gène de la maladie chez la mère

6) Cette mère risque-t-elle d'avoir des enfants malades ? Justifiez votre réponse.

**Exercice N°8**

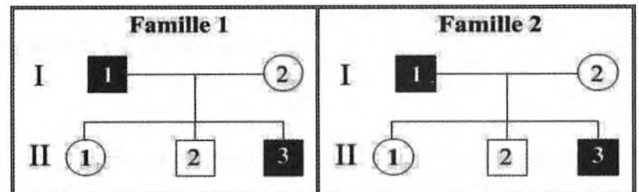
Par crainte d'avoir des enfants atteints d'une maladie héréditaire, une femme consulte le médecin. Il propose l'analyse de l'ADN du gène des parents P<sub>1</sub> et P<sub>2</sub> et des deux fœtus jumeaux F<sub>1</sub> et F<sub>2</sub>. Le document ci-contre représente les résultats obtenus.



- 1) Exploitez les données du document 1 en vue de démontrer s'il s'agit d'une maladie autosomale ou liée au sexe.
- 2) Identifiez le père et la mère parmi les sujets P<sub>1</sub> et P<sub>2</sub>.
- 3) Sachant que ce couple a déjà eu, avant cette grossesse, un garçon sain et une fille malade, a) identifiez le fragment d'ADN du gène correspondant à l'allèle responsable de la maladie : A<sub>1</sub> ou A<sub>2</sub>.  
b) déterminez si l'allèle responsable de la maladie est dominant ou récessif.
- 4) Précisez si le médecin peut rassurer la femme quant à l'état de santé de ses jumeaux.
- 5) Ecrivez les génotypes des sujets P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, F<sub>1</sub> et F<sub>2</sub>

**Exercice N°9**

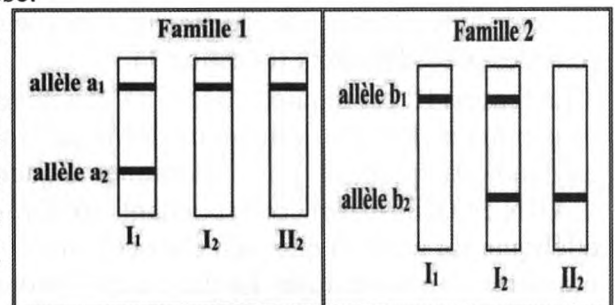
Le document ci-contre présente une partie de l'arbre généalogique de chacune de deux familles 1 et 2 dont certains membres sont atteints d'une maladie héréditaire, qui n'est pas la même dans les deux familles



- 1) la maladie affectant chaque famille peut-être :
  - ❖ Hypothèse 1 : Dominante autosomale.
  - ❖ Hypothèse 2 : Dominante liée au chromosome sexuel X
  - ❖ Hypothèse 3 : Récessive autosomale.
  - ❖ Hypothèse 4 : Récessive liée au chromosome sexuel X

Justifier votre réponse en discutant chaque hypothèse.

2) Pour préciser le déterminisme génétique de chaque maladie, on étudie les résultats de l'analyse de l'ADN des parents I<sub>1</sub> et I<sub>2</sub> des deux familles et leur enfant II<sub>2</sub>. Le document ci-contre présente ces résultats. En utilisant les données fournies par documents, déduisez le déterminisme génétique de chaque maladie (dominance et localisation).



- 3) Ecrire les génotypes des individus des deux familles.
- 4) La femme I<sub>2</sub> de la famille 1 est enceinte, elle craint pour son futur enfant d'être atteint de cette maladie. Un diagnostic prénatal a permis de réaliser l'électrophorèse concernant ce fœtus, ainsi que son caryotype (document 3)

a-Quelle information supplémentaire quant à la localisation du gène responsable de la maladie.

b-Discuter les hypothèses suivantes :

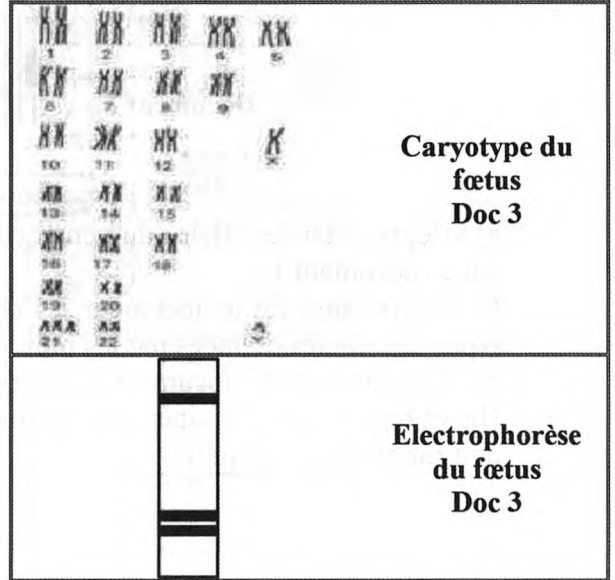
Hypothèse 1 : accident chromosomique en anaphase I de la méiose chez le père

Hypothèse 2 : accident chromosomique en anaphase II de la méiose chez le père

Hypothèse 3 : accident chromosomique en anaphase I de la méiose chez La mère

Hypothèse 4 : accident chromosomique en anaphase II de la méiose chez la mère

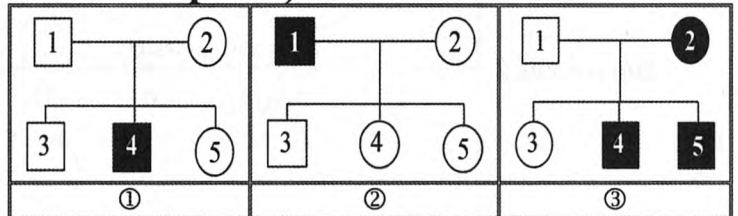
c-Faire le (les) schéma (s) correspondant à cet accident en considérant les chromosomes concernés et les chromosomes sexuels. (placer les allèles sur les chromosomes concernés)



**3<sup>ème</sup> partie : Exercices de bac**

**Exercice N°1 (Bac 1999 Contrôle : Deuxième partie)**

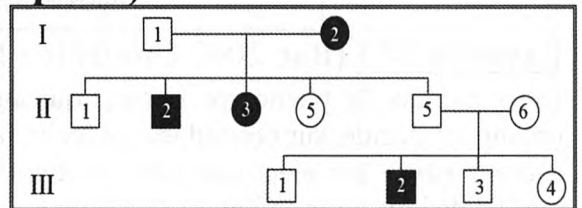
Dans une population humaine, l'étude de la transmission d'une maladie héréditaire donnée est basée sur l'analyse généalogique. On rencontre les trois situations ci-contre :



- a/ Indiquer la forme allélique dominante et la forme allélique récessive. Justifier votre réponse.
- b/ Le gène contrôlant cette maladie est-il autosomal ou lié au sexe ? Justifier votre réponse.
- c/ Préciser les génotypes possibles des individus de la situation ①.

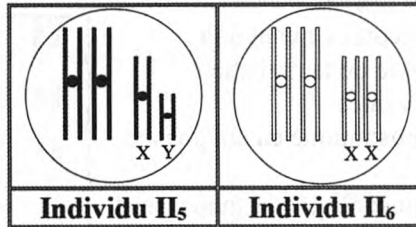
**Exercice N°2 (Bac 2000 Contrôle : Deuxième partie)**

On connaît chez l'Homme un couple d'allèles (A, a) qui détermine la présence ou l'absence d'une maladie héréditaire. On se propose d'étudier le mode transmission de ce couple d'allèles en se basant sur les données de l'arbre généalogique ci-contre.



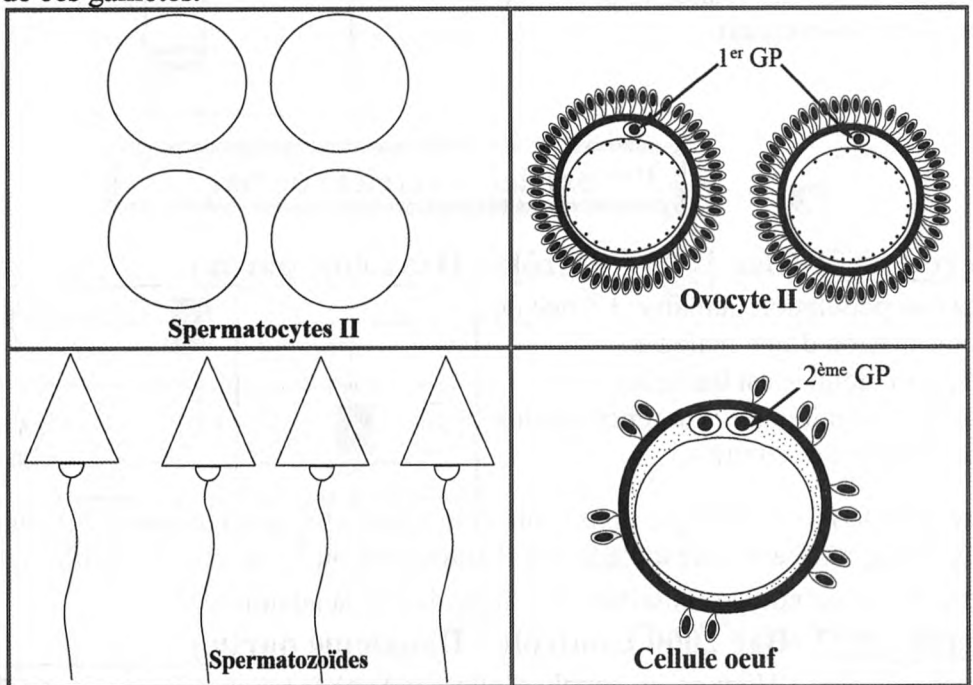
- 1) La tare est-elle récessive ou dominante ? Argumenter votre réponse.
- 2) Préciser la localisation de ce gène : est-il situé sur le chromosome Y, sur le chromosome X ou sur un autosome ? Envisager et discuter chaque hypothèse.
- 3) Le document 1 représente l'équipement chromosomique simplifié d'un spermatoocyte I de l'individu II<sub>5</sub> et d'un ovocyte I de l'individu II<sub>6</sub>.

Document 1



- Représenter les allèles du gène concerné à leurs places sur les chromosomes illustrés par le document 1.
- Représenter sur le document 2, l'équipement chromosomique et l'allélique des divers types de cellules données par les individus II<sub>5</sub> et II<sub>6</sub> et indiquer leurs proportions.
- Encadrer sur le document 2, les types de gamètes qui sont à l'origine de l'individu III<sub>2</sub> et représenter l'équipement chromosomique et allélique de la cellule œuf qui résulte de l'union de ces gamètes.

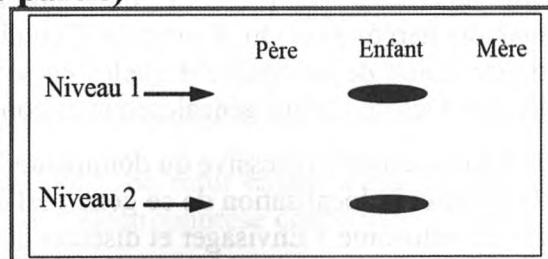
Document 2



**Exercice N°3 (Bac 2002 Contrôle : Deuxième partie)**

Deux parents de phénotype normal qui attendent un enfant ont décidé, sur conseil du médecin, de procéder à une analyse par électrophorèse de leur ADN et de l'ADN de leur futur enfant.

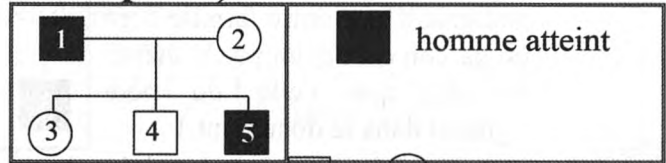
Le document ci-contre représente le résultat de l'analyse de l'ADN de l'enfant.



Sachant que la mère est non conductrice et que père appartient à une famille comportant des individus atteints de phénylcétonurie, reproduisez le document ci-dessus et complétez-le en représentant le résultat attendu de l'analyse de l'ADN du père et de celui de la mère. Justifiez votre réponse.

**Exercice N°4 (Bac 2003 Contrôle : Deuxième partie)**

Le document ci-contre représente une partie de l'arbre généalogique d'une famille dont certains individus sont atteints d'une maladie héréditaire.



1. Précisez le déterminisme génétique de cette maladie (localisation chromosomique et dominance). Envisagez et discutez toutes les hypothèses.
2. Par une technique récente de diagnostic génétique, on a pu déterminer le nombre d'allèles mutés et normaux chez les différents individus du pedigree ci-dessus, désignés arbitrairement par les lettres A, B, C, D et E. Les résultats obtenus sont portés dans le tableau suivant :

Individus	A	B	C	D	E
Nombre d'allèles Mutés	1	0	1	1	1
Normaux	1	1	0	0	1

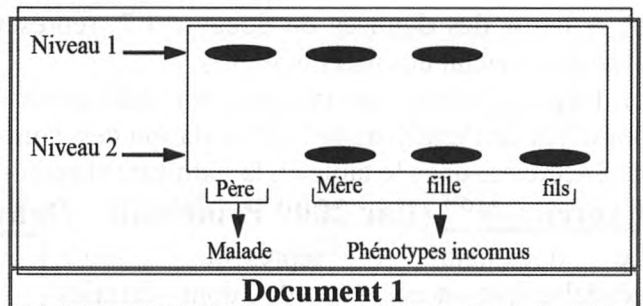
- a) En analysant les résultats de ce tableau, laquelle des hypothèses proposées dans la réponse à la question précédente est confirmée par ces résultats ?
- b) Reproduisez sur votre copie le tableau suivant et complétez-le :

Individus	A	B	C	D	E
Génotype					
Numéro de l'individu du pedigree qui correspond au génotype					

**Exercice N°5 (Bac 2007 Contrôle : Deuxième partie)**

Pour comprendre le déterminisme génétique d'une maladie héréditaire affectant un membre d'une famille et due à une enzyme anormale, on peut se référer à plusieurs informations issues de diverses techniques d'observation.

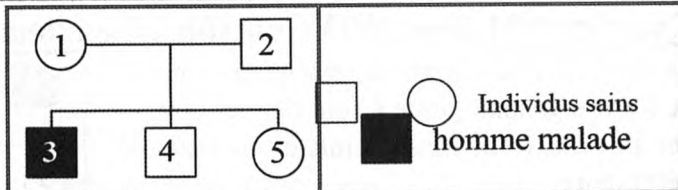
1. Le document 1 représente le résultat d'électrophorèse de l'ADN d'un gène aux allèles ( $a_1$ ,  $a_2$ ) contrôlant la synthèse de cette enzyme. L'électrophorèse a été réalisée sur quatre membres de la même famille.



En prenant en compte les informations présentées par le document 1, discutez chacune des hypothèses suivantes :

- ✓ Hypothèse 1 : l'allèle responsable de la maladie est récessif et autosomal.
- ✓ Hypothèse 2 : l'allèle responsable de la maladie est récessif et porté par un chromosome sexuel X.
- ✓ Hypothèse 3 : l'allèle responsable de la maladie est dominant et autosomal.
- ✓ Hypothèse 4 : l'allèle responsable de la maladie est dominant et porté par un chromosome sexuel X.

2. Le document 2 représente le pedigree d'une autre famille dont un garçon est atteint par la même maladie que celle du père figurant dans le document 1.

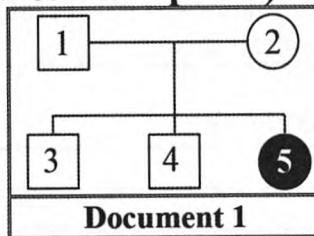


- Exploitez les données tirées du document 1 et les informations présentées par le document 2 pour préciser les hypothèses à retenir parmi les quatre précédentes.
- Ecrivez les génotypes des individus 1, 2, 3, 4 et 5 du pedigree du document 2.

**Exercice N°6 (Bac 2008 Principale : « Nouveau Régime » : Deuxième partie)**

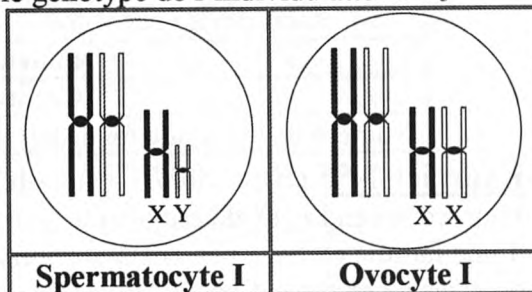
On se propose d'étudier le brassage de l'information génétique au cours de la reproduction sexuée en se basant sur les documents suivants :

Le document 1 représente le pedigree ou l'arbre généalogique d'une famille dont l'un des membres II<sub>3</sub> est atteint d'une maladie héréditaire.



1) A l'aide d'un raisonnement rigoureux et en considérant qu'un couple d'allèles (A, a) est impliqué dans la transmission de cette maladie, précisez le génotype de l'individu atteint II<sub>3</sub>

2) Le document 2 représente, respectivement, de l'individu I<sub>1</sub> et d'un ovocyte I<sub>2</sub> (pour simplifier, on a représenté dans chacune de ces cellules, une paire d'autosomes et la paire de chromosomes sexuels).



a) Reproduisez les deux schémas du document 2 sur votre copie et représentez, sur les chromosomes, les allèles du gène concerné.

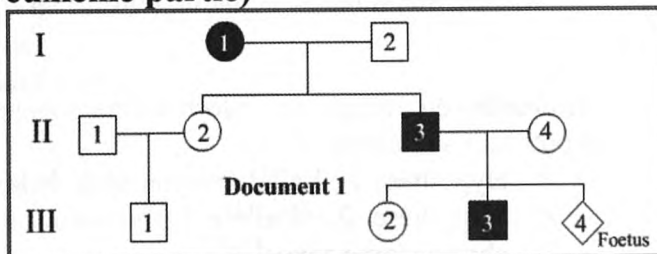
b) A partir des données du document 2, représentez les différents types de gamètes que peut produire chacun des parents I<sub>1</sub> et I<sub>2</sub>.

c) Dégagez, dans un tableau, les différentes combinaisons chromosomiques et alléliques possibles de l'œuf issu de la fécondation des gamètes produits par les individus I<sub>1</sub> et I<sub>2</sub>.

d) Encercelez, dans le tableau, la garniture chromosomique correspondant à la fille II<sub>3</sub>.

**Exercice N°7 (Bac 2009 Principale : Deuxième partie)**

Le document 1 représente l'arbre généalogique d'une famille dont certains membres sont atteints d'une maladie héréditaire.



1) Exploitez les données du document 1 pour discuter chacune des hypothèses suivantes :

- Hypothèse 1 : l'allèle responsable de la maladie est récessif et porté par un autosome.
- Hypothèse 2 : l'allèle responsable de la maladie est dominant et porté par un autosome.
- Hypothèse 3 : l'allèle responsable de la maladie est récessif et porté par le chromosome sexuel X.

d) Hypothèse 4 : l'allèle responsable de la maladie est dominant et porté par le chromosome sexuel X.

2) Pour vérifier les hypothèses envisagées dans la première question, on fait, par la technique de l'électrophorèse, l'analyse des fragments d'ADN correspondant aux allèles A<sub>1</sub> et A<sub>2</sub> du gène.

Individu \ Fragment d'ADN	I <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>
	A <sub>1</sub>	●
A <sub>2</sub>	●●	●●

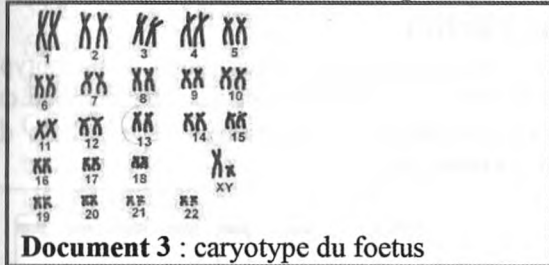
Les résultats sont représentés par le document 2.

À partir de l'exploitation des document 1 et 2 :

- Identifiez, parmi les allèles A<sub>1</sub> et A<sub>2</sub>, l'allèle normal et l'allèle responsable de la maladie.
- Précisez, parmi les hypothèses envisagées dans la première question, les hypothèses à retenir. Justifiez votre réponse.

3) La femme II<sub>4</sub> est inquiète quant à de santé de son futur enfant III<sub>4</sub> (fœtus). Pour se rassurer, elle consulte son médecin. Celui-ci établit le caryotype du fœtus ainsi que le nombre d'allèles correspondant au gène étudié chez la femme II<sub>4</sub> et chez son fœtus.

Les résultats sont représentés par les documents 3 et 4.



**Document 3** : caryotype du fœtus

Individu \ Fragment d'ADN	Femme II <sub>4</sub>	Fœtus
	A <sub>1</sub>	1
A <sub>2</sub>	1	2

**Document 4** : nombre d'allèles chez la femme II<sub>4</sub> et son fœtus

À partir de l'exploitation des documents 3 et 4 :

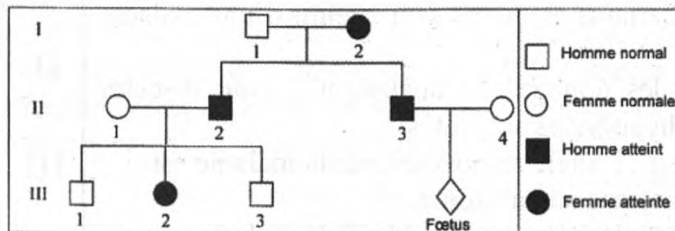
- Précisez laquelle des hypothèses précédentes est à retenir.
- Précisez le phénotype du fœtus.

4) Écrivez les génotypes des individus I<sub>2</sub> et II<sub>2</sub>.

**Exercice N°8 (Bac 2010 Principale : Deuxième partie)**

Le document 1 représente l'arbre généalogique d'une famille dont certains membres sont atteints d'une maladie héréditaire.

**Document 1**



1) Exploitez les données du document 1 pour discuter les deux hypothèses suivantes :

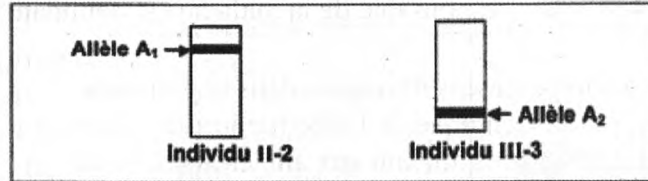
Hypothèse 1 : l'allèle responsable de l'anomalie est dominant.

Hypothèse 2 : l'allèle responsable de l'anomalie est récessif.

2) Sachant que la mère II<sub>1</sub> est homozygote, laquelle des deux hypothèses discutées précédemment est confirmée ? Argumentez votre réponse.

Pour déterminer la localisation chromosomique du gène en question, on fait, par la technique de l'électrophorèse, l'analyse des fragments d'ADN correspondant aux allèles A<sub>1</sub> et A<sub>2</sub> du gène impliqué dans l'anomalie. Le document 2 montre les résultats obtenus chez les individus II<sub>2</sub> et III<sub>3</sub>

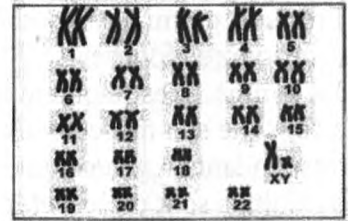
**Document 2**



3) À partir de l'exploitation des documents 1 et 2 :

- Identifiez parmi les allèles  $A_1$  et  $A_2$  celui qui est responsable de l'anomalie.
- Précisez si le gène en question est autosomal ou porté par le chromosome sexuel X
- Ecrivez les génotypes des individus  $I_1$  et  $I_2$  (en utilisant les lettres  $A_1$  et  $A_2$ )

La femme  $II_4$  est enceinte, elle craint que l'enfant à naître (son fœtus) soit atteint par cette anomalie. Le document 3 représente le caryotype de l'enfant à naître (le fœtus)



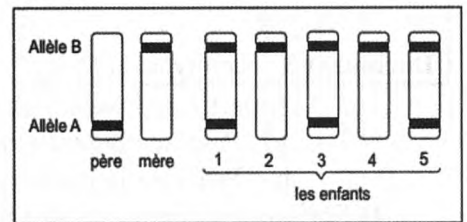
4) Exploitez les informations dégagées précédemment et celles fournies par le document 3, pour préciser si le futur enfant serait normal ou atteint. **Document 3 →**

**Exercice N°9 (Bac 2011 Contrôle : Deuxième partie)**

Soit une enzyme E existant chez l'homme sous deux formes ; une forme active déterminant un phénotype normal et une forme inactive responsable d'une maladie héréditaire. La synthèse de cette enzyme est contrôlée par deux allèles (A, B) d'un même gène. Le document 1 représente les résultats de l'électrophorèse obtenus chez une famille dont tous les enfants sont sains.

1) En vous basant sur l'ensemble des données précédentes :

- Identifiez l'allèle dominant et l'allèle récessif
  - Déterminez le phénotype de chacun des parents.
  - Montrez si les allèles (A, B) sont autosomaux ou liés au sexe.
- 2) En utilisant les lettres A et B du gène, écrivez les génotypes des membres de cette famille.



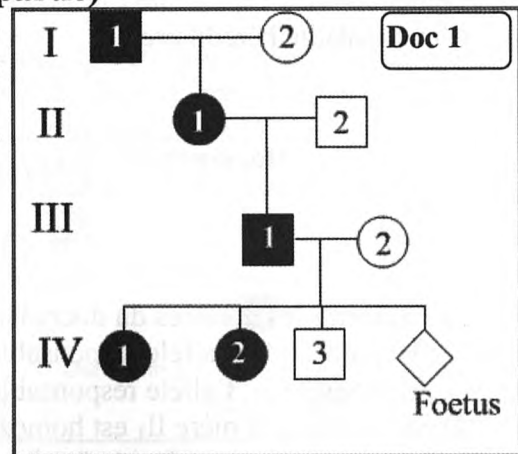
**Document 1 →**

**Exercice N°10 (Bac 2013 Contrôle : Deuxième partie)**

Le document 1 représente l'arbre généalogique d'une famille dont certains membres sont atteints d'une maladie héréditaire.

1) Exploitez les données du document 1 pour discuter chacune des hypothèses suivantes :

- Hypothèse 1 : l'allèle responsable de la maladie est récessif et porté par un autosome.
- Hypothèse 2 : l'allèle responsable de la maladie est récessif et porté par le chromosome sexuel X.
- Hypothèse 3 : l'allèle responsable de la maladie est dominant et porté par un autosome.



d) Hypothèse 4 : l'allèle responsable de la maladie est dominant et porté par le chromosome sexuel X.

L'analyse médicale prouvent que :

La femme III2 ne possède pas l'allèle responsable de l'anomalie.

L'homme III1 ne possède pas l'allèle normal

2) Exploitez ces deux informations et des données du document 1 en vue de préciser laquelle des hypothèses discutées précédemment est confirmée.

3) Ecrivez les génotypes des individus I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, II<sub>1</sub> et II<sub>2</sub>

La femme III2 se demande si son futur enfant (foetus) serait atteint par cette anomalie. Le médecin lui propose de réaliser le caryotype de son foetus. (document 2)

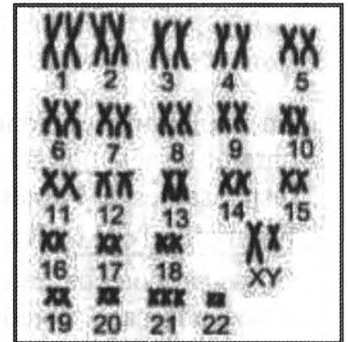
Après avoir analysé les données du document 2, le médecin rassure la femme III2 que son futur enfant ne risque pas d'être atteint par l'anomalie génique. Toutefois, il sera affecté par une autre anomalie.

4) A partir des données du document 2 et des informations précédemment :

a) précisez le génotype du foetus

b) identifiez l'anomalie par laquelle le futur enfant sera affecté

5) Expliquez le mécanisme responsable de la formation des gamètes à l'origine du caryotype du foetus



**Exercice N°10 (Bac 2016 Principale : Deuxième partie)**

On cherche à remédier à la stérilité d'un couple : Madame et Monsieur X à comprendre la transmission de deux anomalies génétiques. Pour cela, on a procédé comme suit :

Parmi les tests effectués, un spermogramme a été réalisé et comparé à celui d'un homme normal. Le document1 représente le résultat obtenu.

	spermogramme					
	volume	pH	viscosité	Nombre de SPZ	Formes normales	mobilité
<b>Monsieur X</b>	4.1ml	7.3	normale	9.10 <sup>6</sup> /ml	90%	52%
<b>Homme normal</b>	> 3ml	7.3	normale	>60 .10 <sup>6</sup> /ml	> 56%	52%

1) Comparez le spermogramme de monsieur X à celui de l'homme normal en vue de dégager la cause de la stérilité de ce couple.

2) Pour remédier à la stérilité de ce couple, la technique de la FIVETE a été suggérée et a aboutit à trois embryons : E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub> et E<sub>3</sub>. Etant donné que Monsieur est atteint d'une anomalie génétique et que Madame X est normale, un choix de l'embryon (ou des embryons) à implanter est nécessaire. Pour cela, une électrophorèse des fragments d'ADN correspondant au gène responsable de l'anomalie est réalisée chez Monsieur et Madame X et chez les trois embryons. Les données fournies par l'électrophorèse sont résumées dans le document 2

Document 2		Monsieur X atteint	Madame X normale	Embryons		
				E1	E2	E3
A <sub>1</sub>	A <sub>1</sub>	2	1	1	2	2
A <sub>1</sub> et A <sub>2</sub> : les allèles du gène	A <sub>2</sub>	0	1	1	1	0

Exploitez les données du document 2 en vue de :

a) Préciser l'allèle responsable de l'anomalie

b) Déterminer le mode de transmission de cette anomalie

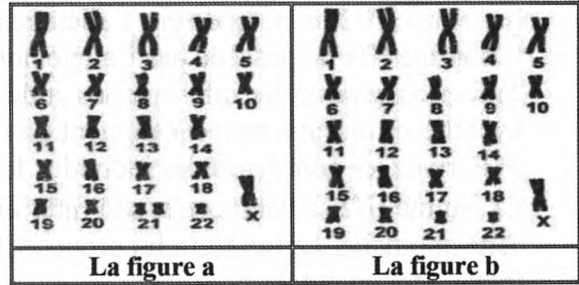
c) Déduire lequel (ou lesquels) des 3 embryons est (sont) à implanter

Les figures a et b du document 3 représentent les caryotypes possibles de 2 cellules germinales à l'origine de l'embryon E<sub>2</sub>

La figure (a) représente le caryotype de l'ovocyte II

La figure (b) représente le caryotype de spermatocyte II

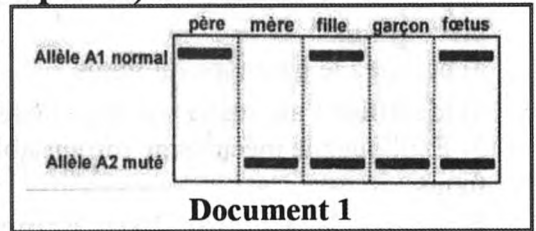
Document 3 ⇒



En exploitant les données des documents 2 et 3 et en ne tenant compte que de la paire de chromosomes portant le gène en question, expliquez schéma à l'appui, les mécanismes responsables de l'obtention de l'embryon E<sub>2</sub>.

**Exercice N°11 (Bac 2017 Principale : Deuxième partie)**

On se propose de déterminer le mode de transmission d'une anomalie héréditaire révélée chez une famille. Pour cela, une électrophorèse de l'ADN correspondant au gène responsable de l'anomalie est réalisée chez les membres de cette famille et chez le fœtus. Le document 1 représente les résultats obtenus.



1) Exploitez les données fournis par le document 1 en vue de :

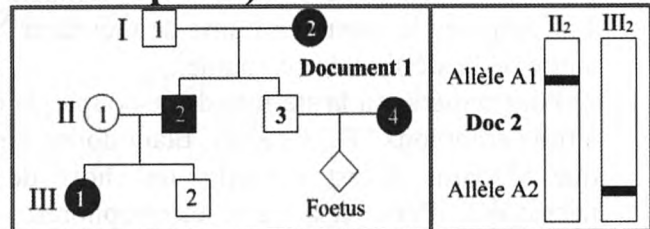
- a) Montrer que le gène en question n'est pas autosomale.
- b) Préciser la localisation de ce de gène et le sexe du fœtus
- c) Représenter les deux arbres généalogiques possibles de cette famille.

2) La mère du père est phénotypiquement atteinte. A partir de cette donnée et des informations tirées précédemment, précisez lequel des deux arbres généalogiques représentés correspond à la famille.

3) Ecrivez le génotype de chaque membre de cette famille.

**Exercice N°12 (Bac 2018 Principale : Deuxième partie)**

Le document 1 présente le pédigrée d'une famille dont certains membres sont atteints par cette maladie et le doc 2 présente le résultat de l'électrophorèse de l'ADN correspondant au gène responsable de la maladie de 2 membres II<sub>2</sub> et III<sub>2</sub> de cette famille.



1) Identifiez, par les allèles A<sub>1</sub> et A<sub>2</sub>, celui qui est responsable de la maladie. Justifiez votre réponse

2) A partir de l'exploitation des documents 1 et 2, discutez chacune des hypothèses suivantes :

Hypothèse 1 : l'allèle responsable de la maladie est récessif autosomal.

Hypothèse 2 : l'allèle responsable de la maladie est dominant autosomal.

Hypothèse 3 : l'allèle responsable de la maladie est récessif porté par le chromosome sexuel X.

Hypothèse 4 : l'allèle responsable de la maladie est dominant porté par le chromosome sexuel X.

3) Ecrivez les génotypes des individus, I<sub>1</sub>, II<sub>1</sub>, III<sub>1</sub> et III<sub>2</sub>

4) La femme II<sub>4</sub> attend un enfant, elle craint qu'il soit atteint.

L'analyse de l'ADN de II<sub>4</sub> montre qu'elle est hétérozygote pour le couple d'allèle étudié.

Exploitez cette information et les données de pédigrée en vue de discuter l'état de santé du futur enfant.

**Chapitre 1 L'évolution Biologique**

**1<sup>ère</sup> partie : Q C M**

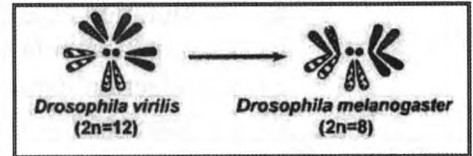
Chaque série d'affirmation comprend une ou plusieurs réponses correctes. Repérez la (ou les) réponse(s) exactes.

- 1) Les mécanismes de l'évolution biologiques sont :
  - a) La mutation et le crossing-over
  - b) La mutation et la sélection naturelle
  - c) La sélection naturelle et l'adaptation
  - d) Le brassage intra et interchromosomique
- 2) Les différences en acides aminés d'une même protéine chez deux espèces de vertébrés :
  - a) Sont le résultat de maturations ponctuelles
  - b) Constituent une preuve anatomique de l'évolution.
  - c) Sont d'autant plus grandes que les deux espèces ont un ancêtre commun plus éloigné dans le temps
  - d) Sont d'autant plus grandes que les deux espèces ont un ancêtre commun plus rapproché dans le temps
- 3) Au cours de l'évolution biologique, l'ordre d'apparition des vertébrés est le suivant :
  - a) Poissons - amphibiens - archéoptéryx - reptiles - oiseaux
  - b) Poissons - amphibiens - reptiles - archéoptéryx - oiseaux
  - c) Poissons - archéoptéryx - amphibiens - reptiles - oiseaux
  - d) Poissons - reptiles - archéoptéryx - amphibiens - oiseaux
- 4) La spéciation :
  - a) Est l'apparition d'espèces nouvelles à partir d'une espèce originelle
  - b) Ne peut se faire qu'après un isolement géographique
  - c) Peut conduire ou non à l'isolement reproductif
  - d) Est due à l'installation d'une barrière reproductrice
- 5) La spéciation sympatrique est :
  - a) Causée par une barrière géographique
  - b) Causée par une barrière biologique
  - c) La transformation d'une espèce primitive en une espèce plus évoluée
  - d) La transformation d'une espèce primitive en plusieurs espèces plus évoluées
- 6) Les mutations géniques :
  - a) Peuvent être l'un des causes de la spéciation
  - b) Augmente toujours la taille de l'information génique
  - c) Est un mécanisme de l'évolution
  - d) Sont une source de la diversité des êtres vivants
- 7) La sélection naturelle :
  - a) Favorise la transmission des mutations avantageuses
  - b) Favorise la transmission des allèles nouveaux.
  - c) A pour résultat une adaptation des populations à leur environnement
  - d) Fait un tri des formes les plus adaptées à un environnement donné

- 8) La polyploïdie :
- a) Est une mutation génique
  - b) Est une mutation chromosomique.
  - c) Augmente la taille de l'information génétique
  - d) Aboutit à la modification du caryotype

9) Le document ci-contre représente les caryotypes de deux espèces de drosophile. L'évolution du caryotype de *Drosophila virilis* vers celui de *Drosophila melanogaster* résulte :

- a) d'une amplification génique
- b) d'une mutation chromosomique
- c) de la fusion 2 à 2 des chromosomes de deux paires
- d) de la fusion 2 à 2 des chromosomes de quatre paires



- 10) La sélection naturelle :
- a) fait augmenter la taille d'un gène
  - b) est un mécanisme de l'évolution biologique
  - c) favorise les êtres vivants à vivre dans un milieu donné
  - d) est l'origine des changements de la structure des gènes.

**2<sup>ème</sup> partie : Restitution des connaissances**

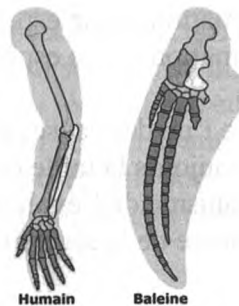
**Exercice N°1**

Dans un ouvrage, on lit le texte suivant :

« ...La nageoire des baleines est particulièrement exemplaire. Le squelette de mon bras est fait de trente os, qui constituent dix-sept articulations, toutes très mobiles, de l'épaule jusqu'au bout des doigts. La nageoire d'une baleine est, elle aussi, faite des mêmes trente os (plus quelques autres dans les doigts dans certains cas). Ils forment aussi les mêmes dix-sept articulations, mais une seule est mobile, celle de l'épaule, entre l'humérus et l'omoplate. Les seize autres sont tout à fait figées (solidifiées) ankylosées en permanence... »

Extrait du livre « Le miroir du mode »  
De Cyrille Barrette

- 1) A partir du texte proposé et du document 1
- a- Dégager les ressemblances entre le membre supérieur de l'Homme et la nageoire de la baleine. Déduire
  - b- Dégager les différences entre ces organes. Concluez



Document 1

- 2) Le document 2 représente les pourcentages des acides aminés différents au niveau d'une protéine existant chez trois espèces A, B et C sont de :

Différence	A	B
C	8%	11%
B	17%	

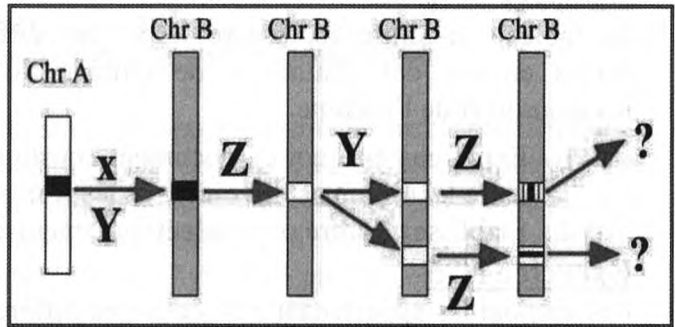
Document 2

- a- Dégager les degrés de parenté le plus forte et le moins forte
- b- Dressez l'arbre phylogénétique correspondant aux espèces A, B et C

**Exercice N°2**

A/ Le document 1 montre un modèle possible de l'histoire des gènes qui codent à la synthèse d'une protéine A

- 1) Identifier les phénomènes X, Y et Z.
- 2) Identifier les résultats de l'expression de ces gènes.
- 3) Déduisez le phénomène global illustré par ce document



B/ Le tableau suivant représente le % des différences en acides aminés des polypeptides de la myoglobine du chien, de la poule et de l'homme.

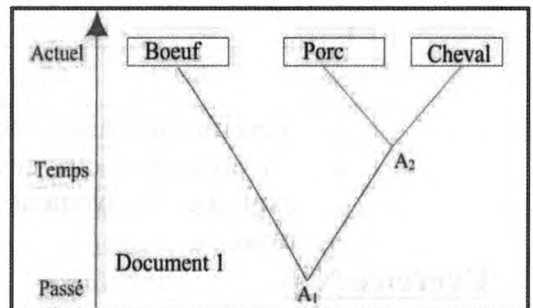
% des acides aminés différents	Homme	Chien	Poule
Homme	0	14	26
Chien	14	0	22
Poule	26	22	0

1. Précisez le % des acides aminés identiques entre ces trois espèces prises 2 à 2. que peut-on conclure
2. Comment peut-on expliquer les différences observées
3. Etablissez l'arbre phylogénétique correspondant en précisant les degrés de parenté plus ou moins forts

**Exercice N°3**

A/ Le document ci-contre montre un arbre phylogénétique de 3 espèces de mammifères établi à partir de données moléculaires de la chaîne A de la molécule de l'insuline

- 1) Expliquez la méthode qui a permis l'établissement de cet arbre
- 2) Que représente A<sub>1</sub> et A<sub>2</sub>



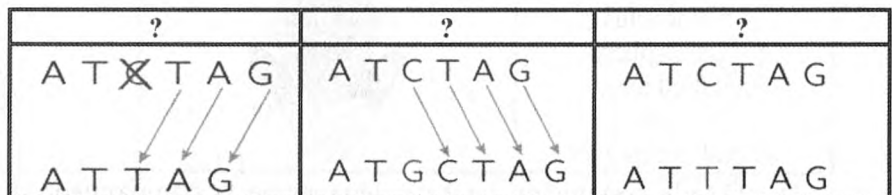
3) le tableau suivant a servi à l'établissement de l'arbre du document 1

a/ Identifier les espèces A, B et C

b/ Quelles conclusions peut-on tirer de ce tableau ?

Espèce	Différences
Espèce A- Espèce B	2
Espèce A- Espèce C	3
Espèce B- Espèce C	1

B/ Le document ci-contre représente quelques types de mutations géniques



- a) Déterminer la nature de la mutation génique dans chacun des exemples suivants
- b) Quelle est la conséquence de ces mutations ?

**Exercice N°4**

Le tableau ci-contre représente le % des différences en acides aminés des chaînes α de globine du chien, du Kangourou et de l'homme.

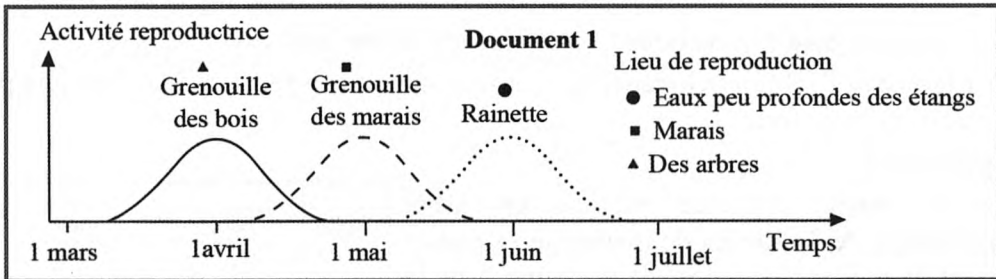
Homme	15%	19%
Chien	-	29%
	Chien	kangourou

1. Expliquez en quoi ce document constitue un indice des relations phylogénétiques entre les Hommes, les chiens et les Kangourous.
2. Etablissez l'arbre phylogénétique traduisant ces relations de parenté.

**Exercice N°5**

Les grenouilles appartenant à des espèces différentes sont des animaux physiologiquement proches. Dans la nature elles ne s'hybrident pas.

1. Sur quel argument on peut baser pour affirmer que ces grenouilles n'appartiennent pas à la même espèce ?
2. Quelle est la conséquence de cette absence d'hybridation dans les conditions naturelles ?
3. L'étude de la période et le lieu d'activité reproductrice de quelques espèces de grenouille vivant dans une même région a donné les résultats figurés sur le document 1



- a) Identifiez les raisons de l'isolement reproductif entre ces espèces
- b) En admettant que ces grenouilles appartaient à une même espèce G, expliquez brièvement le ou les mécanismes à l'origine de ces nouvelles espèces.

**Exercice N°6**

Le document 1 représente une coupe transversale du cervelet de deux vertébrés : poisson et mammifère

<p><b>Document 1</b></p> <p>1 = vermis ;                  2 = plaques basales ;                  3 = 4<sup>ème</sup> ventricule ;                  4 = flocculus ;                  5 = hémisphères cérébelleux ;                  6 = néo-rhombencéphale</p>	<p>Coupe transversale du cervelet d'un poisson</p>	<p>Coupe transversale du cervelet d'un mammifère</p>

1. Quelle conclusion peut-on dégager de la comparaison des coupes transversales du cervelet de ces deux vertébrés ?
2. Proposez une hypothèse concernant l'espèce le plus évoluée

**3<sup>ème</sup> partie : Mobilisations des connaissances**

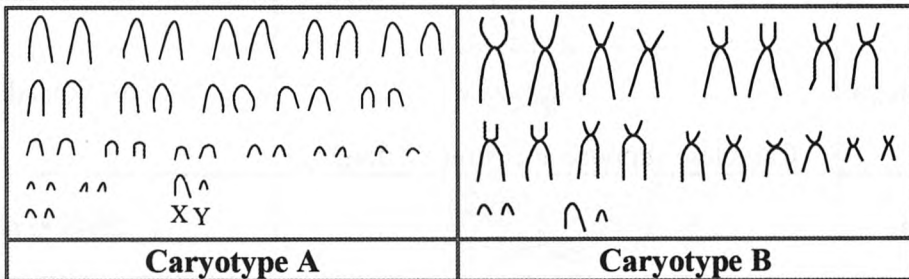
**Exercice N°1**

Le pléistocène (début de l'ère quaternaire) est marqué en Australie par un réchauffement du climat qui devient aride. Les oiseaux du genre *Pachycephala*, alors qu'ils occupaient avant le réchauffement tout le sud du continent, se divisent en deux populations qui vont occuper le sud est et le sud ouest du continent. Après le pléistocène, le climat se refroidit et les oiseaux retrouvent leur répartition d'origine mais ne s'hybrident pas.

1. Analysez ce test. Concluez
2. Des expériences d'hybridation en captivité ont montré que même en provoquant l'accouplement il ne naissait jamais de jeunes oiseaux. Quelle nouvelle information apportent ces expériences ?

**Exercice N°2**

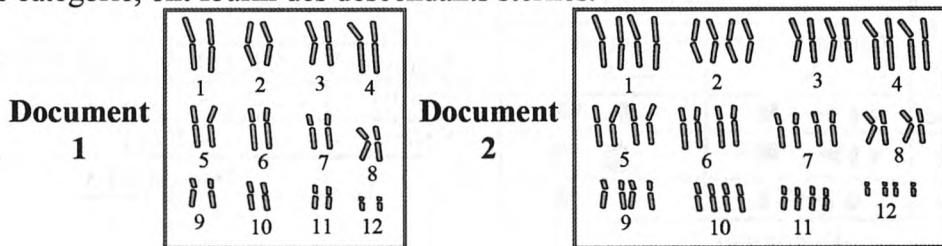
A/ en Tunisie, dans la région de Monastir, Saïd (1986) a mis en évidence chez la souris deux groupes de populations qui ne se distinguent pas morphologiquement. Les populations appartenant au 1<sup>er</sup> groupe vivent à la campagne (zone rurale) et ont le caryotype A. Les populations du 2<sup>ème</sup> groupe se rencontrent dans les zones urbaines et ont le caryotype B. Des expériences ont montré que les souris des deux groupes de populations sont incapables de se reproduire indéfiniment entre eux.



1. Déterminez la formule chromosomique globale de chaque groupe de populations
2. Quelle relation possible peut-on établir entre ces deux caryotypes ? Expliquez.
3. Peut-on considérer les deux groupes de populations comme deux espèces différentes ? justifiez votre réponse et expliquez à quoi est due cette spéciation.

B/ En Amérique du nord, chez la rainette la fécondation externe est favorisée par la formation des couples, la femelle rejoignant le mâle qui chante.

En 1950, en étudiant le chant d'appel des mâles, on s'est aperçu que pouvait distinguer parmi ces rainettes morphologiquement semblables, deux catégories à répartition géographique différente. Des croisements effectués en laboratoire, à partir de populations de chaque catégorie, ont fourni des descendants stériles.



La réalisation des caryotypes de chaque catégorie a permis d'établir les documents 1 et 2



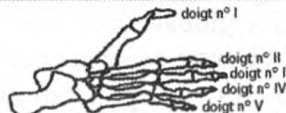
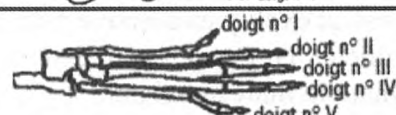
1. À partir de l'analyse du texte, peut-on considérer les deux groupes de rainettes comme deux espèces différentes ?
2. Proposez des hypothèses pour expliquer à quoi est due cette spéciation.
3. À partir de l'analyse des documents 1 et 2, quelle est l'hypothèse est juste.







**Exercice N°3**

On s'intéresse aux relations de parenté qui unissent les tétrapodes. Pour cela, on compare des caractères chez différentes espèces.

- Le document 1 montre une anatomie comparée du nombre de doigts du pied droit d'Homme, de Gorille, de Souris et d'un tétrapode fossile (Ichthyostega)
- Le document 2 représente une comparaison des bandes sombres et claires de chromosomes sexuels d'Homme, de Gorille et de Souris.
- Le document 3 représente une comparaison des séquences d'acides aminés de la protéine TDF d'Homme, de Gorille et de Souris.

À partir de l'exploitation des documents 1 à 3, indiquez quels arguments permettent de supposer une parenté plus étroite entre l'Homme et le Gorille qu'entre l'Homme et la Souris.

Espèces	Anatomie (l'échelle n'est pas respectée)	Age du plus vieux fossile connu
<b>Ichthyostega</b>	 <p>doigt n° I doigt n° II doigt n° III doigt n° IV doigt n° V doigt n° VI doigt n° VII</p> <p>Caractère supposé ancestral : 7 doigts</p>	380 millions d'années
<b>Homme</b>	 <p>doigt n° I doigt n° II doigt n° III doigt n° IV doigt n° V</p>	200000 ans
<b>Gorille</b>	 <p>doigt n° I doigt n° II doigt n° III doigt n° IV doigt n° V</p>	Pas de données
<b>Souris.</b>	 <p>doigt n° I doigt n° II doigt n° III doigt n° IV doigt n° V</p>	8 millions d'années
<b>Document 1</b>		

Espèces	Représentation schématique d'une chromatide	
	Chromosome X	Chromosome Y
Homme		
Gorille		
Souris		
<b>Document 2</b>		

Homme : Y N S K G N V Q D R V K R P I V
Gorille : - - - - S - - - - - - - - - -
Souris : - - - - - E G F - - - - M - -
<b>Document 3</b>

**4<sup>ème</sup> partie : Exercices de bac**

**Exercice N°1 (Bac 2001 Contrôle : Deuxième partie)**

Des études faites sur la molécule d'insuline chez trois espèces de mammifères (Homme, Mouton, Cheval) ont permis de déterminer la séquence de 51 acides aminés constituant cette hormone dont une partie est indiquée sur le document 1

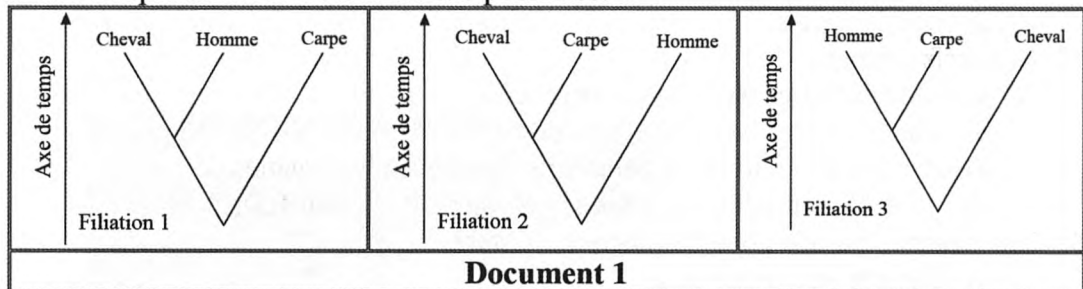
	6	7	8	9	10	11	12
Homme	Cys	Cys	Thr	Ser	Ile	Cys	Ser
Mouton	Cys	Cys	Ala	Gly	Val	Cys	Ser
Cheval	Cys	Cys	Thr	Gly	Ile	Cys	Ser

**Document 1**

1. Quelles conclusions peut-on tirer de la comparaison de ces séquences ?
2. Dressez l'arbre phylogénétique de ces espèces
3. En comparant les trois séquences de nucléotides obtenues, déduisez-en le mécanisme ayant permis l'évolution du gène codant pour l'insuline

**Exercice N°2 (Bac 2008 Contrôle : Ancien régime : Deuxième partie)**

On cherche à établir des relations de parenté entre 3 vertébrés actuels : Carpe (poisson), Homme et Cheval. L'étude de l'histoire de ces trois vertébrés a permis de proposer 3 hypothèses correspondant chacune à une filiation (ou arbre phylogénétique) possible. Le document 1 représente les trois filiations possibles.



- 1) Quelles informations pouvez-vous en déduire quant aux liens de parenté entre ces 3 vertébrés dans chaque filiation ?

Afin de préciser la filiation entre ces trois espèces, on se réfère à des données de la biologie moléculaire. Le document 2 indique les séquences polypeptidiques d'une portion de l'hémoglobine de l'Homme, de Cheval, et de la Carpe. Chaque lettre correspond à un acide aminé. Chaque tiret indique un acide aminé identique à celui de la séquence polypeptidique de l'Homme

Homme	A	B	E	B	F	E	C	D	G	F	Z	G	I	H	H	Y	H	X	G	I	L	G
Cheval	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A	-	-	-	-	-	-	H	-	-	-	-
Carpe	-	-	-	-	-	A	-	-	F	H	K	X	-	G	-	-	-	-	-	B	-	W

**Document 2**

- 2) Comparez les séquences d'acides aminés du document 2. Que pouvez-vous déduire ?
- 3) Précisez, parmi les filiations du document 1, celle qui correspond à l'arbre phylogénétique de ces trois espèces. Justifiez votre réponse.

**Chapitre 1 Le tissu nerveux**

**1<sup>ère</sup> partie : Q C M**

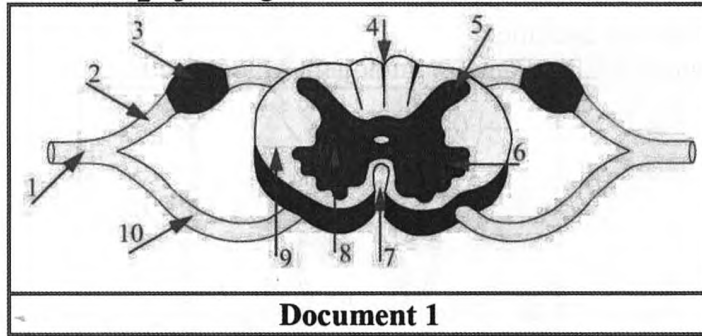
Chaque série d'affirmation comprend une ou plusieurs réponses correctes. Repérez la (ou les) réponse(s) exactes.

1. La substance grise est formée par
  - a) de corps cellulaires uniquement
  - b) de corps cellulaires et cellules gliales
  - c) des fibres nerveuses
  - d) de corps cellulaires et des fibres nerveuses
2. Le système nerveux centrale est constitué par
  - a) le cerveau, la moelle épinière et les nerfs
  - b) l'encéphale et la moelle épinière
  - c) l'encéphale et les nerfs crâniens
  - d) le cerveau, le cervelet, le bulbe rachidien et la moelle épinière.
3. Les nœuds de Ranvier sont des interruptions
  - a) de la gaine de myéline.
  - b) de la gaine de schwann.
  - c) de l'axone.
  - d) des dendrites.
4. Les nerfs crâniens
  - a) sont 12 paires issues de l'encéphale
  - b) sont 12 paires issues de la moelle épinière.
  - c) mettent en relation les centres nerveux avec les organes de sens
  - d) mettent en relation les centres nerveux avec les muscles.
5. Une synapse est une zone de jonction existant
  - a) Dans la substance grise
  - b) Dans la substance blanche
  - c) Dans la substance grise et blanche
  - d) Dans les nerfs
6. Le virus de la poliomyélite :
  - a- agit au niveau de la substance blanche de la moelle épinière
  - b- agit au niveau de la substance grise de la moelle épinière.
  - c- provoque uniquement une perte de la sensibilité
  - d- provoque uniquement une perte de la motricité

**2<sup>ème</sup> partie : Restitution des connaissances**

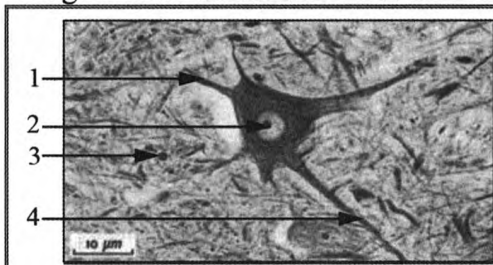
**Exercice N°1**

Le document 1 représente un schéma d'une coupe transversale de moelle épinière d'un mammifère.

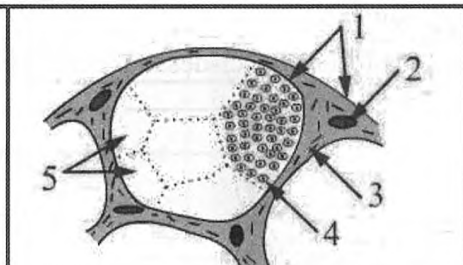


Document 1

1. Légendez ce document
2. Le document 2 représente une observation microscopique à fort grossissement au niveau de la région 8 du document 1

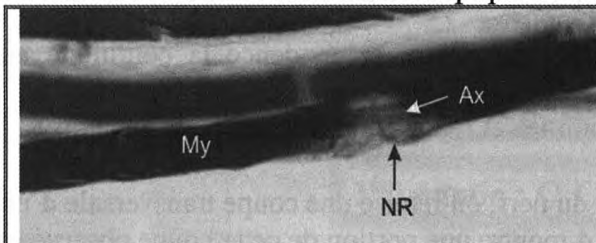


Document 2



Document 3

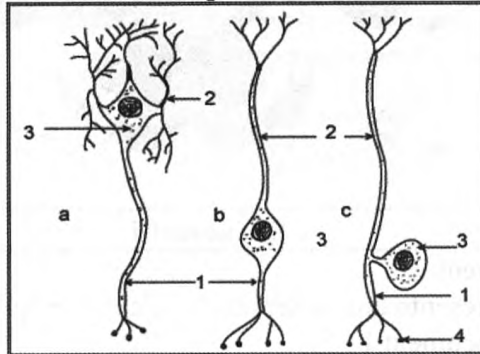
- a) Légendez cette observation microscopique. Déduire la structure de la région 8.
  - b) Précisez les rôles de l'élément 3
  - c) Déduisez la structure de la région 8.
3. On a réalisé une observation microscopique à fort grossissement au niveau de la région 9.



My = gaine de myéline  
Ax = Axone  
NR = nœud de Ranvier

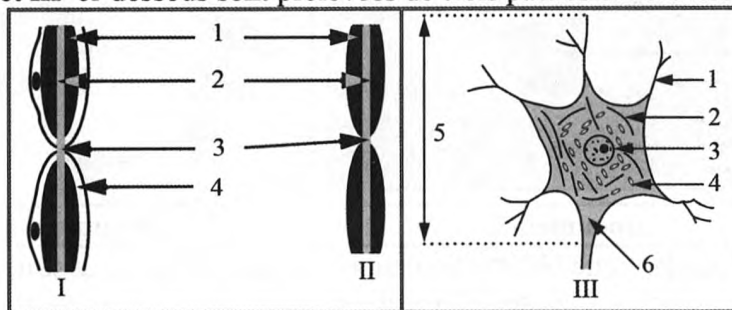
- a) Déduisez la structure de la région 9.
  - b) Faites un schéma de synthèse de la structure obtenue.
  - c) Proposez une expérience permettant d'expliquer la continuité cytotogique entre ces deux structures (Structure de la région 8 et 9)
4. On a réalisé une coupe transversale au niveau de l'élément 1 du document 1, le document 3 représente une interprétation schématique
    - a) Légendez ce schéma
    - b) Représentez avec un schéma simplifié et légendé une coupe longitudinale l'élément 4 du document 3
  5. Indiquez où on peut trouver, dans le document 1, d'autres prolongements de neurones d'une part, d'autres corps cellulaires d'autre part, et enfin des synapses.
  6. Le document suivant représente des différents types de neurones.

- Annoter ce document
- Nommer ces neurones en indiquant sa localisation.



**Exercice N°2**

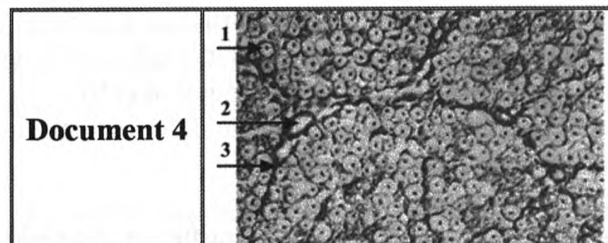
Les structures I, II et III ci-dessous sont prélevées de trois parties différentes du tissu nerveux.



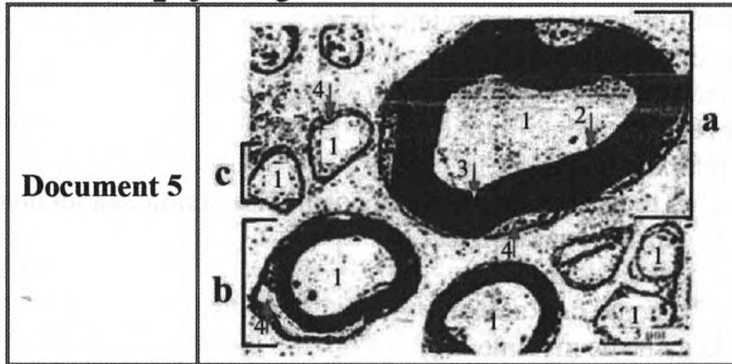
- Légendez ces structures.
- Indiquez à quelle partie du système nerveux appartient chacune de ces structures. Justifiez, à chaque fois, votre réponse.
- Citer une expérience permettant de mettre en évidence la continuité entre ces trois structures.
- À l'aide d'un schéma clair, nommez et représentez la cellule en question.

**Exercice N°3**

Afin de faire une idée sur la structure du nerf, on réalise une coupe transversale d'un nerf sciatique de grenouille. Le document 4 montre une portion de cette coupe observée au microscope optique



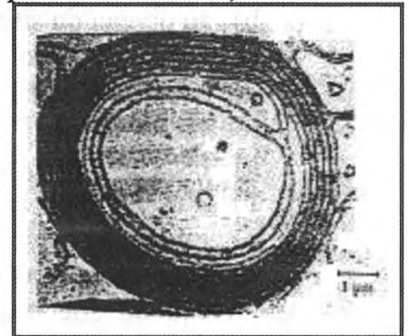
- Identifier les éléments 1, 2 et 3 du document 4
- Afin de préciser la structure fine de l'élément 1 constitutif d'un nerf, on réalise une observation au microscope électronique (**document 5**) d'une portion de la coupe précédente. La préparation a subi un traitement à l'acide osmique qui colore en noir la myéline.



Document 5

- a) Identifier les parties 1, 2, 3 et 4 du document 5
  - b) Comparer la structure et les dimensions en coupe des éléments a, b et c.
- 3) Le document 6 précise l'ultra structure de la partie 3 des éléments a et b du document 5

Document 6 ⇒



- a) Décrivez cette ultra structure et donnez- en l'origine
  - b) Précisez si l'ultra structure de la partie 3 à la même origine au niveau de la substance blanche centrale.
- 4) Le nerf rachidien est en relation avec la moelle épinière par la racine postérieure et par la racine antérieure. Proposer **des expériences** qui montrent :
- a) Le rôle de la racine antérieure du nerf rachidien
  - b) Le sens du message nerveux véhiculé au niveau de cette racine

## Chapitre 2 Le réflexe myotatique

### 1<sup>ère</sup> partie : Q C M

Chaque série d'affirmation comprend une ou plusieurs réponses correctes. Repérez la (ou les) réponse(s) exactes.

1. Le réflexe myotatique :
  - a) A ses récepteurs dans la peau
  - b) Est un réflexe médullaire
  - c) Est un réflexe polysynaptique
  - d) Intervient dans le maintien de la posture
2. Le réflexe myotatique :
  - a) Est une réaction d'un muscle squelettique à son propre étirement
  - b) A pour rôle le maintien de la posture et de l'équilibre de l'organisme
  - c) A ses récepteurs dans la peau
  - d) A son centre nerveux dans le bulbe rachidien.

3. Le fuseau neuromusculaire intervient dans :
  - a) Les réflexes de posture
  - b) Les réflexes cardiomodérateurs
  - c) Les réflexes d'équilibrations
  - d) Le réflexe myotatique
4. Au niveau d'un récepteur sensoriel, un potentiel d'action naît au niveau :
  - a) De la capsule conjonctive.
  - b) Du 1<sup>er</sup> nœud de Ranvier
  - c) Du 2<sup>ème</sup> nœud de Ranvier
  - d) De la gaine de myéline
5. Au niveau d'un récepteur sensoriel, un potentiel d'action naît :
  - a) au niveau du site transducteur
  - b) au niveau du site générateur
  - c) lorsque la dépolarisation due au potentiel de récepteur atteint un seuil
  - d) quelle que soit l'intensité de la stimulation
6. Un récepteur sensoriel :
  - a) Est toujours localisé à la périphérie de l'organisme
  - b) Stimulé, il est le siège de la naissance d'un potentiel de récepteur
  - c) Envoie au centre nerveux un message codé en amplitude
  - d) Ne présente pas de potentiel de repos
7. Au niveau du site transducteur d'un récepteur sensoriel, on enregistre, suite à une stimulation :
  - a) Un potentiel postsynaptique excitateur (PPSE)
  - b) Un potentiel postsynaptique inhibiteur (PPSI)
  - c) Un potentiel local de récepteur
  - d) Un potentiel d'action
8. Le potentiel de repos s'explique par :
  - a) Un flux passif des ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$  à travers la membrane cellulaire.
  - b) Une inégalité de concentration des ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$  de part et d'autre de la membrane cellulaire.
  - c) Un flux des ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$  à travers des canaux voltage dépendants.
  - d) Un flux des ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$  à travers des canaux chimiodépendants.
9. Dans une cellule nerveuse au repos :
  - a) Les canaux de fuites sont fermés
  - b) la membrane plasmique présente à la fois un transport passif et un transport actif
  - c) la pompe  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  fonctionnent en permanence
  - d) les canaux  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$  voltage dépendants sont ouverts
10. Un potentiel d'action et un potentiel local ont en commun :
  - a) La variation de la différence de potentiel membranaire.
  - b) Une amplitude constante.
  - c) La propagation sur une longue distance
  - d) La présence d'un temps de latence.
11. Lors d'un potentiel d'action, il y a entrée massive de  $\text{Na}^+$

- a) Par des canaux de fuite
  - b) Par la pompe  $\text{Na}^+ / \text{K}^+$
  - c) Par les canaux voltages dépendants
  - d) En contre partie de la sortie massive de  $\text{K}^+$
12. On appelle la différence de potentiel entre les deux faces de la membrane de la fibre nerveuse non excitée :
- a) Potentiel de repos
  - b) Potentiel d'action
  - c) Potentiel post-synaptique excitateur (PPSE)
  - d) Potentiel post-synaptique inhibiteur (PPSI)
13. Dans un potentiel d'action, la dépolarisation est le résultat :
- a) D'une entrée massive d'ions  $\text{Na}^+$  à l'intérieur de la fibre nerveuse.
  - b) D'une sortie d'ions  $\text{K}^+$  à l'extérieur de la membrane de la fibre.
  - c) Du fonctionnement de la pompe à  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$
  - d) D'une entrée d'ions  $\text{K}^+$ .

**2<sup>ème</sup> partie : Restitution des connaissances**

**Exercice N°1**

Une fibre nerveuse est isolée et placée dans un liquide physiologique comme l'indique le document 1. Au temps  $T_0$  on porte sur la fibre nerveuse une stimulation efficace d'intensité suffisante au niveau des électrodes stimulatrices  $S_1S_2$ . On obtient le graphe du document 2.

**Document 1**

S1 et S2 = électrodes stimulatrices

**Document 2**

1. En utilisant vos connaissances et en vous basant sur le document 2 recopier et compléter le tableau suivant

Périodes	T <sub>0</sub> → T <sub>1</sub>	T <sub>1</sub> → T <sub>2</sub>	T <sub>2</sub> → T <sub>3</sub>	T <sub>3</sub> → T <sub>4</sub>
<b>Mouvements d'ions</b>				
<b>Nom du phénomène enregistré</b>				

2. Représenter à l'aide de schémas clairs et bien légendés la structure de la membrane de la fibre nerveuse permettant les échanges ioniques
- ❖ Entre les temps T<sub>1</sub> et T<sub>2</sub>
  - ❖ Entre les temps T<sub>2</sub> et T<sub>3</sub>
  - ❖ Entre les temps T<sub>3</sub> et T<sub>4</sub>

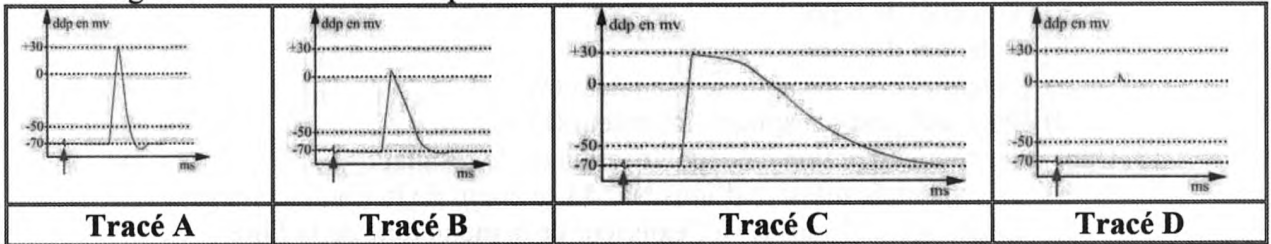
**Exercice N°2**

On étudie la possibilité de naissance d'un potentiel d'action dans les conditions expérimentales en utilisant un axone géant de calmar placé dans différents milieux contenant l'eau de mer et dont la composition varie d'une situation à l'autre.

- ❖ Situation 1 : un milieu contenant de l'eau normale
- ❖ Situation 2 : eau de mer additionnée d'un poison bloquant des canaux à Na<sup>+</sup>
- ❖ Situation 3 : eau de mer additionnée d'un poison bloquant des canaux à K<sup>+</sup>
- ❖ Situation 4 : milieu contenant 1/3 d'eau de mer et 2/3 d'une solution glucosée isotonique

On excite dans chaque cas l'axone avec une intensité suffisante

Les enregistrements obtenus sont placés en désordre dans le document suivant.



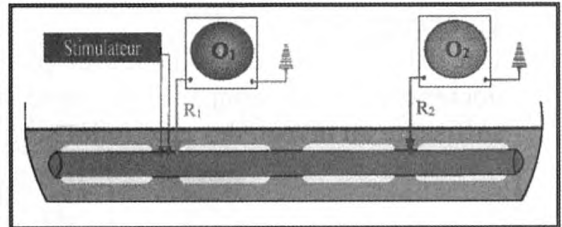
- 1) Indiquer pour chaque tracé la situation correspondante et justifiez votre réponse
- 2) Représentez le tracé A et représentez sur ce tracé la variation de la perméabilité membranaire de cet axone aux ions Na<sup>+</sup> et K<sup>+</sup> au cours des phases du phénomène enregistré.

**Exercice N°3**

Dans le but d'étudier la condition de naissance d'un potentiel d'action, on porte sur une fibre nerveuse des stimulations d'intensités croissantes (St<sub>1</sub> < St<sub>2</sub> < St<sub>3</sub> < St<sub>4</sub> < St<sub>5</sub>).

Le document 1 montre le schéma du montage utilisé

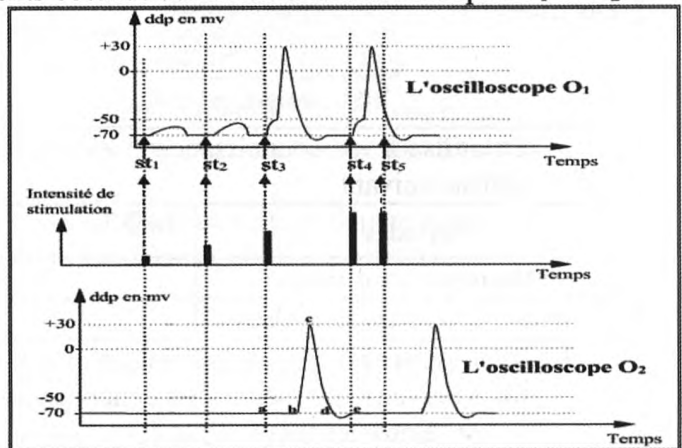
**Document 1** ⇨



Le document suivant montre les enregistrements obtenus au niveau des oscilloscopes O<sub>1</sub> et O<sub>2</sub>

- 1) Nommez les tracés en st<sub>1</sub>, st<sub>2</sub>, st<sub>3</sub> et st<sub>4</sub>
- 2) Identifiez l'intensité seuil.
- 3) Qu'appelle-t-on les autres intensités.
- 4) Expliquez les différences constatées :
  - a/ Entre les enregistrements sur O<sub>1</sub> pour St<sub>1</sub> et St<sub>2</sub>
  - b/ Entre les enregistrements sur O<sub>1</sub> et ceux O<sub>2</sub> pour les mêmes intensités
- 5) Comparer les potentiels d'actions enregistrés sur O<sub>1</sub> et O<sub>2</sub>

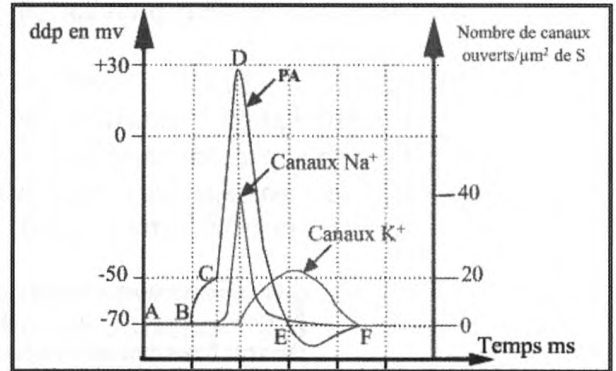
6) Compléter le tableau suivant



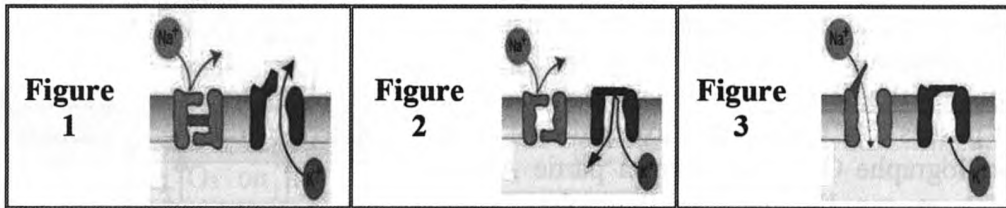
Variation du potentiel	Nom de la variation	Canaux mis en jeu	Condition d'ouverture	Explication des mouvements des ions à travers les canaux
Segment (ab)				
Segment (bc)				
Segment (cd)				
Segment (de)				

7) Le document 2 représente les mouvements ioniques du  $\text{Na}^+$  et du  $\text{K}^+$  à travers la membrane plasmique d'un axone au cours d'une stimulation intensité  $\text{St}_4$

Établissez la relation entre les différentes phases du tracé de  $\text{st}_4$  et les modifications de la perméabilité membranaire aux ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$ .



8) Les figures du document suivant schématisent les états des canaux responsables de la naissance du tracé de  $\text{st}_4$  en désordre.



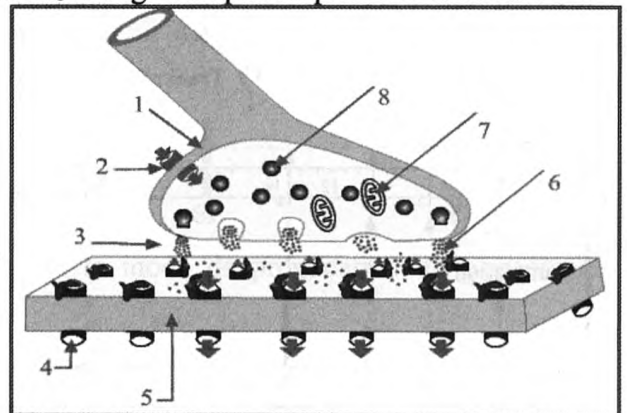
- Nommez ces canaux
- Classez par ordre chronologique ces figures en indiquant la phase du tracé 5 correspondant à chaque figure. Justifiez votre réponse

9) Expliquez pourquoi une stimulation d'intensité  $\text{st}_5$  n'engendre pas un potentiel d'action.

### Exercice N°5

Le document ci-contre est un schéma de la zone de contact entre deux neurones

- Qu'appelle-t-on cette zone de contact.
- Annotez ce document.
- Des expériences réalisées au niveau de la zone 3 :

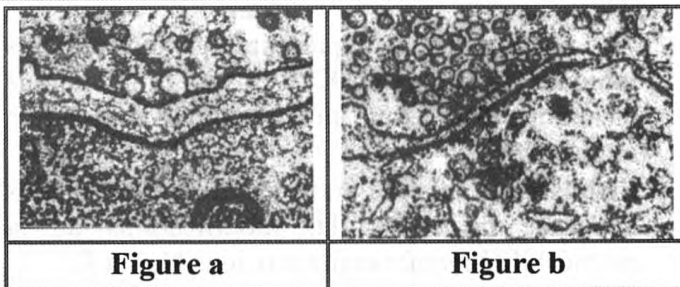


**Expérience N°1** : l'injection d'une substance (x) dans la zone 3 provoque une modification de potentiel de membrane de l'élément 5.

**Expérience N°2** : injection d'une substance (y) dans la zone 3, puis stimulation efficace sur l'élément 2, il n'y a pas de modification de potentiel de membrane de l'élément 5.

- Comment peut-on qualifier la substance (x). Déduire la nature de cette transmission
  - Quelles hypothèses peut-on envisager à propos du mode d'action de la substance (y)
- On a rendu la substance (y) radioactive puis on l'a injectée dans la zone 3, on a constaté la radioactivité en certains points de l'élément 5. Quelle hypothèse est-elle confirmée
  - Les figures a et b représentent l'ultra structure de la zone 3 à deux moments différents.

- Comparez ces deux moments et concluez
- Faite un schéma d'interprétation fonctionnelle de la figure a, en indiquant le sens de passage de message nerveux. Justifier votre réponse.

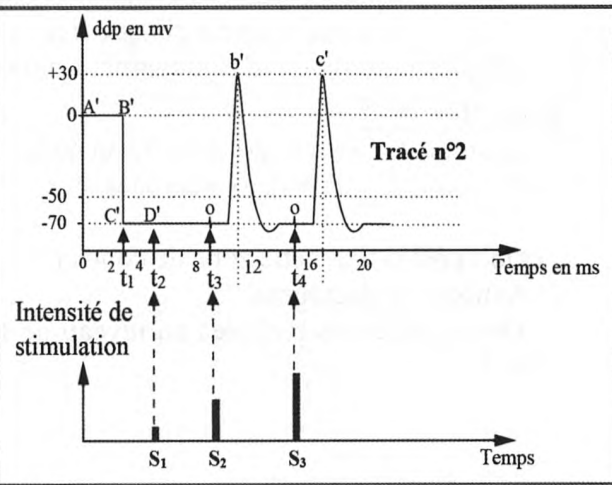
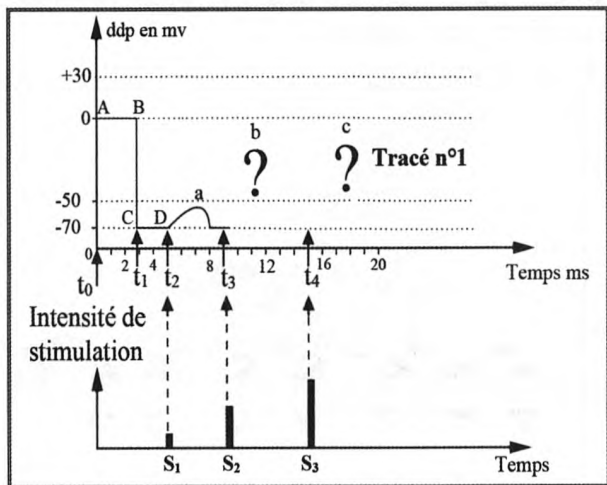
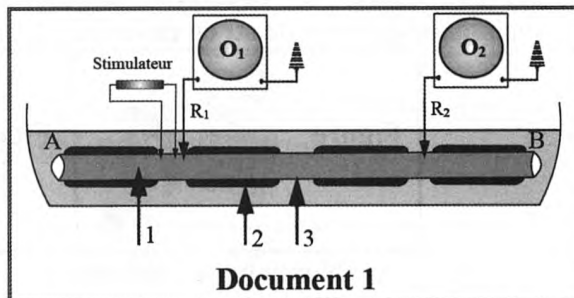


**3<sup>ème</sup> partie : Mobilisation des connaissances**

**Exercice N°1**

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 doc 1).

**Au début de l'expérience**, la microélectrode  $R_1$  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 n°1 et sur l'écran l'oscillographe  $O_2$  on observe la partie A'B' du tracé n°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  $O_2$ . (Voir tracé 1 et tracé 2).

**Au temps  $t_2, t_3, t_4$**  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 tracé n°1 avec la stimulation  $S_1$  et sur l'écran l'oscillographe  $O_2$  on observe les enregistrements b' et c' du tracé n°2 avec les stimulations  $S_2$  et  $S_3$ .

- Annoter le document 1 et nommez les enregistrements a, b' et le point O.
- Analysez le tracé 1 de  $t_0$  à  $t_2$
- Analyser l'enregistrement b'

4) Le tableau suivant représente le nombre de certains types de canaux ioniques ouverts en un 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

- Etablir la relation entre l'état des deux types de canaux et les phases de l'enregistrement 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.

5) Représentez convenablement et à l'échelle, les enregistrements b et c du tracé n°1 obtenus avec les stimulations S<sub>2</sub> et S<sub>3</sub>.

6) Expliquer le principe de calcul de la vitesse de propagation du phénomène électrique b' enregistré dans les deux oscilloscopes.

7) On a placé un 3<sup>ème</sup> oscilloscope O<sub>3</sub> éloigné de 20 mm du 2<sup>ème</sup> oscilloscope O<sub>2</sub>, sur l'écran l'oscillographe O<sub>3</sub> on a observé l'enregistrement b'' et c'' du tracé n°3 avec les stimulations S<sub>2</sub> et S<sub>3</sub>. (Voir tracé 3)

Calculez la vitesse de la propagation du phénomène électrique b' au niveau de cette fibre

8) Calculez la distance entre R<sub>1</sub>R<sub>2</sub> sachant que Δt entre b et b' est égale à 0,5ms

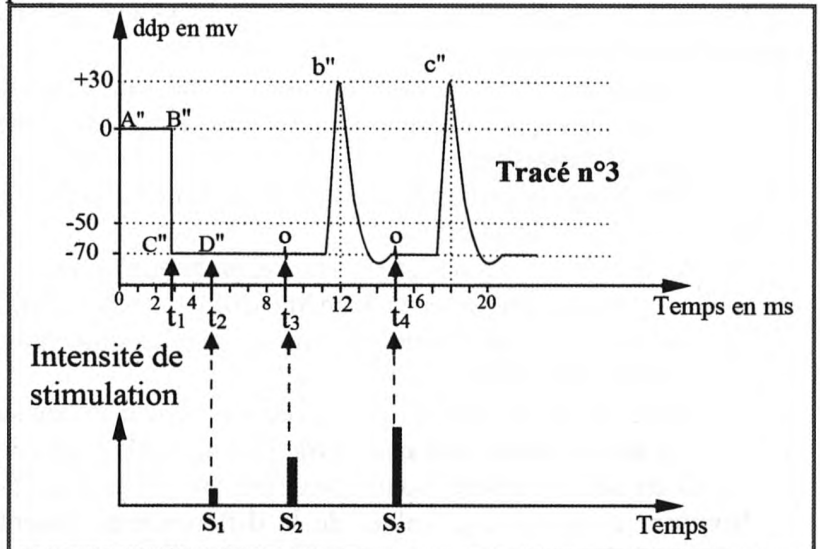
9) Expliquez, schéma (s) à appui, le mécanisme et le mode de propagation du phénomène électrique en question.

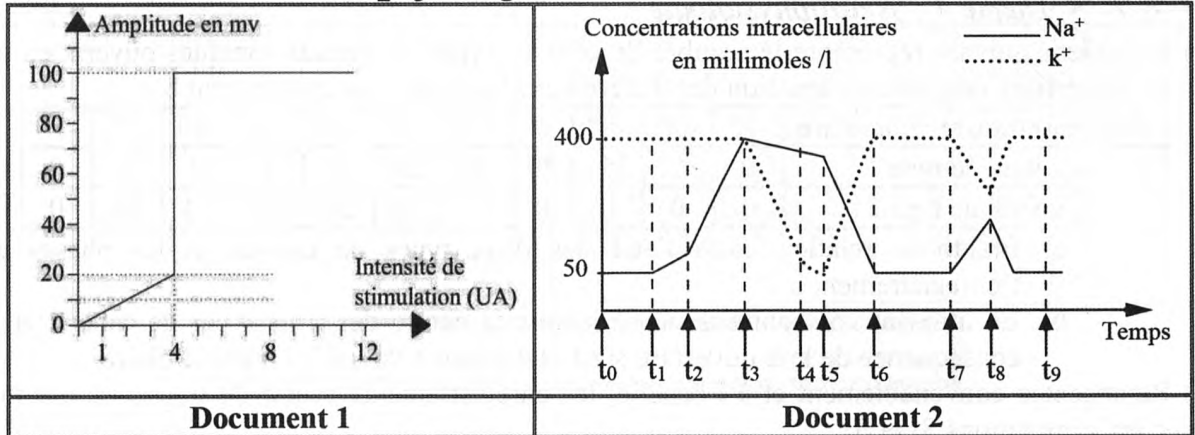
### Exercice N°2

Dans le but d'étudier la naissance, l'origine du message nerveux, on réalise les séries d'expériences suivantes

#### A/ 1<sup>ère</sup> série d'expérience :

Une fibre nerveuse géante de calmar est placée dans un milieu convenable. On porte sur la fibre des stimulations croissantes. Une électrode réceptrice est implantée au dessous des électrodes stimulatrices détecte les variations de la ddp transmembranaire. Le document 1 montre l'évolution de l'amplitude du phénomène électrique enregistré en fonction de l'intensité de stimulation





- 1) Représenté, à l'échelle, et nommez les phénomènes électriques correspondants aux intensités 1,3 et 4
- 2) Analysez la courbe du document 1 en vue de déduire les propriétés correspondantes de ces phénomènes électriques.
- 3) Représentez et justifiez le tracé obtenu avec la stimulation d'intensité 8, à une distance de 12cm des électrodes stimulatrices sachant que la vitesse du phénomène électrique est de 40m/s

**B/ 2<sup>ème</sup> série d'expérience**

Dans le but d'étudier certaines activités de la fibre nerveuse, on réalise les expériences suivantes sur un axone géant de calmar

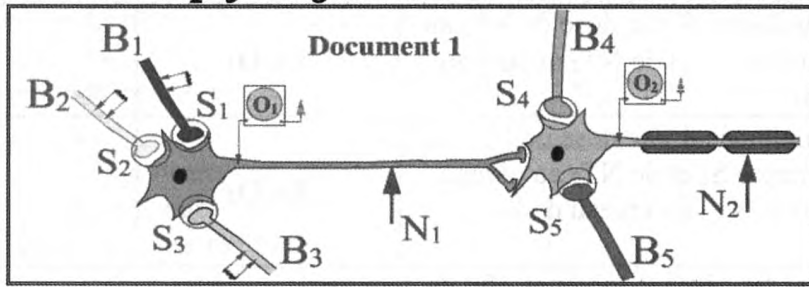
- Au temps t<sub>0</sub>, l'axone est en repos et en bonne santé
- Au temps t<sub>1</sub>, on porte sur le même axone une stimulation efficace.
- Au temps t<sub>7</sub>, On ajoute à l'eau de mer du dinitrophénol (DNP : substance inhibant la synthèse de l'ATP).
- Au temps t<sub>8</sub>, on ajoute l'ATP avec une concentration suffisante.

On mesure les variations des concentrations intracellulaires des ions Na<sup>+</sup> et K<sup>+</sup> dans cette fibre. Les résultats de ces mesures sont représentés par les graphes du document2

- 1) Nommez et précisez la valeur de la différence de potentiel (ddp) de part et d'autre de la membrane de l'axone entre t<sub>0</sub> et t<sub>1</sub>
- 2) A partir d'une analyse rigoureuse des graphes du document 2, et en faisant appel à vos connaissances, expliquez les mouvements ioniques des ions Na<sup>+</sup> et K<sup>+</sup> en relation avec les phases du phénomène enregistré de t<sub>1</sub> à t<sub>6</sub>, et précisez à chaque temps la valeur de la ddp de part et d'autre de la membrane de la fibre
- 3) Si on n'a pas ajouté l'ATP en temps t<sub>8</sub>
  - a) Prévoir la valeur de la ddp de part et d'autre de la membrane de l'axone au temps t<sub>9</sub>. Justifiez votre réponse.
  - b) Représentez sur le document 1 l'évolution de la concentration interne des ions Na<sup>+</sup> et des ions K<sup>+</sup>

**Exercice N°3**

Afin de comprendre les mécanismes du fonctionnement des synapses neuroneuroniques et d'intégration au niveau d'un neurone post synaptique, on a réalisé plusieurs expériences grâce au montage expérimental du document 1



**Première série d'expériences :**

On stimule isolément chacun des boutons synaptiques B4 et B5

Les enregistrements obtenus en O2 sont indiqués dans le tableau suivant

Stimulation	Enregistrements obtenus en O2
Stimulation du bouton synaptique B4	
Stimulation du bouton synaptique B5	

1. Analysez les enregistrements obtenus et déduisez la nature de chacune des synapses S4 et S5

**Deuxième série d'expériences :**

**Expérience 1**

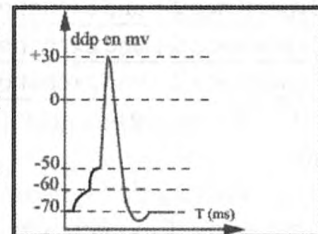
On porte deux stimulations successives sur B4 de telle façon que la durée qui sépare les deux stimulations est de : 1<sup>er</sup> cas : 6 ms et 2<sup>ème</sup> cas : 1 ms

2. En utilisant le résultat dans la première série d'expériences, représenter et justifier la réponse obtenue en O2 dans chaque cas. En déduire le rôle du neurone N2

**Expérience 2**

Dans cette expérience, on a obtenu en O2 l'enregistrement du document ci-contre

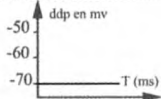
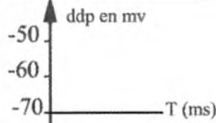
- Quelle expérience a-t-on réalisée pour obtenir cet enregistrement ? justifier
- Quel est le rôle joué par le neurone N2 dans cette expérience



**3<sup>ème</sup> série d'expériences :**

On isole trois neurotransmetteurs NT1, NT2 et NT3, extrait respectivement des boutons synaptiques B1, B2 et B3 et on réalise les expériences suivantes

Expériences	Enregistrements obtenus au niveau d'O1 et O2		
1) injection d'une dose de NT1 au niveau de la synapse S1	<table border="1"> <tr> <td>En O1</td> <td></td> </tr> </table>	En O1	
En O1			
2) injection simultanée d'une dose de NT1 au niveau de la synapse S1 et de NT2 au niveau de la synapse S2	<table border="1"> <tr> <td>En O2</td> <td></td> </tr> </table>	En O2	
En O2			

3) injection simultanée d'une dose de NT <sub>1</sub> au niveau de la synapse S <sub>2</sub> et de NT <sub>2</sub> au niveau de la synapse S <sub>1</sub>	<b>En O<sub>1</sub></b>	
4) injection simultanée d'une dose de NT <sub>1</sub> au niveau de la synapse S <sub>1</sub> et de NT <sub>2</sub> au niveau de la synapse S <sub>2</sub> et NT <sub>3</sub> au niveau de la synapse S <sub>3</sub>	<b>En O<sub>2</sub></b>	

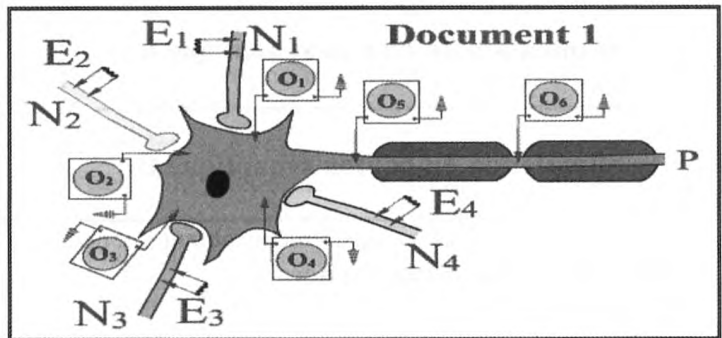
5. Exploiter les résultats obtenus afin de déduire :

- La nature de chacune des synapses S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> et S<sub>3</sub>
- Le type et le rôle du neurone N<sub>1</sub>
- Une propriété des neurotransmetteurs

**Exercice N°4**

On se propose d'étudier les phénomènes électriques enregistrés au niveau d'un neurone post synaptique P connecté à quatre neurones pré synaptiques N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>, N<sub>3</sub> et N<sub>4</sub> (voir document 1)

Document 1 ⇒



On réalise deux séries d'expériences en utilisant le montage du document 1

**Première série d'expériences**

Expérience	Résultats	ddp en mv enregistrée au niveau de					
		O <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	O <sub>4</sub>	O <sub>5</sub>	O <sub>6</sub>
Expérience 1 : une excitation efficace appliquée en E <sub>1</sub>		-58				-62	-70
Expérience 2 : une excitation efficace appliquée en E <sub>2</sub>			-52			-55	-70
Expérience 3 : une excitation efficace appliquée en E <sub>3</sub>				-78		-72	-70
Expérience 4 : une excitation efficace appliquée en E <sub>4</sub>					-60	-64	-70

- Identifier les potentiels post synaptiques obtenus en O<sub>1</sub>, O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> et O<sub>4</sub> et indiquer leurs amplitudes
- Déduire la nature des synapses (N<sub>1</sub>-P), (N<sub>2</sub>-P), (N<sub>3</sub>-P), (N<sub>4</sub>-P)

**Deuxième série d'expérience**

Expériences	Nombre des excitations portées sur les neurones pré synaptiques
Expérience 5	Deux excitations efficaces rapprochées en E <sub>1</sub>
Expérience 6	Deux excitations efficaces simultanées en E <sub>1</sub> et E <sub>2</sub>
Expérience 7	Trois excitations efficaces simultanées en E <sub>1</sub> , E <sub>3</sub> et E <sub>4</sub>
Expérience 8	Deux excitations efficaces rapprochées en E <sub>3</sub>

- Indiquer la nature du potentiel obtenu en O<sub>5</sub> et O<sub>6</sub> pour chacune des expériences 5, 6, 7 et 8. Justifier votre réponse
- Dans quelle condition observe-t-on une réponse en O<sub>6</sub> ? De quelle réponse s'agit-il ? Justifier.
- Donner quatre différences entre les potentiels obtenus pour les expériences 6 et 8

6) Préciser le nombre minimal d'excitations rapprochées qu'on doit appliquer en E4 pour obtenir un potentiel d'action en O<sub>5</sub>

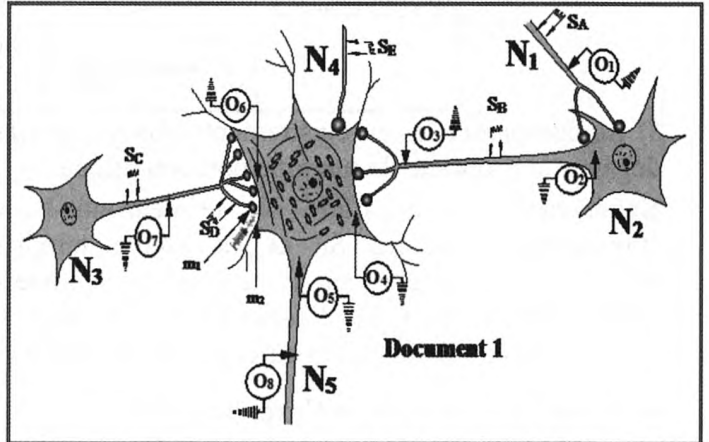
7) Exploiter les réponses aux questions 3 et 6 afin de déduire la propriété du neurone P.

**Exercice N°5**

Les neurones postsynaptiques ont la propriété d'intégrer des messages nerveux de diverses origines et assurent des réponses coordonnées des organes. Le document 1 représente un circuit neuronique dans lequel on a réalisé une série d'expériences pour identifier les conditions physiologiques permettant la naissance d'un PA postsynaptique.

**Expérience 1** : on porte sur le neurone N<sub>1</sub> une seule stimulation efficace S<sub>A</sub>, comme c'est indiqué dans le document 1.

Sur l'écran de l'oscilloscope O<sub>2</sub>, O<sub>4</sub> et O<sub>5</sub> on observe les enregistrements b<sub>1</sub>, d<sub>1</sub> et e<sub>1</sub>. (Voir doc 2)



Document 1

Document 2	O <sub>1</sub> ↔ a <sub>1</sub>	O <sub>2</sub> ↔ b <sub>1</sub>	O <sub>3</sub> ↔ c <sub>1</sub>	O <sub>4</sub> ↔ d <sub>1</sub>	O <sub>5</sub> ↔ e <sub>1</sub>	O <sub>8</sub> ↔ h <sub>1</sub>
Expérience 1	?		?			?

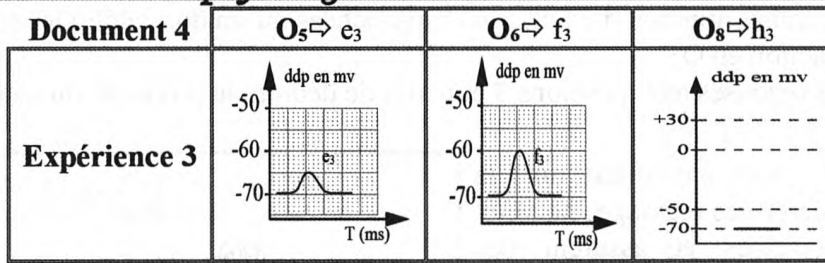
- Complétez le document 2 en représentant l'allure des enregistrements obtenus en O<sub>1</sub> et O<sub>3</sub> et O<sub>8</sub>. Justifiez votre réponse
- Déduisez le type de chacun des neurones N<sub>1</sub> et N<sub>2</sub>.
- Pouvez-vous préciser le type de chacun des neurones N<sub>3</sub> et N<sub>4</sub>. Justifiez votre réponse.
- Comment vous expliquez l'absence d'un potentiel d'action en O<sub>2</sub>.

**Expérience 2** : on porte sur le neurone N<sub>3</sub> une seule stimulation efficace S<sub>C</sub>, comme c'est indiqué dans le document 1. Sur l'écran de l'oscilloscope O<sub>7</sub> et O<sub>8</sub> on observe les enregistrements g<sub>2</sub> et h<sub>2</sub>. (Voir document3)

Document 3	O <sub>5</sub> ↔ e <sub>2</sub>	O <sub>6</sub> ↔ f <sub>2</sub>	O <sub>7</sub> ↔ g <sub>2</sub>	O <sub>8</sub> ↔ h <sub>2</sub>
Expérience 2	?	?		

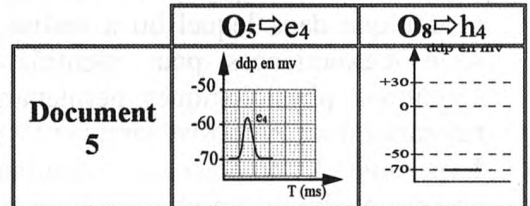
- Représentez l'enregistrement obtenu, dans ce cas, en O<sub>5</sub> et O<sub>6</sub>. Justifiez votre réponse.
- Déduisez le type de neurone N<sub>3</sub>.
- Expliquez les mécanismes qui sont à l'origine du phénomène enregistré en O<sub>6</sub>

**Expérience 3** : on porte sur le neurone N<sub>3</sub> une seule stimulation efficace S<sub>D</sub>, comme c'est indiqué dans le document 1. Sur l'écran de l'oscilloscope O<sub>7</sub> et O<sub>8</sub> on observe les enregistrements e<sub>3</sub> et f<sub>3</sub>. (Voir document4)



3) En comparant les enregistrements obtenus pendant l'expérience 2 et pendant l'expérience 3, dégagez la propriété du neurone postsynaptique  $N_5$ .

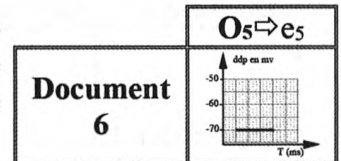
**Expérience 4** : on porte sur le neurone  $N_4$  deux stimulations efficaces  $S_E$  et en même temps une stimulation efficace  $S_B$  sur le neurone  $N_2$  comme c'est indiqué dans le doc1. Sur l'écran de l'oscilloscope  $O_5$  et  $O_8$  on observe l'enregistrement  $e_4$  et  $h_4$  (Voir doc 5)



4) A partir de l'analyse de l'expérience 4 :

- Précisez le type de neurone  $N_4$
- Dégagez la propriété du neurone postsynaptique  $N_5$ .

**Expérience 5** : on injecte une substance X dans la fente synaptique  $N_3-N_5$  (voir doc1) puis on porte sur le neurone  $N_3$  une stimulation efficace  $S_D$ , comme c'est indiqué dans le document 1. Sur l'écran de l'oscilloscope  $O_4$  on observe les enregistrements  $e_5$ . (Voir doc 6)



5) a) En comparant les résultats des expériences 5 et 3, proposez deux hypothèses concernant l'action de la substance X.

6) Proposez une expérience permettant de vérifier l'une de ces deux hypothèses.

**Expérience 6** : on injecte une substance Y radioactif, à deux doses différentes  $D_1$  et  $D_2$  ( $D_1 < D_2$ ), dans la fente synaptique  $N_3-N_5$  et on suit par autoradiographie ces substances lors de l'activation de synapse. On répète la même expérience en injectant la substance X puis la substance Y.

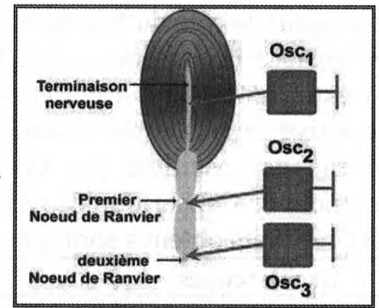
	Radioactivité au niveau $m_1$	Radioactivité dans la fente	Radioactivité au niveau $m_2$	Résultats enregistrés en $O_6$
Substance Y à dose $D_1$	---	++	+++	
Substance Y à dose $D_2$	---	++	+++++	
X puis Y	X $\leftrightarrow$ --- Y $\leftrightarrow$ ---	X $\leftrightarrow$ + Y $\leftrightarrow$ +++++	X $\leftrightarrow$ ++++ Y $\leftrightarrow$ ---	

6) a) Analysez ces résultats et concluez

b) Précisez l'hypothèse la plus probable parmi les hypothèses proposées en 5<sup>ème</sup> question

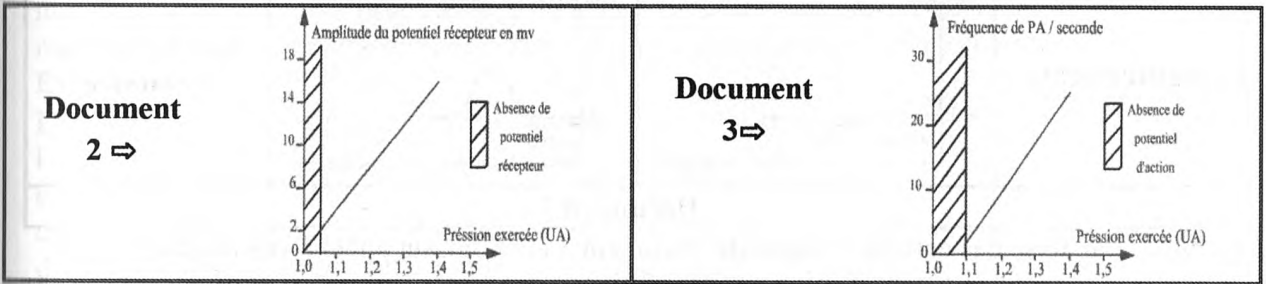
**Exercice N°6**

Le corpuscule de Pacini est un récepteur de la peau sensible aux variations de pression. Le schéma du document 1 représente le dispositif expérimental permettant d'exercer sur cette structure des pressions d'intensités croissantes



**Document 1** ⇨

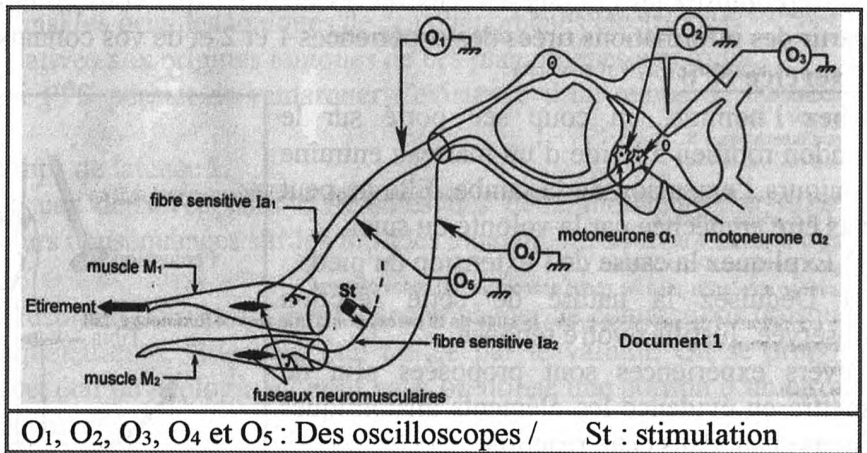
Les documents 2 et 3 montrent les phénomènes électriques enregistrés par O<sub>1</sub>, O<sub>2</sub> et O<sub>3</sub> au cours de cette expérience.



- 1) Analyser le document 2. Dédire une propriété du potentiel de récepteur
- 2) Analyser le document 3. Que peut-on déduire ?
- 3) Pour une pression de 1,1 donner la valeur de l'amplitude du potentiel de récepteur. Dédire les conditions de naissance d'un message nerveux au niveau d'un récepteur.

**Exercice N°7**

On se propose de déterminer les circuits nerveux impliqués dans le mécanisme de l'innervation réciproque de deux muscles antagonistes assurant la coordination de leur fonctionnement. Pour cela, on a réalisé deux expériences en utilisant le dispositif expérimental représenté dans le doc1



O<sub>1</sub>, O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, O<sub>4</sub> et O<sub>5</sub> : Des oscilloscopes / St : stimulation

1) **Expérience 1** : On étire le muscle M<sub>1</sub> et on enregistre les réponses au niveau des oscilloscopes O<sub>1</sub>, O<sub>2</sub> et O<sub>4</sub>. Les résultats obtenus sont représentés dans le document 2.

Oscilloscopes	O <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>	O <sub>4</sub>
<b>Enregistrements</b>			
<b>Document 2</b> ⇨			

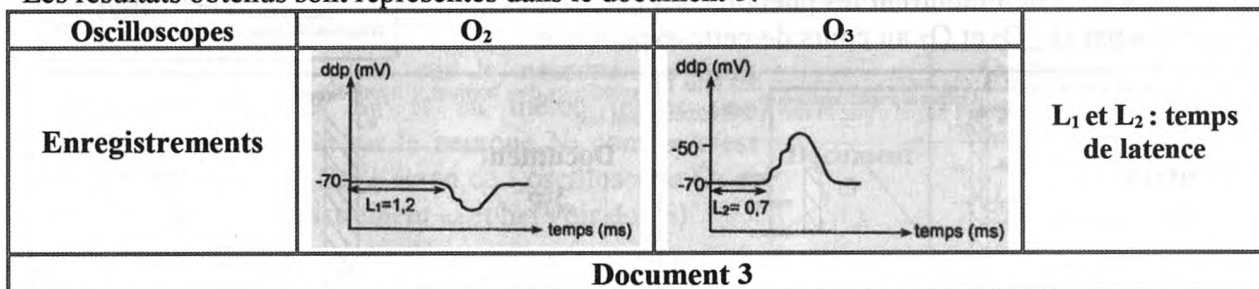
Exploitez les enregistrements du document 2 et vos connaissances en vue de :

a- déduire le rôle du fuseau neuromusculaire

b- dégagez la conséquence de l'étirement de  $M_1$  sur l'activité de chacun des muscles  $M_1$  et  $M_2$

2) **expérience 2** : On porte, des stimulations ST efficaces et rapprochées au niveau de la fibre sensitive  $Ia_2$  issue du fuseau neuromusculaire du muscle  $M_2$  et on enregistre les réponses au niveau des oscilloscopes  $O_2$  et  $O_3$ . On mesure également les temps de latence séparant le moment de l'apparition des stimulations et l'apparition des réponses en  $O_2$  et en  $O_3$ .

Les résultats obtenus sont représentés dans le document 3.



A partir de l'analyse des enregistrements du document 3 et en faisant appel à vos connaissances :

a- précisez la nature des synapses mises en jeu au niveau des motoneurones  $\alpha_1$  et  $\alpha_2$ .

b- expliquez la différence des temps de latence mesurés, sachant que le délai synaptique est de 0,5ms.

c- représentez l'enregistrement qu'on peut obtenir au niveau des oscilloscopes  $O_4$  et  $O_5$ .

d-déduisez la conséquence des stimulations St sur l'activité de chacun des muscles  $M_1$  et  $M_2$

3) Reproduisez les circuits nerveux du document 1 que vous complétez par ce qui convient à partir des informations tirées des expériences 1 et 2 et de vos connaissances.

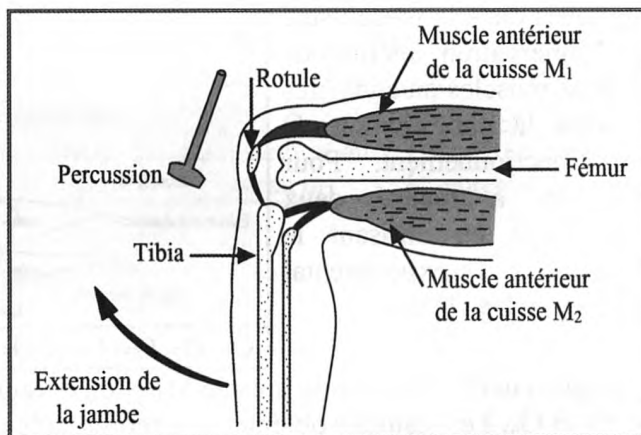
### Exercice N°8

Chez l'homme, un coup sec porté sur le tendon rotulien à l'aide d'un marteau entraîne toujours l'extension de la jambe. Elle ne peut pas être empêchée par la volonté du sujet

1) Expliquez la cause de l'extension du pied.

2) Déduisez la nature de cette réaction observée. Justifiez votre réponse.

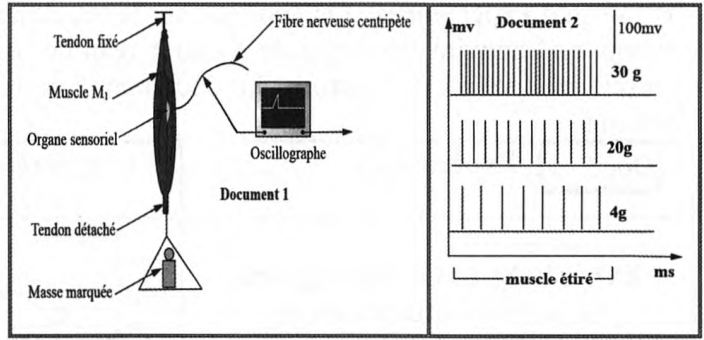
Divers expériences sont proposées afin de mettre en évidence les éléments anatomiques intervenant dans cette réaction.



### **Expérience 1 :**

On enregistre le message nerveux dans une fibre issue d'un organe sensoriel situé dans le muscle antérieur de la cuisse (MA), lorsque l'on charge le tendon de ce muscle avec des masses croissantes de 4, 20 et 30g. Le dispositif expérimental schématisé ci-après indique les modalités de l'expérience.

Les enregistrements obtenus sur l'écran de l'oscillographe sont représentés par le document ci-contre.



1) Précisez la fonction de l'organe sensoriel utilisé lors de cette expérience.

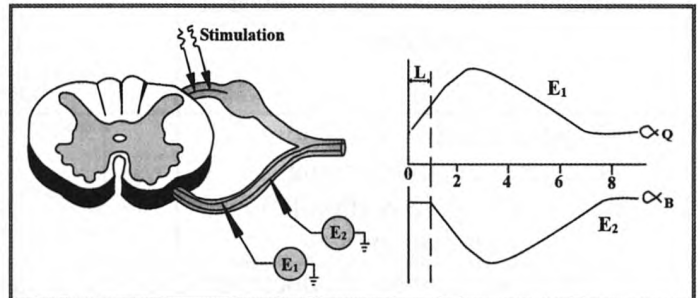
2) Indiquez le type de voie nerveuse en jeu.

3) Précisez, à partir des différents enregistrements, les caractéristiques du

message nerveux qui se propage le long d'une fibre nerveuse afférente issue du muscle MA ; montrez comment ce message rend compte des caractères de la stimulation portée.

**Expérience 2 :**

Le document suivant représente l'enregistrement des phénomènes électriques dans deux motoneurones des deux muscles : quadriceps Q et biceps B de la cuisse, lorsqu'on porte une stimulation efficace sur une fibre Ia issue du fuseau neuromusculaire du muscle Q.



1) Analysez les enregistrements obtenus et déduisez l'état électrique de chaque motoneurone

2) En déduire les types de synapses intervenant dans la transmission du message nerveux au niveau de la moelle épinière, ainsi les origines ioniques de ces phénomènes électriques

3) Proposez des hypothèses relatives aux origines ioniques de ces phénomènes électriques ?

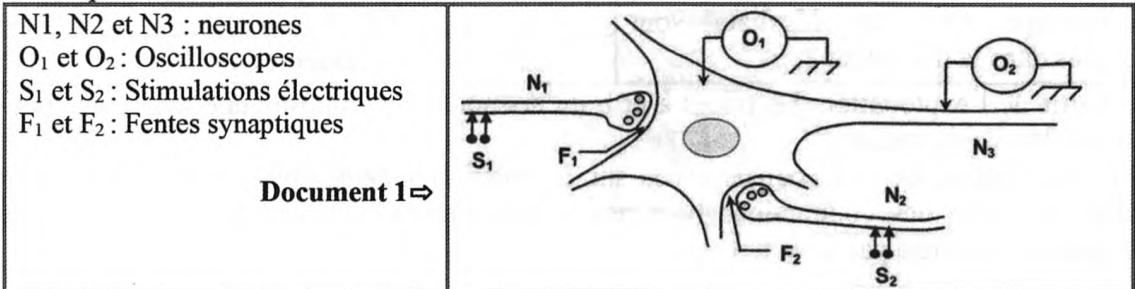
La superposition des deux PPS permet de remarquer l'existence d'un temps de latence L entre les deux tracés.

4) Expliquez l'existence du temps de latence L.

5) Donnez une explication à ces deux réponses différentes des deux motoneurones suite à l'étirement du quadriceps et leurs conséquences sur les muscles antagonistes.

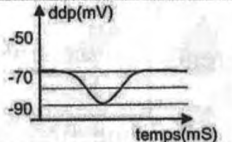
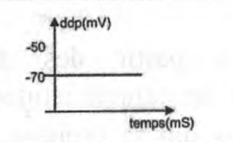
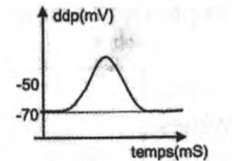
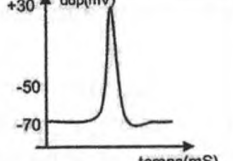
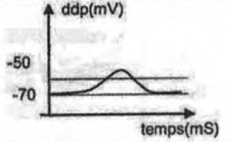
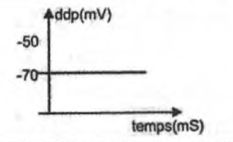
**Exercice N°9**

L'anxiété, état physiologique résultant d'un stress, peut s'accompagner de contractions brusques et inattendues des muscles squelettiques. Elle peut être traitée par le valium. On se propose d'étudier expérimentalement cet état physiologique. Pour cela, on utilise une portion d'un circuit nerveux représenté dans le document 1.



On réalise les deux séries d'expériences suivantes :

1<sup>ère</sup> série d'expériences : On applique sur les neurones N<sub>1</sub> et N<sub>2</sub> des stimulations effectrices et on enregistre l'activité électrique de N<sub>3</sub> au niveau des oscilloscopes O<sub>1</sub> et O<sub>2</sub> ainsi que l'activité du muscle innervé par ce neurone. Le document 2 résume les expériences réalisées et les résultats obtenus.

Doc 2	Expériences	Enregistrements en O <sub>1</sub>	Enregistrements en O <sub>2</sub>	Activité musculaire
	<b>Expérience 1</b> : On applique une stimulation efficace en S <sub>1</sub>			Repos
	<b>Expérience 2</b> : On applique deux stimulations efficaces, successives et rapprochées en S <sub>2</sub>			Contraction
	<b>Expérience 3</b> : On applique simultanément une stimulation efficace en S <sub>1</sub> et deux stimulations successives en S <sub>2</sub> .			Repos

- 1) Exploitez les données du document 2 en vue de déduire la nature des synapses N<sub>1</sub>-N<sub>3</sub> et N<sub>2</sub>-N<sub>3</sub>
- 2) Expliquez les résultats obtenus dans les expériences 2 et 3.

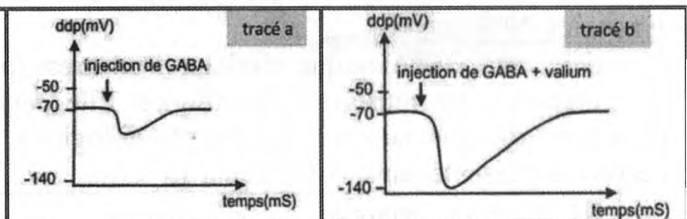
2<sup>ème</sup> série d'expériences :

**Expérience 1** : Afin de reproduire les effets de l'anxiété sur l'organisme, on utilise la picrotoxine, substance capable de se fixer sur les récepteurs membranaires du GABA : neurotransmetteur de la synapse N<sub>1</sub>-N<sub>3</sub>.

On injecte de la picrotoxine dans la fente F<sub>1</sub> puis on porte une stimulation efficace en S<sub>1</sub>. La différence de potentiel enregistrée au niveau de O<sub>1</sub> est de -70mv.

- 3) A partir de ce résultat et celui de l'expérience 1 du document 2, expliquez l'action de la picrotoxine.

Expérience 2 : On injecte une même dose de GABA dans la fente synaptique F<sub>1</sub> en absence et en présence de valium et on enregistre dans chaque situation, le potentiel membranaire au niveau de l'oscilloscope O<sub>1</sub>. Les résultats sont consignés dans le document 3



Document 3

- 4) A partir de l'exploitation des tracés a et b du document 3, proposez une hypothèse pouvant expliquer le rôle du valium.
- 5) En vous aidant de vos connaissances sur le fonctionnement physiologique des synapses, précisez la cause des contractions brusques et inattendues des muscles squelettiques et le traitement de l'anxiété par le valium.

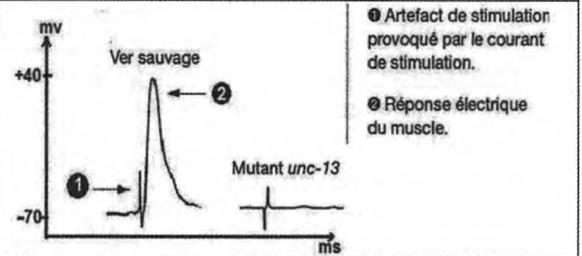
**Exercice N°10**

On cherche à comprendre la cause du dysfonctionnement des synapses neuromusculaires chez les vers mutants montrant un dysfonctionnement au niveau de ces synapses. Ces vers portent une mutation au niveau du gène *unc-13* et ils présentent une paralysie complète des muscles.

1) Proposez des hypothèses qui expliquent le dysfonctionnement des synapses neuromusculaires chez les vers mutants *unc-13*

2) On stimule électriquement les motoneurones qui innervent le muscle chez un ver sauvage (normal) et un ver mutant *unc-13*. Les enregistrements obtenus figurent dans le document ci-contre.

Analysez ces enregistrements en vue de déduire la cause de la paralysie chez les mutants *unc-13*.



- ① Artefact de stimulation provoqué par le courant de stimulation.
- ② Réponse électrique du muscle.

3) Le tableau suivant illustre le contenu des vésicules présynaptiques et la réponse électrique d'une fibre musculaire lors de l'injection de la nicotine dans la fente synaptique chez le ver sauvage et le ver mutant *unc-13*.

	Ver sauvage	Ver mutant <i>unc-13</i>
Contenu des vésicules présynaptiques	Acétylcholine	
Injection de nicotine dans la fente synaptique	Contraction de la cellule musculaire	

Analysez les données de ce tableau en vue de déterminer la (ou les) hypothèse(s) à retenir.

4) Par des techniques appropriées on a pu dénombrer les vésicules présynaptiques dans différentes conditions expérimentales. Le document suivant montre les résultats obtenus.

	Nombres de vésicules présynaptiques		
	Avant stimulation du motoneurone	Après stimulation du motoneurone	Accolées à la membrane présynaptique après stimulation du motoneurone
Ver sauvage	70	25	25
Ver mutant <i>unc-13</i>	70	70	70

Comparez ces résultats en vue d'identifier la cause du dysfonctionnement de la synapse chez les mutants *unc-13*.

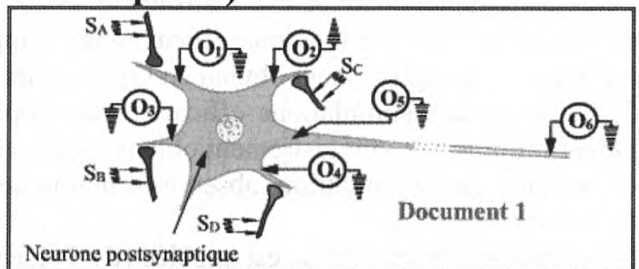
**4<sup>ème</sup> partie : Exercices de bac**

**Exercice N°1 (Bac 2000 Principale : Deuxième partie)**

Afin de rechercher les conditions et les caractéristiques de l'élaboration d'un message post synaptique, on réalise les expériences suivantes sur les jonctions neuro-neuroniques illustrés dans le doc1

S<sub>A</sub>, S<sub>B</sub>, S<sub>C</sub> et S<sub>D</sub> : stimulations électriques portées sur des terminaisons présynaptiques.

O<sub>1</sub>, O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, O<sub>4</sub>, O<sub>5</sub> et O<sub>6</sub> : oscilloscopes (sachant que O<sub>6</sub> est situé à 50 cm du corps cellulaire).



**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) du document 2

**Expérience 2**

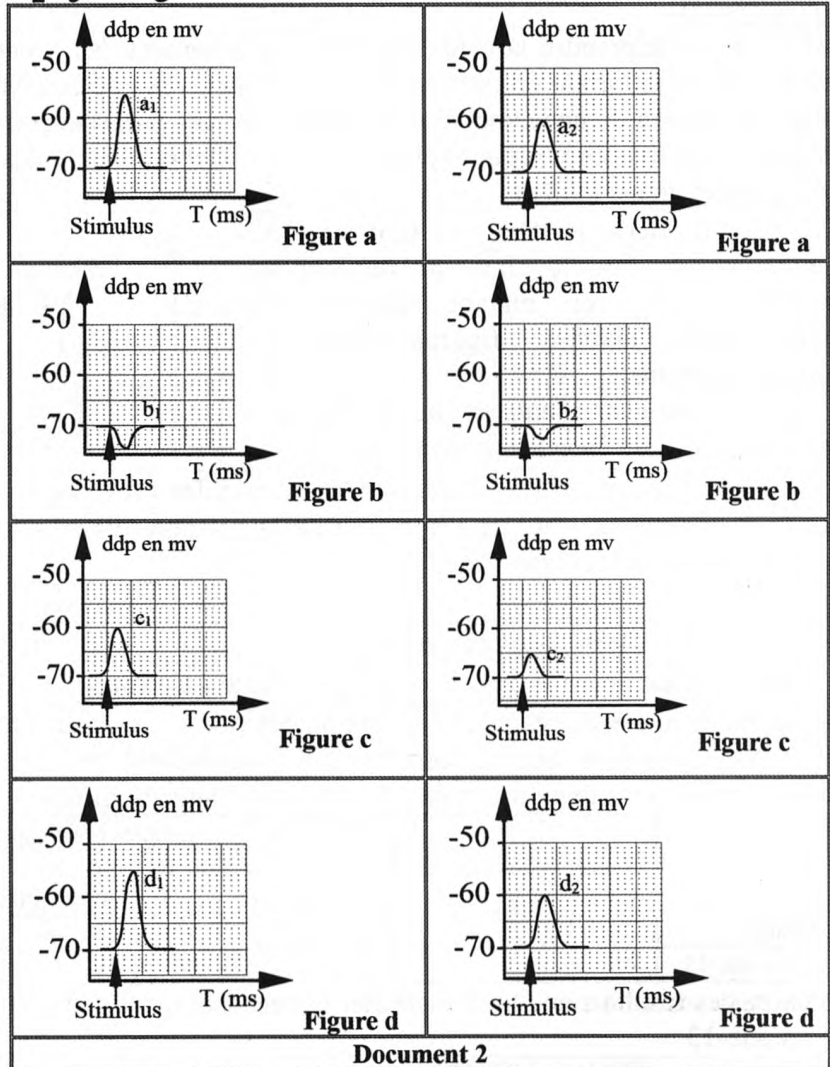
On stimule en  $S_B$ . On recueille respectivement en  $O_3$  et  $O_5$  les tracés  $b_1$  et  $b_2$  figurant en (b) du document 2.

**Expérience 3**

On stimule en  $S_C$ . On recueille respectivement en  $O_2$  et  $O_5$  les tracés  $c_1$  et  $c_2$  figurant en (c) du document 2.

**Expérience 4**

On stimule en  $S_D$ . On recueille respectivement en  $O_4$  et  $O_5$  les tracés  $d_1$  et  $d_2$  figurant en (d) du document 2.

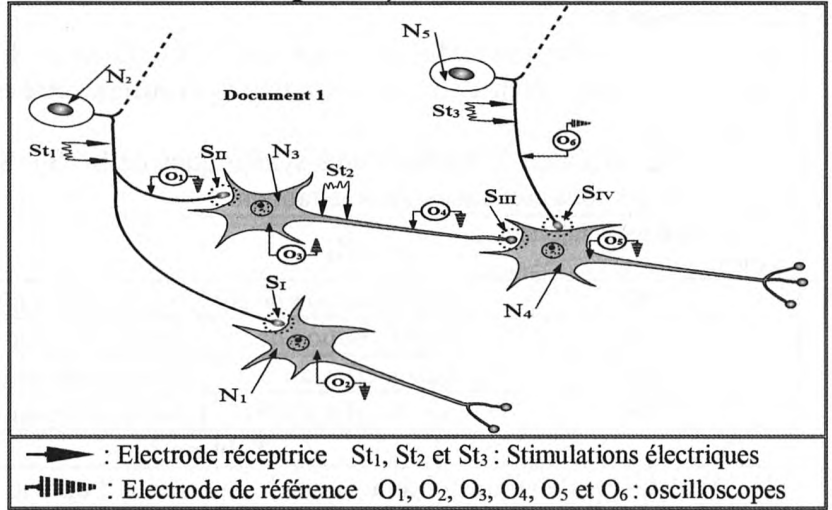


- 1) Identifier les réponses  $a_1$ ,  $b_1$ ,  $c_1$  et  $d_1$ . Justifier.
- 2) Comparer deux à deux les réponses  $a_1$  et  $a_2$ ,  $b_1$  et  $b_2$ ,  $c_1$  et  $c_2$ ,  $d_1$  et  $d_2$ .
- 3) On porte trois stimulations efficaces très rapprochées en  $S_C$ . Représenter sur papier millimétré l'enregistrement obtenu en  $O_5$ . Justifier.
- 4) On porte deux stimulations efficaces très rapprochées en  $S_A$  et  $S_B$ . Représenter sur papier millimétré l'enregistrement obtenu en  $O_5$ . Justifier.
- 5) On porte des stimulations efficaces très rapprochées en  $S_A$ ,  $S_B$ ,  $S_C$  et  $S_D$ . Représenter sur papier millimétré l'enregistrement obtenu en  $O_5$ . Justifier.
- 6) a-Dans quelle condition observe-t-on une réponse en  $O_6$ ? De quelle réponse s'agit-il? Justifier.  
 b- la réponse obtenue en  $O_6$  est appelée (E). Présenter sous forme d'un tableau les différences de propriétés entre la réponse de types (E) et les réponses de types ( $a_1$ ).

**Exercice N°2 (Bac 2002 Contrôle : Deuxième partie)**

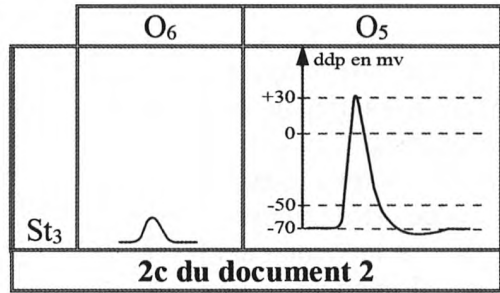
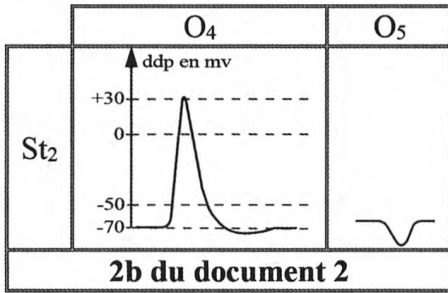
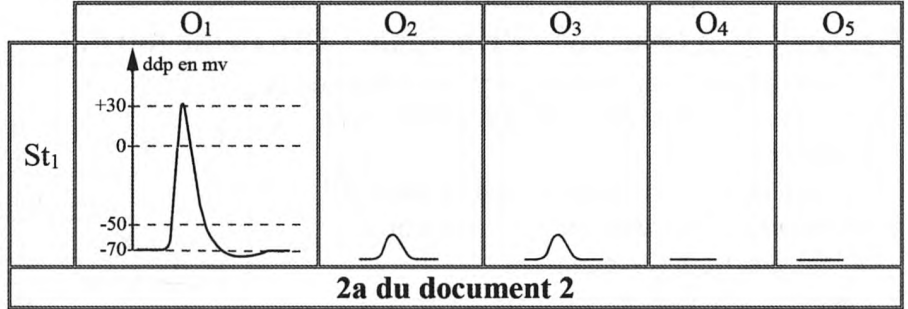
On se propose d'étudier le fonctionnement d'un réseau neuronique formé de 5 neurones N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>, N<sub>3</sub>, N<sub>4</sub> et N<sub>5</sub>. Pour cela, on a réalisé trois expériences en utilisant le montage représenté par le document 1.

Document 1 ⇨



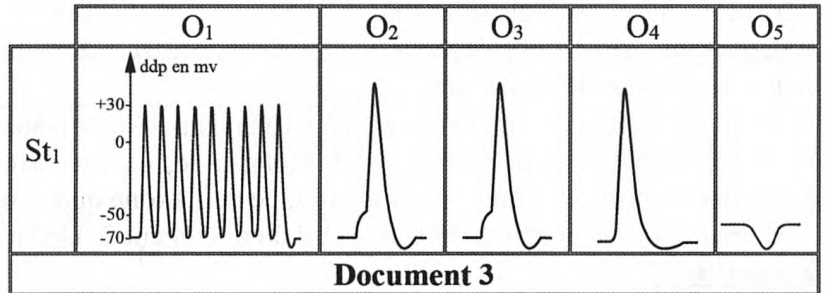
**Expérience 1 :**

On stimule séparément des neurones avec une intensité supraliminaire en St<sub>1</sub>, St<sub>2</sub> et St<sub>3</sub>. on a obtenu respectivement les tracés représentés en 2a, 2b et 2c du document 2.



**Expérience 2 :**

On a porté en St<sub>1</sub> plusieurs stimulations rapprochées d'égale intensité et supraliminaires. Les oscilloscopes O<sub>1</sub>, O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, O<sub>4</sub> et O<sub>5</sub> ont affiché les tracés représentés dans le document 3.



1) Analysez les tracés du document 2. En déduire la nature des synapses S<sub>I</sub>, S<sub>II</sub>, S<sub>III</sub> et S<sub>IV</sub> en indiquant s'il s'agit de synapse excitatrice ou inhibitrice.

2) Comparez les résultats obtenus dans l'expérience 1 (doc 2a) avec ceux de l'expérience 2. Qu'en déduisez-vous ?

3) Indiquez les résultats attendus au niveau de O<sub>1</sub>, O<sub>3</sub>, O<sub>4</sub> et O<sub>5</sub> si on porte en St<sub>2</sub> des stimulations rapprochées, d'égale intensité et supraliminaires. Justifiez votre réponse.

**Expérience 3 :**

On a injecté séparément dans les fentes synaptiques de S<sub>I</sub>, S<sub>II</sub>, S<sub>III</sub> et S<sub>IV</sub> les substances X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub> et X<sub>3</sub>. Les résultats sont consignés dans le tableau 1

Substances injectées Synapses	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>
S <sub>I</sub>	Dépolarisation de N <sub>1</sub>	Aucun effet sur N <sub>1</sub>	Aucun effet sur N <sub>1</sub>
S <sub>II</sub>	Dépolarisation de N <sub>3</sub>	Aucun effet sur N <sub>3</sub>	Aucun effet sur N <sub>3</sub>
S <sub>III</sub>	Aucun effet sur N <sub>4</sub>	Hyperpolarisation de N <sub>4</sub>	Aucun effet sur N <sub>4</sub>
S <sub>IV</sub>	Aucun effet sur N <sub>4</sub>	Aucun effet sur N <sub>4</sub>	Dépolarisation de N <sub>4</sub>

**Tableau 1**

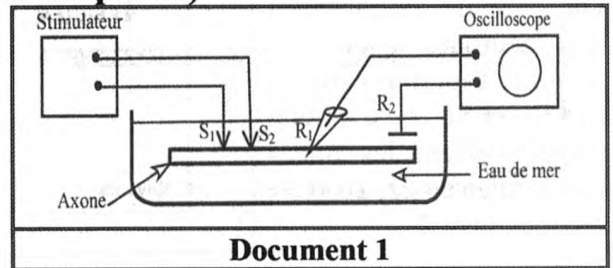
1. Analysez les résultats obtenus dans l'expérience 3 en vue de déduire le rôle physiologique et la spécificité des substances X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub> et X<sub>3</sub>.

**Exercice N°3 (Bac 2004 Principale : Deuxième partie)**

On se propose d'étudier quelques propriétés de la fibre nerveuse par la réalisation d'expériences :

**Expérience 1 :**

Un axone de calma est placé dans le dispositif expérimental représenté par le document 1.

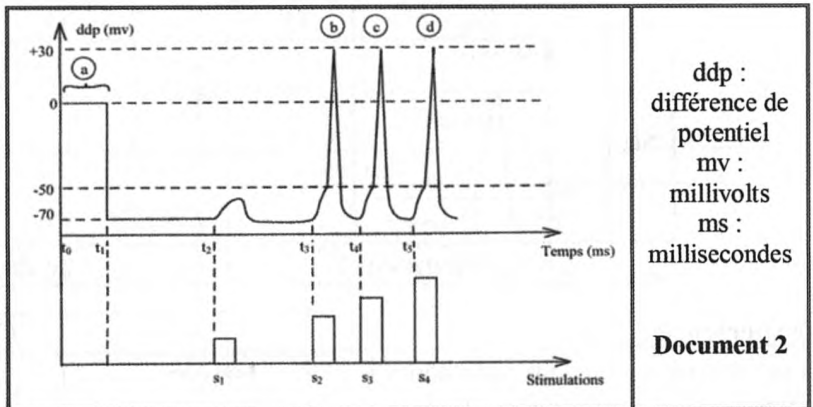


**Document 1**

S<sub>1</sub> S<sub>2</sub> : électrodes excitatrices

R<sub>1</sub> : électrode réceptrice/ R<sub>2</sub> : électrode de référence

Au temps t<sub>0</sub>, on place R<sub>1</sub> à la surface de l'axone. Au temps t<sub>1</sub> on introduit R<sub>1</sub> à l'intérieur de l'axone. Aux temps t<sub>2</sub>, t<sub>3</sub>, t<sub>4</sub> et t<sub>5</sub> on applique sur l'axone quatre stimulations isolées et d'intensité croissante. (R<sub>1</sub> étant toujours introduite à l'intérieur de l'axone). Les enregistrements apparaissant sur l'oscilloscope sont présentés sur le document 2.



ddp :  
différence de  
potentiel  
mv :  
millivolts  
ms :  
millisecondes

**Document 2**

1) Analysez l'enregistrement obtenu en a (depuis t<sub>0</sub> jusqu'à t<sub>1</sub> inclus)

2) Reproduisez l'enregistrement b et analysez-le, en précisant les modifications des charges électriques de part et d'autre de la membrane de l'axone quand on passe de a à b.

3) Comparez les enregistrements b, c et d du document 2. Déduisez.

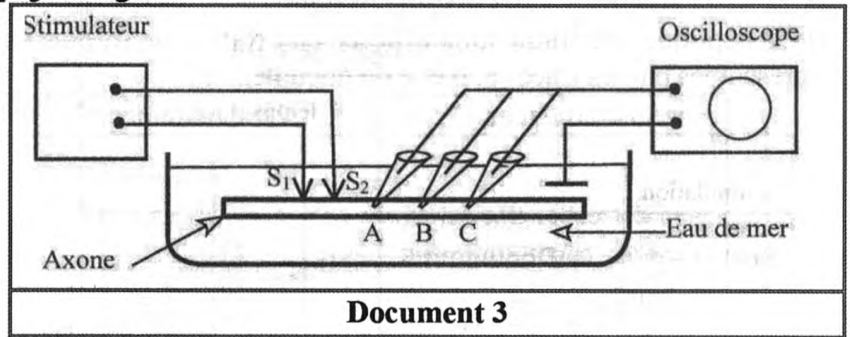
**Expérience 2 :**

A l'aide du montage schématisé dans le document 3, on applique une excitation efficace sur l'axone et on enregistre les phénomènes électriques grâce à 3 électrodes réceptrices R<sub>A</sub>, R<sub>B</sub> et R<sub>C</sub>

placées aux points A, B et C situés à des distances différentes des électrodes excitatrices  $S_1$  et  $S_2$  comme indiqué sur le document 3.

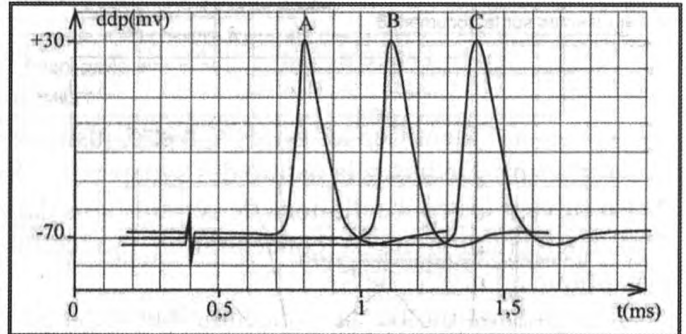
On donne les distances :

- $S_2A = 18 \text{ mm}$
- $S_2B = 36 \text{ mm}$
- $S_2C = 54 \text{ mm}$



Les enregistrements obtenus sont présentés sur le document 4.

Document 4 ⇒

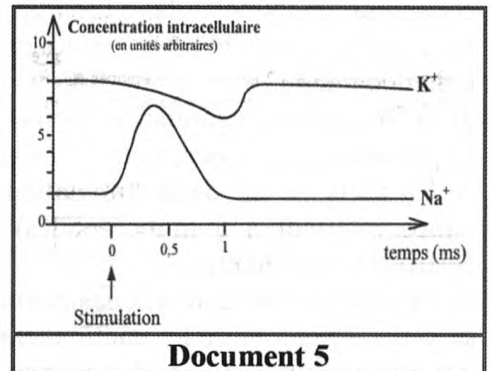


Montrez que l'influx nerveux se propage le long de la fibre avec la même vitesse (indiquez la méthode suivie).

B/ Pour comprendre la nature du phénomène électrique accompagnant la naissance du potentiel d'action, on étudie le comportement de la membrane de la fibre nerveuse vis-à-vis des ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$  entrant dans la composition du milieu intracellulaire et du milieu extracellulaire.

**Expérience 3 :**

On porte une stimulation efficace sur l'axone et on mesure en fonction du temps, les concentrations intracellulaires des ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$ . On note alors les variations de ces concentrations que traduisent les courbes du document 5.



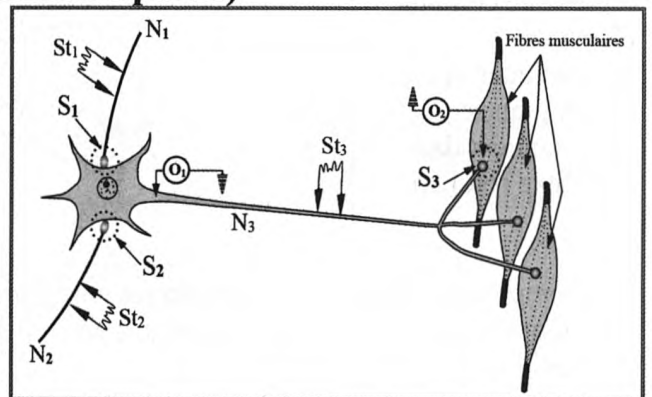
Analysez les deux courbes. Quelle conclusion peut-on faire quant à la perméabilité de la membrane cellulaire vis-à-vis des ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$  suite à la stimulation ?

**Exercice N°4 (Bac 2006 Principale : Deuxième partie)**

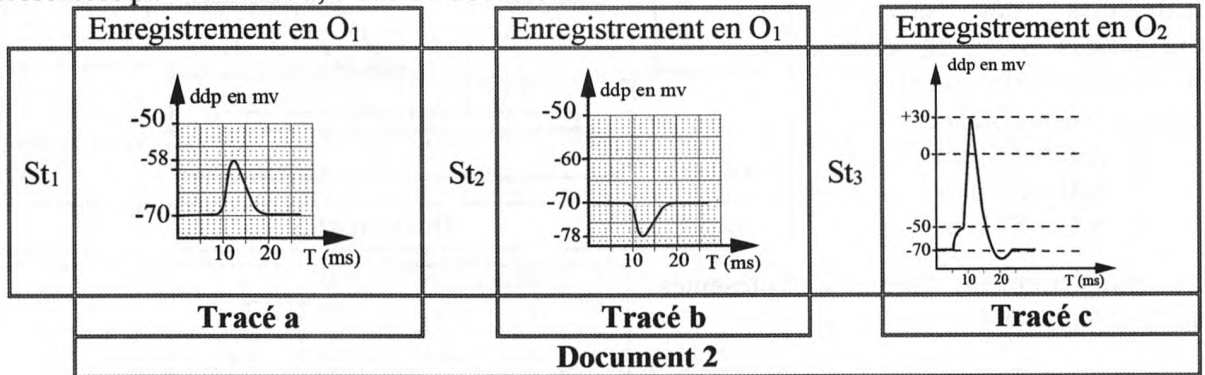
Afin d'étudier l'origine et la nature des réponses postsynaptique, on réalise sur les structures représentées par le document 1 un ensemble d'expériences.

Document 1 ⇒

- $N_1, N_2$  et  $N_3$  = neurones.
- $St_1, St_2$  et  $St_3$  = stimulations
- $S_1, S_2$  et  $S_3$  = synapses
- $O_1$  et  $O_2$  = oscilloscopes



1) On applique une stimulation efficace en  $St_1$  puis en  $St_2$  puis en  $St_3$  ; on enregistre les réponses représentées par les tracés a, b et c du document 2.



- Identifiez les tracés a, b et c, justifiez votre réponse.
- Déduisez la nature des synapses  $S_1$ ,  $S_2$  et  $S_3$ .

2) En suivant les concentrations de certains ions dans le neurone  $N_3$ , on a remarqué :

\*/ L'augmentation de la concentration intracellulaire des ions  $Na^+$  lors d'une transmission synaptique au niveau de  $S_1$ .

\*/ L'augmentation de la concentration intracellulaire des ions  $Cl^-$  et la diminution de la concentration intracellulaire des ions  $K^+$  lors d'une transmission synaptique au niveau de  $S_2$   
 En exploitant ces données, expliquez l'origine des enregistrements représentés par les tracés a et b du document 2.

3) a) On applique simultanément une stimulation efficace en  $St_1$  et une autre en  $St_2$ .

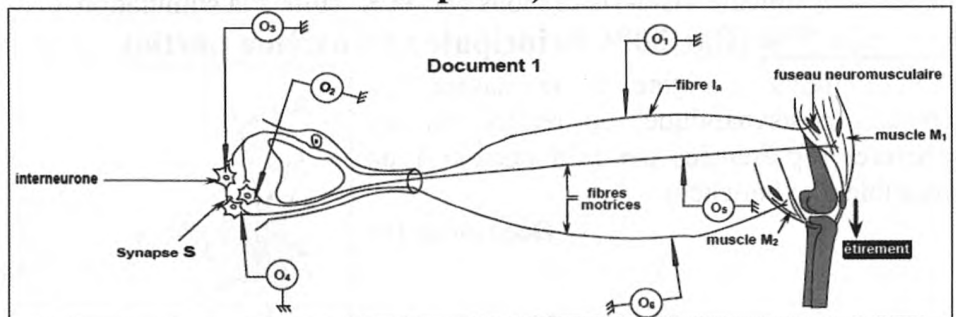
Représentez l'enregistrement qu'on peut obtenir en  $O_1$ . Justifiez votre réponse.

b) En porte en  $St_1$  deux stimulations efficaces très rapprochées (séparées par un intervalle de temps inférieur à 5 millisecondes). Représentez l'enregistrement qu'on peut obtenir en  $O_1$ . Justifiez votre réponse.

4) En utilisant les données des documents 1 et 2 et vos connaissances, quelle (s) différence (s) peut-on dégager entre le fonctionnement des synapses neuroneuroniques d'une part et celui de la synapse neuromusculaire d'autre part ?

**Exercice N°5 (Bac 2011 Contrôle : Deuxième partie)**

Le document 1 représente certains éléments anatomiques et histologiques qui interviennent dans le réflexe rotulien.



1) Nommez les phénomènes électriques enregistrés dans chacun des oscilloscopes  $O_1$ ,  $O_2$ ,  $O_3$ ,  $O_4$ ,  $O_5$  et  $O_6$  suite à l'étirement du muscle  $M_1$ . Illustrez votre réponse par des schémas.

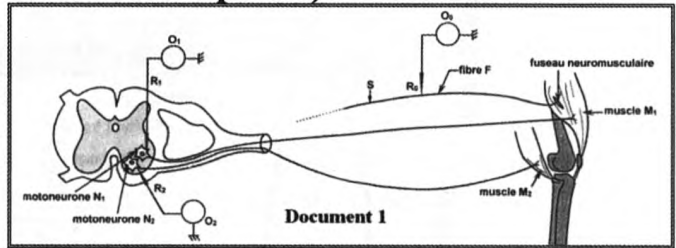
2) Expliquez :

a- le rôle physiologique du fuseau neuromusculaire dans le réflexe rotulien.

b- le mécanisme de la transmission synaptique au niveau de la synapse S suite à l'étirement du muscle extenseur  $M_1$ .

**Exercice N°6 (Bac 2009 Contrôle : Deuxième partie)**

On cherche à préciser le circuit nerveux qui intervient dans le réflexe myotatique. On propose le dispositif expérimental, représenté par le document 1, avec lequel on réalise une série d'expériences.



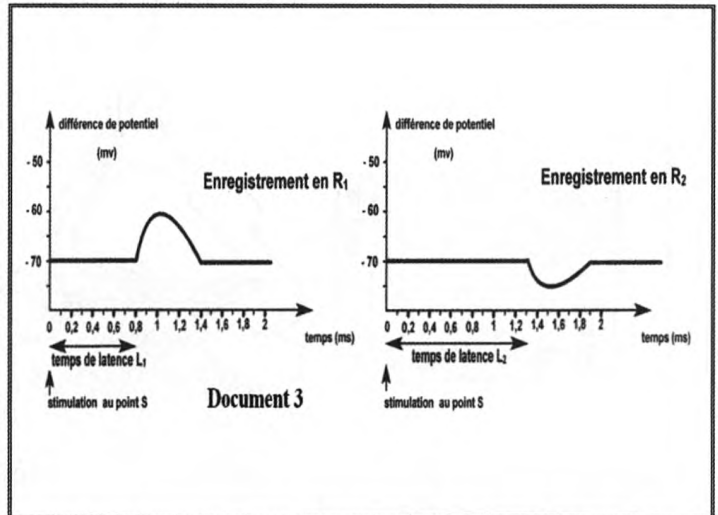
**Expérience 1** : grâce à une microélectrode  $R_0$  reliée à un oscilloscope  $O_0$  on enregistre l'activité électrique de la fibre F issue du fuseau neuromusculaire localisé dans le muscle  $M_1$ , en fonction de l'intensité de l'étirement de ce même obtenu sont représentés par le document 2.

<b>Doc 2</b>			
Absence d'étirement du muscle $M_1$	Faible d'étirement du muscle $M_1$	Fort d'étirement du muscle $M_1$	
Enregistrement 1	Enregistrement 2	Enregistrement 3	

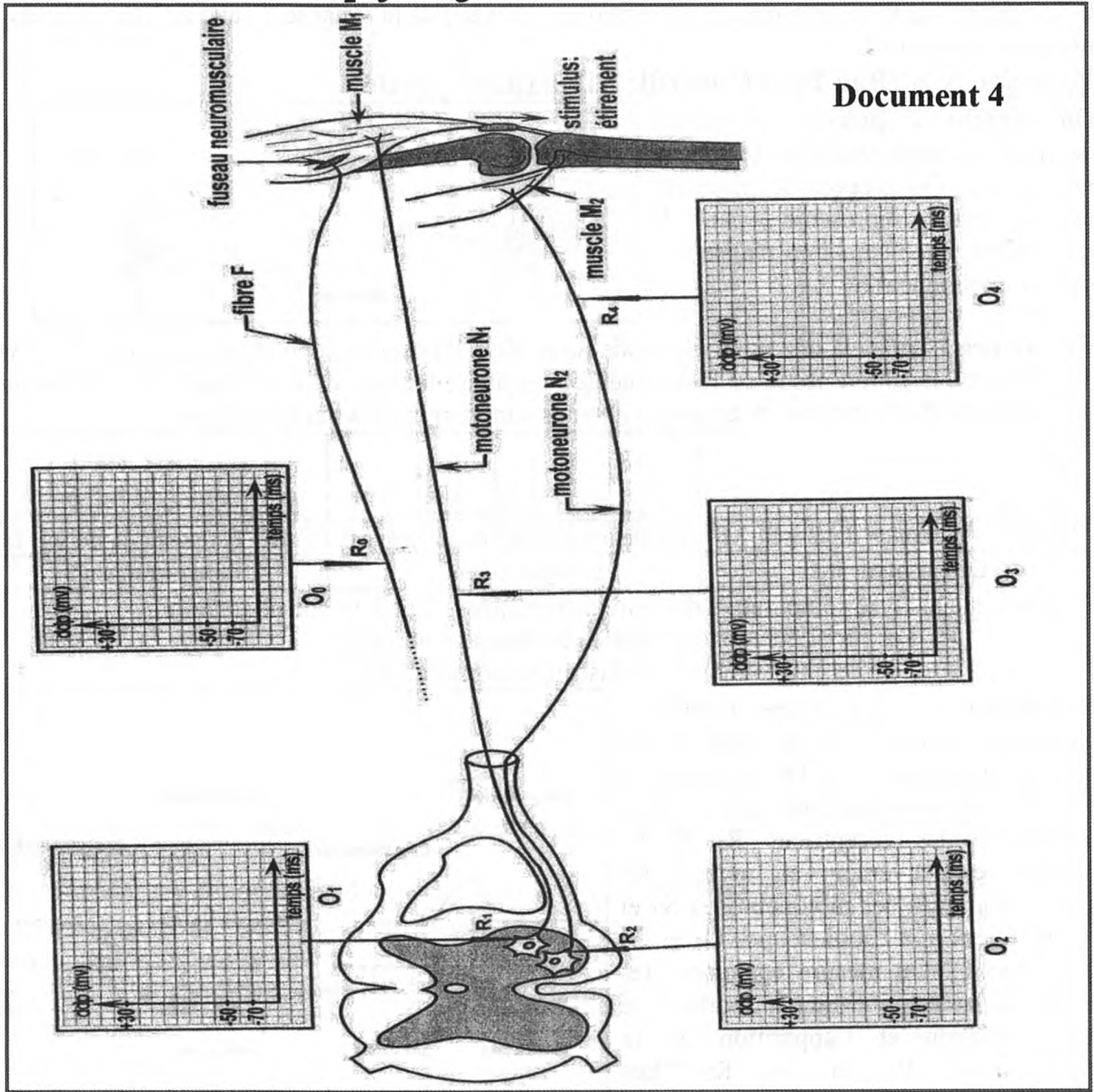
1) Faites une analyse comparative des enregistrements 1, 2 et 3 en vue de déduire :

- Les propriétés fondamentales du message nerveux.
- Le rôle physiologique du fuseau neuromusculaire.

**Expérience 2** : on porte une stimulation électrique efficace, sur la fibre F, au point S (voir doc 1) et on enregistre la différence de potentiel (ddp) grâce à deux microélectrodes réceptrices  $R_1$  et  $R_2$  placées respectivement au niveau des cônes axoniques des motoneurons  $N_1$  et  $N_2$  et reliées aux oscilloscopes  $O_1$  et  $O_2$  (voir doc 1). On mesure également les temps de latence séparant le moment de la stimulation et l'apparition de la réponse en  $R_1$  et en  $R_2$ . Les enregistrements obtenus sont représentés par le doc 3.

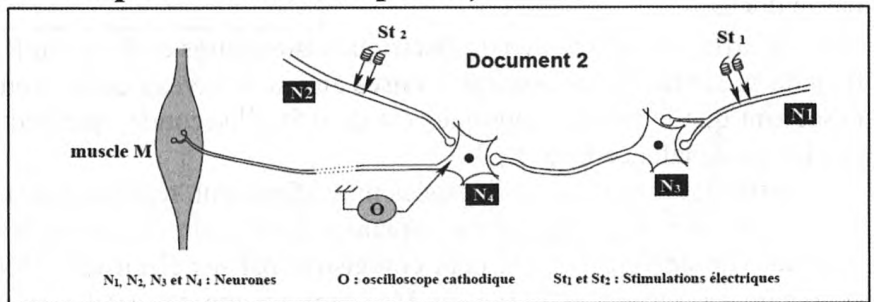


- 2) a- identifiez les phénomènes électriques enregistrés en  $R_1$  et en  $R_2$  en justifiant votre réponse.
- b-Déduisez la nature des synapses mises en jeu au niveau des motoneurons  $N_1$  et  $N_2$ .
- c-Sachant que le délai synaptiques est de 0,5milliseconde, que déduisez-vous de la comparaison des temps de latence  $L_1$  et  $L_2$  ?
- 3) À partir des informations dégagées précédemment, représentez sur le document 4 :
  - a- Les structures histologiques manquantes dans le circuit nerveux du réflexe myotatique.
  - b- L'activité nerveuse qu'on peut enregistrer par les électrodes réceptrices  $R_0, R_1, R_2, R_3$  et  $R_4$ , suite à un fort étirement du muscle  $M_1$ , dans chacun des oscilloscopes  $O_0, O_1, O_2, O_3$  et  $O_4$



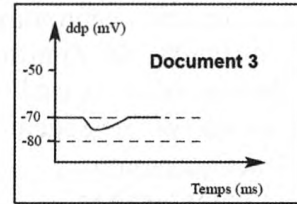
**Exercice N°7 (Bac 2015 Principale : Deuxième partie)**

On se propose d'étudier le mécanisme de la transmission du message nerveux à travers les synapses. Pour cela on réalise deux expériences en utilisant le dispositif expérimental



**Expérience 1 :**

On porte une stimulation efficace  $St_1$  au niveau de l'axone du neurone  $N_1$ . Le tracé du document 3 représente l'enregistrement obtenu au niveau de l'oscilloscope O.



**Expérience 2 :**

On porte, simultanément, une stimulation efficace  $St_1$  au niveau de la terminaison axonique du neurone  $N_1$  et deux stimulations efficaces, successives et très rapprochées  $St_2$  au niveau de la terminaison axonique du neurone  $N_2$ . Il en résulte une contraction du muscle M.

- 1) Exploitez les résultats des expériences 1 et 2 en vue de :
  - a) préciser la nature des synapses  $N_1-N_3$ , et  $N_2-N_4$ .
  - b) dégager deux propriétés du message nerveux.
- 2) En tenant compte des informations dégagées précédemment et de vos connaissances, expliquez la fonction assurée par le neurone  $N_4$ .

**Chapitre 3 Le fonctionnement du muscle squelettique**

**1<sup>ère</sup> partie : Q C M**

Chaque série d'affirmation comprend une ou plusieurs réponses correctes. Repérez la (ou les) réponse(s) exactes.

1. Au niveau de la plaque motrice, la fixation de l'acétylcholine sur les récepteurs de la membrane postsynaptique provoque l'ouverture :
  - a) Des canaux chimiodépendants.
  - b) Des canaux voltages dépendants à sodium ( $Na^+$ )
  - c) Des canaux voltages dépendants à potassium ( $K^+$ )
  - d) Des canaux de fuite.
2. Une contraction musculaire est toujours :
  - a) Suivie d'un potentiel d'action musculaire.
  - b) Précédée d'un potentiel d'action musculaire.
  - c) Indépendant du potentiel d'action musculaire.
  - d) Synchrone avec un potentiel d'action musculaire.
3. Le neurotransmetteur libéré au niveau d'une plaque motrice est :
  - a) La noradrénaline.
  - b) L'aldostérone.
  - c) L'adrénaline
  - d) L'acétylcholine.
4. L'unité fonctionnelle d'un muscle squelettique est :
  - a) La fibre musculaire.
  - b) La myofibrille
  - c) Le sarcomère
  - d) Le disque sombre
5. On appelle plaque motrice :
  - a) L'ensemble des motoneurones qui commandent la contraction musculaire

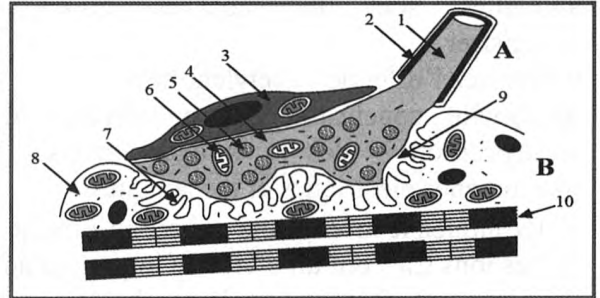
- b) Une jonction neuromusculaire
  - c) L'ensemble des ramifications axoniques qui innervent un muscle
  - d) Un motoneurone est l'ensemble des fibres musculaires qu'il innerve
6. La transmission du message nerveux au niveau de la plaque motrice fait intervenir:
- a) L'acétylcholine
  - b) La noradrénaline
  - c) Les canaux chimiodépendants
  - d) Les ions Cl<sup>-</sup>.
7. Au niveau de la fibre musculaire striée, les ions Ca<sup>2+</sup> :
- a) Sont libérés du réticulum endoplasmique suite à la naissance d'un potentiel d'action musculaire.
  - b) Permettent la fixation des têtes de myosine sur l'actine
  - c) Permettent la fixation de l'ATP sur les têtes de myosine
  - d) Augmentent l'activité ATPasique de l'actine.
8. La régénération rapide de l'ATP, source de l'énergie musculaire, se fait par :
- a) Le transport d'un groupement phosphate de la phosphocréatine sur une molécule d'adénosine di phosphate.
  - b) La dégradation du glucose par glycolyse
  - c) L'oxydation complète du glucose en présence de dioxygène (O<sub>2</sub>).
  - d) Le transfert d'un groupement phosphate d'une molécule d'adénosine diphosphate (ADP) sur une autre ADP.
9. Un sarcomère, au cours de sa contraction, se caractérise par :
- a) Le raccourcissement des filaments d'actine.
  - b) Le raccourcissement des filaments de myosine.
  - c) Le glissement des filaments d'actine entre les filaments de myosine
  - d) Le rapprochement des deux stries Z consécutives
10. Le potentiel d'action musculaire provoque la libération des ions Ca<sup>2+</sup> stockés dans les citernes du réticulum endoplasmique. Ces ions assurent :
- a) La fixation du complexe ATP-myosine sur les molécules d'actine.
  - b) La formation du complexe ATP-myosine.
  - c) La fixation de l'actine sur la myosine
11. La régénération rapide de l'ATP dans la cellule musculaire se fait à partir :
- a) De l'acide lactique.
  - b) De la phosphocréatine
  - c) De l'ADP.
  - d) Du glycogène.
12. Lors d'une contraction musculaire :
- a) Les disques clairs et les disques sombres sont réduits
  - b) Les disques clairs et les disques sombres sont normaux
  - c) Les disques clairs et les bandes H sont réduits et les disques sombres sont normaux
  - d) Les disques clairs et les disques sombres sont réduits et bande H est normale
13. Au niveau de la bande H d'un sarcomère on trouve :

- Des filaments d'actine
- Des filaments de myosine
- Des filaments d'actine et de myosine.
- Aucun filament

**2<sup>ème</sup> partie : Restitution des connaissances**

**Exercice N°1**

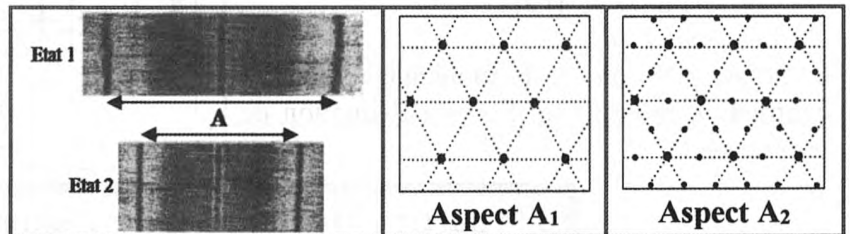
Le document suivant représente l'ultra structure de la zone de contact entre deux éléments différents A et B appartenant aux deux cellules différentes.



- Nommez cette ultra structure et identifiez les deux cellules.
- Annotez ce document.
- Précisez les étapes qui conduisent à la naissance d'un PA au niveau de la cellule B.
- Expliquez, schéma à l'appui, le mécanisme de la conversion de l'énergie chimique en énergie mécanique lors de la contraction musculaire.
- La contraction musculaire nécessite l'utilisation de l'énergie :
  - Nommez la source primaire et immédiate de l'énergie au cours de la contraction musculaire
  - Précisez les voies de régénération de cette énergie au niveau de la fibre musculaire.
  - En absence de dioxygène, la contraction de l'élément 10 est très brève. Expliquez

**Exercice N°2**

Le document suivant représente l'électronographie d'un élément A de la fibre musculaire observé à deux états différents



- Identifiez l'élément A
- Faites deux schémas d'interprétation de cet élément pendant les deux états.
- Comparez sous forme de tableau les deux états.
- Représentez le myogramme et la courbe thermique (chaleur) lors de l'activité musculaire en écrivant les réactions chimiques qui accompagnent les phases de ces 2 courbes.
- Identifiez les structures et les organites cellulaires qui interviennent dans la contraction, en précisant les relations entre structures et fonctions.
- Une coupe transversale se fait selon le même plan présenterait en état « 1 » l'aspect A<sub>1</sub> et en état « 2 » un aspect A<sub>2</sub>. (Voir document 2). Expliquez
- Précisez le rôle des ions Ca<sup>2+</sup> dans la transmission du message nerveux et lors de la contraction musculaire.

**Exercice N°3**

On cherche à préciser les mécanismes qui permettent le passage de l'influx nerveux moteur entre le nerf et le muscle. Grâce à un oscilloscope à doubles voies, on enregistre les phénomènes

électriques et mécaniques. On envoie une stimulation unique efficace, on enregistre sur l'écran de l'oscilloscope les courbes a, b et c.

1) Identifiez les courbes a, b et c. déduisez la succession des évènements.

2) Identifiez les phases AB, BC et CD.

3) Si on injecte de l'acétylcholine au niveau de la fente synaptique

a-Quelles sont les courbes qu'on peut enregistrer ?

b-Pécisez l'effet de l'acétylcholine

4) Quelle conclusion peut-on dégager de la superposition des enregistrements des phénomènes électriques et mécaniques

5) Expliquez le mécanisme qui est à l'origine de naissance la courbe c

6) Les ions  $Ca^{2+}$  ont un effet très important au cours la contraction de la myofibrille

a) Représentez la courbe de concentration du sarcoplasme en ions  $Ca^{2+}$

b) Proposez une expérience qui met en évidence les mouvements des ions  $Ca^{2+}$

7) Le document suivant représente les ultrastructures cellulaires et les réactions métaboliques mises en jeu au cours de la contraction musculaire.

a- Identifiez :

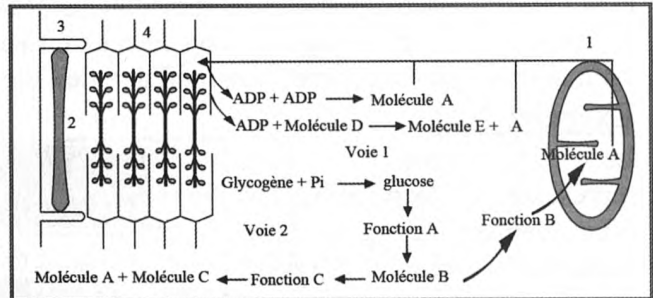
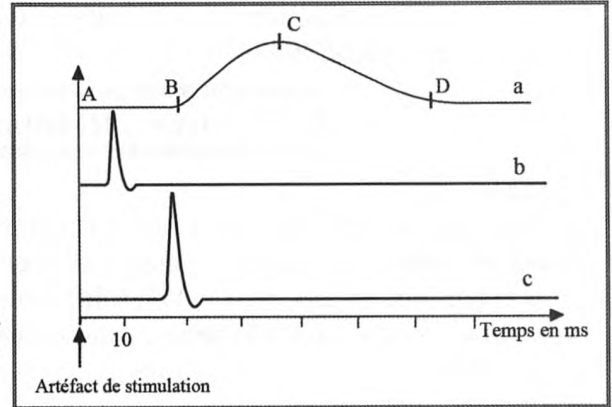
\*/ Les ultra structures 1, 2, 3 et 4.

\*/ Les molécules A, B, C, D et E.

\*/ Les fonctions A, B et C

\*/ Les voies 1 et 2

b- Précisez le rôle de la molécule A dans la contraction musculaire. Écrivez l'équation de la réaction.



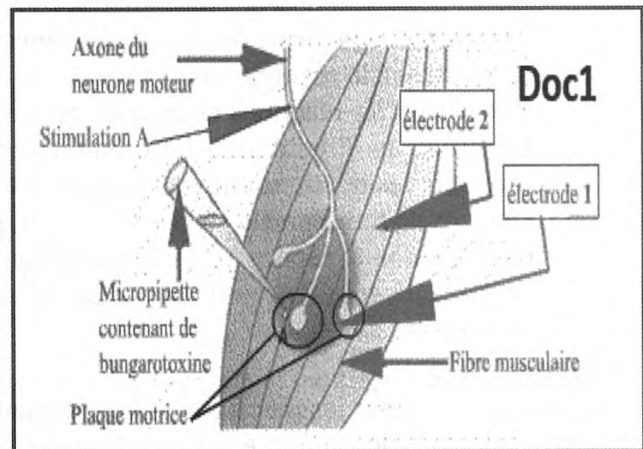
### 3<sup>ème</sup> partie : Mobilisation des connaissances

#### Exercice N°1

La myasthénie est une maladie caractérisée par une faiblesse des muscles squelettiques. Les médecins pensent qu'elle est due à un mauvais fonctionnement des jonctions neuromusculaires. Pour vérifier cette hypothèse, on réalise les expériences suivantes :

#### Expérience 1

On stimule le nerf moteur d'un muscle et à l'aide de deux électrodes réceptrices, on enregistre les potentiels post synaptiques au niveau de la jonction neuromusculaire



(électrode 1) et les potentiels d'action du muscle (électrode 2). Les résultats obtenus chez un individu sain et un individu malade sont consignés dans le document 2 jonctions neuromusculaires

1) Analyser les enregistrements obtenus chez l'individu sain et faire le lien avec la contraction musculaire (sans entrer dans les détails des mécanismes)

2) Comparer les enregistrements obtenus chez la myasthénie (malade) à ceux obtenus chez l'individu sain et dites s'ils permettent d'approuver l'hypothèse émise par les médecins. Justifier

3) Proposer au moins deux hypothèses expliquant la (ou les) anomalie(s) de la jonction neuromusculaire à l'origine de la myasthénie

**Expérience 2**

L' $\alpha$  bungarotoxine, molécule toxique extraite du venin de serpent, possède la propriété de se fixer sur les sites récepteurs à acétylcholine. Par autoradiographie, on peut localiser l' $\alpha$  bungarotoxine radioactive sur la membrane d'une cellule musculaire chez l'individu sain et chez un individu myasthénique (voir doc3)

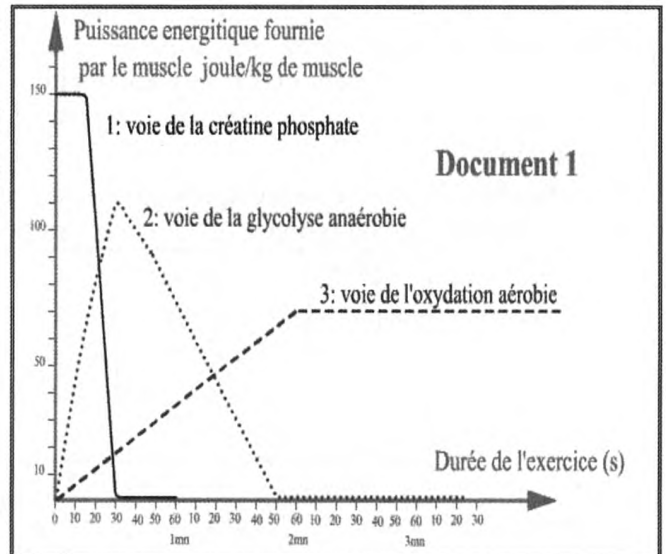
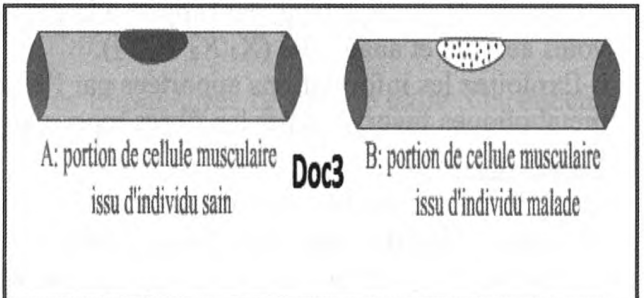
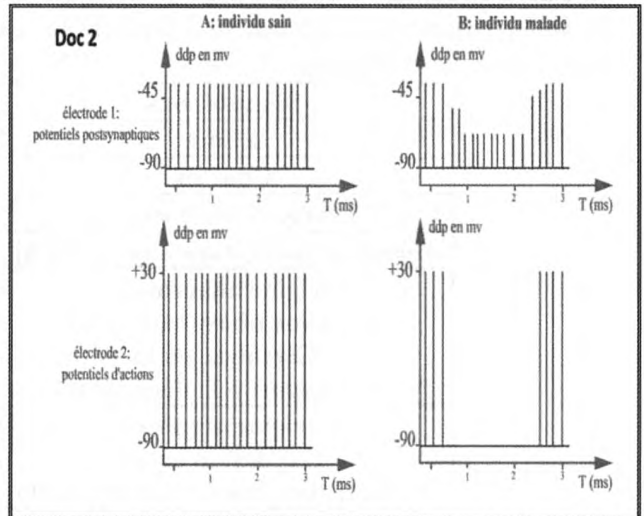
4) En exploitant le document 3 précisez la cause exacte de la myasthénie

**Exercice N°2**

Afin de déterminer la nature des différentes voies métaboliques productrices d'énergie et leur ordre d'intervention au cours d'un exercice musculaire d'intensité modérée, une source de 800 m par exemple, on effectue les mesures traduites par les trois courbes du document 1

1) Identifier la source d'énergie primaire et immédiate de la contraction musculaire en écrivant l'équation de l'hydrolyse.

2) A partir de l'exploitation du document 1, écrivez les réactions métaboliques qui ont lieu, dans la fibre musculaire, au cours d'un effort. Précisez leur chronologie et leurs caractéristiques respectives



3) Dans le tableau du document 2 figurent les caractéristiques des réactions métaboliques pour trois exercices différents

Stimulations	1	2	3
Effort	Intense	Modéré	Endurance
Courses	100 m	800 m	10 km
Temps réalisés en min	0.2	2	31
Dépenses énergétiques totale en kj	70	320	2945
<b>Origine anaérobie :</b>			
Créatine phosphate en kj	30	30	30
Glycolyse en kj	28	100	100
% par rapport à la dépense totale	X <sub>1</sub>	40	X <sub>2</sub>
<b>Origine aérobie :</b>			
Oxydation en kj	12	192	2825
% par rapport à la dépense totale	Y <sub>1</sub>	60	Y <sub>2</sub>
<b>Document 2 : Résultats de diverses mesures effectuées chez un individu effectuant trois courses de longueur différente</b>			

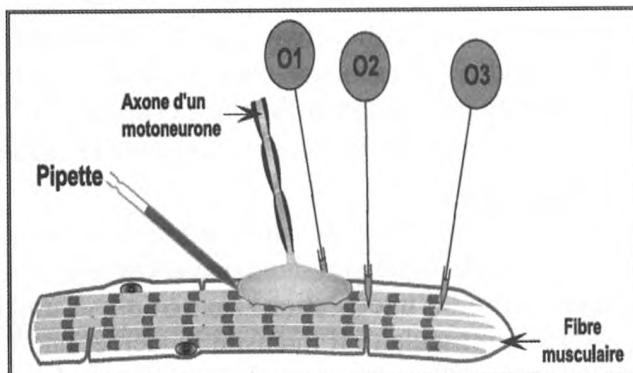
a- Calculez le pourcentage, par rapport à la dépense énergétique totale, apporté par chacune des 2 voies aérobie et anaérobie (X<sub>1</sub> X<sub>2</sub> Y<sub>1</sub> Y<sub>2</sub>).

b- Exploitez les informations apportées par l'étude du document 2 pour préciser les voies métaboliques favorisées par les fibres musculaires pendant chaque exercice.

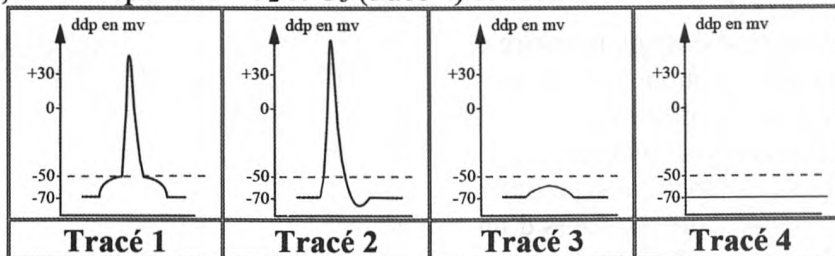
### Exercice N°3

Dans le but d'étudier comment le message nerveux véhiculé par les fibres motrices déclenche la contraction musculaire, on a réalisé les expériences suivantes.

**Expérience 1 :** On dispose trois oscilloscopes O<sub>1</sub>, O<sub>2</sub> et O<sub>3</sub>; puis on porte une stimulation d'intensité efficace portée sur l'axone d'un motoneurone. On obtient en O<sub>1</sub> le tracé 1 puis en O<sub>2</sub> et O<sub>3</sub> le tracé 2, puis une secousse musculaire.



On refait la même expérience après ajoutée une solution de curare dans le milieu, on a enregistré en O<sub>1</sub> le tracé 3, aucun réponse en O<sub>2</sub> et O<sub>3</sub> (tracé 4) et aucun secousse musculaire.



- 1) Analysez ces résultats. Déduire
- 2) Proposez des hypothèses à propos du mode d'action du curare.
- 3) Proposez une expérience permettant de vérifier l'une de ces hypothèses.

**Expérience 2**

- a) On injecte quelque goutte d'acétylcholine dans la fente synaptique, on obtient le tracé 1 en  $O_1$  et le tracé 2 en  $O_2$  et  $O_3$
- b) On injecte la même quantité d'acétylcholine dans la fibre musculaire, on obtient le tracé 4 en  $O_1$ ,  $O_2$  et  $O_3$ .
- c) On fait agir la protigmine au niveau la fente synaptique. on enregistre en  $O_2$ , les courbes suivantes.

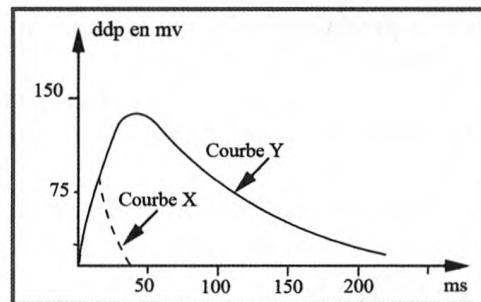
Courbe X : avant traitement par la protigmine.

Courbe Y : après traitement par la protigmine.

4) A partir de l'analyse des expériences a et b, quelles conclusions peut-on dégager

5) A partir de l'analyse des expériences c et de vos connaissances, dégagez l'action de la protigmine.

6) A partir de toutes ces expériences, dégagez les propriétés de l'acétylcholine.



**Exercice N°4**

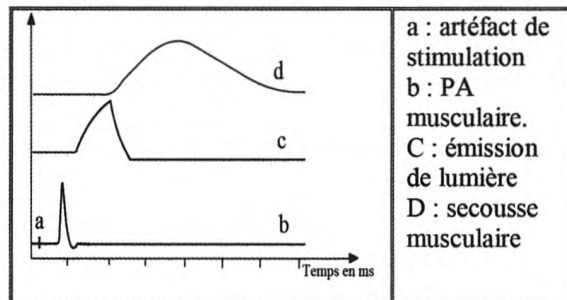
Dans le but d'étudier le mécanisme de la contraction musculaire, on a réalisé ces expériences suivantes

a- Certaines espèces d'invertébrés possèdent des fibres musculaires de grande taille. On injecte dans une fibre une substance chimique : l'équorine qui, en présence d'ions calcium ( $Ca^{2+}$ ) émet de la lumière. La stimulation d'une fibre musculaire ainsi préparée provoque l'illumination brève du hyaloplasme suivie immédiatement d'une secousse musculaire.

b- L'injection à l'aide d'une micropipette de  $Ca^{2+}$  dans une fibre musculaire au repos déclenche une secousse, et la stimulation efficace d'une fibre musculaire dépourvue de  $Ca^{2+}$  ne donne jamais une secousse.

c- Les graphes ci-contre traduisent la variation de quelques paramètres, consécutive à la stimulation d'une fibre musculaire placée dans une solution d'équorine

A partir de l'analyse de ces expériences, expliquez, schéma à l'appui, la succession des événements de PA musculaire jusqu'à la contraction de la fibre musculaire.



a : artéfact de stimulation  
 b : PA musculaire.  
 C : émission de lumière  
 D : secousse musculaire

**Exercice N°5**

1/ Un sujet dont la consommation maximale d'oxygène atteint 4, 6l /min est capable de travailler à la puissance de 2160Kj/min pendant 8 min environ.

Pourtant le calcul permet de prévoir que la demande en oxygène pour une telle puissance est approximativement de 5,2l d'oxygène /min.

➤ Quelle hypothèse peut-on proposer.

2/ Un muscle isolé qu'on excite consomme davantage de glucose que lorsqu'il est au repos, il libère davantage de  $CO_2$  et réserve de glycogène diminue. Dans une atmosphère d'azote, un tel

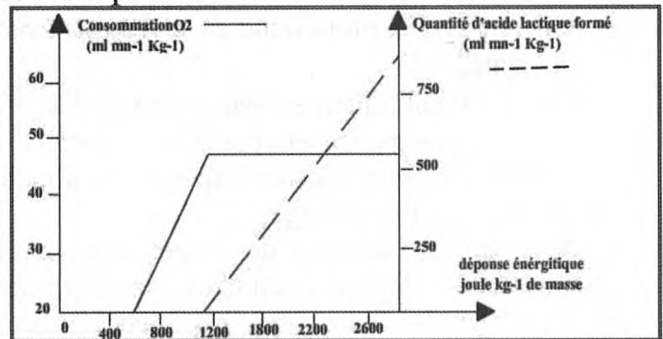
muscle se contracte encore, sa réserve de glycogène diminue plus vite, on peut observer une accumulation d'acide lactique très rapide.

- Ces observations confirment-elles l'hypothèse émise en 1<sup>er</sup> question ?
- En exploitant soigneusement l'ensemble des données, expliquez les mécanismes qui sont à l'origine de l'énergie utilisée au cours de ces expériences.

3/ Le document ci-contre traduit chez un sujet l'évolution de la consommation d'oxygène et de la production d'acide lactique au cours de la contraction musculaire.

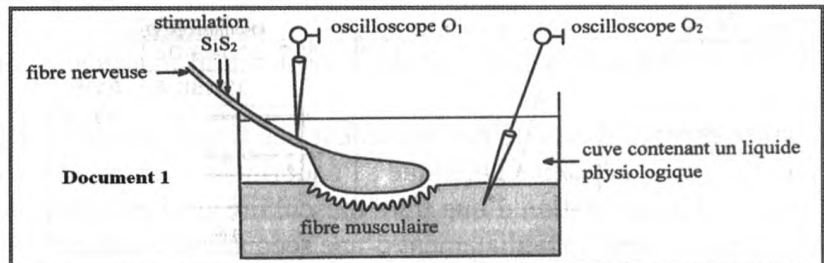
a- Faites une étude des deux tracés et montrez la relation existant entre les deux phénomènes qu'ils illustrent.

b- Déduez l'intérêt du processus conduisant à la production de l'acide lactique.



**Exercice N°6**

Pour comprendre le niveau d'action de certaines substances : le curare et la nicotine au niveau de la jonction neuromusculaire, on réalise les deux séries d'expériences suivantes :



1<sup>ère</sup> série d'expériences

	Expériences	Résultats
①	Stimulation S <sub>1</sub> S <sub>2</sub> de la fibre nerveuse	Contraction de la fibre musculaire
②	Dépôt de curare sur la fibre nerveuse et stimulation S <sub>1</sub> S <sub>2</sub>	Contraction de la fibre musculaire
③	Injection de curare dans la fibre musculaire et stimulation S <sub>1</sub> S <sub>2</sub>	Contraction de la fibre musculaire
④	Dépôt de curare dans la jonction neuromusculaire et stimulation S <sub>1</sub> S <sub>2</sub>	Pas de contraction de la fibre musculaire

1. A partir de l'analyse de ces résultats et de vos connaissances, précisez le mode d'action du curare

2<sup>ème</sup> série d'expérience

	Expériences	Résultats
①	Dépôt de nicotine dans la jonction neuromusculaire	Contraction de la fibre musculaire
②	Injection de nicotine dans la fibre musculaire	Pas de contraction de la fibre musculaire
③	Dépôt de curare puis de nicotine dans la jonction neuromusculaire	?

2. A partir des expériences ① et ② et de vos connaissances, dégagez le rôle de la nicotine

3. Quel doit être le résultat de l'expérience ③ ? justifiez.

**4<sup>ème</sup> partie : Exercices de bac**

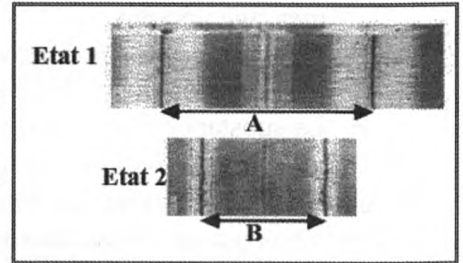
**Exercice N°1 (Bac 2006 Principale : Première partie)**

Le document 1 montre deux électrographies de deux portions de tissu musculaire A et B.

- 1) Identifiez A et B en justifiant votre réponse.
- 2) Faites un schéma d'interprétation annoté de l'état b.
- 3) L'ATP est la source d'énergie utilisée dans la contraction musculaire.

a-Expliquez, à l'aide de schémas, comment se fait la conversion de l'énergie chimique en énergie mécanique.

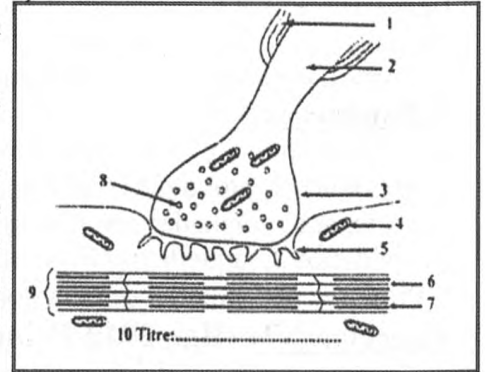
b-Décrivez comment se fait la régénération rapide de l'ATP.



**Exercice N°2 (Bac 2006 Contrôle : Première partie)**

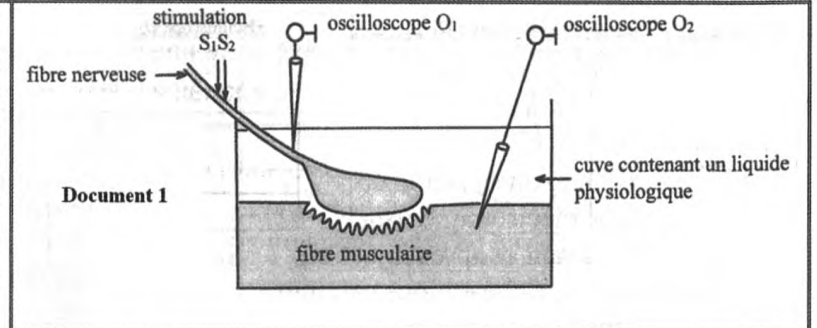
Le document ci-contre représente une jonction neuromusculaire ou plaque motrice

- 1) Ecrivez sur votre copie les noms correspondant aux numéros indiqués sur le document 1.
- 2) Expliquez, à l'aide d'un schéma simplifié, comment se transmet le message nerveux de la fibre nerveuse à la fibre musculaire, en précisant les différents événements qui se produisent depuis l'arrivée d'un potentiel d'action à la terminaison axonique jusqu'à la naissance d'un potentiel d'action musculaire.



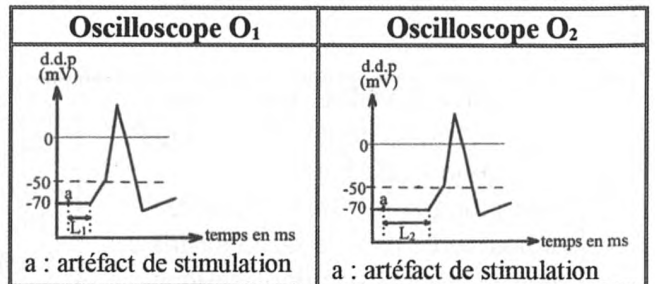
**Exercice N°3 (Bac 2008 Contrôle : Deuxième partie)**

Afin d'étudier la transmission du message nerveux à travers la synapse neuromusculaire, on a réalisé différentes expériences sur une fibre musculaire et la fibre nerveuse motrice qui la commande dans différentes conditions comme le montre le dispositif suivant (doc 1) :



- 1) **Expérience 1 :** En portant une stimulation efficace en  $S_1S_2$ , on obtient les enregistrements représentés par le document 2 et une contraction de la fibre musculaire. A quoi peut-on attribuer la différence entre les deux temps de latence  $L_1$  et  $L_2$  ?

Enregistrements obtenus →



**2) Expérience 2 :**

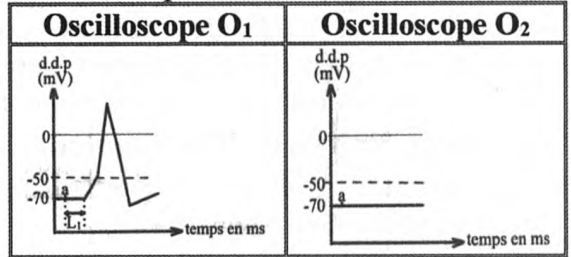
On ajoute au liquide physiologique contenu dans la cuve une substance S et on porte la même stimulation efficace en  $S_1S_2$ , on constate que la fibre musculaire ne se contracte pas.

Pour expliquer ce résultat, on propose les trois hypothèses suivantes :

- La substance S agit au niveau de la fibre nerveuse en empêchant la propagation du message nerveux.
- La substance S agit au niveau de la jonction neuromusculaire en empêchant la transmission du message nerveux.
- La substance S agit au niveau de la fibre musculaire en empêchant sa contraction.

Afin de vérifier la validité de ces hypothèses, on procède à l'enregistrement de l'activité électrique de la fibre nerveuse et de la fibre musculaire avec les mêmes oscilloscopes  $O_1$  et  $O_2$ , dans les conditions de l'expérience 2. Le document 3 montre les résultats obtenus.

a : artéfact de stimulation / Enregistrements obtenus →



**3) Expérience 3 :**

Une stimulation appliquée directement sur la fibre musculaire dans les conditions de l'expérience 2, provoque la contraction de cette fibre.

a- En tenant compte des résultats apportés par le document 3 de l'expérience 2 et du résultat de l'expérience 3, laquelle des hypothèses proposées précédemment est à retenir ? Justifiez.

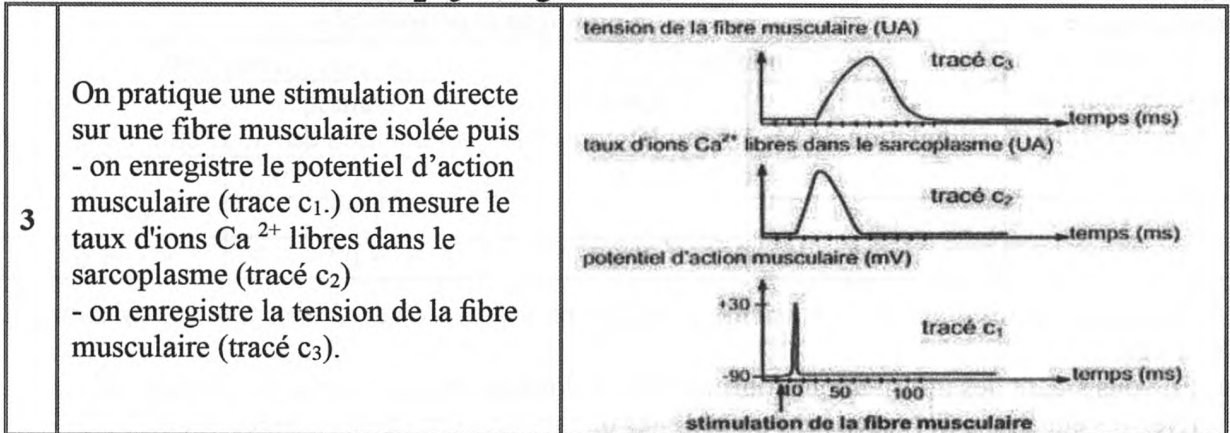
b-Proposez une expérience pour confirmer l'hypothèse retenue.

**Exercice N°4 (Bac 2013 Principale : Deuxième partie)**

On s'intéresse à l'étude de quelques aspects de l'activité musculaire. Pour cela on réalise les séries d'expériences suivantes :

**Première série d'expériences :**

Expériences	Résultats
<p>1</p> <p>On réalise une observation au microscope électronique d'un sarcomère avant et après injection d'une solution riche en ions calcium (<math>Ca^{2+}</math>) dans le sarcoplasme.</p>	<p>Le sarcomère montre à l'état « a » avant l'injection de la solution riche en ions <math>Ca^{2+}</math> et l'état « b » après l'injection de la solution riche en ions <math>Ca^{2+}</math>.</p> <div style="text-align: center;"> </div>
<p>2</p> <p>On cultive des fibres musculaires dans un milieu contenant des ions <math>Ca^{2+}</math> radioactifs. Par autoradiographie, on poursuit la radioactivité dans le sarcoplasme et dans le réticulum endoplasmique.</p>	<p>-Présence de radioactivité dans le réticulum endoplasmique quand le sarcomère est à l'état « a » (exp1). - Présence de radioactivité dans le sarcoplasme quand le sarcomère est à l'état « b » (exp1)</p>



1) Analysez les résultats des expériences 1 et 2 afin de déduire une condition nécessaire au passage du sarcomère de l'état « a » à l'état « b ».

2) À partir de l'exploitation des résultats de l'expérience 3 et des informations précédentes, précisez la succession des événements qui se déroulent dans la fibre musculaire suite à sa stimulation.

**Deuxième série d'expériences :**

En partant du fait qu'au cours de la contraction d'une fibre musculaire. Il s'établit une interaction entre les myofilaments d'actine et de myosine, on extrait ces myofilaments et on les cultive dans un liquide physiologique puis on réalise les expériences 4 et 5.

Le tableau suivant résume ces expériences et les résultats obtenus.

Expériences		Résultats
4	Myofilaments d'actine + myofilaments de myosine + ions Ca <sup>2+</sup>	Pas d'interaction entre les deux types de myofilaments.
5	Myofilaments d'actine + myofilaments de myosine + ions Ca <sup>2+</sup> + ATP	- Interaction entre les deux types de myofilaments. - Diminution de la teneur en ATP

3) À partir de l'analyse comparée des résultats des expériences 4 et 5 déduisez une condition Nécessaire à l'interaction entre les myofilaments d'actine et de myosine.

4) En exploitant les données précédentes et vos connaissances, expliquez le mécanisme de l'interaction entre les myofilaments d'actine et de myosine aboutissant au passage du sarcomère de l'état « a » à l'état « b » de l'expérience 1.

**Troisième série d'expériences :**

Cette troisième série d'expériences est réalisée sur deux muscles de grenouille M<sub>1</sub> et M<sub>2</sub> laces dans des conditions précises

Condition 1 : le muscle M<sub>1</sub> est traité par une substance qui bloque la glycolyse.

Condition 2 : le muscle M<sub>2</sub> est traité par une substance qui bloque simultanément la glycolyse et la dégradation de la phosphocréatine.

On dose trois constituants X, Y et Z (glycogène, phosphocréatine et ATP) de la fibre musculaire avant et après la stimulation des muscles M<sub>1</sub> et M<sub>2</sub> dans les conditions 1 et 2.

Les résultats obtenus sont représentés par le tableau suivant :

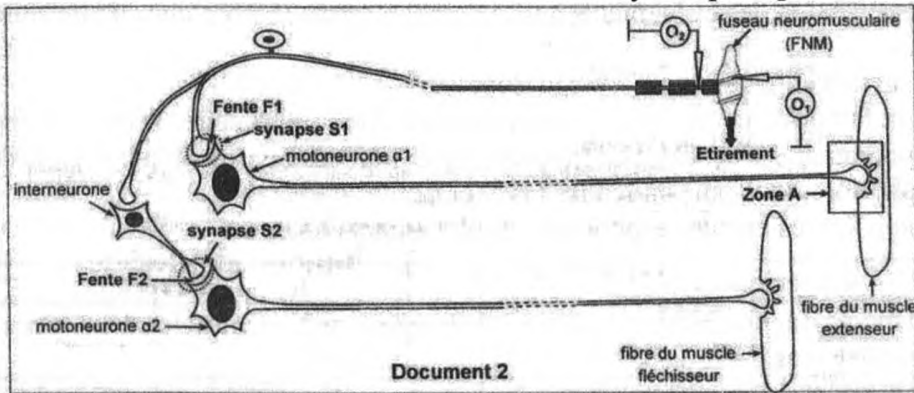
Constituants du sarcoplasme dosé en mg/g de muscles frais	Conditions expérimentales			
	Condition 1		Condition 2	
	Avant la stimulation de M <sub>1</sub>	Après la stimulation de M <sub>1</sub>	Avant la stimulation de M <sub>2</sub>	Après la stimulation de M <sub>2</sub>
X	1	0	1	1
Y	1.35	0	1.35	0
Z	1.07	1.07	1.07	1.07

5) Analysez les résultats de la troisième série d'expériences on vue d'identifier les constituants X, Y et Z.

6) En vous aidant des informations fournies par les données précédentes et vos connaissances. Écrivez les équations des réactions énergétiques on rapport avec l'activité musculaire.

**Exercice N°5 (Bac 2017 Principale : Deuxième partie)**

On se propose d'étudier les aspects de la naissance et de la transmission du message nerveux. Pour cela, on utilise le circuit nerveux intervenant le reflexe myotatique représenté dans le doc2



Pour comprendre le fonctionnement du circuit nerveux impliqué dans le reflexe myotatique ; on réalise les deux expériences suivantes :

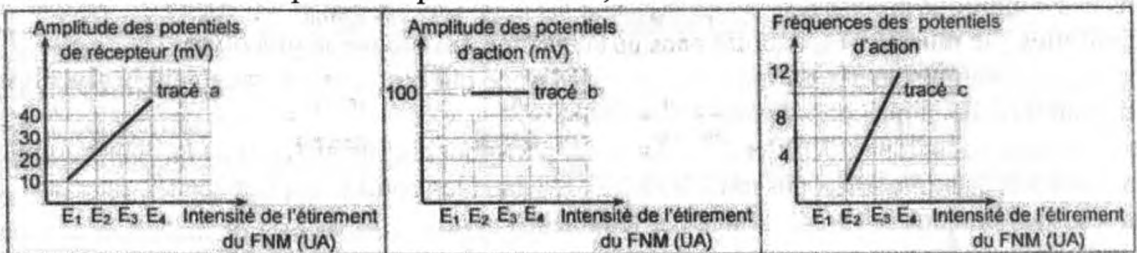
**Expérience 1 :**

On exerce sur le fuseau neuromusculaire des étirements d'intensités croissantes E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, E<sub>3</sub> et E<sub>4</sub> Puis, on détermine :

\*/ l'amplitude des potentiels de récepteurs au niveau de l'oscilloscope O<sub>1</sub> et l'amplitude des potentiels d'action au niveau de l'oscilloscope O<sub>2</sub>.

\*/ la fréquence des potentiels d'action au niveau de l'oscilloscope O<sub>2</sub>

Les résultats obtenus sont présentés par les tracés a, b et c du document 3.



Document 3

1) Analysez les tracés a, b et c du document 3 en vue de dégager :

- Une propriété du potentiel de récepteur.
- Une propriété du potentiel d'action.
- Une propriété du message nerveux
- Le rôle du fuseau neuromusculaire

**Expérience 2 :**

On mesure la concentration en ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$  dans le corps cellulaire des motoneurones  $\alpha_1$  et  $\alpha_2$ , avant et après injection de deux neurotransmetteurs X et Y dans chacune des fentes synaptiques  $F_1$  et  $F_2$ . Le document 4 résume les résultats obtenus.

Document 4 ⇒	Dans les corps cellulaires de $\alpha_1$ et $\alpha_1$ avant injection de X ou de Y	Dans le corps cellulaires de $\alpha_1$ après injection dans $F_1$ de :		Dans le corps cellulaires de $\alpha_2$ après injection dans $F_2$ de :	
		X	Y	X	Y
Concentration en ions $\text{Na}^+$ (UI)	15	30	15	15	15
Concentration en ions $\text{K}^+$ (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 l'injection du neurotransmetteur X ou du neurotransmetteur Y.

b- dégagez la conséquence de cette modification sur le potentiel de la membrane postsynaptique de chacun des corps cellulaires de  $\alpha_1$  et  $\alpha_2$ .

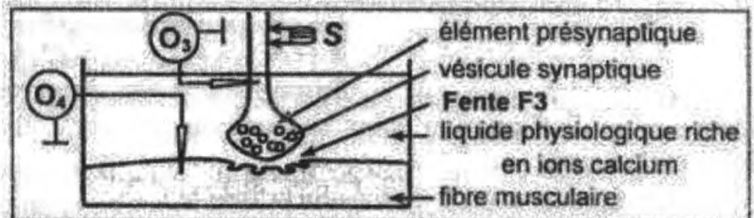
c- précisez la nature de chacune des synapses S1 et S2.

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 E3.

On s'intéresse à l'étude de la transmission neuromusculaire. Pour cela, on réalise une série d'expériences.

On isole les structures de la zone A (document 2) qu'on place dans un liquide physiologique riche en ions calcium et on réalise le dispositif expérimental du document 5.

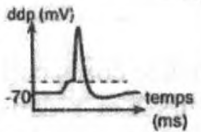
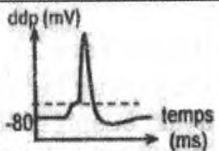
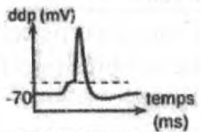
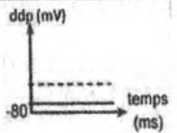
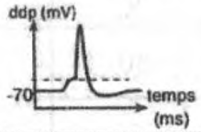
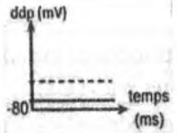
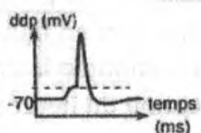
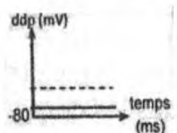
Document 5 ⇒



On porte une stimulation S efficace dans différentes conditions expérimentales. Ensuite,

- On enregistre les phénomènes électriques au niveau des oscilloscopes  $O_3$  et  $O_4$ .
- On cherche la présence ou l'absence d'ions calcium dans l'élément présynaptique.
- On cherche le taux d'acétylcholine (ACTH) dans la fente synaptique  $F_3$ .

Les expériences et les résultats obtenus sont présentés par le document 6.

Expériences	Résultats			
	Enregistrement en O <sub>3</sub>	Ions Ca <sup>2+</sup> dans l'élément présynaptique	Taux d'ACTH dans F3	Enregistrement en O <sub>4</sub>
3 On porte la stimulation S		+	100 mmoles/L	
4 Injection, dans l'élément présynaptique, de la toxine botulique ; puis, on porte la stimulation S.		+	nul	
5 Addition, dans le liquide présynaptique d'une conotoxine ; puis, on porte la stimulation S.		-	nul	
6 Injection, dans la fente F3 du curare, toxine ayant une structure proche de celle de l'acétylcholine ; puis, on porte la stimulation S.		+	100 mmoles/L	
<b>Document 6</b>		+ : présence		- : absence

- 4) A partir de l'exploitation des résultats obtenus et de vos connaissances, dégagez :
- l'effet de chaque toxine sur la transmission neuromusculaire sachant que chacune de ces toxines agit sur un niveau bien déterminé de la synapse.
  - le rôle des ions calcium dans la transmission neuromusculaire.
  - le mode d'action de l'acétylcholine.
- 5) A partir des informations tirées précédemment et en faisant appel à vos connaissances, expliquez schéma à l'appui, le mécanisme de la transmission neuromusculaire

**Chapitre 4 La régulation de la pression artérielle**

**1<sup>ère</sup> partie : Q C M**

Chaque série d'affirmation comprend une ou plusieurs réponses correctes. Repérez la (ou les) réponse(s) exactes.

- En réponse à une hypotension artérielle :
  - Le rythme cardiaque s'accélère.
  - La fréquence des potentiels d'action augmente sur les nerfs de Héring.
  - La libération de l'acétylcholine au niveau du cœur diminue.
  - La fréquence des potentiels d'action de l'orthosympathique diminue.
  - Une vasoconstriction.
- Les fibres du nerf pneumogastrique (nerf X)

- a) Ont leur corps cellulaire situé dans le bulbe rachidien.
  - b) Ont leur corps cellulaire situé dans la moelle épinière
  - c) Conduisent un influx nerveux centripète
  - d) Conduisent un influx nerveux centrifuge.
3. Parmi les substances suivantes, celle (s) qui a (ont) pour une diminution de la pression artérielle est (sont) :
- a) La noradrénaline.
  - b) L'aldostérone.
  - c) L'ADH.
  - d) L'acétylcholine.
4. Une hypertension artérielle entraîne :
- a) Une augmentation de la fréquence des potentiels d'action au niveau du nerf Héring.
  - b) Une baisse de la fréquence des potentiels d'action au niveau du nerf X.
  - c) Une inhibition des neurones du centre vasomoteur bulbaire.
  - d) Une accélération du rythme cardiaque.
5. L'hypertension artérielle peut-être corrigée par :
- a) Une vasoconstriction.
  - b) Une augmentation du rythme cardiaque.
  - c) Une vasodilatation.
  - d) Une baisse du rythme cardiaque.
6. Le réflexe correcteur de l'hypertension artérielle fait intervenir :
- a) Des barorécepteurs.
  - b) Le nerf pneumogastrique (nerf X).
  - c) Les fibres orthosympathiques (sympathique).
  - d) Le centre médullaire cardiaccélérateur.
7. Le rythme cardiaque est accéléré sous l'action :
- a) D'une augmentation de la pression artérielle.
  - b) D'une diminution de la pression artérielle.
  - c) De la stimulation des nerfs vagues (nerf X).
  - d) De la stimulation des nerfs orthosympathiques cardiaques.
8. Une augmentation de la pression artérielle au niveau du sinus carotidien entraîne :
- a) Une augmentation du rythme cardiaque.
  - b) Une diminution du rythme cardiaque.
  - c) Une augmentation de la fréquence des potentiels d'action au niveau du nerf X.
  - d) Une augmentation de la fréquence des potentiels d'action au niveau du nerf sympathique cardiaque.
9. L'angiotensine est une hormone qui :
- a) Stimule la sécrétion de l'aldostérone par les corticosurrénales
  - b) Stimule la sécrétion de l'aldostérone par les médullosurrénales.
  - c) Provoque la vasodilatation des artères.
  - d) Provoque la vasoconstriction des artères.
10. En cas d'une hypertension au niveau du sinus carotidien :

- a) La fréquence des potentiels d'action augmente dans les fibres du nerf de Hering et les fibres du nerf pneumogastrique.
  - b) La fréquence des potentiels d'action augmente dans les fibres du nerf de Hering et diminue dans les fibres du nerf pneumogastrique.
  - c) La fréquence des potentiels d'action augmente dans les fibres du nerf orthosympathique cardiaque.
  - d) La médullosurrénale libère l'adrénaline dans le sang.
11. Une augmentation de la pression artérielle au niveau du sinus carotidien entraîne :
- a) Une stimulation des nerfs de Hering.
  - b) Une vasodilatation des artères.
  - c) Une vasoconstriction des artères.
  - d) Une stimulation des parasympathiques moteurs (nerf X)
12. Le nerf de Hering est :
- a) Un nerf dépresseur.
  - b) Un nerf sensitif.
  - c) Un nerf moteur.
  - d) Un nerf mixte.
13. La pression artérielle :
- a) Est un paramètre physiologique régulé par voies humorale et nerveuse.
  - b) Passe par deux valeurs extrêmes à chaque cycle cardiaque.
  - c) Dépend uniquement du rythme cardiaque.
  - d) Augmente, en cas de stress, sous l'effet de l'adrénaline.
14. Le nerf X libère dans le cœur
- a) L'adrénaline
  - b) Un médiateur chimique
  - c) L'acétylcholine
  - d) La noradrénaline
15. La correction nerveuse de l'hypotension :
- a) Se fait selon un mécanisme réflexe.
  - b) Fait intervenir uniquement le système parasympathique.
  - c) Fait intervenir uniquement le système sympathique.
  - d) Fait intervenir à la fois les systèmes parasympathiques et orthosympathiques.
16. La stimulation électrique du ganglion étoilé entraîne :
- a) Une accélération du rythme cardiaque.
  - b) Une augmentation de la fréquence des potentiels d'action au niveau des fibres des nerfs X.
  - c) Une vasoconstriction.
  - d) Une augmentation de la fréquence des potentiels d'action au niveau des fibres sympathiques cardiaques.
17. L'adrénaline, hormone sécrétée par la médullosurrénale, provoque :
- a) Une accélération du rythme cardiaque.
  - b) Un ralentissement du rythme cardiaque.
  - c) Une vasoconstriction.

d) Une vasodilatation.

**2<sup>ème</sup> partie : Restitution des connaissances**

**Exercice N°1**

Associez les éléments désignés par des chiffres à ceux désignés par des lettres

- |  |  |
|--|--|
| 1. Augmentation d'ADH.                               | 12. Diminution d'angiotensine.                       |
| 2. Diminution d'ADH                                  | 13. Diminution de volémie                            |
| 3. Augmentation de réabsorption de Na <sup>+</sup> . | 14. Augmentation de volémie                          |
| 4. Diminution de réabsorption de Na <sup>+</sup> .   | 15. vasoconstriction                                 |
| 5. Augmentation de sécrétion d'aldostérone           | 16. vasodilatation                                   |
| 6. Diminution de sécrétion d'aldostérone             | 17. Diminution de l'activité de nerfs sympathiques   |
| 7. Augmentation de la pression rénale.               | 18. Augmentation de l'activité de nerfs sympathiques |
| 8. Diminution de la pression rénale                  |  |
| 9. Augmentation de sécrétion de rénine.              |  |
| 10. Diminution de sécrétion de rénine                |  |
| 11. Augmentation d'angiotensine                      |  |

- a) Hypotension**  
**b) Hypertension**

**Exercice N°2**

Le tableau suivant renferme les hormones intervenant dans la régulation de la pression artérielle. Complétez ce tableau en précisant l'origine, l'effecteur et l'action de chaque hormone.

Substances chimiques	Origine	Effecteur	Action ou effet
Adrénaline			
Noradrénaline			
Acétylcholine			
Aldostérone			
ADH ou vasopressine			
Angiotensine			

**Exercice N°3**

Le document suivant représente sous forme de tableau incomplet des enregistrements de messages nerveux parcourant les fibres para et orthosympathique dans trois situations différentes.

	Pression artérielle	Normale	Hypotension	Hypertension
<b>Messages nerveux Enregistrés au niveau des</b>	Nerfs de Héring			
	Nerfs de cyon			
	Nerfs X			
	Nerfs sympathiques			

1. En vous aidant de vos connaissances, complétez ce tableau en représentant les messages nerveux enregistrés au niveau ces nerfs.
2. Prévoir le résultat de ces messages nerveux sur l'activité cardiaque et sur la vasoconstriction des artéioles.

3. Complétez le document suivant résumant le mécanisme de la régulation de la pression artérielle en cas d'une hypertension.

<b>Hypertension</b>	
..... de stimulation au niveau des barorécepteurs	
..... au niveau des nerfs de Héring et des nerfs de Cyon	
..... de centre sensitif	
..... de centre cardiomodérateur	..... de centre vasomoteur sous l'effet de l'interneurone inhibiteur
..... au niveau des nerfs X et ..... de l'acétylcholine	..... de centre cardioaccélérateur
	..... au niveau des nerfs sympathiques et ..... de noradrénaline
Le cœur recevant ..... d'acétylcholine et ..... de noradrénaline.	
..... du rythme cardiaque et ..... des vaisseaux sanguins	
..... de la pression artérielle	

4. Deux grandes types de substances chimiques ont agi sur les cellules cardiaques déclenchent une hypertension :

a-Nommez-les et définissez.

b-Indiquez à l'aide d'un tableau, les analogues et les différences entre ces deux types de substances.

c-Ces deux substances représentent deux types de communication, nommez et comparez entre ces deux systèmes de communication.

**3<sup>ème</sup> partie : Mobilisation des connaissances**

**Exercice N°1**

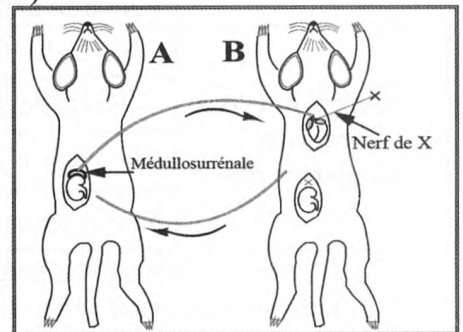
On se propose d'étudier les mécanismes régulateurs de la pression artérielle chez les mammifères. On pratique des expériences d'anastomose sanguine (mise en communication de deux vaisseaux) entre la veine médullosurrénale (veine conduisant le sang de la médullosurrénale vers la circulation générale) d'un chien A et la veine jugulaire d'un chien B dont on détruit ses médullosurrénales. (Voir le document suivant)

À t<sub>0</sub> : Début de l'expérience et avant l'établissement de l'anastomose.

À t<sub>1</sub> : On excite les splanchniques innervant les glandes surrénales de A et on établit l'anastomose.

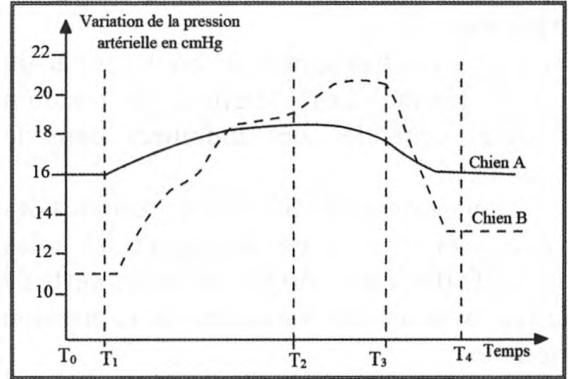
À t<sub>2</sub> : On sectionne les ramifications des nerfs pneumogastriques allant vers le cœur B.

À t<sub>3</sub> : Suppression de l'anastomose.



Document ⇒

- 1) Expliquez la différence initiale de la pression artérielle à  $T_0$  chez les deux chiens sachant qu'avant toute intervention de l'expérimentateur, les deux chiens avaient une pression artérielle normale et semblable.
- 2) Par quel mécanisme l'excitation des nerfs splanchniques de A peut-elle entraîner une accélération du cœur de chien A
- 3) Expliquez la variation de la pression artérielle chez le chien B de  $T_2$  à  $T_3$ .



- 4) Expliquer la différence de réaction cardiaque constatée entre le chien A et le chien B à la fin de l'expérience.
- 5) Expliquer à l'aide d'un schéma soigneusement commenté le retour du rythme cardiaque à la normale chez le chien A.

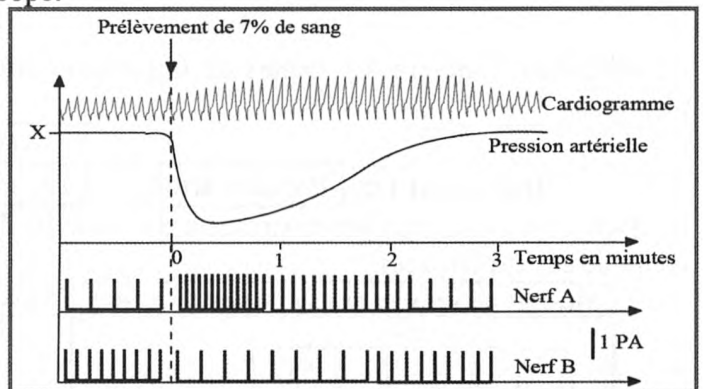
**Exercice N°2**

A/ On veut comprendre le mécanisme permettant le retour de la pression artérielle à sa valeur initiale suite à un prélèvement de sang chez un chien, chez lequel on met à nu :

- L'artère carotide reliée à un manomètre enregistrant la pression sanguine
- Deux fibres nerveuses appartenant à deux nerfs cardiaques qu'on relie chacune par deux électrodes réceptrices à un oscilloscope.

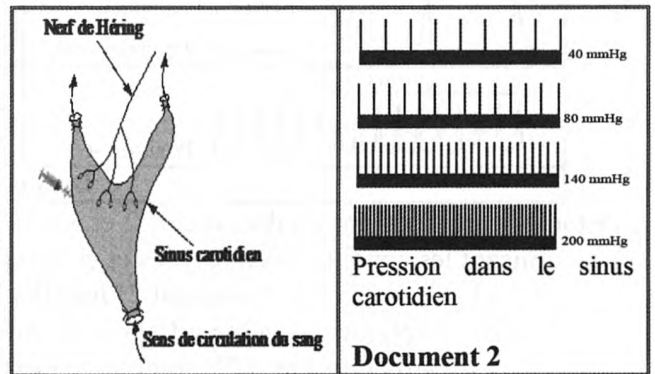
Le document ci-contre montre les enregistrements obtenus avant, au moment et après le prélèvement de 7% du volume sanguin total.

- 1) D'après ce document, donnez la succession, dans le temps, des événements physiologiques produits par le prélèvement du sang chez le chien.
- 2) Reconnaissez et précisez les rôles des nerfs A et B. justifiez votre réponse.



B/ Pour préciser le rôle d'autres structures impliquées dans la régulation de la pression artérielle, on réalise les expériences suivantes :

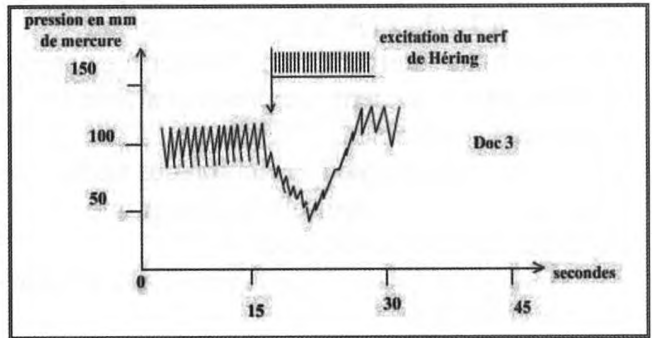
**Expérience 1 :** Chez un chien anesthésié, des ligatures isolent la région du sinus carotidien à la base des deux carotides (Voir le document 2). Une solution isotonique de sérum physiologique est injectée dans cette zone isolée. On enregistre les potentiels d'action dans une fibre du nerf de Hering reliant le sinus carotidien au bulbe rachidien en fonction de la variation de pression qui règne dans le sinus carotidien. (Voir le document 2).



**Expérience 2 :**

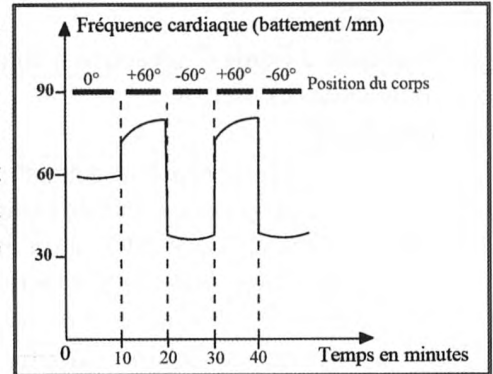
On excite électriquement le bout central du nerf de Hering. Les variations de pression artérielle générale sont indiquées dans le document 3

3) Exploitez méthodiquement les résultats des expériences 1 et 2 en dégagant les rôles respectifs des sinus carotidiens et les nerfs de Hering au cours des variations de la pression artérielle.



**Exercice N°3**

Un sujet est attaché sur une table basculante qui permet de passer de la position horizontale (0°) à une position inclinée la tête vers le haut (+60°) par rapport à l'horizontale) ou à une position inclinée la tête vers le bas (-60°) par rapport à l'horizontale). On enregistre pendant toutes ces variations de position la fréquence cardiaque du sujet. Les résultats ont donné le graphique du document ci-contre.



1) Analysez ce document que peut-on conclure ?

Le document 1 montre les valeurs de la pression artérielle au niveau des carotides suivant les positions.

	-60°	0°	+60°	
<b>Document 1</b> ⇒	Pression artérielle	122 mmHg	100 mmHg	84 mmHg

Le document 2 montre l'enregistrement de l'activité électrique d'une fibre du nerf de Hering au cours de ces expériences.

Message nerveux au niveau du nerf de Hering	Message nerveux au niveau du nerf de Vague
<p>Position 0°</p>	?
<p>Position +60°</p>	?
<p>Position -60°</p>	?

**Document 2**

2) Etudier parallèlement les documents 2 et 3 et dégager des conclusions

3) En utilisant les conclusions dégagées et en faisant appel à vos connaissances :

- Complétez le document 2. Justifiez votre réponse.
- Expliquez, schéma à l'appui, le mécanisme qui a permis de variation de l'activité cardiaque à la 20<sup>ème</sup> minute de l'expérience.

**Exercice N°4**

Divers observations chimiques consécutives à des lésions rénales ont suggéré une intervention du rein dans le contrôle de la pression artérielle. On a montré qu'un sujet présentant une irrigation rénale insuffisante est atteint d'hypertension artérielle.

Pour identifier la cause de cette hypertension, on a réalisé l'expérience suivante.

**Expérience 1 :**

On a évalué la quantité de rénine produite par le rein chez un malade. Les résultats figurent dans le tableau suivant.

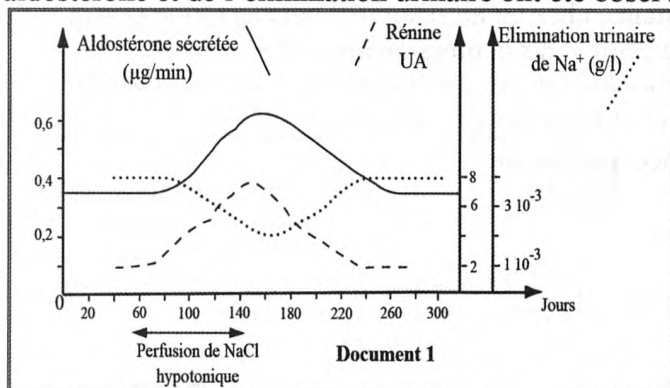
	Malade		Témoin
	Rein droit	Rein gauche	Rein normal
Taux de rénine dans l'artère rénale	6 UA	6 UA	4 UA
Taux de rénine dans la veine rénale	6 UA	12 UA	5 UA

1. D'après les résultats du tableau, donnez la cause de l'hypertension.

Pour bien comprendre le mécanisme de la régulation humorale de la pression artérielle on a réalisé l'expérience 2.

**Expérience 2 :**

À la suite d'une perfusion d'une solution de NaCl hypotonique, les variations des taux de rénine, d'aldostérone et de l'élimination urinaire ont été observées et représentées dans le document 1.



Dans l'organisme, l'angiotensine active se forme à partir d'un précurseur protéique, l'angiotensinogène, libéré par le foie dans le sang. La transformation de l'angiotensinogène en angiotensine est catalysée par une enzyme, la rénine, produite par le rein.

**Document 2**

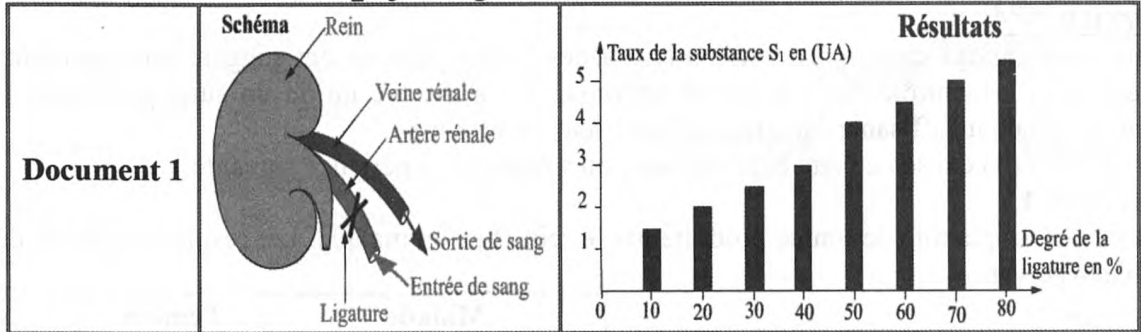
2. À partir de l'analyser du document 1 et les informations tirées du document 2, expliquez le mécanisme du système rénine- angiotensine dans la régulation de la pression artérielle.
3. Expliquez pourquoi les sujets atteints de tumeurs des corticosurrénales ont un taux de rénine très bas.
4. À partir des informations tirées de toutes ces expériences, faites un schéma récapitulatif l'ensemble des phénomènes qui interviennent dans la régulation humorale de la pression artérielle.

**Exercice N°5**

On se propose d'étudier le rôle des reins dans la régulation de la pression artérielle

Le document 1 montre (schéma et résultats) les conséquences de la mise d'une ligature de plus en plus serrées au niveau de l'artère rénale, permettant une obstruction progressive (un rétrécissement progressif) de cette artère.

On dose parallèlement le taux d'une substance S<sub>1</sub> (d'origine rénale) au niveau de la veine rénale



1) Précisez la conséquence de l'augmentation du degré de la ligature sur la pression artérielle dans le rein ? Justifiez

2) Analysez les résultats obtenus afin :

- ❖ D'identifier la substance S<sub>1</sub>
- ❖ De tirer une conclusion

3) Dans le but de déterminer le (ou les) effets de la substance S<sub>1</sub> on réalise les deux expériences suivantes.

**Expérience 1 :** on injecte la substance S<sub>1</sub> dans la circulation sanguine d'un animal normal. On constate une hypertension passagère et une vasoconstriction des artères chez cet animal.

**Expérience 2 :** l'injection de la même substance chez un autre animal hépatectomie (ayant subi l'ablation du foie), ne provoque pas un changement de sa pression artérielle

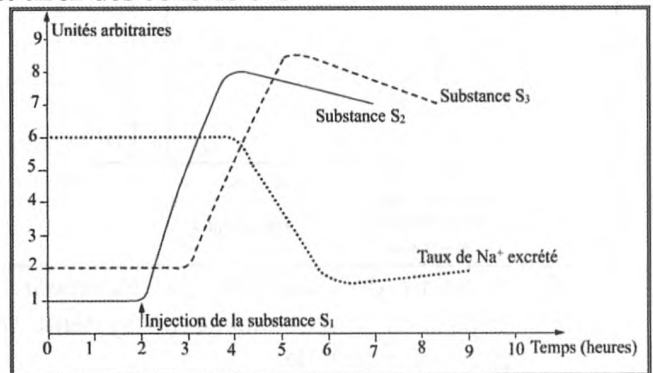
*NB : pour éviter les troubles de l'hypoglycémie, suite à l'ablation du foie, l'animal est perfusé d'une solution glucosée*

➤ Analysez chacune de ces expériences et tirez des conclusions

4) Afin d'expliquer le résultat de l'expérience on vous propose le document 2 qui montre l'évolution des taux sanguins de deux autres substances S<sub>2</sub> et S<sub>3</sub> intervenant dans la régulation hormonale de la pression artérielle, et le taux de sodium dans l'urine, suite à des injections de la substance S<sub>1</sub> chez un animal normal.

A partir de l'analyse des graphes obtenus et de vos connaissances :

- Identifiez les substances S<sub>2</sub> et S<sub>3</sub> et précisez leurs origines.
- Expliquez les relations de causalités entre les substances S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> et S<sub>3</sub> et leur conséquence sur le taux de Na<sup>+</sup> excrété.

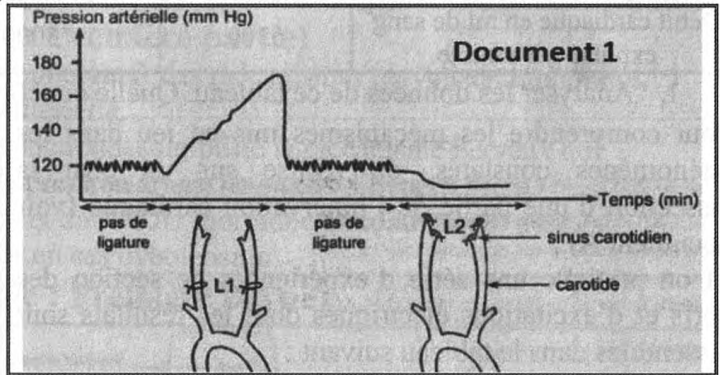


5) En intégrant les conclusions précédentes, et en faisant appel à certaines de vos connaissances en relation avec ces données, **élaborez** un schéma fonctionnel montrant comment ces substances interviennent dans la régulation hormonale de la pression artérielle tout en précisant le facteur déclenchant cette régulation

### Exercice N°6

On se propose d'étudier les mécanismes de la réponse réflexe de l'organisme suite à la variation de la pression artérielle au niveau du sinus carotidien. Pour cela, on réalise les deux expériences suivantes :

1) **Expérience 1** : On procède à la mise en place, sur les carotides d'un animal anesthésié, des ligatures L1 puis L2 et on mesure la variation de la pression artérielle de l'organisme. Les résultats sont résumés dans le document 1



Analysez la courbe du document 1 en vue de montrer comment les ligatures L1 et L2 entraînent des variations de la pression artérielle de l'animal.

2) **Expérience 2** : sur le même animal anesthésié, on procède à la mise en place des ligatures L1 puis L2. Ensuite :

\*/ On mesure l'activité électrique des fibres des nerfs de Hering, des fibres sympathiques et des fibres parasympathiques ainsi que la fréquence cardiaque.

\*/ On suit la variation de la vasomotricité des artérioles.

Les résultats obtenus sont représentés dans le document 2

Document 2 ⇨		Avant la pose de ligatures	Suite à la pose de L1	Suite à la pose de L2
Activités électriques des fibres (PA/s)	Nerfs de Hering	140	40	250
	Parasympathique	70	30	100
	Sympathique	80	140	30
Fréquence cardiaque (battements/ min)		75	120	60
Vasomotricité des artérioles				

A partir des informations fournis par les documents 1 et 2, expliquez comment interviennent les fibres des nerfs de Hering et les fibres sympathiques et parasympathiques dans la variation de la fréquence cardiaque et la vasomotricité des artérioles à la suite de la pose des ligatures L1 et L2.

3) A partir des informations dégagées précédemment et en faisant appel à vos connaissances, expliquez à l'aide d'un schéma fonctionnel, le mécanisme de la régulation nerveuse de la pression artérielle suite à une hypertension.

### 4<sup>ème</sup> partie : Exercices de bac

#### Exercice N°1 (Bac 1999 Contrôle : Deuxième partie)

L'activité cardiaque est modifiée par plusieurs facteurs dont la variation de la pression artérielle.

A la suite d'une petite hémorragie chez l'Homme, on peut constater les faits suivants :

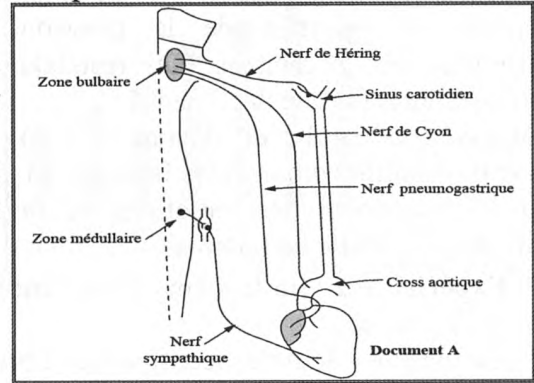
	Avant l'hémorragie	Après l'hémorragie	Mesure 5 mn après l'hémorragie
Pression artérielle (en Cm Hg)			
Valeur maximale	13	8,5	12
Valeur minimale	8	6	8

Débit cardiaque en ml de sang expulsé par minute	5300	3000	4520
--	------	------	------

1. Analyser les données de ce tableau. Quelle conclusion pouvez-vous en déduire ?

Pour comprendre les mécanismes mis en jeu dans les phénomènes constatés, on réalise sur un chat la dissection d'une partie de l'innervation cardiaque (voir document A)

Et on pratique une série d'expériences de section des nerfs et d'excitations électriques dont les résultats sont rassemblés dans le tableau suivant :



Nerfs sectionnés	Effet de la section	Excitations électriques	
		Bout central	Bout périphérique
Nerfs pneumogastriques ou X	Augmentation de la fréquence cardiaque et de l'amplitude des contractions cardiaques	Sans effet	Diminution de la fréquence cardiaque et de l'amplitude des contractions cardiaques
Nerfs de Héring	Augmentation de la fréquence cardiaque et de l'amplitude des contractions cardiaques	Diminution de la fréquence cardiaque et de l'amplitude des contractions cardiaques	Sans effet

Une stimulation de la zone bulbaire entraîne un ralentissement cardiaque.

2. Analysez méthodiquement ces résultats expérimentaux et dégager les rôles des nerfs pneumogastrique, de Héring et de la zone bulbaire.

II/ Une deuxième série d'expériences consiste à modifier la pression artérielle et à enregistrer simultanément des potentiels d'action au niveau des fibres du nerf de Héring, du nerf pneumogastrique (parasympathique) et du nerf sympathique cardiaque. Les résultats de ces expériences figurent sur le document B.

Pression artérielle		
Diminuée	Normale	Augmentée
Au niveau des fibres du nerf de Héring		
Au niveau des fibres parasympathiques		
Au niveau des fibres sympathique cardiaque		
<b>Document B : Potentiels d'actions enregistrés</b>		

1. Quels renseignements nouveaux apportent ces résultats. ?
2. En se basant sur toutes ces données expérimentales et en utilisant vos connaissances, faire un schéma fonctionnel montrant la régulation nerveuse de l'activité cardiaque et expliquer le mécanisme de cette régulation suite à une diminution de la pression artérielle.

**Exercice N°2 (Bac 2008 Contrôle : Première partie)**

La régulation de la pression artérielle fait intervenir des mécanismes nerveux et humoraux.

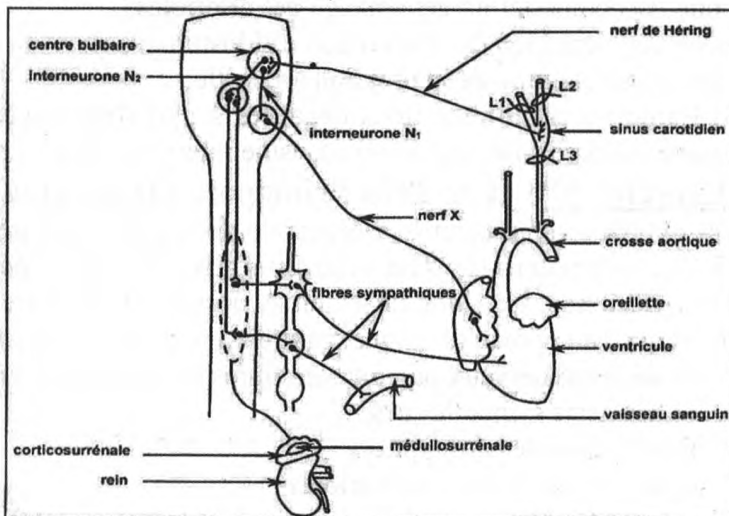
1. Définissez la notion de pression artérielle.
2. Expliquez à l'aide d'un schéma fonctionnel simplifié le mécanisme nerveux qui intervient dans la régulation de la pression artérielle en cas d'hypertension.
3. Expliquez le rôle de l'aldostérone et de l'ADH (hormone antidiurétique) dans la régulation de la pression artérielle en cas hypotension.

**Exercice N°3 (Bac 2010 Principale : Première partie)**

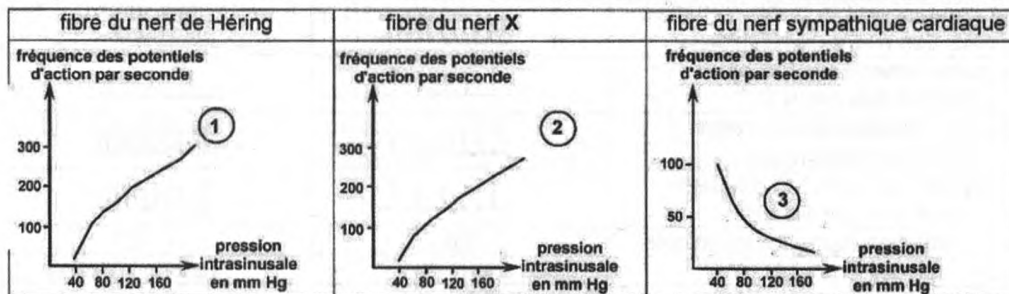
Le document ci-contre montre certains organes et cellules mis en jeu dans la régulation de la pression artérielle.

Afin de préciser les mécanismes assurant la régulation de la pression artérielle, on réalise les expériences suivantes :

**Expérience 1 :** Chez un chien normal, on isole la région du sinus carotidien par trois ligatures L1, L2 et L3 (voir document ci-contre) et on fait varier la pression intrasinusale en injectant dans cette



zone isolée un liquide physiologique, puis on enregistre la fréquence des potentiels d'action au niveau d'une fibre du nerf de Hering, d'une fibre du nerf X et d'une fibre du nerf sympathique cardiaque. Les enregistrements obtenus sont représentés dans le tableau du document 2.



Document 2

1) Analysez les courbes ①, ② et ③ en vue de déduire :

- une propriété physiologique du sinus carotidien,
- le rôle de chacun des interneurons  $N_1$  et  $N_2$ .

2) En exploitant les informations dégagées précédemment et en faisant appel à vos connaissances, expliquez le mécanisme de la régulation nerveuse de la pression artérielle suite à l'augmentation de la pression au niveau du sinus carotidien.

**Expérience 2 :**

L'ablation des corticosurrénales chez un chien provoque :

- une augmentation des ions  $\text{Na}^+$  dans les urines,
- une diminution de la pression artérielle.

**Expérience 3 :**

L'injection d'aldostérone à cet animal ayant subi l'ablation des corticosurrénales provoque

- le rétablissement de la concentration des ions  $\text{Na}^+$  dans les urines.
- le retour de la pression artérielle à sa valeur normale.

**Expérience 4 :**

Chez un autre chien normal, l'injection intraveineuse d'angiotensine provoque :

- une vasoconstriction généralisée des artéoles,
- une augmentation de la sécrétion d'aldostérone,
- une augmentation de la pression artérielle.

3) Exploitez les informations dégagées à partir des expériences 2, 3 et 4 et vos connaissances pour expliquer comment l'angiotensine intervient dans la régulation de la pression artérielle.

**Exercice N°5 (Bac 2016 Principale : Deuxième partie)**

On se propose d'étudier le mécanisme de la régulation nerveuse de la pression artérielle dans le cas d'une hypotension. Pour cela, on réalise les deux expériences suivantes :

1) **Expérience 1 :** Chez un chien A normal et un autre chien B ayant subi une hypotension provoquée au niveau des sinus carotidiens, on suit la variation :

- \*/ du message nerveux parcourt les fibres des nerfs de Hering, des nerfs pneumogastriques (nerfs X) et des nerfs sympathiques,
- \*/ de la fréquence cardiaque.
- \*/ de la vasomotricité des artéoles

Les résultats obtenus sont représentés dans le document 2.

	Chien A normal	Chien B ayant subi une hypotension provoquée au niveau des sinus carotidiens
Message nerveux vers le bulbe rachidien Fibres des nerfs de Hering		
Message nerveux vers le cœur Fibres des nerfs X		
Message nerveux vers le cœur Fibres sympathiques		
Message nerveux vers les artéoles Fibres sympathiques		
Fréquence cardiaque (battements /minute)	70	120
Vasomotricité des artéoles	normale	vasoconstriction

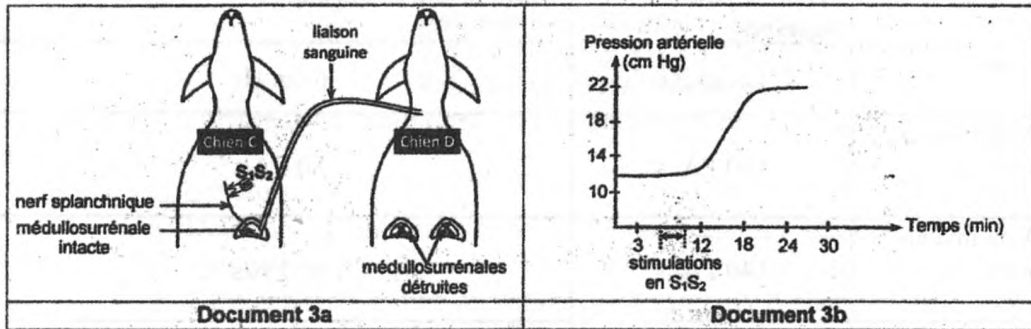
**Document 2**

- Comparez les résultats obtenus chez le chien B à ceux obtenus chez le chien A.
- Déduisez la conséquence de la variation de la fréquence cardiaque et de la vasomotricité des artéoles sur la pression artérielle du chien B.

2) **Expérience 2 :** On établit une liaison sanguine entre un chien C normal et un autre chien D dont les médullosurrénales sont détruites. Le sang issu de la médullosurrénale gauche du chien C est directement déversé dans la circulation sanguine du chien D comme le montre le doc 3a.

On applique à l'aide de deux électrodes stimulatrices  $S_1S_2$ , une série de stimulations efficaces au niveau du nerf splanchnique innervant la médullosurrénale gauche du chien C et on suit

l'évolution de la pression artérielle chez le chien D. Les résultats obtenus sont représentés dans le document 3b.



Document 3

A partir de l'exploitation des données eues document 3, précisez comment le nerf splanchnique intervient dans la variation de la pression artérielle du chien D.

3) A partir des informations dégagées des expériences 1 et 2 et en faisant appel à vos connaissances expliquez le mécanisme de la régulation nerveuse de la pression artérielle dans le cas d'une hypotension.

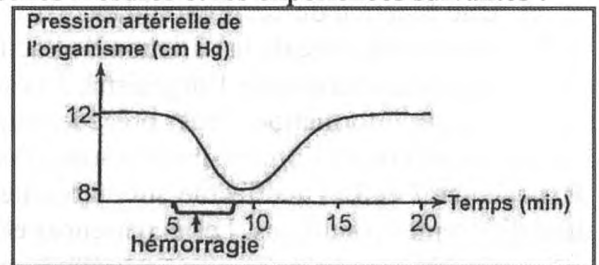
**Exercice N°6 (Bac 2018 Principale : Deuxième partie)**

On se propose d'expliquer certains mécanismes impliqués dans la réponse de l'organisme humain, suite à une hémorragie. Pour cela on réalise les mesures et les expériences suivantes :

**Mesure :**

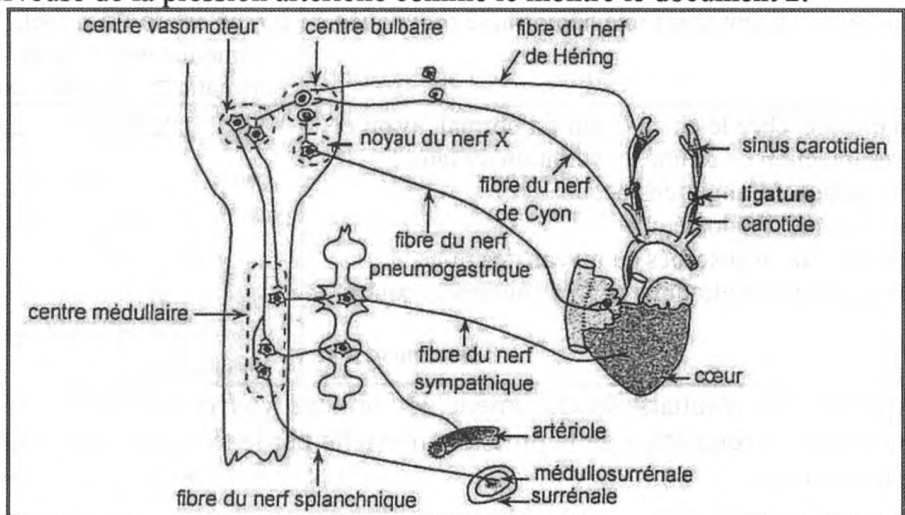
Des mesures de la pression artérielle effectués chez l'homme avant et après hémorragie, ont permis e tracer la courbe du document 1

1) Analysez la courbe du document 1 en vue d'identifier le phénomène qui a eu lieu après l'hémorragie.



**Expérience 1 :** Chez un chien A normal, on dégage le cœur et certaines structures impliquées dans la régulation nerveuse de la pression artérielle comme le montre le document 2.

Document 2



Puis, on mesure avant et après avoir ligaturé les carotides, certains paramètres comme le montre le document 3

Paramètres mesurés chez le chien A	Avant la pose des ligatures	Après la pose des ligatures
Pression dans les sinus carotidiens	12 cm Hg	6 cm Hg
Fréquence des PA au niveau d'une fibre d'un nerf de Hering	150 PA/ s	80 PA/s
Fréquence des PA au niveau d'une fibre d'un nerf pneumogastrique	140 PA/ s	65 PA/s
Fréquence des PA au niveau d'une fibre d'un nerf sympathique	30 PA/ s	100 PA/s
Taux plasmatique d'adrénaline	0,8 µg/L	1,2 µg/L
Fréquence des battements cardiaques	70 battements/min	120 battements/min
Diamètre d'une artériole	100 µm	40 µm

2) Comparez, chez le chien A, les résultats obtenus avant et après la pose des ligatures en vue de dégager :

- Une fonction du sinus carotidien.
- La conséquence de la variation de l'activité cardiaque et du diamètre des artéioles sur la pression artérielle de l'organisme à la suite de la pose des ligatures.

3) A partir des informations tirées précédemment, expliquez le mécanisme nerveux de la pression artérielle de l'organisme à la suite d'une hémorragie.

**Expérience 2 et 3 :** On effectue, sur deux chiens B et C, des dosages de certaines substances dans différentes conditions. Les expériences et les résultats obtenus sont présentés par le doc 4

	Expériences	Résultats
2	On mesure, chez le chien B, le taux de rénine avant et immédiatement après une hémorragie provoquée.	- Avant l'hémorragie, le taux plasmatique de rénine est de 1,5 ng/mL - Immédiatement après l'hémorragie, le taux plasmatique de rénine est de 5 ng/mL.
3	On mesure, chez le chien C qui est normal, avant et après injection de rénine, la variation du taux : Plasmatique d'angiotensine. Plasmatique d'aldostérone Des ions Na <sup>+</sup> réabsorbés au niveau des reins. Les résultats sont traduits par les courbes ci-contre.  <b>Document 4 ⇒</b>	

4) Exploitez les résultats du document 4 et utilisez vos connaissances en vue d'expliquer le mécanisme de la régulation de la pression artérielle par le système rénine-angiotensine, à la suite d'une hémorragie.

**Chapitre 5 L'hygiène du système nerveux**

**1<sup>ère</sup> partie : Q C M**

Chaque série d'affirmation comprend une ou plusieurs réponses correctes. Repérez la (ou les) réponse(s) exactes.

1. La réaction au stress :
  - a) Débute toujours par la mise en jeu de récepteurs sensoriels
  - b) Met en jeu le système nerveux neurovégétatif et le système endocrinien.
  - c) Caractérisée par une sécrétion importante de d'acétylcholine pendant la phase de d'adaptation.
  - d) Caractérisée par une sécrétion importante de d'acétylcholine pendant la phase de d'alarme
2. Les substances mise en jeu pendant la phase d'alarme
  - a) Cortisol et thyroxine.
  - b) Adrénaline et cortisol.
  - c) Adrénaline et noradrénaline
  - d) Adrénaline, thyroxine, cortisol et noradrénaline
3. Pendant la phase d'adaptation, le cortisol :
  - a) Active la synthèse du glucose à partir des protéines (néoglucogénèse) et la glycogénèse.
  - b) Augmente le rythme respiratoire.
  - c) Augmente le rythme cardiaque.
  - d) Affaiblit le système immunitaire.
4. Pendant la phase d'alarme le système mis en jeu est :
  - a) Le système nerveux parasympathique
  - b) Le système nerveux sympathique
  - c) Le système nerveux orthosympathique et le système endocrinien.
  - d) Le système endocrinien.
5. La drogue est :
  - a) Toute substance qui modifie la conscience et le comportement de l'utilisateur.
  - b) Toute substance qui modifie le fonctionnement du cerveau donnant pendant certain de temps des sensations d'euphorie et de plaisir sans déconnexion de la réalité
  - c) Toute substance qui modifie le fonctionnement du cerveau donnant pendant certain de temps des sensations d'euphorie et de plaisir avec déconnexion de la réalité
  - d) Toute substance qui donne l'énergie à l'organisme avec déconnexion de la réalité
6. La cocaïne est une drogue qui :
  - a) Agit sur les neurones dopaminergiques.
  - b) Se fixe sur les récepteurs de la membrane postsynaptique
  - c) Agit au niveau de la plaque motrice
  - d) Empêche la recapture de la dopamine

7. La tolérance : c'est
- Le comportement qui tend à augmenter les doses de la drogue.
  - La tendance à diminuer les doses pour éviter les souffrances.
  - Le besoin irrésistible de consommer de la drogue.
  - L'état où on ne peut plus se passer de consommer la drogue sous peine de souffrances physiques et/ou psychiques.

**2<sup>ème</sup> partie : Restitution des connaissances**

**Exercice N°1**

La drogue entraîne une grave détérioration de la santé mentale et physique de l'individu qui devient incapable d'assurer ses responsabilités familiales et sociales.

- Définissez les termes drogues, toxicomanie, dépendance psychique et dépendance physique
- Expliquez, à l'aide d'un schéma commenté, le mode d'action d'une drogue (la cocaïne) sur le cerveau.
- Proposez trois règles de vie permettant l'hygiène du système nerveux.

**Exercice N°2**

Le stress est le fléau du siècle, il faut savoir lutter contre lui.

- Définissez le stress.
- Parmi les hormones qui interviennent dans le stress, on peut citer l'adrénaline, cortisol, ACTH et thyroxine. Complétez le tableau suivant.

	Origine	Effets biologiques
<b>Adrénaline</b>		
<b>Cortisol</b>		
<b>ACTH</b>		
<b>Thyroxine</b>		

- On peut distinguer trois phases dans l'évolution de l'état de stress.
  - Nommez ces trois phases.
  - Complétez le tableau comparatif suivant entre ces trois phases.

	1 <sup>ère</sup> phase .....	2 <sup>ème</sup> phase .....	3 <sup>ème</sup> phase .....
Mécanisme			
Substances responsables			
Origine des substances			
Signes caractéristiques			

- Expliquez, à l'aide d'un schéma le mécanisme de la 1<sup>ère</sup> phase du stress.

**3<sup>ème</sup> partie : Mobilisation des connaissances**

**Exercice N°1**

Un test de contrôle chez les conducteurs non buvant l'alcool et d'autre ayant bu 3/4 de litre de vin à 11% lorsqu'ils observent un obstacle sur la route. Les résultats sont représentés dans le tableau suivant

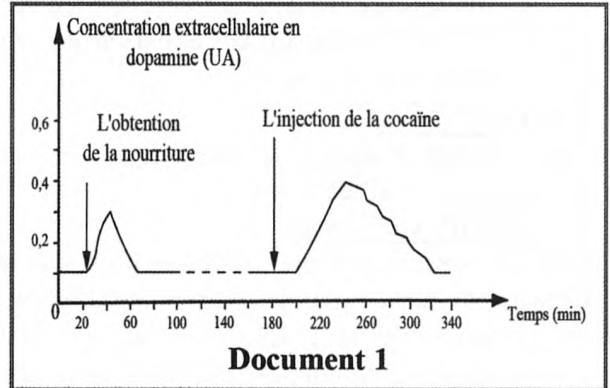
Vitesse (en km/h)	Distance parcourue (en m) Individu non buvant d'alcool	Distance parcourue (en m) Individu ayant bu 3/4 de litre de vin à 11°
50	29	40
90	71	85
110	108	123

- Analysez ce tableau en déterminant l'effet de l'alcool.
- L'alcool est considéré comment quoi ?

### Exercice N°2

La cocaïne est une drogue d'origine végétale (feuille de coca = arbre d'Amérique du sud).

Le document 1 représente la concentration extracellulaire (fente synaptique) en dopamine chez des rats



Document 1

- Avant et après l'obtention de la nourriture
- Avant et après l'injection de la cocaïne.

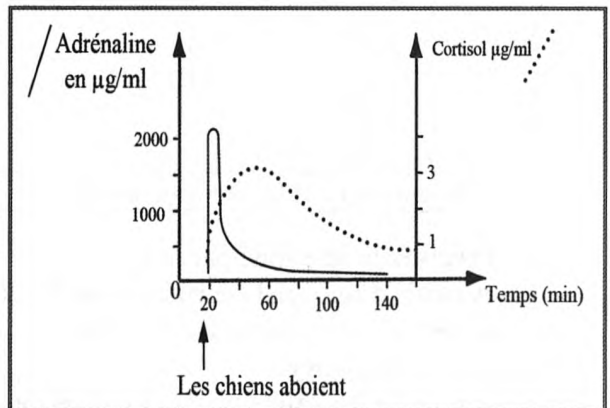
- Exploitez ce document pour expliquer comment la cocaïne assure une sensation de plaisir.
- Expliquez, à l'aide d'un schéma commenté, le mode d'action d'une synapse dopaminergique avant et après la prise de la cocaïne.

### Exercice N°3

Dans le but d'étudier le mécanisme de stress, les biologistes ont effectué plusieurs expériences sur les animaux.

#### Expérience 1

On mesure la concentration sanguine de deux hormones de glandes surrénales (l'adrénaline et cortisol) chez des chats qui sont mis en présence de chiens aboyant furieusement.



- Précisez le rôle joué par les aboiements du chien
- Interprétez ces résultats

Pour comprendre le mécanisme de sécrétion de l'adrénaline et le cortisol, on a réalisé les expériences suivantes.

#### Expérience 2

- Dans les mêmes conditions, si les chats sont préalablement surrénalectomisés, il n'y a pas de sécrétion de l'adrénaline sanguine.
- La stimulation électrique du bout périphérique d'un nerf splanchnique coupé provoque une hypersécrétion immédiate d'adrénaline, celle du bout central ne donne rien.

#### Expérience 3

- Dans les mêmes conditions, si les chats sont préalablement surrénalectomisés, il n'y a pas de sécrétion de cortisol sanguine.

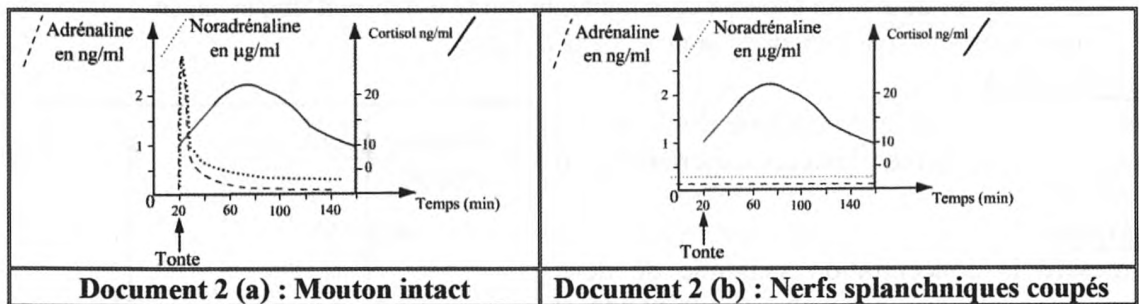
- b) Dans les mêmes conditions, si les chats sont préalablement hypophysectomiés, il n'y a pas de sécrétion de cortisol sanguine, mais l'injection (sans stimulus stressant) d'ACTH, substance extrait de l'hypophyse, provoque une sécrétion accrue de cortisol.
  - c) La section du pédoncule hypothalamo-hypophysaire supprime la sécrétion de cortisol consécutive au stimulus stressant.
  - d) La destruction de certains neurones hypothalamique supprime la sécrétion de cortisol.
  - e) L'injection de CRH, substance extrait de l'hypothalamus, provoque une hypersécrétion de cortisol.
3. Interprétez ces deux expériences en déduisant le mécanisme du stress mis en jeu.
  4. En vous basant sur ces expériences, expliquez, à l'aide d'un schéma ce mécanisme du stress mis en jeu.

**Exercice N°4**

Dans le but d'étudier le mécanisme de stress, les biologistes ont effectué plusieurs séries d'expériences sur les animaux.

**1<sup>ère</sup> série d'expérience**

Chez le mouton la tonte provoque un stress important. On mesure la concentration sanguine de deux hormones de glandes surrénales (l'adrénaline et cortisol) chez un mouton moral qui est mis en présence de la tonte, puis on a répété l'expérience avec un mouton dont les nerfs splanchniques sont coupés. Les résultats sont présentés dans le document 2 (a et b)



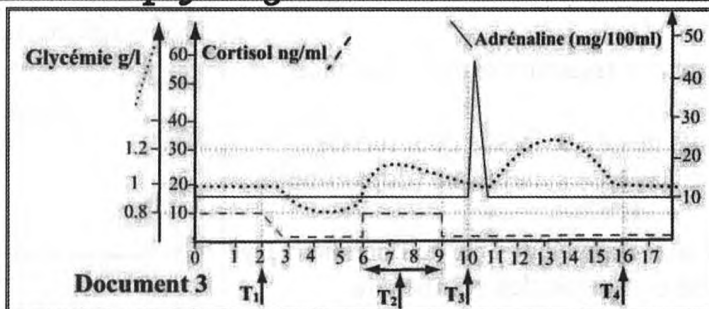
1. Précisez le rôle joué par la tonte
2. A partir d'une analyse rigoureuse du document 2 (a et b), dégager les caractéristiques de la réponse des glandes surrénales

**2<sup>ème</sup> série d'expérience**

Pour comprendre les effets physiologiques de ces deux hormones de glandes surrénales (l'adrénaline et cortisol) sur l'organisme, on réalise les expériences suivantes.

Expérience 1	Expérience 2	Expérience 3	Expérience 4
En T <sub>1</sub> , on a pratiqué l'ablation des corticosurrénales	En T <sub>2</sub> , on lui a injecté des extraits corticosurrénaux	En T <sub>3</sub> , on a stimulé électriquement le nerf splanchnique	En T <sub>4</sub> , on lui a injecté des extraits antéhypophysaires

Le document 3 résume les résultats obtenus



3. Exploiter les informations dégagées à partir des expériences 1, 2, 3 et 4 pour dégager les effets physiologiques de ces deux hormones (l'adrénaline et cortisol) sur l'organisme et les mécanismes physiologiques du stress.

**3<sup>ème</sup> série d'expérience**

Pour préciser les conditions de sécrétion du cortisol. On réalise les expériences suivantes

	Expérience 1	Expérience 2	Expérience 3	Expérience 4
Etat initial de l'animal	Animal normal	Animal hypophysectomisé	Animal hypophysectomisé	Animal hypophysectomisé
Opération effectuée	Ablation de l'hypophyse	Greffe de l'hypophyse dans une zone vascularisée quelconque	Greffe de l'hypophyse au voisinage de l'hypophyse	Injection intraveineuse d'ACTH
Stress	+	+	+	+
Sécrétion de cortisol	Nulle	Nulle	Sécrétion abondante	Sécrétion abondante

	Expérience 5	Expérience 6	Expérience 7
Etat initial de l'animal	Animal normal	Animal ayant la tige hypophysaire sectionnée	Animal normal
Opération effectuée	Section de la tige hypophysaire	Injection intraveineuse au niveau de la tige hypophysaire de CRH	Hypothalamus déconnecté du reste du système nerveux central par microchirurgie
Stress	+	+	+
Sécrétion de cortisol	Nulle	Sécrétion abondante	Nulle

4. A partir de l'exploitation de ces expériences, précisez
- Les conditions de sécrétion du cortisol
  - Le mécanisme du stress mis en jeu
5. En intégrant vos réponses aux questions précédentes et vos connaissances, faites un schéma de synthèse des mécanismes physiologiques du stress

**Exercice N°5**

On cherche à préciser l'effet de certaines substances chimiques, sur le fonctionnement des synapses à dopamine et sur l'état psychique de l'individu. Pour cela, on réalise des expériences suivantes :

**Expérience 1** : On utilise deux lots de rats :

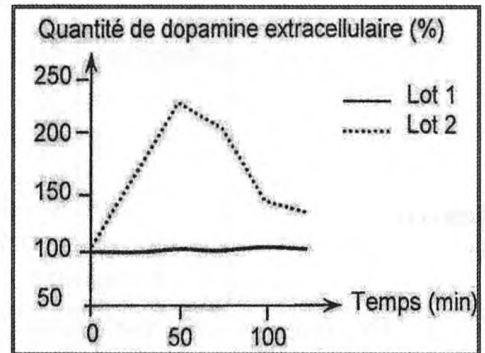
- Lot 1 : rats témoins

- Lot 2 : rats ayant reçu une injection d'une substance chimique X.

On mesure chez les rats des deux lots la quantité de dopamine au niveau de la fente synaptique (dopamine extracellulaire)

Les résultats obtenus sont représentés par le document 1 ⇒

1) A partir de l'analyse comparée des courbes du document 1 et en utilisant vos connaissances, proposez



trois hypothèses quant au mode de la substance X au niveau de la synapse à dopamine.

**Expérience 2 :** On injecte la substance X radioactive aux rats d'un troisième lot. On constate que la radioactivité est détectée au niveau de la membrane des neurones à dopamine.

**Expérience 3 :** On enregistre l'activité bioélectrique du neurone à dopamine et on mesure la quantité de dopamine libérée et celle simultanément recapturée par le neurone dopaminergique.

Les résultats obtenus sont consignés dans le document 2

Condition	Paramètres mesurés au niveau du neurone à dopamine		
	Fréquence des PA	Quantité de dopamine libérée	Quantité de dopamine simultanément recapturée
En absence de la substance X	+++	+++	++
Une heure après l'injection de la substance X	+++	+++	+

(+) : degré du paramètre mesuré. Document 2

2) Exploitez les résultats des expériences 2 et 3 afin :

a- de préciser l'hypothèse à retenir

b- d'identifier la substance X

c- de déduire l'effet de la substance X sur le fonctionnement de la synapse à dopamine.

La consommation répétée de la substance X conduit à un état de dépendance. En outre, des recherches scientifiques ont montré que la consommation répétée de la substance X réduit la densité des récepteurs à dopamine.

3) Proposez une explication à l'état de dépendance de l'individu à la substance X.

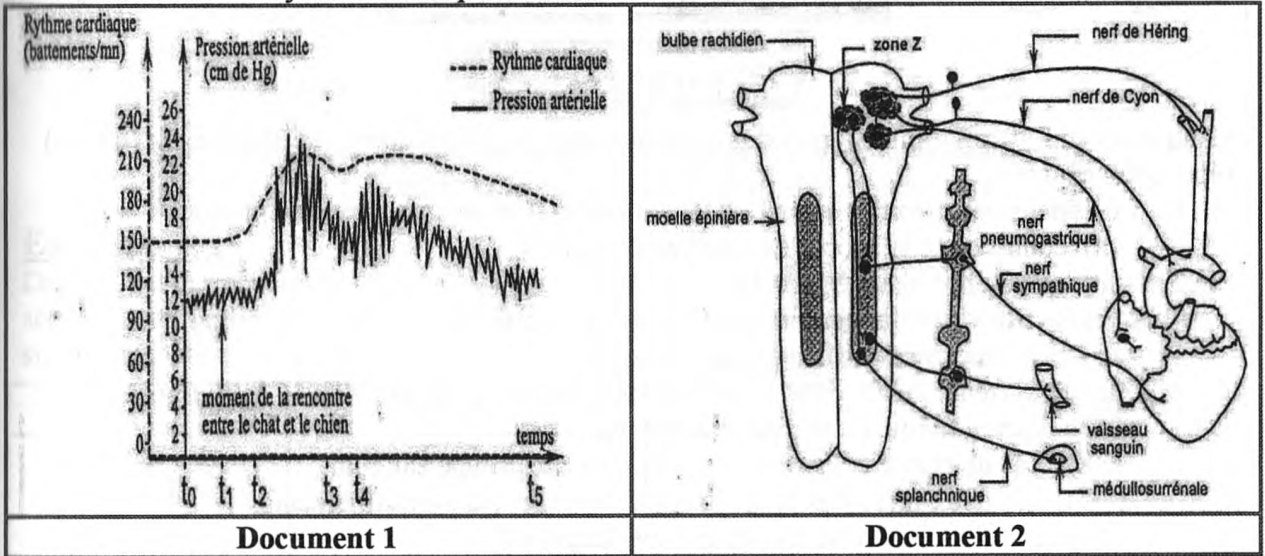
### 4<sup>ème</sup> partie : Exercices de bac

#### **Exercice N°1 (Bac 2012 Contrôle : Deuxième partie)**

Certains paramètres du milieu intérieur notamment la pression artérielle et le rythme cardiaque varient en fonction des stimuli d'origines interne et externe. Pour comprendre le mécanisme régulateur de la pression artérielle face à une situation stressante, on réalise les expériences suivantes :

**Expérience 1 :** On mesure la variation du rythme cardiaque et de la pression artérielle chez un chien soumis à une situation stressante (rencontre avec un chat). Les résultats obtenus sont représentés par le document 1.

1) Analysez les tracés du document 1 afin de dégager la relation entre la variation de la pression artérielle et celle du rythme cardiaque face à une situation stressante.



Afin de comprendre l'origine des manifestations indiquées par le document 1, on utilise un dispositif expérimental approprié pour enregistrer les variations du rythme cardiaque et de la pression artérielle suite à des expériences réalisées sur des éléments qui interviennent dans la régulation de la pression artérielle (Voir document 2).

Le tableau du document 3 présente les expériences réalisées et les résultats obtenus.

Expériences		Résultats
<b>Expérience 1 :</b> On stimule a zone Z chez un chien normal		-Enregistrements des variations du rythme cardiaque et de la pression artérielle analogues à ceux du document 1
<b>Expérience 2 :</b> On sectionne chez le chien normal, les fibres sympathiques innervant le cœur et les vaisseaux sanguins.	En absence de stimulation de la zone Z.	-Diminution du rythme cardiaque. -Vasodilatation. -Baisse de la pression artérielle.
	On stimule la zone Z de ce chien.	-Augmentation légère et tardive du rythme cardiaque et de la pression artérielle. -Légère vasoconstriction.

**Document 3**

2) Analysez les résultats des expériences 1 et 2 en vue de déduire le rôle de la zone Z, des fibres sympathiques et des nerfs splanchniques dans la variation de la pression artérielle suite à l'agression stressante.

3) En intégrant vos réponses aux questions précédentes et vos connaissances, faites un schéma de synthèse des mécanismes mis en jeu dans l'adaptation de la pression artérielle face à une stimulation stressante.

**Chapitre 1 Le soi et non soi****1<sup>ère</sup> partie : Q C M**

Chaque série d'affirmation comprend une ou plusieurs réponses correctes. Repérez la (ou les) réponse(s) exactes.

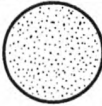
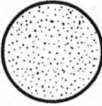
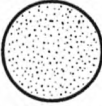
1. Le CMH ; complexe majeur d'histocompatibilité :
  - a) conditionne le succès des greffes d'organes.
  - b) caractérise chaque individu.
  - c) se trouve sur la membrane des cellules anucléées.
  - d) est caractéristique des groupes sanguins.
2. Pour le système ABO, dans le cas où les hématies d'un individu X agglutinées par le sérum d'un individu Y, on peut déduire que :
  - a) Les deux individus X et Y sont de même groupe sanguin.
  - b) Les deux individus X et Y sont de groupes sanguins différents.
  - c) L'individu X peut être de groupe sanguin O.
  - d) L'individu Y peut être de groupe sanguin O.
3. Les marqueurs des hématies sont :
  - a) Les agglutinines.
  - b) Les agglutinogènes
  - c) Les antigènes HLA.
  - d) Les immunoglobulines de surface.
4. Un individu de groupe sanguin A possède :
  - a) Des agglutinines anti-A dans le plasma.
  - b) Des agglutinines anti-B dans le plasma.
  - c) Des agglutinogènes A à la surface des hématies.
  - d) Des agglutinogènes B à la surface des hématies
5. Le sang d'un individu de groupe B :
  - a) Présente sur la membrane de ses globules rouges l'antigène B et dans son plasma l'anticorps A.
  - b) Présente sur la membrane de ses globules rouges l'antigène A et dans son plasma l'anticorps B.
  - c) Fait l'agglutination avec un sérum test anti-A
  - d) Ne fait pas l'agglutination avec un sérum test anti-AB
6. La réaction de rejet d'un greffon chez un receveur :
  - a) Se produit lorsque le donneur et le receveur sont de même CMH
  - b) Se produit lorsque le donneur et le receveur sont de CMH différents
  - c) Se produit dans le cas d'isogreffe.
  - d) Se produit dans le cas de xénogreffe
7. Dans une isogreffe :
  - a) Les marqueurs tissulaires du soi sont différents entre le donneur et le receveur.
  - b) Les marqueurs tissulaires du soi sont identiques entre le donneur et le receveur.
  - c) Il y a une compatibilité tissulaire entre le donneur et le receveur

- d) Il y a une incompatibilité tissulaire entre le donneur et le receveur
8. Le HLA classe II se trouve
- Chez toutes les cellules nucléées du corps
  - Chez certaines cellules immunitaires.
  - Chez les hématies.

**2<sup>ème</sup> partie : Restitution et mobilisation des connaissances**

**Exercice N°1**

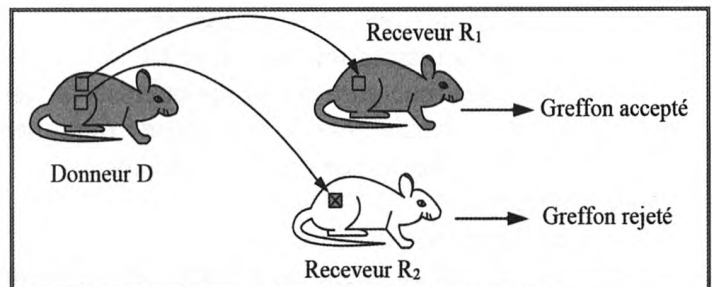
Dans le but de rechercher le groupe sanguin d'un sujet X, on pratique des tests en utilisant des sérums tests (anti- A et anti- B). En effet, on mélange à chaque fois une goutte de sang du sujet X avec une goutte de sérum. Les résultats sont indiqués sur le tableau suivant

Sérums tests	anti- A	anti- B	anti-A +anti-B
Résultats de l'analyse du sang du sujet X	 Agglutination	 Agglutination	 Agglutination

- Définir les termes : sérum anti-A et sérum anti-B.
- Déterminer le groupe sanguin du sujet X.
- Était-il nécessaire d'utiliser ces trois tests. Justifier votre réponse
- En cas de transfusion, déterminer le ou les groupe(s) sanguin(s) compatible(s) « pas d'agglutination » avec le sang du sujet X. Justifier votre réponse
- Un sujet Y de groupe sanguin O, prévoir les résultats de ces trois tests avec ces trois sérums (anti-A, anti-B et anti-A + anti-B).
- Expliquer, à l'aide d'un schéma, le mécanisme d'agglutination dans le cas d'une transfusion sanguine entre deux sangs incompatibles : le donneur est de groupe sanguin A et le receveur est de groupe sanguin B.

**Exercice N°2**

On pratique sur des souris des expériences de greffe. Le greffon est accepté ou rejeté selon les cas. (Voir document ci-contre)



1) Expliquer la tolérance du greffon chez R<sub>1</sub> et son rejet chez R<sub>2</sub>. De quels types de greffes s'agit-il ?

2) Les souris sont distinguées par les allèles des gènes (A, B, C et D) de leur CMH.

- La souris D est de phénotype [A<sub>1</sub>B<sub>3</sub>C<sub>10</sub>D<sub>9</sub>]
- La souris R<sub>2</sub> est de phénotype [A<sub>19</sub>B<sub>39</sub>C<sub>15</sub>D<sub>99</sub>]

- Quelle est la signification de CMH
- Combien de type de molécules HLA existe-t-il à la surface de cellules ?
- Écrivez le phénotype de la souris R<sub>1</sub>. justifiez votre réponse.

3) On réalise maintenant une deuxième expérience de greffe avec une autre souris receveur R<sub>3</sub> de phénotype [A<sub>1</sub>B<sub>3</sub>C<sub>8</sub>D<sub>9</sub>]. Prévoir le résultat de cette expérience. Justifiez votre réponse

**Chapitre 2 L'immunité spécifique**

**1<sup>ère</sup> partie : Q C M**

Chaque série d'affirmation comprend une ou plusieurs réponses correctes. Repérez la (ou les) réponse(s) exactes.

1. Les immunoglobulines :
  - a) Sont des récepteurs des LT.
  - b) Sont des récepteurs des LB.
  - c) Sont des effecteurs des réponses à médiation cellulaires.
  - d) Sont des effecteurs des réponses à médiation humorales
2. La maturation des LB se fait dans :
  - a) Le thymus.
  - b) La rate
  - c) La moelle osseuse
  - d) Les ganglions lymphatiques
3. Parmi les organes lymphoïdes périphériques ou secondaires on peut citer :
  - a) Le thymus.
  - b) La moelle osseuse.
  - c) La rate.
  - d) Les ganglions lymphatiques.
4. Dans la molécule d'anticorps, les deux sites de fixation de l'antigène :
  - a) Se trouvent sur la partie constante des deux chaînes lourdes et légères
  - b) Se trouvent sur la partie variable des deux chaînes lourdes et légères.
  - c) Peuvent reconnaître et fixer deux antigènes différents
  - d) Sont spécifiques d'un antigène donné.

Les organes lymphoïdes secondaires sont le lieu :

- a) De la maturation des LB et LT
  - b) De la rencontre des lymphocytes avec les antigènes.
  - c) Du déroulement de la réponse immunitaire spécifique
  - d) De la naissance des lymphocytes
5. L'anticorps :
    - a) Se trouve dans le sérum.
    - b) Peut se fixer sur deux antigènes différents.
    - c) Est sécrété par les LT.
    - d) Intervient dans toutes les réactions immunitaires spécifiques.
  7. Le TCR est :
    - a) le récepteur des lymphocytes T
    - b) le récepteur des lymphocytes B
    - c) acquis au niveau de la moelle osseuse.
    - d) acquis au niveau des organes lymphoïdes secondaires.

8. Une anatoxine :
  - a) est une toxine atténuée.
  - b) a un pouvoir immunogène.
  - c) est un microbe affaibli.
  - d) a un pouvoir pathogène.
9. Pour détruire une cellule infectée, les lymphocytes T cytotoxiques (Tc) utilisent :
  - a) L'interleukine 1 (IL1)
  - b) L'interleukine 2 (IL2)
  - c) Des anticorps
  - d) Des perforines
10. Les anticorps sont produites par :
  - a) Les macrophages.
  - b) Les plasmocytes.
  - c) Les lymphocytes auxiliaires (Ta).
  - d) Les lymphocytes cytotoxiques (Tc)
11. La réponse immunitaire à médiation humorale :
  - a) Est une réponse non spécifique
  - b) Fait intervenir des anticorps
  - c) Fait intervenir des lymphocytes T auxiliaires
  - d) Fait intervenir des lymphocytes T cytotoxiques
12. Les plasmocytes :
  - a) Proviennent de la différenciation des lymphocytes B
  - b) Proviennent de la différenciation des lymphocytes T
  - c) Produisent des anticorps
  - d) Produisent des perforines
13. Les lymphocytes T cytotoxiques (Tc) :
  - a) Sont des cellules qui provoquent la lyse des cellules infectées ou greffées
  - b) Se différencient dans la moelle osseuse
  - c) Sécrètent des anticorps
  - d) Sécrètent l'IL2
14. Les anticorps sont des protéines qui interviennent :
  - a) Dans l'immunité à médiation cellulaire
  - b) Dans l'immunité à médiation humorale
  - c) Dans la sérothérapie
  - d) Dans la l'immunité non spécifique
15. Au cours de la phase d'amplification humorale :
  - a) Les lymphocytes T8 sont différenciés en cellule tueuse
  - b) Les lymphocytes B (LB) sont différenciés seulement en plasmocytes
  - c) Les lymphocytes B sont différenciés en plasmocytes et en LB mémoires
  - d) Les lymphocytes B sécrètent les anticorps
16. La RIMC :
  - a) Nécessite une coopération avec LT4.
  - b) A pour effecteurs des LT
  - c) A pour des effecteurs des LB

d) Est une réponse immunitaire non spécifique

**2<sup>ème</sup> partie : Restitution des connaissances**

**Exercice N°1**

Dans le cas où l'immunité naturelle s'avère insuffisante, l'organisme fait appel à l'immunité spécifique. Il existe deux types de réponse immunitaire spécifiques

1. Nommez ces deux types de réponse immunitaire spécifiques
2. Précisez le lieu de déroulement de réponse immunitaire spécifique.
3. Comparez entre ces deux types de réponse immunitaire spécifiques en complétant le tableau suivant

Types de réaction immunitaire spécifique	Les cellules mises en jeu	Récepteurs	Effecteurs

**Exercice N°2**

On se propose d'étudier quelques aspects de la réponse immunitaire spécifique.

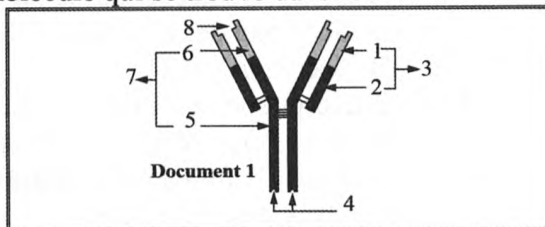
On dispose de toxine tétanique fraîche et d'une substance appelée anatoxine tétanique préparée à partir de la toxine tétanique. Trois expériences sont réalisées :

**Expérience N°1** : Une souris A reçoit de la toxine tétanique fraîche. Elle meurt.

**Expérience N°2** : Une souris B reçoit une injection d'anatoxine tétanique puis 15 jours après, on lui injecte de la toxine tétanique fraîche. Elle survit.

**Expérience N°3** : Une souris C reçoit une injection d'anatoxine tétanique, 15 jours après, on prélève son sérum C et on l'injecte à une souris D à laquelle on injecte simultanément de la toxine tétanique fraîche. Cette souris D survit.

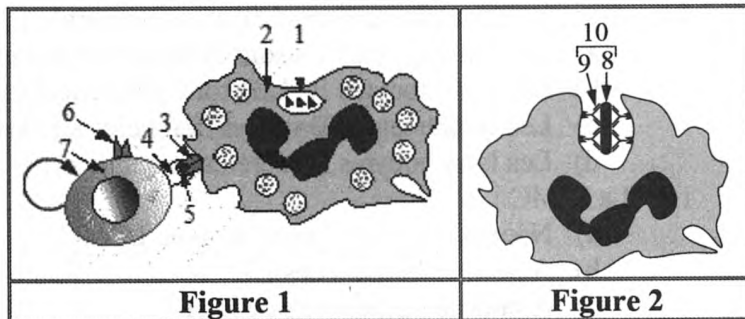
1. Définissez les mots suivants : anatoxine tétanique et sérum
2. Dégagez des conclusions pour ces expériences.
3. Quel rôle a joué l'anatoxine tétanique ? Quelles sont ses propriétés ?
4. Le document 1 montre la structure d'une molécule qui se trouve dans le sérum C
  - a) Nommez et définissez cette molécule
  - b) Légendez cette molécule
  - c) Identifiez sa nature chimique
  - d) Quelle application médicale illustre l'expérience 3.



**Exercice N°3**

Les figures 1 et 2 illustrent certains rôles du macrophage dans le déroulement de la réponse immunitaire spécifique.

- 1) Quelle est l'origine du macrophage et de la cellule 7
- 2) Annotez ces deux figures.

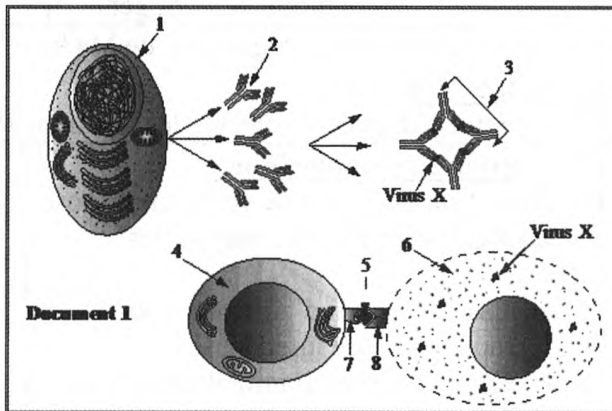


- 3) Précisez les rôles des macrophages illustrés par ces deux figures
- 4) Décrivez, schéma à l'appui, les événements cellulaires qui se déroulent entre les deux étapes présentées par les figures 1 et 2.
- 5) Quels sont les différents types de cellule 7
- 6) La cellule 7 joue un rôle fondamental au cours des réactions immunitaires spécifiques. Décrivez leur mode d'action

**Exercice N°4**

Le document 1 illustre certaines phases d'élimination d'un antigène : Virus X.

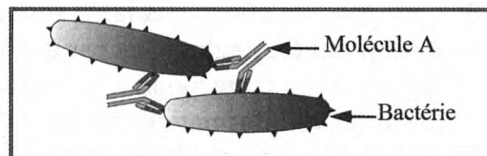
- 1) Attribuez une légende aux chiffres de 1 à 8
- 2) En vous basant sur le document 1, précisez le (s) type (s) de réaction (s) immunitaire (s) mis en jeu contre ce virus. Justifiez votre réponse
- 3) Identifiez les phases de la réponse immunitaire illustrée par le doc1
- 4) Dégagez la relation entre la structure de la cellule 1 et sa fonction



- 5) Expliquez, à l'aide de schémas commentés, le rôle des molécules 8 dans :
  - a. La coopération cellulaire entre les cellules du système immunitaire.
  - b. L'élimination « du non soi ».

**Exercice N°5**

Une épine de rosier s'est enfoncée profondément dans le doigt de Madame X pendant qu'elle jardinait. L'analyse biochimique, après quelques jours, a montré la présence de la structure ci-contre.



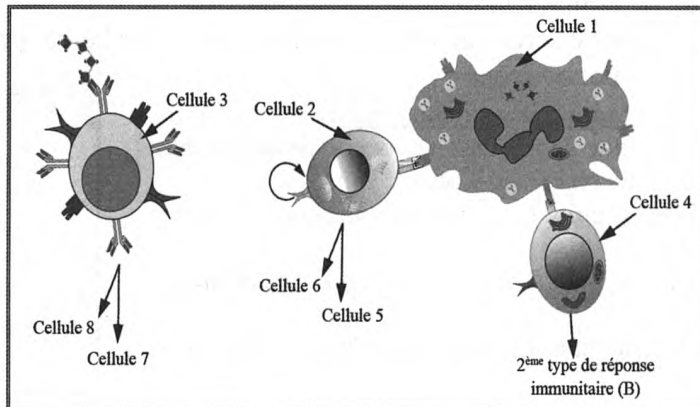
- 1) Nommez cette structure
- 2) Précisez le type d'immunité impliquée dans ce cas et la phase représentée.
- 3) Réalisez un schéma annoté montrant la structure de la molécule A.
- 4) Présentez les particularités fonctionnelles de cette molécule en relation avec sa structure.
- 5) Le document suivant, résume une phase de la réaction immunitaire déclenchée chez Madame X

a-Nommez, les cellules 1 ⇔ 8 et la phase de la réponse immunitaire.

b-Précisez les rôles de la cellule 1 dans cette réponse immunitaire.

c-Complétez à l'aide de schéma bien soigné et annoté la 3<sup>ème</sup> phase de cette réponse immunitaire déclenchée chez Madame X

d- Complétez le tableau comparatif de la 3<sup>ème</sup> phase de l'immunité (A) déclenchée chez Madame X et le 2<sup>ème</sup>



type d'immunité spécifique (B) en précisant les cellules effectrices, la reconnaissance de l'antigène, la substance effectrice et l'élimination de l'antigène.

	Immunité A	Immunité B
Cellule effectrice		
Reconnaissance de l'antigène		
Substance effectrice		
Élimination de l'antigène		

6) Expliquez comment l'organisme de Madame X devient immunisé contre cette bactérie.

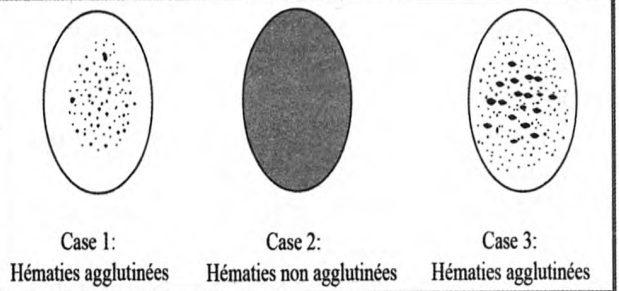
**Exercice N°6**

Un laboratoire d'analyse effectue les réactions immunologiques suivantes :

**1<sup>ère</sup> réaction immunologique :**

**1<sup>ère</sup> étape :** sur une lame de verre, on dispose une goutte de sérum dans chacune des cases :

- Case 1 : sérum d'animal atteint de mononucléose infectieuse
- Case 2 : sérum d'animal non atteint
- Case 3 : sérum de monsieur X



**2<sup>ème</sup> étape :** on ajoute à chacune de ces gouttes de sérum la même petite quantité d'hématies de cheval infectées par le virus de la mononucléose et présentant des antigènes du virus à leur surface.

**3<sup>ème</sup> étapes :** on observe la lame sur une source lumineuse afin de rechercher si les hématies de cheval ont été agglutinées par des anticorps du sérum.

L'agglutination correspond à la formation de complexe immun.

1) A partir des informations fournies par le document, déterminer pour chaque affirmation si elle est vraie ou fausse en justifiant la réponse.

- a) L'agglutination des hématies de cheval dans la case 1 met en évidence une réaction immunitaire dont les cellules effectrices sont les lymphocytes T cytotoxiques.
- b) Les hématies de cheval dans la case 1 ont été agglutinées par la fixation des antigènes du virus de la mononucléose.
- c) Le sérum de l'animal atteint de mononucléose infectieuse renferme des anticorps anti-virus de la mononucléose.
- d) Dans le sérum de Mr X, l'agglutination des hématies de cheval montre que Mr X est atteint de mononucléose.

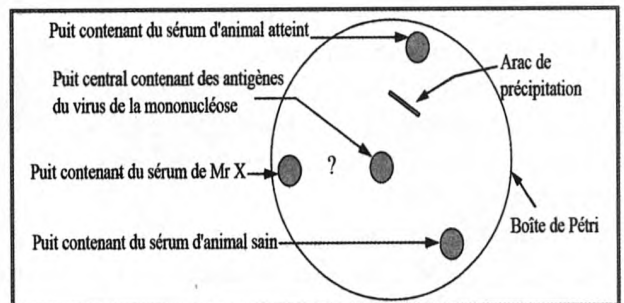
**2<sup>ème</sup> réaction immunologique :**

Une boîte de pétri est recouverte de gélose dans laquelle on creuse 3 puits :

Dans le puits 1, on introduit du sérum d'animal atteint

Dans le puits 2, on introduit du sérum d'animal sain

Dans le puits 3, on introduit du sérum de Mr X.



2) Montrer par un schéma le résultat de cette expérience

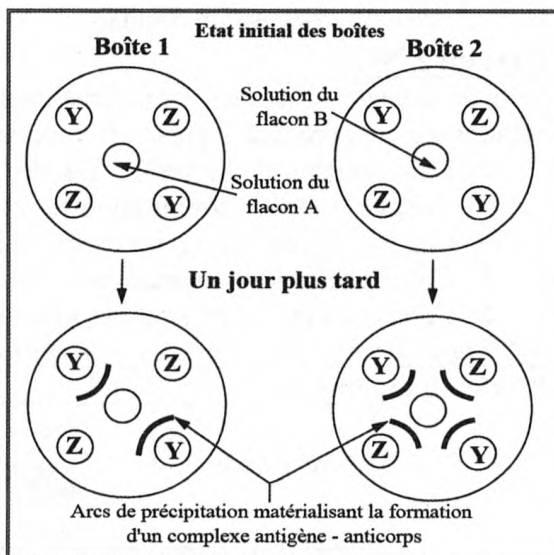
**Exercice N°7**

Un laboratoire a un doute sur le contenu de deux flacons qui devraient contenir :

- Le flacon A : de l'anticorps anti-Y
- Le flacon B : de l'anticorps anti-Z

On réalise un test pour vérifier le contenu des deux flacons.

**Le test :** Un gel d'agar permettant la diffusion des molécules solubles est coulé dans deux boîtes de Pétri. Cinq puits y sont creusés. Dans chaque boîte, deux puits périphériques sont remplis avec l'antigène soluble Y, les deux autres avec l'antigène soluble Z. Le puits central de chaque boîte est rempli avec la solution d'un flacon à tester. Le document ci-contre indique le contenu des puits et les résultats.

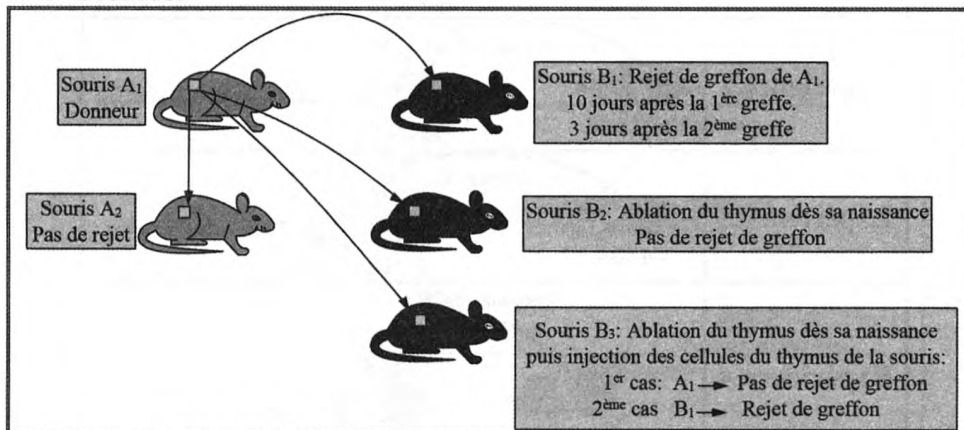


\*/Exploitez les résultats du test afin d'indiquer si l'un ou l'autre des flacons a été contaminé

**3<sup>ème</sup> partie : Mobilisation des connaissances**

**Exercice N°1**

On dispose de deux races de souris A et B. Les souris A<sub>1</sub> et A<sub>2</sub> « vrais jumeaux » d'une part, et les souris B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> et B<sub>3</sub> « aussi des vrais jumeaux » d'autre part. On réalise des expériences de greffes de peau entre ces souris. Les expériences et les résultats sont représentés dans le document ci-dessous.



1. Expliquer la tolérance du greffon chez A<sub>2</sub> et son rejet chez B<sub>1</sub>. De quels types de greffes s'agit-il ?
2. Expliquer la tolérance du greffon de la souris A<sub>1</sub> chez la souris B<sub>2</sub>. Que peut-on déduire concernant la nature de la réponse immunitaire destinée contre le greffon ?
3. Expliquez la tolérance du greffon chez B<sub>3</sub> lorsqu'on injecte les cellules du thymus de A<sub>1</sub> et son rejet lorsqu'on injecte les cellules du thymus de B<sub>1</sub>

4. Quel rôle attribuez-vous alors au thymus dans le rejet de greffe ?
5. A partir de l'analyse des résultats de greffes réalisées sur B<sub>1</sub>. Dégager une propriété de cette réponse immunitaire.

**Exercice N°2**

Afin de dégager quelques caractéristiques de la réponse immunitaire contre les bactéries pathogènes on a procédé à plusieurs expériences significatives en disposant de :

- ❖ Deux souches de bactéries : Bacille de Koch (BK) et bacille de Brucella (BB).
- ❖ Cobaye A<sub>1</sub> et A<sub>2</sub> : sont immunisés contre le BB.
- ❖ Cobaye A<sub>3</sub> : est immunisé contre le BK et le BB.
- ❖ Cobaye A<sub>4</sub> : est immunisé contre le BK.
- ❖ Cobaye A<sub>5</sub> et A<sub>6</sub> : ne sont pas immunisés au préalable contre le BK.

*N.B : Les Cobayes A<sub>3</sub>, A<sub>4</sub>, A<sub>5</sub> et A<sub>6</sub> sont histocompatibles (possèdent le même CMH)*

**1<sup>ère</sup> série d'expériences**

<b>Expérience 1 :</b>	
<b>Expérience 2 :</b>	

1) Analysez les résultats obtenus afin de dégager les propriétés de l'immunité ainsi mises en évidence.

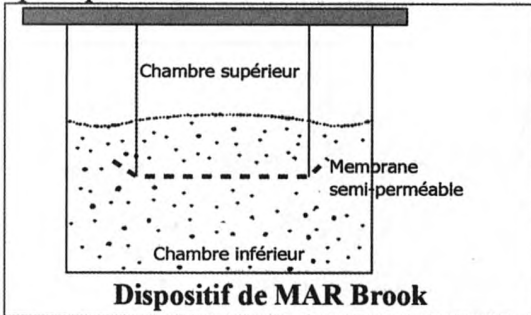
**2<sup>ème</sup> Série d'expériences :**

<b>Expérience 1</b>	
<b>Expérience 2</b>	
<b>Expérience 3</b>	
<b>Expérience 4</b>	

- 2) Interprétez les résultats en précisant les types d'immunité déclenchés contre le BK et le BB.
- 3) Indiquez comment la vaccination par le BCG a modifié le phénotype immunitaire du cobaye A<sub>3</sub>
- 4) Comparez entre vaccinothérapie et sérothérapie

**Exercice N°3**

Le dispositif de MAR Brook est constitué de deux chambres séparées par une membrane semi-perméable (perméable aux molécules mais non aux cellules). Des lymphocytes B et T<sub>4</sub> prélevés sur une souris saine sensibilisés par GRM (globe rouge de mouton) sont placés dans une chambre de culture de MAR Brook. Le tableau suivant résume les expériences pratiquées dans cette chambre

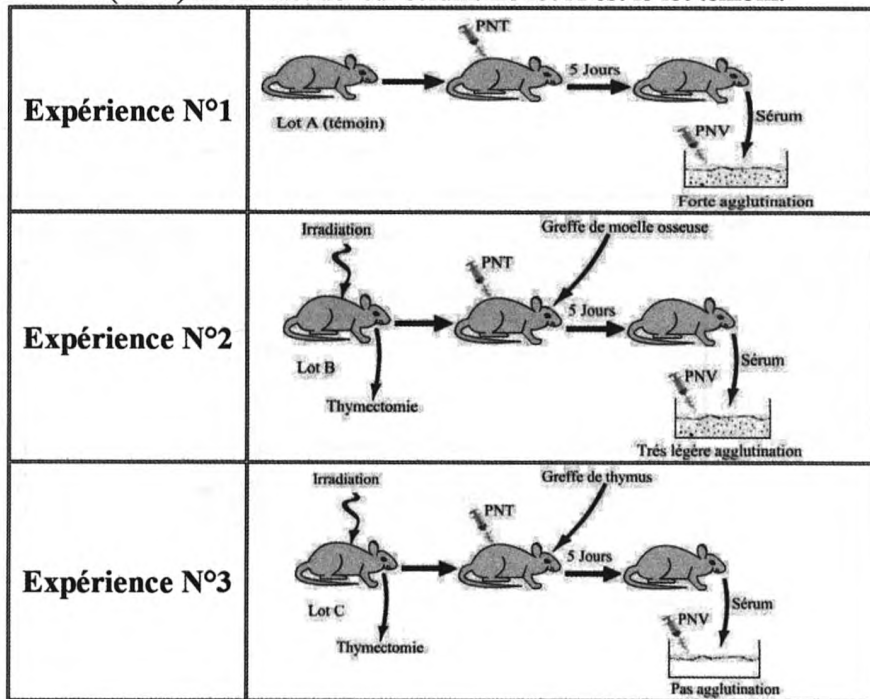


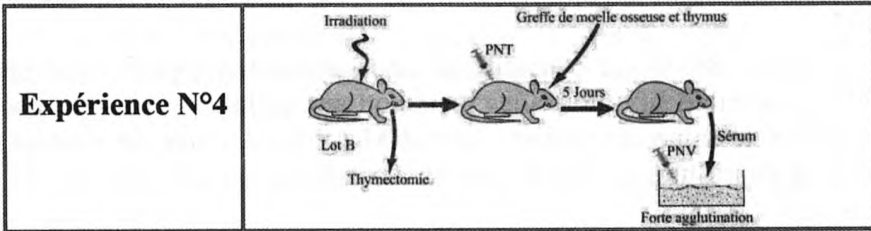
N° expériences	Nature des lymphocytes sensibilisés dans la chambre		Production d'anticorps
	Chambre supérieure	Chambre inférieure	
1	-	T4 + B	+++++
2	-	B	+
3	T4	B	+++++

1. Dites à partir de vos connaissances, quelles sont les cellules sécrétrices d'anticorps.
2. Analysez les résultats de ces expériences, en dégagant la nature de la communication entre LB et LT<sub>4</sub>

**Exercice N°4**

I/ Sur quatre lots de souris, trois sont constitués de souris thymectomie (ablation du thymus) puis irradiées (ablation de moelle osseuse). Après avoir réalisé une greffe de thymus ou de moelle osseuse ou les deux, on leur injecte des pneumocoques tués (PNT). Cinq jours plus tard on met des pneumocoques vivant (PNV) au contact de leur sérum. Le lot A est le lot témoin.

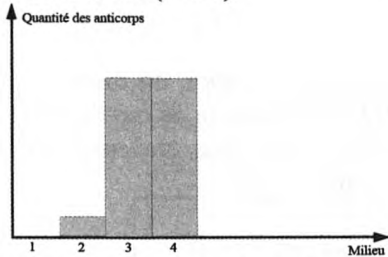




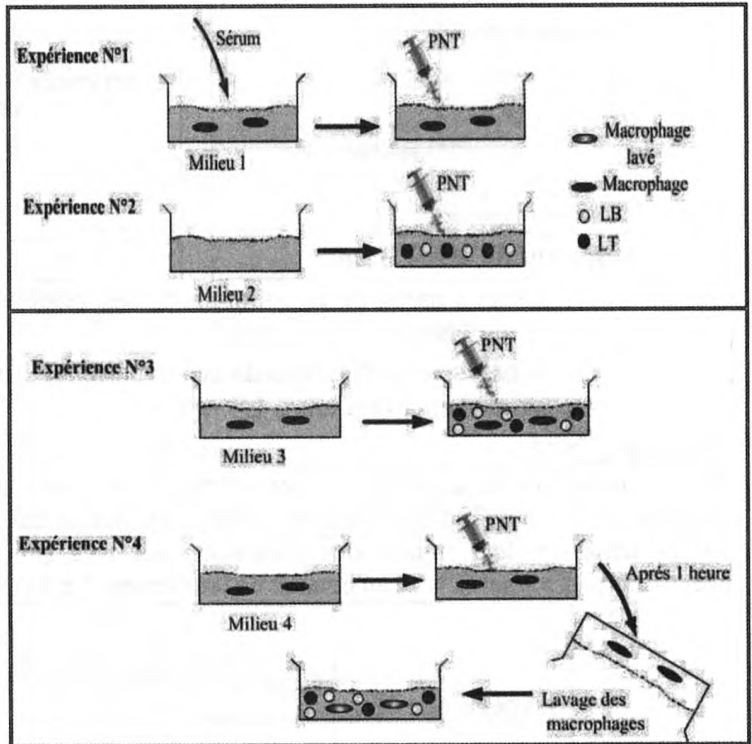
1. Analyser ces expériences

II/ Le document suivant résume de manière schématique des expériences faites par le sérum et des cellules sanguines proviennent d'une souris qui a subi quelques jours auparavant une injection de pneumocoques tués (PNT)

Après quelques jours, on dose les anticorps dans le sérum surnageant des 4 milieux (1 à 4)

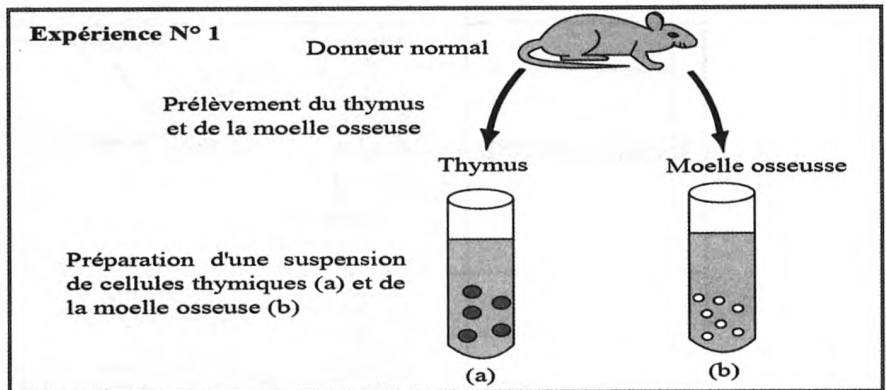


2) Analyser ces résultats. Concluez

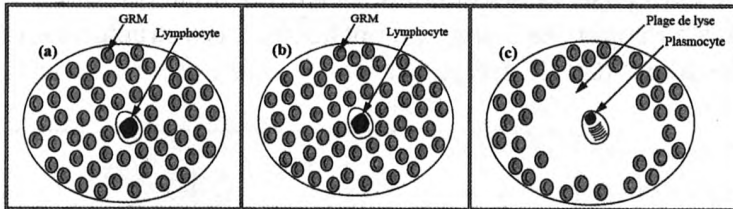
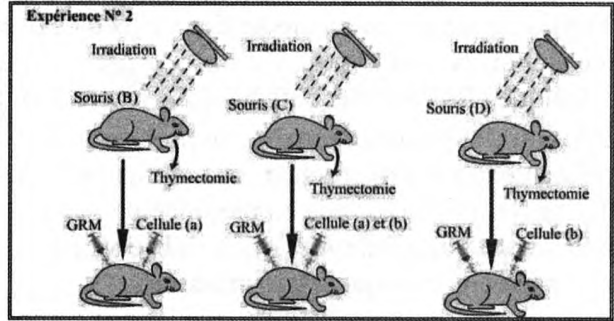


**Exercice N°5**

On s'intéresse au mécanisme de la réponse immunitaire spécifique, on réalise chez trois lots de souris (B, C et D) de même lignée, les expériences suivantes.



Après quelques jours, on prélève chez les souris B, C et D des lymphocytes et du sérum qu'on met en contact avec des GRM et on observe au microscope. Les résultats sont présentés dans le document suivant



En vous appuyant sur l'analyse des données expérimentales et sur vos connaissances :

- 1) Faites correspondre à chaque souris l'observation microscopique correspondantes. Justifier
- 2) Représentez par des schémas annotés les interactions entre les différents acteurs (cellulaires et moléculaires) impliqués dans la réaction immunitaire conduisant à l'apparition des plages de lyse

**Exercice N°6**

Dans la rate d'une souris qui n'a jamais été mise en présence des antigènes Ag1, Ag2 et Ag3 (on dit qu'elle n'est pas immunisée contre les antigènes Ag1, Ag2 et Ag3), effectue un prélèvement pour extraire plusieurs millions de lymphocytes.

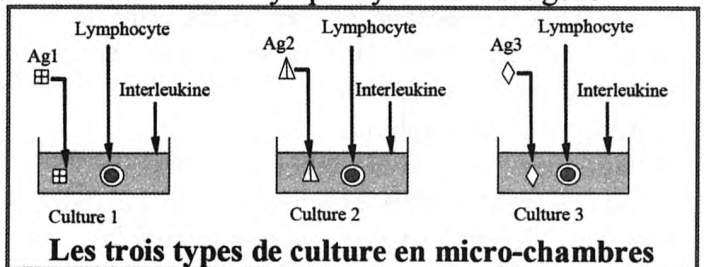
<b>Ag1</b>	<b>Ag2</b>	<b>Ag3</b>

On prélève donc sans distinction les LB, les LT4, et les LT8, et on réalise une série d'expériences dans le but d'étudier quelques aspects de l'immunité spécifique

**Expérience 1 :** Ces lymphocytes sont placés sur un milieu contenant de nombreuses molécules d'antigènes Ag1, fixé sur gélatine. Environ 0.01% des lymphocytes se fixent sur le milieu. Les autres sont éliminés par rinçage.

1. Quel type de lymphocyte représente les 0.01% de lymphocytes qui se fixent au milieu contenant les molécules de l'Ag1. Justifiez votre réponse.
2. Faites un schéma légendé montrant la fixation de ces lymphocytes sur l'antigène

**Expérience 2 :** Les lymphocytes retenus sont cultivés individuellement, en présence d'interleukine dans des micro-chambres où sont introduites des molécules d'antigènes Ag1, Ag2 et Ag3, respectivement dans les micro-chambres de culture 1, 2 et 3.



Après quelques jours, ces milieux montrent les résultats suivants :

Cultures	1	2	3
Résultats	Très nombreuses cellules	Aucun changement	Aucun changement

- 1) Expliquez pourquoi on ajoute des molécules d'interleukine dans les milieux de culture contenant les lymphocytes.
- 2) Expliquez les résultats obtenus dans les trois cultures.
- 3) Pour un test complémentaire, un prélèvement est effectué dans la microchambre 1. après filtration, le liquide est mis en présence de molécules de l'antigène Ag1 et on l'observe en microscope électronique à transmission.

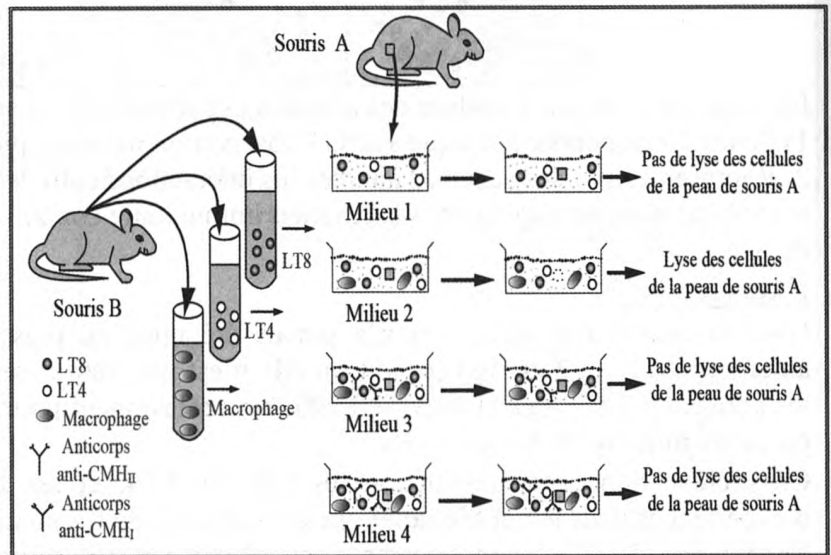


- a- Identifiez les structures observables et faites un schéma d'interprétation
- b- Expliquez, schéma à l'appui, les étapes qui ont abouti à ces structures en partant des lymphocytes mis en culture dans le milieu 1.

**Exercice N°7**

On se propose de rechercher le rôle des lymphocytes et les macrophages dans le rejet de greffe. Pour cela on a réalisé une série d'expérience.

Le document suivant résume de manière schématique des expériences faites par les cellules de la peau (cellules d'un greffon) provenant d'une souris de ligné A et des cellules immunitaires (lymphocytes LT4 et LT8 et macrophages) proviennent d'une souris de ligné B.

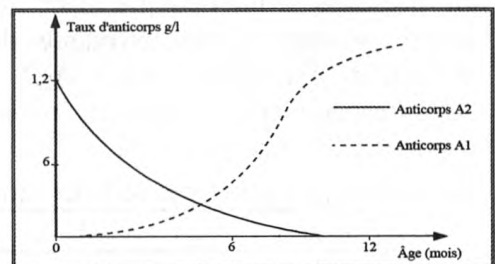


A partir de l'analyse de ces expériences, déduire le mécanisme de rejet de greffe.

**Exercice N°8**

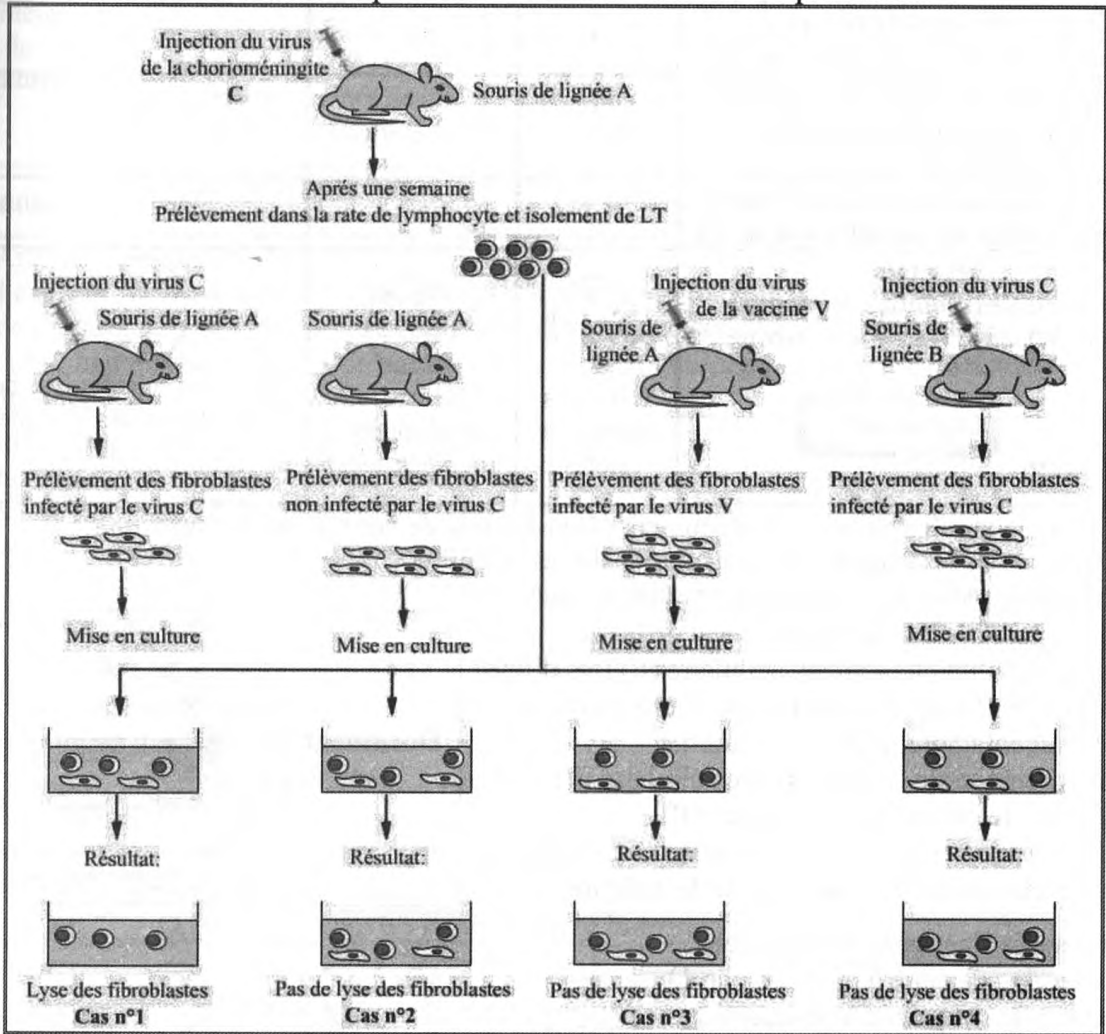
Pendant sa vie foetale le nouveau-né était à l'abri de presque les antigènes et il n'a lui-même, fabriqué aucun anticorps. A sa naissance il devrait donc être à la merci de la moindre infection. En fait, pendant les premiers mois de sa vie, il est réfractaire à un certain nombre d'infections. Le dosage des anticorps dans le sang d'un certain nombre d'infections. Le dosage des anticorps dans le sang d'un nourrisson jusqu'au douzième mois permet de comprendre cette résistance.

- 1) Analyse de ce graphique.
- 2) Expliquez l'origine des anticorps A<sub>1</sub> et A<sub>2</sub>.
- 3) Expliquez la résistance du nouveau-né à certaines infections, durant les premiers mois suivant la naissance ?
- 4) Expliquez la plus grande sensibilité à certaines affections aux environs du cinquième – sixième mois ?



**Exercice N°9**

Le schéma ci-dessous résume le protocole et les résultats d'une expérience.






- 1) Justifiez la durée d'une semaine entre l'injection du virus C et le prélèvement des lymphocytes
- 2) Identifiez, à partir de l'analyse du 1<sup>er</sup> cas, le type de réponse immunitaire spécifique mise en jeu contre le virus C.
- 3) Analysez les autres cas de cette expérience. Concluez

**Exercice N°10**

Afin de comprendre le comportement du système immunitaire d'une souris suite à l'introduction des globules rouges de mouton (GRM). On réalise les expériences suivantes :  
On dispose :

- d'une souris A normale.
- d'un sérum prélevé de la souris A immunisée contre l'antigène GRM.
- des globules rouges de mouton (GRM).

Le tableau du document (1) ci-dessous résume les expériences et les résultats obtenus.

Contenu du tube	Tube A	Tube B	Tube C
Solution de GRM en ml	2	2	2
Sérum frais de la souris A immunisée contre les GRM en ml	0	1	1
Sérum frais de la souris A normale contenant des protéines du complément en ml	0	0	0.5
Sérum frais de la souris A normale sans protéines du complément en ml	1.5	1.5	-
<b>Résultats :</b> Aspects des globules de mouton (GRM) observés au microscope  <div style="border: 2px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">Document1</div>	 Hématies Intactes et isolés	 Hématies agglutinées (non détruites)	 Hématies éclatées lyse de la membrane des hématies (hémolyse)

1) En exploitant les données du document (4) et à l'aide de vos connaissances :

- a) Expliquez les résultats obtenus dans chacun des tubes A, B et C.
- b) Précisez la nature de la réponse immunitaire étudiée.

2) Il est possible de suivre au niveau de la rate, l'évolution d'un phénomène cellulaire (P) lors d'une injection de l'antigène GRM à une souris normale.

Le document (2) représente un schéma d'interprétation de ce phénomène cellulaire (P).

-Identifiez le phénomène cellulaire (P).

3) Dans les jours qui suivent l'injection de l'antigène GRM à une souris normale, on suit l'évolution :

- du taux de l'antigène (GRM) libre dans le sang de cette souris (graphe 1).
- du taux du complexe immunitaire anti GRM -GRM (graphe 2).
- du déroulement du phénomène cellulaire (P) (graphe 3).

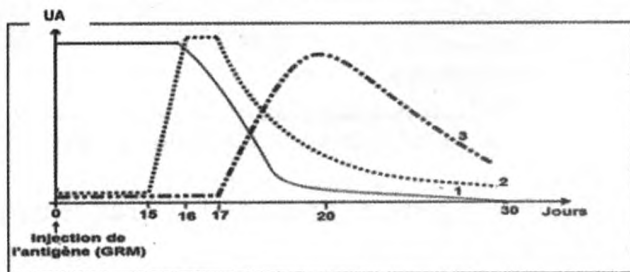
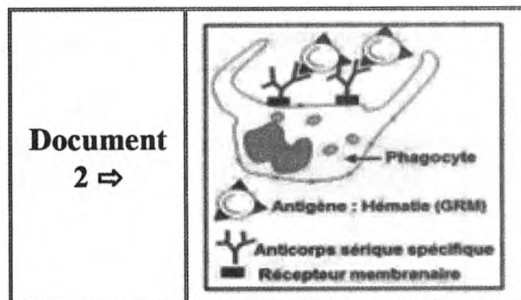
Les résultats obtenus sont représentés dans le document ci-contre

-A partir de l'analyse des graphes du document (3), établir la relation entre l'évolution du taux, de l'antigène libre, du complexe immunitaire formé et du phénomène cellulaire (P).

### Exercice 11

On se propose d'étudier la défense de l'organisme contre des cellules tumorales (cancéreuses), pour cela on réalise les expériences et les observations suivantes :

On sensibilise une souris S à des cellules tumorales étrangères puis on réalise les expériences résumées dans le tableau suivant



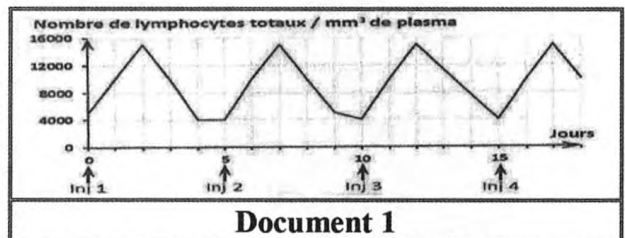
	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>
Milieux de cultures	Des cellules tumorales placées en présence de macrophages, de lymphocytes LT4 et LT8 pris à partir de l'extrait de rate prélevé chez la souris S	Des cellules tumorales placées en présence de macrophages et du sérum prélevé chez la souris S	Des cellules tumorales placées en présence de macrophages, de lymphocytes LT8 pris à partir de l'extrait de rate prélevé chez la souris S
Résultats	Disparition des cellules tumorales	Développement des cellules tumorales	

1) Analysez ces résultats en vue :

- a) d'expliquer la disparition des cellules tumorales dans le milieu de culture M<sub>1</sub> et non M<sub>2</sub> et M<sub>3</sub>
- b) de préciser le type de réponse immunitaire développée contre les cellules tumorales.

En 1960 une théorie a permis de mettre en place l'immunothérapie proposant deux traitements pour lutter contre cette maladie

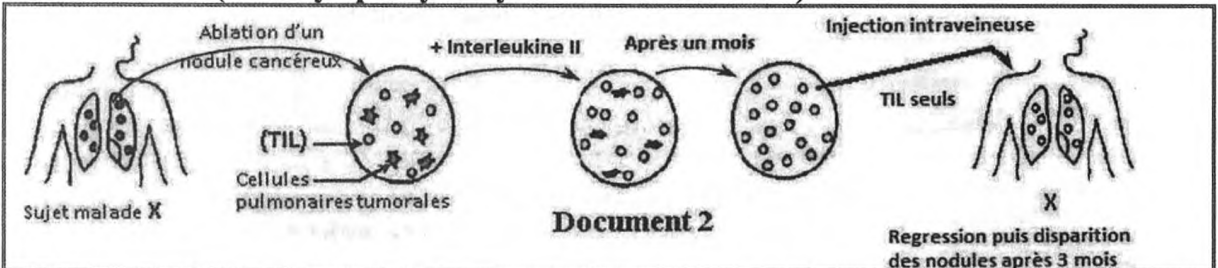
**Traitement 1 :** On pratique des injections intraveineuses répétées d'interleukine II, chez un sujet atteint du cancer, puis on dose chez lui le nombre des lymphocytes totaux au cours du temps. Les résultats du dosage sont représentés par le document 1.



**Observation 1 :** On a remarqué après le traitement 1 une régression remarquable de la tumeur chez la personne malade.

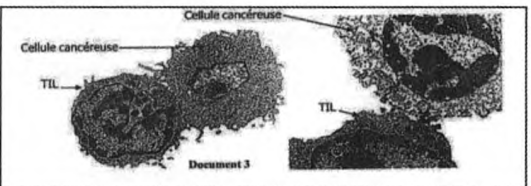
2) Exploitez les résultats du doc 1 et l'observation 1 ainsi que vos connaissances afin d'expliquer comment le traitement 1 conduit à la régression de la tumeur cancéreuse chez le sujet malade.

**Traitement 2 :** Pour améliorer cette thérapie un second traitement, dit immunothérapie adoptive, a été chez le sujet malade. Les étapes de ce traitement sont représentées dans le document 2 (**TIL : lymphocytes ayant infiltré la tumeur**)



Des observations ultramicroscopiques des cellules cancéreuses pulmonaires en présence des TIL prélevés chez le sujet X ayant subi l'injection des TIL seuls lors du second traitement ont montré les figures du document 3

- 3)a) Exploitez les documents 2 et 3 en vue de :
- \*/ préciser le type de lymphocytes qui ont infiltré la tumeur.
  - \*/ expliquer comment le second traitement a conduit à la régression puis à la disparition de la



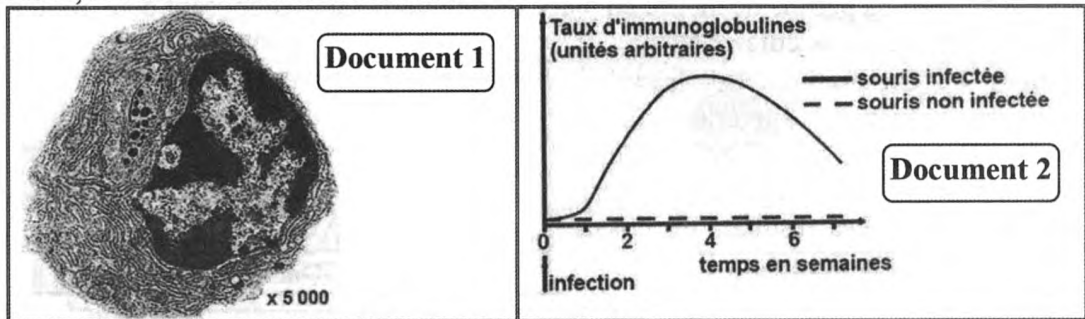
tumeur cancéreuse chez le malade.

b) En intégrant l'ensemble des idées déduites des résultats des pratiques précédentes et en utilisant vos connaissances représentez par un schéma clair et annoté les mécanismes cellulaires et moléculaires conduisant à l'élimination des cellules tumorales.

**Exercice N°12**

I/ Lorsqu'une souris est infectée par un virus X, on observe une hypertrophie des ganglions lymphatiques. Un prélèvement dans un tel ganglion révèle la présence d'un groupe de cellule parmi lesquelles celle représentée par le document 1. Par contre chez une souris non infectée, il n'y a pas d'hypertrophie des ganglions et un prélèvement dans un ganglion lymphatique ne montre pas le type cellulaire présenté par le document 1.

Le document 2 montre l'évolution du taux d'immunoglobulines chez une souris infectée par le virus X, et chez une souris non infecté



1) Analysez les documents 1 et 2. Que peut-on conclure ?

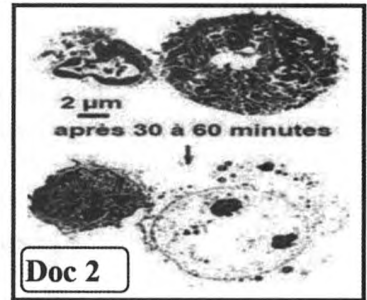
II/ Un virus X est inoculé à une souris de souche A. 10 jours après, on prélève les lymphocytes de cette souris. Ces lymphocytes sont ensuite mis en présence :

- 1<sup>er</sup> cas : de cellules d'une souris de souche A non infectées ;
- 2<sup>ème</sup> cas : de cellules d'une souris de souche A infectées par X ;
- 3<sup>ème</sup> cas ; de cellules d'une souris de souche B infectées par X ;
- 4<sup>ème</sup> cas : de cellules d'une souris de souche A infectées par un autre virus Y.

Le document 1 ci-dessous récapitule les expériences et leurs résultats.

inoculation du virus X à une souris souche A					
10 jours après, on prélève les lymphocytes					
mise en culture des lymphocytes avec les cellules	1 <sup>er</sup> cas 	2 <sup>ème</sup> cas 	3 <sup>ème</sup> cas 	4 <sup>ème</sup> cas 	<b>Document 1</b>
Résultats	Pas de destruction des cellules	Destruction des cellules infectées	Pas de destruction des cellules infectées	Pas de destruction des cellules infectées	

Le document 2 est une photographie réalisée en microscopie électronique à partir d'un prélèvement dans le 2<sup>ème</sup> cas du document 1.



1) Justifiez la durée de 10 jours entre l'inoculation du virus X à la souris A et le prélèvement des lymphocytes.

2) A partir des documents 1 et 2, identifiez en justifiant la réponse, le type de réponse immunitaire mise en œuvre contre les cellules infectées.

3) Expliquez schéma à l'appui le mécanisme de la destruction cellulaire.

4) Par une étude comparative, expliquez les résultats obtenus dans le document 1 et tirez des conclusions.

5) Dédurre comment l'organisme lutte contre le virus X ?

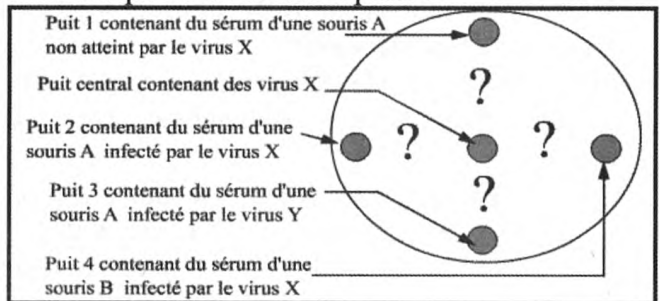
6) Une boîte de pétri est recouverte de gélose dans laquelle on creuse 4 puits :

Dans le puits 1, on introduit du sérum d'une souris A non atteint.

Dans le puits 2, on introduit du sérum d'une souris A infecté par le virus X.

Dans le puits 3, on introduit du sérum d'une souris A infecté par le virus Y.

Dans le puits 4, on introduit du sérum d'une souris B infecté par le virus X.



a-Montrer par un schéma le résultat de cette expérience

b-Expliquez à l'aide de schéma légendé l'action du sérum du puits 2 sur le virus X

**Exercice N°13**

Afin de préciser les antigènes contre lesquels la souris S est immunisée, on réalise les expériences suivantes

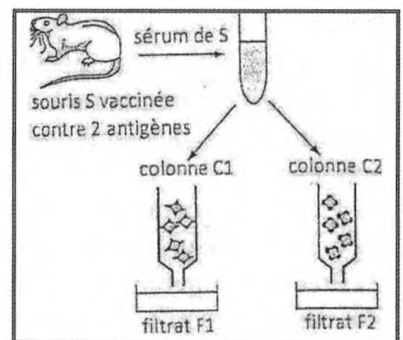
1<sup>ère</sup> expérience : On fait passer le sérum de S à travers 2 colonnes à bille numérotées C<sub>1</sub> et C<sub>2</sub>

\*/ la colonne C<sub>1</sub> renferme des billes inertes recouvertes d'un seul type d'antigène

\*/ la colonne C<sub>2</sub> renferme des billes inertes recouvertes d'un autre type d'antigène

On récupère les filtrats F<sub>1</sub> et F<sub>2</sub>

2<sup>ème</sup> expérience : 3 lots de souris non immunisées notés A, B et C, reçoivent les injections suivantes :



Le lot A reçoit l'Ag<sub>1</sub> ; Le lot B reçoit l'Ag<sub>2</sub> ; Le lot C reçoit l'Ag<sub>3</sub>

Le même jour la moitié de chaque lot de souris A, B et C reçoit des injections de filtrats F<sub>1</sub> et l'autre moitié reçoit des injections du filtrat F<sub>2</sub>. Les résultats sont consignés dans le tableau 1

Lots de souris	Antigènes injectés	Traitement par le filtrat	Résultats après traitement
A	Ag <sub>1</sub>	F <sub>1</sub>	Mort
		F <sub>2</sub>	Survie
B	Ag <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>	Survie
		F <sub>2</sub>	Mort

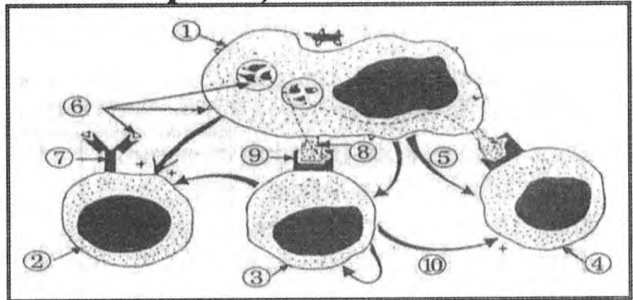
C	Ag3	F <sub>1</sub>	Mort
		F <sub>2</sub>	Mort

- 1) Exploitez ces résultats en vue de déterminer :
  - \*/Les anticorps présents dans chaque filtrat
  - \*/Les 2 types d'antigènes contre lesquels la souris S a été immunisée
  - \*/Les types d'antigènes qui tapissent les billes dans les colonnes C<sub>1</sub> et C<sub>2</sub>

**4<sup>ème</sup> partie : Exercices de bac**

**Exercice N°1 (Bac 2000 Principale : Première partie)**

Le document ci-contre représente un schéma concernant une étape essentielle dans la réponse immunitaire.



- 1) Identifier, tout en justifiant votre réponse, l'étape représentée.
- 2) Ecrire la légende correspondant aux numéros figurant dans le document ci-contre

- 3) En vous basant sur les données du document précédent et sur vos connaissances :
  - a) Indiquer le rôle de la cellule ① dans les réponses immunitaires
  - b) Reproduire et compléter le tableau suivant :

	Lieu de maturation	Rôle
Cellule ②		
Cellule ③		
Cellule ④		

4) La cellule ③ peut être la cible du virus de l'immunodéficience humaine (VIH). Expliquez, schéma à l'appui, le mode d'action du VIH sur cette cellule.

**Exercice N°2 (Bac 2003 Contrôle : Première partie)**

La réponse immunitaire à médiation humorale met en jeu des processus de reconnaissances spécifiques et de communications intercellulaires qui aboutissent à la neutralisation d'un antigène.

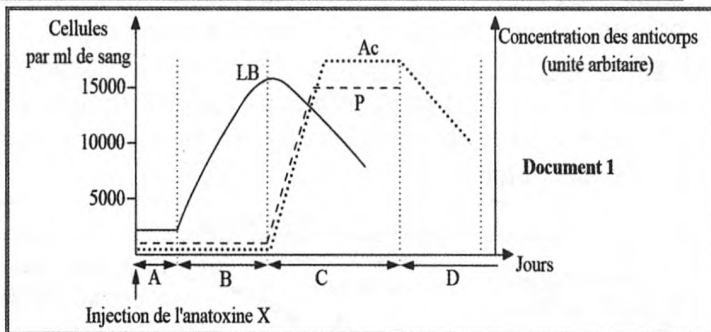
- 1) Expliquez comment les lymphocytes dans cette réponse immunitaire, sont capables de reconnaître un grand nombre d'antigènes et de réagir de manière spécifique à tout antigène.
- 2) Précisez la nature des communications intercellulaires qui ont lieu depuis l'introduction de l'antigène jusqu'à l'amplification de la réponse au cours de la réaction immunitaire considérée.
- 3) Un deuxième contact avec le même antigène déclenche chez le sujet une réponse immunitaire secondaire. Précisez les caractéristiques de cette réponse et expliquez les mécanismes cellulaires mis en jeu.

**Exercice N°3 (Bac 2009 Principale : Deuxième partie)**

Afin de préciser certains aspects du déroulement de la réponse immunitaire spécifique, on réalise les expériences suivantes :

- 1/ 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 1 représente les résultats obtenus.



- a-Identifiez, en justifiant, la nature de la réponse immunitaire représentée par le document 1.
- b-Expliquez, en utilisant vos connaissances, l'évolution quantitative des éléments représentés par les graphes du document 1.
- c-Identifiez des phases A, B, C et D de la réponse immunitaire.

2/ 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 thymectomisée 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 place en présence de la toxine X.

Le document 2 représente les résultats obtenus

	Expérience 1	Expérience 2	Expérience 3
Expérience	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

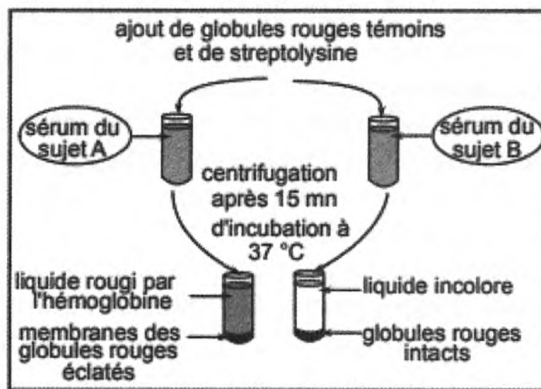
- a-Analysez les données expérimentales précédentes en vue d'expliquer les résultats obtenus.
- b-Proposez une expérience qui montre la nécessité des macrophages dans la production des anticorps anti-toxine X (Ac).

**Exercice N°4 (Bac 2011 Contrôle : Deuxième partie)**

Lors d'une infection par les bactéries « streptocoques », ces dernières libèrent une toxine appelée streptolysine qui perfore la membrane des globules rouges du sujet infecté ce qui entraîne l'échappement de l'hémoglobine à l'extérieur. Afin de comprendre comment le système immunitaire peut développer une réaction de défense contre les bactéries « streptocoques », on réalise les deux séries d'expériences suivantes :

**Première série d'expériences** : On effectue sur deux sujets A et B un prélèvement de sérum auquel on ajoute des globules rouges normaux et de la streptolysine. Les résultats du test chez les deux sujets A et B sont donnés par le document ci-contre

- 1) Analysez les résultats obtenus après centrifugation pour les deux sujets A et B afin de :
  - déduire lequel des deux sujets est infecté par les streptocoques.



- préciser le type de réaction immunitaire mis en jeu.

**Deuxième série d'expériences** : On réalise le même test que celui des sujets A et B du document 2 sur trois souris jumelles 1,2 et 3 immunodéprimées (sans moelle osseuse et sans thymus) et ayant subi différents traitements. Le document suivant représente les traitements et les résultats obtenus.

Traitements	Résultats
<p><b>Expérience n° 1</b></p> <p>streptocoques + greffe de thymus souris 1 → 15 jours → souris 1 prélèvement du sérum ajout de globules rouges témoins et de streptolysine 15 mn d'incubation à 37 °C puis centrifugation</p>	<p>liquide rougi par l'hémoglobine membranes des globules rouges éclatés</p>
<p><b>Expérience n° 2</b></p> <p>streptocoques + greffe de moelle osseuse souris 2 → 15 jours → souris 2 prélèvement du sérum ajout de globules rouges témoins et de streptolysine 15 mn d'incubation à 37 °C puis centrifugation</p>	<p>liquide rougi par l'hémoglobine membranes des globules rouges éclatés</p>
<p><b>Expérience n° 3</b></p> <p>greffe de thymus et de moelle osseuse souris 3 → greffe de thymus et de moelle osseuse → souris 3 streptocoques 15 jours → souris 3 prélèvement du sérum ajout de globules rouges témoins et de streptolysine 15 mn d'incubation à 37 °C puis centrifugation</p>	<p>liquide incolore globules rouges intacts</p>

2) Analysez les résultats de ces expériences afin de dégager les conditions nécessaires au déroulement de la réaction immunitaire dirigée contre les streptocoques.

**Exercice N°5 (Bac 2012 Contrôle : Deuxième partie)**

Pour comprendre certains aspects de la réponse immunitaire contre un antigène X, on a réalisé les expériences suivantes :

**Première expérience** : Dans un premier temps, on met des cellules C<sub>1</sub> extraites de la rate d'une souris témoin en présence de l'antigène X. L'observation microscopique d'une goutte du milieu de culture montre un certain nombre de cellules C<sub>1</sub> associées à l'antigène X alors que d'autres ne le sont pas.

1- Indiquez quelles pourraient être les cellules C<sub>1</sub>. Justifiez votre réponse.

**Deuxième expérience** : Par une technique appropriée, on prélève les cellules C<sub>1</sub> adhérentes à l'antigène X. On isole ces cellules de l'antigène X et on les cultive séparément soit avec l'antigène X (culture A), soit avec un antigène Y (culture B).

Le tableau du document 1 indique les conditions expérimentales et les résultats obtenus :

Document 1	Composition du milieu	Résultats
<b>Culture A</b>	Liquide physiologique + cellule C <sub>1</sub> isolées de l'antigène X + antigène X.	Association de C <sub>1</sub> à l'antigène X
<b>Culture B</b>	Liquide physiologique + cellule C <sub>1</sub> isolées de l'antigène X + antigène Y.	Pas d'association entre C <sub>1</sub> et l'antigène Y.

2- Analysez les résultats de la deuxième expérience en vue de confirmer la nature des cellules C<sub>i</sub>.

3- Identifiez la phase de la réponse immunitaire mise en jeu par les expériences indiquées dans le tableau du document 1. Justifiez votre réponse.

**Exercice N°6 (Bac 2013 Contrôle : Deuxième partie)**

On s'intéresse à l'étude de quelques aspects du déroulement de la réponse immunitaire spécifique. Pour cela on utilise deux souris (A) et (B) histocompatibles pour réaliser des expériences. On prélève dans la rate de la souris (A) des macrophages et des lymphocytes T (LT). Ces cellules immunitaires sont ensuite mises en culture dans 4 milieux différents. A ces milieux de culture, on ajoute des cellules de la souris (B) infectées par un microbe « m » puis on observe la cytotoxicité (ou la lyse) de ces cellules infectées.

Le tableau suivant résume les expériences et les résultats obtenus :

Expériences		Résultats
<b>Expérience 1</b>	Culture de macrophages et de LT prélevés de la rate de la souris (A) + cellules de (B) infectées par le microbe « m »	Cytotoxicité
<b>Expérience 2</b>	Culture de macrophages et de LT8 prélevés de la rate de la souris (A) + cellules de (B) infectées par le microbe « m »	Pas de cytotoxicité
<b>Expérience 3</b>	Culture de macrophages et de LT4 prélevés de la rate de la souris (A) + cellules de (B) infectées par le microbe « m »	Pas de cytotoxicité
<b>Expérience 4</b>	Culture de LT prélevés de la rate de la souris (A) + cellules de (B) infectées par le microbe « m »	Pas de cytotoxicité

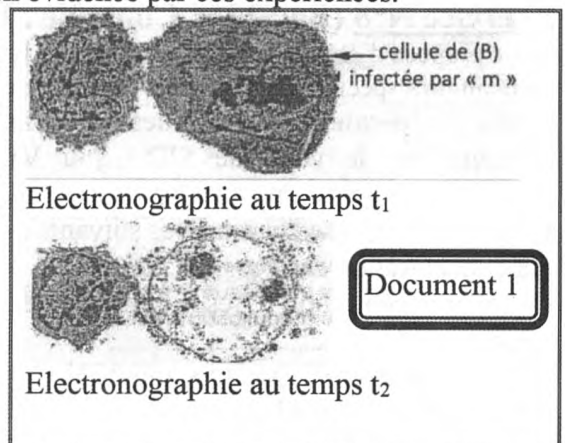
- les conditions nécessaires pour qu'il y ait cytotoxicité.
- La nature de la réponse immunitaire mise en évidence par ces expériences.

Pour expliquer, le mécanisme de la cytotoxicité, on réalise des observations au microscope électronique de prélèvements du liquide de l'expérience à deux temps différents (t<sub>1</sub> puis t<sub>2</sub>). Le document 3 représente les électronographies obtenues montrant l'intervention d'une nouvelle catégorie de lymphocytes.

2) Exploitez les données du document 3 et vos connaissances pour :

- Identifier cette nouvelle catégorie de lymphocytes.
- Expliquer le mécanisme de la cytotoxicité.

Pour déterminer l'origine de cette nouvelle catégorie de lymphocytes, on réalise l'expérience suivante : dans les jours qui suivent l'atteinte infectieuse de la souris (B) par le microbe

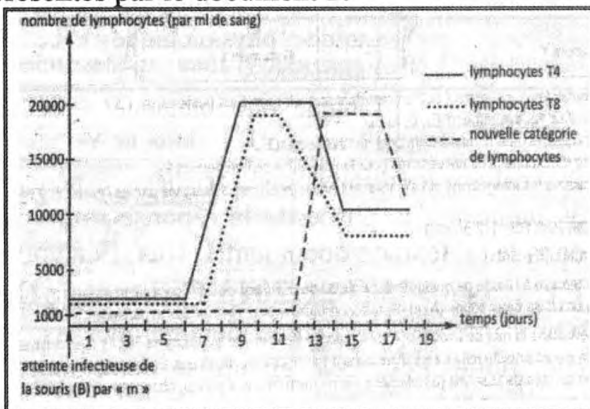


« m », on compte le nombre de lymphocytes impliqués dans la réponse immunitaire dirigée contre ce microbe. Les résultats obtenus sont représentés par le document 2.

3) En vous basant sur les données du document 2 et les informations précédentes

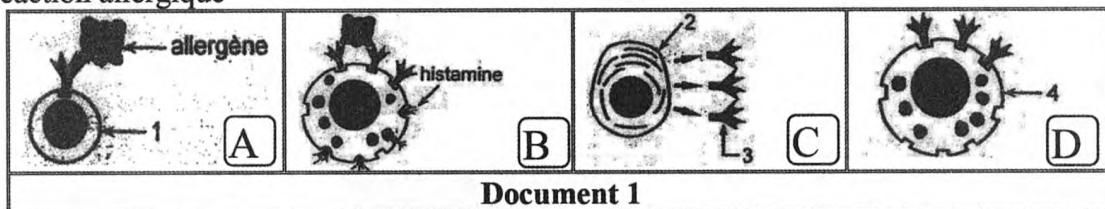
- mettez en relation l'évolution du nombre des différentes catégories de lymphocytes
- déduisez l'origine de la nouvelle catégorie de lymphocytes.

4) En utilisant les informations fournies précédemment et vos connaissances, expliquez par un schéma fonctionnel le déroulement de la réponse immunitaire dans l'intervalle du temps allant du 1<sup>er</sup> au 6<sup>ème</sup> jour du document 2.



**Exercice N°7 (Bac 2014 Principale : Deuxième partie)**

Le document 1 représente dans le désordre quatre étape A, B, C et D du mécanisme d'une réaction allergique



- 1) Complétez la légende du document 1 en reportant sur votre copie les numéros de 1 à 4.
- 2) Etablissez la relation entre la structure de l'élément désigné par le numéro 3 et fonction.
- 3) Mettez les étapes a, b, c et d dans l'ordre chronologique normal du déroulement de la réaction allergique
- 4) En vous basant sur les données fournies par le document 1 et vos connaissances, expliquez le mécanisme de la réaction allergique.

**Exercice N°8 (Bac 2014 Contrôle : Deuxième partie)**

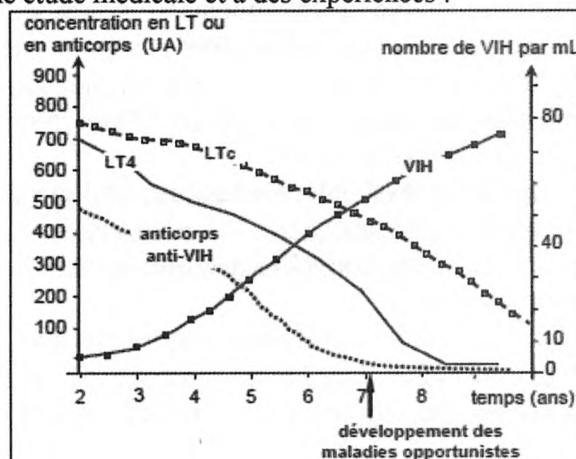
On se propose d'étudier le mode d'action des lymphocytes T4 dans le déroulement des réactions immunitaires spécifiques. Pour cela on se réfère à une étude médicale et à des expériences :

**Etude médicale :** Chez des personnes infectées par le virus de SIDA (ou VIH) depuis au moins deux ans, on suit dans le sang, l'évolution des paramètres suivants :

- la concentration des lymphocytes T4
- la concentration des lymphocytes cytotoxiques
- la concentration d'anticorps anti-VIH
- le nombre de VIH libres.

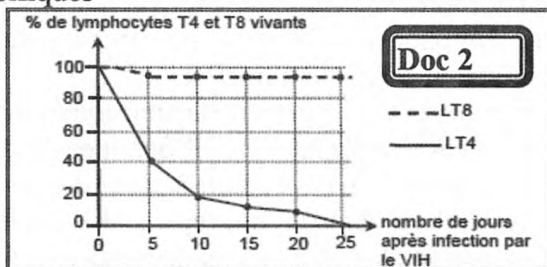
Les résultats obtenus sont portés dans le doc1.

On repère, sur le doc1, le moment de développement des maladies opportunistes



1) Analysez les résultats du document 1 afin de déduire les conséquences de l'infection par le VIH sur l'efficacité des réactions immunitaires spécifiques

**Expérience 1 :** Des lymphocytes T4 et T8 sont mis en culture en présence du VIH. On mesure le pourcentage des lymphocytes vivants en fonction du temps. Les résultats obtenus sont représentés par le document 2.



2) Analysez les courbes du document 2 en vue d'identifier les cellules cibles du VIH.

3) À partir des informations précédentes, proposez une hypothèse sur la condition nécessaire au déroulement des réactions immunitaires spécifiques suite à la pénétration d'un antigène dans l'organisme.

**Expériences 2, 3 et 4 :** On utilise trois souris A, B et C (A et C sont histocompatibles) non immunisées contre un antigène X sur lesquelles on réalise les expériences 2, 3 et 4 puis on dose le taux de gamma globulines dans le sérum de chacune des trois souris.

Le tableau ci-dessous résume les expériences et les résultats obtenus :

	Expérience 2 : Injection de l'antigène X à A souris normale	Expérience 3 : Injection de l'antigène X à B souris thymectomisée	Expérience 4 : Injection de l'antigène X et de LT4 prélevés de la souris A à la souris C thymectomisée
<b>Résultat : production de gamma globulines anti- X</b>	Très importante	Très faible	Très importante

4) Analysez les résultats obtenus en vue de déduire :

- la nature de la réaction immunitaire spécifique développée contre l'antigène X.
- une condition nécessaire au déroulement de cette réponse immunitaire spécifique.

**Expérience 5 :**

-Des lymphocytes T4, prélevés chez un sujet sain, sont activés par un antigène et mis en culture.

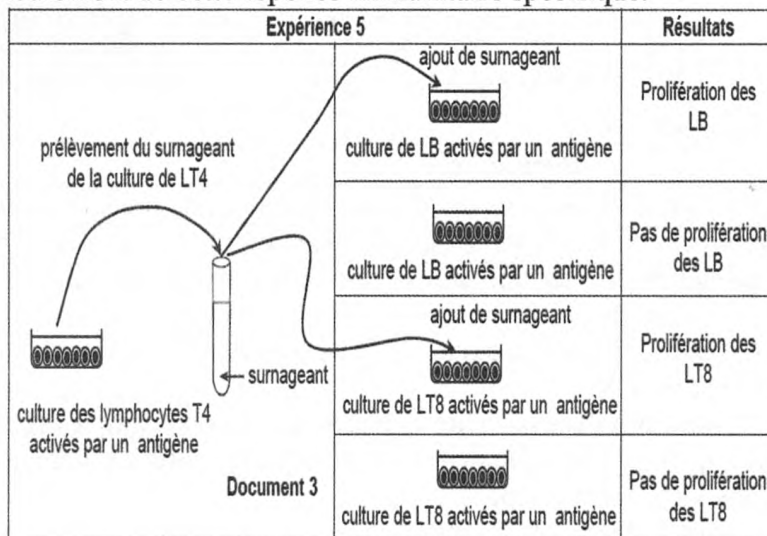
Quelques jours après, on prélève le liquide surnageant de cette culture de LT4.

- Des lymphocytes T8 et des lymphocytes B, prélevés chez un sujet sain, sont activés séparément, par un antigène et cultivés. Certains lymphocytes de ces cultures sont mis en contact avec

le liquide surnageant, d'autres servent de témoin.

L'expérience et les résultats obtenus sont représentés par le document 3.

5) À partir d'une analyse comparée des résultats du document 3 et à l'aide de vos



connaissances, expliquez le mode de communication entre les lymphocytes mis en jeu.

**Expérience 6 :** Un clone de lymphocytes B et un clone de Lymphocytes T8 activé par un antigène sont mis en culture en présence d'interleukine 2(IL2).

On mesure, en fonction de la concentration IL2 :

- le nombre de plasmocyte produit à partir du clone LB.
- le nombre de LTc produits à partir du clone de LT8.

Les résultats obtenus sont représentés par le document 4

6) Analysez les résultats du document 4 afin de préciser l'effet de l'IL2 :

- sur les lymphocytes B activés,
- sur les lymphocytes T8 activés.

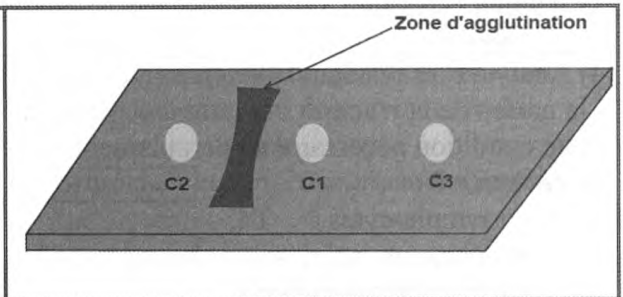
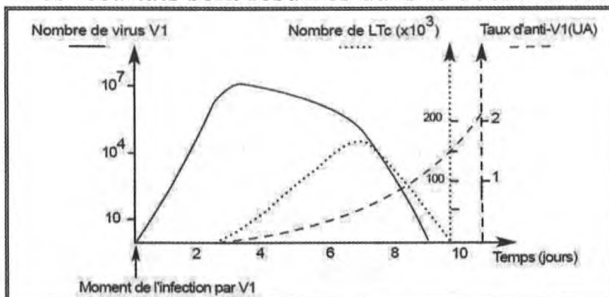
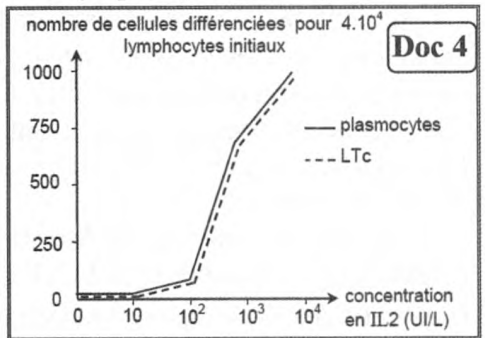
7) À partir des informations précédentes et à l'aide de vos connaissances, réalisez un schéma de synthèse montrant le mode d'action des lymphocytes T4 dans le déroulement des réactions immunitaires spécifiques.

**Exercice N°9 (Bac 2015 Contrôle : Deuxième partie)**

On se propose d'étudier le mécanisme de la réponse immunitaire dirigée contre le virus de la grippe. Pour cela, on réalise les trois expériences suivantes :

**Expérience 1 :** Chez une souris S infectée par une souche V1 du virus de la grippe, on suit, au cours du temps, l'évolution du nombre de lymphocytes T cytotoxiques (LTc) et de virus de la souche V1 ainsi que le taux d'anticorps anti-V1 dans le sang.

Les résultats sont résumés dans le document 1



1) Analysez les résultats du document 1 en vue de préciser la nature de la réponse immunitaire dirigée contre la souche V1 du virus de la grippe.

**Expérience 2 :** Sur une lame de verre recouverte de gélose ayant la particularité de diffuser des substances, on creuse trois cavités c<sub>1</sub>, c<sub>2</sub> et c<sub>3</sub>.

\*/ On introduit dans la cavité c<sub>1</sub> du sérum prélevé de la souris S, 10 jours après son infection par la souche V<sub>1</sub>.

\*/ On introduit dans la cavité c<sub>2</sub> une solution contenant des antigènes de la souche V<sub>1</sub>.

\*/ On introduit dans la cavité c<sub>3</sub> une solution contenant des antigènes d'une autre souche V<sub>2</sub> du même virus de la grippe.

Le résultat obtenu, 24 h après la mise en place des solutions, montre l'apparition d'une zone d'agglutination comme le montre le document 2.

2) Exploitez le résultat du document 2 en vue :

- a- d'expliquer l'apparition de la zone d'agglutination observée entre les cavités c<sub>1</sub> et c<sub>2</sub>.

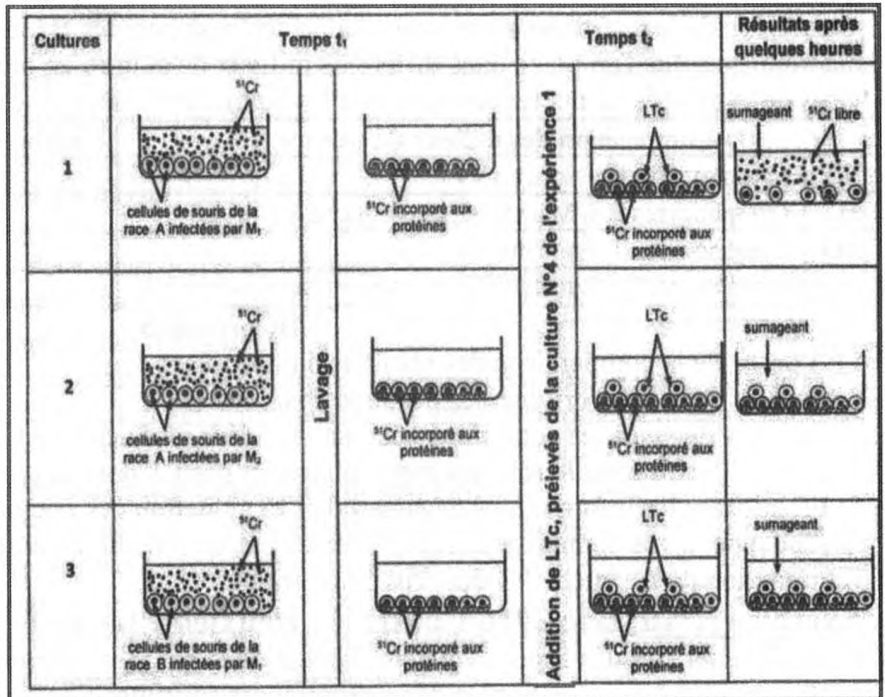


cellules infectées, ayant incorporées le  $^{51}\text{Cr}$ , sont mises, au temps  $t_2$ , en contact avec des LTc prélevés de la culture N°4 de l'expérience 1.

Après quelques heures de mise en culture, un cherche la présence ou l'absence de Chrome libre dans le surnageant. Le document 2 traduit schématiquement le déroulement de l'exp 2 et les résultats correspondants.

a/ Analysez les résultats de l'expérience 2 en vue de :

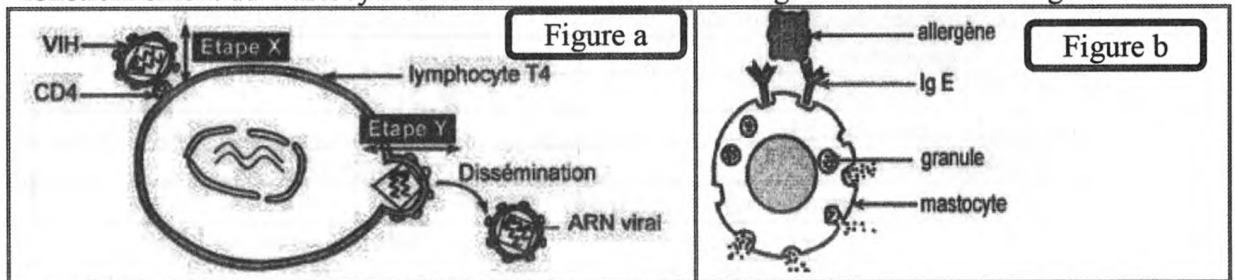
- justifier la présence ou l'absence de Chrome libre dans chaque surnageant.
- dégager la condition d'action des LTc.



b-/A partir des informations dégagées de l'expérience 2 et en faisant appel à vos connaissances, expliquez le mode d'action du LTc.

**Exercice N°11 (Bac 2016 principale : Première partie)**

La figure a illustre le mode d'action du VIH et la figure b illustre le mécanisme du fonctionnement du mastocyte suite à un 2<sup>ème</sup> contact de l'organisme avec un allergène.

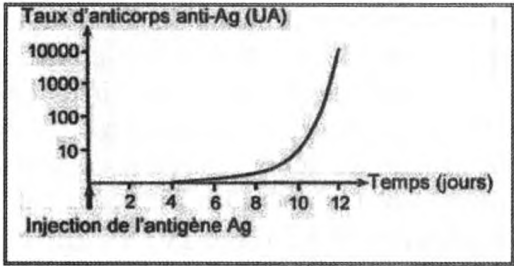


- 1) a- Identifiez les étapes X et Y de la figure a.
  - b- Expliquez les événements qui se produisent au niveau du lymphocyte T4 depuis l'étape X jusqu'à l'étape Y.
  - c- Précisez les conséquences de l'action du VIH sur le système immunitaire
  - d- Justifiez pourquoi les lymphocytes T8 ne sont pas des cellules cibles du VIH.
- 2) a- Expliquez le mécanisme du fonctionnement du mastocyte illustré par le figure b.
  - b- Précisez les conséquences du fonctionnement du mastocyte sur l'organisme.

**Exercice N°11 (Bac 2017 Contrôle : Deuxième partie)**

On s'intéresse à l'étude du mécanisme aboutissant à la production d'anticorps dirigés contre un antigène Ag. Pour cela, on réalise les expériences suivantes :

**Expérience 1 :** On injecte, à une souris, un antigène Ag et on suit l'évolution du taux plasmatique d'anticorps anti-Ag. Le tracé du document ci-contre représente le résultat obtenu.



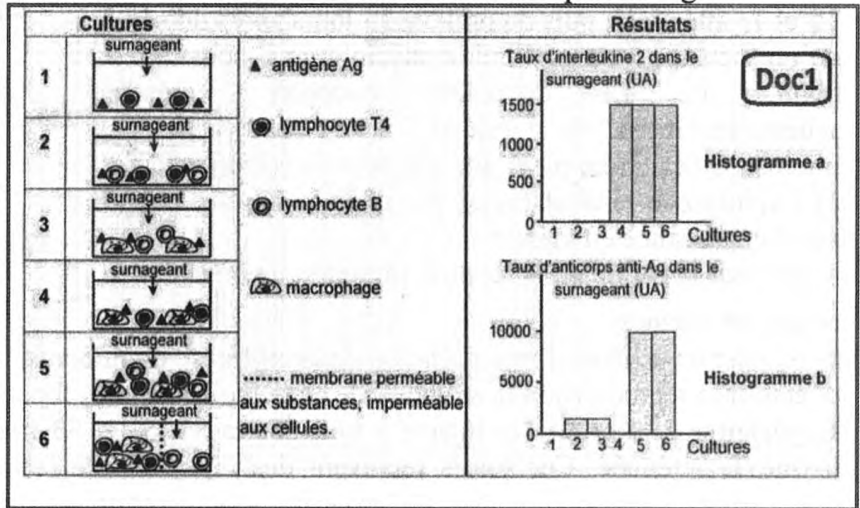
1) Exploitez le résultat obtenu en vue de déduire la nature de la réaction immunitaire développée contre l'antigène Ag.

**Expérience 2 :** On réalise, en présence de l'antigène Ag, des cultures de cellules immunitaires prélevées de la rate d'une souris S non immunisée contre l'antigène Ag. Puis, on dose dans le surnageant de chaque culture le taux d'interleukine 2 et le taux d'anticorps anti-Ag.

Le document 1 représente la composition des cultures et des résultats obtenus.

2) Exploitez les résultats du doc1 en vue de préciser :

- a- l'origine de l'interleukine 2.
- b- les cellules à l'origine des anticorps anti-Ag
- c- la condition d'une production importante d'anticorps anti-Ag.
- d- un mode de communication entre les cellules immunitaires

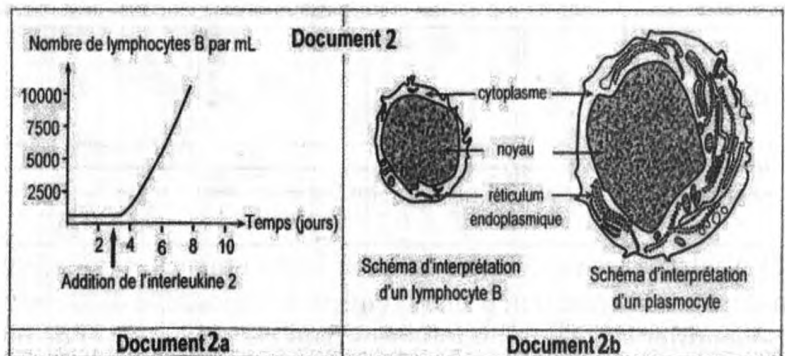


3) On réalise une culture comparable à la culture 4 (doc1), mais avec des macrophages dont les protéines du CMH ont été dégradées. On obtient un résultat analogue à celui de la culture 1. Exploitez cette donnée et vos connaissances en vue d'expliquer le mécanisme du fonctionnement des lymphocytes T4

**Expérience 3 :** On réalise, en présence de l'antigène Ag, une culture de lymphocytes B prélevés de la rate de la souris S. puis,

\*/ on suit l'évolution du nombre de lymphocytes B en fonction du temps avant et après addition de l'interleukine 2.

\*/ on réalise, six jours après l'addition de l'interleukine 2, l'observation au microscope électronique de cellules prélevées de cette culture. Cette observation révèle la présence de lymphocyte B et de plasmocytes. Le document 2 représente les résultats obtenus.



4) a- Analysez le graphe du document 2a

b- Comparez la structure du plasmocyte à celle du lymphocyte B à partir du doc 4b

c- Déduisez les effets de l'interleukine 2.

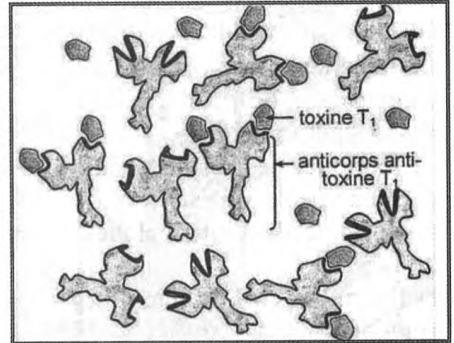
5) A partir des informations tirées de l'expérience 3 et de la culture 6 de l'expérience 2, établissez la relation entre la structure du plasmocyte et sa fonction.

6) Intégrez les informations tirées précédemment et vos connaissances pour expliquer le mécanisme aboutissant à la production d'anticorps anti-Ag, suite à l'injection de l'antigène Ag.

**Exercice N°13 (Bac 2018 Contrôle : Deuxième partie)**

On se propose d'étudier certains aspects de la réponse immunitaire spécifique. Pour cela, on réalise les expériences suivantes :

**Expérience 1 :** On injecte à une souris  $S_0$  trois toxines  $T_1$ ,  $T_2$  et  $T_3$  atténuées, puis on prélève 15 jours après du sérum qu'on mélange avec un liquide physiologique contenant la toxine  $T_1$ . Le document ci-contre représente schématiquement le résultat de l'observation au microscope électronique d'une goutte prélevée du mélange



1) Exploitez le résultat fourni par ce document et utilisez vos connaissances en vue de :

a- préciser la nature de la réponse immunitaire développée

contre les toxines.

b- réaliser un schéma d'interprétation de la molécule d'anticorps.

c- établir la relation entre la structure de cette molécule et sa fonction

**Expérience 2, 3 et 4 :** On injecte à trois souris  $S_1$ ,  $S_2$  et  $S_3$  irradiées et thymectomisées la toxine  $T_1$  atténuée. Ces souris reçoivent des injections de cellules immunitaires prélevées d'une souris  $S$  histocompatible. Les expériences et les résultats sont présentés par le **doc 1**

Doc 1	2	3	4
	Injection à $S_1$ de cellules prélevées du thymus de $S$	Injection à $S_2$ de cellules prélevées de la moelle osseuse de $S$	Injection à $S_3$ de cellules prélevées du thymus et de cellules prélevées de la moelle osseuse de $S$
	Après 15 jours, on mélange dans un liquide physiologique :		
	Sérum de $S_1$ + toxine $T_1$	Sérum de $S_2$ + toxine $T_1$	Sérum de $S_3$ + toxine $T_1$
On réalise l'observation au microscope électronique d'une goutte du mélange			
Résultats (Schémas des molécules observées)			

2) Analysez les résultats fournis par le document 1 et utilisez vos connaissances en vue de :

a- dégager la condition d'une production importante d'anticorps anti-toxine  $T_1$

b- identifier les cellules impliquées dans cette réaction et de préciser l'origine et le lieu de maturation de chacune de ces cellules.

## Thème 1 : Chapitre 1 : la fonction reproductrice chez l'homme

## I/ OSM

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
a, c, d	c, d	b	a, c	a	a, c	a	b	b, d	a, c	b, c	c	a	b, c

## II/ Restitution des connaissances

## Exercice N°1

- A/1) 1 : cellule de Leydig ; 2 : cellule de Sertoli ; 3 : spermatogonie ; 4 : spermatocyte I  
5 : spermatocyte II ; 6 : spermatozoïde ; 7 : spermatide.
- 2) Les rôles de la cellule de Sertoli se manifestent surtout dans la nutrition des cellules germinales, le soutien du tube séminifère, la participation à la formation des spermatozoïdes etc..
- 3) La destruction totale des cellules de Leydig provoque la disparition de la fonction endocrine testiculaire. Ces cellules produisent une hormone sexuelle mâle appelée testostérone. Cette hormone libérée dans le sang, détermine, à partir de la puberté, l'apparition et le maintien des caractères sexuels secondaires.
- 4) Les cellules de Sertoli sont des cellules somatiques à 2n chromosomes simples, donc la quantité d'ADN = 7,3 pg correspond à 2n chromosomes simples  
 $\&$  2n chromosomes entiers correspondent à  $7,3 * 2 = 14,6$  pg d'ADN par contre n chromosomes simples correspondent à  $7,3 / 2 = 3,65$  pg d'ADN et enfin n chromosomes entiers correspondent à  $3,65 * 2 = 7,3$  pg d'ADN

	Cellules ont une quantité d'ADN = 7,3 pg	Cellules ont une quantité d'ADN $\neq$ 7,3 pg
2n chromosomes entiers $\Leftrightarrow$ 14,6pg		Spermatocyte I
2n chromosomes simples $\Leftrightarrow$ 7,3pg	Cellule de Leydig	
n chromosomes entiers $\Leftrightarrow$ 7,3pg	Spermatocyte II	
n chromosomes simples $\Leftrightarrow$ 3,65pg		Spermatide, Spermatozoïde

- B/ 1) 1 : flagelle ; 2 : membrane cytoplasmique ; 3 : mitochondrie ; 4 : centriole ; 5 : noyau ; 6 : acrosome ; 7 : pièce intermédiaire ; 8 : tête.
- 2) la formation du spermatozoïde ou spermatogénèse se fait au niveau des tubes séminifères du testicule

3) voir résumé

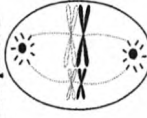
## Exercice N°2

- 1) La spermatogénèse représente l'ensemble des phases au cours desquelles se fait la formation des spermatozoïdes « gamètes mâles haploïdes » à partir de cellules souches (les spermatogonies). Elle se déroule dans la paroi des tubes séminifères à l'intérieur des testicules.
- 2) A ; la multiplication (les spermatogonies se multiplient par mitose simple.  
 B : L'accroissement : le cytoplasme des spermatogonies augmente de volume.  
 C : la maturation ; qui comprend les deux divisions de la méiose (D.R puis D.E)  
 D : la différenciation ; les spermatides se transforment en spermatozoïdes.

3) a)

c) anaphase I (séparation des chromosomes homologues, n chromatides dans chaque pôle)	b : anaphase (séparation des chromatides sœurs, 2n chromatides dans chaque pôle)	a : anaphase II (séparation des chromosomes homologues, n chromatides dans chaque pôle)
---	--	---

- b) Ordre chronologique : b  $\rightarrow$  c  $\rightarrow$  a.  
 c) méta phase I



## Exercice N°3

A/1) La formule chromosomique de cette espèce est  $2n = 4$

2) L'étape de la spermatogénèse illustrée par les figures est la maturation

$\Rightarrow$  Justification : la photo b représente quatre bivalents ou quatre tétrades dans lesquels on distingue quatre chromatides entremêlés. Cette photo représente une prophase de première division de méiose

$\Rightarrow$  Justification : sur la photo c, on observe deux groupes de chromosomes à une chromatide chacun. Chacun de ces deux groupes constitue un lot haploïde de chromosomes puisqu'il contient un seul exemplaire de chaque chromosome. Cette photo représente une télophase de deuxième division de méiose.

- 3) b, d, a, c.  
 4)

	Photo a	Photo b	Photo c	Photo d
Nom de la cellule germinale	Spermatocyte II	Spermatocyte I	Spermatocyte II	Spermatocyte I
Type de division cellulaire	Méiose (DE)	Méiose (DR)	Méiose (DE)	Méiose (DR)
Phase de division	Anaphase II	Prophase I	Télophase II	Anaphase I
Nombre et état des chromosomes	n chromosomes simples	2n chromosomes dupliqués	n chromosomes simples	n chromosomes dupliqués
5) Type de division est la mitose, l'étape est la multiplication, le lieu de déroulement est le tube séminifère.				
B/ 1) 1 = spermatozoïde ; 2 = spermatide ; 3 = spermatocyte II ; 4 = spermatocyte I ; 5 = spermatogonie				

2) On vous conseille de traiter ce genre de question dans un tableau

Correspondance	Cellule A $\Rightarrow$ l'élément 3	Cellule B $\Rightarrow$ l'élément 2	Cellule C $\Rightarrow$ l'élément 4
Justification	La cellule est à $n = 4$ chr entiers placés en équatoriale c'est un spermatozoïde II en M II	La cellule est à $n = 4$ chr simple donc c'est une spermatide	La cellule est à $2n = 8$ chr entiers placés en plaque équatoriale associés en bivalents Spermatozoïde I en MI

3) Ordre chronologique : C  $\Rightarrow$  A  $\Rightarrow$  B

4) Rôles physiologiques :

Cellule de Sertoli : Activation de la spermatogénèse par l'ABP ; RC(-) sur la sécrétion de FSH

Rôle nourricier

Cellule de Leydig : Activation de la spermatogénèse par la testostérone ; RC(-) sur la sécrétion de LH et de GnRH par la testostérone ; Apparition et maintien des CSS.

**III/ Mobilisation des connaissances**

**Exercice N°1**

- 1) 1- Capillaires sanguins ; 2- cellules de Leydig ; 3- spermatogonie ; 4- spermatocyte I ; 5- spermatocyte II ; 6- cellule de Sertoli ; 7- spermatide ; 8- spermatozoïde

	Sujet 1	Sujet 2	Sujet 3
<b>Points communs</b>	* / Tissu interstitiel intact. * / Présence de cellules de Sertoli. * / Présence des spermatogonies.		
<b>Points différents</b>	* / Présence des cellules germinales seulement (spermatogonies) ⇒ <b>Sujet impubère</b>	* / Spermatogénèse achevée (terminée) car il y a des SPZ dans la lumière des tubes séminifères. ⇒ <b>Sujet normal</b>	* / Présence des cellules germinales jusqu'au stade spermatide (spermatogénèse déclenchée mais inachevée) ⇒ <b>Sujet stérile</b>

- 3) a) Expérience 1 : l'injection de la testostérone rétablit la production des SPZ et sujet 3 devient fertile.

**Expérience 2 :** les injections de la LH, la FSH et la Gn-RH n'ont aucun effet sur la stérilité du sujet 3 (ne corrigent pas l'anomalie de la stérilité chez ce patient (0.25).

De l'analyse des expériences précédentes on peut dire que la stérilité chez le sujet 3 est liée à une anomalie qui touche les cellules de Leydig sécrétrices de la testostérone :

- b) **Hypothèse 1 :** dysfonctionnement des cellules de Leydig.

**Hypothèse 2 :** absence de récepteurs membranaires pour la LH sur les cellules de Leydig.

**Exercice N°2**

- 1) Avant la castration (T<sub>0</sub> à T<sub>1</sub>), le taux de LH est constante à environ 5 UA

Après castration (T<sub>1</sub> à T<sub>2</sub>), le taux de LH augmente progressivement jusqu'à atteindre 13UA à T<sub>2</sub>

**Conclusion :** les testicules freinent la sécrétion de LH ; c'est un rétrocontrôle négatif

Les injections de faibles doses de testostérone, après T<sub>2</sub>, sont d'abord suivies d'une diminution du taux de LH jusqu'à 10UA puis d'une augmentation de ce taux jusqu'à atteindre 16UA à T<sub>3</sub>.

**Conclusion :** les testicules exercent un rétrocontrôle négatif sur la sécrétion de LH par la voie sanguine et par l'intermédiaire de la testostérone

Les injections de fortes doses de testostérone, après T<sub>2</sub>, sont d'abord suivies d'une diminution du taux de LH de 16UA jusqu'à 1UA puis d'une stabilisation de son taux jusqu'à T<sub>4</sub>.

**Conclusion :** le rétrocontrôle négatif s'accroît lorsque la concentration plasmatique de testostérone augmente.

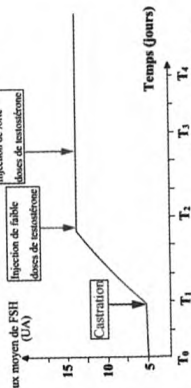
2) Le rétrocontrôle négatif sur la sécrétion de LH assure la stabilité du taux sanguin de la testostérone. En effet :

- En cas d'élévation du taux de testostérone par rapport à la normale ⇒ accentuation de RC- sur le complexe H-H ⇒ diminution de la sécrétion de LH ⇒ diminution de la stimulation des cellules de Leydig sécréteur de testostérone ⇒ diminution de la sécrétion de testostérone ⇒ correction de l'élévation

**- 180 -**  
**CORRECTION DES EXERCICES**

En cas de diminution du taux de testostérone par rapport à la normale ⇒ levée de freinage (levée de l'inhibition ou du RC-) sur le complexe H-H ⇒ augmentation de la sécrétion de LH ⇒ augmentation de la stimulation des cellules de Leydig sécréteur de testostérone ⇒ augmentation de la sécrétion de testostérone ⇒ correction de la baisse.

- 3) Le testicule freine la sécrétion de FSH par l'inhibine, donc la testostérone n'a normalement pas d'effet sur la sécrétion de FSH



4) **Des traitements hormonaux seront proposés à cette personne pour corriger ces troubles**  
 Pour restaurer seulement les caractères sexuels secondaires on effectuera des injections régulières et convenablement dosées de LH. La LH agit spécifiquement sur les cellules de Leydig qui sécrètent la testostérone nécessaire au développement des caractères sexuels secondaires. Des injections de testostérone auront le même effet que les injections de LH.

Pour corriger à la fois la stérilité et la régression des caractères sexuels secondaires, on fera des injections simultanées de FSH et LH ou de FSH et de testostérone.

La FSH stimule spécifiquement les cellules de Sertoli. Ces dernières libèrent une protéine de liaison qui permet à la testostérone d'activer la spermatogénèse.

**Exercice N°3**

- 1) Avant la castration, le taux de LH est constant à environ 5 UA

Après castration, le taux de LH augmente progressivement jusqu'à atteindre 16UA

**Conclusion :** les testicules freinent la sécrétion de LH ; c'est un rétrocontrôle négatif

L'injection de H<sub>1</sub>, n'a aucun effet sur la sécrétion de LH par contre l'injection de H<sub>2</sub> est suivie d'une diminution du taux de LH jusqu'à 1 UA

**Conclusion :** H<sub>2</sub> = testostérone. Cette hormone exerce un rétrocontrôle négatif sur la sécrétion de LH

Avant la castration, le taux de FSH est constant à environ 5 UA

Après castration, le taux de FSH augmente progressivement jusqu'à atteindre 16UA

**Conclusion :** les testicules freinent la sécrétion de FSH ; c'est un rétrocontrôle négatif

L'injection de H<sub>1</sub>, est suivie d'une diminution du taux de FSH jusqu'à 1 UA

**Conclusion :** H<sub>1</sub> = inhibine. Cette hormone exerce un rétrocontrôle négatif sur la sécrétion de FSH.

2) Le testicule exerce un RC- sur le complexe H-H par l'intermédiaire de deux hormones testiculaires :

\* / La testostérone exerce un RC- sur le complexe H-H en freinant la sécrétion de GnRH et LH

\* / L'inhibine exerce un RC- sur l'hypophyse en freinant la sécrétion de FSH

**Exercice N°4**

**Expérience a :**

1. Analyse d'un tableau

Le tableau représente la variation de la masse de vésicules séminales avant et après castration.

- Avant castration : le poids des vésicules séminales est égales 2,575g

♣ C'est la masse normale des vésicules séminales

- Après la castration, et avant l'injection de testostérone, le poids des vésicules séminales ont subi une chute de  $(2,575 - ((0,35 + 0,67)/2) \cdot 2,575) * 100 = 80,19\%$
- Après la castration, et après l'injection de la testostérone, le poids des vésicules séminales a subi une augmentation de 56,72%

♣ Les testicules sont responsables au développement des caractères sexuels par intermédiaire d'une hormone sexuelle mâle : la testostérone.

2. La testostérone est une hormone.

Justification : La testostérone est une substance chimique sécrétée par les cellules de Leydig transportée par le sang et agit à faible dose sur des cellules ayant des récepteurs spécifiques (exemple les cellules de vésicules séminales). La fixation de testostérone sur le récepteur modifie l'activité de la cellule cible (augmentation du poids des vésicules séminales)

**Expérience b :**

3) Pour LH : la courbe comporte 5 pulses oscille entre 2ng/ml et 2,5ng/ml et de fréquence un pulse pendant 5h.

⇒ La sécrétion de LH est pulsatile et la valeur normale est autour de 2,25ng/ml/5h

Pour la testostérone : la courbe comporte aussi 5 pulses oscille entre 600ng/ml et 800ng/ml et de fréquence un pulse pendant 5h.

⇒ La sécrétion de testostérone est pulsatile et la valeur normale est autour de 700ng/ml/5h.

**Conclusion**

La sécrétion de ces deux hormones est pulsatiles et de même fréquence de plus les pulses de LH arrivent avant les pulses de testostérone donc LH contrôle la sécrétion de testostérone.

**Expérience c :**

4) Avant la castration : la courbe de sécrétion de LH est pulsatile, elle renferme 4 pulse de 4ng/ml pendant 8 heures, donc de fréquence un pulse pendant 2h

⇒ La sécrétion de LH est pulsatile et la valeur normale est autour de 4ng/ml/2h

Après la castration : la courbe de sécrétion de LH heures est pulsatile, elle renferme 9 pulse de 16.5ng/ml, donc de fréquence un pulse pendant 1h

⇒ La castration provoque l'augmentation de sécrétion de LH (fréquence et quantité). Ce qui montre que les testicules en place freinent la sécrétion de LH. Il s'agit d'un RC.

**Expérience d :**

5) Analyse :

Avant l'injection de la testostérone : la courbe de LH est presque constante et égale 10 $\mu$ l/ml/1.

⇒ C'est la valeur normale de LH.

Après l'injection de la testostérone : la courbe de LH représente une chute pendant une heure en passant de 10 $\mu$ l/ml à 5 $\mu$ l/ml/1, puis elle reste constante jusque la fin de l'expérience.

⇒ La testostérone injectée a freiné la sécrétion de LH.

**Déduction :** les testicules exercent un rétrocontrôle négatif sur l'hypophyse par l'intermédiaire de la testostérone, en freinant la sécrétion de LH.

**Expérience e :**

6) Analyse :

Avant l'injection de testostérone : le nombre de spermatozoïde par éjaculat est de l'ordre de 7510<sup>6</sup> /ml

## CORRECTION DES EXERCICES

⇒ C'est le nombre normal de spermatozoïde par éjaculat

Après l'injection de testostérone : le nombre de spermatozoïde par éjaculat s'abaisse à une valeur voisine de 10<sup>6</sup> /ml pendant deux mois après le début des injections de testostérone, puis cette valeur reste faible et presque constante jusqu'à la fin de l'expérience.

⇒ La testostérone injectée a freiné la production de spermatozoïde

**Conclusion :**

Cette diminution du nombre de spermatozoïdes étant parallèle à la chute observée concernant la concentration plasmatique en LH, on peut penser que la chute de la production de spermatozoïdes est causée par la diminution de concentration de LH car un taux élevé de la testostérone exerce un rétrocontrôle négatif sur le complexe hypothalamo-hypophysaire en freinant la sécrétion de LH et Gn-RH.

**Exercice N°5**

1. a) Comparaison :

Les 3 sujets présentent une sécrétion pulsatile en testostérone.

Pour le sujet C : la sécrétion de testostérone est comprise entre 400 et 600ng/ml ⇒ c'est le taux normal  
Pour le sujet A : la sécrétion de testostérone est comprise entre 200 et 300ng/ml ⇒ Il y a une diminution de la sécrétion de la testostérone

Pour le sujet B : la sécrétion de testostérone est inférieur a 50ng/ml ⇒ Il y a une chute de sécrétion de la testostérone

b) Hypothèse 1 : dysfonctionnement au niveau des cellules de Leydig ⇒ Faible sécrétion de testostérone

Hypothèse 2 : dysfonctionnement au niveau des cellules hypophysaires ⇒ Faible sécrétion de LH

Hypothèse 3 : dysfonctionnement au niveau de l'hypothalamus ⇒ Faible sécrétion de Gn-RH

c) Réaliser des dosages des hormones mises en jeu : on cherche les taux plasmatiques des hormones

2) a) Chez A, la sécrétion de LH est très faible par rapport au sujet normal C, donc les troubles de ce sujet résulteraient d'une faible stimulation des cellules de Leydig par l'hypophyse. On remarque malgré un taux très faible de LH, les cellules de Leydig ont une bonne réponse, puisque le taux de testostérone chez A est nettement plus élevé que celui de B. (malgré une forte concentration de LH chez B) ⇒ Les hypothèses 2 et 3 sont valables

Chez le sujet B, la sécrétion de LH est plus importante par rapport au sujet normal C et avec une fréquence plus importante. Le problème de B n'est pas dû à un dysfonctionnement du complexe hypothalamo-hypophysaire, mais plutôt à un dysfonctionnement au niveau des cellules de Leydig. ⇒ L'hypothèse 1 est valable

b) Pour sujet A : injections régulières de LH ou de testostérone

Pour sujet B : injection régulières de testostérone

**Exercice N°6**

En absence d'hypophyse, les cellules germinales sont limitées aux spermatogonies. Les cellules de Sertoli sont de tailles réduites. Les cellules de Leydig sont peu nombreuses. Suite à l'injection de FSH, les cellules germinales sont activées et les cellules de Sertoli sont développées. Alors que suite à l'injection de LH, les cellules de Leydig sont activées.

\* / l'hypophyse contrôle de développement du testicule par l'intermédiaire d'hormones.

\* / les cellules de Sertoli et les cellules germinales sont la cible de la FSH

2) a) **Exploitation :** doc 3 : la castration entraine une augmentation des taux de FSH et de LH.

Doc 4 : l'injection des extraits testiculaires pendant P<sub>1</sub> est suivie d'une diminution de la sécrétion des gonadostimulines : FSH et LH

L'injection de la testostérone pendant P<sub>2</sub> montre que le taux de LH contenue à diminuer alors que celui de la FSH augmente.

**Action de la testostérone :** Dans les conditions physiologique normales, les testicules agissent sur l'hypophyse en freinant son activité (Expérience 2).

La testostérone agit sur l'hypophyse en inhibant la sécrétion de LH mais elle est sans effet sur la sécrétion de FSH. (Expérience 3)

b) l'injection des extraits testiculaires pendant P<sub>1</sub> est suivie d'une diminution de la sécrétion des gonadostimulines FSH et LH. Ces extraits renfermeraient en plus de la testostérone, une autre hormone qui freine la sécrétion de la FSH.

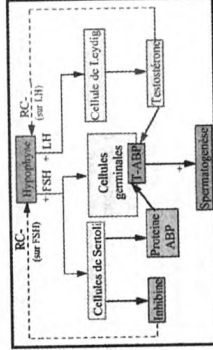
3) a) Analyse des traces et identification

Evolution de la spermatogénèse	Evolution du taux d'ABP au cours du temps
Le % de la spermatogénèse est de 80% avant l'injection de X. suite à l'injection de X, le % reste d'abord constant puis diminue pour atteindre 48% environ.	Avant l'injection de X, le taux de l'ABP est de 40%. Suite à l'injection de X, le % reste le même puis diminue et atteint 20UA.

L'injection de X agit sur la spermatogénèse par un mécanisme de RC (-) exercée sur les cellules à FSH ⇒ il s'agit de l'inhibine.

b) L'explication avancée précédemment est validée, les extraits testiculaires renferment de l'inhibine dont la cible sont les cellules à FSH.

3) schéma fonctionnel montrant les interactions existant entre hypophyse et testicule. (voir schéma ci-contre)



**Exercice N°7 (bac 1995 modifié)**

1) La lésion de l'hypophyse a entraîné les troubles suivants : une stérilité qui s'explique par l'atrophie des tubes séminifères qui ne produisent plus de spermatozoïdes (observations 1 et 2).

Une régression de certains caractères sexuels secondaires qui s'explique par la régression des cellules de Leydig avec une baisse notable de leur hormone masculinisante, la testostérone (Observations 1 et 3).

**Conclusion :** dans les conditions normales, l'hypophyse contrôle par ses gonadostimulines (FSH et LH) : l'activité exocrine du testicule en stimulant les tubes séminifères où se déroule la spermatogénèse.

L'activité endocrine du testicule en stimulant la production de testostérone par les cellules de Leydig. La testostérone maintient les caractères sexuels secondaires et active la spermatogénèse (elle assure ainsi la fertilité).

2) Des traitements hormonaux seront proposés à cette personne pour corriger ces troubles a) Pour restaurer seulement les caractères sexuels secondaires on effectuera des injections régulières et convenablement dosées de LH. La LH agit spécifiquement sur les cellules de Leydig qui sécrètent la testostérone nécessaire au développement des caractères sexuels secondaires.

Des injections de testostérone auront le même effet que les injections de LH.

b) Pour corriger à la fois la stérilité et la régression des caractères sexuels secondaires, on fera des injections simultanées de FSH et LH ou de FSH et de testostérone.

La FSH stimule spécifiquement les cellules de Sertoli. Ces dernières libèrent une protéine de liaison qui permet à la testostérone d'activer la spermatogénèse.

**IV/ Exercices du bac tunisien**

**Exercice N°1 (bac 2000 Contrôle : Deuxième partie)**

1) a) 1- cellules de Leydig ou cellule interstitielles ; 2- cellule de Sertoli ; 3- spermatogonie ; 4- spermatide ; 5- spermatozocyte II ; 6- spermatozoïde.

b) Il s'agit de la spermatogénèse (Schéma d'ensemble du déroulement de la spermatogénèse)

2) a) Expériences proposées :

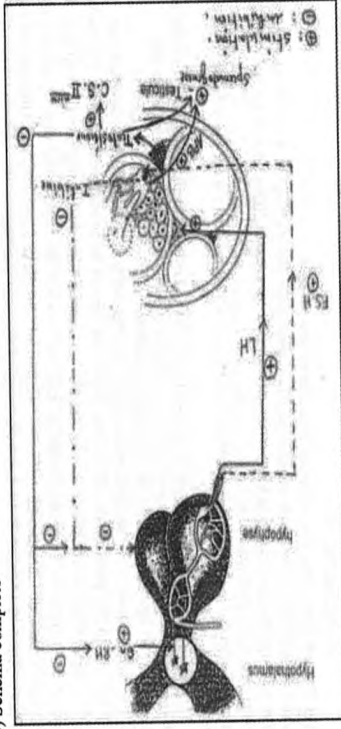
La destruction sélective des cellules de Leydig d'un animal pubère entraîne la régression des CSS.

Le greffe des cellules de Leydig ou l'injection d'extrait de ces mêmes cellules à cet animal entraîne la restauration des CSS.

b) Si la testostérone est constamment dégradée et que sa concentration reste constante chez l'adulte, cela impliquerait l'existence d'un mécanisme régulateur de sa sécrétion.

La dégradation de la testostérone fait atténuer le rétrocontrôle négatif exercé sur le complexe H-H ; les pulses de Gn-RH stimule la sécrétion des gonadostimulines et notamment la LH qui agit sur les cellules de Leydig où la sécrétion de la testostérone avec concentration constante.

3) Schéma complété



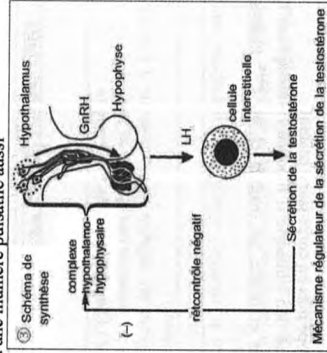
**Exercice N°2 (Bac 2005 Contrôle)**

1) Analyse des traces 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 GnRH du tracé a.

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

- Le fonctionnement de l'hypophyse est sous la commande directe de l'hypothalamus :
- Les neurones de la zone 1 de l'hypothalamus secrètent la GnRH d'une manière pulsatile aussi.



**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 N°2 (Bac 2007 Contrôle : Deuxième partie)

	Analyse	Déduction
a	L'absence de liens anatomiques entre l'hypothalamus et l'hypophyse entraîne l'arrêt de sécrétion des gonadostimulines	Le fonctionnement de l'hypophyse nécessite une relation anatomique avec l'hypothalamus.
b	L'absence de communication sanguine, par la tige pituitaire, entre l'hypothalamus et l'hypophyse entraîne l'arrêt de sécrétion des gonadostimulines	L'hypothalamus commande l'activité hypophysaire par la voie sanguine à travers la tige de l'hypophyse

2)

Exp	Analyse	Déduction
c	Isolée de l'hypothalamus et placée dans un milieu nutritif, l'hypophyse ne sécrète pas les gonadostimulines	La sécrétion de gonadostimulines par l'hypophyse nécessite une commande par une substance chimique hypothalamique (neurohormone ou GnRH)
d	L'hypophyse, cultivée en présence d'extraits hypothalamiques provenant d'un rat normal, sécrète des gonadostimulines	
e	L'hypophyse, cultivée en présence d'extraits hypothalamiques provenant d'un rat castré, sécrète d'importantes doses de gonadostimulines	Le testicule (la testostérone) exerce un RC sur l'activité du complexe hypothalamo-hypophysaire (complexe H-H) :
f	L'addition d'extraits hypothalamiques	Taux faible ou absence de testostérone ⇒ hyperactivité du complexe H-H (levée de

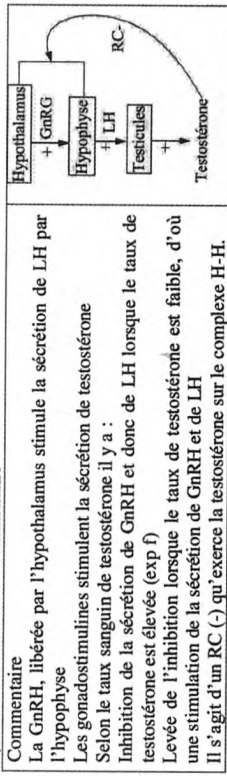
L'étoile

### CORRECTION DES EXERCICES

provenant d'un rat normal soumis à une injection d'une forte dose de testostérone, diminue considérablement la sécrétion de gonadostimulines

l'inhibition)  
Taux élevé de testostérone ⇒ inhibition de l'activité du complexe H-H.

3) schéma fonctionnel et commentaire



### Exercice N°3 (Bac 2014 Principale : Deuxième partie)

1) a)	Document 2a	Document 2b
Cellules de Leydig	Nombreuses ou développées	Peu nombreuses ou atrophiées
Cellules de Sertoli	Développées	Atrophiées
Cellules germinales	Toutes les catégories sont présentes	Seules les spermatogonies sont présentes
Spermatozoïdes	Présents	Absents

b) Chez le garçon pubère normal, on remarque que la sécrétion de la testostérone est pulsatile et de concentration entre 300 et 600 ng/ dl ; par contre les garçons X et Y, la sécrétion de la testostérone est très faible

c) Chez les garçons X et Y, les cellules de Leydig peu nombreuses et atrophiées sécrètent un taux très faible de testostérone

d) Cause 1 : anomalie au niveau des testicules : testostérone

Cause 2 : anomalie au niveau de l'hypophyse : LH et FSH

Cause 3 : anomalie au niveau de l'hypothalamus : Gn-RH

### 2) Exploitation

\*/ Les résultats de dosages des LH et de FSH chez les trois garçons montrent des taux faibles de gonadostimulines chez X et Y par rapport à ceux observés chez le garçon normal  
\*/ Les injections de HCG corrigent les troubles de la sécrétion de testostérone chez les deux garçons X et Y mais n'ont aucun effet sur la paroi du tube séminifère.

\*/ Les injections d'un mélange de HCG et de FSH aux garçons X et Y corrigent les troubles de sécrétion de testostérone et assurent le rétablissement de l'aspect testiculaire normal

### a) Explication

\*/ La LH stimule les cellules de Leydig qui se développent et sécrètent la testostérone  
\*/ La FSH stimule les cellules de Sertoli qui se développent et sécrètent l'ABP indispensable à la réception de la testostérone par les cellules germinales, ce qui active la spermatogénèse

b) les causes 2 (hypophyse) et 3 (hypothalamus) sont à retenir

3) a) Analyse

L'étoile

Justification	Figure b ⇒ coupe de l'utérus à la phase post menstruelle Lumière réduite Endomètre peu développé Glandes en tube peu profondes Absence de dentelle	Figure a ⇒ coupe de l'utérus à la phase prémenstruelle Lumière large Endomètre plus développé Glandes en tube sinusoïdes Présence de dentelle
---------------	--	---

6.

Substances chimiques	Organes ou cellules cibles	Action
Oestrogènes (hormone)	1/ endomètre 2/ myomètre 3/ col de l'utérus	1/ Favorisent l'épaississement de l'endomètre 1'/ Assurent la formation des glandes en tube 1''/ Sensibilisent les cellules de l'endomètre à l'action de la progestérone. 2/ Favorisent les contractions 3/ Favorisent la sécrétion d'une glaire perméable aux spermatozoïdes
Progestérone (hormone)	1/ Endomètre 2/ Myomètre 3/ Col de l'utérus	1/ Assurent la formation de la dentelle utérine. 1'/ Stimule la sécrétion de mucus et de glycogène par les glandes en tube. 2/ Inhibe les contractions ⇒ Silence utérin 3/ Favorise la sécrétion d'une glaire imperméable aux SZP

7. Les expériences

Expériences	Résultats
Ovariectomie bilatérale d'une ratte pubère	Aucun développement de la muqueuse Disparition du cycle utérin
Greffé d'un ovaire sous la peau d'une ratte ovariectomisée ou injection d'extraits ovariens	Développement de la muqueuse Retour probable du cycle utérin

**III/ Mobilisation des connaissances****Exercice N°1**

- 1 = endomètre ; 2 = myomètre ; 3 = glande en tube ; 4 = vaisseau sanguin
- La coupe a correspond à la phase prémenstruelle  
La coupe b et c correspondent à la phase post menstruelle
- L'utérus est sans effet sur le cycle ovarien  
L'ovaire contrôle l'activité utérine
- L'ovaire contrôle l'utérus par voie humorale

Phase folliculaire	✓ Augmentation du taux d'oestrogènes et absence de progestérone (document 2). ✓ Développement de l'endomètre (document 1)	Le développement de l'endomètre est produit par l'augmentation de la sécrétion
--------------------	--	--

Phase lutéale	✓ Sécrétion d'oestrogènes et surtout sécrétion de progestérone élevée (document 2) ✓ Transformation de l'endomètre en dentelle utérine	des oestrogènes La sécrétion de progestérone est à l'origine de la dentelle utérine
---------------	---	--

6. La chute des hormones ovariennes à la fin du cycle est à l'origine de la menstruation

**Exercice N°2**

1)	Analyse	Déduction	Explication
t <sub>2</sub> : l'injection d'extrait urinaire d'une femme de 25 ans à un rat hypophysectomisé entraîne une augmentation du taux de testostérone (pulse : 2.5 UA).		L'hypophyse contrôle ou stimule la sécrétion de testostérone, cette action se fait par voie sanguine (par des hormones hypophysaires : la LH).	La femme d'âge 50 ans ménopausée a ses ovaires au repos ; le taux de LH élevé et constant par la levée de l'inhibition exercée par l'ovaire, ce qui explique l'augmentation de la stimulation de testostérone pour avoir un taux élevé.
t <sub>3</sub> : l'injection d'extrait urinaire d'une femme de 30 ans à un rat hypophysectomisé entraîne une augmentation du taux de testostérone (pulse : 2.5 UA).			
t <sub>4</sub> : l'injection d'extrait urinaire d'une femme de 50 ans à un rat hypophysectomisé entraîne une augmentation très importante du taux de testostérone (pulse : 4.5 UA).			

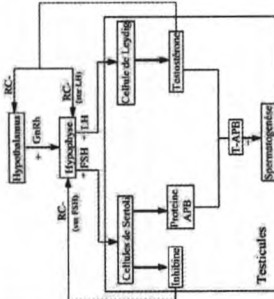
2)

2)	Analyse	Explication
t <sub>5</sub> : l'injection d'extrait urinaire d'une ratte qui reçoit pendant 5 jours une faible dose d'œstradiol à un rat hypophysectomisé provoque une augmentation du taux de testostérone (pulse : 1.5 UA).		Chez la ratte la faible dose d'œstradiol agit sur l'hypophyse pour diminuer son activité (RC) ce qui diminue sa sécrétion de LH qui se trouve dans l'urine, cette faible quantité explique la faible sécrétion de testostérone chez le rat.
t <sub>6</sub> : l'injection d'extrait urinaire d'une ratte qui reçoit pendant 3 jours une forte dose d'œstradiol à un rat hypophysectomisé provoque une augmentation importante du taux de testostérone (pulse : 4.5 UA).		Chez la ratte la forte dose d'œstradiol agit sur l'hypophyse pour augmenter son activité (RC) ce qui augmente sa sécrétion de LH qui se trouve dans l'urine, cette grande quantité explique la sécrétion importante de testostérone chez le rat.

Chez le garçon pubère normal, on remarque que la sécrétion de la Gn-RH est normale : elle est pulsatile (un pulse par heure) et de concentration entre 8 et 30pg/ml.  
 Chez le garçon X, on remarque une hypersécrétion de Gn-RH : fréquence des pulses plus important : d'environ 3 pulses/heure et amplitude plus important de 10 à 50 pg/ml

Le document 3b montre un taux faible de testostérone chez le garçon X.  
**Explication :** l'hypersécrétion de Gn-RH est due à une levée de l'inhibition exercée par la testostérone sur l'hypothalamus.

- b) Cause : Les troubles de sécrétion de testostérone chez le garçon X sont à un problème hypophysaire.  
 c) Chez le garçon Y, la sécrétion de Gn-RH est très faible et constante  
 La cause des troubles de sécrétion de testostérone chez le garçon Y est due à un dysfonctionnement de l'hypothalamus.  
 d) À la suite des injections répétées de Gn-RH, il y se produit une correction de la sécrétion des gonadostimulines.  
 L'hypothalamus agit par la Gn-RH sur l'hypophyse et stimule la sécrétion de LH et de FSH.



**Thème1 : Chapitre 2 : la fonction reproductrice chez la femme**

**I/ OSM**

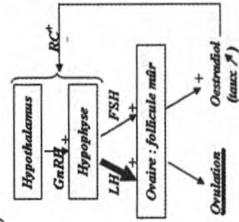
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
a, b, c	c, d	a	b, c	b, d	a	b	a, d	b	a, b	d	b	a, c	a, c

**II/ Restitution des connaissances**

**Exercice N°1**

- 1) 

● follicule primaire	● follicule régressé	● corps jaune	● follicule cavitaire	● follicule mûr	● follicule rompu	● ovocyte II	● corps jaune cyclique
----------------------	----------------------	---------------	-----------------------	-----------------	-------------------	--------------	------------------------
- 2) Le phénomène X est l'ovulation qui se produit le jour 14 car on a un follicule rompu qui expulse son ovocyte II



- 4) 6 : en cas de fécondation le follicule rompu se transforme en corps jaune développé puis en corps jaune gestatif.  
 7 : en cas de fécondation l'ovocyte II bloquée en métaphase II poursuit sa méiose et donne un ovotide et un 2<sup>ème</sup> globe polaire.

**Exercice N°2**

**L'étoile**

**CORRECTION DES EXERCICES**

1. l'étape de l'ovogenèse illustrée par les figures est la maturation  
**Justification :** la figure c représente un ovocyte II bloqué en M II associé avec un 1<sup>er</sup> globe polaire n chromosome entiers.

2. L'ordre chronologique b - d - e - a - c - f

Figure a	Figure b	Figure c	Figure d	Figure e	Figure f
Ovocyte I	Ovocyte II	Ovocyte I	Ovocyte I	Ovocyte I	Ovocyte II
DR	DR	DR	DR	DR	DR
Télophase I	Métaphase II	Métaphase I	Anaphase I	Anaphase I	Anaphase II

Type de division	Mitose
Étape correspondante	Multiplication
Moment de la vie	Vie fœtale entre 9 <sup>ème</sup> et 21 <sup>ème</sup> semaine
Son lieu déroulement	Ovaire embryonnaire

**Exercice N°3**

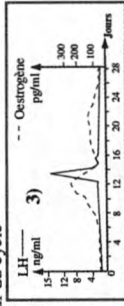
- 1) I : thèque interne ; 2 : cellules folliculaires ou granulosa ; 3 : thèque externe ; 4 : follicule rompu ; 5 : l'ovocyte II
- 2) L'ovulation : c'est l'expulsion de l'ovocyte II de follicule mûr vers le pavillon
- 3) Cytoplasme volumineux riche en substance de réserve. Forme sphérique. Immobile ....  
 Cellule haploïde à n chromosomes dupliqués bloqués en M II
- 4) Le follicule rompu se transforme en corps jaune : en absence de fécondation il régresse et s'il y a fécondation il se développe

- 5) a) les œstrogènes  
 b) voir résumé

**Exercice N°4**

1) L'hormone H<sub>2</sub> est LH **Justification :** elle présente un pic juste avant l'ovulation  
 L'hormone H<sub>1</sub> est l'œstrogène

**Justification :** elle présente un pic entre le 11<sup>ème</sup> - 12<sup>ème</sup> jour du cycle  
 2) Entre le 11<sup>ème</sup> - 14<sup>ème</sup> jour du cycle, le follicule mûr sécrète un taux élevé d'œstrogènes (pic) qui exerce par un RC (+) d'où une forte sécrétion de FSH et surtout de LH (un pic de FSH et surtout de LH). Ces pics déclenchent l'ovulation.



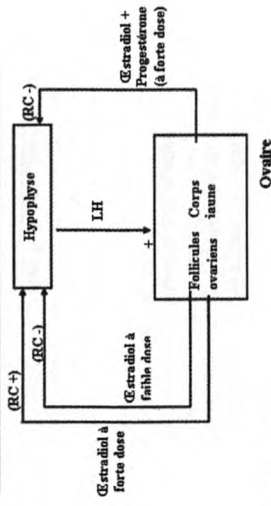
**Exercice N°5**

1. a = follicule mûr ; b = corps jaune ; c = follicule rompu.  
 2. a → Phase folliculaire ; b → Phase lutéale ou luténique ; c → Phase ovulatoire  
 3. h<sub>1</sub> = œstrogène ⇒ Deux pics, un grand pic le 12<sup>ème</sup> jour du cycle et un pic moins important le 21<sup>ème</sup> jour et h<sub>2</sub> = progestérone ⇒ Elle est sécrétée pendant la phase luténique et présente un seul pic le 21<sup>ème</sup> jour  
 4. œstrogène = follicules (1<sup>ère</sup> phase : phase folliculaire) corps jaune (2<sup>ème</sup> phase = phase lutéale)  
 5. a ⇒ Phase prémenstruelle et b ⇒ Phase post menstruelle

**L'étoile**

**f7:** l'injection d'extrait urinaire d'une ratte qui reçoit pendant 5 jours une forte dose de progestérone et une forte dose d'œstradiol à un rat hypophyséctomisé provoque une légère augmentation du taux de testostérone (pulsé : 0.9 UA).

**3) Interactions hormonales chez une femme de 30 ans**



**Exercice N°3**

**1<sup>ère</sup> série d'expériences**

En 4<sup>ème</sup> jours du cycle la sécrétion d'œstrogène est faible et de concentration inférieure à 100pg/ml avec absence des glandes en tubes

En 12<sup>ème</sup> jours du cycle la sécrétion d'œstrogène augmente jusqu'à 220pg/ml avec apparition des glandes en tubes non sécrétrices

En 21<sup>ème</sup> jours du cycle la combinaison de sécrétion des œstrogènes et de la progestérone entraîne une évolution des glandes sinueuses avec sécrétion (glycogène, mucus)

**2<sup>ème</sup> série d'expériences**

On voit que dans le cas du lot 1, sans injection de progestérone et œstrogène, l'endomètre ne présente pas d'aspect en dentelle comme c'est le cas du lot 4 traités avec ces deux hormones. Donc ces deux hormones sont responsables au développement de l'endomètre et formation de la dentelle utérine.

Mais si on injecte les œstrogènes seulement, il y a un léger développement de l'endomètre. Par contre si on injecte la progestérone toute seule, à la rate castrée, il n'y a aucun développement de l'endomètre. Donc, la progestérone ne présente son effet qu'en présence des œstrogènes. Les œstrogènes ont effet positif sur l'utérus et la période T<sub>1</sub> coïncide avec la phase post-menstruelle. L'injection combinée des œstrogènes, des progestérone a un effet considérable donc les deux hormones agissent positivement sur l'utérus avec T<sub>2</sub> la période prémenstruelle

**3<sup>ème</sup> série d'expériences**

**Expérience a**

L'injection de 0,2 µg d'œstradiol à une ratte castrée provoque :

\*/Une synthèse de quantité croissante d'ADNm après 6 heures de l'injection.

\*/Les molécules d'ADNm sortent de noyau pour se trouver dans le cytoplasme, pour se traduire en protéines dans 12 heures après la synthèse de protéine commence

\*/l'accumulation de ces protéines stimule les cellules utérines de se multiplier ce qui engendre l'augmentation de la quantité d'ADN ⇒ La planification de la muqueuse utérine (prolifération tissulaire et l'accroissement de taille de l'utérus).

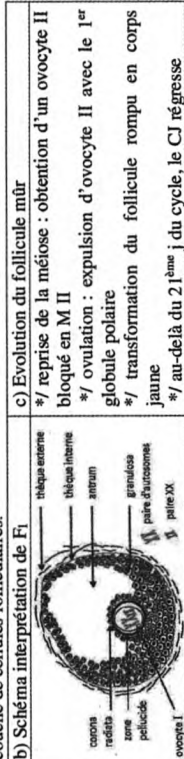
Les cellules de l'endomètre sont les cellules cibles d'œstradiol. Cette hormone stimule la multiplication cellulaire de la muqueuse utérine.

**Expérience b**

L'analyse de cet histogramme montre que la radioactivité se concentre dans les cellules de l'endomètre de lot 4 seulement on peut imaginer que l'œstradiol sensibilise les cellules de l'endomètre à l'action de la progestérone : celle hormone stimule la synthèse des récepteurs de la progestérone

**Exercice N°4**

1) a) F<sub>1</sub> : follicule mûr ⇒ présence de l'antrum ; F<sub>2</sub> : follicule primaire ⇒ présence d'une seule couche de cellules folliculaires.



**2) a) Mise en relation**

Chez la femme jeune : le doc 1 montre que la sécrétion d'œstrogènes est variable avec 2 pics : le 1<sup>er</sup> au 13<sup>ème</sup> j et le 2<sup>ème</sup> au 21<sup>ème</sup> j. La sécrétion de progestérone apparaît pendant la 2<sup>ème</sup> phase du cycle. La sécrétion d'œstrogènes est liée à l'activité du follicule mûr dont les cellules de la thèque interne et les cellules de la granulosa sécrètent des œstrogènes pendant la phase folliculaire. Suite à l'évolution, la sécrétion des hormones est liée à l'activité du corps jaune :

\*/ les cellules lutéales sécrétrices de la progestérone

Chez la femme ménopausée, la production de ces 2 hormones est presque nulle vu l'absence de follicule mûr.

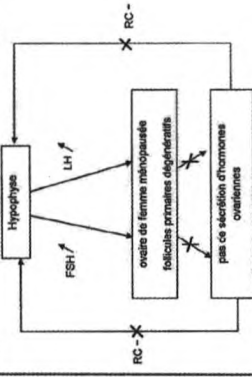
**b) Hypothèse 1 : la dégénérescence de F<sub>2</sub> est due à un problème ovarien ; l'ovaire vieilli**

Hypothèse 2 : l'ovaire n'est plus stimulé par l'hypophyse ; problème hypophysaire.

3) Le doc 2 montre qu'à la ménopause, le taux des hormones hypophysaires est élevé alors que le taux des hormones ovariennes est très faible. Le taux élevé de LH s'explique par l'arrêt de l'inhibition exercée normalement par les hormones ovariennes sur l'hypophyse.

Ainsi, l'absence des structures F2 n'est pas due à un problème hypophysaire mais à un vieillissement de l'ovaire.

4) ⇒ voir document ci-contre.



### Exercice N°5

1) Pour une femme de 25 ans : L'évolution du taux plasmatique des hormones ovariennes au cours d'un cycle sexuel permet d'identifier deux phases  
 Pendant la phase folliculaire, et sous l'action d'œstrogène qui présente un pic important en 12<sup>ème</sup> jours du cycle, l'endomètre s'épaissit, se vascularise et forme des glandes.

Pendant la phase lutéale, et sous l'action combinée des deux hormones ovariennes, l'endomètre se développe au maximum, il se transforme en dentelle utérine.

La chute du taux plasmatique de ces hormones à la fin du cycle entraîne la menstruation.

2) Pour une femme de 50 ans : L'évolution du taux plasmatique des hormones ovariennes au cours d'un cycle sexuel permet d'identifier l'absence de deux phases. De plus, le taux de ces deux hormones est constant et nul durant tout le cycle, ce qui explique l'absence de développement de l'endomètre et l'absence de formation de dentelle utérine.

A la fin du cycle il n'y a ni mort ni détachement de la partie supérieure de l'endomètre, qui est inexistant, ce qui explique l'absence de la menstruation au début du cycle suivant.

2) Expérience 1 a : la masse des testicules des rats normale est égale 1270 mg ; c'est la masse normale.

Expérience 1 b : la masse des testicules des rats hypophysectomisés est égale 210 mg, il y a une chute de masse de  $(\frac{210}{1270} \times 100) = 83,46\%$ .

Conclusion : l'hypophyse contrôle le développement des testicules par l'intermédiaire des hormones hypophysaires.

Expérience 1 c : la masse des testicules des rats hypophysectomisés ayant reçu des injections d'extraits urinaires de femmes de 50 ans est égale 756 mg. Il y a une augmentation de 260% c'est-à-dire de 2,6 fois. Donc, ce développement est du développement à l'injection des extraits urinaires de femmes de 50 ans

Expérience 2 : l'extrait urinaire de femmes de 50 ans renferme les hormones hypophysaires qui sont responsables de ce développement.

### Conclusion :

L'hypophyse d'une femme de 50 ans sécrète encore des hormones hypophysaires. Elle est donc active. Donc, la dégénérescence des follicules primordiaux chez une femme ménopausée est due au vieillissement de l'ovaire lui-même et non à l'arrêt de la stimulation par le complexe H-H ⇒ L'hypothèse à retenir est n° 2.

## CORRECTION DES EXERCICES

### Exercice N°6

Condition a : La castration entraîne une chute du taux plasmatique des hormones ovariennes Cette chute provoque :

- \*/ Une levée de l'inhibition sur le complexe H-H ⇒ Une forte sécrétion des gonadostimulines
- \*/ Un blocage de cycle utérin

\*/ Régression des caractères sexuels secondaires et stérilité.

Les ovaires exercent un effet modérateur sur l'hypophyse, ce mécanisme est désigné sous le nom de feed-back négatif ou rétrocontrôle négatif.

Condition b : l'hypophysectomie provoque une chute des hormones hypophysaires ⇒ un arrêt du cycle sexuel. ⇒ L'hypophyse contrôle le déroulement du cycle sexuel.

Condition c : l'hypophyse de A stimule le cycle ovarien chez B et par suite un déroulement normal du cycle utérin de B. Les ovaires de B agissent sur l'hypophyse de A, par l'intermédiaire des hormones ovariennes transportées par le sang.

⇒ La parabiose provoque la restauration du cycle sexuel chez B, de même les ovaires de B exercent un RC (+) sur le complexe H-H de A.

### IV/ Exercices du bac tunisien

#### Exercice N°1 (Bac 2001 Contrôle : première partie)

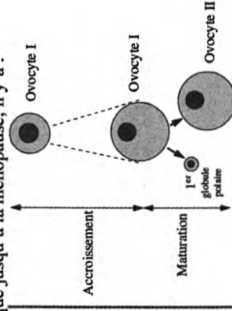
1) A partir de la puberté et d'une manière cyclique jusqu'à la ménopause, il y'a :

La reprise de l'accroissement des ovocytes I

La poursuite de la maturation

Quelques heures avant l'ovulation, l'ovocyte I, bloqué en prophase I, termine sa 1<sup>ère</sup> division de la méiose et donne un ovocyte II et un 1<sup>er</sup> globule polaire.

L'ovocyte II entame sa 2<sup>ème</sup> division de la méiose et il reste bloqué en métaphase II.



#### 2) Le déterminisme hormonal de l'ovulation.

Vers le 13<sup>ème</sup> jour du cycle, l'augmentation importante de la sécrétion d'œstrogène par le follicule dominant (follicule mûr) entraîne une augmentation des pulses de GnRH (rétrocontrôle positif) responsable du pic de LH.

La décharge importante de LH (pic de LH) et la production augmentée de F.S.H. entraînent l'ovulation

#### 3) a) En absence de fécondation

L'ovocyte II dégénère

Le reste du follicule rompu se transforme en corps jaune qui se développe dans une 1<sup>ère</sup> étape puis il régresse et il dégénère à la fin du cycle. Il s'agit d'un corps jaune cyclique.

#### b) En cas de fécondation

L'ovocyte II achève la division équatoriale de la méiose, expulse son 2<sup>ème</sup> globule polaire et se transforme en ovule puis en cellule œuf à 2n chromosomes par la fusion des deux pronucléi.

Le reste du follicule rompu se transforme en corps jaune qui se maintient pendant les trois premiers mois de la grossesse.

**Exercice N°2 (Bac 1999 Principale : Deuxième partie)**

1) 1 : capillaire sanguin. 2 : follicule primordial. 3 : follicule primaire. 4 : follicule secondaire. 5 : thèque externe. 6 : thèque interne. 7 : granulosa. 8 : cavité folliculaire. 9 : ovocyte I. 10 : follicule tertiaire. 11 : follicule mûr ou follicule de De Graaf.

2) Ces structures sont observées dans la phase folliculaire de chaque cycle sexuel dès la puberté jusqu'à la ménopause, car la coupe d'ovaire montre des follicules en évolution, notamment le follicule mûr.

**Pour le document 2****1) Identification justifiée des hormones**

L'hormone A est l'hormone lutéinisante (LH). Cette hormone est sécrétée le long du cycle sexuel avec un pic important au 14<sup>ème</sup> jour.

L'hormone B est l'œstrogène. Cette hormone est sécrétée le long du cycle sexuel avec un pic important au 13<sup>ème</sup> jour et un autre pic moins important vers le 21<sup>ème</sup> jour.

L'hormone C est la folliculostimuline (FSH). Cette hormone est sécrétée le long du cycle sexuel avec un pic peu important au milieu de la phase folliculaire et un deuxième pic plus important vers le 14<sup>ème</sup> jour.

L'hormone D est la progestérone. Sa sécrétion est très faible au cours de la phase folliculaire et plus importante dans la phase lutéinique avec un pic qui apparaît vers le 21<sup>ème</sup> jour.

**Les organes responsables de la sécrétion de ces hormones :**

L'hypophyse antérieure pour la LH et la FSH.

L'ovaire pour les œstrogènes et la progestérone.

**Les organes cibles de chaque hormone**

Les ovaires pour FSH et LH

L'utérus, l'hypothalamus et l'hypophyse pour l'œstrogène et la progestérone

2) La sécrétion importante et rapide d'œstrogènes par le follicule mûr vers le 13<sup>ème</sup> jour déclenche l'apparition du pic de LH et de FSH par rétrocontrôle positif au milieu du cycle provoquant l'ovulation.

3) a) Titre de la structure a : Coupe transversale de l'utérus dans la phase post-menstruelle

Titre de la structure b : Coupe transversale de l'utérus dans la phase pré-menstruelle

Légende : 1 : myomètre. 2 : endomètre ou muqueuse utérine

b) Au début de la phase folliculaire représentant les 14 premiers jours du cycle, il y a synergie entre les 2 hormones FSH et LH qui permettent le développement de follicule tertiaire et la sécrétion des œstrogènes favorisant la régénération et la prolifération des cellules de l'endomètre (structure a).

Le pic d'œstrogènes apparaît à la fin de la phase folliculaire provoquant l'apparition du pic de FSH et LH responsables du déclenchement de l'ovulation (rétrocontrôle positif). Après l'ovulation, le follicule rompu se transforme en corps jaune sous l'effet de FSH et de LH. Le corps jaune sécrète la progestérone et les œstrogènes par les cellules lutéales et l'effet conjugué des deux hormones permet la poursuite du développement de la muqueuse utérine et la formation de la dentelle utérine (structure b).

**Exercice N°3 (Bac 2006 Contrôle : Deuxième partie)**

1) a) Structure A : corps jaune

Structure B : follicule mûr ou de De Graaf

h1 : progestérone h2 : œstrogènes

**CORRECTION DES EXERCICES**

b) Phase a : phase lutéinique ou phase post-ovulatoire

Phase b : phase folliculaire ou phase pré-ovulatoire

2) a) **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 :**

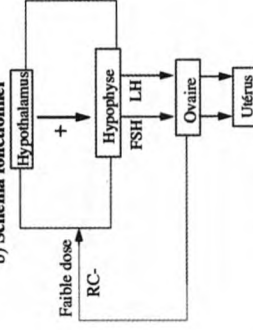
Les ovaires commandent le cycle utérin

Les deux 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

**b) Schéma fonctionnel****Exercice N°4 (Bac 2003 Principale : Deuxième partie)**

1) courbe 1 = LH ; courbe 2 = FSH ; courbe 3 = œstrogène ; courbe 4 = progestérone

2) Au début de la phase folliculaire (du jour -14 jour -8), l'augmentation du taux plasmatique de FSH (qui passe de 3,5 mui.ml-1 à 4,7 mui.ml-1) et de LH (qui passe de 2 mui.ml-1 à 3 mui.ml-1) est accompagnée d'une augmentation du taux plasmatique d'œstradiol (qui passe de 75 pg.ml-1 à 85 pg.ml-1). On en déduit que les hormones hypophysaires stimulent les sécrétions D'œstradiol.

• Vers la fin de la phase folliculaire (du jour -1 jour 0), les taux élevés (ou pics) de FSH et surtout de LH sont suivis d'ovulation. On en déduit que la FSH et surtout LH sont responsables de l'ovulation

• Vers la fin de la phase lutéinique (du jour +7 jour +14), la baisse du taux de FSH et de LH qui deviennent relativement faibles est accompagnée d'une baisse du taux des hormones ovariennes. On en déduit que les concentrations des hormones hypophysaires ne sont pas suffisantes pour entretenir la sécrétion des hormones ovariennes : l'hypophyse stimule la sécrétion des hormones ovariennes par l'intermédiaire de FSH et de LH

3) Les rétroactions entre les ovaires et l'hypophyse sont des actions en retour ou rétrocontrôles des ovaires sur l'hypophyse. Ces rétrocontrôles peuvent être positifs ou négatifs selon le taux des hormones ovariennes.

- 1<sup>er</sup> rétrocontrôle (du jour - 8 jour - 6) : il y a une baisse du taux de FSH et de LH qui survient suite à une légère augmentation du taux d'œstradiol. On en déduit qu'avec un taux relativement faible, l'œstradiol exerce un rétrocontrôle négatif sur les sécrétions hypophysaires.
- 2<sup>ème</sup> rétrocontrôle (du jour - 6 jour - 2) : il y a une croissance importante et rapide du taux d'œstradiol (qui passe de 80 pg.ml<sup>-1</sup> à 290 pg.ml<sup>-1</sup>), qui est suivie d'un pic de FSH et surtout de LH.

On en déduit qu'un taux suffisamment élevé d'œstradiol exerce un rétrocontrôle positif sur la sécrétion des hormones hypophysaires.

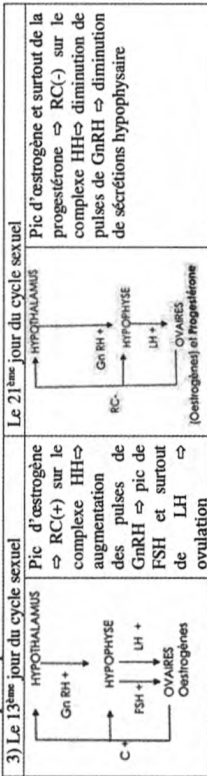
- 3<sup>ème</sup> rétrocontrôle : (du jour 0 jour +7), il y a démarrage de la sécrétion de progestérone avec un taux croissant et augmentation du taux d'œstradiol qui sont suivis d'une diminution du taux de FSH et de LH. Vers la fin du cycle, suite à la régression du corps jaune, il y a chute du taux des hormones ovariennes suivie d'une reprise de la sécrétion hypophysaire. On en déduit que les hormones ovariennes et surtout la progestérone exercent un rétrocontrôle négatif sur la sécrétion des hormones hypophysaires.

4) voir résumé (bilan générale)

### Exercice N°5 (Bac 2008 « Ancien régime » Principale : Première partie)

1) 1 : thyques externes ; 2 : granulosa ; 3 : cavité folliculaire ; 4 : ovocyte I ; 5 : follicule tertiaire ou cavitaire ; 6 : follicule mûr ou de De Graaf ; 7 : follicule éclaté ou rompu ; 8 : corps jaune ; 9 : corps jaune dégénéré ; 10 : ovocyte II bloqué en M II ou gamète femelle.

2) Phase A : phase folliculaire ou pré-ovulatoire ; phase B : ovulation ; phase C : phase lutéale ou lutéinique ou post-ovulatoire.



### Exercice N°6 (Bac 2008 « Ancien régime » Contrôle : Première partie)

1) 1 : ovogonie ; 2 : ovocyte I ; 3 : ovocyte II ; 4 : 1<sup>er</sup> globule polaire ; 5 : 2<sup>ème</sup> globule polaire ; 6 : ovotide ou ovule fécondé ou œuf. A : phase de multiplication ; B : phase d'accroissement ; C : phase de maturation

2) 1 : 2n ; 2 : 2n ; 3 : n ; 4 : n

3) schéma : les étapes de la spermatogénèse commentées

4) voir résumé

### Exercice N°7 (Bac 2012 Principale : Première partie)

	Cellule 1	Cellule 2	Cellule 3	Cellule 4
Identification	Ovocyte I en AI	Spermatozocyte I en AI	Spermatozocyte II en AI	Ovocyte II en AI
Justification	Les chromosomes son dupliqués L'étranglement est excentrique	Les chromosomes son dupliqués L'étranglement équatorial	Les chromosomes son simples L'étranglement est équatorial	Les chromosomes son simples L'étranglement est excentrique

2) Le devenir des 2 cellules filles issues de la cellule 1 :

La petite cellule dégénère

En cas de fécondation la grande cellule donne un ovotide et un 2<sup>ème</sup> globule polaire

En cas absence de fécondation, cette grande cellule dégénère.

### Thème 1 : Chapitre 3 : la procréation

#### I/ QSM

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
c, d	b	b, c	c	b, c	b, c	a, b	a	b, c	c	b	c	d	b, c

#### II/ Restitution des connaissances

##### Exercice N°1

Le document (a) correspond à une femme normale car ce document présente deux cycles des hormones ovariennes, avec deux pics d'oestrogènes au cours de chaque cycle et un seul pic important de la progestérone pendant la 2<sup>ème</sup> phase de chaque cycle.

Le document (b) correspond à une femme enceinte car les courbes d'oestrogènes de progestérone n'ont pas présenté une chute à la fin du cycle mais plutôt une croissance.

Le document (c) correspond à une femme qui utilise les pilules combinées car la sécrétion des hormones ovariennes est minimale et constante

##### Exercice N°2

1. 1 : cellule folliculaire ; 2 : 1<sup>er</sup> globule polaire ; 3 : espace péri ovocyttaire ; 4 : matériel nucléaire en M II ; 5 : zone pellucide ; 6 = 2<sup>ème</sup> globule polaire ; 7 = pronucléus femelle ; 8 = pronucléus mâle.

2. L'élément a est observé au moment d'ovulation et l'élément b est observé au moment de la fécondation, il correspond à une étape de fécondation (expulsion du 2<sup>ème</sup> globule polaire)

3.

Elément	N°2	N°4	N°6	N°7	N°8
Garniture chromosomique	n dupliqués	n dupliqués	n simples	n simples	n simples
Schémas					

##### Exercice N°3

1) 1 : cellule de la corona radiata	2 : pronucléus mâle	3 : ovocyte II	Blastocyste
2n= 46 chr	n=23chr	n=23chr	2n= 46 chr

2) a)	Rapprochement du pronucleus mâle et pronucleus femelle : C'est une étape de fécondation
Evènement E <sub>1</sub>	L'éclatement d'un follicule et l'expulsion d'un ovocyte II : C'est l'ovulation
Evènement E <sub>2</sub>	Fixation du blastocyte au niveau de l'endomètre : c'est la nidation

b)	H <sub>1</sub> Sécrétion nulle pendant la phase folliculaire, sécrétée après l'ovulation avec un pic au milieu de la phase lutéale ; en cas de nidation son taux plasmatique augmente ; c'est la progestérone.
H <sub>2</sub>	Sécrétées par l'embryon à partir de la nidation : c'est la HCG
H <sub>3</sub>	Taux relativement faible et constant le long du cycle, avec un pic important pré-ovulatoire (13 <sup>ème</sup> j) : c'est la LH

c) l'ovulation : a lieu un jour après le pic de LH ; donc il y a deux ovulation (la 1<sup>ère</sup> a lieu le jour 14 et la 2<sup>ème</sup> a lieu le jour 42)

La fécondation : une seule fécondation qui a lieu, 2 jours au plus tard après la 2<sup>ème</sup> ovulation ⇒ fécondation = jours 42 - 43

La nidation est associée au début de sécrétion de la HCG (ou bien 7 jours environ après la fécondation) ⇒ nidation vers le jour 49.

3) La progestérone :

Pour le cycle non fécondant : la progestérone est sécrétée par les cellules lutéales du corps jaune  
 Pour le cycle fécondant : la progestérone est sécrétée par le corps jaune (durant la phase lutéale du cycle et durant les 19 jours restants de la période indiquée (10 premières semaines de la grossesse)).

LH : sécrétée par l'hypophyse.

HCG : sécrétée par les cellules du trophoblaste.

#### Exercice N°4

1) La pilule contraceptive combinée : c'est un comprimé formé par l'association de deux hormones ovariennes de synthèse

2) La pilule combinée agit à deux niveaux

Au niveau du complexe hypothalamo-hypophysaire par un feed-back négatif donc par des sécrétions de FSH et de LH d'où l'arrêt de développement des follicules et l'absence de l'ovulation

Au niveau de l'utérus = les œstrone -progestatifs de synthèse ont une action anti-nidation

3) L'arrêt de la prise des pilules durant 7 jours provoque la chute des hormones de synthèses à la fin du cycle d'où la menstruation

4) Le volume de glaire cervicale au cours d'un cycle normal est variable.

Entre le 4<sup>ème</sup> jours et le 10<sup>ème</sup> jours

- Le volume de la glaire cervicale varie de 0.2 à 0.4ml.

- La glaire cervicale est dense.

Entre le 10<sup>ème</sup> jours et le 16<sup>ème</sup> jours = période ovulatoire

- Le volume de la glaire cervicale = 0.6ml.

- La glaire cervicale est lâche.

De plus, d'après la photographie, la glaire cervicale est filante. Elle permet le passage des spermatozoïdes (elle est perméable aux spermatozoïdes)

Entre le 16<sup>ème</sup> jours et le 26<sup>ème</sup> jours

#### CORRECTION DES EXERCICES

- Le volume de la glaire cervicale varie de 0.4 à 0.2ml

- La glaire cervicale est dense

Conclusion : la glaire cervicale représente des modifications au cours du cycle sexuel, donc elle a une activité cyclique.

Le volume de glaire cervicale au cours d'un cycle avec pilule

Entre le 4<sup>ème</sup> jours et le 26<sup>ème</sup> jours (durant tout le cycle)

- Le volume de la glaire cervicale varie de 0.2 à 0.4ml.

- La glaire cervicale est dense.

De plus, d'après la photographie, la glaire cervicale est serrée. Elle empêche le passage des spermatozoïdes (elle est imperméable aux spermatozoïdes)  
 Donc les effets des pilules sont :

- La pilule bloque le cycle de la glaire cervicale.

- La pilule rend la glaire cervicale imperméable aux spermatozoïdes durant le tout le cycle sexuel.

L'effet de la prise de pilules sur l'endomètre

- Réduction du nombre des glandes en tubes

- La cavité inférieure devient lâche

#### Exercice N°5

1. Le phénomène c'est la fécondation qui se déroule au niveau du 1/3 supérieur du trompe

2. 1 = ovocyte II bloqué en M II ; 2 = cellule folliculaire ; 3 = spermatozoïde fécondant ; 4 = blastomère ; 5 = 1<sup>ère</sup> globule polaire ; 6 = 2<sup>ème</sup> globule polaire ; 7 = métaphase de la

première mitose ;

3. L'ordre chronologique des étapes : H - C - G - A - E - B.

4. 1 ⇒ n = 23 entiers ; 2 : ⇒ n = 23 simples ; 3 : ⇒ n = 46 entiers ; 5 : ⇒ n = simples

#### III/ Mobilisation des connaissances

##### Exercice N°1

Femme A : le long du cycle sexuel, seuls des follicules sont observés dans l'ovaire entraînant une sécrétion faible et constante d'œstradiol avec absence de sécrétion de progestérone

Femme B : pendant la phase folliculaire un des follicules tertiaires recrutés au cours du cycle sécrète une faible quantité d'œstradiol. Ce follicule évolue en follicule mur qui sécrète davantage

l'œstradiol qui atteint un pic, 24 heures avant l'ovulation. Au cours de la phase lutéale, le corps jaune, atteignant son maximum de développement au j21 sécrète un taux élevé de progestérone et d'œstradiol. Vers la fin du cycle, le corps jaune régresse et par conséquent les taux de progestérone d'œstradiol chutent

2) a-24h avant l'ovulation, le pic d'œstradiol exerce un RC+ sur le CHH il en résulte un pic de sécrétion de LH et de FSH induisant l'ovulation chez la femme B

b- chez la femme A sous pilule, les taux de FSH et de LH sont faibles et constants (document 6a). La pilule combinée exerce un RC- sur le CHH, ce qui entraîne la faible sécrétion de gonadostimulines. Il en résulte une inhibition du développement du follicule tertiaire et par voie

de conséquence une faible sécrétion d'œstradiol.

c- \*pendant la phase pré-ovulation la faible dose d'œstradiol exerce un RC- sur l'hypophyse qui sécrète un faible taux de LH et de FSH.

\* pendant la phase post-ovulatoire, la progestérone associée à l'œstradiol exerce un RC- sur l'hypophyse qui sécrète un faible taux de LH et de FSH.

3) schéma fonctionnel, le mécanisme de la régulation des fonctions ovariennes au cours d'un cycle sexuel normal. Voir résumé

### Exercice N°2

A// La comparaison du graphique A et B montre :

Le graphique A (cycle normal) il existe une corrélation entre l'arrêt de la sécrétion de progestérone et l'apparition des règles.

Le graphique B montre que lorsqu'on inhibe artificiellement les mécanismes assurant la sécrétion de la progestérone les règles apparaissent prématurément et ont lieu 5 jours avant leur délai normal (sans aucun traitement)

Conclusion : La sécrétion de progestérone maintient fonctionnelle la muqueuse utérine, l'arrêt de sa sécrétion déclenche l'apparition des règles.

⇒ La chute du taux sanguin de progestérone entraîne la menstruation

B// Chez cette femme et durant 73 jours on distingue deux types de cycles sexuels.

1<sup>er</sup> cycle (entre 2 sep – 30 sep) c'est un cycle sans fécondation ni nidation caractérisé par deux phases.

La phase folliculaire (2 sep – 17sep) qui est marquée par l'absence de prégnandiol dans les urines ce qui reflète l'absence de sécrétion de progestérone, et la présence de taux élevé de phénolstéroïdes dans les urines (un pic vers le 16 sep) reflète l'augmentation de sécrétion importante de l'œstrogène.

La phase lutéale (18 sep – 30sep) qui est marquée par un pic important de prégnandiol et un autre pic moins important de phénolstéroïdes dans les urines ce qui reflète l'augmentation de sécrétion d'œstrogène et surtout la sécrétion de progestérone. Cette sécrétion suit l'évolution du corps jaune.

2<sup>ème</sup> cycle (à partir de 1 octobre) c'est un cycle fécondant caractérisé par une phase folliculaire similaire à 1<sup>er</sup> cycle mais la phase lutéinique est marquée par une modification de la sécrétion des hormones ovariennes :

✓ Pour la concentration de prégnandiol (donc de progestérone) se maintient à un niveau élevé (5mg/l) puis commence à augmenter.

✓ Pour la concentration de phénol-stéroïdes (donc de l'œstrogène) après le pic pré ovulatoire la concentration se maintient élevée (55µg/l) puis commence à augmenter.

Conclusion : Le maintien d'un taux élevé de prégnandiol et de phénol-stéroïdes dans les urines au début de la grossesse reflète le maintien d'un taux élevé des hormones ovariennes cela permet aussi le maintien de la muqueuse utérine d'où la disparition de la menstruation.

C// 1. Le 21 octobre appartient au cycle fécond pendant la phase lutéale, avant 7 jours c'est-à-dire le 14 octobre correspond le jour de l'ovulation puis fécondation donc l'événement qui s'est produit 7 jours après de la fécondation est la nidation : l'implantation d'un embryon dans l'endomètre de la femme.

2. La HCG est une hormone placentaire très proche de LH elle agit sur le corps jaune et maintient en activité ces cellules qui continuent à sécréter les hormones ovariennes.

3. Ainsi, le fait que les règles ne se produisent pas lors de la grossesse est la conséquence d'une cascade de mécanismes hormonaux : à la suite de fécondation puis de la nidation, la production

### CORRECTION DES EXERCICES

de HCG par l'embryon (document 8) maintient les cellules du corps jaune fonctionnel. Ces cellules répondent par la sécrétion importante de progestérone (document 7). Le taux élevé de progestérone qui en résulte empêche l'apparition des règles en maintenant fonctionnelle la muqueuse utérine où se développe l'embryon.

### Exercice N°3

1) Le caryotype présenté, montre une anomalie de nombres de chromosomes : 69 chromosomes, c'est-à-dire 3n

2) Une fécondation du gamète femelle par deux gamètes mâles pourrait expliquer cette triploïdie. Mais on sait que la réaction corticale qui fait suite à la pénétration d'un spermatozoïde dans l'ovocyte II empêche la polyspermie. ⇒ Il faudrait alors envisager une anomalie enzymatique des granules corticaux entraînant un défaut de la réaction corticale.

3) L'observation des spermatozoïdes du père conduit à une autre hypothèse. Deux noyaux sont présents dans les spermatozoïdes qui sont en fait des cellules diploïdes à 2n et non plus haploïdes à n chromosomes. Ovocyte à n chromosomes est fécondé par un spermatozoïde à 2n chromosomes ⇒ Zygote triploïde à 3n chromosomes

4) Lorsque le Spermatoocyte II se divise pour donner les jeunes spermatides, la cytotélerèse (division du cytoplasme) s'accomplit imparfaitement.

### Exercice N°5

1) Analyse des courbes

Document 1 : Lors du cycle sans grossesse, il n'y a pas de HCG, la progestérone est présente de l'ovulation (14j) au 28<sup>ème</sup> jour (fin du cycle) sa concentration augmente et passe par un maximum le 21<sup>ème</sup> jour environ

Cycle avec début de grossesse, il y a apparition de HCG vers le 20<sup>ème</sup> jour puis sa concentration augmente jusqu'au 28j (fin de l'enregistrement)

La concentration de progestérone est semblable à celle d'un cycle normal puis on observe une augmentation supplémentaire qui se poursuit jusqu'au 28.

Déduction : l'HCG, hormone sécrétée au début de la grossesse permet de maintenir la sécrétion de progestérone.

Document 2 : L'injection d'HCG à une femelle de Macaques non gestante provoque une augmentation de la concentration en progestérone suivie d'une chute rapide. L'injection d'un broyat de trophoblaste provoque le même effet.

Déduction : L'HCG qui agit sur la sécrétion de la progestérone a pour origine les cellules embryonnaires du trophoblaste.

Document 3 : Cette expérience est l'inverse de celle du document 2. Elle vise à priver les femelles de Macaques gestantes d'HCG qu'elles sécrètent.

Lot A : aucun anticorps n'est injecté, la progestérone augmente et la grossesse se poursuit.

Lot B : l'injection des anticorps anti-HCG fait chuter la concentration plasmatique de progestérone et de grossesse s'interrompt. ⇒ Ce qui confirme l'expérience du document 2.

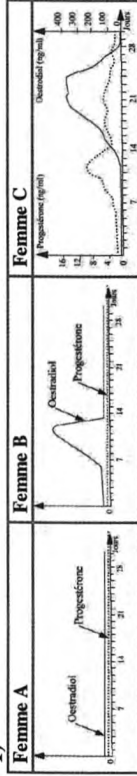
Déduction : La privation des femelles de Macaques gestantes de l'HCG par l'intermédiaire des anticorps anti-HCG provoque un avortement spontané

2) Dès le 20<sup>ème</sup> jour, le placenta sécrète les œstrogènes et surtout la progestérone indispensable au maintien de la muqueuse utérine. ⇒ Les ovaires sont enlevés leur fonction sécrétrice est remplacé par le placenta qui produit de façon autonome, œstrogènes et progestérone.

- 3) oestrogènes et progestérones sécrétées par le corps jaune :  
 Au début de la grossesse les cellules du trophoblaste sécrètent l'HCG qui maintient le développement du corps jaune.  
 Régression du corps jaune et développement du placenta sécréteur des oestrogènes et de la progestérone d'une façon autonome pour assurer la poursuite de la grossesse.

**Exercice N°6**

1)



- 2) la femme (A) ne présente pas de menstruation car elle n'a pas de structures ovariennes et par conséquent absence d'hormones ovariennes responsables du développement de la muqueuse utérine.  
 3) la femme (C) présente un cycle normal car elle présente toutes les structures ovariennes et par suite le taux de ces hormones est normal.  
 4) les hypothèses

Femme (A) : dysfonctionnement du complexe H-H (cause hormonale)

Fonctionnement des ovaires anormal (absence de follicules)

Femme (B) : absence ou peu de sécrétion de LH

5) chez les femmes A et B la structure radioactive passe à travers l'utérus la trompe et arrive jusqu'au pavillon par contre chez la femme (C) il y a absence de radioactivité entre la trompe et le pavillon donc la cause possible de stérilité de cette femme est l'obstruction des trompes (entre trompe et pavillon)

6) c'est la fivete

7) Après implantation de l'embryon de 7 jours il y a sécrétion de l'hormone FCG, en effet l'embryon se divise par des mitoses jusqu'à atteindre le stade de blastocyste qui se fixe sur la muqueuse et les cellules périphériques (le trophoblaste) sécrète le HCG le taux augmente considérablement pour maintenir le corps jaune actif responsable de la sécrétion important de la progestérone et par conséquent le maintien de la muqueuse utérine bien développée.

**Exercice N°7**

1) a) chez la femme à cycle sexuel normal, la sécrétion des hormones ovariennes est variable le long du cycle alors que chez les femmes A et B, le taux de ces hormones est très faible et constant.

b) chez la femme à cycle normal, le taux élevé des hormones ovariennes le long du cycle entraîne le développement de l'endomètre utérin et sa chute vers la fin du cycle provoque la destruction de la muqueuse utérine d'où la menstruation

L'absence de menstruation chez les deux femmes A et B s'explique par la sécrétion très faible des hormones ovariennes ne permettant donc pas le développement de la muqueuse utérine.

2) Femme A : absence de follicules et de corps jaune au niveau des ovaires ; cette femme est ménopausée ; ceci explique le taux faible des hormones ovariennes et l'hypersécrétion des FSH

**CORRECTION DES EXERCICES**

et LH par l'hypophyse (92mU/ml pour la FSH au lieu de 32 et 60mU/ml de LH au lieu de 30) ; en effet, l'hypophyse se trouve libérée de l'inhibition normalement exercée par les ovaires

Femme B : le taux faible de FSH et LH (12mU/ml pour la FSH au lieu de 32 et 10mU/ml de LH au lieu de 30) entraîne l'absence du développement des follicules d'où le taux faible des hormones ovariennes et l'arrêt du cycle et l'absence de menstruation ; cette femme présente alors un trouble de fonctionnement de l'hypophyse (ou du complexe H-H)

3) chez la femme A, ménopause, le stock de follicules est épuisé, il n'est pas possible de lui rétablir une activité sexuelle normale

Chez la femme B, ayant des ovaires renfermant des follicules primaires, on peut rétablir une activité sexuelle normale en lui administrant des doses précises de FSH et LH semblables à celui de la femme à un cycle sexuel normal

**Exercice N°8**

1) Femme A : la température corporelle est de l'ordre 36,5 °C durant les premiers 14 jours du cycle vers le 14<sup>ème</sup> jour il y a une augmentation de la température qui se maintient à 37,4°C les jours suivants. Donc La femme A est enceinte.

Femme B : la température corporelle est de l'ordre 36,5 °C durant les premiers 14 jours du cycle vers le 14<sup>ème</sup> jour il y a une augmentation de la température qui se maintient à 37,4°C durant la 2<sup>ème</sup> moitié de cycle. A la fin de cycle il y a retour à la température initiale.

Donc La femme B est normale.

Femme C : la température corporelle est de l'ordre 36,5 °C durant jours de mesures de la température.

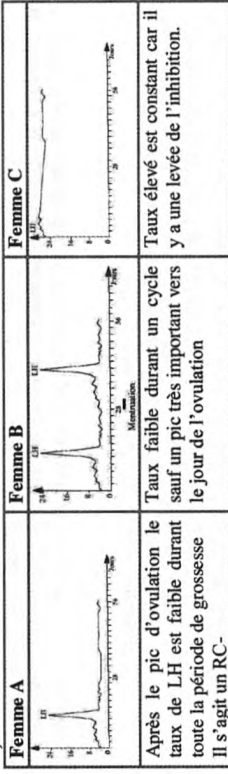
Donc La femme C est ménopausée ou elle a un problème de stérilité telle que l'absence de l'ovulation.

2) La femme C est ménopausée car il y a un épuisement de ses structures ovariennes

3) pour un cycle normal : Au début de la phase folliculaire le taux d'œstradiol est faible puis il est croissant et élevé à la fin de cette phase en parallèle la température corporelle de la femme est de 36,5 °C durant cette phase ⇒ l'œstradiol a un effet hypothermique

Pendant la phase lutéale ; juste après une ovulation il y a sécrétion de la progestérone par le corps jaune en parallèle il y a une légère augmentation de la température corporelle ⇒ la progestérone a un effet hyperthermique

4)



5) Le prégrandiol n'est pas éliminé dès le début du cycle de plus il est éliminé avec un taux très élevé pendant la grossesse. ⇒ C est une forme urinaire de la progestérone

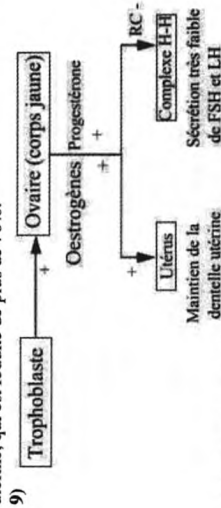
Le phœnostéroïdes est éliminé dès le début de cycle  $\rightarrow$  C'est une forme urinaire d' oestradiol.

- 6) De 0 à 3<sup>ème</sup> semaine ; H<sub>1</sub> est absente  
 De 3<sup>ème</sup> à 10<sup>ème</sup> semaine ; le taux de H<sub>1</sub> augmente rapidement et atteint 130ng/ml  
 De 10<sup>ème</sup> à 14<sup>ème</sup> semaine ; le taux de H<sub>1</sub> diminue et s'annule vers la 14<sup>ème</sup> semaine  
**H<sub>1</sub> est la HCG** sécrétée par le trophoblaste  
 7) La HCG assure l'activité du corps jaune par la sécrétion élevée des hormones ovariennes par conséquent les hormones ovariennes agissent sur :

- ❖ L'utérus assurant le maintien de la dentelle utérine d'où absence des règles.
- ❖ Le complexe H-H par un RC- ce qui freine la sécrétion de LH qui est maintenu avec un taux faible.

8) 1<sup>ère</sup> série d'expériences On suit l'évolution de la muqueuse utérine de lapins impubères recevant différents traitements hormonaux. En comparant lot 1 avec lot 2, on peut conclure que la progestérone est responsable de la prolifération en dentelle utérine. En comparant lot 2 avec lot 3 ; la muqueuse utérine du lot 3 n'évolue pas en dentelle. La molécule X empêche l'action de la progestérone. En fin la comparaison des lots 1 et 3 prouve que la molécule X n'interfère pas avec l'action de l'oestradiol puisque les coupes utérines ont le même aspect dans les deux cas.

2<sup>ème</sup> série d'expériences : par comparaison des résultats sur les lots A et B, on constate une fixation très voisine du nombre des molécules X et de la progestérone sur l'endomètre lorsque ces hormones sont injectées séparément. Par contre, l'étude comparative des lots B et C révèle une très forte diminution de la fixation de la progestérone lorsqu'elle est injectée juste après la molécule X. cette molécule fait donc obstacle à la fixation de la progestérone sur la muqueuse utérine, qui est réduite de plus de 70%.



#### IV/ Exercices du bac tunisien

##### Exercice N°1 (Bac 2004 Contrôle : Deuxième partie)

1) Au cours de la première semaine : L'augmentation du taux de FSH stimule le développement de quelques follicules tertiaires d'où l'augmentation du taux d'oestradiol.

Le taux croissant d'oestradiol s'accompagne d'une baisse du taux de FSH, à l'origine de l'atrésie folliculaire. Un seul follicule arrive au stade de follicule mûr.

Pendant la deuxième semaine : Le taux maximum d'oestradiol est suivi d'un pic de LH et d'une production augmentée de FSH, responsable de l'ovulation

2) A partir de la septième semaine, il y a augmentation et maintien d'un taux élevé d'oestradiol et de progestérone, alors que le taux de FSH reste faible.

#### CORRECTION DES EXERCICES

3) Le graphe b correspond à un cycle avec fécondation : Dans ce cas il y a formation d'un placenta qui sécrète la HCG permettant la persistance du corps jaune d'où le maintien d'un taux élevé d'oestradiol et de progestérone.

Le taux important d'hormones ovariennes exerce un rétrocontrôle négatif permanent sur le complexe hypothalamo-hypophysaire d'où le taux faible de FSH et LH

Taux très faible d'hormones hypophysaires entraîne l'arrêt des cycles ovariens

4) Les conditions de la nidation

Ovulation ; Présence d'un nombre important de spermatozoïdes dans la trompe pendant la période de l'ovulation ; Développement de la muqueuse utérine ; Fécondation ; Migration de l'amas cellulaire issu des divisions de la cellule œuf vers l'utérus ; Formation du blastocyste.

**Exercice N°2 (Bac 2008 « Nouveau régime » Principale : Deuxième partie)**

1) Au 13<sup>ème</sup> jour : taux plasmatique élevé d'oestradiol (180pg/ml environ) provoque un rétrocontrôle positif d'où un pic de LH (48mU/ml environ) au 14<sup>ème</sup> jour.

L'ovulation est déterminée par le mécanisme suivant : élévation du taux d'oestradiol provoque un pic de LH et de FSH d'où la rupture du follicule mûr et expulsion de l'ovocyte II donc ovulation

2) a) Analyse : La prise quotidienne de la pilule combinée entraîne :

**Au niveau de l'hypophyse** : Taux de FSH et de LH faible et constante (15mU/ml environ)

**Au niveau des ovaires** : Taux d'oestradiol faible et constante (environ 50pg/ml)

Taux de progestérone presque nul

**Effet de la pilule combinée** :

Sur l'hypophyse : inhibition de la sécrétion cyclique des hormones (disparition des pics de FSH et de LH)

Sur les ovaires : inhibition de l'activité cyclique des ovaires et absence de l'ovulation.

b) Mode d'action de la pilule combinée : la pilule combinée exerce un rétrocontrôle négatif sur l'hypophyse ce qui entraîne l'absence des pics de FSH et de LH, d'où l'absence de l'ovulation

3) Comparaison :

Femme jeune : taux faible de LH (20mU/ml) avec un pic le 14<sup>ème</sup> jour.

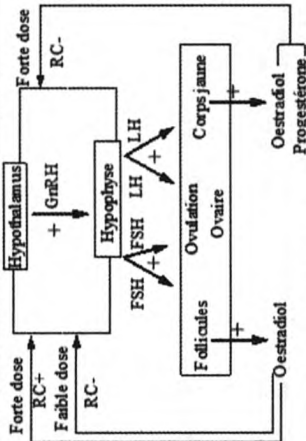
Femme ménopausée : taux élevé et presque constant de LH (60mU/ml) avec absence d'un pic de LH

**Renseignements** :

Chez la femme jeune, l'activité sexuelle est normale : la sécrétion cyclique des hormones ovariennes contrôle la sécrétion de LH par rétrocontrôle (négatif et positif)

Chez la femme ménopausée, l'absence de sécrétion d'hormones ovariennes entraîne la levée de l'inhibition exercée par ces hormones sur l'hypophyse d'où une sécrétion permanente et importante de LH.

4) Schéma de synthèse :



## Exercice N°3 (Bac 2011 Principale : Deuxième partie)

	Comparaison	G2	Nom d'hormone	Déduction
H1	Présence de deux pics par cycle sexuel Taux variable et cyclique	Taux nul (sans variation cyclique)	(Estrogènes)	La guenon G2 est ovariectomisée
H2	Présence d'un seul pic par cycle sexuel Taux variable et cyclique	Taux élevé et constant (sans variation cyclique)	LH	La guenon G1 est normale
H3	Absence pendant la moitié du cycle Présence d'un pic la moitié du cycle Taux variable et cyclique	Taux nul (sans variation cyclique)	Progestérone	

2)a)

## Information apportée par l'expérience 1 :

L'injection d'une faible dose d'oestradiol à une guenon castrée entraîne la chute de la sécrétion de la LH

Nature de la relation : A faible dose, l'oestradiol agit par rétrocontrôle négatif sur la sécrétion de LH

## Information apportée par l'expérience 2 :

L'injection d'une forte dose d'oestradiol à courte durée et au début du cycle, à une guenon normale, entraîne un pic de sécrétion de LH

Nature de la relation : A forte dose, l'oestradiol agit par rétrocontrôle positive sur la sécrétion de LH.

## Information apportée par l'expérience 3 :

## CORRECTION DES EXERCICES

L'injection de progestérone seule au début du cycle n'a aucun effet sur le développement de l'endomètre.

## Information apportée par l'expérience 4 :

L'injection d'œstrogènes durant tout le cycle et de progestérone pendant la deuxième moitié du cycle engendre le développement important de l'endomètre et la formation d'une dentelle utérine.

## Explication

\*/ Au cours de la phase post menstruelle et sous l'action des œstrogènes, la muqueuse utérine s'épaissit, se vascularisée et forme des glandes.

\*/ Pendant la phase pré menstruelle et sous l'action combinée des deux hormones, le développement de la muqueuse s'accroît formant ainsi la dentelle utérine.

B- 1- 17 janvier est la date de l'ovulation

## 2-Explication :

Pendant le mois de janvier (vers le 15 janvier) :

\*/ Le follicule mûr sécrète une forte dose d'oestradiol qui agit par RC + sur le complexe hypothalamo-hypophysaire.

\*/ La décharge de LH par l'hypophyse (pic ovulatoire de LH) déclenche l'ovulation

## Explication

Pendant les mois de février et mars (cycle sous pilules) :

\*/ Les œstrogènes agissent par RC négatif sur le complexe hypothalamo-hypophysaire.

\*/ L'inhibition de la sécrétion de LH entraîne l'arrêt de la croissance folliculaire et le blocage de l'ovulation

3- Les règles du 1<sup>er</sup> au 4 février

Analyse : Le cycle sexuel qu'on étend du 4 janvier au 31 janvier est un cycle normal.

## Explication :

- A la fin du cycle, la régression du corps jaune entraîne une chute du taux des hormones ovariennes.

- La chute du taux de ces deux hormones entraîne la destruction partielle de la muqueuse utérine (apparition des règles).

- Les règles (du 29 février au 3 mars) et (du 28 au 31 mars)

Analyse : Du 1<sup>er</sup> février au 27 mars s'étendent deux cycles il y a de prise quotidienne de pilule.

Pendant les 21 premiers jours de chaque cycle il y a prise quotidienne de pilule

Pendant les 7 jours suivants, il y a arrêt de prise quotidienne de pilule destruction partielle de la muqueuse utérine.

## Explication :

- Pendant la prise de pilules, les œstrogènes stimulent le développement de l'endomètre

- L'arrêt de la prise de pilules pendant les 7 derniers jours du cycle entraîne une privation hormonale à l'origine d'une hémorragie de privation semblable à celle de la menstruation.

## Exercice N°4 (Bac 2013 Principale : première partie)

1) : acrosome ; 2 : noyau ; 3 : mitochondries ; 4 : queue ou flagelle ; 5 : matériel nucléaire bloqué en M II ; 6 : cellules folliculaires (corona radiata) ; 7 : zone pellucide ; 8 : granules corticaux ; 9 : pronucleus femelle ; 10 : pronucleus mâle.

2)

Caractéristiques	Spermatozoïde	Ovocyte II
Matériel nucléaire	n chromosomes simples	n chromosomes dupliqués
Forme	Forme allongée	Forme sphérique
Mobilité	Mobile	Immobilisé
Masse cytoplasmique	Réduite	Abondante (importante)

3) Les caractéristiques cytologiques permettant aux gamètes d'assurer la formation de la structure représentée par le sont :

Forme allongée du SPZ, masse très faible de son cytoplasme et présence des mitochondries pour fournir l'énergie nécessaire aux mouvements du flagelle assurant la propulsion du gamète mâle pour atteindre la zone pellucide du gamète femelle.

Présence de récepteurs au niveau de la zone pellucide assure la reconnaissance des SPZ. Cette reconnaissance déclenche la réaction acrosomique permettant la pénétration du SPZ à l'intérieur de l'ovocyte.

Les granules corticaux présents au niveau du cytoplasme de l'ovocyte II déversent leur contenu enzymatique dans l'espace péri ovocyttaire empêchant la polyspermie.

L'ovocyte II achève sa méiose pour expulser le 2<sup>ème</sup> GP et les noyaux de l'ovotide et du SPZ évoluent en pronuclei.

### Exercice N°5 (Bac 2013 Contrôle : première partie)

1) Légende : 1= ovocyte II ou (gamète femelle) ; 2 = ovaire ; 3 = myomètre (muscle utérin) ; 4= trompe ; 5 = pavillon ; 6 = corps jaune ; 7 = endomètre (muqueuse utérine ou dentelle utérine) 8 = blastocyste ou embryon

2) Les événements illustrés par les figures a et b sont : E<sub>1</sub> = ovulation ; E<sub>2</sub> = fécondation ; E<sub>3</sub> = nidation

3) Le déterminisme hormonal de l'ovulation : La maturation du follicule de De Graaf s'accompagne d'une augmentation rapide du taux d'œstrogène qui exerce un RC (+) sur l'axe hypothalamo-hypophysaire induisant l'augmentation brusque (pic) de FSH et surtout de LH qui déclenche l'ovulation.

4) Deux conditions nécessaires pour la fécondation (E<sub>2</sub>) parmi les suivantes :

Un sperme normal

Des spermatozoïdes capotés

Présence de spermatozoïde dans les voies génitales féminines pendant la période de fécondation

Des voies génitales féminines saines et perméables

Des sécrétions vaginales pas trop acides pour ne pas tuer les spermatozoïdes

5) Les interactions qui s'établissent entre le corps jaune (6), l'endomètre (7) et le blastocyste (trophoblaste) (8) : Les cellules du trophoblaste sécrètent dès les premiers jours de la grossesse l'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 maintien de la dentelle utérine

### Exercice N°6 (Bac 2015 Principale : Deuxième partie)

1) Femme A : Le taux de LH est élevé et constant = 18ng/ml

### CORRECTION DES EXERCICES

Les taux d'œstrogènes et de progestérone sont très faibles

#### Hypothèse :

Les follicules ovariens sont insensibles à l'action des hormones hypophysaires

Les ovaires présentent une anomalie structurale

Anomalie au niveau de la sécrétion de FSH

Ménopause (précoce)

Femme B : les taux de LH et des hormones ovariennes sont très faibles

#### Hypothèse

L'hypothalamus ne sécrète pas de Gn-RH

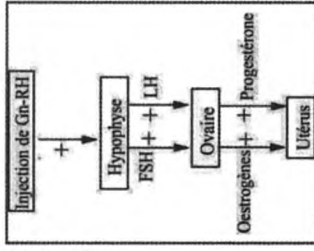
L'hypophyse ne sécrète pas de gonadostimulines

Femme sous pilule

2) L'injection de Gn-RH aux deux femmes permet le développement de l'endomètre chez l'une d'elles ; cette injection est donc suivie de la sécrétion d'hormones ovariennes.

Chez la femme A, vu le taux élevé de LH, l'injection de Gn-RH ne modifie pas la sécrétion des hormones ovariennes ; la femme A présente une anomalie au niveau des ovaires

Chez la femme B, vu le taux faible de LH, l'injection de Gn-RH serait à l'origine du développement de l'endomètre ; la femme B présente une anomalie au niveau de l'hypothalamus.



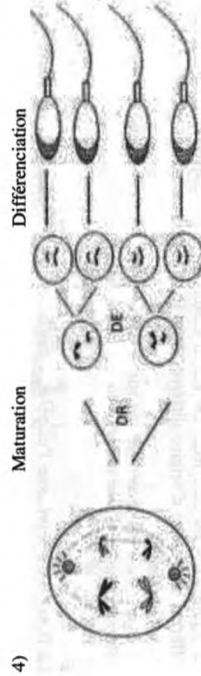
#### 3) Schéma fonctionnel →

### Exercice N°7 (Bac 2015 Contrôle : première partie)

1) 1/ chromosomes homologues ; 2/ pronuclei ; 3/ globules polaires ; 4/ cellules de la corona radiata (cellules folliculaires)

2) Figure A : anaphase I

3) Figure A : au niveau des tubes séminifères Figure B : au niveau du tiers supérieur des trompes (accueillir trompes)



Spermatoocyte I Spermicide Spermatozoïde

5)

Transformations cytologiques	Transformations nucléaires
*/ Les granules corticaux déversent des enzymes qui hydrolysent les récepteurs de spermatozoïdes situés dans la zone pellucide.	*/ Achèvement de la 2 <sup>ème</sup> division de la méiose et expulsion du 2 <sup>ème</sup> globe polaire
*/ Synthèse de protéines à partir des réserves cytoplasmiques.	*/ Synthèse d'ADN dans chacun des 2 noyaux gamétiques
	*/ Rapprochement des 2 pronucléi
	*/ Fusion des 2 pronucléi ou caryogamie

**Exercice N°8 (Bac 2018 Contrôle : première partie)**

1) Analyse : à partir du moment de la fécondation, le taux de la progestérone augmente pour atteindre 11 ng/ml au bout d'une semaine alors que le taux de HCG est nul.

Après la nidation, la HCG commence à être sécrétée et son taux augmente pour atteindre 100 UI cours de la 3<sup>ème</sup> semaine. Parallèlement, celui de la progestérone, celui de la progestérone augmente pour atteindre 24 ng/ml.

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

2) Analyse des résultats de l'expérience 1 :

A la suite de l'injection de l'HCG marquée, la radioactivité se localise au niveau des cellules lutéales du corps jaune. Cellules-ci représentent la cible de l'HCG ce qui entraîne une augmentation du taux de progestérone qui passe de 4.5 à 9 ng/ml.

Analyse des résultats de l'expérience 2 :

A la suite de l'injection d'extraits trophoblastiques, le taux de progestérone augmente de 4 à 8 ng/ml.

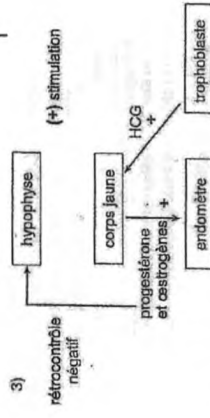
Analyse des résultats de l'expérience 3 :

Chez la femme C, dans les conditions physiologiques normales, le taux de progestérone augmente de 9 à 16 ng/ml entre le jour 18 et le jour 26 de la gestation.

Chez la femme D, à la suite de l'injection des anticorps anti-HCG, le taux de progestérone diminue de 9 ng/ml 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.



Thème 2 : Chapitre 1 : Le brassage de l'information génétique

I/ OSM

1/ a c 2/ b c d 3/ b d 4/ b c 5/ d

**II/ Restitution des connaissances****Exercice N°1**

1) La figure « b » est incorrecte car sur la même fibre on trouve deux chromatides de couleur différent c'est-à-dire d'origine différent donc ils n'appartiennent pas au même chromosome ce qui est impossible

La figure « d » est incorrecte car sur la même fibre, on trouve deux chromatides de forme différent c'est-à-dire d'origine différent donc ils n'appartiennent pas au même chromosome ce qui est impossible

La figure « e » est incorrecte car sur la même fibre, on trouve deux chromosomes de forme différent donc ils ne sont pas homologues ce qui est impossible

2) La figure « a » représente l'étape de l'anaphase II car à chaque pôle on trouve n chromosome simples

La figure « c » représente l'étape de l'anaphase I car à chaque pôle on trouve n chromosome dupliqués

3) Le phénomène génétique qui illustre la figure « c » est le brassage inter chromosomique « la migration d'une façon aléatoire de chacun des chromosomes homologues vers un pôle de la cellule au cours de l'anaphase I » ce brassage assure une grande diversité des gamètes et par conséquence une grande diversité des descendants

**Exercice N°2**

1) a) La formule chromosomique :  $2n = 8 = 6 + XY$

• Deux paires de chromosomes autosomes (1, 1'), (2, 2') et (3, 3')

• Une paire de chromosomes sexuelle (XY)

b) La formule chromosomique des gamètes produits par cet individu.

•  $n = 4 = 3 + X$  ou  $n = 4 = 3 + Y$

2) Anaphase I est caractérisé par n

chromosomes dupliqués par chaque pôle



b) Il existe 2<sup>n</sup> types de gamètes donc 2<sup>4</sup> = 16 types de gamètes ce qui montre la présence de 8 dispositions possibles. ⇒ Il y a 7 autres possibilités

1 <sup>ère</sup>	2 <sup>ème</sup>	3 <sup>ème</sup>	4 <sup>ème</sup>	5 <sup>ème</sup>	6 <sup>ème</sup>	7 <sup>ème</sup>
possibilité	possibilité	possibilité	possibilité	possibilité	possibilité	possibilité
1' 2' 3' X	1 2' 3' X	1 2 3' X	1 2 3 X	1' 2' 3' Y	1' 2 3' X	1' 2 3 Y
1 2' 3' Y	1' 2' 3' Y	1' 2' 3 Y	1' 2' 3' X	1 2 3' Y	1' 2' 3 X	1 2' 3' X

**Exercice N°3**

1. Cette phase représente l'étape de l'anaphase I car à chaque pôle on trouve n chromosome dupliqués.
2. Les deux phénomènes illustrés par ce document sont :  
**Le brassage interchromosomique** : la migration d'une façon aléatoire de chacun des chromosomes homologues vers un pôle de la cellule au cours de l'anaphase I.  
**Le brassage intrachromosomique** : échange de fragments entre deux chromatides non sœurs de deux chromosomes homologues pendant la prophase I.

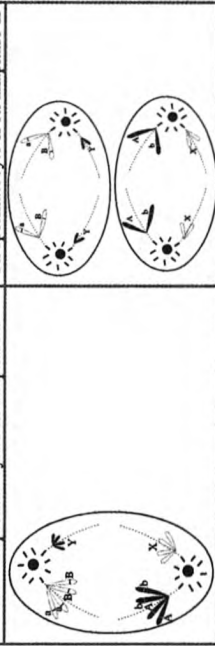


1.	
1.	

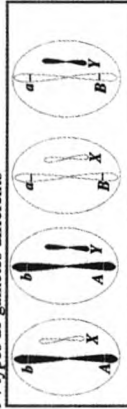
**III/ Mobilisation des connaissances**

**Exercice N°1**

1. Génotype du père (aB/ Ab); le génotype de la mère (ab/ab) ; le génotype de l'enfant (ab/AB)
2. Un spermatocyte I en anaphase I

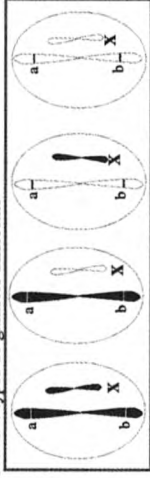


3. Le père produit 4 types de gamètes différents

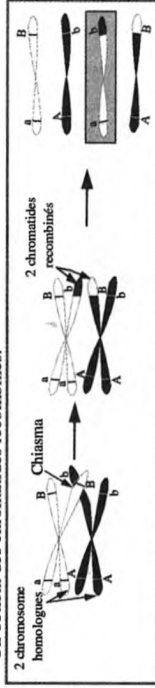


**CORRECTION DES EXERCICES**

4. La mère produit 4 types de gamètes différents



5. a) Le phénomène est le **brassage intrachromosomique** : échange de fragments entre deux chromatides non sœurs de deux chromosomes homologues pendant la prophase I. On obtient des chromatides recombinés.



- b) Pour les gamètes mâles, on peut avoir 8 types de combinaisons alléliques de gamètes différents : Ab X ; Ab Y ; aB X ; aB Y ; ab X ; ab Y ; AB X ; AB Y.  
 Pour les gamètes femelles, on obtient un seul type de combinaison allélique : ab X

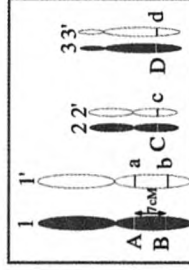
c) Tableau de rencontre des gamètes

ab X	Ab Y	aB X	aB Y	ab X	ab Y	AB X	AB Y.
Ab/ab, XX	Ab/ab, XY	aB/ab, XX	aB/ab, XY	ab/ab, XX	ab/ab, XY	AB/ab, XX	AB/ab, XY
⇨ [Ab]♂	⇨ [aB]♂	⇨ [ab]♂	⇨ [ab]♂	⇨ [ab]♂	⇨ [ab]♂	⇨ [AB]♂	⇨ [AB]♂

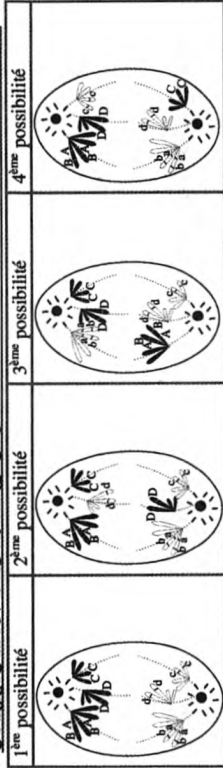
On obtient 8 phénotypes possibles : 4 phénotypes parentaux et 4 phénotypes recombinés

**Exercice N°2**

- 1) La cellule germinale



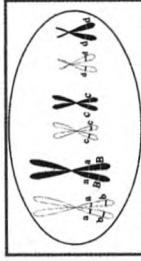
- 2) a) Les différents cas possibles d'anaphases I



b) Les combinaisons alléliques possibles contenues dans les gamètes mâles de cette souris

Gamète 1 ab c d	Gamète 3 ab C D	Gamète 5 AB c d	Gamète 7 ab C d
Gamète 2 AB C D	Gamète 4 AB C d	Gamète 6 ab C D	Gamète 8 AB c D

3) a) La femelle est homozygote récessif pour trois gènes et hétérozygote pour l'autre gène. On peut confirmer que le chromosome n°1, qui renferme deux allèles dominants, provient obligatoirement du mâle (M) et par conséquent le chromosome n°1' provient de la femelle. De plus, la femelle est hétérozygote pour le gène G<sub>b</sub> puisque le chromosome n°1' renferme un allèle dominant B. On peut conclure que la femelle est homozygote récessif pour les trois gènes G<sub>a</sub>, G<sub>c</sub>, G<sub>p</sub> et hétérozygote pour le gène G<sub>b</sub>.



Remarque : l'ovocyte I provient de l'étape d'accroissement de l'ovogénèse, donc, elle renferme 2n chromosomes dupliqués.

b) La femelle est homozygote récessive pour trois gènes et hétérozygote pour l'autre gène. Donc, le gamète femelle renferme obligatoirement trois allèles récessifs. Le sourceau est hétérozygote pour trois gènes G<sub>a</sub>, G<sub>c</sub> et G<sub>p</sub> et homozygote dominant pour l'autre gène G<sub>b</sub>. Donc, le gamète mâle renferme obligatoirement quatre allèles dominants.

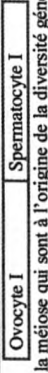
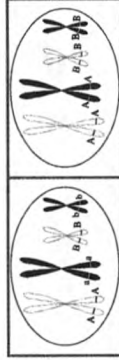
Conclusion :

- Le gamète mâle renferme obligatoirement les allèles suivants : AB C D
- Le gamète femelle renferme obligatoirement les allèles récessifs : ab c d

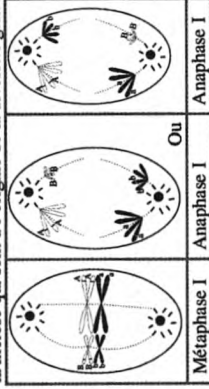
4) Gamète n°1 = a b c d et gamète n°2 = a B c d.

Exercice N°3

I.



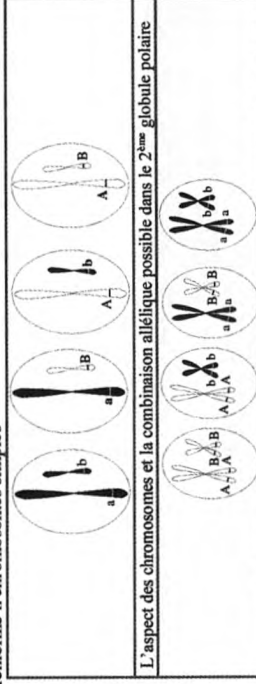
2. a) Les stades de la méiose qui sont à l'origine de la diversité génétique.



b) Les garnitures chromosomiques des gamètes produites par cette femelle.



c) Le 1<sup>er</sup> globule polaire renferme n chromosomes dupliqués et le 2<sup>ème</sup> globule polaire renferme n chromosomes simples



L'aspect des chromosomes et la combinaison allélique possible dans le 2<sup>ème</sup> globule polaire

L'aspect des chromosomes et la combinaison allélique possible dans le 1<sup>er</sup> globule polaire

3) Les combinaisons alléliques possibles contenues dans les gamètes mâles sont : ABX ; ABY.

Les combinaisons alléliques possibles contenues dans les gamètes femelles sont : aBX ; aBY ; abX. aBX

ABX	AbX	abX	aBX
AB/AB XX	AB/Ab XX	AB/ab XX	AB/Ab XX
ABY	AB/AB XY	AB/ab XY	AB/ab XY

4) Les combinaisons alléliques possibles contenues dans les gamètes mâles sont : ACB ; acB ; Ach.

**IV/ Exercices du bac tunisien**

**Exercice N°1 (Bac 2003 Contrôle : Deuxième partie)**

1) stade de maturation


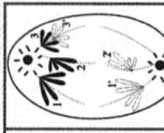
- 2) Cellule A : cellule folliculaire ou cellule de la corona radiata ; Cellule B : 1<sup>er</sup> globule polaire ;  
 Cellule C : ovocyte II ou ovocyte I en division  
 3) Quelques heures avant l'ovulation : Justification : émission du 1<sup>er</sup> globule polaire  
 4) Les combinaisons possibles ; (3 - 2) ; (1 - 4) ; (1 - 2).

**Exercice N°2 (Bac 2004 Contrôle : Première partie)**

La diversité au sein de l'espèce est expliquée par :  
 \* /La mutation génétique : au cours de la réplication de l'ADN ⇒ modification de l'information génétique ⇒ formation d'allèles nouveaux ⇒ nouveaux génotypes.  
 \* /La méiose : Brassage inier chromosomique : au cours de l'anaphase I, il y a répartition au hasard des chromosomes homologues portant les allèles d'origine paternelle et maternelle ⇒ formation de 2n types de gamètes génétiquement différents chez chaque parent  
 Brassage intra chromosomique : au cours de la prophase I, il y a échange de fragments de chromatides non sœurs appartenant à deux chromosomes homologues ⇒ augmentation du nombre de gamètes génétiquement différents  
 \* /La fécondation : union au hasard des gamètes différents ⇒ 2<sup>2n</sup> types de cellules œufs ⇒ diversité génotypiques et phénotypiques

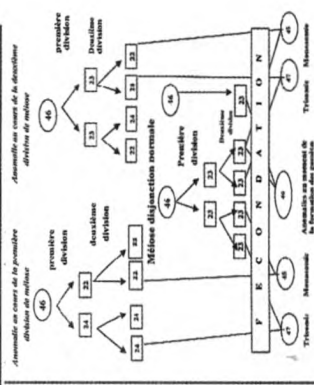
**Exercice N°6 (Bac 2005 Principale : Deuxième partie)**

- 1) Titre du document 1 = ovule fécondé ou formation des pronucléi ou migration des pronucléi  
 Les légendes : 1 = cellule folliculaire ou cellule de la corona radiata ; 2 = globules polaires ; 3 = pronucléus femelle ; 4 = pronucléus mâle

Caryotypes	a	b	c
<b>Nombre et nature des chromosomes</b>	23 chromosomes 22 autosomes + X ⇒ caryotype normal	23 chromosomes 22 autosomes + Y ⇒ caryotype normal	24 chromosomes 23 autosomes + X ⇒ caryotype anormal
<b>Identification</b>	Le caryotype peut correspondre aux noyaux 3 ou 4	Le caryotype peut correspondre au noyau 4	Le caryotype peut correspondre aux noyaux 3 ou 4
<b>Justification</b>	Présence de X	Présence de Y	Présence de X
b) La formation du caryotype c est le résultat d'une anomalie dans le déroulement de la méiose :			
Non disjonction d'une paire de chromosomes homologues lors de l'anaphase I		Non disjonction des chromatides sœurs lors de l'anaphase II	

- c) La stabilité du caryotype humain est assurée par l'alternance de deux mécanismes de la reproduction sexuée : la méiose et la fécondation  
 \* /La méiose donne des cellules haploïdes par la réduction chromatique  
 \* /La fécondation rétablit la diploïdie

L'instabilité du caryotype humain est due à une anomalie de disjonction des chromosomes au cours de la méiose, ce qui donne des gamètes au nombre de chromosomes anormal suite à la fécondation on obtient des œufs à caryotype anormal.



**Thème 2 : Chapitre 2 : Transmission de deux couples d'allèles chez les diploïdes**

**I/O C/M**

1/b	2/a b	3/ a c	4/d	5/ a.	6/c	7/ a.d	8/ a.e	9/b d	10/ a	11/ b, d	12/ a
-----	-------	--------	-----	-------	-----	--------	--------	-------	-------	----------	-------

**IV/ Mobilisation des connaissances**

**Exercice N°1**

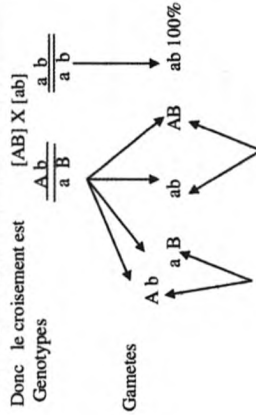
- 1) On a les deux couples d'allèles liés partiellement : (A, a) avec A>a et (B, b) avec B>b  
 Le croisement est un test cross dans le cas de dihybridisme avec linkage partiel qui donne normalement : - deux phénotypes majoritaires « les parentaux »

- deux phénotypes minoritaires « les recombinés »

Donc l'individu testé doit fournir 4 types de gamètes (obligatoirement de phénotype dominant et hétérozygote pour les 2 gènes)

Dans ce croisement les pourcentages des gamètes sont égaux à ceux des descendants.

Parmi les phénotypes recombinés on a [a b] → 3%



1-p=94%

P=6%

Gamètes recombinés obtenus par brassages intrachromosomiques.

Dont les proportions dépendent de la distance (A, a) - (B, b).

b) Echantillon de croisement :

Gamètes de (AB)	Ab 47%	aB 47%	AB 3%
	Ab 47%	aB 47%	AB 3%
Gamète du testeur	Ab	ab	AB
	ab	ab	ab
	47%	47%	3%

2) On a les deux couples d'allèles indépendants :

- (B, b) avec B>b
- (E, e) avec E>e

Le croisement est un test cross dans le cas de dihybridisme avec indépendance (les 2 gènes sont portés par deux paires de chromosomes différents) qui donne normalement :

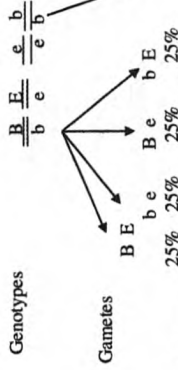
- deux phénotypes parentaux. } Equiprobable : 1/4 ; 1/4 ; 1/4 ; 1/4
- deux phénotypes recombinés. }

Donc l'individu testé doit fournir 4 types de gamètes (obligatoirement de phénotypes dominants et hétérozygotes pour les 2 gènes)

- dans ce croisement les pourcentages des gamètes sont égaux ceux des phénotypes des descendants.

Parmi les phénotypes des descendants on a [b e] → 25%

Donc le croisement est [BE] X [b e]



Les proportions phénotypiques des descendants est : 25% [B E] ; 25% [b e] 25% [B e] 25% [b E]

3) [bE] X [BE]

a) En considérant les caractères séparément :

[b] X [B]

La descendance comprend : 80% [B] 1/2 et 80% [b] 1/2

Ces proportions sont comparables au résultat d'un test cross (ou back cross) entre un individu hybride et un individu homozygote récessif

La descendance comprend :

[E] X [E]

120% [E] 3/4 et 40% [e] 1/4

Ces proportions correspondent à celles d'une F<sub>2</sub> d'un mono hybridisme à dominance absolue : ces deux parents sont hybrides ou hétérozygotes pour le gène en question

Les génotypes des plantes sont :

$\frac{b}{b} \frac{E}{E}$  /  $\frac{B}{b} \frac{E}{e}$

**Exercice N°2**

1/ Les deux parents se différencient par deux caractères, il s'agit d'un di hybridisme F<sub>1</sub> est homogène ce qui vérifie la 1<sup>ère</sup> loi de Mendel → Les deux parents sont de lignés pures F<sub>1</sub> est homogène et présente un phénotype parental pour les deux caractères.

a) Déduction : il s'agit d'un cas de dominance absolue

Soient les deux couples d'allèles suivants :

(L, l) un couple d'allèle contrôlant le caractère « taille des ailes » avec :

L : allèle qui détermine le phénotype des ailes longues. [L > v]

v : allèle qui détermine le phénotype des ailes vestigiales.

(R, r) un couple d'allèle contrôlant le caractère « couleur des yeux » avec :

R > b

R : allèle qui détermine le phénotype des yeux rouges

b : allèle qui détermine le phénotype des yeux bruns.

2/ si les deux gènes sont indépendants : P<sub>1</sub> : L/L b/b ; P<sub>2</sub> : v/v R/R ; F<sub>1</sub> : L/v R/r/b

3/ Hypothèse 1 : les deux gènes sont indépendants : si les deux gènes sont indépendants, F<sub>2</sub> donnerait quatre phénotypes de fréquence 9/16 ; 3/16 ; 3/16 et 1/16. Ce qui n'est pas le cas donc cette hypothèse est à rejeter

Conclusion : les deux gènes sont liés avec linkage partiel car il apparition d'un phénotype recombiné

4/ 35% [Lb] est un phénotype parental de proportion 1-p/2 ⇒ p = 30% = 0,3

La distance entre les deux gènes = 30CM

5/ Effectifs : ce croisement fournit :

%	35%	[Lb]	35%	[vR]	15%	[LR]	15%	[vb]
Sur 1000 on obtient :	350		350	150		150		150

**Exercice N°3**

1) Pour le 1<sup>er</sup> caractère (forme des feuilles), les descendants de ce croisement sont formé de trois phénotypes : [large] = 1/4, [étroite] = 1/4, [moyenne] = 1/2 :

➤ [Large] = (101+99+198)/1600 = 1/4,

➤ [Étroite] = (102+98+202)/1600 = 1/4,

➤ [Moyenne] = (199+202+399)/1600 = 1/2

C'est une ségrégation de la F<sub>2</sub> de mono hybridisme avec codominance ou absence de dominance entre les allèles L (allèle Large) et E (allèle Étroite) avec L = E. et M = Moyenne

➔ On constate donc une codominance entre l'allèle L et l'allèle E

Pour le 2<sup>ème</sup> caractère (couleur des fleurs), les descendants de ce croisement sont formé de trois phénotypes : [rouge] = 1/4, [blanche] = 1/4, [rose] = 1/2 :

➤ [Rouge] = (101+102+199)/1600 = 1/4,

➤ [blanche] = (99+98+202)/1600 = 1/4,

➤ [Rose] = (198+202+399)/1600 = 1/2

C'est une ségrégation de la F<sub>2</sub> de mono hybridisme avec codominance ou absence de dominance entre les allèles R (allèle Rouge) et B (allèle Blanc) avec R = B et R' = Rose

⇒ On constate donc une codominance entre l'allèle R et l'allèle B

**Conclusion** : Il s'agit de dihybridisme avec une codominance pour les deux caractères, et ce le croisement réalisé par le floriculteur correspond à un croisement entre deux individus de F<sub>1</sub> ⇒ F<sub>2</sub>

1) **Hypothèse** : les deux gènes sont indépendants, dans ce cas, les phénotypes obtenus sont de proportion 1/16 : (1/4 1/2 1/4) X (1/4 1/2 1/4)

La combinaison des deux caractères, donne 9 phénotypes (1/16 1/16 2/16 2/16 1/16 2/16 2/16 1/16 1/16)

est une ségrégation F<sub>2</sub> de di hybridisme avec indépendance

**Conclusion** : les deux gènes sont indépendants

2) Les génotypes de nouvelle plante

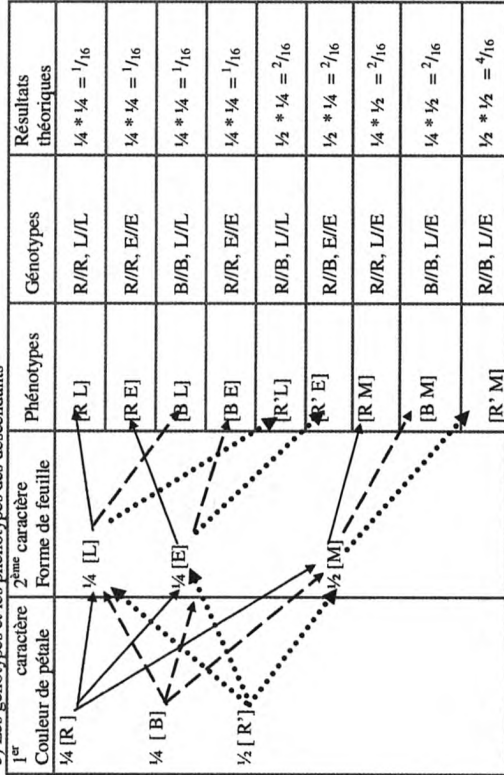
La nouvelle plante = Roses et moyenne donc

Le phénotype Rose doit être obligatoirement hétérozygote car il y a codominance entre R et B

Le phénotype moyen doit être obligatoirement hétérozygote car il y a codominance entre L et E

⇒ Elle est de génotype (R/B, L/E)

3) Les génotypes et les phénotypes des descendants



4) Les génotypes possibles de la plante à l'origine du pollen ayant conduit à l'apparition des nouveaux phénotypes chez le floriculteur:

D'après les données la variété pure cultivée : Plantes ayant des fleurs à pétales rouges et feuille larges

Parents	Rouge et Large	X	?
Phénotypes	[R L]	X	?
Génotypes	(R/R, L/L)	X	?
Gamètes	RL		?
Les nouvelles plantes	(R/B L/E)		D'après le question N°3

Le pollen est donc de type : BE

Donc la plante à l'origine de ce pollen est de génotype (B/B E/E)

**Exercice N°4**

1. F<sub>1</sub> est homogène ce qui vérifie la 1<sup>ère</sup> loi de Mendel ⇒ Les parents sont de lignés pures  
Les parents diffèrent par deux caractères, il s'agit d'un dihybridisme ; le premier caractère est la couleur des yeux (rouge ou pourpre) et le deuxième caractère est la taille des ailes (longue ou vestigiale). F<sub>1</sub> ne présente pas de nouveau phénotype, il y a donc dominance absolue pour les deux caractères.

**Pour le 1<sup>er</sup> caractère** : les drosophiles de F<sub>1</sub> ont des yeux rouges, d'où le couple d'allèles (R, p) avec R l'allèle responsable de la couleur rouge domine p l'allèle responsable de la couleur pourpre. R > p

**Pour le 2<sup>ème</sup> caractère** : les drosophiles de F<sub>1</sub> ont des ailes longues, d'où le couple d'allèles (L, vg) avec L l'allèle responsable des ailes longues domine vg l'allèle responsable des ailes vestigiales. L > vg

2. Les phénotypes possibles des parents : [L R] X [vg p] ou [L p] X [vg R]

3. Le croisement entre F<sub>1</sub> avec des mâles de phénotype [vg p] est un croisement entre un double hétérozygote avec un double récessif, donc il s'agit d'un **test cross**.

**Hypothèse** : les deux gènes sont indépendants, dans ce cas, les descendants doivent comprendre 4 phénotypes équiprobables c'est-à-dire de proportion 1/4 1/4 1/4 1/4 or ce n'est pas le cas d'où cette hypothèse est fautive.

**Conclusion** : les deux gènes sont liés

4. Les phénotypes parentaux sont majoritaires de fréquence élevé >> à 50% donc les phénotypes [L p] et [vg R] sont des phénotypes parentaux. D'après 1<sup>er</sup> question les parents sont de lignés pures, donc les génotypes parentaux sont L.p/L.p et vg.R/vg.R

5. **Interprétation génétique**

Parents	Ailes longues et yeux pourpres	Ailes vestigiales et yeux rouges
Phénotypes	[Lp]	[vg R]
Génotypes	Lp/Lp	vgR/vg R
Gamètes	Lp	vgR
F <sub>1</sub>	Lp/vgR	
Parents	F <sub>1</sub>	[vg p]
Phénotypes	[LR]	[vg p]
Génotypes	Lp/vg R	vg.p/vg.p
Gamètes	1/2 Lp, 1/2 vgR,	vg.p
	1/2 LR, 1/2 vg.p	

**Tableau de rencontre des gamètes au cours de la fécondation**

♀	$^{+}/_{2} Lp$	$^{+}/_{2} vgR$	$^{+}/_{2} LR$	$^{+}/_{2} vg p$
♂	$Lp // vg p$ [Lp] $^{+}/_{2}$	$Vg R // vg p$ [vg R] $^{+}/_{2}$	$LR // vg p$ [LR] $^{+}/_{2}$	$Vg p // vg p$ [vg p] $^{+}/_{2}$

6. La distance génétique = %p = % de phénotypes recombinés  
Distance =  $((56 + 64) / 1000) \times 100 = 13cM$
7. **Pour le 3<sup>ème</sup> croisement** : F<sub>1</sub> ne présente pas de nouveau phénotype, il y a donc dominance absolue pour le 3<sup>ème</sup> caractère.  
**Pour le 3<sup>ème</sup> caractère** : les drosophiles de F<sub>1</sub> ont des corps gris, d'où le couple d'allèles (G, n) avec G l'allèle responsable de la couleur gris domine n l'allèle responsable de la couleur noir. G > n
8. **Pour le 4<sup>ème</sup> croisement** : Le croisement entre F<sub>1</sub> avec des mâles de phénotype [n p] est un croisement entre un double hétérozygote avec un double récessif, donc il s'agit d'un test cross.

**Hypothèse 1** : les deux gènes sont indépendants, dans ce cas, les descendants doivent comprendre 4 phénotypes équiprobables c'est-à-dire de proportion  $1/4 \ 1/4 \ 1/4 \ 1/4$ , or ce n'est pas le cas d'où cette hypothèse est fautive.

**Hypothèse 2** : les deux gènes sont liés

Vérification par échiquier

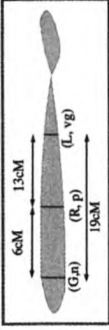
Parents	Corps gris et yeux pourpres	Corps noir et yeux rouges
Phénotypes	[G p]	[n R]
Génotypes	Gp/Gp	nR/nR
Gamètes	Gp	nR
F <sub>1</sub>	Gp/nR	
Parents	F <sub>1</sub>	Corps noir et yeux pourpres
Phénotypes	[GR]	[n p]
Génotypes	Gp/nR	np/n p
Gamètes	$^{+}/_{2} Gp, ^{+}/_{2} n R,$ $^{+}/_{2} GR, ^{+}/_{2} np$	n p 1

**Tableau de rencontre des gamètes au cours de la fécondation**

♀	$^{+}/_{2} Gp$	$^{+}/_{2} n R$	$^{+}/_{2} GR$	$^{+}/_{2} np$
♂	$Gp // np$ [Gp] $^{+}/_{2}$	$n R // n p$ [nR] $^{+}/_{2}$	$GR // n p$ [GR] $^{+}/_{2}$	$n p // n p$ [np] $^{+}/_{2}$
Phénotypes parentaux				
Phénotypes recombinés				

- Conclusion** : Les résultats théoriques confirment les résultats pratiques, donc, les deux gènes sont liés
- La distance génétique = %p = % de phénotypes recombinés  
Distance =  $((32 + 28) / 1000) \times 100 = 6cM$
9. La distance entre les deux gènes (R, p) et (L, vg) est égale à 13cM et la distance entre les gènes (R, p) et (G, n) est égale à 6cM, donc on peut avoir deux dispositions possibles pour le 3<sup>ème</sup> gène (G, n) :

- 1<sup>er</sup> cas : (G, n) ⇨ (R, p) ⇨ (L, vg), dans ce cas la distance entre les deux gènes (G, n) et (L, vg) = 6 + 13 = 19cM.
- 2<sup>ème</sup> cas : (R, p) ⇨ (G, n) ⇨ (L, vg), dans ce cas la distance entre les deux gènes (G, n) et (L, vg) = 13 - 6 = 7cM
10. Expérience : On croise des femelles doubles hétérozygotes à corps gris et des ailes longues (GL) avec des mâles à corps noir et des ailes vestigiales (homozygote récessif) 11. Le 2<sup>ème</sup> cas est vérifié



**Exercice N°5**

1. F<sub>1</sub> est homogène ce qui vérifie la 1<sup>ère</sup> loi de Mendel  
Les parents diffèrent par deux caractères, il s'agit d'un dihybridisme ; le premier caractère est la taille des ailes (longue ou vestigiale) et le deuxième caractère est la couleur des yeux (rouge ou marron). F<sub>1</sub> ne présente pas de nouveau phénotype, il y a donc dominance absolue pour les deux caractères.
- Pour le 1<sup>er</sup> caractère** : les drosophiles de F<sub>1</sub> ont des ailes longues, d'où le couple d'allèles (L, vg) avec L l'allèle responsable des ailes longues domine vg l'allèle responsable des ailes vestigiales. L > vg
- Pour le 2<sup>ème</sup> caractère** : les drosophiles de F<sub>1</sub> ont des yeux rouges, d'où le couple d'allèles (R, m) avec R l'allèle responsable de la couleur rouge domine m l'allèle responsable de la couleur marron. R > m
- Conclusion** : il s'agit d'un dihybridisme avec une dominance absolue.
2. Le 2<sup>ème</sup> croisement : F<sub>1</sub> X F<sub>1</sub> ⇨ F<sub>2</sub>, dans ce cas si les deux gènes sont indépendants, on obtient 4 phénotypes de proportion 9/16, 3/16 ; 3/16, 1/16, or ce n'est pas le cas.

**Hypothèse** : les deux gènes sont liés.

3. Interprétation génétique

**Remarque** : Chez les drosophiles mâles, il ne se produit pas de crossing-over

Parents	Ailes longues et yeux marron	Ailes vestigiales et yeux rouges
Phénotypes	[L m]	[vg R]
Génotypes	L m / L m	vg R / vg R
Gamètes	L m	vg R
F <sub>1</sub>	L m / vg R	F <sub>1</sub>
Parents	F <sub>1</sub>	[L R]
Phénotypes	[LR]	L m / vg R
Génotypes	L m / vg R	L m 1/2
Gamètes	$^{+}/_{2} LR, ^{+}/_{2} vg m$	Vg R 1/2

**Tableau de rencontre des gamètes au cours de la fécondation**

♂	$1^{\text{e}}/2$ Lm	$1^{\text{e}}/2$ vg R	$p/2$ LR	$p/2$ vg m
♀	L m/L m [L m]	vg R/L m [LR]	LR/L m [LR]	vg m/L m [L m]
Lm $1/2$	$1^{\text{e}}/4$	$1^{\text{e}}/4$	$p/4$	$p/4$
vg R $1/2$	L m/vg R [L R]	vg R/vg R [vg R]	LR/vg R [LR]	vg m/vg R [vg R]

⇒ On obtient 3 phénotypes

Phénotypes	% théorique	% expérimental
[LR]	$(1^{\text{e}}/4) \times 2 + (p/4) \times 2 = 1/2$	836/ (836 + 420 + 416) = $1/2$
[L m]	$1^{\text{e}}/4 + p/4 = 1/4$	416/ (836 + 420 + 416) = $1/4$
[vg R]	$1^{\text{e}}/4 + p/4 = 1/4$	420/ (836 + 420 + 416) = $1/4$

**Conclusion :** Les résultats théoriques confirment les résultats pratiques, donc, les deux gènes sont liés

**4. Interprétation génétique**

**Pour le 3<sup>ème</sup> croisement :** Ce croisement donne 4 phénotypes équiprobables donc on peut penser que les individus croisés entre eux sont hétérozygotes.

Vérification par échiquier :

Parents	♂ F <sub>2</sub> [L m]	♀ F <sub>2</sub> [vg R]
Génotypes	L m/vg m	vg R/vg m
Gamètes	$1/2$ Lm, $1/2$ vg m	$1/2$ vg R, $1/2$ vg m

**Tableau de rencontre des gamètes au cours de la fécondation**

♂	$1/2$ Lm	$1/2$ vg R	$1/2$ vg m
♀	$1/4$ [LR]	$1/4$ [L m]	$1/4$ [vg m]
Lm $1/2$	vg R/L m	vg m/L m	vg m/L m
vg m $1/2$	$1/4$ [LR]	$1/4$ [L m]	$1/4$ [vg m]

⇒ On obtient 4 phénotypes

Phénotypes	% théorique	% expérimental
[LR]	$1/4$	211/ 800 = $1/4$
[L m]	$1/4$	212/ 800 = $1/4$
[vg m]	$1/4$	209/ 800 = $1/4$
[vg R]	$1/4$	208/ 800 = $1/4$

**Conclusion :** Les résultats théoriques confirment les résultats pratiques, donc, les deux gènes sont liés et les individus croisés entre eux sont hétérozygotes

**Pour 4<sup>ème</sup> croisement :** Ce croisement donne une génération homogène, donc la 1<sup>ère</sup> loi de Mendel est vérifiée ⇒ Les individus croisés entre eux sont homozygotes.

Vérification par échiquier :

Parents	♂ F <sub>2</sub> [L m]	♀ F <sub>2</sub> [vg R]
Phénotypes	[L m]	[vg R]

Génotypes	L m/L m	vg R/vg R
Gamètes	L m	1 vg R,

Descendants Lm/vgR ⇒ [LR] 100%

**Conclusion :** Les résultats théoriques confirment les résultats pratiques, donc, les deux gènes sont liés et les individus croisés entre eux sont homozygotes

**Pour 5<sup>ème</sup> croisement :** ce croisement donne 50% yeux rouges et 50% yeux marron, donc la femelle est hétérozygote pour la couleur des yeux

Vérification par échiquier :

Parents	♂ F <sub>2</sub> [L m]	♀ F <sub>2</sub> [vg R]
Génotypes	L m/L m	vg R/vg m
Gamètes	L m	$1/2$ vg R, $1/2$ vg m

**Tableau de rencontre des gamètes au cours de la fécondation**

♂	Lm	$1/2$ vg R	$1/2$ vg m
♀	$1/2$ [LR]	$1/4$ [L m]	$1/4$ [vg m]
Lm	vg R/L m	vg m/L m	vg m/L m
$1/2$ [LR]	$1/4$ [L m]	$1/4$ [vg m]	$1/4$ [L m]

**Conclusion :** Les résultats théoriques confirment les résultats pratiques, donc, les deux gènes sont liés et la femelle est hétérozygote pour la couleur des yeux.

**Exercice N°6**

1. F1 est homogène ce qui vérifie la 1<sup>ère</sup> loi de Mendel.

Les parents diffèrent par deux caractères, il s'agit d'un dihybridisme ; le premier caractère est la couleur des pelages (uniforme ou panaché) et le deuxième caractère est la taille du pelage (longs et courts)

F1 ne présente pas de nouveau phénotype, il y a donc dominance absolue pour les deux caractères.

**Conclusion :** Il s'agit d'un dihybridisme avec une dominance absolue

**Pour le 1<sup>er</sup> caractère :** les lapins de F1 sont à pelages courts, d'où le couple d'allèles (C, c) avec C l'allèle responsable du caractère pelage court domine c l'allèle responsable du caractère de pelage long. C > c

**Pour le 2<sup>ème</sup> caractère :** les lapins de F1 sont à pelage panaché, d'où le couple d'allèles (P, p) avec P l'allèle responsable du caractère pelage panaché de blanc domine p l'allèle responsable du caractère de pelage uniforme. P > p

**Deuxième croisement :** Le croisement entre F1 avec une plante de phénotype [cu] est un croisement entre un double hétérozygote avec un double récessif, donc il s'agit d'un test cross.

**Hypothèse :** les deux gènes sont indépendants, dans ce cas, les descendants doivent comprendre 4 phénotypes équiprobables c'est-à-dire de proportion  $1/4$   $1/4$   $1/4$   $1/4$  or ce n'est pas le cas d'où cette hypothèse est fautive.

**Hypothèse 2 :** les deux gènes sont liés

Vérification par échiquier

Parents	courts panaché	long et uniforme
Phénotypes	[C P]	[c u]

Génotypes	C P / C P	C u / c u
Gamètes	C P C p C P / c u F <sub>1</sub> [C P] C P / c u 1/2 C P, 1/2 c p G <sub>1</sub> C u, p/2 c P	C u c u angora et uniforme [c u] c u / c u 1 c u

**Tableau de recensement des gamètes au cours de la fécondation**

♂	C P 1/2	1/2 c u	1/2 C u	1/2 c P
c u	C P / c u 1/2 [C P]	c u / c u 1/2 [c u]	C u / c u 1/2 [C u]	c P / c u 1/2 [c P]

⇒ On obtient 4 phénotypes

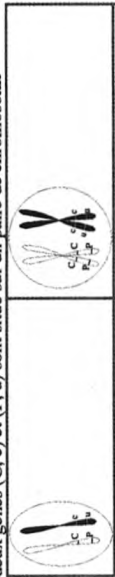
Phénotypes	% théorique	% expérimental
[C P]	1/4	14 / (14+13+4+3) X 100 = 41,17%
[c u]	1/4	13 / (14+13+4+3) X 100 = 38,23%
[C u]	1/4	4 / (14+13+4+3) X 100 = 11,76%
[c P]	1/4	3 / (14+13+4+3) X 100 = 8,82%

**Conclusion :** Les résultats théoriques confirment les résultats pratiques, donc, les deux gènes sont liés.

La distance génétique = %p = % de phénotypes recombinés

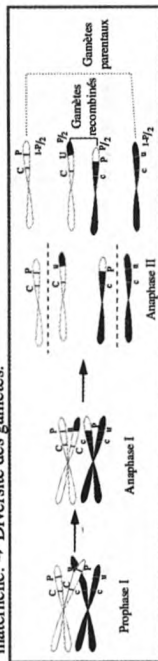
Distance entre les 2 gènes (C, c) et (P, p) = (3+4/ 34) X 100 = 20,58cM

2. Les deux gènes (C, c) et (P, p) sont situés sur un paire de chromosome



Une paire de chromosome simple Une paire de chromosome dupliqué

3. Le brassage intrachromosomique permet d'amplifier les combinaisons génétiques des gamètes et une redistribution des allèles s'origine paternelle et des allèles d'origine maternelle. ⇒ Diversité des gamètes.



4. L'apparition de nouveau caractère (patte normale) montre que les lapins A et B sont hétérozygote et que l'allèle responsable d'une patte normale se trouve caché chez ces

deux lapins donc l'allèle responsable d'une patte normales est récessif noté n et l'allèle responsable d'une patte rampante est dominant noté R. Soit le couple d'allèle (R, n)

**Hypothèse :** les deux gènes sont indépendants

**Pour 1<sup>er</sup> caractère :** (forme de patte) : [Rampante] = 3/4, [normale] = 1/4 ⇒ Résultat de F<sub>2</sub> de monohybridisme ⇒ A et B sont hétérozygotes

**Pour 2<sup>ème</sup> caractère :** (taille de pelage) : [court] = 1/2, [longs] = 1/2 ⇒ Résultat de test cross de monohybridisme ⇒ A est hétérozygote et B est homozygote

**Hypothèse :** les deux gènes sont indépendants, dans ce cas, les phénotypes obtenus sont de proportion 1/16 : (3/4 \* 1/4) X (1/2 \* 1/2)

La combinaison des deux caractères, donne 4 phénotypes :

- [Rampante court] = 3/4 \* 1/2 = 6/16 % théorique = 0,375 = 3/8 % pratique
- [Rampante longs] = 3/4 \* 1/2 = 6/16 = 0,375 = 3/8
- [normale courte] = 1/4 \* 1/2 = 2/16 = 0,125 = 1/8
- [normale longue] = 1/4 \* 1/2 = 2/16 = 0,125 = 1/8

**Conclusion :** Les résultats théoriques confirment les résultats pratiques, donc, les deux gènes indépendants

Lapin A de phénotype [R C] est double hétérozygote donc son génotype = R/n, C/c

Lapin B de phénotype [R c] est hétérozygote pour le 1<sup>er</sup> caractère et homozygote pour le 2<sup>ème</sup> caractère donc son génotype = R/n, c/c

b) schéma des chromosomes des lapins A et B.

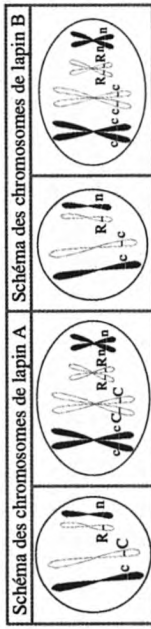
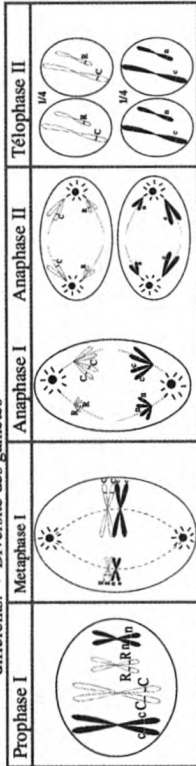
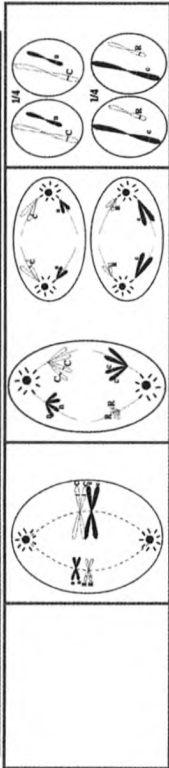


Schéma des chromosomes de lapin A Schéma des chromosomes de lapin B

c) Le brassage interchromosomique assure la diversité de la composition chromosomique au sein des gamètes. Il fournit 2<sup>n</sup> types de gamètes génétiquement différents. ⇒ Diversité des gamètes



**Exercice N°7**

1) La descendance du croisement  $D_1 \times V_3$  est homogène et présente un phénotype parental pour les deux caractères.

Déduction : il s'agit d'un cas de dominance absolue pour les 2 caractères

Soit le couple d'allèle (J, v) avec J dominante v. J  $\rightarrow$  gaines jaunes et v  $\rightarrow$  gaines vertes

Soit le couple d'allèle (U, e) avec U dominante e. U  $\rightarrow$  gousses uniformes et e  $\rightarrow$  gousses étranglées

Le croisement  $D_2 \times V_3 = F_1 \times$  double récessif.

Le croisement  $D_2 \times V_3$  est alors un test cross qui a fourni 4 phénotypes mais qui ne sont pas dans les proportions de  $(\frac{1}{4} \frac{1}{4} \frac{1}{4} \frac{1}{4})$  caractéristiques de la transmission de deux couples d'allèles indépendants ; donc les 2 gènes sont donc liés avec linkage partiel car il y a apparition des phénotypes recombinés

	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$V_1$	$V_2$	$V_3$
Génotypes	JU/JU	Je/vU	JU/vU	JU//je	JU//je	JU/vU	ve/vv

3)  $D_2 \times D_3$

$D_2$  est double hétérozygote, il donne 4 gamètes de proportion  $(1-p/2; 1-p/2; p/2; p/2)$

$P = \%$  de phénotypes recombinés =  $(53+47)/(207+53+47+193) \times 100 = 20\% = 20CM$

$D_3$  est homozygote pour un caractère et hétérozygote pour autre caractère, donc il donne 2 gamètes équiprobables (JU 1/2 ; vU 1/2)

Je 40%	vU 40%	JU 10%	ve 10%
JU 1/2	JU 20%	JU 5%	JU 5%
vU 1/2	vU 20%	JU 5%	vU 5%

75% [JU]  $\rightarrow$  750 individus et 25% [vU]  $\rightarrow$  250 individus

4) brassage intrachromosomique

**Exercice N°8**

1) Croisement 1 : l'apparition de phénotype [d] de proportion  $\frac{1}{2}$  prouve que le parent [Ad] est hétérozygote pour ce caractère  $\rightarrow$  [Ad] de phénotype A//A d//d

Croisement 2 correspond à un test cross dans le cas de deux gènes indépendants  $\rightarrow$  [BD] de phénotype B//b D//d

Croisement 3 correspond à  $F_1 \times F_1$  dans le cas de deux gènes indépendants  $\rightarrow$  [BD] de phénotype B//b D//d

Croisement 4 : correspond à  $F_1 \times F_1$  dans le cas de deux gènes liés.

Les 2 couples d'allèles (A, a) et (B, b) sont liés avec linkage partiel, la distance entre ces 2 gènes est 10CM. Donc  $p = 0.1$  et  $1-p/2 = 0.45$

$20.25\% [ab] = 0.45 \times 0.45 \times 100 = 20.25\%$

Le phénotype [ab] résulte de 2 gamètes parentaux, donc [AB] de phénotype AB//ab

2) [AB]X[ab] = test cross

AB 45%	ab 45%	AB 5%	ab 5%
[AB] 450	[ab] 450	[AB] 50	[ab] 50

3) a) Si l'espèce est une drosophile, dans ce cas le mâle ne produit jamais des gamètes recombinés

AB 45%	ab 45%	AB 5%	ab 5%
[AB] 22,5%	[AB] 22,5%	[AB] 2,5%	[AB] 2,5%
[ab] 22,5%	[ab] 22,5%	[ab] 2,5%	[ab] 2,5%

Pour 1000 individus

[AB] 72,5%	[ab] 22,5%	[aB] 2,5%	[Ab] 2,5%
------------	------------	-----------	-----------

b) [AB] de phénotype Ab//ab

Ab 45%	aB 45%	AB 5%	ab 5%
[AB] 22,5%	[AB] 22,5%	[AB] 2,5%	[AB] 2,5%
[ab] 22,5%	[ab] 22,5%	[AB] 2,5%	[ab] 2,5%

Pour 1000 individus

[AB] 50%	[Ab] 25%	[aB] 25%	[ab] 25%
----------	----------	----------	----------

**III/ Exercices du bac tunisien****Exercice N°1 (Bac 2001 Principale : Deuxième partie)**

1) Croisement N°1

Il s'agit d'un cas de di hybridisme où on s'intéresse aux couples d'allèles ( $A_1, A_2$ ) et ( $B_1, B_2$ ) contrôlant respectivement la longueur des tiges et la forme des gousses. Pour le 1er couple d'allèle, on a  $A_1 > A_2$  et pour le second, on a  $B_1 > B_2$  car la  $F_1$  est homogène et elle présente le phénotype dominant de l'un des parents. Le test cross a fourni une répartition de quatre phénotypes équiprobables  $\frac{1}{4} \frac{1}{4} \frac{1}{4} \frac{1}{4}$ . Les deux couples d'allèles ( $A_1, A_2$ ) et ( $B_1, B_2$ ) sont indépendants.

Croisement N°2 : Il s'agit aussi d'un cas de di hybridisme où on s'intéresse aux couples d'allèles ( $B_1, B_2$ ) et ( $C_1, C_2$ ) contrôlant respectivement la forme et la couleur des gousses.

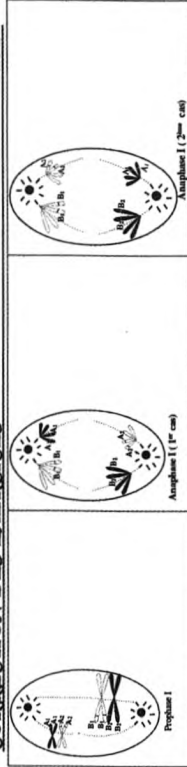
Pour le 1er couple d'allèle, on a  $B_1 > B_2$  et pour le 2<sup>ème</sup> couple d'allèles, on a  $C_2 > C_1$  car la  $F_1$  est homogène et elle présente le phénotype dominant de chacun des parents. Le test cross a fourni une répartition différente de  $\frac{1}{4} \frac{1}{4} \frac{1}{4} \frac{1}{4}$  avec des phénotypes parentaux [ $B_1C_1$ ] et [ $B_2C_2$ ] plus fréquents que les phénotypes recombinés [ $B_1C_2$ ] et [ $B_2C_1$ ]. Les 2 gènes sont liés.

2) Cas du croisement 1 :

	croisement 1		croisement 2	
Génotypes des parents	$\frac{A_1}{A_1}$	$\frac{B_1}{B_1}$	$\frac{A_2}{A_2}$	$\frac{B_2}{B_2}$
	$\times$	$\frac{A_2}{A_2}$	$\times$	$\frac{B_2}{B_2}$
Génotypes de la $F_1$	$\frac{A_1}{A_2}$	$\frac{B_1}{B_2}$	$\frac{A_1}{A_2}$	$\frac{B_1}{B_2}$

3) L'obtention des phénotypes [ $A_1B_2$ ] et [ $A_2B_1$ ] s'explique par :

Le brassage interchromosomique à la méiose de la gamétogénèse chez l'hybride  $F_1$  de génotype  $A_1/A_2 B_1/B_2$  originaire de la diversité des gamètes.



Gamètes du testeur :

Gamètes de la F<sub>1</sub>

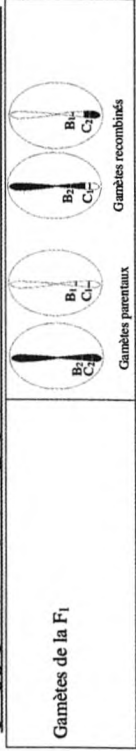
La fécondation (entre gamètes de F<sub>1</sub> et du testeur) produit la diversité des zygotes et des individus

	Gamètes de F <sub>1</sub>		A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>		A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>
Gamètes de testeur			A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	
	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>
	[A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> ]	[A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> ]	[A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> ]	[A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> ]	Individus recherchés		

**Le 2<sup>ème</sup> cas :** L'obtention des phénotypes [B<sub>1</sub>C<sub>2</sub>] et [B<sub>2</sub>C<sub>1</sub>] s'explique par :  
 Le brassage intrachromosomique à la méiose de la gamétogénèse chez l'hybride F<sub>1</sub> de génotype B<sub>1</sub>C<sub>1</sub>//B<sub>2</sub>C<sub>2</sub> originale de la diversité des gamètes



Gamètes du testeur :



La fécondation (entre gamètes de F<sub>1</sub> et du testeur) produit la diversité des individus

	Gamètes de F <sub>1</sub>		B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>
Gamètes de testeur			B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>
B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>
	B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	[B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> ]	[B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> ]
	Individus recherchés					

**Exercice N°2 (Bac 2002 Principale : Deuxième partie)**

1) Les caractères étudiés : l'aspect des graines ; la couleur des graines  
 Les résultats de la F<sub>2</sub> montrent 3/4 de graines lisses et 1/4 de graines ridées. On en déduit que le caractère aspect de la graine est contrôlé par un couple d'allèles L, r avec dominance absolue de L sur r.

Les résultats de la F<sub>2</sub> montrent 1/4 de graines jaunes, 1/2 de graines violettes et 1/4 de graines bleues. Ces résultats correspondent à un cas de monohybridisme à codominance. Le caractère couleur de la graine est contrôlé par un couple d'allèles B, J avec B = J

2) 50 individus sur 800 représentent 1/16. Ce résultat ne peut être obtenu que lorsque chacun des parents participe avec 4 gamètes différents et équiprobables. Cette condition ne peut être vérifiée que dans le cas où les gènes sont indépendants.

Remarque : On admet aussi le raisonnement suivant : Un dihybridisme. En F<sub>2</sub>, on a obtenu 1/4 [r] et 1/4 [J]. Si les gènes étaient indépendants, l'hypothèse des gènes indépendants est vérifiée.

1. Génotypes et les phénotypes de F<sub>2</sub>

Parents :	graines bleues et lisses	X	graines jaunes et ridées
Phénotypes	[BL]	X	[Jr]
Génotypes	BB//LL		J//j r/r
Gamètes	BL		Jr
	F <sub>1</sub> B//J L//r		
	[VL] (avec V = violet)	X	
F <sub>1</sub>	B L		F <sub>1</sub>
B L	J r		B L
J r			J r
	1/4 BL ; 1/4 Jr ; 1/4 Br ; 1/4 JL		1/4 BL ; 1/4 Jr ; 1/4 Br ; 1/4 JL

Echiquier de croisement :

	Gamètes de B		1/4 BL	1/4 Jr	1/4 Br	1/4 JL
Gamètes de C	1/4 BL	1/4 Jr	1/4 Br	1/4 JL		

1/4 BL	$\frac{B}{B} \frac{L}{L}$ [BL] 1/16	$\frac{B}{J} \frac{L}{r}$ [VL] 1/16	$\frac{B}{B} \frac{L}{r}$ [BL] 1/16	$\frac{B}{J} \frac{L}{L}$ [VL] 1/16
1/4 Jr	$\frac{B}{J} \frac{L}{r}$ [VL] 1/16	$\frac{J}{J} \frac{L}{r}$ [JL] 1/16	$\frac{B}{J} \frac{r}{r}$ [Vr] 1/16	$\frac{J}{J} \frac{L}{L}$ [JL] 1/16
1/4 Br	$\frac{B}{B} \frac{L}{r}$ [BL] 1/16	$\frac{B}{J} \frac{r}{r}$ [Vr] 1/16	$\frac{B}{B} \frac{r}{r}$ [Br] 1/16	$\frac{B}{J} \frac{L}{L}$ [VL] 1/16
1/4 JL	$\frac{B}{J} \frac{L}{L}$ [VL] 1/16	$\frac{J}{J} \frac{L}{r}$ [JL] 1/16	$\frac{B}{J} \frac{r}{r}$ [Vr] 1/16	$\frac{J}{J} \frac{L}{L}$ [JL] 1/16

Phénotypes	% théorique	% pour 800 graines
[BL]	3/16	150
[VL]	6/16	300
[JL]	3/16	150
[Vr]	2/16	100
[Br]	1/16	50
[Jr]	1/16	50

**Remarque :**

On peut établir l'échiquier des phénotypes comme suit :

1/4 B	3/16 [BL]	1/16 [Br]
1/2 V	6/16 [VL]	2/16 [Vr]
1/4 J	3/16 [JL]	1/16 [Jr]

**Exercice N°3 (Bac 2005 Contrôle : Deuxième partie)**

1) On est en présence de 2 caractères : la forme des pétales et la couleur des pétales donc il s'agit de dihybridisme.

Pour la forme des pétales : 2 phénotypes possibles (frisé et lisse). D'après les données le phénotype frisé est pur (homozygote) (f/f) et le croisement frisé X lisse donne 1/2 frisés et 1/2 lisses (résultat d'un backcross ou test cross de monohybridisme). Donc le phénotype lisse est hétérozygote avec L (allèle lisse) domine f (allèle frisé) avec L > f

On constate donc une dominance absolue de l'allèle L sur l'allèle récessif f

Pour la couleur des pétales : 3 phénotypes possibles : Rouges, Roses et Blancs.

Le croisement (A) X (B) : Rose X Rose donne 1/4 Rouges, 1/2 Roses et 1/4 Blancs. C'est une ségrégation F<sub>2</sub> de monohybridisme avec codominance ou absence de dominance entre les allèles R (allèle Rouge) et B (allèle Blanc) avec R = B et R' = Rose

On constate donc une codominance entre l'allèle R et l'allèle B

**CORRECTION DES EXERCICES**

2) Les deux gènes sont indépendants. En effet, on constate dans la descendance du croisement (A) X (B), la ségrégation (1/4, 1/8, 1/8, 1/8, 1/8 et 1/8). C'est le résultat du produit (X) de 2 monohybridismes, l'un en back cross, l'autre en F<sub>2</sub>.

$$(1/2, 1/2) \times (1/4, 1/2, 1/4) = (1/4, 1/8, 1/8, 1/8, 1/8, 1/8)$$

C'est la caractéristique de l'indépendance de deux gènes

3) Les génotypes des deux plantes (A) et (B) sont : A = R/B f/f B = R/B L/f

4) Les génotypes possibles de la plante à l'origine du pollen ayant conduit à l'apparition des nouveaux phénotypes chez le Floriculteur :

$\frac{R}{R} \frac{f}{f}$	+ pollen	$\frac{R}{B} \frac{f}{f}$ (A)
$\frac{R}{R} \frac{f}{r}$		$\frac{R}{B} \frac{L}{f}$ (B)

Le pollen est donc de deux types : Bf et BL

La plante à l'origine de ce pollen est B//B L//f

Ce pendant elle peut être R//B L//f, mais avec une faible probabilité

**Exercice N°4 (Bac 2007 Principale : Deuxième partie)**

1) a) Les plants croisés différent par deux caractères : taille de la tige (longue ou naine) et la couleur de la fleur (blanche ou rouge) ; il s'agit d'un cas de dihybridisme où chaque caractère est contrôlé par un gène (un couple d'allèles)

Le premier croisement A X D donne une descendance homogène à tiges longues et à fleurs rouges correspondant aux phénotypes de l'un des parents (A).

Soit les deux couples d'allèles (R, b) et (L, n) avec :

R : allèle de la couleur rouge et b : allèle de la couleur blanche Avec R domine b

L : allèle tige longue et n : allèle tige naine Avec L domine n

b) localisation chromosomique des deux couples d'allèles ou des deux gènes

Les résultats du croisement C X D montrent quatre phénotypes équiprobables (25%, 25%, 25% et 25%). Ce sont les résultats d'un test cross d'un dihybridisme à gènes indépendants

Conclusion : les deux gènes sont indépendants

1. Déterminisme des génotypes des différents plants

Le croisement A X D donne 100% [LR] alors A est lignée pure : L//L R//R

Le croisement B X D donne 50% [nR] et 50% [LR] : ce résultat montre que B est hétérozygote pour la taille de la tige : L/n R/R

Le croisement C X D donne 25% [LR], 25% [nb], 25% [Lb] et 25% [nR] : ce résultat montre que C est double hétérozygote : L/n R/b

2. Composition phénotypique et génotypique de la descendance issue du croisement :

B X D

Parents : B X D

Phénotypes [LR] X [LR]

Génotypes L/n R/R L/n R/b

Gamètes 1/2 LR ; 1/2 nR 1/4 LR ; 1/4 Lb ; 1/4 nR ; 1/4 nb

Echiquier de croisement :

Gamètes de B	1/4 LR	1/4 Lb	1/4 nR	1/4 nb
Gamètes de C				

$\frac{1}{4}$ LR	$\frac{L}{L} \frac{R}{R}$ [LR] $\frac{1}{16}$	$\frac{L}{L} \frac{R}{b}$ [LR] $\frac{1}{16}$	$\frac{L}{n} \frac{R}{R}$ [LR] $\frac{1}{8}$	$\frac{L}{n} \frac{R}{b}$ [LR] $\frac{1}{8}$
$\frac{1}{4}$ nR	$\frac{L}{L} \frac{R}{n}$ [LR] $\frac{1}{16}$	$\frac{L}{L} \frac{R}{n}$ [LR] $\frac{1}{16}$	$\frac{n}{n} \frac{R}{R}$ [nR] $\frac{1}{8}$	$\frac{n}{n} \frac{R}{b}$ [nR] $\frac{1}{8}$

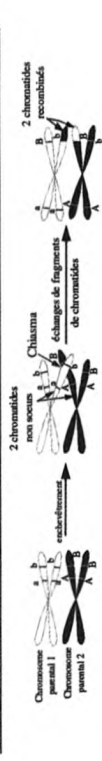
Phénotypes	Génotypes
6/8 soit 750 individus [LR]	$\frac{L}{L} \frac{R}{R}$ $\frac{L}{L} \frac{R}{R}$
	$\frac{L}{L} \frac{R}{b}$ $\frac{L}{L} \frac{R}{b}$
	$\frac{L}{n} \frac{R}{R}$ $\frac{L}{n} \frac{R}{R}$
	$\frac{L}{n} \frac{R}{b}$ $\frac{L}{n} \frac{R}{b}$
2/8 soit 250 individus [nR]	$\frac{n}{n} \frac{R}{R}$ $\frac{n}{n} \frac{R}{R}$
	$\frac{n}{n} \frac{R}{b}$ $\frac{n}{n} \frac{R}{b}$

**Exercice N°5 (Bac 2009 Contrôle : Deuxième partie)**

- Le croisement [AB] X [ab] est un test cross.  
**Hypothèse 1 : les deux gènes sont indépendants** : si les deux gènes (A, a) et (B, b) sont indépendants, ce croisement donnerait quatre phénotypes de même fréquence (25% [AB] ; 25% [ab] ; 25% [Ab] et 25% [aB]). Ce qui n'est pas le cas donc cette hypothèse est à rejeter  
**Hypothèse 2 : les deux gènes sont liés** : les phénotypes parentaux ([AB] et [ab]) sont plus fréquents que les phénotypes recombinés ([aB] et [Ab]) ou les 4 phénotypes obtenus ne sont pas de même fréquence (45% [AB] ; 45% [ab] ; 5% [Ab] et 5% [aB]). C'est le cas donc cette hypothèse est vérifiée
- Génotype du parent [AB]  

$$\frac{A}{a} \frac{B}{b}$$
Génotype du parent [ab]  

$$\frac{a}{a} \frac{b}{b}$$
- Chez le parent de phénotype [AB], hétérozygote, la méiose qui se produit avec crossing-over fournit des gamètes de type parental (AB et ab) et des gamètes de type recombiné (Ab, aB)



Le crossing over à la prophase I

**Exercice N°6 (Bac 2010 Contrôle : Deuxième partie)**

1) a) M corps ébène X S <sub>1</sub> corps gris	M soies courtes X S <sub>2</sub> soies normales
Relation de dominance : l'allèle responsable du phénotype gris domine l'allèle responsable du phénotype ébène	100 % soies normales
b) soient les couples d'allèles (A, a) et (B, b)	Relation de dominance : l'allèle responsable du phénotype soies normales domine l'allèle responsable du phénotype soies courtes

A → corps gris ; a → corps ébène ; B → soies normales ; b → soies courtes

Génotypes possibles des souches M, S<sub>1</sub> et S<sub>2</sub>

Génotypes S <sub>1</sub>	Génotypes S <sub>2</sub>	Gènes liés
A//A B//b	A//A B//b	AB/Ab
A//a B//B	A//a B//B	AB/aB
a//a B//b	a//a B//b	ab/ab

2) a) il s'agit d'un croisement entre une souche S<sub>3</sub>, de phénotypes [AB] et de génotype inconnu, avec une souche M de phénotype récessif [ab]Etant donné que la souche M est de phénotype récessif ab, le 3<sup>ème</sup> croisement est donc un test crossLa descendance du 3<sup>ème</sup> croisement montre une fréquence différente des proportions d'un test cross d'un individu à gènes indépendants ( $\frac{1}{4}$   $\frac{1}{4}$   $\frac{1}{4}$   $\frac{1}{4}$ ). Donc les deux gènes sont liés  
Dans le 3<sup>ème</sup> croisement, le nombre des descendants de phénotypes parentaux (226 et 224) correspond aux descendants de phénotypes [Ab] et [aB]Donc S<sub>3</sub> est de génotype Ab/aB

D'après les réponses aux questions 1/b et 2/a :

Génotypes S <sub>1</sub>	Génotypes S <sub>2</sub>	Génotypes M
AB/Ab	AB/aB	ab/ab

3) Le brassage intra chromosomique entre les chromatides non sœurs des chromosomes homologues de la souche S<sub>3</sub> permet l'apparition de deux types de gamètes recombinés AB et ab  
→ Schéma + tableau de rencontre des gamètes**Exercice N°7 (Bac 2013 Principale : Deuxième partie)**

1) a) D'après les résultats du premier croisement :

F<sub>1</sub> est formé de 100% de drosophiles aux ailes longues et aux yeux bruns :

L'allèle qui détermine le phénotype yeux bruns est dominant, celui qui détermine le phénotype yeux pourpres est récessif.

L'allèle qui détermine le phénotype ailes longues est dominant, celui qui détermine le phénotype ailes courtes est récessif.

b) D'après les résultats du 2<sup>ème</sup> croisement :  
Le 2<sup>ème</sup> croisement est un test cross, sa descendance montre 4 phénotypes non équiprobables différents de (1/4, 1/4, 1/4, 1/4) donc les 2 gènes sont liés partiellement.

2) Le caractère forme des ailes est contrôlé par un gène ou un couple d'allèle (L, c)

L : détermine le phénotype ailes longues

L<sub>1</sub> : détermine le phénotype ailes courtes

Le caractère forme des ailes est contrôlé par un gène ou un couple d'allèle (B, p)

B : détermine le phénotype yeux bruns

p : détermine le phénotype yeux pourpres

### 1<sup>er</sup> croisement

Phénotypes

Génotypes

Gamètes

Récondation

[Lp]	[cB]
Lp/Lp	cB/CB
LP	cB
F <sub>1</sub> 100% Lp/cB	

### 2<sup>ème</sup> croisement

Phénotypes

Génotypes

Gamètes

F <sub>1</sub>	Double récessif
[Lp]	[cp]
Lp/cB	cp/cp
LP ; cB : gamètes parentaux	
LB, cp gamètes recombinés	

Gamètes de F <sub>1</sub>	Lp	cB	LB	cp
Gamètes de testeur	[Lp]	[cB]	[LB]	[cp]
cp				

3) femelle [Lp] X mâle [cB] donne 4 phénotypes de même %  
Donc chacun des 2 parents a donné par méiose 2 types de gamètes équiprobables (50% et 50%) c'est-à-dire que chacun des parents devrait être homozygote pour un caractère et hybride pour l'autre.

Les génotypes des parents du 3<sup>ème</sup> croisement sont : femelle Lp/cp et le mâle cB/cp.

### Exercice N°8 (Bac 2014 Contrôle : Deuxième partie)

1) a) D'après les résultats du 1<sup>er</sup> croisement : SIX S<sub>2</sub>

La F<sub>1</sub> est homogène formée de drosophiles toutes à gris et soies normales :

\*/ l'allèle responsable du phénotype [gris] dominant, celui responsable du phénotype [ébène] est récessif

\*/ l'allèle responsable du phénotype [normal] dominant, celui responsable du phénotype [court] est récessif

b) Dans le croisement 2, la descendance du croisement S<sub>3</sub>, à corps gris et soies courtes avec S<sub>4</sub> à corps ébène et soies normales donne 4 phénotypes équiprobables, ⇒ chaque parent est

L'étiole

homozygote pour un gène et hétérozygote pour l'autre ; il produit par méiose deux types de gamètes équiprobables.

Soient les couples d'allèle (G, e) et (N, c) qui contrôlent les caractères héréditaires étudiés tels que :

L'allèle G qui détermine le phénotype gris ou [G]

L'allèle e qui détermine le phénotype ébène ou [e] avec G > e

L'allèle N qui détermine le phénotype normal ou [N]

L'allèle c qui détermine le phénotype court ou [c] avec N > c

Si les deux gènes sont indépendants

S<sub>1</sub> : G/le c/c ; S<sub>4</sub> : e/le N/c

S<sub>3</sub> : Gc/ec ; S<sub>5</sub> : eN/ec

2)a) Le croisement de la souche S<sub>5</sub> avec la souche S<sub>2</sub> donne 4 phénotypes ; S<sub>2</sub> double récessive ne produit qu'un seul type de gamète alors que la souche S<sub>5</sub> produit quatre types de gamètes ; elle est donc double hétérozygote de phénotype corps gris et soies normales.

b) Le 3<sup>ème</sup> croisement est un test cross qui a donné 2 phénotypes parentaux majoritaires et 2 phénotypes recombinés minoritaires ; les deux gènes liés.

3 <sup>ème</sup> croisement	S <sub>5</sub>	X	S <sub>2</sub>
Phénotypes	[GN]		[ec]
Génotypes	Gc/eN		ec/ec

Tableau de rencontre des gamètes

Gamètes	1-p/2 Gc	1-p/2 eN	p/2 GN	p/2 ec
100% ec	Gc/ec [Gc]	eN/ec [eN]	GN/ec [GN]	ec/ec [ec]

### Exercice N°9 (Bac 2015 Contrôle : Deuxième partie)

1) Les parents croisés sont de lignées pures, les individus de la F<sub>1</sub> sont semblables et ils sont engendrés d'une descendance comportant 4 phénotypes.

a) si les allèles contrôlant les caractères incolores et ridés sont dominants, on aurait obtenu une descendance homogène formée de plantes à graines incolores et ridées, ce qui n'est pas le cas. Donc les deux allèles contrôlant les caractères incolores et ridés sont récessifs.

b) le croisement réalisé (F<sub>1</sub> par la lignée pure à graines incolores et ridées) est alors un test cross qui a fourni 4 phénotypes mais qui ne sont pas dans les proportions de (1/4, 1/4, 1/4, 1/4) caractéristiques de la transmission de deux couples d'allèles indépendants ; les 2 gènes sont donc liés.

2) soient les 2 couples d'allèles (C, i) et (L, r)

C → graines colorées ; i → graines incolores ; L → graines lisses ; r → graines ridées

F<sub>1</sub> est de génotypes Cc/iI ; génotypes des parents : Cc/iI x Cc/iI

3) comportement des chromosomes au cours de la prophase I avec crossing-over, de l'anaphase I et de l'anaphase II conduisant à la formation des 4 types de gamètes dont les deux types recombinés sont à l'origine de l'apparition des deux phénotypes en question.

4) l'obtention de 4 phénotypes équiprobables n'est possible que si chacun des parents croisés est simple hétérozygote pour un des deux caractères. Donc le croisement est : Cc/iI x iI/rI

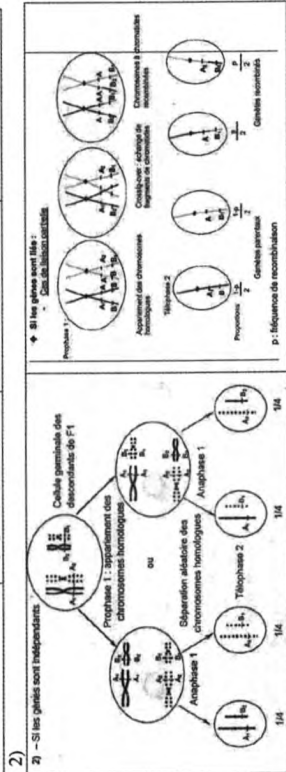
### Exercice N°10 (Bac 2016 Contrôle : Deuxième partie)

1) a- L'apparition d'un nouveau phénotype intermédiaire pour le caractère couleur de l'abdomen montre qu'il s'agit d'un cas de dominance intermédiaire → A1 = A2

L'étiole

Les descendants de la F1 présentent des ailes c'est le phénotype de l'un des deux parents. Il s'agit d'un cas de dominance absolue B1 > B2

b-		N <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>
Gènes indépendants	A <sub>1</sub> /A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> /B <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> /A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> /B <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> /A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> /B <sub>2</sub>
Gènes liés	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> /A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> /A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> /A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>



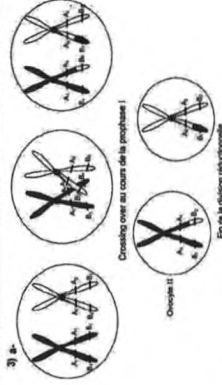
3) Si les gènes sont indépendants

	F <sub>1</sub>	X	N <sub>1</sub>
	A <sub>1</sub> /A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> /B <sub>2</sub>		A <sub>1</sub> /A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> /B <sub>2</sub>
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> 25%	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> 25%	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> 25%
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> 25%
			A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>

La descendance devrait comporter 25% d'individus à abdomen légèrement coloré et avec des ailes. Or ce n'est pas le cas. Les 2 gènes sont liés (liaison partielle).

**Exercice N°11 (Bac 2017 Contrôle : Deuxième partie)**

- 1) a) S<sub>1</sub> X S<sub>2</sub> ⇒ 100% ailes longues : A<sub>1</sub> domine A<sub>2</sub>  
 S<sub>2</sub> X S<sub>3</sub> ⇒ 100% abdomen rugueux : B<sub>1</sub> domine B<sub>2</sub>
- b) S<sub>3</sub> [A<sub>2</sub> B<sub>2</sub>] double récessif : souche de lignée pure ⇒ génotype de S<sub>3</sub> : A<sub>2</sub>/A<sub>2</sub> B<sub>2</sub>/B<sub>2</sub> ou A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>/A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>
- \*/ Le croisement de S<sub>1</sub> [A<sub>2</sub> B<sub>2</sub>] avec S<sub>3</sub> fournit 50% [A<sub>1</sub> B<sub>1</sub>] et 50% [A<sub>1</sub> B<sub>2</sub>] d'où S<sub>1</sub> est hétérozygote pour le couple d'allèle (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>) ⇒ génotype de S<sub>1</sub> : A<sub>1</sub>/A<sub>1</sub> B<sub>1</sub>/B<sub>2</sub> ou A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>/A<sub>1</sub>B<sub>2</sub>
- \*/ Le croisement de S<sub>2</sub> [A<sub>1</sub> B<sub>1</sub>] avec S<sub>3</sub> fournit 50% [A<sub>1</sub> B<sub>1</sub>] et 50% [A<sub>2</sub> B<sub>1</sub>] d'où S<sub>2</sub> est hétérozygote pour le couple d'allèle (A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>) ⇒ génotype de S<sub>2</sub> : A<sub>1</sub>/A<sub>2</sub> B<sub>1</sub>/B<sub>1</sub> ou A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>/A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>
- 2) Exploitation : d'après le document 1, l'ovocyte II montre un chromosome dupliqué portant les allèles des deux couples avec une chromatide parentale et une chromatide recombinée.
- a) les deux couples d'allèles sont partiellement liés.
- b) D : hétérozygote pour les deux couples d'allèles. Son génotype est A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>/A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>



b) génotype des gamètes de D

Génotypes des gamètes	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>
Proportions	1-P/2	1-P/2	P/2	P/2

P : pourcentage de recombinaison

4) Exploitation : le croisement de femelles (D) A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>/A<sub>2</sub>B<sub>2</sub> avec des mâles de la souche S<sub>3</sub> [A<sub>2</sub> B<sub>2</sub>] fournit 12% [A<sub>1</sub> B<sub>2</sub>]. Ce croisement est un test cross, le mâle fournit un seul type de gamète. Les proportions des descendants sont celles des gamètes de (D).

[A<sub>1</sub> B<sub>2</sub>] est un phénotype recombiné Effectifs : ce croisement fournit :

%	12%	[A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> ]	12%	[A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> ]	38%	[A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> ]	38%	[A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> ]
Sur 1000 on obtient :	120	[A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> ]	120	[A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> ]	380	[A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> ]	380	[A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> ]

**Exercice N°12 (Bac 2018 Contrôle : Deuxième partie)**

1) Analyse du 1<sup>er</sup> croisement : la descendance du 1<sup>er</sup> croisement est homogène et présente un phénotype parental pour les deux caractères.

a) Déduction : il s'agit d'un cas de dominance absolue

Soient les deux couples d'allèles suivants :

L : un couple d'allèle contrôlant le caractère « longueur des tiges » avec :

$$L > c$$

L : allèle qui détermine le phénotype tige longues.

c : allèle qui détermine le phénotype tige courtes.

(D, i) un couple d'allèle contrôlant le caractère « formes des gousses » avec :

$$D > i$$

D : allèle qui détermine le phénotype gousses droites

i : allèle qui détermine le phénotype gousses incurvées.

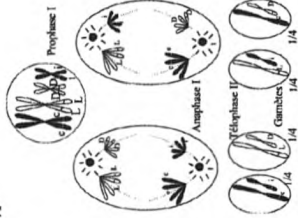
b) Analyse du 2<sup>ème</sup> croisement : La variation V<sub>3</sub> à tiges longues et gousses incurvées est homozygote pour le caractère « forme des gousses » et la variété V<sub>4</sub> à tiges courtes et gousses droites est homozygote pour le caractère « longueur des tiges ». La descendance de ce croisement montre 4 phénotypes équiprobables donc chacune des deux variétés croisées a produit 2 types de gamètes équiprobables : les 2 couples d'allèles peuvent être indépendants ou liés.

Variétés	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>4</sub>
Génotypes	L/L D/D	LD/LD	c/c i/i ou c/c i/ci	L/c i/i ou Li/ci
				c/c D/i ou cD/ci

2) T<sub>1</sub> = 800 et 1/16 = 50 ⇒ La descendance du 3<sup>ème</sup> croisement montre une répartition de type :

- 9/16 plantes à tige longues et gousses droites
- 3/16 plantes à tige courtes et gousses droites
- 3/16 plantes à tige longues et gousses incurvées

- 1/16 plantes à tige courtes et gousses incurvées
- Les deux gènes sont indépendants  
Génotypes de  $PL_1$  et  $PL_2$  :  $L_1/c$  D/1



### Thème 2 : Chapitre 3 : La génétique humaine

#### I/Q C M

1/d	2/a	3/d	4/b, d	5/c, d	6/a, c, d	7/a, b	8/a, b	9/a	10/b, c	11/b, d	12/a, d
-----	-----	-----	--------	--------	-----------	--------	--------	-----	---------	---------	---------

#### II/ Mobilisation des connaissances

##### Exercice N°1

1. La maladie génétique est une maladie héréditaire.
2. l'union à risque c'est l'union entre le couple III3 et III4 : c'est un mariage consanguin entre cousins. Ces mariages augmentent le risque d'avoir des enfants malades.

3. a) L'allèle responsable de cette maladie est récessif

**Justification** : Les parents I<sub>1</sub> et I<sub>2</sub> sont phénotypiquement sains mais ils ont engendré un garçon malade II-3, donc, l'allèle responsable de la maladie existe obligatoirement au moins chez l'un de deux parents mais il ne s'exprime pas. ⇒ L'allèle de l'anomalie est récessif noté m et l'allèle de l'état normal est dominant noté N ⇒ Couple d'allèle (N, m)

b) Discussions des hypothèses

**1<sup>ère</sup> hypothèse** : L'allèle de la maladie est lié au sexe porté par Y.

Dans ce cas la maladie n'affecte que le sexe masculin et se transmet systématiquement du père atteint à tous ses fils ce qui n'est pas confirmé par le pedigree : le garçon II<sub>3</sub> est malade or son père I<sub>1</sub> est sain. ⇒ Hypothèse à rejeter.

**2<sup>ème</sup> hypothèse** : L'allèle de la maladie est porté par le chromosome sexuel X.

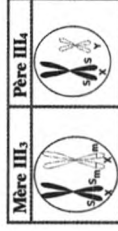
Le garçon II<sub>3</sub> malades, est de génotype X<sub>m</sub>/Y donc il a hérité X<sub>m</sub> de sa mère qui doit être hétérozygote (ce qui est possible) et il doit hériter Y de son père. ⇒ C'est le cas donc cette ⇒ Hypothèse est vraie

**3<sup>ème</sup> hypothèse** : L'allèle de la maladie est autosomal :

Dans ce cas le garçon malade II<sub>3</sub> serait de génotype m/m, donc il a hérité l'allèle malade m de sa mère et de son père, ce qui suppose que les parents I<sub>1</sub> et I<sub>2</sub>, normaux, seraient obligatoirement hétérozygotes N/m ce qui est aussi possible. ⇒ Hypothèse est à retenir.

4. a) Si la maladie est autosomale, chaque individu possède deux allèles identiques ou différents or d'après le tableau il y a des individus qui possèdent un seul allèle comme b et c. donc la maladie est liée au sexe et portée par le chromosome X  
b) I<sub>1</sub> ⇒ (d) ou (e) ; II<sub>3</sub> ⇒ (a) ; III<sub>3</sub> ⇒ (d) ou (e) ; III<sub>4</sub> ⇒ (b) ; IV<sub>2</sub> ⇒ (c)

5.



6. a) Le fœtus 1 possède deux chromosomes sexués X, donc c'est une fille.

Le fœtus 2 possède deux chromosomes sexués différent X et Y, donc c'est un fils.

**Conclusion** : Ces deux fœtus sont de sexe différent donc ils sont de faux jumeaux

- b) Le fœtus 1 est une fille donc elle a hérité obligatoirement X<sub>n</sub> de son père et puisque la maladie est récessive donc c'est une fille saine. Par contre le fœtus 2 est un garçon donc il a hérité le chromosome Y de son père et il a hérité le chromosome X de sa mère qui est hétérozygote X<sub>n</sub>/X<sub>m</sub>, donc il peut hériter X<sub>n</sub> ou X<sub>m</sub> de sa mère. Ce fœtus peut être malade comme peut être sain.

**Conclusion** : le médecin peut rassurer III<sub>3</sub> pour le fœtus 1 mais il ne peut pas rassurer pour fœtus 2

#### Exercice N°2

##### 1. Discussions des hypothèses

**Hypothèse 1** : allèle porté par X et dominant : (M, n) avec M > n (M = allèle malade)

Dans ce cas le père I<sub>1</sub> de génotype X<sub>M</sub>/Y doit avoir toutes ses filles malades or ce n'est pas le cas le père I<sub>1</sub> a une fille saine II<sub>3</sub>. Cette hypothèse est vérifiée.

**Hypothèse 2** : allèle porté par X et récessif : (N, m) avec N > m (m = allèle malade)

Dans ce cas une mère saine doit être hétérozygote de génotype X<sub>N</sub>/X<sub>m</sub> pour avoir des garçons malades X<sub>m</sub>/Y ce qui est confirmé par le pedigree ; de plus la fille II<sub>3</sub> malade X<sub>m</sub>/X<sub>m</sub> doit hériter X<sub>m</sub> de sa mère et X<sub>m</sub> de son père de génotype X<sub>m</sub>/Y. C'est possible Donc cette hypothèse est à retenir

**Hypothèse 3** : allèle autosomal dominant : (M, n) avec M > n (M = allèle malade)

Dans ce cas I<sub>1</sub> doit être hétérozygote de génotype M/m pour avoir des enfants sains ce qui est confirmé par le pedigree. Donc cette hypothèse est à retenir

**Hypothèse 4** : allèle autosomal récessif : (N, m) avec N > m (m = allèle malade)

Dans ce cas I<sub>2</sub> doit être hétérozygote de génotype N/m pour avoir des enfants malades ce qui est confirmé par le pedigree. Donc cette hypothèse est à retenir

**Hypothèse 5** l'allèle de la maladie est porté par Y

Dans ce cas tel père tel fils, de plus 100% des filles saines c'est le cas donc cette hypothèse est vérifiée.

- 2) a) si la maladie est autosomale chaque personne doit renfermer 2 allèles différents ou identique ou d'après document 2 I<sub>1</sub> et II<sub>3</sub> renferment un seul allèle. **Donc les hypothèses 1 et 3 sont à rejeter**

Si la maladie est portée par le chromosome sexuel X, chaque fille doit renfermer deux différents ou identique ou d'après document 2 les filles I<sub>2</sub> et II<sub>3</sub> ne contiennent aucun allèle. Donc les hypothèses 2 et 4 sont à rejeter.

Conclusion la maladie est portée par le chromosome Y

I <sub>1</sub> , III <sub>1</sub> , II <sub>2</sub>	II <sub>4</sub> , III <sub>2</sub> , III <sub>3</sub>	I <sub>2</sub> , II <sub>3</sub> , III <sub>2</sub>
X/Y/m	X/Y/S	X/X

### Exercice N°3

- 1) La mère atteinte est homozygote pour l'allèle A<sub>1</sub> donc ce dernier est l'allèle anormale et par suite A<sub>2</sub> est l'allèle normal.
- 2) Le document 1 montre que le fœtus est hétérozygote ; le document 2 montre qu'il est de sexe masculin, donc le gène étudié est porté par un autosome
- 3) Le fœtus hérite un allèle A<sub>1</sub> de sa mère homozygote et un allèle A<sub>2</sub> du père atteint qui doit être hétérozygote A<sub>1</sub>/A<sub>2</sub>
- 4) Le père hétérozygote est atteint donc l'allèle anormal A<sub>1</sub> domine l'allèle normal A<sub>2</sub>
- 5) Le fœtus est hétérozygote et l'allèle anormal est dominant donc il est malade.

### Exercice N°4

2. a) L'allèle de cette maladie peut être dominant
- Justification : d'après le pedigree, tout enfant malade a au moins un parent malade, de plus la maladie affecte les deux sexes et existe dans chaque génération
- b) L'allèle de cette maladie peut être récessif.
- Justification : Chaque individu malade doit hériter un allèle malade de ces deux parents. Donc, la mère I<sub>2</sub> et la mère II<sub>4</sub> doivent être Hétérozygote, ce qui est possible dans le pedigree.
3. D'après les données I<sub>2</sub> est homozygote donc elle renferme deux allèles identiques.
- D'après le pedigree I<sub>2</sub> est malade donc elle renferme deux allèles malades. Si la maladie est dominante, 100% de descendants de I<sub>2</sub> sont malade, or ce n'est pas le cas.

Conclusion : la maladie est récessive. Soit le couple d'allèles (N, m) : avec ; N = allèle normal et m = L'allèle malade ; avec N > m.

### 4. Discussions des hypothèses

Dans ce cas la maladie n'affecte que le sexe masculin, or on a des filles I<sub>2</sub> et III<sub>3</sub> sont malade.

1<sup>ère</sup> hypothèse : L'allèle de la maladie est lié au sexe porté par Y.  
 ⇒ Hypothèse à rejeter.

### 2<sup>ème</sup> hypothèse : L'allèle de la maladie est porté par le chromosome sexuel X.

La fille III<sub>3</sub>, malade, serait de génotype Xm/Xm donc elle a hérité Xm de sa mère qui doit être hétérozygote (ce qui est possible) et elle doit hériter Xm de son père qui est malade et de génotype Xm/Y, or c'est le cas donc cette hypothèse est vraie

### 3<sup>ème</sup> hypothèse : L'allèle de la maladie est autosomal :

Dans ce cas la fille III<sub>3</sub> malade serait de génotype m/m, donc elle a hérité m de sa mère qui doit être hétérozygote (ce qui est possible) et elle doit hériter m de son père qui est malade donc de génotype m/m, or c'est le cas donc cette hypothèse est vraie

Conclusion : l'anomalie peut être autosomale à la sexuelle portée par X.

5. a) L'allèle de cette maladie est autosomal.  
 Justification : D'après le document n°1, le fœtus 2 présente la trisomie 21, c'est-à-dire il renferme 3 exemplaires de chromosomes 21

### CORRECTION DES EXERCICES

D'après le document N°2, le fœtus 2 renferme 3 exemplaires de l'allèle malade. Ces 3 allèles existent obligatoirement dans 3 exemplaires de même chromosome : c'est le chromosome 21.

Conclusion : la maladie est autosomale est portée par le chromosome 21

- d'après le document 2, le fœtus 1 renferme deux allèles différents (allèle malade et allèle sain) et puisque la maladie est récessive, donc le fœtus 1 est sain. Par contre le fœtus 2 renferme trois allèles malades donc il est malade

Conclusion : le médecin peut rassurer la femme II<sub>4</sub> pour les deux fœtus : fœtus 1 est sain et fœtus 2 est malade

c) Ces deux fœtus sont de faux jumeaux.

Justification : fœtus 1 renferme 2n = 46 et fœtus 2 renferme 2n = 47, donc ces fœtus ont un membre de chromosome différent.

- II<sub>2</sub> = N/m ; II<sub>3</sub> = m/m ; II<sub>4</sub> = N/m ; fœtus 1 = N/m

### Exercice N°5

1) a) D'après le document, la fille E<sub>3</sub> renferme une seule bande foncée en A<sub>1</sub>, de plus cette fille est malade, donc, le fragment A1 correspond à l'allèle malade et le fragment A<sub>2</sub> correspond à l'allèle sain.

b) Les deux garçons renferment un seul allèle (allèle malade pour E<sub>1</sub> et allèle sain pour E<sub>2</sub>). La maladie est liée au sexe porté par X car si la maladie est autosomale chaque individu doit porter obligatoirement deux allèles identiques ou différents.

On a une fille malade E<sub>3</sub> donc la maladie ne peut pas être portée par le chromosome Y.

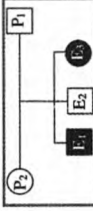
c) P<sub>1</sub> renferme un seul allèle malade ⇒ c'est un père malade, P<sub>2</sub> renferme deux allèles différents, ⇒ c'est une mère ; E<sub>1</sub> ⇒ garçon malade et E<sub>2</sub> ⇒ garçon sain.

d) Le fœtus renferme deux allèles différents (allèle sain et allèle malade) et le médecin a rassuré la mère que son futur enfant sera sain donc l'allèle sain est exprimé. ⇒ L'allèle de la maladie est récessif.

e) Soit le couple d'allèle (N, m) avec N = allèle sain et m = allèle malade :

$$E_1 = Xm/Y, E_2 = XN/Y \text{ et } E_3 = Xm/Xm$$

2) L'arbre généalogique de cette famille



### Exercice N°6

1. a) L'allèle responsable de la maladie est dominant : cette hypothèse est possible : chaque individu malade a l'un de ses parents malade, c'est le cas des individus II<sub>2</sub> et II<sub>4</sub> ont une mère malade I<sub>2</sub> et l'individu III<sub>2</sub> a un père malade II<sub>2</sub>.

b) L'allèle responsable de la maladie est dominant : cette hypothèse est possible : dans ce cas deux parents, l'un malade l'autre sain peuvent engendrer un enfant malade, à condition que le parent sain soit hétérozygote, c'est le cas des individus I<sub>4</sub> et II<sub>1</sub>.

2)a) d'après le document 1, II<sub>2</sub> est de phénotype malade et d'après le document 2 II<sub>2</sub> renferme deux allèles différents (allèle malade et allèle sain), donc, l'allèle malade est exprimé et l'allèle sain reste caché. Conclusion : la maladie est dominante

b) Hypothèse 1 : L'allèle de la maladie est lié au sexe porté par Y. On a des filles malades II<sub>2</sub> II<sub>4</sub> III<sub>1</sub> ⇒ Hypothèse à rejeter.

D'après le document 2, le père II<sub>2</sub> est hétérozygote

**Conclusion :** la maladie est dominante et autosomale

- 3) a) L'amniocentèse se fait à partir du 17<sup>ème</sup> semaines de grossesse.  
 b) On peut faire le diagnostic, à partir d'une cellule nucléée quelconque, car elle renferme un noyau contenant l'information génétique  
 4) a) La fille a hérité 3 allèles sains de ces parents  
 b) L'origine des chromosomes bicolorés est le brassage intra chromosomique  
 Le chromosome X est blanc donc les chromosomes blancs d'origine maternel et les chromosomes noirs d'origines paternel.

b<sub>2</sub>) Le spermatozoïde est à l'origine de cette anomalie puisqu'il présente le chromosome 21 en double exemplaire. Cette anomalie est apparue au cours de la division réductionnelle de la méiose car les deux chromosomes sont d'origine différents (couleur différente). Donc, la trisomie est expliquée dans ce cas par le non disjonction des chromosomes 21 en anaphase I.

#### Exercice N°7

1) Il faut discuter les 5 hypothèses

**Hypothèse 1 : l'allèle responsable de la maladie est porté par y**

Dans ce cas la maladie se transmet exclusivement d'un père malade à tous ses garçons. C'est à dire chaque garçon malade doit avoir un père malade ce qui est le cas pour les garçons II<sub>2</sub> et III<sub>2</sub>.  
**Hypothèse à retenir.**

**Hypothèse 2 : l'allèle responsable de la maladie est récessif porté par X.**

Selon cette hypothèse, chaque garçon malade hérite un chromosome y de son père et un chromosome X porteur de l'allèle muté de sa mère qui devrait être hétérozygote. Ceci pourrait être le cas pour les femmes I<sub>2</sub> et II<sub>3</sub>. **Hypothèse à retenir.**

**Hypothèse 3 : l'allèle responsable de la maladie est récessif porté par un autosome.**

Dans ce cas, chaque individu malade homozygote hérite un allèle muté de chacun de ses parents qui devraient être les deux au moins hétérozygotes. Ceci pourrait être le cas pour les couples (I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>) et (II<sub>2</sub>, II<sub>3</sub>) dont un parent homozygote récessif et l'autre hétérozygote. **Hypothèse à retenir.**

**Hypothèse 4 : l'allèle responsable de la maladie est dominant porté par un autosome.**

- chaque individu malade doit avoir au moins l'un des parents malades. ⇒ Ce qui est le cas pour II<sub>2</sub> et III<sub>2</sub>.

- les enfants sains devraient avoir deux parents porteurs de l'allèle normal. Ceci pourrait être le cas pour II<sub>1</sub> et IV<sub>1</sub> (un parent malade hétérozygote et un autre sain homozygote). **Hypothèse est à retenir.**

**Hypothèse 5 : l'allèle responsable de la maladie est dominant porté par X.**

Selon cette hypothèse, chaque garçon malade devrait avoir une mère malade. Or, ce n'est pas le cas pour le garçon II<sub>2</sub> qui est malade alors que sa mère I<sub>2</sub> est saine. **Hypothèse à rejeter.**

2) Le document 2 montre que :

- la fille porte deux exemplaires du gène étudié : ce gène ne peut pas être lié à y. **hypothèse 1 à rejeter.**

## CORRECTION DES EXERCICES

- la fille ne peut hériter que l'allèle A<sub>1</sub> de son père puisque ce dernier ne porte sur ses chromosomes que l'allèle A<sub>1</sub>. Donc, l'allèle A<sub>2</sub> provient de la mère.

- le fils ne porte sur ses chromosomes que l'allèle A<sub>1</sub>, si la maladie est autosomique, ce garçon serait de génotype A<sub>1</sub>/A<sub>1</sub> ; dans ce cas il hériterait une copie de l'allèle A<sub>1</sub> de sa mère. Si la maladie est liée à X, ce garçon serait de génotype X A<sub>1</sub>/Y ; dans ce cas le chromosome X A<sub>1</sub> proviendrait de la mère.

**Déduction :** Cette mère saine porte sur ses chromosomes l'allèle A<sub>1</sub> et l'allèle A<sub>2</sub> ; c'est une femme conductrice saine. Ceci montre que l'allèle qui contrôle cette maladie est récessif et par suite l'hypothèse 4 est à rejeter.

**L'hypothèse 3 (maladie récessive liée à un autosome) et l'hypothèse 2 (maladie récessive portée par X) sont à retenir.**

3) a) si le gène de la maladie est porté par un autosome, chaque individu doit avoir deux allèles du gène. Ce qui n'est pas le cas, puisque le père et le fœtus ont à peu près la moitié de la quantité d'ADN par rapport à la mère et à la fille. Ce qui correspond à un seul allèle. Donc le gène est porté par X.

b) Le fœtus est de sexe masculin puisqu'il possède un seul allèle du gène responsable de la maladie. L'allèle de 1,3 Kb hérité de la mère saine et possédant les deux exemplaires du même allèle. Donc l'allèle normal est de 1,3 Kb. L'allèle muté est de 1 Kb. Le fœtus est sain.

4) mère ⇒ XA<sub>2</sub>/XA<sub>2</sub> ; père ⇒ XA<sub>1</sub>/Y ; fille ⇒ XA<sub>1</sub>/XA<sub>2</sub> ; fœtus ⇒ XA<sub>2</sub>/Y

5) Parents : mère XA<sub>2</sub>/XA<sub>2</sub> X père XA<sub>1</sub>/Y

Gamètes XA<sub>2</sub> XA<sub>1</sub> et Y

XA <sub>2</sub>	XA <sub>1</sub>	Y
	XA <sub>1</sub> /XA <sub>2</sub> [A <sub>2</sub> ]	XA <sub>2</sub> /Y [A <sub>2</sub> ]

Tous les enfants seront sains.

#### Exercice N°8

**1) Hypothèse 1 : l'allèle responsable de la maladie est porté par un autosome**

Dans ce cas, les parents P<sub>1</sub> et P<sub>2</sub> devraient être homozygote de génotypes respectifs A<sub>2</sub>/A<sub>2</sub> et A<sub>1</sub>/A<sub>1</sub>. Dans ce cas, les fœtus jumeaux seraient hétérozygotes de génotypes A<sub>1</sub>/A<sub>2</sub>. Or, ce n'est pas le cas pour le fœtus F<sub>1</sub>. Hypothèse infirmée

**Hypothèse 2 : l'allèle responsable de la maladie est porté par un chromosome sexuel**

**1<sup>er</sup> cas :** le gène est porté par Y : si c'était le cas, les fœtus devraient hériter une seule version du gène (un seul type d'allèle). Or ce n'est pas le cas le fœtus F<sub>2</sub> qui présente les deux versions (allèles) du gène. A<sub>1</sub> et A<sub>2</sub>. Hypothèse infirmée

**2<sup>ème</sup> cas :** le gène est porté par X : dans ce cas, si P<sub>1</sub> est le père, dans ce cas le fœtus F<sub>1</sub> doit être hérité XA<sub>1</sub> de P<sub>2</sub> et Y de P<sub>1</sub>. Le fœtus F<sub>2</sub> hérité XA<sub>1</sub> de P<sub>2</sub> et XA<sub>2</sub> de P<sub>1</sub>. Il en est de même si P<sub>1</sub> est la mère. C'est bien le cas. Hypothèse confirmée.

2) Le fœtus F<sub>1</sub> ne présente que A<sub>2</sub>. C'est un garçon. Donc il doit hériter Y de son père et XA<sub>2</sub> de sa mère qui est P<sub>1</sub>. P<sub>2</sub> est donc le père.

3) a- Comme P<sub>1</sub> est la mère de génotype XA<sub>2</sub>/XA<sub>2</sub> et que le père est P<sub>2</sub> de génotype XA<sub>1</sub>/Y, le garçon sain serait de génotype XA<sub>2</sub>/Y. donc A<sub>2</sub> est l'allèle normal et A<sub>1</sub> est l'allèle muté.

b- Comme le couple a eu déjà une fille malade de génotype XA<sub>1</sub>/XA<sub>2</sub>, et puisque A<sub>2</sub> est l'allèle normal, A<sub>1</sub> domine A<sub>2</sub> ⇒ l'allèle de la maladie est donc dominant.

- 4) Le fœtus F1 est un garçon sain de génotype  $X_A Y$ .  
Le fœtus F2 est une fille de génotype  $X_A X_2$ . C'est une fille malade.  
Donc le médecin peut rassurer le couple de l'état de santé de F1, mais pas de celui de F2.

	P1	P2	F1	F2
5)	$X_A X_2$	$X_A Y$	$X_A Y$	$X_A X_2$

**Exercice N°8**

- Hypothèse 1 :** Dominante autosomale. (Famille 1 et Famille 2)  
Le père doit être hétérozygote  $\Rightarrow$  hypothèse est à rejeter  
**Hypothèse 2 :** Dominante liée au chromosome sexuel X. (Famille 1 et Famille 2)  
Le père de génotype  $X_M Y$  donc toutes des filles doivent être malade  $\Rightarrow$  hypothèse est à rejeter.  
**Hypothèse 3 :** Récessive autosomale. (Famille 1 et Famille 2)  
La mère doit être hétérozygote  $\Rightarrow$  hypothèse est à rejeter  
**Hypothèse 4 :** Récessive liée au chromosome sexuel X. (Famille 1 et Famille 2)  
La mère doit être hétérozygote  $\Rightarrow$  hypothèse est à rejeter

- Famille 1 :**  
a1 = allèle sain (d'après I2)  
a2 = allèle mué  
le père I1 est hétérozygote (doc2)  
le père I2 est de phénotype malade (doc1)  
donc la maladie est dominante autosomale
- Famille 2 :** Si la maladie est autosomale, le garçon II2 doit être de génotype b2/b2 donc il doit être hérité un allèle b2 de son père. Or d'après doc2 le père I1 est homozygote b1/b1  $\Rightarrow$  hypothèse à rejeter. Donc la maladie est récessive portée par le chromosome X.
- 3) a) D'après le cariotype, le fœtus est trisomie 21 (il possède 3 exemplaires de chr 21)  
D'après l'électrophorèse le fœtus renferme 3 allèles. Ces 3 allèles existent obligatoirement dans 3 exemplaires de même chromosomes : c'est le chromosome 21.

**Conclusion :** la maladie est autosomale est portée par le chromosome 21

- 3) b) le fœtus renferme deux allèles a2 et un allèle a1.

- Hypothèse 1 :** le fœtus doit être hérité a1 et a2 de son père et a2 de sa mère. Hypothèse est vérifiée.  
**Hypothèse 2 :** dans ce cas le fœtus doit être hérité deux a1 ou deux allèles a2 de son père et a2 de sa mère, ce n'est pas le cas. Hypothèse est à rejeter  
**Hypothèse 3 et 4 :** le fœtus doit être hérité deux allèles a2 de sa mère et allèle a1 de son père. C'est le cas. Hypothèses sont vérifiées

c)

**III/ Exercices du bac tunisien****Exercice N°1 (Bac 1999 contrôle : Deuxième partie)**

- a) D'après la situation 1, l'allèle responsable de la maladie est récessif puisque les deux parents phénotypiquement sains ont un garçon malade.

L'étoile

Soient : N : l'allèle de l'état normal : dominant

m : l'allèle de la maladie : récessif / avec  $N > m$

- b) trois hypothèses sont à envisager concernant la localisation du gène responsable de la maladie  
**Hypothèse 1 :** le gène est lié au sexe au sexe porté par Y

Dans ce cas tout garçon malade doit avoir un père malade. La situation 1 infirme cette hypothèse. De même, la présence d'une femme malade dans la situation 3 infirme l'hypothèse

Conclusion l'hypothèse à rejeter

**Hypothèse 2 :** le gène est lié au sexe porté par X

Dans le cas d'une maladie récessive, toute mère malade (homozygote) doit avoir des fils tous malades. La situation 3 confirme l'hypothèse. L'hypothèse est aussi en accord avec les deux premières situations.

Conclusion : l'hypothèse est à retenir

Hypothèse 3 : le gène est autosomal.

Aucune contre-indication n'existe dans les trois situations

Conclusion : l'hypothèse est à retenir

	Cas d'une maladie est liée au sexe porté par Y	Cas d'une maladie est autosomale
Garçon malade	$Xm/Y$	m/m
Garçon sain	$XS/Y$	S/S ou S/m
Père sain	$XS/Y$	S/m
Mère saine	$XS/Sin$	S/m
Fille saine	$XS/XS$ ou $XS/Xm$	S/S ou S/m

**Exercice N°2 (Bac 2000 contrôle : Deuxième partie)**

- 1) Les individus I5 et I6, apparemment sains, ont eu un descendant III2 malade. L'allèle responsable de la maladie est récessif. On pose A : l'allèle dominant responsable de l'état normal et a : l'allèle responsable de la maladie

2) Localisation du gène

**Hypothèse 1 :** l'allèle responsable de la maladie est localisé au niveau du chromosome Y

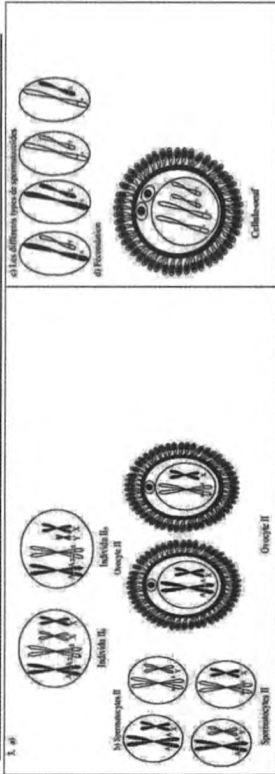
La maladie doit être transmise de père en fils, or ce n'est pas le cas, car le fils II2 atteint à un père I1 qui est sain. De plus l'existence d'une fille (II3) ou femme malade (I2) nous conduit à rejeter l'hypothèse. Donc cette hypothèse à rejeter.

**Hypothèse 2 :** l'allèle responsable de la maladie est lié au sexe porté par X

La mère I2 est malade, tous ses fils doivent être malades, ce qui n'est pas le cas. Cela nous conduit à rejeter l'hypothèse. De plus (II3) étant une fille malade, son père devrait être malade, ce qui n'est pas le cas. Donc cette hypothèse à rejeter.

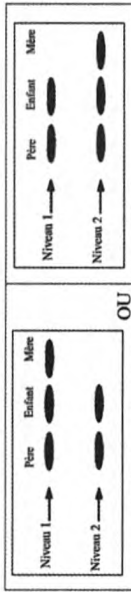
**Hypothèse 3 :** l'allèle responsable de la maladie est autosomal.

Dans ce cas, le fils III2 atteint à le génotype a/a ; a provient du père I5 et a provient de la mère I6. Donc ces parents doivent être hétérozygotes A/a, ce qui est possible. De même I2 doit être hétérozygote de génotype A/a pour donner des enfants malade, ce qui est possible aussi. Donc cette hypothèse est à retenir



### Exercice N°3 (Bac 2002 contrôle : Deuxième partie)

L'électrophorèse de l'enfant présente deux tâches correspondant à l'allèle muté et à l'allèle normal. Comme sa mère est normale et non conductrice, il a hérité l'allèle muté de son père qui est donc hétérozygote. Le père présentera la même électrophorèse que l'enfant et la mère une électrophorèse avec une seule tâche puisqu'elle ne possède qu'un seul type d'allèle (allèle normal)



### Exercice N°4 (Bac 2003 contrôle : Deuxième partie)

1) Les hypothèses

**Hypothèse 1 :** l'allèle responsable de la maladie est localisé au niveau du chromosome Y

Dans les deux cas (allèle récessif ou dominant), un père atteint transmet l'allèle anormal à tous ses fils qui doivent être tous atteints ce qui n'est pas le cas ; le fils (4) est sain. Donc cette hypothèse à rejeter.

**Hypothèse 2 :** l'allèle responsable de la maladie est récessif autosomal

S : allèle normal (dominant) et m : allèle responsable de la maladie (récessif) ; S > m

Le fils (5) atteint, homozygote, de génotype m/m peut provenir d'un père atteint (1) m/m et d'une mère saine (2) qui doit être hétérozygote (S/m). Donc cette hypothèse à rejeter.

**Hypothèse 3 :** l'allèle responsable de la maladie est récessif lié à X

S : allèle normal (dominant) et m : allèle responsable de la maladie (récessif) ; avec S > m.

Le fils (5) atteint, de génotype Xm/Y, doit avoir une mère saine hétérozygote XS/Xm

Donc cette hypothèse à rejeter.

**Hypothèse 4 :** l'allèle responsable de la maladie est dominant autosomal

s : allèle normal (récessif) et M : allèle responsable de la maladie (dominant) ; avec M > s

L'union entre le père atteint (1) M/s et la mère saine (2) s/s peut être à l'origine d'individus sains s/s et d'individus atteints M/s, donc cette hypothèse à rejeter

**Hypothèse 5 :** l'allèle responsable de la maladie est dominant lié à X

### CORRECTION DES EXERCICES

s : allèle normal (récessif) et M : allèle responsable de la maladie (dominant) ; avec M > m

le père atteint (1) Xm/Y ne peut pas donner une fille saine (3) Xs/Xs

une mère saine (2) ne peut pas donner un garçon atteint (5) Xm/Y

Donc cette hypothèse à rejeter

2)a) Si le gène est autosomal, chaque individu, que soit son sexe possède les deux allèles du gène, ce qui n'est pas le cas pour les sujets B, C et D. Le gène en question n'est pas par conséquent autosomal mais il est récessif lié au sexe. Donc confirmation de l'hypothèse 3.

b) Les génotypes des individus

Individu A de génotype XS/Xm donc numéro 2 ou 3

Individu B de génotype XS/Y donc numéro 4

Individu C de génotype Xm/Y donc numéro 1 ou 5

Individu D de génotype Xm/Y donc numéro 1 ou 5

Individu E de génotype XS/Xm donc numéro 2 ou 3

### Exercice N°5 (Bac 2007 contrôle : Deuxième partie)

**Hypothèse 1 :**

Le fils doit hériter l'allèle responsable de la maladie (niveau1) de son père de phénotype malade, homozygote. Ce n'est pas le cas : le fils n'a que l'allèle normal (niveau2). Donc cette hypothèse à rejeter.

**Hypothèse 2 :**

Le fils hérite l'allèle de l'état normal de sa mère hétérozygote et le chromosome Y de son père. C'est possible ; le fils n'a que l'allèle normal (niveau2). Donc cette hypothèse à retenir.

**Hypothèse 3 :**

Le fils doit porter l'allèle responsable de la maladie (niveau 1) de son père. Ce n'est pas le cas ; le fils homozygote pour l'allèle normal (niveau 2). Donc cette hypothèse à rejeter.

**Hypothèse 4 :**

Le fils qui est normal hérite l'allèle normal de sa mère et le chromosome Y de son père. C'est possible : le fils n'a que l'allèle normal (niveau 2). Donc cette hypothèse à retenir.

2) a) Selon le pedigree, l'allèle responsable de la maladie est récessif.

**Justification :** les parents sains (1 et 2) ont engendré un fils (3) malade.

**Conclusion :** l'hypothèse 4 rejetée et l'hypothèse 2 confirmée (allèle responsable de la maladie est récessif et porté par X)

b) a1 : allèle déterminant l'état normal

a2 : allèle déterminant la maladie

Individu 1 de génotype Xa1/Y

Individu 2 de génotype Xa1/ Xa2

Individu 3 de génotype Xa2/Y

Individu 4 de génotype Xa1/Y

Individu 5 de génotype Xa1/ Xa1 ou Xa1/ Xa2

### Exercice N°6 (Bac 2008 Principale : « Nouveau Régime » : Deuxième partie)

1) Mode de transmission

**Relation de dominance entre les allèles du gène**

Le descendant I13 malade est issu de deux parents phénotypiquement sains, l'allèle responsable de la maladie est récessif : on pose le couple d'allèle (A, a) avec A domine a

L'allèle A correspond l'allèle sain et l'allèle a correspond l'allèle malade

## Localisation chromosomique du gène

Hypothèse 1 : le gène étudié est porté par Y

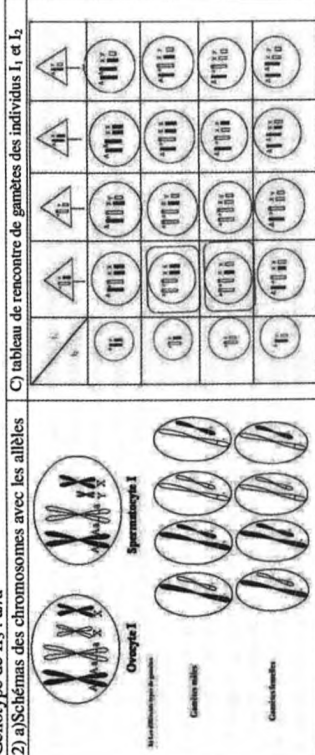
L'hypothèse est à rejeter vu la présence d'une fille malade (II<sub>3</sub>)

Hypothèse 2 : le gène étudié est porté par X

L'hypothèse est à rejeter car la fille II<sub>3</sub> malade de génotype X<sup>a</sup>/X<sup>a</sup> doit hériter X<sup>a</sup> de son père II<sub>1</sub> qui devrait être malade, or ce n'est pas le cas.

A retenir : le gène étudié est porté par un autosome

Génotype de II<sub>3</sub> : a/a



## Exercice N°7 (Bac 2009 Principale : Deuxième partie)

**Hypothèse 1** : l'allèle responsable de la maladie est récessif et porté par un autosome : tout individu malade doit hériter l'allèle de chacun de ses parents dont l'un sain doit être hétérozygote (I<sub>2</sub> et II<sub>4</sub>) donc cette hypothèse est possible.

**Hypothèse 2** : l'allèle responsable de la maladie est dominant et porté par un autosome : tout individu malade doit avoir au moins un parent malade : c'est le cas des individus (II<sub>3</sub> et III<sub>3</sub>) donc cette hypothèse est possible.

**Hypothèse 3** : l'allèle responsable de la maladie est récessif et porté par un chromosome sexuel X : tout garçon malade doit avoir une mère malade (I<sub>1</sub>) ou conductrice (II<sub>4</sub>) donc cette hypothèse est possible.

**Hypothèse 4** : l'allèle responsable de la maladie est récessif et porté par un chromosome sexuel X : un garçon malade doit avoir une mère malade, or l'individu III<sub>3</sub> qui est malade provient d'une mère saine (ou bien le père II<sub>3</sub> atteint doit avoir toutes ses filles atteintes, ce qui n'est pas le cas) donc cette hypothèse à rejeter.

2)a) L'individu I<sub>1</sub> est malade (doc1) et présente une seule tache (doc2), donc A<sub>2</sub> correspond à l'allèle responsable de la maladie, A<sub>1</sub> est l'allèle normal

b) La fille III<sub>2</sub> est saine (doc1) et présente l'allèle normal et l'allèle responsable de la maladie (doc4), donc l'allèle de la maladie est récessif d'où les hypothèses 1 et 3 sont à retenir

3) Le caryotype (doc3) montre la présence d'une paire de chromosomes sexuel XY donc le fœtus est de sexe masculin

## CORRECTION DES EXERCICES

Le document 4 montre que le fœtus présente deux exemplaires de A<sub>2</sub> donc l'allèle responsable de la maladie est autosomique d'où l'hypothèse 1 est à retenir

Phénotype du fœtus : malade

4) couple d'allèles A<sub>1</sub> : allèle normal et A<sub>2</sub> : allèle responsable de la maladie ; avec A<sub>1</sub> > A<sub>2</sub>

Individu I<sub>2</sub> de génotypes A<sub>1</sub>/A<sub>2</sub> et Individu II<sub>2</sub> de génotypes A<sub>1</sub>/A<sub>2</sub>

## Exercice N°8 (Bac 2010 Principale : Deuxième partie)

1) Hypothèse 1 : l'allèle responsable de la maladie est dominant

Chaque descendant atteint a au moins l'un de ses parents qui est atteint. C'est le cas des individus II<sub>2</sub>, II<sub>3</sub> et III<sub>2</sub>; Hypothèse à retenir

Hypothèse 2 : l'allèle responsable de la maladie est récessif

La fille II<sub>2</sub> atteint donc homozygote reçoit un allèle anormal de son père et un autre de sa mère II<sub>1</sub> qui doit être hétérozygote, ce qui est possible. Hypothèse à retenir

2) Si l'allèle normal est récessif, la femme II<sub>1</sub>, sain et homozygote, transmet l'allèle normal dominant à tous ses enfants qui seront tous sains, ce qui n'est pas le cas puisque la fille III<sub>2</sub> est atteinte Hypothèse 2 à rejeter

3) a) L'individu II<sub>2</sub> atteint ne possède que l'allèle A<sub>1</sub>, donc A<sub>1</sub> est l'allèle anormal

b) Si le gène en question était autosomal, l'individu II<sub>2</sub> devrait être hétérozygote (pour transmettre un allèle normal à III<sub>2</sub> et un allèle normal à chacun de ses 2 fils sains). Or II<sub>2</sub> ne possède que l'allèle anormal. A<sub>1</sub> donc le gène en question ne peut être autosomal Il s'agit d'un gène lié au sexe, porté par X.

c) génotype I<sub>1</sub> : X<sup>A2</sup>/Y I<sub>2</sub> : X<sup>A1</sup>/X<sup>A1</sup> ou X<sup>A1</sup>/X<sup>A2</sup>

d) D'après le document 5, le fœtus est de sexe masculin, puisqu'il a les chromosomes sexuel X et Y. Sa mère normal et homozygote donc il a reçu un chromosome X portant l'allèle A<sub>2</sub> de sa mère et un chromosome Y de son père. Donc le fils attendu sera sain

## Exercice N°9 (Bac 2011 Contrôle : Deuxième partie)

1) a) les enfants 2 et 4 sont sains ; ils possèdent uniquement l'allèle B ; donc cet allèle est dominant

Les enfants 1, 3 et 5 sont hétérozygotes et sains donc l'allèle B est dominant et l'allèle A est récessif B > A

b) La mère possède uniquement l'allèle B, donc elle est saine

Le père possède uniquement l'allèle A, donc il est atteint

c) H<sub>1</sub> : le gène porté par Y

La mère présente le gène en question et elle ne possède pas le chromosome Y donc H<sub>1</sub> est à rejeter

H<sub>2</sub> : le gène porté par X

Le père homozygote possède l'allèle A et la mère possède l'allèle B ; dans ce cas, tous les enfants devraient être hétérozygotes, ce qui n'est pas le cas pour les enfants 2 et 4 ; donc H<sub>2</sub> est à rejeter

2)

Sujet	Père	Mère	Enfant 1	Enfant 2	Enfant 3	Enfant 4	Enfant 5
Génotype	X <sup>a</sup> /Y	X <sup>b</sup> /X <sup>b</sup>	X <sup>a</sup> /X <sup>b</sup>	X <sup>b</sup> /Y	X <sup>a</sup> /X <sup>b</sup>	X <sup>b</sup> /Y	X <sup>a</sup> /X <sup>b</sup>

## Exercice N°10 (Bac 2013 Contrôle : Deuxième partie)

1) En se référant à l'arbre généalogique du document 1, les 4 hypothèses sont à retenir

2) La femme III<sub>2</sub> ne possède pas l'allèle responsable de l'anomalie. Si l'allèle de l'anomalie est récessif, tous ses descendants devraient être normaux puisqu'elle ne peut transmettre que l'allèle normal. Or, ses enfants IV<sub>1</sub> et IV<sub>2</sub> sont atteints.

III<sub>1</sub> ne possède pas l'allèle normal. Si l'allèle responsable de l'anomalie est dominant porté par un autosome, tous ses descendants devraient être atteints. Or IV<sub>3</sub> est normal. H<sub>3</sub> est à rejeter D'où H<sub>1</sub> et H<sub>2</sub> sont à rejeter

III<sub>1</sub> ne possède pas l'allèle normal. Si l'allèle responsable de l'anomalie est dominant porté par un autosome, tous ses descendants devraient être atteints. Or IV<sub>3</sub> est normal. H<sub>3</sub> est à rejeter D'où H<sub>1</sub> et H<sub>2</sub> sont à rejeter

Conclusion : L'hypothèse 4 est vérifiée  
3) Soit le couple d'allèle (A, a) ; avec A : allèle qui détermine le phénotype atteint et a : l'allèle qui détermine le phénotype normal

4) a) les chromosomes sexuels sont de type XY ce qui prouve que le fœtus est de sexe masculin. D'après les informations précédentes, le fœtus sera sain de génotype Xa/Y

b) Le caryotype montre 3 chromosomes 21 au lieu de deux, donc le futur enfant sera affecté par la trisomie 21

5) Le gamète anormal à l'origine du caryotype résulte d'un accident survenant au cours de la méiose chez l'un des deux parents :  
\*/ Soit au cours de l'anaphase I : les 2 chromosomes de la même paire ne se séparent pas et passent ensemble dans la même cellule  
\*/ Soit au cours de l'anaphase II : les deux chromatides du même chromosome se séparent et migrent ensemble dans la même cellule.

Ainsi se forment des gamètes anormaux possédant 2 chromosomes 21.  
La fécondation d'un gamète anormal par un gamète normal entraîne la formation d'un œuf ayant 3 chromosomes 21.

### Exercice N°11 (Bac 2016 Principale : Deuxième partie)

1) La comparaison du spermogramme de Monsieur X à celui d'un homme normal montre que seul le nombre de spermatozoïdes est différent. En effet, le nombre de spermatozoïdes de monsieur X =  $9 \cdot 10^9/\text{ml}$  est nettement inférieur à celui d'un homme normal  $> 60 \cdot 10^9/\text{ml}$   
La cause de la stérilité de Monsieur X est une **oligospermie**.

2) a) l'allèle responsable de l'anomalie est A<sub>1</sub> car Monsieur X atteint présente 2 allèles A<sub>1</sub>.

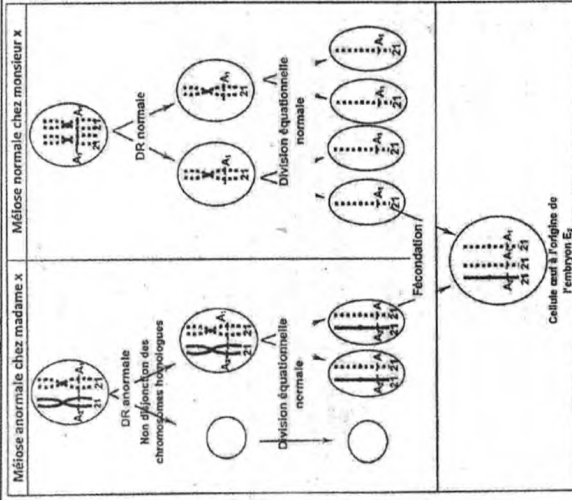
b) **Relation de dominance** : Madame X est normale et présente les 2 allèles A<sub>1</sub> et A<sub>2</sub> d'où A<sub>2</sub> l'allèle normal est dominant.

**Localisation** : Si l'allèle de l'anomalie est porté par X, monsieur X devrait posséder un seul allèle du gène. Or il possède les 2 allèles A<sub>1</sub>. D'où l'allèle de l'anomalie est porté par un autosome.

D'après l'électrophorèse, l'embryon E<sub>2</sub> présente 3 allèles. Donc, il est anormal. Il est affecté d'une anomalie chromosomique : trisomie.

E<sub>3</sub> possède 2 allèles A<sub>1</sub> donc il sera atteint comme son père  
E<sub>4</sub> présente les 2 formes alléliques, il sera normal. D'où E<sub>1</sub> est à planter.

3) E<sub>2</sub> résulte de la fécondation d'un gamète mâle normal (portant l'allèle A<sub>1</sub> sur le chromosome 21) et du gamète femelle (ovocyte II) possédant 2 chromosomes 21 qui ont migré vers le même pôle en anaphase I et portant les allèles A<sub>1</sub> et A<sub>2</sub>



### Exercice N°12 (Bac 2017 Principale : Deuxième partie)

1) a) Si l'anomalie est érit autosomique, le garçon devrait porter à la fois l'allèle A<sub>2</sub> muté issu de sa mère homozygote et l'allèle A<sub>1</sub> normal issu de son père homozygote. Or, il ne possède que l'allèle A<sub>2</sub> ; d'où l'anomalie n'est pas autosomique.

b) La mère possède l'allèle muté A<sub>2</sub>, le gène en question n'est pas porté par le chromosome Y. Le gène en question est porté par X. Le fœtus reçoit un XA<sub>1</sub> de son père et un XA<sub>2</sub> de sa mère. Il est donc de sexe féminin.

c) 1<sup>er</sup> cas l'allèle de l'anomalie est récessif

Le père possède un allèle A<sub>1</sub> dominant, il est normal

La mère possède 2 allèles A<sub>2</sub>, elle transmet A<sub>2</sub> à son fils qui serait atteint

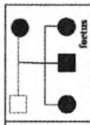
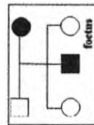
La fille et le fœtus reçoivent un A<sub>2</sub> de leur mère et un A<sub>1</sub> de leur père, ils seraient normaux

2<sup>ème</sup> cas l'allèle de l'anomalie est dominant

Le père possède un allèle A<sub>1</sub> récessif, il est normal

La mère possède 2 allèles A<sub>2</sub>, elle transmet A<sub>2</sub> à son fils qui serait atteint

La fille et le fœtus reçoivent un A<sub>2</sub> de leur mère et un A<sub>1</sub> de leur père, ils seraient atteints



2) La mère du père est phénotypiquement atteinte ; donc elle possède l'allèle A<sub>2</sub>. Puisque son fils sain (le père) possède l'allèle A<sub>1</sub> ; donc elle est hétérozygote XA<sub>1</sub>/XA<sub>2</sub>. Donc, l'allèle muté A<sub>2</sub> est dominant et l'arbre de cette famille est celui du 2<sup>ème</sup> cas

3) Individus	Père	Mère	Fille	Garçon
Génotypes	XA <sub>1</sub> /Y	XA <sub>2</sub> /XA <sub>2</sub>	XA <sub>1</sub> /XA <sub>2</sub>	XA <sub>2</sub> /Y

### Exercice N°13 (Bac 2018 Principale : Deuxième partie)

1) Il<sub>2</sub> est malade et son électrophorèse montre un seul type d'allèle A<sub>1</sub> donc l'allèle A<sub>1</sub> est responsable de la maladie et A<sub>2</sub> est l'allèle normal.

2) H<sub>1</sub> : dans ce cas, les individus I<sub>1</sub>, II<sub>1</sub> et III<sub>2</sub> sains doivent être hétérozygotes. D'après l'arbre généalogique III<sub>2</sub> est sain et d'après l'électrophorèse il ne présente que l'allèle A<sub>1</sub> : il est homozygote. Donc H<sub>1</sub> est à rejeter

H<sub>2</sub> : d'après l'arbre généalogique, II<sub>2</sub> est malade et devrait être hétérozygote, or son électrophorèse (doc2) ne présente que l'allèle A<sub>1</sub>. Donc H<sub>2</sub> est à rejeter.

H<sub>3</sub> : dans ce cas chaque mère malade doit donner des garçons tous malades, or la mère I<sub>2</sub> malade a donné un garçon II<sub>3</sub> sain. Donc H<sub>3</sub> est à rejeter

H<sub>4</sub> : dans ce cas tout garçon malade devrait avoir une mère malade (II<sub>2</sub> malade provient d'une mère I<sub>2</sub> malade) et tout père malade donnerait des filles toutes malades (II<sub>2</sub> malade donne la fille III<sub>1</sub> malade) donc pas de contradiction avec l'arbre généalogique. H<sub>4</sub> est à retenir

3) Individus	I <sub>1</sub>	II <sub>1</sub>	III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>
Génotypes	XA <sub>2</sub> /Y	XA <sub>2</sub> /XA <sub>2</sub>	XA <sub>1</sub> /XA <sub>2</sub>	XA <sub>2</sub> /Y

4) Génotypes	II <sub>3</sub> [A <sub>2</sub> ]	X	II <sub>4</sub> [A <sub>1</sub> ]
Gamètes	XA <sub>2</sub> /Y	XA <sub>1</sub> /XA <sub>2</sub>	XA <sub>1</sub> et XA <sub>2</sub>

XA <sub>1</sub>	XA <sub>1</sub> /XA <sub>2</sub>	filie malade	XA <sub>1</sub> /Y	garçon malade
XA <sub>2</sub>	XA <sub>2</sub> /XA <sub>2</sub>	fille saine	XA <sub>2</sub> /Y	garçon sain

### Thème 3 : L'évolution biologique

#### I / O C M

1/b | 2/a | 3/b | 4/a | d | 5/b | 6/a | d | 7/a | c | d | 8/b | d | 9/b, d | 10/b, c

#### II/ Restitution des connaissances

##### Exercice N°1

1) a) D'après le texte	30 os et 17 articulations
D'après le document	Même plan organisation générale : formés des 3 segments

Conclusion : le membre supérieur de l'homme et la nageoire de la baleine sont des organes homologues. Cette homologie plaide en faveur d'une filiation entre ces deux mammifères et suggère une origine commune donc un ancêtre commun.

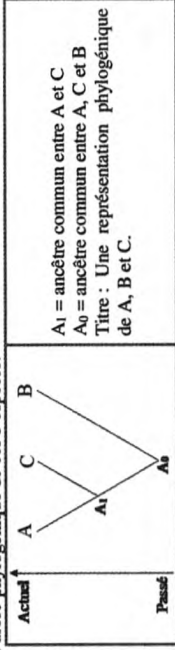
b) D'après le texte	17 articulations mobiles de l'épaule jusqu'au bout des doigts chez l'homme mais une seule articulation mobile chez la baleine et 16 articulations figées
D'après le document	Les os des segments diffèrent par la taille et la forme

Conclusion : les différences constatées sont dues à des mutations en rapport avec l'utilité de l'organe et de mode d'adaptation.

### CORRECTION DES EXERCICES

2) a) Le degré de parenté le plus élevé existe entre A et C car il y a peu de différences d'où leur ancêtre commun est plus proche dans le temps.

Le degré de parenté le plus faible existe entre A et B car il y a plus de différences d'où leur ancêtre commun est plus éloigné dans le temps.  
D'où l'arbre phylogénétique de ces 3 espèces.



#### Exercice N°2

1) X= transposition ; Y= duplication ; Z = mutation

2) L'expression de ces 2 gènes mutés est deux protéines mutées de fonction différente

3) l'amplification génique

B/ Poule		100%	
Chien		100%	78%
Homme	100%	86%	74%
	Homme	Chien	Poule

2) Ces différences entre ces molécules sont dues à des mutations géniques ayant affecté le gène ancestral. Étant donné que les mutations géniques se font au hasard, et que leur nombre augmente avec le temps.

3) voir exercice N°1 question 2

#### Exercice N°3

2) A<sub>1</sub> = ancêtre commun entre le bœuf, porc et cheval

A<sub>2</sub> = ancêtre commun entre porc et cheval

3) a) A = bœuf ; B= porc ; C = cheval

b) Le degré de parenté le plus élevé existe entre B et C car il y a peu de différences d'où leur ancêtre commun est plus proche dans le temps.

Le degré de parenté le plus faible existe entre A et C car il y a plus de différences d'où leur ancêtre commun est plus éloigné dans le temps.

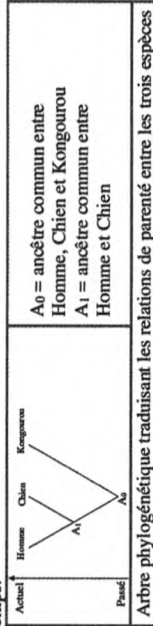
B) a) mutation par soustraction ou délétion ; mutation par addition ou insertion ; mutation par substitution

b) les mutations géniques sont génératrices de variabilité (nouveaux allèles)

#### Exercice N°4

1) Ce document représente le degré d'homologie entre des protéines communes partagées par trois espèces différentes (le Chien, l'Homme et le Kangourou). Ces protéines sont synthétisées à partir des gènes, donc le gène codant pour la globine alpha est commun aux trois espèces. Plus l'homologie de séquence entre deux gènes est forte, plus l'ancêtre commun partagé par les deux espèces est récent. Ce document constitue donc bien un indice permettant de retrouver les relations phylogénétiques entre les trois espèces.

- 2) La plus forte homologie de séquence se trouve entre l'Homme et le Chien qui partagent donc l'ancêtre commun le plus récent. Le Kangourou possède lui aussi un ancêtre commun avec les deux autres espèces puisque les molécules sont homologues, mais cet ancêtre est plus éloigné dans le temps.



Arbre phylogénétique traduisant les relations de parenté entre les trois espèces

### Exercice N°5

- 1) Dans la nature ces grenouilles ne s'hybrident pas
- 2) Conséquence : absence des échanges génétiques entre ces espèces qui contiennent à évoluer indépendamment les unes des autres  $\Rightarrow$  Spéciation.
- 3) a) Deux types d'isollements : un isolement saisonnier et un isolement écologique  
b) Le mécanisme de la spéciation sympatrique : La population d'une même espèce se divise à l'intérieur en donnant 3 groupes de populations. Chaque groupe s'isole dans une région  $\Rightarrow$  D'où une différenciation génétique lente et indépendante dans chaque groupe de population. La divergence génétique conduit à des 3 patrimoines génétiques adaptés chacun par sélection naturelle à des conditions différentes de milieu de vie  $\Rightarrow$  Isolement saisonnier caractérisé par des activités reproductrice différentes.

### Exercice N°6

- 1) Les coupes transversales des cervelets de ces deux vertébrés montrent une grande ressemblance dans le plan d'organisation des différentes parties du cervelet : les deux coupes renferment les parties 1, 2, 3 et 4, de plus les parties ont le même plan d'organisation. Cette similitude d'organisation suggère une origine commune de ces deux vertébrés
- 2) **Hypothèse** : l'apparition des nouveaux parties dans le cervelet du mammifère laisse penser que les mammifères sont les êtres vivants les plus évolués
- 3) Le document 2 confirme l'hypothèse précédente : l'anatomie comparée de l'appareil digestif de poisson et mammifère (Homme) montre qu'il y a une complexification croissante dans l'organisation de l'appareil digestif des poissons aux mammifères : chez les poissons, les organes ne sont pas bien différenciés (foie et pancréas), de plus l'existence d'un simple intestin. Par contre chez l'Homme, les organes sont bien différenciés, avec l'apparition de gros intestins de différentes parties. Ceci montre qu'appareil digestif de l'Homme est plus évoluée, donc l'Homme est l'espèce le plus évoluée.

### III/ Mobilisation des connaissances

#### Exercice N°1

##### 1. Analyse du texte

Avant réchauffement : Les oiseaux du genre pachycephala occupaient tout le sud du continent  
Après réchauffement : Ces oiseaux se divisent en deux populations : une population qui reste au sud et une autre qui va occuper le sud ouest du continent

### CORRECTION DES EXERCICES

$\Rightarrow$  Le réchauffement a conduit à la naissance d'une barrière géographique qui a permis le partage de l'espèce en deux populations et chacune va subir une évolution indépendante de l'autre population.

Après une période plus ou moins longue, le climat se refroidit et les deux populations se trouvent dans la même aire géographique mais ils ne s'hybrident pas.

$\Rightarrow$  L'isolement géographique conduit à un isolement reproductif : les oiseaux ont subi des mutations génétiques et chromosomiques  $\Rightarrow$  Il s'agit d'une spéciation géographique  
2. ces expériences montrent bien que la reproduction entre ces deux populations devient impossible.  $\Rightarrow$  La spéciation est achevée  $\Rightarrow$  Il y a création d'une nouvelle espèce.

#### Exercice N°2

- A/ 1. La formule chromosomique du 1<sup>er</sup> groupe :  $2n = 40 = 38 + XY$   
La formule chromosomique du 2<sup>ème</sup> groupe :  $2n = 22 = 20 + XY$
2. Le caryotype B peut résulter du caryotype A par des mutations chromosomiques correspondant à la fusion de 9 paires de chromosomes, ce qui réduit le nombre de 40 à 22 chromosomes.
  3. Oui, car ses deux groupes sont incapables de se reproduire.  $\Rightarrow$  Il y a isolement reproductif, de plus les deux caryotypes sont différents. La mutation chromosomique a modifié le caryotype  $\Rightarrow$  Gamètes différents  $\Rightarrow$  Isolement génétique  $\Rightarrow$  Isolement reproductif  $\Rightarrow$  Spéciation.

B/ 1. D'après le texte : les croisements effectués entre les deux catégories de rainettes engendrent des descendants stériles  $\Rightarrow$  Il s'agit de deux espèces différentes.

2. La ressemblance morphologique  $\Rightarrow$  Il y a une filiation entre les deux catégories A et B de rainettes.  $\Rightarrow$  Les rainettes ont évolué à partir d'une espèce ancestrale commune et le mécanisme aboutissant à la naissance de ces deux catégories (deux espèces) de rainettes est la spéciation : C'est la séparation d'une espèce en deux ou plusieurs espèces différentes.

La spéciation implique un isolement reproductif entre ces deux groupes. Cet isolement reproductif peut être dû à :

**Hypothèse 1** : un isolement géographique : A et B diffèrent par la répartition géographique.

**Hypothèse 2** : un isolement éthologique : A et B présentent un chant d'appel différent : pas d'attraction sexuelle entre leurs partenaires

**Hypothèse 3** : un isolement génétique : A et B diffèrent génétiquement.

3. D'après les caryotypes :

Le caryotype A comporte 24 chromosomes homologues 2 à 2  $\Rightarrow 2n = 24$  chromosomes : espèce diploïde.

Le caryotype B comporte 48 chromosomes homologues 4 à 4  $\Rightarrow 4n = 48$  chromosomes : espèce tétraploïde.

L'origine du caryotype de B résulte de la multiplication du nombre de chromosomes de base. Cette mutation chromosomique (polyploïdie) crée entre les deux espèces une barrière à la reproduction : les caryotypes de A et de B ne peuvent pas s'apparier au cours de la méiose.  $\Rightarrow$  L'hypothèse 3 est vraie

#### Exercice N°7

D'après le document 1 : L'ichthyostega possède 7 doigts. La souris, le gorille et l'homme ne possèdent que 5 doigts, mais chez l'homme et le gorille le doigt 1 a des os de plus gros diamètre

que les autres doigts, alors que chez la souris les os de tous les doigts ont à peu près le même diamètre. ⇒ L'Homme et le gorille ont un degré de parenté plus élevé que l'Homme et la souris  
**D'après document 2 :** Sur le chromosome X, les bandes sombres et claires sont disposées de la même manière chez l'Homme et le Gorille et différemment chez la Souris. La même remarque peut être faite pour le chromosome Y. ⇒ L'Homme et le gorille ont un degré de parenté plus élevé que l'Homme et la souris

**D'après le document 3 :** il y a plus de différences entre Homme et souris (4) ⇒ Le degré de parenté le plus faible existe ces deux espèces.

Il y a peu de différences entre Homme et gorille (1) ⇒ Le degré de parenté le plus élevé existe ces deux espèces.

**IV/ Exercices du bac tunisien**

**Exercice N°2 (Bac 2008 Contrôle : Deuxième partie)**

1) d'après les trois filiations les trois espèces dérivent d'un même ancêtre.

Selon la filiation 1 : le cheval et l'homme sont les plus apparentés.

Selon la filiation 2 : le cheval et la carpe sont les plus apparentés

Selon la filiation 3 : la carpe et l'homme sont les plus apparentés

2) ressemblance : il existe 13 acides aminés identiques aux trois espèces

Déduction : les hémoglobines des trois espèces constituent des molécules homologues ; il existe un gène ancestral codant pour l'hémoglobine.

Différences : 2 différences entre homme et cheval

8 différences entre homme et carpe

9 différences entre cheval et carpe

Déduction : ces différences s'expliquent par des mutations ayant affecté le gène ancestral au cours du temps. Plus le nombre de mutations est important plus l'ancêtre commun est éloigné dans le temps.

3) la filiation 1 est celle qui correspond à l'arbre phylogénétique des trois espèces car l'homme et le cheval présentent le moins de différences (2).

**Thème 4 : Chapitre 1 : Tissu nerveux**

**I/Q C M**

1/b	2/b d	3/a b	4/a c	5/a	6/ b d
-----	-------	-------	-------	-----	--------

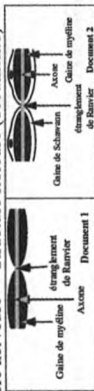
**II/ Restitution des connaissances**

**Exercice N°1**

1) 1 = nerf rachidien ; 2 = racine postérieure ; 3 = ganglion spinal ; 4 = sillon postérieur ; 5 = corne postérieure ; 6 = corne antérieure ; 7 = sillon antérieur, 8= substance grise ; 9 = substance blanche ; 10 = racine antérieure.

2) a) et b) 1 = dendrite ; 2 = corps cellulaire ; 3 = cellule gliale ; 4 = axone ⇒ Structure cellulaire  
 c) les cellules gliales se sont des cellules de soutien et de nutrition.

3) a) b) Il s'agit une fibre nerveuse ⇒ Structure fibreuse (document1)



**CORRECTION DES EXERCICES**

c) expériences de dégénérescence wallérienne

4) a) 2 = capillaire sanguin ; 1 = gaines conjonctives ; 5 = faisceaux de fibres nerveuses ; 3 = tissu conjonctif ; 4 = fibre nerveuse

b) Schéma d'une fibre nerveuse au niveau d'un nerf : document 2

5) On peut trouver des prolongements de neurones

➢ Dans la substance blanche de la moelle épinière

➢ Dans les racines postérieure et antérieure.

On peut trouver des corps cellulaires de neurones

➢ Dans le ganglion de la racine dorsale

➢ Dans la substance grise de la moelle épinière.

⇒ Les synapses neuromusculaires se situent dans la substance grise de la moelle épinière

6) a) 1 = axone ; 2 = dendrites ; 3 = corps cellulaire

	a	b	c
Nom	Multipolaire	bipolaire	Unipolaire
Localisation	Corne antérieure de la substance grise de la moelle épinière	Rétine	Ganglion spinal

**Exercice N°2**

1) I et II) 1 = gaine de myéline ; 2 = axone ; 3 = étranglement de Ranvier ; 4 = gain de Schwann.  
 III) 1 = dendrite ; 2 = neurofibrille ; 3 = noyau ; 4 = Corps de Nissl ; 5 = corps cellulaire ; 6 = cône axonique

2) Structure I ⇒ Substance grise ⇒ Présence d'un corps cellulaire.

Structure II ⇒ Nerf ⇒ Présence de la gaine de myéline et de la gaine de Schwann

Structure III ⇒ Substance blanche ⇒ Présence de la gaine de myéline seulement

3) Des expériences de dégénérescence wallérienne (Waller : 1851)

4) Neurone..

**Exercice N°3**

1) 1= fibre nerveuse ; 2= gaine conjonctive

2) a) 1= axone ou dendrite ; 2= membrane de la fibre nerveuse ; 3 = gaine de myéline ; 4= gaine de Schwann

b)

Éléments	Nature	Différences	Ressemblance		
			Structure	Diamètre	
a	fibre myélinisée	Présence d'une gaine de myéline qui entoure l'axone ou dendrite	Gros diamètre	Présence d'une gaine de Schwann	
b	fibre myélinisée	Présence d'une gaine de myéline qui entoure l'axone ou dendrite	Moyen diamètre		
c	fibre amyélinisée	Absence d'une gaine de myéline qui entoure l'axone ou dendrite	Petit diamètre		

3) a) La gaine de myéline est enroulée autour de la fibre nerveuse

Son origine : la cellule de Schwann

b) Au niveau de la substance blanche centrale : son origine est la cellule gliale

Rôle	Section de la racine	Résultats	Conclusions
4)	Section de la racine	Perte de motricité	et La racine antérieure contient

L'étoilé

que les autres doigts, alors que chez la souris les os de tous les doigts ont à peu près le même diamètre. ⇒ L'Homme et le gorille ont un degré de parenté plus élevé que l'Homme et la souris  
**D'après document 2 :** Sur le chromosome X, les bandes sombres et claires sont disposées de la même manière chez l'Homme et le Gorille et différemment chez la Souris. La même remarque peut être faite pour le chromosome Y. ⇒ L'Homme et le gorille ont un degré de parenté plus élevé que l'Homme et la souris

**D'après le document 3 :** il y a plus de différences entre Homme et souris (4) ⇒ Le degré de parenté le plus faible existe ces deux espèces.

Il y a peu de différences entre Homme et gorille (1) ⇒ Le degré de parenté le plus élevé existe ces deux espèces.

**IV/ Exercices du bac tunisien**

**Exercice N°2 (Bac 2008 Contrôle : Deuxième partie)**

1) d'après les trois filiations les trois espèces dérivent d'un même ancêtre.

Selon la filiation 1 : le cheval et l'homme sont les plus apparentés.

Selon la filiation 2 : le cheval et la carpe sont les plus apparentés

Selon la filiation 3 : la carpe et l'homme sont les plus apparentés

2) ressemblance : il existe 13 acides aminés identiques aux trois espèces

Déduction : les hémoglobines des trois espèces constituent des molécules homologues ; il existe un gène ancestral codant pour l'hémoglobine.

Différences : 2 différences entre homme et cheval

8 différences entre homme et carpe

9 différences entre cheval et carpe

Déduction : ces différences s'expliquent par des mutations ayant affecté le gène ancestral au cours du temps. Plus le nombre de mutations est important plus l'ancêtre commun est éloigné dans le temps.

3) la filiation 1 est celle qui correspond à l'arbre phylogénétique des trois espèces car l'homme et le cheval présentent le moins de différences (2).

**Thème 4 : Chapitre 1 : Tissu nerveux**

**I/Q C M**

1/b	2/b d	3/a b	4/a c	5/a	6/ b d
-----	-------	-------	-------	-----	--------

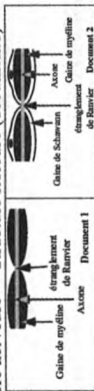
**II/ Restitution des connaissances**

**Exercice N°1**

1) 1 = nerf rachidien ; 2 = racine postérieure ; 3 = ganglion spinal ; 4 = sillon postérieur ; 5 = corne postérieure ; 6 = corne antérieure ; 7 = sillon antérieur, 8= substance grise ; 9 = substance blanche ; 10 = racine antérieure.

2) a) et b) 1 = dendrite ; 2 = corps cellulaire ; 3 = cellule gliale ; 4 = axone ⇒ Structure cellulaire  
 c) les cellules gliales se sont des cellules de soutien et de nutrition.

3) a) b) Il s'agit une fibre nerveuse ⇒ Structure fibreuse (document1)



	antérieure du nerf rachidien	maintien de la sensibilité	des fibres motrices
	Stimulation du bout central de la racine antérieure sectionnée	Aucun effet	La racine antérieure du nerf rachidien contient des fibres motrices qui conduisent le message nerveux dans un sens centrifuge
<b>Sens</b>	Stimulation du bout périphérique de la racine antérieure sectionnée	Contraction du muscle innervé par le nerf correspondant	

**Thème 4 : Chapitre 2 : Le réflexe myotatique****I/ Q.C.M**

1/1/b/d	2/a	b/d	3/a/d	4/b	5/b/c	6/b	7/c	8/b	9/b/c	10/a	11/c	12/a	13/a
---------	-----	-----	-------	-----	-------	-----	-----	-----	-------	------	------	------	------

**II/ Restitution des connaissances****Exercice N°1**

Périodes	$T_0 \rightarrow T_1$	$T_1 \rightarrow T_2$	$T_2 \rightarrow T_3$	$T_3 \rightarrow T_4$
Mouvements d'ions	Entrée de Na <sup>+</sup> et sortie de K <sup>+</sup> à travers des canaux de fuite et pompe	Entrée de Na <sup>+</sup> à travers des CVDNa <sup>+</sup>	Sortie de K <sup>+</sup> à travers CVD K <sup>+</sup>	Sortie de K <sup>+</sup> à travers CVD K <sup>+</sup>
Nom du phénomène enregistré	Potentiel de repos	Dépolarisation	Repolarisation	Hyperpolarisation
2)				

**Exercice N°2**

- 1) Tracé A = situation 1 : PA normal ce qui convient à un milieu normal  
 Tracé B = situation 4 : faible amplitude de la dépolarisation pouvant résulter d'une diffusion moins importante de Na<sup>+</sup> à cause de la faible concentration des ions Na<sup>+</sup> dans le milieu  
 Tracé C = situation 3 : phase de repolarisation lente avec absence de phase d'hyperpolarisation ce qui peut résulter d'un blocage des CVD K<sup>+</sup>  
 Tracé D = situation 2 : absence de PA malgré la stimulation efficace ce qui peut résulter d'un blocage des CVD Na<sup>+</sup>

**Exercice N°3**

- 1) S11 et S12 = Potentiels locaux ; S13 et S14 = Potentiels d'actions.  
 2) L'intensité seuil ou intensité liminaire est l'intensité minimale de la stimulation capable de déclencher un PA  $\Rightarrow$  L'intensité S15 est l'intensité seuil.

**CORRECTION DES EXERCICES**

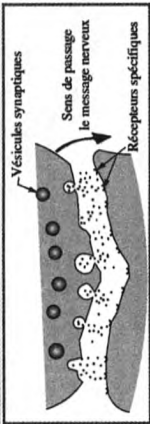
- 3) Les autres intensités S11 et S12 sont des intensités infraliminaires et l'intensité S14 et S15 sont des intensités supraliminaires  
 4)a) les PL en O1 sont d'amplitude croissante qui augmente avec l'intensité de stimulation. Donc les PL n'obéissent pas à la loi de tout ou rien  
 b) en parcourant la zone entre O1 et O2, l'amplitude des PL s'annule de telle façon que la fibre apparaît au repos en O2 donc ces PL sont non propagable à longue distance  
 5) En O1 : à la suite de stimulation S13 on obtient un PL qui atteint le seuil et déclenche un PA d'amplitude 100mV  
 En O2 : la polarité de repos de fibre se modifie directement en PA de même amplitude et de mêmes phases donc PA est propagable sans amortissement  
 7) La phase AB = PR : les CVD Na<sup>+</sup> et K<sup>+</sup> sont fermés  $\Rightarrow$  figure 2 et 4  
 La phase CD = phase de dépolarisation : CVD à Na<sup>+</sup> sont ouverts et CVD à K<sup>+</sup> sont fermés  $\Rightarrow$  figure 3 et 4  
 La phase DE = phase de repolarisation : CVD à Na<sup>+</sup> sont fermés inactivables et CVD à K<sup>+</sup> sont ouverts  $\Rightarrow$  figure 5 et 4  
 La phase EF = phase de l'hyperpolarisation : CVD à Na<sup>+</sup> sont fermés inactivables et CVD à K<sup>+</sup> sont ouverts  $\Rightarrow$  figure 5 et 4  
 8) a) et b) CVD Na<sup>+</sup> et CVDK<sup>+</sup> ordre fig 3 - fig1 - fig2  
 9) La stimulation S14 a été faite pendant le 2<sup>ème</sup> PA. Pendant et juste après un PA, la fibre est inexcitable quelque soit l'intensité de la stimulation, cette durée est appelée période réfractaire

**Exercice N°4**

- 1) Synapse.  
 2) 1 = bouton présynaptique ; 2 = CVD Ca<sup>2+</sup> ; 3 = fente synaptique ; 4 = CCD ; 5 = membrane postsynaptique ; 6 = neurotransmetteur ; 7 = mitochondrie ; 8 = vésicules synaptiques.  
 3)a) neurotransmetteur  $\Rightarrow$  transmission de nature chimique  
 b) **Hypothèse 1** La substance Y a détruit les récepteurs spécifiques existant sur la membrane postsynaptique  
**Hypothèse 2** La substance Y a occupé les récepteurs spécifiques existant sur la membrane postsynaptique  
**Hypothèse 3** La substance Y a dégradé le neurotransmetteur  
 4) **Hypothèse 2** est confirmé car la présence de la radioactivité en certains points de l'élément 5 (= membrane postsynaptique) montre que la substance Y est fixé sur des récepteurs spécifiques du neurotransmetteur spécifiques existant sur la membrane postsynaptique  
 5).a)

<b>Figure a</b>	<b>Figure b</b>
1/ Vésicules synaptiques moins nombreuses	$\Rightarrow$ Vésicules synaptiques très nombreuses
2/ Présence de figures d'exocytose	$\Rightarrow$ Absence de figures d'exocytose
3/ Fente synaptique large	$\Rightarrow$ Fente synaptique étroite

**Conclusion** : figure a représente une synapse en activité et la figure b représente une synapse au repos  
 b) Le sens de la transmission synaptique est **unidirectionnel**, de neurone présynaptique vers neurone postsynaptique  $\Rightarrow$  Ce sens est imposé par la structure de la synapse (présence du neurotransmetteur dans le bouton présynaptique et des récepteurs au niveau de la membrane postsynaptique).



### III/ Mobilisation des connaissances :

#### Exercice N°1

1) 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 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 est égale une ddp nulle  $\Rightarrow$  La surface de la fibre est iso potentiel. A  $t_1$  on introduit la microélectrode  $R_1$  à l'intérieur de la fibre, on enregistre la partie BC qui représente une chute de ddp de 0 à -70mv  $\Rightarrow$  il y a une répartition inégale de charge de part et d'autre de la membrane de la fibre nerveuse.

À  $t_2$  : on enregistre un ddp = -70mv qui est stable et permanente en dehors de toute excitation  $\Rightarrow$  La membrane plasmique de la fibre au repos est polarisée  $\Rightarrow$  C'est le potentiel de repos

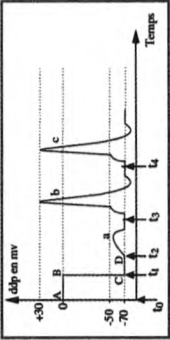
- 3) Analyse de l'enregistrement b' = potentiel d'action
- $\rightarrow$  -70mv à +30mv : c'est la phase de dépolarisation (phase ascendante)
  - $\rightarrow$  +30mv à -70mv : c'est la phase de repolarisation (phase descendante)
  - $\rightarrow$  ddp inférieur à -70mv : c'est la phase de l'hyperpolarisation

4)a) Les canaux de type 1 s'ouvrent quand la ddp atteint la valeur -50mv ; le membre de ces canaux augmente et atteint un maximum à ddp = +30mv.  $\Rightarrow$  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 membre de ces canaux augmente et atteint un maximum à ddp = -50mv, puis il diminue et se ferme totalement à -70mv.  $\Rightarrow$  Le fonctionnement de ces canaux caractérise la phase de repolarisation

b) Le fonctionnement des canaux de type 1 et 2 dépend de la valeur de la ddp transmembraire  $\Rightarrow$  Ce sont des canaux de voltages dépendants CVD  
L'ouverture des CVD de type 1 entraîne une diminution de la négativité interne  $\Rightarrow$  Il s'agit de CVD à  $Na^+$   $\Rightarrow$  Dès que la ddp atteint le seuil (-50mv), les CVD à  $Na^+$  s'ouvrent  $\Rightarrow$  L'entrée massive et passive des ions  $Na^+$   $\Rightarrow$  La phase de dépolarisation.  
L'ouverture des CVD de type 2 entraîne une augmentation de la négativité interne  $\Rightarrow$  Il s'agit de CVD à  $K^+$   $\Rightarrow$  Dès que la ddp atteint +30mv, les CVD à  $K^+$  s'ouvrent  $\Rightarrow$  La sortie massive et passive des ions  $K^+$   $\Rightarrow$  La phase de repolarisation.

5)

### CORRECTION DES EXERCICES

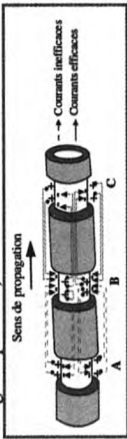


6) Vitesse de propagation de PA sur une fibre nerveuse :  $V = \Delta d / \Delta t$   
Prenons, par exemple la distance qui sépare les deux microélectrodes  $R_1R_2$  et le temps qui sépare la naissance des deux potentiels d'actions b et b' ou c et c'

$$7) \Delta d = 20mm \text{ et } \Delta t = 1ms \Rightarrow V = \Delta d / \Delta t \Rightarrow 20 \cdot 10^{-3} / 1 \cdot 10^{-3} = 20m/s$$

$$8) V = \Delta d / \Delta t \Rightarrow \Delta d = V \times \Delta t \Rightarrow \Delta d = R_1R_2 = V \times \Delta t \Rightarrow 20m/s \times 0,5 \cdot 10^{-3} = 10mm$$

9) 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 N°2

1) L'intensité 1 donne un PL d'amplitude 5mv ; l'intensité 3 donne un PL d'amplitude 10mv et l'intensité 4 donne un PL d'amplitude 20 d'où naissance de PL

2)

Analyse	Propriétés
Pour $0 < I < 4$ : l'amplitude du PL augmente avec l'intensité de stimulation	%/ PL est graduable %/ PL n'exige pas un seuil pour naître
Pour $I \geq 4$ : l'amplitude du PA reste constante = 100mv quelle que soit l'intensité de stimulation	%/ PA est non graduable (obéit à la loi de tout ou rien) %/ PA exige un seuil pour naître

$$3) V = \Delta d / \Delta t \text{ donc } \Delta t = \Delta d / V = 120/40 = 3ms$$

On représente un PA de même amplitude avec un temps de latence = 3ms

B/ 2<sup>ème</sup> série d'expérience

1) Entre  $t_0$  et  $t_1$ , l'axone est en repos  $\Rightarrow$  le milieu intracellulaire est plus concentré de  $K^+$ , que de  $Na^+$ ,  $\Rightarrow$  il s'agit d'un potentiel de repos  $\Rightarrow$  la valeur de ddp = -70mv

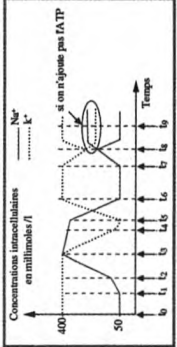
2) Entre  $t_1$  et  $t_2$  il s'agit d'une légère dépolarisation de la membrane de la fibre nerveuse car suite à la stimulation efficace il y a une légère augmentation de la concentration intracellulaire des ions  $Na^+$  qui entraîne une légère diminution de la négativité interne.

Il s'agit d'un potentiel d'action

A  $t_2$   $\Rightarrow$  la valeur de ddp = -50mv  $\Rightarrow$  entrée des ions de  $Na^+$  qui est due à l'ouverture des canaux voltages dépendants  $Na^+$

A  $t_3$   $\Rightarrow$  la valeur de ddp = +30mv  $\Rightarrow$  entré massive et passive des ions de  $Na^+$

A<sub>4</sub> ⇒ la valeur de ddp = -70mv ⇒ sortie massive et passive des ions de K<sup>+</sup> qui est due à l'ouverture des canaux voltagés dépendants K<sup>+</sup> et les canaux de voltagés dépendants de Na<sup>+</sup> se ferment ⇒ une légère diminution de concentration intracellulaire de Na<sup>+</sup>  
 A<sub>5</sub> ⇒ la valeur de ddp < -70mv ⇒ sortie prolongée des ions de K<sup>+</sup> qui est due à l'ouverture prolongée des canaux voltagés dépendants K<sup>+</sup>  
 A<sub>6</sub> ⇒ la valeur de ddp = -70mv ⇒ fermeture des canaux de voltagés dépendants de K<sup>+</sup> ⇒ retour des concentrations intracellulaires des ions Na<sup>+</sup> et K<sup>+</sup> à leurs valeurs initiales  
 3) si on n'a pas ajouté l'ATP, à la valeur de ddp sera nulle (0mv) car il aura une égalité de concentration en Na<sup>+</sup> et K<sup>+</sup> de part et d'autre de la membrane ⇒ la membrane ne sera pas polarisée.  
 b) voir schéma



**Exercice N°3**

1) B<sub>4</sub> ⇒ légère dépolarisation d'amplitude 10mv ⇒ il s'agit d'un PPSE → S<sub>4</sub> est une synapse excitatrice  
 B<sub>5</sub> ⇒ légère hyperpolarisation d'amplitude 5 mv ⇒ il s'agit d'un PPSI → S<sub>4</sub> est une synapse inhibitrice  
 2) 1<sup>er</sup> cas : les 2 stimulations décalées dans le temps de 6ms engendrent deux PPSE successifs d'amplitude 10 mv chacun et décalé dans le temps de 6ms. Ce temps qui est supérieur à la durée d'un PPSE, donc on obtient 2 PPSE isolés, donc Pas de sommation  
 2<sup>ème</sup> cas le décalage de temps entre les 2 PPSE successifs est de 1ms. Le 2<sup>ème</sup> atteint le cône axonique de N<sub>2</sub> à la fin de la phase de dépolarisation du 1<sup>er</sup>. Il y a donc une sommation des 2 PPSE ce qui mène à un PPSE global d'amplitude 10 + 10 = 20 mv. Le seuil de potentiel atteint d'où la naissance d'un PA  
 3)

Exp	Exploitation	Déduction
1	Naissance d'un PPSE d'amplitude 15 mv en N1	N1 est un neurotransmetteur excitateur de la synapse S1 qui est donc excitatrice
2	Apparition d'un PPSI au niveau du cône axonique de N2 donc naissance d'un PA en N1 Ce PA résulte d'une sommation spatiale de 2PPSE en N1	S2 est excitatrice N1 est inhibiteur
3	Absence de variation de ddp transmembranaire au niveau du cône axonique de N1	Les neurotransmetteurs ont une action spécifique
4	On obtient un PR au niveau du cône axonique de N2 traduisant l'absence de naissance de PA sur N1 et cela cause de l'activation de S3 qui a du créé un PPSI sur N1	S3 est inhibitrice

**CORRECTION DES EXERCICES**

**Exercice N°4**

1) et 2)

Oscilloscopes	O <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	O <sub>4</sub>
PPS	PPSE	PPSE	PPSI	PPSE
Amplitude	12mv	18mv	8mv	10mv
Synapse Nature	N1-P Excitatrice	N2-P Excitatrice	N3-P inhibitrice	N4-P Excitatrice

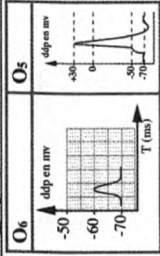
3)

Expériences	Nature de potentiel en O <sub>3</sub>	Nature de potentiel en O <sub>6</sub>	Justification
5	PPSE	PR	PPSE global d'amplitude 16mv résultant d'une sommation temporelle de 2 PPSE successifs Le PPSE global est d'amplitude 23m ; il résulte d'une sommation spatiale d'un PPSE d'amplitude 8mv et d'un PPSE d'amplitude 15mv. Ce PPSE global dépasse le seuil d'où naissance de PA en O <sub>3</sub>
6	PA	PA	Le PPSE global d'amplitude 12mv résultant d'une sommation spatiale de 2 PPSE (8 +6) et un PPSI (2mv) → 12 = 8 +6 -2
7	PPSE	PR	PPSI global d'amplitude 4mv résultant d'une sommation temporelle de 2 PPSI successifs d'amplitude 2mv
8	PPSI	PR	PPSI global d'amplitude 4mv résultant d'une sommation temporelle de 2 PPSI successifs d'amplitude 2mv

PA est propagable par contre PPS est non propagable à longue distance  
 4) La condition : apparition d'un PPSE qui atteint le potentiel seuil (-50mv) au niveau du cône axonique.  
**Identification** : il s'agit d'un PA  
**Justification** : Seul le PA est propagable sur une longue distance.  
 6) a stimulation (4 X 6 = 24mv > 20mv)  
 7) Un neurone intégrateur

**Exercice N°5**

1)a) en O<sub>1</sub>, on obtient un PA car la stimulation est efficace de plus il y a transmission du message nerveux de N<sub>1</sub> ⇒ N<sub>2</sub>  
 en O<sub>3</sub> on obtient aussi un PA car il y a transmission du message nerveux de N<sub>2</sub> ⇒ N<sub>5</sub>  
 En O<sub>6</sub> on obtient aussi un PR car il y a naissance de PPSI en N<sub>5</sub>  
 b) Le neurone N<sub>1</sub> est un neurone excitateur et le neurone N<sub>2</sub> est un neurone inhibiteur  
 c) On ne peut pas préciser le type de chacun des neurones N<sub>3</sub> et N<sub>4</sub>, car on n'a pas des renseignements sur les enregistrements obtenus au niveau des neurones postsynaptiques  
 d) L'absence d'un potentiel d'action en O<sub>2</sub> est expliquée par l'absence des canaux de voltagés dépendants dans la membrane postsynaptique  
 2) a) en O<sub>6</sub>, on obtient un PPSE car il y a naissance d'un PA, propagable en O<sub>8</sub>  
 En O<sub>5</sub>, on obtient un PPES globale qui atteint le seuil (-50mv) d'où la naissance de PA propagable enregistré en O<sub>8</sub>.



- b) Le neurone N<sub>3</sub> est un neurone excitateur pendant l'expérience 2 au niveau de O<sub>k</sub> on obtient un PA ce qui n'est pas le cas pour la réponse obtenue pendant l'expérience 3. en effet pendant l'expérience 2 la stimulation S<sub>c</sub> active 5 synapses simultanément donc au niveau du neurone postsynaptique N<sub>5</sub> in y a naissance de 5 PPSE aboutissant à un PPQE global supérieur au seuil (5 X 5 = 25mv) d'où la naissance d'un PA propagable à longue distance. ⇒ C'est la **sommation spatiale**
- 4) a) d'après l'expérience 1, le neurone N<sub>2</sub> est un neurone inhibiteur donc une stimulation efficace S<sub>b</sub> active 3 synapses inhibitrices simultanément donc au niveau du neurone postsynaptique il y a naissance de 3 PPSE. La stimulation de neurone simultanément N<sub>4</sub> N<sub>2</sub> donne naissance d'un PPSE global d'amplitude 12mv. PPSE global = 3PPSE (de N<sub>2</sub>) + 2 PPSE obligatoirement (de stimulation deux fois de N<sub>4</sub>) donc il s'agit d'une **sommation spatio-temporelle** et N<sub>4</sub> est un **neurone excitateur**.

D'après l'expérience 1, PPSE de N<sub>2</sub> est d'amplitude -3mv ⇒ 3 PPSE = -9mv  
 PPSE global = 2 PPSE de N<sub>4</sub> + 3 PPSE de N<sub>2</sub> ⇒ PPSE de N<sub>4</sub> = (PPSE global - 3PPSE)/ 2 = (12 - 9)/2 = 10mv.

- 5) D'après l'expérience 3, une stimulation de N<sub>3</sub> engendre un PPSE d'amplitude 10mv dans le corps cellulaire de neurone N<sub>5</sub> par contre l'injection d'une substance X dans la fente synaptique N<sub>3</sub> - N<sub>5</sub> puis stimulation N<sub>3</sub> engendre un PR. Donc la substance X a bloqué la transmission du message nerveux

**Hypothèse 1** La substance X a détruit les récepteurs spécifiques existant sur la membrane postsynaptique

**Hypothèse 2** La substance X a occupé les récepteurs spécifiques existant sur la membrane postsynaptique

**Hypothèse 3** : La substance X a dégradé le neurotransmetteur

- 6) a) l'injection de la substance Y dans la fente synaptique engendre la naissance d'un PPSE au niveau de neurone N<sub>5</sub> ⇒ substance Y est un neurotransmetteur excitateur  
 L'amplitude du PPSE est proportionnelle à la quantité de substance Y mise dans la fente synaptique ⇒ l'amplitude de PPSE dépend de la dose du neurotransmetteur libéré dans la fente synaptique

La radioactivité est très intense au niveau de m<sub>2</sub> (membrane postsynaptique) mais elle est moins intense dans la fente synaptique ⇒ la substance Y est fixée sur la membrane m<sub>2</sub> ⇒ le neurotransmetteur se fixe sur des récepteurs spécifiques situés sur la membrane postsynaptique. La radioactivité au niveau m<sub>2</sub> est proportionnelle à la quantité de substance Y ⇒ l'occupation des récepteurs spécifiques par le neurotransmetteur dépend de la dose du neurotransmetteur.

- b) La radioactivité de la substance X est très intense au niveau m<sub>2</sub> (membrane postsynaptique) par contre la radioactivité de la substance Y est très intense dans la fente synaptique ⇒ la substance X a occupé les sites de fixation de neurotransmetteur ⇒ l'hypothèse 1 est plus valable

## CORRECTION DES EXERCICES

## Exercice N°6

- 1) Pression < à 1.04 : absence de potentiel de récepteur → Stimulation faible  
 Pression > à 1.04 : l'amplitude augmente avec la pression  
 Propriété : le potentiel de récepteur est graduable.  
 2) Pression < à 1.1 : absence de potentiel d'action → Stimulation inefficace  
 Pression > à 1.1 : la fréquence des PA augmente avec la pression  
 Propriété : le potentiel d'action est codé en modulation de fréquence  
 Le PA est enregistré en O1 et en O2, donc le PA est propagable

3) pression = 1.1, potentiel de récepteur = 3mv

Cette amplitude permet d'atteindre une valeur seuil au niveau de O2 qui correspond au premier neurone de Ranvier (site générateur) d'où ouverture des CVD Na<sup>+</sup> et la naissance d'un PA

## Exercice N°7

- 1) A la suite de l'éirement du muscle, on enregistre au niveau de :

-O1 un train de trois potentiels d'actions.

O2 : un PPSE global qui dépasse le seuil.

O4 : un potentiel de repos

a- Le FNM convertit l'énergie mécanique de l'éirement en signaux électriques : c'est la transduction sensorielle.

b- Le PPSE né au niveau du corps cellulaires de motoneurone α<sub>1</sub> entraînant sa contraction.

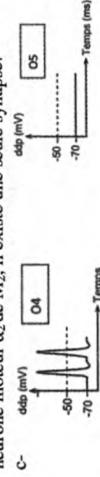
Le muscle M<sub>2</sub> est au repos.

2) Suite aux stimulations efficaces un PPSE après un temps de latence L1 de 1,2 ms et en O<sub>3</sub> un PPSE après un temps de latence de 0,7 ms.

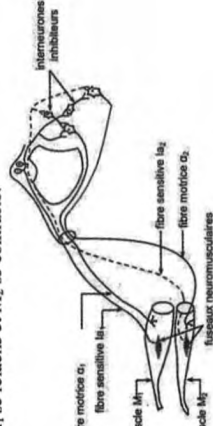
a- La synapse mise en jeu au niveau du motoneurone α<sub>1</sub> est inhibitrice. La synapse mise en jeu au niveau du motoneurone α<sub>2</sub> est excitatrice.

b- L<sub>1</sub> = 1,2 ms (0,2 + 2 X 0,5) ⇒ 2 délais synaptiques. D'où entre le neurone sensitif de M<sub>2</sub> et le neurone moteur α<sub>1</sub> de M<sub>1</sub>, il existe deux synapses.

L<sub>2</sub> = 0,7 ms (0,2 + 0,5) ⇒ 1 seul délai synaptique. D'où entre le neurone sensitif de M<sub>2</sub> et le neurone moteur α<sub>2</sub> de M<sub>2</sub>, il existe une seule synapse.



d- M<sub>1</sub> se relâche et M<sub>2</sub> se contracte.



**Exercice N°8**

1. et 2 : Un coup sec sur le tendon provoque un bref étirement du muscle M<sub>1</sub>, il en résulte une brève contraction correctrice de ce muscle ⇒ il s'agit d'un réflexe myotatique

**Expérience 1 :**

1) L'organe sensoriel utilisé est un fuseau neuromusculaire. Il s'agit d'un récepteur sensible à l'étirement, situé dans le muscle.  
2) La voie nerveuse en jeu est la voie afférente (voie sensitive) ; le fuseau neuromusculaire émet un message nerveux qui est conduit le long d'une fibre nerveuse jusqu'au centre nerveux (moelle épinière).  
3) Les masses indiquées à côté des enregistrements correspondent à l'intensité du stimulus : dans l'expérience proposée, l'étirement du fuseau neuromusculaire a été obtenu en soumettant un muscle « vertical » à des poids de plus en plus importants.

Lorsque le fuseau musculaire est soumis à un étirement correspondant à un poids de 4g, on enregistre au niveau d'une des fibres issues d'un fuseau neuromusculaire un message nerveux constitué de signaux électriques élémentaires tous identiques appelés potentiels d'action. Les autres enregistrements permettent de constater que lorsque l'étirement est plus important (poids de 20g puis de 30g), les potentiels d'action émis restent identiques les uns aux autres tandis que leur fréquence augmente. Ces enregistrements mettent en évidence les caractéristiques du message nerveux :

\*/ Un message nerveux enregistré au niveau d'une fibre nerveuse est un train de potentiels d'action tous identiques. Les potentiels d'action composant un message nerveux sont d'amplitude et durée constantes quelle que soit l'intensité de la stimulation.

\*/ Le message nerveux est codé par la fréquence des potentiels d'action, traduisant ainsi l'intensité de la stimulation qui lui a donné naissance.

**Expérience 4 :**

1-a) est le siège d'une légère dépolarisation qui peut atteindre le seuil et déclencher un PA qui se propage le long du neurone vers le muscle quadriceps.

ab est le siège d'une légère hyperpolarisation qui s'éloigne du seuil et n'engendre jamais de PA. On déduit que le motoneurone aq en relation avec le quadriceps est excité alors que le motoneurone ab en relation avec le biceps inhibé.

2- Il y a deux types de synapses, certaines sont excitatrices et d'autres sont inhibitrices.

3- **Hypothèse 1 :** le phénomène électrique enregistré en aq est l'entrée des ions Na<sup>+</sup>.

**Hypothèse 2 :** le phénomène électrique enregistré en ab est expliqué par la sortie de K<sup>+</sup> ou l'entrée de Cl<sup>-</sup>

4- Le temps de latence L s'explique par l'existence d'une synapse supplémentaire, donc d'un interneurone de type inhibiteur entre le neurone sensitif et le neurone moteur ab.

5- Le message nerveux issu du FNM, survient à la moelle épinière à travers la fibre la, se transmet d'une part directement vers motoneurone aq et d'autre part vers un interneurone inhibiteur, ce dernier se connecte sur un motoneurone ab.

\* le motoneurone aq est excité d'où naissance d'un PPSÉ.

\* le motoneurone ab est inhibé d'où naissance d'un PPSI.

**Conséquences sur les muscles antagonistes :**

-a) sera le siège d'un message nerveux ce qui déclenche la contraction du quadriceps.

-ab constitue une voie motrice inhibée, d'où le relâchement du biceps pour ne pas entraver la contraction du quadriceps.

**Exercice N°9**

1) Exploitation du document 2 : Suite à une stimulation efficace en S<sub>1</sub>, on observe une hyperpolarisation en O<sub>1</sub> d'amplitude 20 mv. La synapse N<sub>1</sub>-N<sub>3</sub> est donc une synapse inhibitrice. Suite à deux stimulations successives et rapprochées en S<sub>2</sub>, on enregistre une dépolarisation (PPSE) en O<sub>1</sub> d'amplitude 35mv. La synapse N<sub>2</sub>-N<sub>3</sub> est donc une synapse excitatrice.

2) Dans l'expérience 2, la contraction musculaire est le résultat d'un potentiel d'action qui se propage le long de l'axone du motoneurone. Ce PA résulte d'une sommation temporelle de 2 PPSÉ qui atteint le seuil de -50mv au niveau du cône axonique.

Les résultats de l'expérience 3 s'expliquent par une sommation spatio-temporelle d'un PPSI et du PPSÉ global. Le PPSÉ obtenu n'atteint pas le seuil de déclenchement d'un PA. Un PR est alors enregistré en O<sub>2</sub> ne permettant pas la contraction du muscle.

Les expériences 2 et 3 montrent que le motoneurone N<sub>3</sub> est un neurone intégrateur.

3) Suite à l'injection de la picrotoxine et la stimulation de N<sub>1</sub>, on enregistre un PR alors que la stimulation en S<sub>1</sub> sans picrotoxine (esp1 du doc2) a permis d'enregistrer une hyperpolarisation. La picrotoxine empêche donc l'hyperpolarisation enregistrée avec le GABA seul et par conséquence elle supprime l'inhibition du motoneurone.

4) L'ajout du valium au GABA augmente l'hyperpolarisation du motoneurone N<sub>3</sub> (amplitude de 70mv) par rapport à celle obtenue avec du GABA seul (hyperpolarisation d'amplitude de 30mv). Le valium augmente l'efficacité du GABA et prolonge son effet.

5) Les contractions brusques et inattendues accompagnent l'anxiété, sont dues à la suppression de l'action du GABA c'est-à-dire une suppression de l'inhibiteur du motoneurone. Or, ce dernier est un neurone intégrateur recevant simultanément plusieurs afférences, les unes inhibitrices (utilisant le GABA) et les autres excitatrices (utilisant l'Ach). Puisqu'il y a inhibition du GABA, alors que l'Acétylcholine continue à agir. Il en résulte la contraction brusque et inattendue des muscles. Avec le valium, qui augmente l'hyperpolarisation, l'obtention d'un PA sur le motoneurone est donc très difficile.

**Exercice N°10**

1) Le dysfonctionnement de la synapse neuromusculaire peut être dû à :

H1 : l'acétylcholine absente ou modifiée

H2 : problème de l'exocytose

H3 : dysfonctionnement ou absence des récepteurs post synaptique

2) La stimulation des motoneurones d'un ver sauvage entraîne une réponse électrique des fibres musculaires correspondantes. Cette réponse électrique témoigne de la naissance d'un PA musculaire et donc du fonctionnement normal de la synapse neuromusculaire. La stimulation des motoneurones du mutant n'entraîne aucune réponse des fibres musculaires correspondantes. Si l'on admet que les motoneurones du mutant fonctionnent normalement, cela signifie que, la paralysie est due à l'absence de potentiel d'action musculaire.

3) Chez le ver mutant comme chez le ver sauvage, il existe des vésicules localisées dans la région pré synaptique de l'axone du motoneurone et contenant de l'acétylcholine.

Le dysfonctionnement ne réside donc pas dans la présence de l'acétylcholine.

Chez le ver sauvage, l'injection de la nicotine dans la fente synaptique provoque la contraction de la fibre musculaire.

En raison de sa structure voisine de l'acétylcholine, la nicotine se fixe sur les récepteurs spécifiques à l'acétylcholine de la membrane post synaptique. Donc la contraction de la fibre musculaire témoigne le fonctionnement normal de la synapse neuromusculaire.

Chez le ver mutant, la nicotine a les mêmes effets que chez le ver sauvage. Cela permet de conclure que le fonctionnement de la synapse au niveau post synaptique chez le mutant est normal. Le dysfonctionnement de la synapse neuromusculaire chez le mutant se situe donc au niveau de l'élément pré synaptique. H<sub>1</sub> et H<sub>2</sub> sont infirmées et H<sub>3</sub> est à retenir.

4) Avant la stimulation le nombre de vésicules pré synaptiques est environ 70 chez les 2 vers

Après la stimulation du motoneurone, le nombre de vésicules pré synaptiques reste constant chez le ver mutant et diminue jusqu'à 25 chez le ver sauvage.

Après stimulation du motoneurone, le nombre de vésicules pré synaptiques accolées à la membrane pré synaptique est nettement supérieur chez mutant par rapport au ver sauvage (70 contre 25). L'accroissement fonctionnel normal.

Comme le fonctionnement de la synapse implique l'exocytose des vésicules, et donc la diminution de leur nombre, on peut supposer que cette exocytose n'a pas eu lieu chez le mutant pourtant que l'arrimage des vésicules synaptique est normal.

L'absence d'exocytose du neurotransmetteur chez le mutant entraîne le blocage de la transmission synaptique d'où la paralysie.

#### IV/ Exercices du bac tunisien

##### Exercice N°1 (Bac 2000 Principale : Deuxième partie)

1) Les réponses a<sub>1</sub>, c<sub>1</sub> et d<sub>1</sub> sont des PPSE, car il s'agit de dépolarisation qui rapprochent le potentiel de membrane du potentiel seuil (-50mv) et la réponse b<sub>1</sub> est un PPSI, car il s'agit d'une hyperpolarisation qui éloigne le potentiel de membrane du potentiel seuil (-50mv).

2) Les réponses a<sub>1</sub> et a<sub>2</sub>, c<sub>1</sub> et c<sub>2</sub>, d<sub>1</sub> et d<sub>2</sub> sont des dépolarisations, d'amplitude plus faible pour a<sub>2</sub>, c<sub>2</sub> et d<sub>2</sub>.

Les réponses b<sub>1</sub> et b<sub>2</sub> sont des hyperpolarisations, d'amplitude plus faible pour b<sub>2</sub>.

L'amplitude des PPS diminue en se propageant vers le cône axonique.

3) La réponse attendue est un PPSE de 15mv

**Justification** : S<sub>1</sub> isolée donne un PPSE d'amplitude 5mv au niveau du cône axonique ⇒ 3 S<sub>2</sub> au niveau du cône axonique donnent un PPSE global de 15mv car il y a sommation algébrique temporelle des 3 PPSE (5 x 3 = 15mv)

4) La réponse attendue est un PPSE de 7mv

**Justification** : S<sub>A</sub> isolée donne un PPSE d'amplitude 10mv au niveau du cône axonique et S<sub>B</sub> isolée donne un PPSI d'amplitude -3mv au niveau du cône axonique.

Deux stimulations portées simultanément sur S<sub>A</sub> et S<sub>B</sub> donnent un PPSE global de 7mv car il y a sommation algébrique spatiale des 2 PPS. (10 + (-3) = 7mv)

5) La réponse attendue est un PA précédé d'un PPSE d'amplitude 22mv (l'amplitude du PA est de 100mv)

**Justification** : S<sub>A</sub> isolée donne un PPSE d'amplitude 10mv au niveau du cône axonique,

#### CORRECTION DES EXERCICES

S<sub>B</sub> isolée donne un PPSI d'amplitude -3mv au niveau du cône axonique,

S<sub>1</sub> isolée donne un PPSE d'amplitude 5mv au niveau du cône axonique, S<sub>2</sub> isolée donne un PPSE d'amplitude 10mv au niveau du cône axonique

Quatre stimulations portées simultanément sur S<sub>A</sub>, S<sub>B</sub>, S<sub>C</sub> et S<sub>D</sub> donnent un PPSE global de 22mv car il y a sommation algébrique spatiale des 4 PPS. Cette ddp est suffisante pour déclencher l'ouverture des canaux Na<sup>+</sup> et K<sup>+</sup> voltage dépendants situés dans le cône axonique.

(10 + (-3) + 5 + 10 = 22mv) donc, (-70+ 22 = -48mv > -50mv = seuil ⇒ naissance de PA)

6a) La condition : apparition d'un PPSE qui atteint le potentiel seuil (-50mv) au niveau du cône axonique. **Identification** : il s'agit d'un PA. **Justification** : Seul le PA est propageable sur une longue distance (O<sub>6</sub> étant situé à 50cm du corps cellulaire).

b) comparaison entre PPSE et PA

La réponse de type a <sub>1</sub> : PPSE	La réponse de type e : PA
Réponse graduable, d'amplitude variable	Réponse de type tout ou rien d'amplitude constante
Possibilité de sommation	Pas de sommation
Absence de période réfractaire	Existence d'une période réfractaire
N'exige pas d'un seuil	Exige un seuil (-50mv)
Dépolarisation de faible amplitude	Dépolarisation de forte amplitude (-70 à +30mv)
Propagation sur une faible distance	Propagation sur une longue distance
Sa naissance fait intervenir des canaux chimio-dépendants	Sa naissance fait intervenir des canaux voltage dépendants Na <sup>+</sup> et K <sup>+</sup>

#### Exercice N°2 (Bac 2002 Contrôle : Deuxième partie)

1. Suite à la stimulation St<sub>1</sub>, les oscilloscopes O<sub>1</sub>, O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, O<sub>4</sub> et O<sub>5</sub> ont affichés des tracés représentés par le document 2a :

En O<sub>1</sub>, le tracé représente un potentiel d'action, car on observe une dépolarisation qui atteint la valeur de +30mv. En O<sub>2</sub> et O<sub>3</sub>, les tracés représentent des PPSE qui se rapprochent du potentiel seuil sans l'atteindre. On peut déduire que les synapses S<sub>1</sub> et S<sub>2</sub> sont des synapses excitatrices.

En O<sub>4</sub> et O<sub>5</sub>, les tracés représentent des P.R. (-70mv)

Suite à la stimulation St<sub>2</sub>, les oscilloscopes O<sub>4</sub> et O<sub>5</sub> ont affichés des tracés représentés par le document 2b :

En O<sub>4</sub>, le tracé représente un potentiel d'action, car on observe une dépolarisation qui atteint la valeur de +30mv suivie d'une repolarisation.

En O<sub>5</sub>, le tracé représente un P.P.S.I. car on observe une hyperpolarisation de faible amplitude (-75mv) qui s'éloigne du potentiel seuil. On peut déduire que S<sub>3</sub> est une synapse inhibitrice.

Suite à la stimulation St<sub>3</sub>, les oscilloscopes O<sub>5</sub> et O<sub>6</sub> ont affichés des tracés représentés par le document 2c :

En O<sub>6</sub> le tracé représente un potentiel d'action, car on observe une dépolarisation qui atteint la valeur de +30mv suivie d'un repolarisation.

En O<sub>5</sub> le tracé représente un P.P.S.E, car on observe une dépolarisation de faible amplitude (-65mv) qui se rapproche du potentiel seuil. On peut déduire que S<sub>4</sub> est une synapse excitatrice (2)

	Une stimulation	Une série de stimulations	de déduction
En O <sub>1</sub>	Un PA	Une série de PA	Une stimulation efficace engendre toujours un PA au niveau du neurone excité ⇒ Il y a naissance d'un PPSE global supérieur au seuil
En O <sub>2</sub>	Un PPSE	Un PA	En gendre un PA ⇒ Il y a donc sommation temporelle
En O <sub>3</sub>	Un PPSE	Un PA	Les PPS ne sont pas propagéable
En O <sub>4</sub>	Un PR	Un PA	Les PPSI n'engendrent pas un PA
En O <sub>5</sub>	Un PR	Un PPSI	Les PPSI n'engendrent pas un PA

3) Lorsqu'on porte sur S<sub>2</sub> une série de stimulations rapprochées, d'égales intensités et supraliminaires, on enregistrera :

En O<sub>1</sub>, un PR car les PA ne franchissent pas les synapses dans le sens corps cellulaire arborisation terminale  
O<sub>3</sub> et O<sub>4</sub> une série de PA car O<sub>3</sub> et O<sub>4</sub> sont placés sur le neurone stimulé.  
En O<sub>5</sub>, étant une synapse inhibitrice, O<sub>5</sub> affichera une hyperpolarisation. Son amplitude sera la résultante de tous les PPSI enregistrés au niveau du corps cellulaire du neurone N<sub>4</sub>.

En O<sub>6</sub>, on aura un PR.

4) X<sub>1</sub> a provoqué une dépolarisation en N<sub>1</sub> et N<sub>3</sub>. Cette substance a activé SI et SII. On peut déduire que X<sub>1</sub> est une substance équivalente à un neurotransmetteur excitateur spécifique de SI et SII.

X<sub>2</sub> a provoqué une hyperpolarisation de N<sub>4</sub>. Cette substance a activé SIII. On peut déduire que X<sub>2</sub> est une substance équivalente à un neurotransmetteur inhibiteur spécifique de SIII.

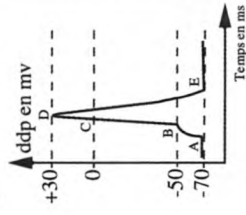
X<sub>3</sub> a provoqué une dépolarisation de N<sub>4</sub>. Cette substance a activé SVI. On peut déduire que X<sub>3</sub> est une substance

#### Exercice N°4 (Bac 2004 Principale : Deuxième partie)

1) De I<sub>0</sub> à I<sub>1</sub>, R<sub>1</sub> est à la surface de l'axone et R<sub>2</sub>, est aussi situé au niveau du milieu extracellulaire (eau de mer). La ddp est nulle, donc R<sub>1</sub> et R<sub>2</sub> sont au même potentiel.

A t<sub>1</sub>, R<sub>1</sub> est introduite dans l'axone ⇒ une ddp de -70mv est enregistré : cette ddp existe entre la surface et l'intérieur de l'axone et correspond au potentiel de repos (PR)

2)



A : la membrane de l'axone est chargée positivement du côté du milieu extracellulaire et négativement du côté du milieu intracellulaire, ce qui correspond au potentiel de repos.

AB : potentiel local qui atteint la valeur seuil de -50mv (seuil d'apparition du potentiel d'action)

BCD = phase de dépolarisation au cours de laquelle la négativité interne diminue, s'annule puis s'inverse pour atteindre +30mv et la surface de la membrane devient polarisée négativement.

DE : phase de repolarisation au cours de laquelle la négativité interne augmente jusqu'à l'état du potentiel de repos : la surface redevient chargée positivement.

#### CORRECTION DES EXERCICES

3) L'amplitude des enregistrements b, c et d est ma même malgré l'augmentation de l'intensité de stimulation

Propriété : la loi du tout ou rien du PA

Expérience 2 : méthode de détermination de la vitesse

Vitesse du PA :  $V = \Delta d / \Delta t \text{ ms}^{-1}$

	$\Delta d$	$\Delta t$	$\Delta d / \Delta t \text{ ms}^{-1}$
Pour le calcul de V <sub>1</sub>	$S_2B - S_2A = (36 - 18) 10^{-3} = 18 10^{-3} \text{ m}$	$S_2B - S_2A = 0,7 - 0,4 = 0,310^{-3} \text{ s}$	$18 10^{-3} \text{ m} / 0,310^{-3} \text{ s} = 60 \text{ m/s}$
Pour le calcul de V <sub>2</sub>	$S_2C - S_2B = (54 - 36) 10^{-3} = 18 10^{-3} \text{ m}$	$S_2C - S_2B = 1 - 0,7 = 0,310^{-3} \text{ s}$	$18 10^{-3} \text{ m} / 0,310^{-3} \text{ s} = 60 \text{ m/s}$

⇒ V<sub>1</sub> = V<sub>2</sub> ⇒ vitesse constante

2<sup>ème</sup> méthode :

$S_2A = d_1 = 18 10^{-3} \text{ m} \Rightarrow t_1 = 0,310^{-3} \text{ s} \Rightarrow V_1 = d_1/t_1 = 60 \text{ m/s}$

$S_2B = d_1 = 36 10^{-3} \text{ m} \Rightarrow t_1 = 0,610^{-3} \text{ s} \Rightarrow V_2 = d_2/t_2 = 60 \text{ m/s}$

$S_2C = d_1 = 54 10^{-3} \text{ m} \Rightarrow t_1 = 0,910^{-3} \text{ s} \Rightarrow V_3 = d_3/t_3 = 60 \text{ m/s}$

⇒ V<sub>1</sub> = V<sub>2</sub> = V<sub>3</sub> ⇒ vitesse constante

B/ Avant la stimulation, la concentration intracellulaire en Na<sup>+</sup> est de 2 UA et celle de K<sup>+</sup> de 8UA

Conclusion : le milieu intracellulaire est plus concentré en K<sup>+</sup> qu'en Na<sup>+</sup>

Après la stimulation

De 0 à 0,4ms

Augmentation de la concentration en Na<sup>+</sup> (de 2 à 6,5 UA)

Concentration intracellulaire de K<sup>+</sup> reste presque constante

De 0,4 à 1ms

Diminution de la concentration intracellulaire en Na<sup>+</sup> (6,5 à 2 UA)

Diminution de la concentration intracellulaire en K<sup>+</sup> (de 8 à 6UA)

De 1 à 1,2ms

Concentration intracellulaire en Na<sup>+</sup> égale à la concentration existant avant la stimulation (état initial (2UA))

Remontée de la concentration en K<sup>+</sup> pour reprendre la valeur de l'état initial.

Conclusion :

La stimulation entraîne une modification de la perméabilité membranaire aux ions Na<sup>+</sup> et K<sup>+</sup>.

Une entrée massive de Na<sup>+</sup> est suivie d'une sortie lente de K<sup>+</sup>.

#### Exercice N°4 (Bac 2006 Principale : Deuxième partie)

1. a)

Tracés	Identification	Justification
a	PPES	Dépolarisation au niveau du cône axonique du neurone N3 qui n'atteint pas le seuil de naissance de PA
b	PPSI	Hyperpolarisation
c	PA ou musculaire	Dépolarisation atteinte + 30mv

b)  $S_1$  = synapse excitatrice ;  $S_2$  = synapse inhibitrice ;  $S_3$  = synapse excitatrice

2. Explication de l'origine des traces a et b :

Tracé a : l'entrée de  $Na^+$  dans  $N_3$ , suite à la stimulation efficace, est à l'origine de la dépolarisation enregistrée (ou PPSE).

Tracé b : la sortie de  $K^+$  et l'entrée de  $Cl^-$  au niveau de  $N_3$ , suite à la stimulation efficace, sont à l'origine de l'hyperpolarisation enregistrée (ou PPSI)

3. a) et b)

Représentation	Justification
	Sommation spatiale d'un PPSE de +12mv et d'un PPSI de -8mv. Le résultat est un PPSE globale de 12 - 8 = 4mv.
	Sommation temporelle de deux PPSE de +12mv d'amplitude chacun, donne un PPSE globale de 12 + 12 = 24mv permettant d'atteindre le seuil et la naissance de PA. (-70 + 24 = -46mv > -50mv)

4.

Éléments de comparaison	Synapses neuro-neuroniques	Synapse neuromusculaire
Nature des synapses	Excitatrice ou inhibitrice	Toujours excitatrice
Types de réponse postsynaptique après une stimulation efficace	PPSE ou PPSI	PA
Nature du neurotransmetteur	Plusieurs types	Un seul neurotransmetteur excitatrice : L'acétylcholine.

### Exercice N°5 (Bac 2011 Contrôle : Deuxième partie)

1.

Phénomène	O <sub>1</sub> Train de PA	O <sub>2</sub> PA ou Train de PA	O <sub>3</sub>	O <sub>4</sub>	O <sub>5</sub> Train de PA	O <sub>6</sub> PR
Illustration (schémas de tracés)	Schémas d'une dépolarisation qui atteint un seuil suivie d'un train de PA	Schémas d'une légère hyperpolarisation suivie d'un train de PA	Schémas d'une légère hyperpolarisation	Schémas d'un train de PA	Schémas d'un train de PA	Schémas du PR

2- a) le fuseau neuromusculaire assure Sa transduction sensorielle c'est-à-dire la conversion de l'énergie mécanique résultant de l'étirement en un signal électrique (potentiel de récepteur).

b)- la réponse doit comporter les étapes suivantes

- ✓ arrivée d'un train de PA dans l'élément pré synaptique
- ✓ ouverture des CVD à  $Ca^{++}$  et entrée des ions  $Ca^{++}$  dans l'élément pré synaptique

### CORRECTION DES EXERCICES

- ✓ exocytose du neurotransmetteur inhibiteur dans la fente synaptique
- ✓ fixation du neurotransmetteur sur les sites récepteurs spécifiques localisés sur la membrane postsynaptique
- ✓ ouverture des CCD à  $Cl^-$  et à  $K^+$  au niveau de la membrane postsynaptique.
- ✓ entrée de  $Cl^-$  et sortie de  $K^+$ .
- ✓ hyperpolarisation de la membrane postsynaptique

### Exercice N°6 (Bac 2009 Contrôle : Deuxième partie)

1.

Enregistrement 1	Enregistrement 2	Enregistrement 3
Pas de message nerveux (pas de PA)	Message nerveux avec des PA de même amplitude et de fréquence faible (6 PA)	Message nerveux avec des PA de même amplitude et de fréquence plus élevée que celle de l'enregistrement 2 (12 PA)

### Déductions :

Propriétés fondamentales du message nerveux :

- Loi du tout ou rien.
  - Codage du message nerveux en modulation de fréquence.
- Rôle du fuseau neuromusculaire (FNM) : le FNM convertit l'énergie du stimulus mécanique en message nerveux (énergie électrique) : il réalise la transmission sensorielle.

2. a) Enregistrement en  $R_1$  : PPSE  $\Rightarrow$  dépolarisation d'amplitude 10mv.

Enregistrement en  $R_2$  : PPSI  $\Rightarrow$  hyperpolarisation d'amplitude 5mv.

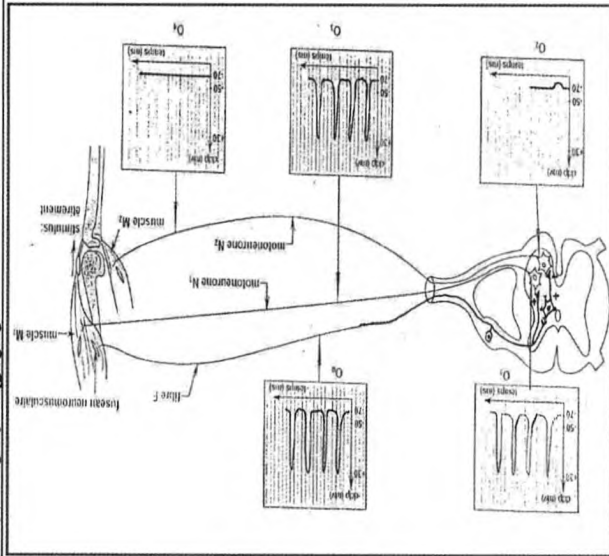
a) Au niveau de  $N_1$  : synapse excitatrice et au niveau de  $N_2$  : synapse inhibitrice.

b)  $L_1 = 0,8 \text{ ms}$  ( $0,3 + 0,5 \text{ ms}$ )  $\Rightarrow$  un seul délai synaptique

$L_2 = 1,3 \text{ ms}$  ( $0,3 + (2 \times 0,5 \text{ ms})$ )  $\Rightarrow$  deux délais synaptiques

### Déductions :

- Entre S et  $N_1$ , il y a une seule synapse.
- Entre S et  $N_2$ , il y a deux synapses.



### Exercice N°7 (Bac 2015 Principale : Deuxième partie)

1) a) Le document 3 montre un PPSI d'amplitude 5 mV obtenu suite à la stimulation  $S_1$  portée sur  $N_1$ ; cette réponse peut être obtenue suite à l'arrivée d'un PA au niveau de la terminaison nerveuse de  $N_3$  faisant synapse avec  $N_4$ .

Donc la synapse  $N_1-N_3$  est une synapse excitatrice.

La stimulation efficace  $S_n$ , portée au niveau de  $N_1$  + les deux  $S_2$  successives et rapprochées, portées au niveau de  $N_2$ , assurent la contraction du muscle; il y a eu naissance d'un PA au niveau du cône axonique de  $N_4$ ; ce PA se propage le long de l'axone de  $N_4$ ; il atteint le muscle M d'où sa contraction.

Etant donnée que la synapse  $N_3-N_4$  est inhibitrice (document 3), on peut déduire que la synapse  $N_2-N_4$  est une synapse excitatrice.

b) Propriétés du message nerveux :

Propageable et Transmissible.

2) Le neurone  $N_4$  joue un rôle intégrateur par sommation spatio-temporelle de deux PPSE provenant de l'afférence synaptique  $N_2$  (sommation temporelle) et d'un PPSI provenant de l'afférence synaptique  $N_3$ , la résultante est un PPS global qui atteint le seuil de dépolarisation de

### CORRECTION DES EXERCICES

la membrane de  $N_4$  conduisant à la naissance d'un PA propageable le long de l'axone de  $N_4$ ; atteignant le muscle et assurant sa contraction

### Thème 4 : Chapitre 3 : Le fonctionnement du muscle squelettique

#### I/ QCM

1/a | 2/b | 3/d | 4/c | 5/b | 6/a c | 7/a b | 8/a d | 9/c d | 10/b | 11/a | 12/b c | 13/c | 16/b

#### II/ Restitution des connaissances

##### Exercice N°1

1. Plaque motrice ou synapse neuromusculaire ; A = cellule nerveuse ou neurone moteur  
B = fibre musculaire ou cellule musculaire.
2. 1 = terminaison de l'axone ; 2 = gain de myéline ; 3 = cellule de Schwann ; 4 = bouton terminal ; 5 = vésicules synaptiques ; 6 = mitochondrie ; 7 = appareil sous neural ; 8 = fibre musculaire ; 9 = fente synaptique ; 10 = myofibrille.
3. La transmission du message nerveux à travers la plaque motrice se fait selon les étapes suivantes :

- a) Arrivée d'un PA nerveux.
  - b) Ouverture des canaux voltage dépendant  $Ca^{2+}$  et entrée des ions  $Ca^{2+}$  dans le bouton pré synaptique.
  - c) Libération de l'acétylcholine dans la fente synaptique par exocytose des vésicules synaptiques.
  - d) Fixation d'acétylcholine sur des récepteurs spécifiques du sarcolemme.
  - e) Ouverture des canaux chimiodépendants  $Na^+$  d'où l'entrée passive des ions  $Na^+$  qui provoquent la dépolarisation du sarcolemme  $\rightarrow$  PPSE.
  - f) PPSE atteint le seuil et déclenche un PA musculaire.
  - g) Hydrolyse d'acétylcholine par une enzyme l'acétylcholinestérase
  - h) Recapture de la choline par la terminaison présynaptique.
4. Le schéma de la conversion de l'énergie chimique en énergie mécanique lors de la contraction musculaire
  5. a) ATP. b) Les voies de régénération de l'ATP :
    - > Les voies rapides : Anaérobies
    - > Les voies lentes : Anaérobies et aérobie
  6. c) En absence d'oxygène la régénération de l'ATP se fait seulement par la voie anaérobie : la fermentation. Cette voie est incapable de fournir une grande quantité d'ATP d'où la contraction très brève du muscle.

##### Exercice N°2

1. L'élément A = sarcomère.
2. L'état 1 = sarcomère au repos (ou relâché) et l'état 2 = sarcomère contracté.

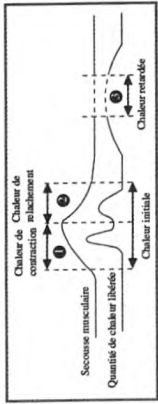
Schéma : voir bilan ; schéma de mécanisme de contraction

3. Comparaison :

	Sarcomère relâché	Sarcomère contracté
Différences	Strie Z	Position normale
	Bande H	Normale
	Disque claire = I	Normal
		Déplacement
		Réduite
		Réduit

Ressemblance	Taille de sarcomère	Normale	Réduit
	Disque sombre	Normal	Normal

4.

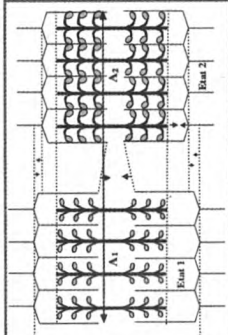


- $\text{ATP} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{ADP} + \text{P}_i + \text{énergie} + \text{chaleur initiale de contraction. ①}$
- Phosphocréatine +  $\text{ADP} \rightarrow \text{ATP} + \text{créatine} + \text{chaleur initiale de relâchement ②}$
- En présence d'oxygène : la voie aérobie
- 2 Acides pyruviques +  $6 \text{O}_2 \rightarrow 6 \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O} + 36 + 38 \text{ ATP} + \text{chaleur retardée ③}$
- En absence d'oxygène : la voie anaérobie
- 2 Acides pyruviques  $\rightarrow 2 \text{CO}_2 + \text{Acides lactique} + \text{ATP} + \text{chaleur retardée. ③}$

5.

Structure cellulaire	Fonction
Invagination de la membrane plasmique	Pour assurer un contact avec les citernes à $\text{Ca}^{2+}$
Structure filamentaire de myofibrille	Permet le glissement les uns par rapport aux autres
Réticulum endoplasmique organisé en manchon autour de chaque myofibrille	Assure le stockage des ions $\text{Ca}^{2+}$
Des ions $\text{Ca}^{2+}$	Assure la formation d'un complexe actine - myosine
De nombreuses mitochondries	Synthèse de l'ATP

6) L'état 1 correspond un sarcomère relâché et l'aspect A<sub>1</sub> représente seulement des myofilaments épais = myosine,  $\Rightarrow$  la coupe est faite au niveau bande H.  
L'état 2 correspond un sarcomère contracté et l'aspect A<sub>2</sub> représente des myofilaments épais et d'autres fins et on sait que pendant la contraction il y a réduction de la bande H  $\Rightarrow$  d'où l'apparition de l'actine et myosine pendant la deuxième section.



7) Le rôle de  $\text{Ca}^{2+}$  dans la transmission du message nerveux : l'entrée massive et passive de ces ions dans le bouton présynaptique déclenche l'exocytose des vésicules synaptiques et libération de neurotransmetteur dans la fente synaptique.

Le rôle de  $\text{Ca}^{2+}$  lors de la contraction musculaire : la libération de ces ions à partir des citernes démasque les sites de fixation de la myosine d'où la formation d'un complexe myosine-actine.

### Exercice N°3

1. a = PA musculaire ou électromyogramme; b = PA du nerf ou électroneurogramme ; c = secousse musculaire ou myogramme
2. AB = temps de latence ; BC = phase de contraction ; CD = phase de relâchement.

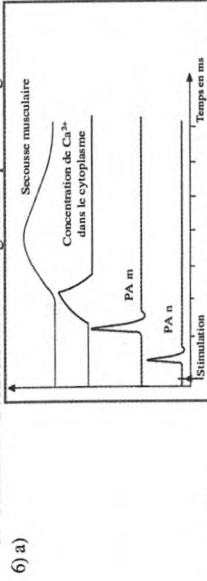
## CORRECTION DES EXERCICES

3. a) c puis a

b) c' est un neurotransmetteur

4. La superposition de ces trois enregistrements montre que les phénomènes électriques arrivent avant le phénomène mécanique donc les phénomènes électriques déclenchent le phénomène mécanique (contraction)

5. Schéma de la conversion de l'énergie chimique en énergie mécanique.



6) a)

b) **Expérience** : on transforme les ions  $\text{Ca}^{2+}$  radioactif ou On injecte dans une fibre une substance chimique : l'équorine qui, en présence d'ions calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) émet de la lumière chimique : 1 = mitochondrie ; 2 = citerne du réticulum à  $\text{Ca}^{2+}$  ; 3 = tubule transverse ; 4 = sarcomère.  
Les molécules : A = ATP; B = acide pyruvique; C = acide lactique; D = phosphocréatine ; E = créatine.

Les fonctions : A = glycolyse ; B = respiration cellulaire ; C = fermentation lactique.

Les votes : I = vote rapide ; II = vote lent.

b) ATP = l'énergie immédiate et primaire de la contraction musculaire.

$\text{ATP} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{ADP} + \text{P}_i + \text{énergie} + \text{chaleur initiale de contraction}$

### III/ Mobilisation des connaissances

#### Exercice N°1

1) Pour un individu sain, tous les PPM sont supérieurs au seuil, déclenchent des PA de même amplitude, ces PA se propagent le long de la fibre musculaire en provoquant la contraction musculaire

2) Chez l'individu myasthénique, la plupart des PPM sont inférieurs au seuil, donc il y a naissance une faible fréquence des PA musculaire et par suite la faiblesse musculaire. Cette maladie est due à un mauvais fonctionnement des plaques motrices

2) **Hypothèse 1** il y a dégradation des récepteurs spécifiques existant sur la membrane postsynaptique

**Hypothèse 2** il y a modification de la structure des récepteurs de neurotransmetteur

**Hypothèse 3** : il y a dégradation de neurotransmetteur

3) La portion de la cellule musculaire issue de l'individu sain est beaucoup plus radioactive que la portion de la cellule musculaire issue de l'individu myasthénique. Donc, la quantité de l'Ach fixée est insuffisante dû au manque de récepteurs sur la membrane de la fibre musculaire et par conséquent absence de PA musculaires nécessaires à la contraction, d'où la faiblesse musculaire

#### Exercice N°2

1) L'activité musculaire consomme de l'énergie qui provient de l'hydrolyse de l'ATP

Le document 1 montre les différentes voies métaboliques productrices d'énergie utilisée pour régénérer l'ATP consommée et leur ordre d'intervention

	Voie de la créatine-P	Voie de la glycolyse	Oxydation
<b>Chronologie des réactions métaboliques</b>	Début de l'exercice (10 à 15s) la voie de la créatine-P est la principale voie métabolique productrice d'énergie mais les réserves s'épuisent au bout de 0,5min.	Au cours de l'exercice la voie de la créatine-P s'annule remplacée par la glycolyse suivie par l'oxydation	Après 2mn d'effort seule persiste la voie de la glycolyse aérobie comme la régénération d'ATP
<b>Réactions métaboliques</b>	$ADP + C-P \rightarrow ATP + C+E$	$GLucose-P \rightarrow 2 A.P \rightarrow 2 A.lactique + E$	$6CO_2 + 6O_2 + E$
<b>Caractéristiques</b>	Voie de régénération rapide, anaérobie, non durable et peu énergétique.	Voie de régénération lente, non durable, anaérobie et peu énergétique	Voie de régénération aérobie, lente, durable et très énergétique

2)a)  $X_1 = 82,86\%$ ;  $Y_1 = 17,14\%$ ;  $X_2 = 4,4\%$ ;  $Y_2 = 95,6\%$

b) pendant un effort intense et de courte durée la voie anaérobie l'emporte sur la voie aérobie

Pour un effort intense et de courte durée, les voies énergétiques les plus utilisées sont la voie de la créatine-P et la voie de la glycolyse anaérobie.

Pour un effort modéré les parts des voies aérobies et anaérobies sont proches 60% et 40%

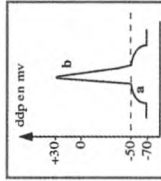
Pour un effort d'endurance l'énergie est essentiellement apportée par la voie aérobie  $Y_2 \gg \gg X_2$   
L'épuisement des réserves de créatine-P et la faible quantité apportée par la glycolyse anaérobie comparée à l'énergie apportée par l'oxydation explique les % d'intervention des 2 voies.

### Exercice N°3

#### 1. Pour l'expérience 1

L'oscilloscope  $O_1$  est au niveau de la fibre musculaire par contre l'oscilloscope  $O_2$  est au niveau plaque motrice et

- a) La stimulation efficace de la fibre nerveuse provoque une contraction musculaire, précédée des tracés 1 et 2. Pour le tracé 2 est un potentiel d'action musculaire (140 mv). Le tracé 1 semble être dû à la superposition deux événements : potentiel local (a) et potentiel d'action (b).



- b) Lorsqu'on le nerf après action du curare, le tracé 3 en  $O_2$  indique l'existence d'un potentiel local faible (< 50mv), ce qui explique l'absence de PA en  $O_1$ .

#### Déduction :

- Il n'y a genèse d'un potentiel propagé et donc contraction musculaire que si le potentiel local au niveau de la synapse dépasse un seuil (50mv).
  - Le curare allie la transmission de l'influx. Puisque le curare est une substance chimique, on peut penser que la transmission de l'influx se fait indirectement par l'intermédiaire d'un neurotransmetteur  $\Rightarrow$  c'est une transmission de nature chimique
2. Hypothèses :
- Le curare dégrade le neurotransmetteur.
  - Le curare occupe les récepteurs spécifiques de neurotransmetteur.
  - Le curare dégrade les récepteurs de neurotransmetteur.

3. Expérience : on refait la même expérience 2 b) mais avec un curare radioactif

#### 4. Pour l'expérience 3

- a) L'injection de l'acétylcholine dans la fente synaptique engendre une dépolarisation (potentiel local) qui atteint un seuil et donne un PA musculaire (140mv).
- b) L'injection de l'acétylcholine dans la fibre musculaire est sans effet (PR = -70mv).

**Conclusion :** l'acétylcholine est un neurotransmetteur de la plaque motrice, n'agit que à la surface de la membrane postsynaptique (sarcolemme), et cela met en évidence la présence des récepteurs spécifiques de l'acétylcholine.

#### 5. Pour l'expérience 3

- La courbe X joue le rôle d'un témoin (avant traitement). L'excitation du nerf moteur donne au niveau de la plaque motrice un PA de durée brève (40ms) et d'amplitude 80mv.
- La courbe Y : après traitement : L'excitation du nerf moteur donne au niveau de la plaque motrice un PA de durée plus importante (200ms) et d'amplitude (145mv).

**L'effet de la protigmine :** cette dernière entraîne une augmentation de la durée et de l'amplitude du PA musculaire. On sait que l'acétylcholine est rapidement détruite par une enzyme appelée la cholinestérase, donc on peut conclure que la protigmine **inhibe ou dégrade cette enzyme** et par conséquent l'acétylcholine aura une durée d'action importante au niveau des récepteurs spécifiques d'où un PA plus durable et plus ample.

#### 6. Les propriétés sont :

- L'acétylcholine a une action dépolarisante sur la membrane postsynaptique (PA)
- L'acétylcholine cesse rapidement d'agir.

### Exercice N°4

**Pour l'expérience a) :** l'illumination brève du hyaloplasme suite à une stimulation montre qu'il y a une augmentation brusque et brève de la concentration hyaloplasmique en  $Ca^{2+}$ . Donc, on peut penser qu'il y a une mobilisation du  $Ca^{2+}$  en provenance d'un organelle cellulaire

**Pour l'expérience b) :** la présence des ions  $Ca^{2+}$  dans la fibre musculaire provoque une contraction. Donc, la secousse musculaire nécessite la présence de  $Ca^{2+}$  dans l'hyaloplasme.

**Pour l'expérience c) :** les graphes montrent la séquence des événements aboutissant à la secousse musculaire : la stimulation déclenche la genèse et la propagation d'un PA musculaire, puis la mobilisation du calcium et enfin la contraction musculaire.

#### Conclusion :

Le PA musculaire se propage le long de la fibre musculaire et atteint la profondeur grâce aux invaginations du sarcolemme, ce qui modifie la perméabilité des citernes de  $Ca^{2+} \Rightarrow$  La libération de ces ions.

Ces ions de  $Ca^{2+}$  démasquent les sites de fixation de la myosine existant sur l'actine.  $\Rightarrow$  La formation d'un complexe acto-myosine-ATP

L'hydrolyse de l'ATP et libération de l'énergie provoque le pivotement des têtes de myosine.  $\Rightarrow$  Glissement des myofilaments les uns par rapport aux autres : c'est la contraction musculaire.

**Un phénomène électrique  $\Rightarrow$  un phénomène chimique  $\Rightarrow$  un phénomène mécanique**

Voir bilan (conversion de l'énergie chimique en énergie mécanique) ou exercice 1 (question 4) de la restauration des connaissances

**Exercice N°5**

1- les résultats montrent qu'il y a deux voies de synthèses d'énergie, une voie aérobie utilisant les 4,6l/min d'O<sub>2</sub> et libérant une grande quantité d'énergie et une autre voie d'énergie libérer à l'état anaérobie.

Hypothèse : il existe une deuxième voie de synthèse de l'énergie : voie anaérobie

2- a- les résultats confirment l'hypothèse précédente ; le muscle dans un milieu anaérobie se contracte et consomme d'avantage le glycogène et accumule l'acide lactique.

b- **En aérobiose : respiration**

Glycogène → glucose → acide pyruvique + E

Acide pyruvique + O<sub>2</sub> → CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O + E

**En anaérobiose : fermentation**

Acide pyruvique → Acide lactique + 2ATP

3- a- Le document I présente deux parties :

1<sup>ère</sup> partie : la dépense énergétique = 1100 J/kg ; la consommation d'oxygène est croissante avec la dépense et augmente de 20 à 46ml/min/kg ; le muscle trouve suffisamment d'oxygène et les réactions d'oxydations des nutriments produisent de l'énergie : c'est la respiration

2<sup>ème</sup> partie : la dépense énergétique est supérieur à 1100J/kg, la consommation d'O<sub>2</sub> est constante, la quantité d'acide lactique augmente progressivement de 0 à 800 ml/mm/kg pour une activité 1800J/kg ; l'activité musculaire est intense. la respiration est complétée par la fermentation

b- L'acide lactique à une source supplémentaire d'énergie mais elle a pour conséquence la fatigue musculaire

**Exercice N°5****1<sup>ère</sup> série d'expériences**

Analyse	Déductions
Expérience 1 : témoin	Il y a transmission du message nerveux de la fibre nerveuse à la fibre musculaire
Expérience 2 : le dépôt de curare sur l'axone n'empêche pas la contraction de la fibre musculaire suite à la stimulation de l'axone moteur	Le curare n'agit pas sur l'axone
Expérience 3 : l'injection de curare dans la fibre musculaire n'empêche pas sa contraction suite à la stimulation de l'axone moteur	Le curare n'agit pas à l'intérieur de la fibre musculaire
Expérience 4 : le dépôt de curare dans la jonction neuromusculaire empêche la contraction de la fibre musculaire après la stimulation de l'axone moteur	Le curare agit au niveau de la jonction neuromusculaire et empêche la transmission

Sachant que la synapse neuromusculaire est à ACTH, on déduit que le curare occupe les récepteurs d'ACTH et bloque son action, le curare est donc un analogue structural de l'ACTH.

2) 2<sup>ème</sup> série d'expérience

Le dépôt de nicotine dans la jonction neuromusculaire déclenche directement la contraction de la fibre musculaire (sans stimulation de l'axone) alors que son injection dans la fibre musculaire n'a aucun effet

Conclusion : La nicotine joue le même rôle que l'ACTH, c'est un analogue fonctionnel de l'ACTH

**3) Expérience 3 : pas de contraction**

**Justification :** Le curare occupe les récepteurs d'ACTH, la nicotine ajouté ne trouve aucun récepteur libre donc ne permet pas la contraction.

**IV/ Exercices du bac tunisien****Exercice N°1 (Bac 2006 Principale : Première partie)**

- Identification : A sarcomère au repos (ou relâché) ; B = sarcomère contracté
  - Le sarcomère A est plus long que le sarcomère B ou rapprochement des deux stries Z.
2. Schéma de la conversion de l'énergie chimique en énergie mécanique.

**Exercice N°2 (Bac 2006 Contrôle : Première partie)**

- 1- gaine de myéline ; 2-axone ; 3-bouton terminal ou bouton synaptique ; 4-mitochondrie ; 5-sarcomère ; 6-filament d'actine ; 7-filament de myosine ; 8-vésicule synaptique ; 9-myofibrille ; 10-Tire : Plaque motrice ou synapse neuromusculaire
- Événements ayant lieu au niveau d'une jonction neuromusculaire et donnant naissance à un potentiel d'action musculaire : (Voir bilan : Schéma de la transmission synaptique).
  - Arrivées d'un PA nerveux.
  - Ouverture des canaux voltage dépendant Ca<sup>2+</sup> et entrée des ions Ca<sup>2+</sup> dans le bouton pré synaptique.
  - Libération de l'acétylcholine dans la fente synaptique par exocytose des vésicules synaptiques.
  - Fixation d'acétylcholine sur des récepteurs spécifiques du sarcolemme.
  - Ouverture des canaux chimio dépendants Na<sup>+</sup> d'où l'entrée passive des ions Na<sup>+</sup> qui provoquent la dépolarisation du sarcolemme ⇒ PPSE
  - PPSE atteint le seuil et déclenche un PA musculaire.

**Exercice N°3 (Bac 2008 Contrôle : Deuxième partie)**

1. L<sub>2</sub>>L<sub>1</sub> ; cette différence est due à la distance supplémentaire entre O<sub>2</sub> et au temps nécessaire pour la transmission neuromusculaire.
2. a)

Hypothèses	Arguments	validité
1 Hypothèse	Document 3 ⇒ existence d'un PA présynaptique (au niveau du neurone)	à rejeter
2 Hypothèse	Document 3 ⇒ absence de potentiel de plaque motrice et de PA au niveau de la fibre musculaire	à retenir
3 Hypothèse	Expérience 3 ⇒ naissance d'un PA au niveau de la fibre musculaire, suite à la stimulation appliquée sur cette fibre, malgré la présence de la substance S.	à rejeter

- Expérience proposée : injection de la substance S au niveau de la jonction neuromusculaire ⇒ pas de contraction de la fibre musculaire suite à la stimulation efficace de la fibre nerveuse.

## Exercice N°4 (Bac 2013 Principale : Deuxième partie)

Exp	Analyse	condition
1	L'observation microscopique d'un sarcomère avant injection d'ions calcium (Ca <sup>2+</sup> ) dans le sarcomère montre un aspect relâché (allongé) du sarcomère. L'observation microscopique d'un sarcomère après injection d'ions calcium (Ca <sup>2+</sup> ) dans le sarcomère montre un aspect contracté (accourci) du sarcomère.	La condition nécessaire au passage du sarcomère de l'état relâché (a) à l'état contracté (b) est la présence de calcium (Ca <sup>2+</sup> ) dans le sarcomère.
2	La culture de fibres musculaires dans un milieu contenant des ions Ca <sup>2+</sup> radioactifs montre : - Présence de radioactivité c'est-à-dire d'ions Ca <sup>2+</sup> dans le sarcomère quand le sarcomère est contracté. - Présence de radioactivité c'est-à-dire d'ions Ca <sup>2+</sup> dans le réticulum endoplasmique quand le sarcomère est au repos.	

2) Suite à la stimulation directe de la fibre musculaire, il y a naissance d'un potentiel d'action musculaire ou PAM (tracé C1) suivie d'une augmentation du taux des ions Ca<sup>2+</sup> dans le sarcomère (tracé C2) qui est suivie par l'augmentation de la tension musculaire (tracé C3) ; d'où la succession suivante des événements :

- naissance d'un PAM
- libération d'ions Ca<sup>2+</sup> par le réticulum endoplasmique
- contraction du sarcomère.

3)

Analyse comparée	Déductions
- En présence d'ions Ca <sup>2+</sup> , les filaments d'actine et de myosine sont incapables d'interagir (exp 4), - Cependant en présence d'ions Ca <sup>2+</sup> et d'ATP les filaments d'actine et de myosine sont capables d'interagir ; cette interaction est accompagnée d'une diminution de la teneur en ATP (exp5).	La présence de l'ATP est une condition nécessaire pour l'interaction entre les myofilaments d'actine et de myosine.

4) Le mécanisme de la contraction musculaire :

Les ions Ca<sup>2+</sup> permettent la fixation du complexe ATP-myosine sur l'actine ; cette fixation active la propriété ATPasique de la myosine ; l'hydrolyse de l'ATP se produit et une partie de l'énergie libérée provoque le pivotement des têtes des molécules de myosine ce qui entraîne le glissement des filaments d'actine et par conséquent le passage de l'état « a » à l'état « b ».

5)- M1 a subi le blocage de la glycolyse, donc la substance qui doit rester constante après stimulation est le glycogène ; or, d'après la condition 1 X et Y ont été consommées après stimulation de M1 alors que Z reste constant : Z est le glycogène

-M2 a subi le blocage de la glycolyse et de la dégradation de la PC, d'après le résultat expérimental, la substance consommée est Y ; il s'agit alors de l'ATP et par conséquent X est la PC.

6) Les équations globales des phénomènes énergétiques en rapport avec la contraction musculaire sont :

## CORRECTION DES EXERCICES

a- Hydrolyse de l'ATP :

ATP + H<sub>2</sub>O → ADP + Pi + Energie

b- Régénération de l'ATP :

Les voies rapides de régénération :

ADP+PC → ATP +C + chaleur

ADP+ ADP → ATP +AMP

- Les voies lentes de régénération :

glucose-P → 2acides pyruviques + 2ATP

Acide pyruvique + O<sub>2</sub> → H<sub>2</sub>O + CO<sub>2</sub>+ ATP + chaleur

Si le dioxygène devient insuffisant : acide pyruvique → acide lactique + ATP.

**Exercice N°5 (Bac 2017 Principale : Deuxième partie)**

1) Analyse

a- Tracé a : l'amplitude du potentiel de récepteur augmente (de 10 à 47 mv) proportionnellement à l'intensité de l'étrétement.

Propriété : le potentiel de récepteur est graduable.

b- Tracé b : l'amplitude du PA est constante égale à 100mv à partir de l'étrétement d'intensité E2.

Propriété : le PA d'une fibre nerveuse obéit à la loi du tout ou rien.

c- Tracé c : la fréquence des PA est proportionnelle (de 2 à 12 PA) à l'intensité de l'étrétement du FNM.

Propriété : le message nerveux est codé en modulation de fréquence de PA

d- Tout étrétement est à l'origine d'un signal électrique

Rôle du FNM : il convertit l'énergie du stimulus (étrétement) en signal électrique (potentiel de récepteur) ; c'est la transduction sensorielle.

2) Analyse :

En F1 : l'injection du neurotransmetteur X entraîne l'augmentation de la concentration intracellulaire en ion Na<sup>+</sup> (de 15 à 30 UI) mais elle est sans effet sur la concentration des ions K<sup>+</sup>- l'injection du neurotransmetteur Y est sans effet sur les concentrations intracellulaires des ions Na<sup>+</sup> et K<sup>+</sup>En F2 : l'injection du neurotransmetteur X est sans effet sur les concentrations intracellulaires des ions Na<sup>+</sup> et K<sup>+</sup>.- l'injection du neurotransmetteur Y entraîne la diminution de la concentration intracellulaire des ions K<sup>+</sup> (de 150 à 110 UI) mais elle est sans effet sur la concentration de Na<sup>+</sup>.

a- le neurotransmetteur X se fixe sur des récepteurs spécifiques de la membrane de  $\alpha_1$  provoquant l'ouverture des CCD aux ions Na<sup>+</sup> ; l'entrée de ces ions entraîne l'augmentation de leur concentration intracellulaire. Le neurotransmetteur Y se fixe sur des récepteurs spécifiques de la membrane de  $\alpha_2$  provoquant l'ouverture des CCD aux ions K<sup>+</sup> ; La sortie de ces ions entraîne la diminution de leur concentration intracellulaire.

b- conséquences sur le potentiel de la membrane postsynaptique :

En  $\alpha_1$ , l'entrée des ions Na<sup>+</sup> entraîne une dépolarisation (PPSE)En  $\alpha_2$ , la sortie des ions K<sup>+</sup> entraîne une hyperpolarisation (PPSE)

c- S1 : Synapse excitatrice ; S2 : Synapse inhibitrice

3) Le message nerveux sensitif provenant du FNM du muscle extenseur étié à une double action :

- Il active directement  $\alpha_1$ , et provoque la concentration du muscle extenseur

- Il inhibe  $\alpha_2$  par intermédiaire d'un interneurone inhibiteur et entraîne le relâchement du muscle fléchisseur. C'est l'**innervation réciproque**

4) **Expérience 3** : on enregistre en  $O_3$  un PA, et en  $O_4$  un PPM, on constate la présence de  $Ca^{2+}$  dans l'élément présynaptique et un taux d'ACTH de 100 nmoles/L au niveau de F3.

**Expérience 4** : à la suite de l'injection de la toxine botulique, on enregistre en  $O_3$  un PA nerveux et en  $O_4$  un PR et il y a présence de  $Ca^{2+}$  dans l'élément présynaptique et absence d'ACTH au niveau de F3.

⇒ La toxine botulique empêche l'exocytose des vésicules d'ACTH.

**Expérience 5** : on enregistre en  $O_3$  un PA nerveux, en  $O_4$  un PR et on note l'absence de  $Ca^{2+}$  dans l'élément présynaptique et d'ACTH au niveau de F3.

⇒ La conotoxine empêche l'entrée des ions  $Ca^{2+}$  dans l'élément présynaptique.

A partir des expériences 3, 4 et 5 le calcium stimule l'exocytose des vésicules synaptiques.

**Expérience 6** : à la suite de l'injection du curare dans la F3, on enregistre en  $O_3$  un PA nerveux en  $O_4$  un PR et un taux d'ACTH de 100 nmoles/L.

Le curare s'oppose à l'action de l'ACTH en se fixant sur les récepteurs à ACTH.

L'ACTH agit en se fixant sur des récepteurs spécifiques induisant l'ouverture des CCD à  $Na^+$

5) Les étapes de la transmission synaptique de la plaque motrice + un schéma (voir page 23)

#### Thème 4 : Chapitre 4: La régulation de la pression artérielle

##### I/ QCM

1/ a	2/ c	3/ d	4/ a	5/ c	6/ d	7/ a	8/ b	9/ c	10/ a	11/ a	12/ b	13/ a	14/ b	15/ c	16/ a	17/ d
c	e	d	a	c	d	a	b	c	a	a	a	a	b	c	a	a

##### II/ Restitution des connaissances

###### Exercice N°1

Hypotension	Hypertension
2-4-6-8-10-12-13-16-17	1-3-5-7-9-11-14-15-18

###### Exercice N°2

Substances chimiques	Origine	Effet	Action ou effet
Adrénaline	Médullosurrénales	Cœur	⇒ Augmentation du rythme cardiaque ⇒ Vasoconstriction
Noradrénaline	Bouton terminal du sympathique	Cœur	⇒ Augmentation du rythme cardiaque
Acétylcholine	Bouton terminal du nerf X (vague)	Cœur	⇒ Diminution du rythme cardiaque

Aldostérone	Corticosurrénales	Rein	Augmentation de réabsorption de sodium
ADH ou vasopressine	Posthypophyse	Rein	Augmentation de réabsorption de l'eau
Angiotensine	Foie	Corticosurrénales	⇒ Stimulation de sécrétion d'aldostérone ⇒ Vasoconstriction

#### Exercice N° 3

1. et 2

	Pression artérielle	Normale	Hypotension	Hypertension
Messages nerveux Enregistrés au niveau des	Nerfs de Héring			
	Nerfs de cyon			
	Nerfs X			
L'activité cardiaque	Nerfs sympathiques			
Vasomotricité		Normal	Augmentation vasoconstriction	Diminution Vasodilatation

3.

#### Hypertension

Augmentation de stimulation au niveau des barorécepteurs

Augmentation des fréquences de PA au niveau des nerfs de Héring et des nerfs de Cyon

Fort activation de centre sensitif

Fort activation de centre cardiomodérateur

Fort inhibition de centre vasomoteur sous l'effet de l'interneurone inhibiteur

Faible activation de centre cardioaccélérateur

Diminution des fréquences de PA au niveau des nerfs X et forte sécrétion de l'acétylcholine

Des nerfs sympathiques et forte sécrétion de noradrénaline

Le cœur recevant plus d'acétylcholine et moins de noradrénaline.

Baisse du rythme cardiaque et vasodilatation des vaisseaux sanguins

Diminution de la pression artérielle

1. Les grands types de substances chimiques sont :

a) Noradrénaline = neurotransmetteur sécrété par les nerfs sympathiques

Adrénaline = hormone sécrétée par les médullosurrénales

b) Les analogues :

Action : agissent sur les cellules cardiaques en se fixant sur des récepteurs spécifiques.

❖ Effet : cardioaccélérateur

➤ Les différences :

Nature	Noradrénaline	Adrénaline
Émis par	Neurotransmetteur	Hormone
transportés	Neurone	Cellules endocrines
	Dans la fente synaptique	Dans le milieu inférieur par le sang
	Sur la membrane de la fibre nerveuse	

a) noradrénaline représente un système de communication nerveuse et l'adrénaline représente un système de communication humorale

Réponse

## ➤ Les ressemblances :

Les deux systèmes réagissent par l'intermédiaire des messages chimiques libérés par des cellules sécrétrices.

Ces messages agissent sur des cellules cibles contenant des récepteurs spécifiques.

## ➤ Les différences :

	Communication nerveuse	Communication humorale
<b>Nature du message émis par</b>	⇒ électrique = (PA) ⇒ chimique = neurotransmetteur	Chimique hormone et neurohormone
<b>Émis par</b>	Neurone	Cellule endocrine et neuroendocrine
<b>transportés</b>	⇒ Sur la membrane de la fibre nerveuse ⇒ Dans la fente synaptique	Dans le milieu intérieur par le sang
<b>Codage du message</b>	⇒ Fréquence de PA. ⇒ Taux de sécrétion du neurotransmetteur	Taux de sécrétion de l'hormone ou de neurohormone
<b>Distribution</b>	Dans la fente synaptique	Toute cellule cible contenant des récepteurs spécifiques
<b>Durée et persistance du message émis</b>	Très bref	Plus lente
<b>Réponse de la cellule cible</b>	Modification de l'activité électrique de la cellule cible	Stimulation de la synthèse ou de l'activité enzymatiques et protéiques

**III/ Mobilisation des connaissances****Exercice N°1**

1) À T<sub>0</sub> la pression artérielle de chien A est égale 16 Cm Hg alors que celle de chien B est égale 11 cm Hg. Cette différence de la pression artérielle est due à la destruction des médullosurrénales de chien B. Les médullosurrénales permettent la sécrétion de l'adrénaline qui augmente le rythme cardiaque et la vasoconstriction des artérioles d'où l'augmentation de la pression artérielle.

2) La stimulation du nerf splanchnique à T<sub>1</sub> de chien A innervant la médullosurrénale de A entraîne une forte sécrétion de l'adrénaline par cette glande. Cette hormone augmente le rythme cardiaque du cœur A et la vasoconstriction des artérioles et par la suite augmentation de la pression artérielle du chien A, (c'est une hormone hypertensive), ensuite l'adrénaline passe par le sang vers le chien B en provoquant le même effet. C'est un **mécanisme neurohormonal**.

3) À T<sub>2</sub>, la section des ramifications des nerfs X allant vers le cœur B entraîne une augmentation encore de la pression artérielle jusqu'à 21 Cm Hg à T<sub>3</sub> ceci est expliqué par l'absence de l'effet modérateur sur le cœur B donc **les nerfs X sont reliés au centre cardiomodérateur**.

4) Après la suppression de l'anastomose à T<sub>3</sub> :

Pour le chien A, son rythme retourne à sa valeur normale (16 Cm Hg) grâce à un réflexe cardiomodérateur existant. Donc le chien A son cœur revient à la normale sous l'effet de deux systèmes neurovégétatifs para et orthosympathique avec prédominance du parasymphathique.

Pour le chien B son rythme reste toujours supérieur à la normale car in n'a pas l'action de système parasymphathique. Donc le chien B son cœur est sous l'influence de son automatisme et le système orthosymphathique.

5) Schéma de cas d'hypertension

**CORRECTION DES EXERCICES****Exercice N°2**

1) Prélévement du sang ⇒ une hypotension ⇒ une augmentation de la fréquence des PA au niveau du nerf A et une diminution de la fréquence des PA au niveau du nerf B ⇒ une augmentation du rythme cardiaque ⇒ une augmentation de la pression artérielle et retourne à sa valeur normale. Puis le retour de la fréquence des PA à la normale au niveau des nerfs A et B ⇒ retour du rythme cardiaque ⇒ pression artérielle normale.

2) L'hypotension provoque :

L'augmentation de la fréquence des PA au niveau du nerf A ⇒ une augmentation du rythme cardiaque ⇒ une augmentation de la pression artérielle, donc A est un nerf sympathique cardiaque exerçant un effet cardioaccélérateur donc hypertenseur.

La diminution de la fréquence des PA au niveau du nerf B ⇒ une augmentation du rythme cardiaque ⇒ une augmentation de la pression artérielle, donc B est un nerf pneumogastrique (X) exerçant un effet cardiomodérateur donc hypotenseur

3) **Expérience 1** : Le document 2 montre que à la pression 40mmHg il y a naissance de 9 PA, à la pression 80mmHg il y a naissance de 14 PA et à la pression 200mmHg il y a naissance plusieurs PA. Donc la fréquence des potentiels d'action transmis par les nerfs de Héring est **proportionnelle à la pression sanguine exercée sur le sinus carotidien**.

⇒ Il y a présence des barorécepteurs au niveau du sinus carotidien.

⇒ Les nerfs de Héring représentent la voie afférente dans le mécanisme nerveux de la régulation de la pression artérielle, ces nerfs conduisent le message afférent sous forme d'un train de potentiels d'action **codé en modulation de fréquence**.

**Expérience 2** : L'excitation électrique du nerf de Héring (accélération artificielle de la fréquence de potentiel d'action) provoque une baisse de la pression artérielle (on observe aussi une baisse de la fréquence cardiaque). On constate une reprise de la pression artérielle initiale bien que les excitations soient prolongées qui s'explique par le phénomène d'échappement.

Le nerf de Héring exerce donc un **rôle dépresseur et cardiomodérateur**

**Exercice N°3****1. Analyse du document**

Ce document montre que la fréquence cardiaque en fonction de la position du corps.

Lorsque le sujet est en position horizontale, la fréquence cardiaque est en moyenne de 55 battements/min.

Lorsque le sujet est basculé à +60° (tête vers le haut) il y a une augmentation en quelques minutes de la fréquence cardiaque qui passe à 70 battements/min.

Lorsque le sujet est basculé à -60° (tête vers le bas) il y a diminution de la fréquence cardiaque qui passe à 40 battements/min.

**Explication** : Le passage de la position horizontale à tendance à faire affluer le sang vers le bas du corps par gravité, le flux de sang dirigé vers les organes de la tête diminue d'où diminution de la pression artérielle dans le haut du corps en particulier au niveau du sinus carotidien et la croisse aortique, par contre lorsque le corps est incliné (tête en bas), le sang à tendance à faire affluer vers la tête et d'augmenter la pression artérielle. Le cœur réagit en ralentissant la fréquence du battement à fin de limiter cette hausse de la pression

**Conclusion** : le cœur module son activité en fonction de la position du corps. Ceci est expliqué par des messages antagonistes reçus par le cœur modulent son activité en fonction des besoins

L'étoile

de l'organisme. → Le cœur est l'effecteur d'une réponse régulatrice de la pression artérielle. Les capteurs de la pression artérielle sont situés au niveau du haut du corps, il s'agit des barorécepteurs situés dans le sinus carotidien et de la crosse aortique.

2. Etude parallèle du document 2 et document 3

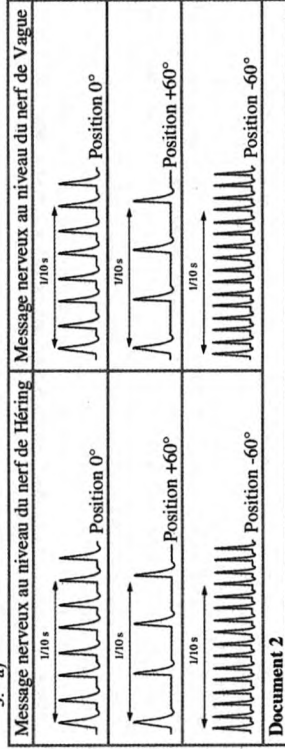
En position horizontale, la pression artérielle est 100mmHg, la fréquence de message nerveux est égale 7 PA pendant 1/10s.

En position -60°, la pression artérielle est 122mmHg, la fréquence de message nerveux est égale 13 PA pendant 1/10s.

En position +60°, la pression artérielle est 84mmHg, la fréquence de message nerveux est égale 4 PA pendant 1/10s.

**Conclusion :** Le nerf de Héring véhicule des messages nerveux où est codée la valeur de la pression artérielle régnant dans le sinus carotidien en effet la fréquence de pression artérielle varie selon le changement de la pression artérielle

3. a)



**Document 2**

b) A 20<sup>ème</sup> min, l'activité cardiaque a diminué (70 → 40). ⇒ Il y a une cardiomodération : cas de l'hypertension.

### Exercice N°4

1) Le rein gauche mal irrigué secrète plus de rénine que le rein normal. 12 de rénine pour le rein gauche contre 5 pour le rein normal.

**Conclusion :** la surcharge de rénine dans le sang est à l'origine de cette hypertension.

2) **Analyse du document 1**

Avant la perfusion : la production de rénine est 2UA et la production d'aldostérone est 0,38µg/min et l'élimination urinaire de sodium est 3,5 10<sup>-3</sup> g/l. Ce sont les valeurs normales.

Au cours de la perfusion : la production de rénine augmente à 8UA, et celle de l'aldostérone à 0,6µg/l alors que l'élimination urinaire de Na<sup>+</sup> diminue de 3,5 à 2,5 10<sup>-3</sup> g/l.

Après la perfusion : les paramètres reviennent à leurs valeurs initiales. Donc, il y a un **système régulateur**.

D'après document 1 et 2.

La perfusion d'une solution hypotonique de NaCl dilue le milieu intérieur, créant un flux d'eau vers les milieux intracellulaires, ceci aura pour conséquence une hypovolémie qui au niveau rénal déclenchera une production de rénine. Cette dernière transforme l'angiotensinogène en

L'étoile

### CORRECTION DES EXERCICES

angiotensine qui provoque la vasoconstriction des artéioles et stimule la sécrétion d'aldostérone par les corticosurrénales. L'aldostérone stimule la réabsorption de Na<sup>+</sup> qui s'accompagne d'un appel d'eau, d'où une augmentation de la volémie.

La vasoconstriction et l'augmentation de la volémie provoquent l'augmentation de la pression artérielle à la normale.

3) En cas de tumeurs corticales, il y a surproduction d'aldostérone qui augmente la réabsorption du Na<sup>+</sup> d'où l'augmentation de la réabsorption d'eau et par conséquent l'augmentation de la volémie qui augmente la pression artérielle ce qui inhibe la production de rénine par les reins.

4) Schéma de la régulation humorale de la pression artérielle.

### Exercice N°5

1. L'augmentation du degré de la ligature provoque une hypotension rénale.

Justification : L'augmentation du degré de la ligature entraîne une diminution du débit sanguin dans le rein.

2. **Analyse :** L'augmentation du degré de la ligature de 10% à 80% entraîne une augmentation de sécrétion de la substance S<sub>1</sub> de 1.5UA à 5.5UA

**Identification :** La substance S<sub>1</sub> est une enzyme appelé rénine

**Conclusion :** l'hypotension rénale stimule la sécrétion de la rénine par les reins

3. **Expérience 1**

**Analyse :** l'injection de la rénine chez un animal normal provoque une hypotension et une vasoconstriction

**Conclusion :** la rénine a un effet hypotenseur et vasoconstricteur

**Expérience 2**

**Analyse :** l'injection de la rénine chez un animal hépatectomie n'a aucun effet sur la pression artérielle.

**Conclusion :** la rénine a un effet indirect sur la pression artérielle par intermédiaire du foie

4. **Analyse**

Avant l'injection de la rénine

Le taux de sécrétion de la substance S<sub>2</sub> est constante et égale 1UA

Le taux de sécrétion de la substance S<sub>3</sub> est constante et égale 2UA

Le taux de Na<sup>+</sup> excrété est constante et égale 6UA

Après l'injection de la rénine

**Substance S<sub>2</sub>**

Le taux de sécrétion de la substance S<sub>2</sub> augmente rapidement de 1UA à 8UA en 2 heures, puis elle diminue progressivement jusqu'à 7UA après 3heures

→ La rénine stimule la sécrétion de la substance S<sub>2</sub>

**Identification :** la substance S<sub>2</sub> est l'angiotensine sécrétée par le foie

**Substance S<sub>3</sub>**

Après 1 heure de l'injection de la substance S<sub>1</sub>, le taux de sécrétion de la substance S<sub>3</sub> augmente rapidement de 2UA à 8.5UA en 2 heures, puis elle diminue progressivement jusqu'à 7UA après 3heures. Cette augmentation de sécrétion de S<sub>3</sub> suit celle de S<sub>2</sub>

→ La substance S<sub>2</sub> stimule la sécrétion de S<sub>3</sub>

**Identification :** la substance S<sub>3</sub> est l'aldostérone sécrétée par les corticosurrénales

**Taux de Na<sup>+</sup> excrété**

Le taux de Na<sup>+</sup> excrété est constant et égale 6UA

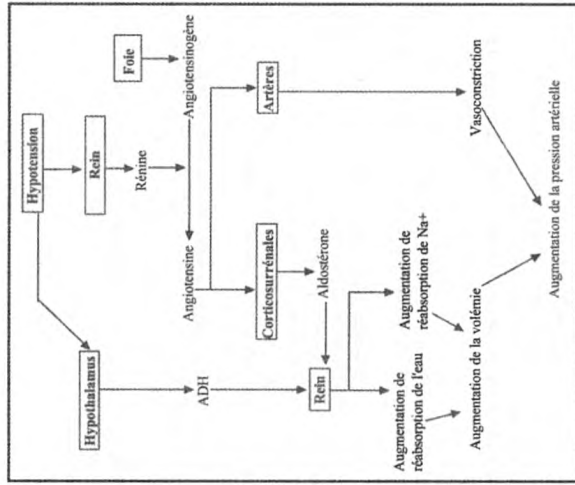
L'étoile

Après 4 heures de l'injection de la substance S<sub>1</sub>, le taux d'excrétion de Na<sup>+</sup> diminue de 6UA à 1.5UA en 2 heures, puis il y a une légère augmentation jusqu'à retourner à sa valeur normale. L'augmentation de l'aldostérone est suivie d'une diminution de Na<sup>+</sup> excrété  
 → L'aldostérone stimule la réabsorption de Na<sup>+</sup>

**Explication**

L'hypotension rénale stimule la sécrétion de la rénine (S<sub>1</sub>), cette enzyme stimule la sécrétion de l'angiotensine (S<sub>2</sub>), cette dernière stimule la sécrétion d'aldostérone (S<sub>3</sub>) par les corticosurrénales. Cette hormone stimule la réabsorption de Na<sup>+</sup>

5.



**Exercice N°6**

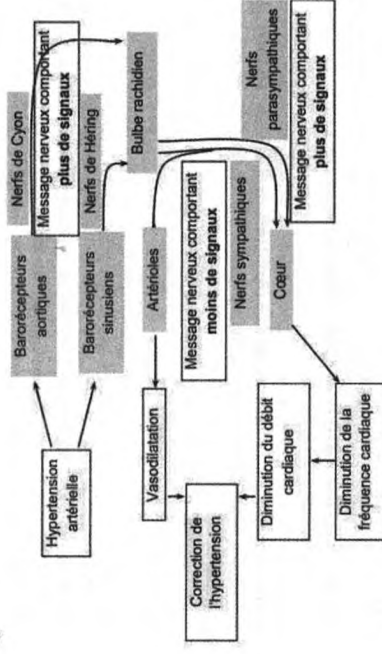
- 1) A la suite de la ligature L1, il se produit une augmentation de la pression artérielle qui atteint une valeur voisine de 180mm Hg. La ligature L1 provoque une baisse de la pression artérielle dans le sinus carotidien qui entraîne l'augmentation de la pression artérielle de l'organisme. A la suite de la ligature L2, il se produit une diminution de la pression artérielle qui atteint 80mm Hg. La ligature L2 provoque une augmentation de la pression artérielle dans le sinus carotidien qui entraîne la diminution de la pression artérielle de l'organisme.
- 2) - A la suite de la pose de L1, il se produit une chute de la pression artérielle au niveau des sinus carotidiens, il s'en suit une diminution de la fréquence des PA parcourant les fibres des

L'étoile

nerfs de Héring et des fibres parasympathiques ainsi qu'une augmentation de la fréquence des PA parcourant les fibres sympathique. Il en résulte une augmentation de la fréquence cardiaque et une vasoconstriction des artères.

- A la suite de la pose de L2, il se produit une augmentation de la pression artérielle au niveau des sinus carotidiens, il s'en suit une augmentation de la fréquence des PA parcourant les fibres des nerfs de Héring et des fibres parasympathiques ainsi qu'une diminution de la fréquence des PA parcourant les fibres sympathique. Il en résulte une diminution de la fréquence cardiaque et une vasodilatation des artères.

3)



**IV/ Exercices du bac tunisien**

**Exercice N°1 (Bac 1999 Contrôle : Deuxième partie)**

1- 1. Analyse des données du tableau.

Avant l'hémorragie, la pression artérielle maximale est 13CmHg et la pression artérielle minimale est 8CmHg. Ce sont des valeurs normales.

Après l'hémorragie, on constate une diminution de la pression artérielle maximale de 4,5CmHg et de 2CmHg pour la pression minimale juste après l'hémorragie. Mais après 5 minutes de l'hémorragie la pression artérielle maximale et minimale tend à retourner vers les valeurs initiales. Il existe un système de régulation de la pression artérielle.

Pour le débit cardiaque et le volume de sang :

Avant l'hémorragie, le débit cardiaque est égale 5250ml de sang expulsé par minute. C'est la valeur normale.

Après l'hémorragie, on constate une diminution du débit cardiaque de 43% juste après l'hémorragie. Mais après 5 minutes de l'hémorragie le débit cardiaque tend à retourner vers les valeurs initiales. Il existe un système de régulation qui tend à maintenir le débit cardiaque à un niveau constant.

L'étoile

**Conclusion :** La variation de la pression artérielle et du débit cardiaque mettent en jeu un système de régulation qui tend à maintenir ces paramètres à des niveaux constants.

2) Analyse des résultats expérimentaux.

La section des nerfs X et des nerfs de Héring provoquent une accélération du rythme cardiaque

avec une augmentation de l'amplitude des contractions. Donc, ces nerfs exercent une action modératrice permanente sur le rythme et l'amplitude des contractions cardiaques.

Expériences de stimulation des nerfs végétatifs cardiaques :

**Remarque :** Les effets de l'excitation des deux bouts des nerfs sectionnés permettent de déduire le sens de conduction du message nerveux dans ces nerfs.

La stimulation du bout central de nerf X est sans effet, par contre la stimulation du bout périphérique provoque une diminution du rythme cardiaque et l'amplitude des contractions. Donc, le nerf X conduit des messages nerveux dans le sens **efférent** dirigé vers le cœur (organe effecteur). Ce nerf représente la voie motrice et il est cardiomodérateur.

La stimulation du bout périphérique de nerf de Héring est sans effet, par contre la stimulation du bout central provoque une diminution du rythme cardiaque et l'amplitude des contractions. Donc, le nerf Héring conduit des messages nerveux dans le sens **afférent** dirigé vers le centre nerveux (centre bulbaire). Ce nerf représente la voie sensitive en exerçant une influence cardiomodératrice dépressive.

II / 1 Les fibres de Héring, les fibres parasymphatiques du pneumogastrique (X) et les fibres sympathiques cardiaques sont parcourus en permanence par des PA. La fréquence de ces PA varie selon le changement de la pression artérielle.

En cas d'hypotension, il y a une baisse de la fréquence des PA au niveau des fibres de Héring et des fibres du nerf X et une augmentation de la fréquence des PA au niveau des fibres sympathiques cardiaques.

En cas d'hypertension, il y a une augmentation de la fréquence des PA au niveau des fibres de Héring et des fibres du nerf X et une baisse de la fréquence des PA au niveau des fibres sympathiques cardiaques.

Ces observations montrent que : Les terminaisons nerveuses des fibres sensibles de Héring sont sensibles à la variation de la pression artérielle : ce sont des barorécepteurs stimulés par la variation de la pression. Ces fibres véhiculent un message nerveux codé en modulation de fréquence de PA. La régulation de la pression artérielle se réalise par deux réflexes antagonistes : un réflexe cardiomodérateur et un autre cardioaccélérateur.

2) **Le réflexe correcteur de la baisse de la pression artérielle.**

Suite à une baisse de la pression artérielle, les barorécepteurs situés au niveau du sinus carotidien et de la crosse aortique sont moins activés, la fréquence des PA au niveau du nerf de Héring et de la crosse aortique diminue, la zone sensitive bulbaire reçoit moins d'impulsions. Il en résulte : Une diminution de l'activation du centre cardiomodérateur, d'où la baisse de la fréquence des PA au niveau des nerfs X.

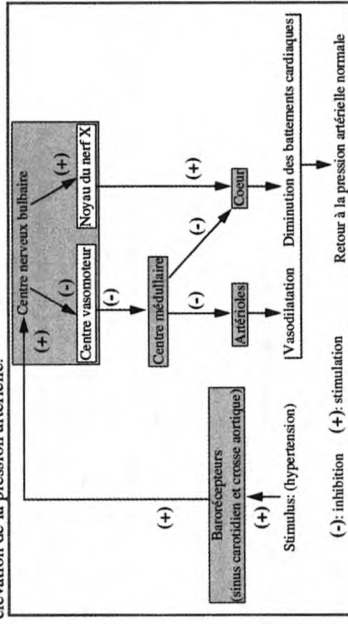
Une levée de l'inhibition du centre vasomoteur, ce qui augmente l'activation du centre médullaire cardioaccélérateur, d'où l'augmentation de la fréquence de PA au niveau des nerfs orthosympathiques (sympathiques).

## CORRECTION DES EXERCICES

En conséquence il y a une accélération du rythme cardiaque accompagnée d'une vasoconstriction qui corrige l'hypotension par élévation de la pression artérielle. Il s'agit d'une **autorégulation réflexe**.

**Exercice N°2 (Bac 2008 Contrôle : Première partie)**

1. La pression artérielle est la pression exercée par le sang sur les parois des artères. Elle oscille entre deux valeurs : la pression maximale ou systolique entre 12 et 13 mmHg et la pression minimale ou diastolique d'environ 8 mmHg.  
Voir le document 1
2. Le rôle de l'aldostérone et l'ADH en cas d'hypotension.
3. L'aldostérone agit au niveau des reins  $\Rightarrow$  augmentation de la réabsorption du sodium (Na<sup>+</sup>)  $\Rightarrow$  accroissement de la volémie  $\Rightarrow$  élévation de la pression artérielle.  
L'ADH augmente la réabsorption de l'eau au niveau des reins  $\Rightarrow$  accroissement de la volémie  $\Rightarrow$  élévation de la pression artérielle.



Document 1

**Exercice N°3 (Bac 2010 Principale : Deuxième partie)****I- Courbe 1**

**Analyse :**

L'augmentation de la pression intra sinusale (de 40 mm Hg à environ 160 mm Hg), entraîne une augmentation de la fréquence des potentiels d'action (allant de 10 PA/s jusqu'à 300 PA/s)

**Déduction :**

le sinus carotidien renferme des barorécepteurs qui assurent la transduction sensorielle de la pression artérielle en message nerveux.

**2- Courbe 2**

**Analyse :**

L'augmentation de la pression intra sinusale de 40 mm Hg à environ 160 mm Hg, entraîne une augmentation de la fréquence des potentiels d'action au niveau du nerf X allant de 10 PA/s jusqu'à 360 PA/s.

**Déduction :**

Le message nerveux sensitif véhiculé par les fibres du nerf de Héring entraîne l'activation des fibres du nerf X, par conséquent l'interneurone N<sub>1</sub> est excitateur.

**3- Courbe 3**

L'augmentation de la pression intra sinusale de 40 mm Hg à 160 mm Hg, entraîne une diminution de la fréquence des potentiels d'action au niveau du nerf sympathique cardiaque allant de 100 PA/s jusqu'à 20 PA/s.

**Déduction :**

le message nerveux sensitif véhiculé par les fibres du nerf de Héring entraîne l'inhibition des fibres du nerf sympathique cardiaque, par conséquent, l'interneurone N<sub>2</sub> est inhibiteur.

2- L'augmentation de la pression artérielle au niveau du sinus carotidien est détectée par les barorécepteurs ce qui augmente la fréquence des potentiels d'action dans le nerf de Héring ; ce message sensitif active le centre bulbaire, il en résulte :

L'activation du centre cardiomodérateur (noyau moteur du X) par l'intermédiaire l'interneurone excitateur N<sub>1</sub> est à l'origine d'une augmentation de la fréquence des potentiels d'action au niveau des fibres du nerf X, ce qui entraîne un ralentissement cardiaque.

L'inhibition du centre vasomoteur par l'intermédiaire de l'interneurone inhibiteur N<sub>2</sub> aboutit à la diminution de la fréquence des potentiels d'action au niveau des fibres orthosympathiques ce qui entraîne une vasodilatation des artères.

→ Le ralentissement cardiaque et la vasodilatation corrigent l'hypertension et ramènent la pression artérielle à sa valeur normale.

3- Informations dégagées des expériences 2, 3 et 4 :

- **Expérience 2 :**
  - ✓ les corticosurrénales augmentent la réabsorption des ions Na<sup>+</sup> au niveau des reins.
  - ✓ les corticosurrénales augmentent la pression artérielle.

- **Expérience 3 :**

L'aldostérone corrige les troubles observés suite à l'ablation des corticosurrénales : il s'agit d'une hormone sécrétée par les corticosurrénales favorisant la rétention de Na<sup>+</sup> et l'augmentation de la pression artérielle.

- **Expérience 4 :**

- ✓ L'angiotensine a un effet vasoconstricteur.
- ✓ L'angiotensine stimule la sécrétion de l'aldostérone par les corticosurrénales.
- ✓ L'angiotensine est une hormone hypertensive

- Rôle de l'angiotensine dans la régulation de la pression artérielle

En cas d'hypotension, l'angiotensine sécrétée provoque :

- ✓ Une vasoconstriction des artères.
- ✓ Une stimulation de sécrétion d'aldostérone par les corticosurrénales. L'aldostérone stimule la réabsorption des ions Na<sup>+</sup> au niveau des reins ce qui accroît la rétention d'eau (augmentation de la volémie).

Ces deux effets provoquent le retour de la pression artérielle à sa valeur normale.

**Exercice N°4 (Bac 2016 Principale : Deuxième partie)**

1) a) suite à une hypotension provoquée au niveau des sinus carotidiens chez le chien B, on note comparativement au chien A normal :

Une diminution de la fréquence des PA le long des fibres des nerfs de Héring

Une augmentation de la fréquence des PA le long des fibres des nerfs de X

Une augmentation de la fréquence des PA le long des fibres des nerfs de sympathiques allant vers le cœur et vers les artères

Une augmentation de la fréquence cardiaque de 70 à 120 battements par min

Une vasoconstriction des artères

b) L'augmentation de la fréquence cardiaque et la vasoconstriction des artères chez le chien B ont pour conséquence l'augmentation de la pression artérielle

2) La série de stimulation efficace appliquée au niveau du nerf splanchnique intervenant la médullosurrénale du chien C a entraîné l'augmentation de la pression artérielle du chien D allant de 12 à 22 CmHg au bout de 6 min environ

La stimulation du splanchnique a activé la sécrétion d'une hormone par la médullosurrénale du chien C ; cette hormone passe par l'intermédiaire de la liaison sanguin au chien D et provoque l'augmentation de sa pression artérielle

3) dans le cas d'une baisse de la pression artérielle au niveau des sinus carotidiens et de la grosse artère, la fréquence des PA parcourant les nerfs de Héring et de Cyon devient très faible. L'inhibition du centre vasomoteur est levée. Le centre vasomoteur envoie alors les fibres sympathique un message stimulateur qui accélère le rythme cardiaque et provoque également la vasoconstriction. Il stimule aussi les médullosurrénales par l'intermédiaire des nerfs splanchniques. Cette glande libère l'adrénaline qui provoque l'accélération du rythme cardiaque et la vasoconstriction des artères.

Ces deux effets, vasoconstriction et accélération du rythme cardiaque, corrigent l'hypotension initiale et ramènent la pression artérielle à sa valeur normale

**Exercice N°5 (Bac 2018 Principale : Deuxième partie)**

1) Avant l'hémorragie, la pression artérielle est constante à 12 cm Hg. Au cours de l'hémorragie qui dure 3 min, la pression artérielle diminue jusqu'à atteindre 8 cm Hg.

Après l'hémorragie, la pression artérielle augmente et retourne la valeur normale 12 cm Hg au bout de 5 min. d'où il y a régulation de la pression artérielle.

2) a- Suite à la pose des ligatures, on note chez le chien A :

- \*/ Une diminution de la pression artérielle au niveau du sinus carotidien qui passe de 12 à 6cmHg
- \*/ Une diminution de la fréquence des PA au niveau d'une fibre du nerf de Héring qui passe de 150 à 80 PA/s

Le sinus carotidien contient des barorécepteurs qui convertissent le stimulus en PA. c'est la transduction sensorielle.

b- Suite à la pose des ligatures, on note chez le chien A :

- \*/ Une diminution de la fréquence des PA au niveau d'une fibre du nerf pneumogastrique qui passe de 140 à 65 PA/s
- \*/ Une augmentation de la fréquence des PA au niveau d'une fibre du nerf sympathique qui passe de 30 à 100 PA/s

\*/ Une augmentation du taux plasmatique de l'adrénaline qui passe de 0,8 à 1,2 µg/mL

\*/ Une augmentation de la fréquence cardiaque qui passe de 70 à 120 battements/min  
 \*/ Une diminution du diamètre de l'artériole qui passe de 100 à 40µm.  
 L'augmentation de la fréquence cardiaque et la diminution du diamètre des artérioles ont pour conséquence une augmentation de la pression artérielle de l'organisme qui dépasse la valeur normale (hypertension)

3) Suite à une hémorragie, il se produit :  
 \*/ Une baisse de la pression artérielle dans le sinus carotidien, la fréquence des PA au niveau des fibres des nerfs déresseurs devient très faible.  
 \*/ Une levée de l'inhibition du centre vasomoteur par le centre cardiomodérateur ; ce centre envoie, par les fibres orthosympathiques un message stimulateur ce qui induit une accélération du rythme cardiaque et une vasoconstriction.  
 \*/ Une stimulation de la médullo-surrénale par l'intermédiaire du nerf splanchnique ; cette glande libère une hormone, l'adrénaline, qui provoque également la vasoconstriction et l'accélération du rythme cardiaque.

Ces deux effets, vasoconstriction et accélération du rythme cardiaque, corrigent l'hypotension et ramènent la pression artérielle à sa valeur initiale.

4) Exploitation

Expérience 2 : A la suite de l'hémorragie, le taux de rénine augmente

Expérience 3 : A la suite de l'injection de la rénine il y a augmentation de la sécrétion de l'angiotensine, qui est suivie d'une sécrétion d'aldostérone qui est suivie d'une augmentation de la réabsorption des ions Na<sup>+</sup>

Régulation de la pression artérielle par le système rénine-angiotensine :  
 \*/ A la suite d'une hémorragie la rénine transforme l'angiotensinogène en angiotensine. Cette hormone agit sur la vasomotricité des vaisseaux entraînant leur vasoconstriction, d'où l'augmentation de la pression artérielle.

\*/ De plus, l'angiotensine stimule la sécrétion d'aldostérone par les corticosurrénales. Cette hormone augmente la réabsorption du Na<sup>+</sup> au niveau des reins et, par voie de conséquence, elle entraîne un accroissement de la volémie, donc une élévation de la pression artérielle.

#### Thème 4 : Chapitre 5 : L'hygiène du système nerveux

##### I/OCM

I / a b | 2/ c | 3/ a | 4/ b | 5/ a c | 6/ a d | 7/ a

#### II/ Restitution des connaissances

##### Exercice N°2

Origine	Effets biologiques
Adrénaline	Pendant la phase d'alarme. Elle provoque : Une cardioaccélération et vasoconstriction → ↑ de la pression artérielle. ↑ du rythme respiratoire et Libération du glucose
Cortisol	Corticosurrénales Pendant la phase d'adaptation et d'épuisement Elle stimule :

#### CORRECTION DES EXERCICES

ACTH	Hypophyse	Elle stimule la sécrétion du cortisol par les corticosurrénales
Thyroxine	Thyroïde	Pendant la phase d'adaptation. Elle stimule l'activité du cœur et des muscles et le métabolisme énergétique produisant l'ATP.

3)a) 1<sup>re</sup> phase : phase d'alarme ; 2<sup>ème</sup> phase : phase d'adaptation ; 3<sup>ème</sup> phase : phase d'épuisement

	Phase d'alarme	Phase d'adaptation	Phase d'épuisement
Mécanisme	Nerveux : système orthosympathique	Hormonal : système endocrinien	
Substances responsables	Adrénaline	1/ Cortisol	Cortisol
Origine des substances	Nerfs sympathiques	2/ Thyroxine	Corticosurrénale
Signes caractéristiques	Une vasoconstriction et ↑ du rythme cardiaque → ↑ de la pression artérielle. ↑ du rythme respiratoire Frisson, sueurs, pâleur, froides.	2/ Corticosurrénale	Fatigue, dépression et maladies psychosomatiques

#### III/ Mobilisation des connaissances

##### Exercice N°1

1) Lorsqu'un obstacle se présente sur la route, le conducteur d'un véhicule freine pour arrêter son véhicule. La distance d'arrêt du véhicule comprend :

La distance qui correspond le temps écoulé entre le moment où le conducteur voit l'obstacle et celui où il commence à freiner.

La distance parcourue pendant le temps de freinage.

La distance d'arrêt du véhicule d'un conducteur ayant absorbé de l'alcool est plus important par rapport d'un conducteur n'ayant pas absorbé d'alcool. Donc, l'alcool perturbe les capacités de coordination et les réflexes de freinage.

2) L'alcool a perturbé le fonctionnement du cerveau, donc il est considéré comme une drogue

##### Exercice N°2

1) Lorsqu'on donne la nourriture aux rats, il y a augmentation de sécrétion de la dopamine jusqu'à 0,3UA, ce qui donne la sensation du plaisir. Mais ce neurotransmetteur est rapidement éliminé du milieu extracellulaire (après 40min).

Lorsqu'on injecte de la cocaïne, il y a augmentation importante de sécrétion de la dopamine jusqu'à 0,5 UA, mais au contrairement au président ce neurotransmetteur est très lentement éliminé du milieu extracellulaire (après 120 min).

Conclusion : La cocaïne empêche l'élimination rapide de la dopamine dans la fente synaptique, d'où l'augmentation de la sensation de plaisir et d'euphorie.

2) La cocaïne agit en bloquant la recapture du neurotransmetteur par le bouton présynaptique. En se fixant sur les transporteurs chargés d'éliminer l'excès de ces neurotransmetteurs dans la fente synaptique, la cocaïne bloque ceux-ci et les empêche d'être recaptés par le neurone présynaptique. Ceci va donc amplifier l'effet naturel du neurotransmetteur sur le neurone

L'étoile

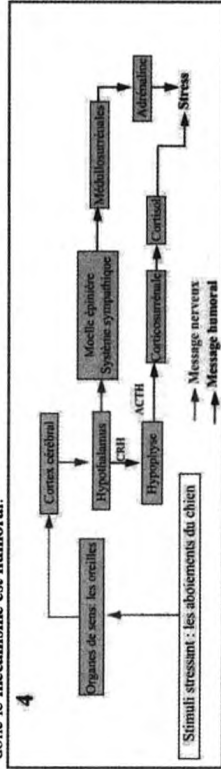
postsynaptique. D'où l'augmentation de la sensation de plaisir et d'euphorie. Schéma : voir bilan = mécanisme de la cocaïne.

#### Exercice N°3

- 1) Les aboiements du chien jouent le rôle de stimuli stressant.
- 2) Lorsque les chiens aboient, les chats en situation de frayeur, il y a donc, une hypersécrétion de deux hormones : l'adrénaline (200µg/ml) et le cortisol (3µg/ml). Il existe donc une relation de cause entre les aboiements du chien (stimuli stressant) et l'hypersécrétion de l'adrénaline et de cortisol. Le cortex cérébral reçoit le stimulus stressant à partir des organes sensoriels (les oreilles) et il conduit sous forme de message nerveux codé vers les organes cibles d'où l'hypersécrétion de ces deux hormones.
- 3) Pour 2<sup>ème</sup> expérience :
  - a) Cette expérience montre que l'adrénaline est sécrétée par les glandes surrénales.
  - b) Cette expérience indique que la seule voie fonctionnelle déchantant l'hypersécrétion d'adrénaline est le nerf splanchnique, nerf centrifuge, puisque seule la stimulation du bout périphérique est suivie d'effets.

#### Pour 3<sup>ème</sup> expérience :

- a) Cette expérience montre que le cortisol est sécrété par les glandes surrénales
  - b) Cette expérience indique que l'hypophyse sécrète une substance dite ACTH qui stimule la sécrétion de cortisol par les glandes surrénales.
  - c) et d) indiquent que les cellules hypophysaires sécrètent l'ACTH sont à leur tour stimulées par une neurosécrétion hypothalamique, la CRH.
- Ce stimuli de stressant (les aboiements du chien) permet la sécrétion de plusieurs hormones, donc le **mécanisme est humoral**.



#### Exercice N°4

- 1) La tonie joue le rôle de stimuli stressant.
- 2) le document 2a : par la présence d'in facteur stressant qui est la tonie, il se fait chez le mouton une augmentation brusque et rapide de la quantité d'adrénaline et de la noradrénaline et la reprise des concentrations initiales se fait au bout de 30 min alors que la sécrétion du cortisol se fait d'une façon progressive et tardive avec maximum atteint au bout de « à min et la valeur initiale reprend au bout de 150 min

Conclusion : la glande surrénale intervient dans deux phases de stress

Une 1<sup>ère</sup> phase d'une façon rapide et à court terme en sécrétant l'adrénaline et de noradrénaline : il s'agit de la phase d'alarme.

#### CORRECTION DES EXERCICES

Une 2<sup>ème</sup> phase d'une façon tardive et à long terme en fournissant le cortisol : il s'agit de la phase d'adaptation

Le document 2b : Après la section des nerfs splanchnique, la présence d'un facteur stressant ne modifie pas les sécrétions de la noradrénaline et de l'adrénaline par les glandes surrénales, et qui restent faibles et invariables mais la sécrétion du cortisol contenue comme chez l'animal normal

Conclusion : la sécrétion de la noradrénaline et de l'adrénaline par les glandes surrénales est en rapport avec les nerfs splanchnique mais le cortisol n'est pas en rapport avec ces nerfs

Dans la phase d'alarme de l'état de stress les nerfs végétatifs interviennent comme les nerfs splanchniques

La phase d'adaptation n'est pas en rapport avec ces nerfs mais elle est hormonale

#### 2<sup>ème</sup> séries :

Les corticosurrénales sont absentes, les médullosurrénales sont présentes, les excitations des nerfs splanchniques provoquent la sécrétion de l'adrénaline suivie par l'augmentation de la glycémie

Conclusion : l'adrénaline est donc sécrété par les médullosurrénales sous l'effet des nerfs splanchniques

L'injection des extraits amétophysaires n'entraîne pas la sécrétion de l'adrénaline : donc la sécrétion d'adrénaline ne dépend pas d'une hormone hypophysaire.

#### 3<sup>ème</sup> séries

Expérience 1 : la sécrétion du cortisol pendant les conditions du stress nécessite la présence de l'hypophyse ; donc l'hypophyse intervient dans le stress

Expérience 2 : l'hypophyse doit être à son emplacement

Expérience 3 : pendant l'état de stress, hypothalamus stimule l'hypophyse. Cette stimulation se fait par la voie sanguine et l'hypophyse stimule les glandes surrénales pour sécréter le cortisol

Expérience 4 : l'hormone sécrétée par l'hypophyse est ACTH. Cette hormone stimule la sécrétion du cortisol par les glandes surrénales

Expérience 5 : l'effet de l'hypothalamus sur l'hypophyse se fait par la voie sanguine de la tige pituitaire → il s'agit d'un mécanisme hormonal

Expérience 6 : CRH est une neurohormone hypothalamique qui passe par la voie sanguine de la tige pituitaire pour stimuler la sécrétion de l'ACTH par l'hypophyse dans l'état de stress

Expérience 7 : l'influence du cerveau sur l'hypothalamus est donc nécessaire pour la sécrétion de la neurohormone CRH pendant l'état de stress.

#### Exercice N°5

1) Chez les rats du lot témoin, la quantité de dopamine extracellulaire est constante (100%), au contraire chez les rats du lot 2 ayant reçu une injection de la substance X à t0, cette quantité de dopamine augmente pour atteindre un maximum de 225% au bout de 50 min puis elle diminue progressivement pour atteindre 125% au bout de 100 min.

Hypothèses formulées quant au mode d'action de la substance X.

Hypothèse 1 : La substance X favorise l'exocytose de la dopamine par le neurone présynaptique dans l'espace synaptique

Hypothèse 2 : La substance X se fixe sur les récepteurs à dopamine à un niveau de la membrane de l'élément post-synaptique.

**Hypothèse 3 :** La substance X s'oppose à la recapture de la dopamine par les transporteurs membranaires présynaptiques.

**Hypothèse 4 :** La substance X s'oppose à la dégradation de la dopamine par les enzymes dans l'espace synaptique

**Hypothèse 5 :** La substance X détruit les récepteurs à dopamine sur la membrane de l'élément post-synaptique.

2) a- La radioactivité, détectée au niveau de la membrane des neurones à dopamine, prouve que la substance X agit sur la membrane présynaptique.

- D'après les résultats de l'expérience 3, on ne constate que la substance X :

\*/ n'a pas d'effet sur l'activité électrique des neurones à dopamine.

\*/ ne favorise pas la libération de la dopamine par le neurone présynaptique.

\*/ diminue partiellement la recapture de la dopamine par le neurone présynaptique.

⇒ Ces résultats permettent de retenir l'hypothèse 3

b- La substance X est une drogue (la cocaïne) car elle modifie le fonctionnement de la synapse en bloquant la recapture de la dopamine.

c- La substance X (la cocaïne) prolonge le temps de fonctionnement de la synapse à dopamine.  
3) Puisque la densité des récepteurs à dopamine est réduite, la dopamine reste dans l'espace synaptique tout en étant inefficace. Le plaisir recherché diminue d'où la tendance à augmenter les doses pour retrouver le même plaisir ce qui amène le sujet toxicomane à un état d'accoutumance conduisant à la dépendance.

#### IV/ Exercices du bac tunisien

##### Exercice N°1 (Bac 2012 Contrôle : Deuxième partie)

1-

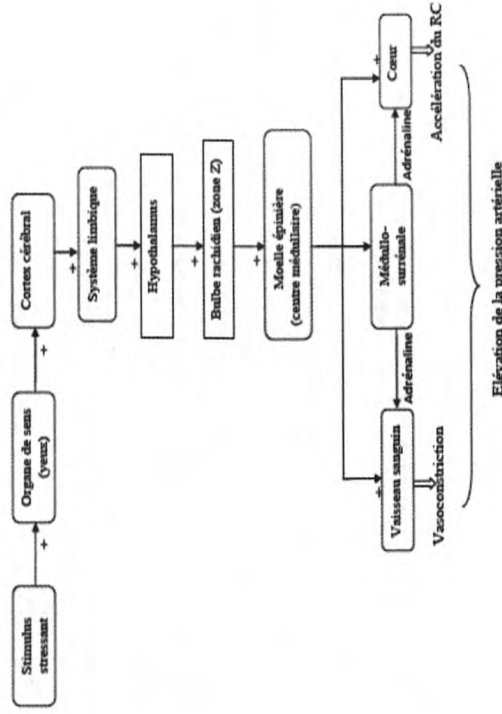
	Analyse	Déduction
$t_0 \rightarrow t_1$ (avant la rencontre)	-Le rythme cardiaque est stable autour de 150 bat/min -La pression artérielle est relativement constante proche de 12 cm Hg	Il existe une corrélation entre le rythme cardiaque et la pression artérielle : en effet l'augmentation du rythme cardiaque suite à la situation stressante s'accompagne d'une augmentation de la pression artérielle.
$t_1 \rightarrow t_3$	Après un temps de latence (de $t_1$ à $t_2$ ), on constate : -l'élévation du rythme cardiaque qui passe de 150 bat/min à 210 bat/min puis une légère diminution sans retour au rythme initial (195 bat/min) -l'élévation rapide et importante de la pression artérielle qui passe de 12 cm Hg à 24 cm Hg puis diminution progressive de cette pression sans retour à la valeur initiale (16 cm Hg)	
$t_3 \rightarrow t_4$	Légère diminution du rythme cardiaque et de la pression artérielle.	
$t_4 \rightarrow t_5$	Élévation moins importante et plus prolongée que celle observée entre $t_1$ et $t_3$ du rythme cardiaque et de la pression artérielle puis retour progressif de ces deux paramètres à leurs valeurs initiales.	

2-

#### CORRECTION DES EXERCICES

Exp	Analyse	déduction
1	La stimulation de la zone Z provoque une augmentation du rythme cardiaque et une élévation de la pression artérielle	La zone Z est un centre cardioaccélérateur
2	- Chez le chien normal, la section des fibres sympathiques cardiaques et vasculaires entraîne la diminution du rythme cardiaque, la vasodilatation et une baisse de la pression artérielle - Si la section de ces fibres est suivie par la stimulation de la zone Z, il se produit une augmentation légère et tardive du rythme cardiaque et de la pression artérielle ainsi qu'une légère vasoconstriction	Les fibres sympathiques interviennent dans l'accélération du rythme cardiaque et provoquent la vasoconstriction d'où l'augmentation de la pression artérielle. Les nerfs splanchniques sont responsables de la régulation tardive de la pression artérielle

3- Schéma de synthèse :



## Thème 5 : L'immunité : Chapitre 1 : Le soi et non soi

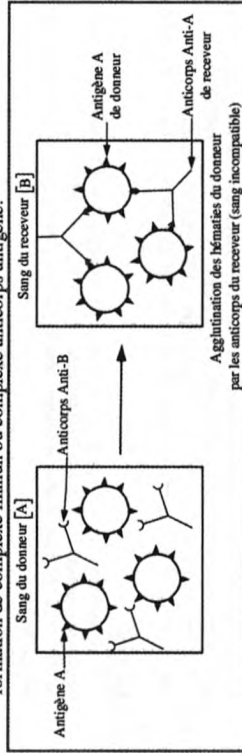
## I/QCM

1/a	1/b	2/b	2/d	3/b	4/b	4/c	5/a	6/b	6/d	7/b	7/c	8/b
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

## II/ Restitution et mobilisation des connaissances :

## Exercice N°1

- Un sérum anti- A : est un sérum contenant des anticorps anti-A.
- Un sérum anti- B : est un sérum contenant des anticorps anti-B.
- Le sang du sujet X a fait une agglutination avec les trois sérums tests anti-A, le sérum anti-B et le sérum anti-A + anti-B. Donc les hématies du sujet X possèdent des agglutinogènes A et B à leurs surfaces  $\Rightarrow$  Il s'agit du groupe sanguin [AB]
- Il n'est pas nécessaire d'utiliser le 3<sup>ème</sup> test car on a testé la présence d'agglutinogène A par le 1<sup>er</sup> test et on a testé la présence d'agglutinogène B par le 2<sup>ème</sup> test.
- Le sujet X est de groupe sanguin [AB], donc il est receveur universel (voir bilan)
- Absence d'agglutination dans les trois tests
- En générale, l'agglutination des globules rouges s'explique par la fixation des anticorps du sérum (anti-A du receveur) sur les agglutinogènes B du donneur, et par la suite la formation de complexe immuno ou complexe anticorps antigène.



## Exercice N°2

- La tolérance du greffon chez R<sub>1</sub> montre une histocompatibilité tissulaire entre D et R<sub>1</sub>  $\Rightarrow$  Il y a une similitude « même » entre le CMH (marqueur du soi) du donneur D et celui du receveur R<sub>1</sub>. Il s'agit donc d'une isogreffe.
- Le rejet du greffon par R<sub>2</sub> s'explique par la différence par la différence entre le CMH du donneur D et celui du receveur R<sub>2</sub> donc il y a une histo-incompatibilité tissulaire entre D et R<sub>2</sub>. Il s'agit d'une allogreffe.
- CMH = Complexe Majeur de l'Histocompatibilité = un système complexe de 4 gènes (A, B, C et D) situés dans une zone précise du bras court du chromosome 6. Ces gènes existent sous un nombre important d'allèles différents.
- deux types : des molécules HLA classe I se trouvent chez toutes les cellules nucléées et des molécules HLA classe II se trouvent chez certaines cellules immunitaires (LB, LT et macrophages)
- Le phénotype de R<sub>1</sub> est identique au phénotype de D = [A<sub>1</sub>B<sub>3</sub>C<sub>10</sub>D<sub>9</sub>]

Justification : R<sub>1</sub> et D renferment le même CMH (d'après la 1<sup>ère</sup> question)

3) Résultat : acceptation de greffe

Justification : il a ressemblance de 75% de CMH entre D et R<sub>3</sub>

## Thème 5 : L'immunité : Chapitre 1 : L'immunité spécifique

## I/QCM

1/b	1/d	2/c	3/c	3/d	4/b	6/a	7/a	8/ab	9/bd	10/b	11/bc	12/ac	13/a	14/bc	15/a	16/ab
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	-------	-------	------	-------	------	-------

## II/ Restitution des connaissances :

## Exercice N°1

- RIMH et RIMC
- Les organes lymphoïdes secondaires ou périphériques
- 

Types de réaction immunitaire spécifique		Les cellules mises en jeu		Récepteurs		Effecteurs	
RIMH		1/ Macrophage		$\Rightarrow$ Ig		Anticorps	
		2/ LB		$\Rightarrow$ TCR			
		3/ LT					
RIMC		1/ Macrophage		$\Rightarrow$ TCR		LTc	
		2/ LT					

## Exercice N°2

- Anatoxine tétanique est une toxine atténuée. Elle a conservé son pouvoir immunogène mais elle a perdu son pouvoir pathogène  
Sérum : c'est un plasma sanguin privé d'une protéine responsable de la coagulation appelée fibrinogène. Il renferme plusieurs substances solubles exemple les anticorps.
- Expérience N°1 : l'injection de la toxine tétanique (TT) à un souris A entraîne sa mort.  
 $\Rightarrow$  L'immunité non spécifique est incapable de protéger la souris A contre TT et l'animal n'est pas immunisé contre cette toxine
- Expérience N°2 : l'injection de la toxine tétanique (TT) à un souris B, ayant reçu 15 jours avant de l'anatoxine tétanique (AT), ne provoque pas la mort de cette souris.  $\Rightarrow$  Grâce à l'injection de AT l'animal a acquis une immunité spécifique contre TT ce qui explique la survie de la souris B suite à l'injection de TT.
- Expérience N°3 : La souris D, ayant reçu le sérum d'une souris immunisée contre la TT, survit suite à l'injection de TT.  $\Rightarrow$  Cette survie s'explique par le transfert de l'immunité acquise par le souris C : le sérum de C (contient des anticorps anti-TT) a protégé la souris D contre TT.
- L'anatoxine tétanique joue le rôle d'un vaccin qui est un dérivé non pathogène de l'agent infectieux. Ce dérivé a :  
Conservé son pouvoir immunogène = capable de déclencher une réponse immunitaire.  
Perdu son pouvoir pathogène = ne déclenche pas la maladie.

c) Nature chimique : les anticorps sont des protéines à la classe des immunoglobulines ou gamma globuline  
d) La vaccination.

**Exercice N°3**

- 1) L'origine des macrophages et les lymphocytes T est la moelle osseuse  
Cellule souche  $\rightarrow$  monocytes  $\rightarrow$  macrophages  
Cellule souche  $\rightarrow$  lymphocyte T  $\rightarrow$  LT4 et LT8
- 2) 1 = phagosome ; 2 = macrophage ; 3 = CMH<sub>I</sub> ; 4 = TCR ; 5 = déterminant antigénique ; 6 = CMH<sub>II</sub> ; 7 = LT4 ; 8 = bactérie ou antigène ; 9 = anticorps ; 10 = complexe immun.
- 3) Pour la figure 1  $\rightarrow$  Cellule présentatrice d'antigène C P Ag ; et pour la figure 2  $\rightarrow$  Cellule phagocytaire
- 4) Déroulement de la réponse immunitaire spécifique
  - a) Ingestion de l'antigène par le macrophage. (figure 1)
  - b) Présentation des déterminants antigéniques associés au CMH<sub>I</sub> aux lymphocytes T4 spécifiques de cet antigène. (Figure 1)
  - c) Activation des LT4 sélectionnés par une interleukine (IL1) du macrophage. Ces LT4 sécrètent à leur tour une interleukine (IL2).
  - d) Autostimulés par leur IL2, les LT4 prolifèrent
  - e) Les lymphocytes B qui ont reconnu l'antigène (soit libre soit sur le macrophage présentateur) entrent en contact avec les lymphocytes T4 activés.
  - f) Sous l'action des interleukines libérées par les L T4, les L B se multiplient puis se différencient en LB mémoires et en plasmocytes sécréteurs d'anticorps
  - g) Neutralisation des antigènes : Les anticorps se fixent sur l'antigène en formant un complexe immun.
  - h) L'opsonisation : le complexe immun se fixe sur des récepteurs à la membrane d'une macrophage par la partie constante des anticorps (figure 2)  $\rightarrow$  Lyse du complexe immun
- 5) LT4  $\rightarrow$  LT 4 mémoires et LTh ; LT8  $\rightarrow$  LT cytotoxiques ; LT<sub>S</sub> = LT suppresseurs
- 6) LT4 sécrète d'IL2  $\rightarrow$  Facteur d'activation, de croissance et de différenciation des LB et des LT8.

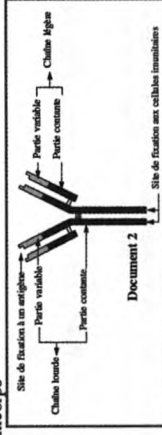
**Exercice N°4**

1. 1 = plasmocyte ; 2 = anticorps ; 3 = complexe immun ; 4 = LT cytotoxique ; 5 = déterminant antigénique ; 6 = cellule infectée ; 7 = TCR ; 8 = CMH<sub>I</sub>
2. RIMH  $\rightarrow$  La production des anticorps anti-X par les plasmocytes et formation d'un complexe immun
3. RIMC  $\rightarrow$  Lyse de la cellule infectée par les LTc  
Virus X déclenche contre lui deux types de la réponse immunitaire spécifique  
Formation d'un complexe immun  $\rightarrow$  Phase effectrice humorale  
Lyse de la cellule infectée  $\rightarrow$  Phase effectrice cellulaire
4. Un noyau gonflé  $\rightarrow$  Il y a transcription de l'ADN en ARNm  
Un cytoplasme abondant de réticulum endoplasmique  $\rightarrow$  Il y a traduction des ARNm en protéine = anticorps
5. La molécule 8 = CMH  
a) Phase d'induction

b) Phase effectrice cellulaire

**Exercice N°5**

1. complexe immun ou complexe antigène - anticorps
2. RIMH ; phase effectrice (1<sup>ère</sup> étape neutralisation des antigènes)
3. Schéma d'anticorps



4) L'anticorps présente deux sites

Site de fixation de l'antigène et du déterminant antigénique assure la fonction de reconnaissance spécifique d'un déterminant antigénique donné  $\rightarrow$  spécificité et la diversité des anticorps  
Site de fixation aux cellules immunitaires (macrophage) assure la fonction effectrice  $\rightarrow$  Facilite la phagocytose

5) a) 1 = macrophage ; 2 = LT4 ; 3 = LB ; 4 = LTh ; 5 et 6 = LT4 mémoires et LTh ; 7 et 8 = LB mémoire et plasmocyte

b) Rôle du macrophage

Dans l'immunité non spécifique : Cellule phagocytaire

Dans l'immunité spécifique : Cellule présentatrice d'antigènes = (C P Ag) et cellule phagocytaire : les macrophages phagocytent les complexes immuns (RIMH) et les débris des cellules lysées par LTc (RIMC),  $\rightarrow$  Nettoyage des tissus internes

c) Schéma de la phase effectrice humorale :

	RIMH (type A)	RIMC (type B)
Cellule effectrice	LB qui se transforme en plasmocyte	LT qui se transforme en LTC
Reconnaissance de l'antigène	Par les Ig	Par TCR
Substance effectrice	Les anticorps	Les perforines
Mécanisme de l'antigène	Par complexe immun qui facilite la phagocytose de l'antigène par opsonisation	Lyse de la cellule par perforines

6) a) LB, LT4 et macrophage

b) Coopération entre LT4 - macrophage :

Le macrophage présente l'antigène à LT4 d'où la double reconnaissance

Le macrophage active le LT4 par l'IL1, celui-ci induit l'expression de récepteur de LT4 par LT4

Coopération entre LT4-LB :

LT4 libère IL2 qui active LB puis sous l'effet d'autres interleukines les LB se multiplient puis se différencient en plasmocytes sécréteurs des anticorps

7) l'organisme de Madame X devient immunisé contre cette bactérie grâce aux LB mémoires produit lors du 1<sup>er</sup> contact avec cette bactérie et qui vont servir lors du 2<sup>ème</sup> contact avec la même bactérie pour assurer une réponse plus rapide, plus intense et plus efficace vis-à-vis cet antigène.

**Exercice N°6**

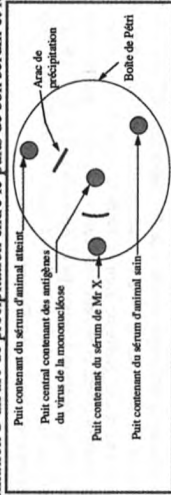
1) a) Faux : les LT cytotoxiques détruisent les cellules infectées et ne les agglutinent pas. De plus l'agglutination témoigne de la formation de complexes immuns entre les hématies et des anticorps

b) Vrai : les anticorps produits dans le sérum de l'animal atteint de mononucléose infectieuse sont spécifiques du virus de la mononucléose, et se lient donc, à des antigènes du virus exprimés en surface des hématies

c) Vrai : le sérum fait agglutiner les hématies

d) Vrai : Monsieur X possède dans son sérum des anticorps spécifiques du virus puisque l'agglutination des hématies infectées ne se fait que par la formation de complexes immuns. D'autre part, les hématies infectées ne présentent que des antigènes du virus de la mononucléose à leur surface.

2) Monsieur X possède des anticorps dirigés contre le virus de la mononucléose dans son sérum, il y aura donc formation d'un arc de précipitation entre le puits de son sérum et le puits central.



**Exercice N°7**

Les propriétés du gel d'agar font que les contenus de tous les puits vont migrer de manière centrifuge. Au cours de leurs migrations, les contenus des puits périphériques et du puits central vont donc se rencontrer.

**Pour la boîte 1 :** Les arcs de précipitation sont présents uniquement entre le puits central et les puits contenant des antigènes Y ⇒ Le flacon A ne contient donc pas l'anticorps anti-Z.

**Pour la boîte 2 :** Les arcs de précipitation sont présents entre le puits central et tous les puits périphériques. On peut confirmer que le puits central, donc le flacon B, contient des anticorps anti-Y et des anticorps anti-Z ⇒ Le flacon B a été contaminé.

**II/Mobilisation des connaissances :**

**Exercice N°1**

1) La tolérance du greffon chez A<sub>2</sub> montre une histocompatibilité qui s'explique par la similarité « même » entre le CMH (marqueur du soi) du donneur et celui du receveur puisqu'ils sont des vrais jumeaux. Il s'agit donc d'une isogrefte.

Le rejet du greffon par B<sub>1</sub> s'explique par la différence entre le CMH du donneur et celui du receveur car ils appartiennent à deux races différentes. Il s'agit d'une allogrefte.

2) Malgré la différence entre le CMH de A<sub>1</sub> et B<sub>2</sub>, ce dernier accepte le greffon de A<sub>1</sub>, cela est dû à l'absence des LT immunocompétents.

**Conclusion :** les LT sont les effecteurs de la réaction de rejet de greffe : c'est une réponse immunitaire à médiation cellulaire : RIMC

3) La tolérance du greffon chez B<sub>3</sub> s'explique par la similarité entre le CMH du greffon celui des cellules de LT ⇒ le greffon et les LT provenant de la souris A<sub>1</sub>.

4) Le rejet du greffon chez B<sub>3</sub> s'explique par la différence entre le CMH du greffon celui des cellules de LT ⇒ le greffon de la souris A<sub>1</sub> mais les LT provenant de la souris B<sub>1</sub>. (A<sub>1</sub> et B<sub>1</sub> sont deux races différentes ⇒ CMH différents)

5) Le rejet de greffe nécessite la présence des cellules du thymus. Ce dernier est le lieu de maturation des LT.

6) Le 1<sup>er</sup> rejet est réalisé par B<sub>1</sub> après 10 jours : il s'agit d'une réponse primaire contre les cellules du greffon de A<sub>1</sub>

Le 2<sup>ème</sup> rejet est réalisé par B<sub>1</sub> après 3 jours : il s'agit d'une réponse secondaire contre les cellules du greffon de A<sub>1</sub> (même antigène)

La réponse secondaire plus rapide montre l'existence d'une mémoire immunitaire acquise à la suite d'un premier contact avec l'antigène (cellule du greffon de A<sub>1</sub>) : la propriété c'est la **mémoire immunitaire**.

**Exercice N°2**

1) **Expérience 1 :** Le cobaye A<sub>1</sub> immunisé contre la brucellose mais non immunisé contre BK, est incapable de résister à l'injection de BK. Donc un animal immunisé contre BB est incapable de suivre cette immunité contre BK, d'où la **spécificité** de l'immunité acquise

**Expérience 2 :** Le cobaye A<sub>2</sub> immunisé contre la brucellose, résiste à une injection de BB. Donc l'immunité contre le BB est acquise et mémorisée.

2) **Expérience 1 :** Le cobaye A<sub>4</sub> non immunisé contre le BB, est protégé contre la brucellose grâce aux LB du cobaye A<sub>3</sub> déjà immunisé contre la brucellose. Les LB sont les cellules effectrices de RIMH.

**Conclusion :** L'immunité contre le BB est une RIMH

**Expérience 2 :** Le résultat de cette expérience confirme la conclusion précédente. Le cobaye A<sub>4</sub> non immunisé contre le BB, n'est pas protégé contre la brucellose par les LT du cobaye A<sub>3</sub> déjà immunisé contre la brucellose

**Expérience 3 :** Le cobaye A<sub>5</sub> non immunisé contre le BK, résiste à une injection de BK grâce aux LT du cobaye A<sub>3</sub> déjà immunisé contre le BK. Les LT sont les cellules effectrices de RIMC.

**Conclusion :** L'immunité contre le BK est une RIMC.

**Expérience 4 :** Le résultat de cette expérience confirme la conclusion précédente. Le cobaye A<sub>6</sub> non immunisé contre le BK, n'est pas protégé contre la tuberculose par les LB du cobaye A<sub>3</sub> déjà immunisé contre la tuberculose

3) La vaccination fait acquérir à l'individu des lymphocytes capables de lutter contre l'antigène pathogène ⇒ Présence des nouveaux lymphocytes anti- BK ⇒ Modification de phénotypes immunitaire.

4)	Vaccinothérapie	Sérothérapie
But d'utilisation	Préventive	Curative
Durée d'action	Tardive et de longue durée	Immédiate et de courte durée
Immunité de l'organisme	Active	Passive

**Exercice N°3**

1) Les plasmocytes : L B se multiplient puis se différencient en LB mémoires et en plasmocytes sécrétateurs d'anticorps

2) **Expérience N°1** : Lorsque on place LB et LT<sub>4</sub> ensemble dans la chambre inférieure, il y a production très importante des anticorps, ce qui montre qu'il y a un nombre très important de LB qui deviennent des plasmocytes sécréteurs d'anticorps.

**Expérience N°2** : Lorsqu'on place seulement LB dans la chambre inférieure, il y a production très faible des anticorps, ce qui montre qu'il y a un nombre très de LB qui deviennent des plasmocytes sécréteurs d'anticorps.

**Expérience N°3** : Lorsque on place LB ensemble dans la chambre inférieure et LT<sub>4</sub> dans la chambre supérieure, il y a production très importante des anticorps, ce qui montre qu'il y a un nombre très important de LB qui deviennent des plasmocytes sécréteurs d'anticorps, comme presque si les lymphocytes sont placés ensemble dans une même chambre.

**Conclusion**

La coopération cellulaire entre LB et LT<sub>4</sub>, déjà sensibilisés par l'antigène, ne nécessite pas un contact direct, mais nécessite des messages chimiques sécrétés par le LT<sub>4</sub> (placé dans la chambre supérieure). Ces messages chimiques sont appelés interleukines (ou IL), traversent la membrane perméable et stimulent la multiplication et la différenciation des LB en plasmocytes

**Exercice N°4**

1. Analyse des expériences

Le pneumocoque vivant ou tué est l'antigène. L'agglutination forte, c'est-à-dire la production importante d'anticorps anti-pneumocoque, par contre une faible agglutination montre une faible production d'anticorps anti-pneumocoque.

**Expérience 1** : elle est réalisée par des souris normales non traitées (expérience témoin). Dans le sérum de ces souris, une forte quantité des anticorps apparaissent après l'injection de PNV (pneumocoques tués). Ces anticorps sont mis en évidence par une forte agglutination de PNV (pneumocoques vivants). ⇒ Il y a production d'une importante quantité d'anticorps

**Expérience 2** : elle est réalisée par des souris irradiées et sans thymus mais elles ont reçu une greffe de moelle osseuse. Dans le sérum de ces souris, une faible quantité des anticorps apparaissent après l'injection de PNV (pneumocoques tués). Ces anticorps sont mis en évidence par une faible agglutination de PNV (pneumocoques vivants).

⇒ Il y a une faible production d'anticorps en présence seulement des LB.

**Expérience 3** : elle est réalisée par des souris irradiées et sans thymus mais elles ont reçu une greffe de thymus. Dans le sérum de ces souris, il y a absence des anticorps parce que ces souris n'ont ni des LB ni des LT (d'absence de moelle osseuse)

⇒ Il n'y a pas production d'anticorps en absence des LB et des LT.

**Expérience 4** : elle est réalisée par des souris irradiées et sans thymus mais elles ont reçu une greffe de moelle osseuse et une greffe de thymus. Dans le sérum de ces souris, une forte quantité des anticorps apparaissent (forte agglutination), ceci est expliqué par la présence des LB et des LT. ⇒ Il y a une forte production d'anticorps en présence à la fois des LB et des LT.

**Conclusion** : Pour que les anticorps apparaissent chez les souris qui reçoivent une injection PNT, une coopération entre les LB et LT est nécessaire.

2) Les PNT sont les antigènes capables de déclencher une réponse immunitaire à médiation humorale (RIMH), avec production anti-PNT.

**Expérience 1** : en présence seulement des macrophages, il n'y a pas production d'anticorps anti-PNT

**Expérience 2** : en présence seulement des LB et des LT, il y a faible production d'anticorps anti-PNT ⇒ La coopération cellulaire entre LB et LT mise en évidence à la 1<sup>ère</sup> question ne semble pas suffisante pour produire une forte quantité d'anticorps anti-PNT.

**Expérience 3** : en présence seulement des macrophages, des LB et des LT, il y a forte production d'anticorps anti-PNT ⇒ Il existe une autre type de coopération cellulaire entre lymphocytes et macrophages qui est nécessaire pour la production une importante quantité d'anticorps anti-PNT.

**Expérience 4** : en présence seulement des macrophages lavés, des LB et des LT, il y a aussi forte production d'anticorps anti-PNT ⇒ La coopération cellulaire entre lymphocytes et macrophages ne se fait pas par voie humorale ; elle est directe : contact direct entre lymphocytes et macrophages.

**Conclusion** : une réponse immunitaire à médiation humorale nécessite la présence de deux types de lymphocytes LB et LT et des macrophages. De plus cette réponse nécessite deux types de coopérations cellulaires :

Coopération entre macrophages et lymphocytes T<sub>4</sub>, se fait par un contact direct ⇒ Reconnaissance d'antigène et activation des LT<sub>4</sub>

Coopération entre LT<sub>4</sub>-LB, se fait par l'intermédiaire d'une substance chimique : interleukine qui active les LB. Ces derniers vont subir une expansion clonale et se différencier en plasmocytes sécréteurs d'anticorps spécifiques.

**Exercice N°5**

1) La présence des plasmocytes dans l'observation 3 montre qu'il y a différenciation des LB en plasmocytes sous l'action des interleukines sécrétés par LT<sub>4</sub> et l'espace clair entourant le plasmocyte, appelé plage de lyse, montre qu'il y a lyse des GRM par les anticorps sécrétés par les plasmocytes. Il s'agit donc d'une RIMH qui nécessite la présence à la fois des LB et des LT (LT<sub>4</sub>). Seulement la souris C a reçu deux injections de deux types de lymphocytes :

Injection des lymphocytes a provenant du thymus ⇒ Les LT

Injection des lymphocytes b provenant de la moelle osseuse ⇒ Les LB

Donc, la souris C capable de déclencher une RIMH ⇒ L'observation 3 correspond à la souris C.

La souris B a reçu une seule injection des lymphocytes à ⇒ Les LT

La souris D a reçu une seule injection des lymphocytes a ⇒ Les LB

Donc ces souris (B et D) sont incapables de déclencher une RIMH.

⇒ Les observations 1 et 2 correspondent aux souris B et D.

2) Schéma de déroulement de RIMH.

**Exercice N°6**

1) Cette durée est nécessaire à l'immunisation de l'animal contre l'antigène (virus C) ⇒ Acquisition d'une mémoire immunitaire contre cet antigène ⇒ Formation des lymphocytes mémoires spécifiques de cet antigène.

2) D'après 1<sup>er</sup> cas : les LT prélevés chez la première souris de lignée A après injection du virus, sont ensuite mis en présence de cellules infectées par ce même virus, prélevées chez une seconde souris lignée A. On observe une lyse des fibroblastes infectés.

⇒ Les LT prélevés chez la première souris ont permis la lyse des fibroblastes. Il s'agit des lymphocytes T cytotoxiques ⇒ RIMC

3) Analyse des autres cas :

**2<sup>ème</sup> cas :** lorsque les LT prélevés chez la première souris de lignée A après injection du virus, sont ensuite mis en présence de fibroblastes non infectés, prélevés chez une seconde souris de lignée A. On n'observe pas une lyse des fibroblastes. Cela signifie que les fibroblastes ne présentent pas à leur surface des déterminants antigéniques viraux, ne sont pas la cible des LT. Par comparaison des cas 1 et 2, on voit que les LT sont capables de reconnaître les cellules qui présentent des antigènes à leur surface de celles qui n'en présentent pas et leur action est la lyse des cellules infectées.

**3<sup>ème</sup> cas :** lorsque les LT prélevés chez la première souris de lignée A après injection du virus, sont ensuite mis en présence de cellules infectées par un autre virus (virus de la vaccine), prélevées chez une seconde souris de lignée A. On n'observe pas une lyse des fibroblastes infectés. Cela montre que les LT formés après l'injection de la 1<sup>ère</sup> souris par le virus C sont spécifiques des déterminants antigéniques de ce virus et n'agissent pas sur des cellules présentant d'autres déterminants antigéniques d'autre virus. Donc la lyse des cellules infectées nécessite la reconnaissance par les LT de déterminants antigéniques.

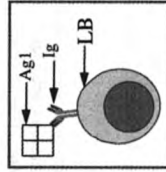
**4<sup>ème</sup> cas :** lorsque les LT prélevés chez la première souris de lignée (A) après injection du virus, sont ensuite mis en présence de cellules infectées par ce même virus, prélevées chez une seconde souris d'autre lignée (B). On n'observe pas une lyse des fibroblastes infectés. Cela montre que les LT formés après l'injection de la 1<sup>ère</sup> souris de lignée A par le virus C n'agissent pas sur des cellules de lignée B infectées par le même virus. Cela montre que les LT provenant de la souris de lignée A sont incapables de reconnaître les cellules de lignée B infectées par le même antigène

**Conclusion :** la lyse des cellules infectées nécessite une double reconnaissance par les LTc :

- > Une reconnaissance du déterminant antigénique du virus (non soi)
- > Une reconnaissance du marqueur du CMH (soi)

#### Exercice N°7

- 1) Les 0,01% de lymphocytes qui se fixent au milieu contenant l'antigène I (AgI) sont des LB
- Justification :** les LB sont les seuls lymphocytes capables de reconnaître l'antigène libre grâce à leurs récepteurs membranaires Ig.
- 2) schéma LB-AgI



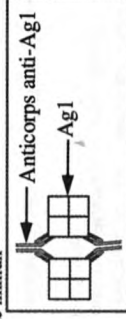
- 3) On sait que les LB sélectionnés par contact avec un antigène nécessitent des interleukines pour être activés, donc, pour subir une expansion clonale et différenciation. Ces interleukines sont, in vivo sécrétées par les LT4 sélectionnés ; étant donné l'absence de telles cellules dans les milieux de cultures 1,2 et 3 (in vitro), on rajoute des interleukines.
- 4) Les lymphocytes présents dans les trois cultures sont des LB spécifiques de l'antigène AgI. on observe que seule la culture 1 montre de très nombreuses cellules.

Les LB spécifique de AgI, mis en présence de l'AgI, duquel ils sont spécifiques, et d'interleukine, ont donc, seuls subi une expansion clonale.

Les LB spécifique de AgI, mis en présence d'interleukine, et d'Ag2, ou d'Ag3 ne subissent pas d'expansion clonale.

**Conclusion :** deux signaux sont simultanément nécessaires pour provoquer une expansion clonale.

- > Le premier signal est la liaison anticorps membranaire (Igm)- antigène
  - > Le second signal est représenté par les interleukines
- 5) a) Il s'agit d'un complexe immun



b) Schéma de déroulement de RIMH. (il ne faut pas schématiser la phase effectrice)

#### Exercice N°8

**Milieu 1** ⇒ Les LT4 et les LT8 sont insuffisants pour la lyse des cellules de la peau de A

**Milieu 2** ⇒ Les macrophages sont indispensables à la lyse des cellules de la peau de A ⇒ Il a y une coopération entre macrophage et des lymphocytes

**Milieu 3 et 4** ⇒ La présence des anticorps CMH<sub>I</sub> ou des anticorps CMH<sub>II</sub> bloque la lyse des cellules de la peau de A ⇒ La coopération cellulaire entre macrophage et lymphocyte ne se fait pas à distance mais nécessite un contact direct entre macrophage et les lymphocytes :

- > Les LT4 reconnaissent le non soi associé à une molécule CHM<sub>I</sub>
- > Les LT8 reconnaissent le non soi associé à une molécule CHM<sub>II</sub>

#### Exercice N°9

1) On constate une baisse progressive des anticorps A1 de la naissance au 9<sup>ème</sup> mois où ils disparaissent. Parallèlement le taux d'anticorps A2, nul à la naissance, augmente d'abord très lentement puis plus fortement après le 6<sup>ème</sup> mois.

Le taux global, résultant des deux courbes précédentes, montre un minimum de quantité d'anticorps au 5<sup>ème</sup> mois.

2) Les anticorps A1 existent à la naissance. Le fœtus n'étant pas en contact avec les anticorps du milieu extérieur, on peut penser que ces anticorps sont d'origine maternelle. Ils ont traversé le placenta pour passer dans le sang fœtal. Les anticorps A2 apparaissent progressivement après la naissance. Ils ont été fabriqués par l'enfant en relation au contact des antigènes du milieu extérieur.

3) Durant les premiers suivant la naissance le nouveau-né est protégé par les anticorps maternels d'où sa naissance aux infections.

4) Au cinquième- sixième mois le taux d'anticorps global est à son minimum. La disparition des anticorps maternels (A1) n'a pas été compensée par les anticorps fabriqués par l'enfant (A2) : cela explique la plus grande sensibilité aux affections.

#### Exercice N°10

1) a)

Tube A	Tube B	Tube C
On constate qu'en absence des anticorps anti- GRM et des protéines du complément, aucune réaction immunitaire n'est déclenchée contre les GRM qui restent intacts et isolés	Les anticorps anti- GRM du sérum de la souris immunisée forment des complexes immuns avec les GRM qui seront agglutinés mais sans être détruits en absence des protéines du complément.	Les anticorps anti- GRM du sérum de la souris immunisée avec les GRM, les protéines du complément dont la plupart sont enzymatiques, sont activées par le complexe immunitaire et s'intègrent à la membrane des GRM et y forment des pores entraînant leurs lyses (hémolyse)

- b) La présence du complexe immunitaire est à médiation humorale  
 2) La présence du phagocyte au contact le complexe immunitaire est à médiation cellulaire (P)  
 3) est l'opsonisation (aide à la phagocytose)  
 \*/ 15 jours après l'injection des antigènes (GRM), le complexe immunitaire anti- GRM-GRM apparaît, son taux augmente rapidement et atteint son maximum le 16<sup>ème</sup> jour.  
 \*/ L'augmentation du taux des complexes immunitaires s'accompagne d'une diminution du taux de GRM libres dans le sang de la souris, et déclenche le 17<sup>ème</sup> jour l'apparition du phénomène d'opsonisation dont son amplitude atteint son maximum le 20<sup>ème</sup> jour.  
 \*/ L'augmentation du phénomène d'opsonisation s'accompagne par une diminution progressive du taux du complexe immunitaire.  
 \*/ Du 20<sup>ème</sup> jour jusqu'au 30<sup>ème</sup> jour, le taux de GRM diminue pour s'annuler et arrête de la réponse immunitaire.

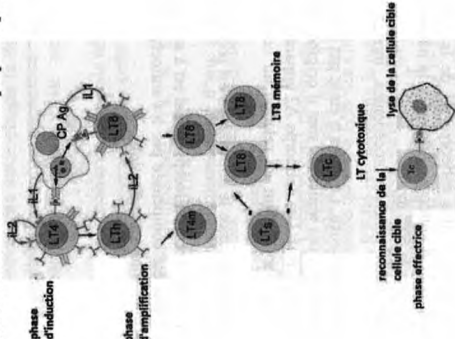
**Exercice N°11**

- 1) Analyse : Dans le milieu M<sub>1</sub> : en présence des LT<sub>8</sub>, des macrophages et des LT<sub>4</sub>, prélevés de la rate de la souris S, les cellules tumorales sont détruites.  
 Dans le milieu M<sub>2</sub> : en présence du sérum issu de la souris S sensibilisée et des macrophages, les cellules cancéreuses se développent.  
 Dans le milieu M<sub>3</sub>, les LT<sub>8</sub> et les macrophages prélevés à partir de l'extrait de la rate de la souris S sont incapable, seuls, de détruire les cellules tumorales.  
 a) La disparition des cellules tumorales dans M<sub>1</sub> s'explique par la cytolyse. Cette lyse exige la coopération entre LT<sub>4</sub>, LT<sub>8</sub> et les macrophages, elle est absente dans les milieux M<sub>2</sub> et M<sub>3</sub>  
 b) La réponse immunitaire est une RIMC car elle fait intervenir des lymphocytes et non des substances.

- 2) Chaque injection d'IL II est suivie d'une augmentation du nombre de lymphocytes totaux qui passe de 5000 à 15000/mm<sup>3</sup> de plasma chez le malade qui montre une régression de la taille de la tumeur donc l'IL II est une substance qui stimule la prolifération et la différenciation des lymphocytes dont certains acquièrent la capacité de détruire les cellules tumorales d'où la régression remarquable de la tumeur chez la personne malade.  
 Exploitation (doc2) : La tumeur est infiltrée par les lymphocytes (TIL) qui se multiplient sous l'action de l'IL II et éliminent des cellules cancéreuses du nodule prélevé. La réintroduction dans l'organisme des lymphocytes (TIL) mis en contact avec l'IL II permet la régression de la tumeur puis sa disparition totale.  
 Précision des lymphocytes : En présence d'IL II, les lymphocytes TIL deviennent des cellules effectrices capables de détruire les cellules tumorales, ces cellules sont les LTc.

Exploitation (doc3) : Des contacts cellulaires existent entre lymphocytes et cellules tumorales pendant le traitement 2. Les lymphocytes ayant infiltrés la tumeur en présence de l'IL II acquièrent une fonction cytotoxique. Ces lymphocytes se fixent sur les cellules tumorales ce qui conduit à leur lyse.

Explication : L'IL II stimule les LT8 qui se multiplient et se différencient en partie en LTc. Au moment du contact avec la cellule cancéreuse, les LTc sécrètent une protéine particulière : la perforine, qui perce la membrane de la cellule cible, ce qui provoque sa destruction.



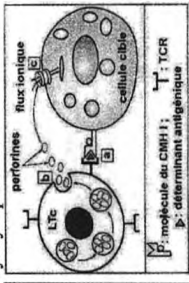
**Exercice N° 12**

- 1) 1) Analyse et conclusion du doc 1 : Lors de l'infection des cellules particulières apparaissent. Ces cellules présentent un aspect caractéristique :

Un noyau gonflé témoin d'une transcription  
 Un cytoplasme abondant, figure d'exocytose, riche de ribosomes, de réticulum endoplasmique, des appareils de Golgi et des mitochondries témoins d'une traduction des ARNm et d'une synthèse de protéines ; ce sont des plasmocytes sécrétants des anticorps

- Analyse et conclusion du doc 2 :  
 Le doc 2 présente l'évolution du taux d'immunoglobulines chez une souris infectée par le virus X et chez une souris non infectée. Chez la souris infectée :  
 \*/ Après une semaine de l'infection, le taux plasmatique d'anticorps anti-X, sécrétés par les plasmocytes (doc1) augmente considérablement pour atteindre son maximum vers la 4<sup>ème</sup> semaine puis il diminue progressivement.  
 Chez une souris non infectée :  
 \*/ le taux d'immunoglobulines plasmatiques reste constant et presque nul.

Donc la réponse de l'organisme contre le virus X est une réponse à médiation humorale.  
 IV/1) La durée 10 jours est nécessaire à l'acquisition de l'immunité contre l'antigène (virus X)  
 2) Il s'agit de la phase effectrice de la réponse immunitaire acquise à médiation cellulaire puisque dans le 2<sup>ème</sup> cas du document 1 on parle de la destruction des cellules infectées par des lymphocytes et cela est confirmé par le doc 2 qui montre la cytolysse par le LTc



3) Mécanisme de la destruction des cellules infectées  
 a/ Le peptide du non soi associé au HLA I de la cellule cible est reconnu grâce au TCR des LTc.  
 b/ Les LTc produisent des protéines appelées perforines et des enzymes près de la membrane de la cellule cible.  
 c/ En présence du calcium, la perforine est polymérisée par une enzyme et crée des canaux dans la membrane de la cellule cible.

d/ De l'eau et des enzymes protéolytiques sont libérées et passent à travers les pores dans la cellule cible, ce qui assure l'effet cytotoxique engendrant la destruction de la cellule cible.

4) En comparant le 1<sup>er</sup> cas et le 2<sup>ème</sup> cas, on peut dire que les lymphocytes immunisés ne reconnaissent et détruisent que les cellules infectées qui exposent à leur surface les déterminants antigéniques de l'antigène. Les cellules saines qui n'exposent pas à leur surface l'antigène ne sont pas détruites.

\*/ En comparant le 2<sup>ème</sup> cas et le 3<sup>ème</sup> cas, on constate que les lymphocytes de A immunisés contre le virus X reconnaissent d'autres cellules de souches A infectées par le virus et les détruisent. Par contre elles sont incapables de reconnaître et de détruire des cellules de souches B pourtant infectées par le même virus X.

⇒ La lyse des cellules infectées nécessite la reconnaissance par les lymphocytes LTc, à la fois de l'antigène (virus X) et du soi (marqueur HLA) : c'est la double reconnaissance.

\*/ En comparant le 2<sup>ème</sup> cas et le 4<sup>ème</sup> cas, on constate que les lymphocytes de A immunisés contre le virus X reconnaissent d'autres cellules de souches A infectées par le même virus et les détruisent. Par contre elles sont incapables de reconnaître et de détruire des cellules de même souche A mais infectées par un autre virus Y.

⇒ La RIMC acquise contre un antigène est spécifique de cet antigène.

5) Le virus X déclenche dans l'organisme deux réponses immunitaires spécifiques :

Une RIMH, les anticorps produits ont pour rôle la neutralisation des virus et l'opsonisation

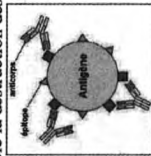
Une RIMC, les cellules cytotoxiques ont pour rôle la destruction des cellules infectées.

6) a) présences des arcs de précipitations

entre le puits central - le puits 2

et entre puits central - puits 4

6) b) schéma d'un complexe immun



**IV/ Exercices du bac tunisien**

**Exercice N°1 (Bac 2000 Principale : Première partie)**

**CORRECTION DES EXERCICES**

1) L'étape schématisée représente une phase d'induction (ou présentation et reconnaissance de l'antigène) Justification : la digestion antigénique ; la présentation de l'antigène ; la reconnaissance de l'antigène et l'activation des lymphocytes

2) 1 = macrophage ou CPA ; 2 = LB ; 3 = LTa ou LT4 ; 4 = LT8 ; 5 = interleukine 1 ou IL1 ; 6 = antigène ou déterminant antigénique ou épitope ; 7 = immunoglobuline de surface ou Ig de surface ou anticorps de surface ; 8 = HLA ou CMH ou marqueur du soi ; 9 = TCR ; 10 = interleukine 2 ou IL2.

3) a) Le rôle de la cellule 3 = macrophage

➢ la présentation de l'antigène. ⇒ cellule présentatrice de l'antigène C.P.A.

➢ La stimulation des lymphocytes au moyen de l'IL1.

	Lieu de maturation	Rôle
Cellule 2 = LB	La moelle osseuse rouge	1/ Reconnaît l'antigène à l'état libre ou présenté par un CPA au moyen de son Ig de surface. 2/ Acteur de la RIMH
Cellule 3 = LT4	Le thymus	1/ Reconnaît l'antigène associé à une molécule de CMHII ou HALII et présenté par une CPA au moyen de son récepteur TCR 2/ Stimule les LB et les LT au moyen de l'IL2.
Cellule 4 = LT8	Le thymus	1/ Reconnaît l'antigène associé à une molécule de CMHI ou HALI et présenté par une CPA au moyen de son récepteur TCR. 2/ Acteur de la RIMC

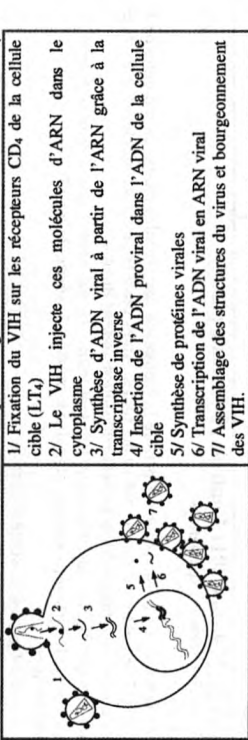
**2. Le mode d'action du VIH :**

➢ Le VIH se fixe sur le récepteur de LT4 et introduit son ARN dans le cytoplasme.  
 ➢ Grâce à la transcriptase inverse, l'ARN viral est transcrit en ADN à simple puis à doubles brins, il s'agit de provirus qui s'intègre à l'ADN du LT4.

Deux cas peuvent se présenter :

➢ 1<sup>er</sup> cas : L'ADN viral reste à l'état la lent (1 ⇒ 4)

➢ 2<sup>ème</sup> cas : L'ADN viral s'active. Il mobilise la machinerie cellulaire du LT4 pour se multiplier. Les VIH formés sortent par bourgeonnement et infectent d'autres LT4. (5 ⇒



**Exercice N°2 (Bac 2003 Contrôle : Première partie)**

Les lymphocytes B reconnaissent divers antigènes libres ou présentés par les cellules présentatrices de l'antigène (C.P.A) grâce à la diversité de la partie variable des

immunoglobulines de surface. La configuration spatiale du site antigénique de l'anticorps est complémentaire à l'antigène (déterminant antigénique)

Les lymphocytes T auxiliaires (LT<sub>4</sub>) reconnaissent divers antigènes présentés par les (C.P.A) et associés aux molécules H.L.A II (ou C.M.H II) grâce à la diversité de leur T.C.R. Elle résulte de la complémentarité spatiale entre TCR et l'ensemble H.L.A- déterminant antigénique.

Communication par contact direct

Le contact entre LT<sub>4</sub> et C.P.A conduit à la reconnaissance de l'antigène et l'activation des LT<sub>4</sub>.

Le contact entre LB et macrophage conduit à la reconnaissance de l'antigène.

Communication par des messages chimiques

La libération de l'IL<sub>1</sub> par le macrophage entraîne l'activation des LT<sub>4</sub>.

La libération de l'IL<sub>2</sub> par les LT<sub>4</sub> entraîne l'autostimulation des LT<sub>4</sub> et la stimulation des LB d'où leur prolifération et leur différenciation.

Les caractéristiques de la réponse secondaire : rapide ; intense ; durable

Les mécanismes cellulaires de la réponse secondaire

Les LT<sub>4</sub> mémoires libèrent l'IL<sub>2</sub> qui induit une amplification rapide et importante des LB mémoires, ce qui entraîne la formation d'un clone de LB activés plus important, certains resteront à l'état de mémoires et d'autres vont se différencier en plasmocytes libérant des anticorps en quantité importante.

### Exercice N°3 (Bac 2009 Principale : Deuxième partie)

1) a) Il s'agit d'une RIMH

**Justification :** le document 1 montre la multiplication de LB, la présence de plasmocytes (P) et d'anticorps anti-toxine X (Ac anti-toxine X)

b) Phase A : suite à l'injection de l'anatoxine X :

Le nombre de LB est de l'ordre de 2500 cellules par ml de sang, pendant cette phase il y a reconnaissance de l'antigène par les LB.

Le nombre de plasmocytes et le taux d'Ac anti-toxine X sont réduits.

Phase B : L'augmentation du nombre de LB (de 2500 à 16000), s'explique par la multiplication des LB sélectionnés et activés (ayant reconnu l'antigène).

Le nombre de plasmocytes et le taux d'Ac anti-toxine X restent réduits.

Phase C : La diminution du nombre de LB (de 16000 à 7000) ; accompagnée de l'apparition de plasmocytes et l'augmentation de leur nombre (15000) s'explique par la différenciation des LB en plasmocytes.

L'évolution parallèle du nombre de plasmocytes et du taux des Ac prouve que les plasmocytes sont des cellules sécrétrices d'Ac anti-toxine X.

Phase D : La diminution importante du taux anti-toxine X s'explique par la neutralisation de l'antigène (anatoxine X) par les Ac anti-toxine X.

c) Phase A : phase d'induction (ou de reconnaissance de l'antigène)

Phase B : phase de prolifération (multiplication des LB activés)

Phase C : phase de différenciation des LB en plasmocytes

Phase D : phase effectrice (neutralisation de l'antigène ou formation du complexe immunitaire)

2) a) Analyse :

**Expérience 1 :** la souris 1 étant normale (présence de LT et de LB), la formation du complexe immunitaire prouve que son sérum contient des Ac anti-toxine X.

## CORRECTION DES EXERCICES

**Expérience 2 :** la souris 2 thymectomisée (absence de LT et présence de LB) : l'absence de formation du complexe immunitaire prouve que son sérum ne contient pas d'Ac anti-toxine X.

**Expérience 3 :** la souris 3 thymectomisée ayant subi l'injection de LT se la souris 1 (présence de LT et de LB) : la formation du complexe immunitaire prouve que son sérum contient des Ac anti-toxine X.

**Explication :** la production des anticorps anti-toxine X nécessite une coopération cellulaire entre LB et LT dont la maturation se fait dans le thymus.

		Expérience	
Cellules présentes	et substance	Macrophage + LB + LT (de la souris 1) + toxine X	LB + LT (de la souris 1) + toxine X
Production d'anticorps anti-toxine X	d'anticorps anti-toxine X	Très important	Très faible ou nulle
Formation du complexe immunitaire	du complexe immunitaire	Oui	Non

### Exercice N°4 (Bac 2011 Contrôle : Deuxième partie)

#### 1) Première série d'expériences

##### Analyse

**Chez le sujet A :** La streptolysine perce la membrane des globules rouges ce qui entraîne la sortie de l'hémoglobine dans le milieu qui rougit. Après centrifugation, le liquide est resté rouge alors que les membranes des hématies sédimentent au fond du tube.

**Chez le sujet B :** Les globules rouges restent intacts ce qui prouve que la streptolysine a été inactivée par les anticorps anti-streptolysine provenant du sérum du sujet B.

##### Déductions :

Le sujet B est porteur de streptolysine

La réaction mise en jeu est une RIMH

#### 2) Deuxième série d'expériences :

##### Analyse

**Expérience 1 :** Les globules rouges sont éclatés ceci prouve que la streptolysine est active et a perforé les membranes des globules rouges et que le sérum de la souris 1 ne contient pas d'anticorps anti-streptolysine

**Conclusion :** la présence du thymus seul est insuffisante pour assurer la production des anticorps anti-streptolysine

**Expérience 2 :** même analyse que l'expérience 1

Le sérum de la souris 2 ne contient pas d'anticorps anti-streptolysine.

**Conclusion :** la présence de la moelle osseuse seule est insuffisante pour assurer la production des anticorps anti-streptolysine

**Expérience 3 :** Le liquide est incolore et les globules rouges sont restés intacts ce qui prouve que le sérum de la souris 3 contient des anticorps anti-streptolysine qui ont neutralisé la streptolysine

**Conclusion :** Le thymus et la moelle osseuse sont nécessaires à la production des cellules de l'immunité (lymphocyte B et lymphocyte T) qui assurent, par coopération cellulaire, la synthèse d'anticorps anti-streptolysine.

**Exercice N°5 (Bac 2012 Contrôle : Deuxième partie)**

1) les cellules C1 pourraient être des LB ou des macrophages. Argument : ces cellules sont capables de reconnaître directement l'antigène  
 2) dans la culture A, on observe une association des cellules C1 avec l'antigène X alors qu'elle est absente dans la culture B en présence d'un autre antigène Y ce qui montre que les cellules C1 sont spécifiques à l'antigène X  
 3) c'est la phase d'induction car l'association entre les cellules C1 et l'antigène X ne s'observe qu'en phase de reconnaissance.

4)a) expérience 3 : les cellules du thymus + Ag X → pas d'agglutination

Expérience 4 : les cellules de la moelle osseuse + Ag X → faible agglutination

Ainsi les cellules qui interviennent dans cette réaction immunitaire sont des LB ayant pris naissance au niveau de la moelle osseuse

Expérience 4 : la présence simultanée des cellules du thymus et des cellules de la moelle osseuse induit une forte agglutination ce résultat s'explique par la coopération entre les cellules du thymus et celles de la moelle osseuse LB

b) il s'agit d'une RIMH :

Justification : cette réaction a mis en jeu des LB  
 Cette réaction s'est manifestée dans les expériences 4 et 5 par la formation d'un complexe immun

**Exercice N°6 (Bac 2013 Contrôle : Deuxième partie)**

Expérience	Analyse	Déductions
1	Cultivées dans un milieu de culture normal, les cellules immunitaires de A sont capables de réagir contre les cellules infectées de B entraînant leur lyse	La cytotoxicité nécessite la présence de macrophages, de LT4 et LT8.
2	Cultivées dans un milieu de culture dépourvu de LT4, les cellules immunitaires de A sont incapables de réagir contre les cellules infectées de B n'entraînant pas leur lyse	
3	Cultivées dans un milieu de culture dépourvu de LT8, les cellules immunitaires de A sont incapables de réagir contre les cellules infectées de B entraînant leur lyse	La présence immunitaire est de type RIMC
4	Cultivées dans un milieu de culture dépourvu des macrophages, les cellules immunitaires de A sont incapables de réagir contre les cellules infectées de B entraînant leur lyse	

2/ Le document 3 montre :

Au temps t1, un contact (reconnaissance) entre une cellule immunitaire et la cellule de B infectée par m

Au temps t2 une lyse de la cellule infectée

La nouvelle catégorie des lymphocytes est le lymphocyte LTc

Le mécanisme de la cytotoxicité

\*/ reconnaissance : le peptide du non soi associé au HLA I de la cellule cible est reconnu grâce au TCR des LTc

Les LTc produisent des protéines appelées perforines et des enzymes près de la membrane de la cellule cible.

En présence du calcium, la perforine est polymérisée par une enzyme et crée des canaux dans la membrane de la cellule cible

De l'eau et des enzymes protéolytiques sont libérés et passent à travers les pores dans la cellule cible, ce qui assure l'effet cytotoxique engendrant la destruction de la cellule cible.

3/La numération des lymphocytes au cours du temps montre :

De 0 à 6 jours = le nombre de toutes les catégories de lymphocytes est faible et constant

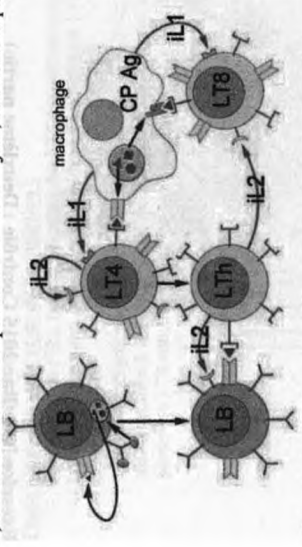
A partir du 6<sup>ème</sup> jour, il y a augmentation du nombre LT4 suivie, vers le 7<sup>ème</sup> jour, par la prolifération des LT8

A partir du 11<sup>ème</sup> jour il y a diminution du nombre de LT8 suivie vers le 12<sup>ème</sup> jour par une augmentation du nombre de LTc

A partir du 13<sup>ème</sup> jour le nombre de LT8 continue à diminuer, celui de LT4 diminue alors que celui de LTc continue à augmenter

Origine des LTc : la différenciation des LT8

4) dans l'intervalle du temps allant de 1<sup>er</sup> au 6<sup>ème</sup> jour, se déroule la phase d'induction

**Exercice N°7 (Bac 2014 Principale : Deuxième partie)**

1) Légende

(1) : LB, (2) : Plasmocyte, (3) IgE, (4) Mastocyte

2) La relation entre la structure de IgE et sa fonction :

Les extrémités symétriques des deux chaînes (lourdes et légères) constituent le site anticorps assurant la fonction de reconnaissances spécifique d'un allergène donné.

Les extrémités symétriques des deux chaînes lourdes de l'IgE constituées par le fragment constant lui permettent de se fixer sur les LB et les mastocytes.

3) Ordre chronologique normal : a → c → d → b.

4) Mécanisme de la réaction allergique :

Lors du 1<sup>er</sup> contact avec l'allergène, on assiste à une sensibilisation des mastocytes qui comporte les étapes suivantes :

- pénétration de l'allergène dans l'organisme
- activation du système immunitaire.
- différenciation des LB en plasmocytes.
- Production des IgE spécifiques de l'allergène.
- diffusion et fixation des IgE sur les mastocytes.

Lors du 2<sup>ème</sup> contact avec le même allergène, il se produit une liaison entre l'allergène et deux IgE voisines portées par un mastocyte. Les mastocytes activés libèrent et histamines qui induisent la réaction allergique.

#### Exercice N°8 (Bac 2014 Contrôle : Deuxième partie)

1) De deux à sept ans, on constate une prolifération du nombre de virus de 5 à 55 VIH/ml accompagnée d'une diminution de la concentration des LT<sub>4</sub>, de 700 à 200 (UA). Des LTC De 750 à 500 (UA) et des Ac anti-VIH de 480 à 20 (UA).

Vers la 7<sup>ème</sup> année, les maladies opportunistes se développent lorsque le taux de LT<sub>4</sub>, de LTC et d'Ac anti-VIH baisse considérablement.

- Après la 7<sup>ème</sup> année, le virus continue sa prolifération, le nombre atteint 75 VIH/mL alors que la concentration des cellules (LT<sub>4</sub> et LTC) ainsi que la production des anticorps anti-VIH diminuent considérablement.

→ L'infection par le VIH a pour conséquence d'affaiblir l'efficacité des réactions immunitaires spécifiques d'où le développement des maladies opportunistes.

2) La culture de LT en présence de VIH si se traduit par la diminution du pourcentage des LT<sub>4</sub> jusqu'à leur disparition alors que le pourcentage des LT<sub>8</sub> reste presque constante.

On en déduit que les LT<sub>4</sub> sont les cellules cibles du VIH.

3) **Hypothèse** : La condition nécessaire au déroulement des réactions immunitaires spécifiques suite à la pénétration d'un antigène est la présence de LT<sub>4</sub>.

Expérience	Analyse	Déductions
2	La souris A normale produit des anticorps anti-X qui se révèlent dans son sérum	L'immunité spécifique développée contre l'antigène X est de type humoral (RIMH) car ses effecteurs sont des Ac anti-X
3	La souris B, thyméctomisée, produit peu d'anticorps anti-X	La présence de LT <sub>4</sub> est une condition nécessaire à la production d'anticorps donc au déroulement de la RIMH
4	La souris C, thyméctomisée recevant une injection de LT <sub>4</sub> prélevés de la souris A, immunisée produit des anticorps anti-X qui se révèlent dans son sérum.	

5) En absence de surmargeant, les LT<sub>8</sub> et les LB activés mis en culture ne prolifèrent pas. Cependant, si l'on ajoute à ces cultures du surmargeant provenant de culture de lymphocytes T<sub>4</sub> activés par un antigène, les LT<sub>8</sub> et les LB se multiplient

→ Comme le surmargeant ne contient que des molécules, la prolifération des LT<sub>8</sub> et les LB observée s'explique par la présence dans le surmargeant d'une substance chimique : l'interleukine 2, produite par les T<sub>4</sub> activés dans le milieu de culture, stimule la prolifération des LT<sub>8</sub> et des LB.

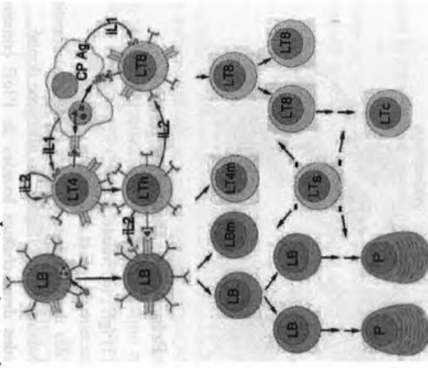
6) Les résultats de l'expérience 6 montrent qu'en présence d'IL<sub>2</sub> :

A partir d'une concentration de 10<sup>2</sup> d'IL<sub>2</sub>, le nombre de lymphocytes B différenciés en plasmocytes et le nombre de LT<sub>8</sub> différenciés en LTC augmentent.

**Déduction** : l'IL<sub>2</sub> stimule la différenciation des LB en plasmocytes et des LT<sub>8</sub> en LTC.

7) Schéma du manuel Page 321

- L'activation des LT<sub>4</sub> par l'antigène et l'IL
- La production de l'IL<sub>2</sub>.
- L'activation des LT<sub>4</sub>, des LB, des LT<sub>8</sub> par l'IL<sub>2</sub>.



#### Exercice N°9 (Bac 2015 Contrôle : Deuxième partie)

1) Analyse :

- ❖ À partir de l'infection, le nombre de VI augmente pour atteindre un maximum de 10<sup>7</sup> puis il diminue progressivement pour s'annuler au J<sub>6</sub>.
- ❖ 3 jours après l'infection, il se produit une apparition des anti-VI dont le taux augmente pour atteindre un maximum de 2UA; parallèlement. Il y a une augmentation du nombre des LTC qui atteint un maximum de 150 10<sup>3</sup> au J<sub>7</sub> puis diminue progressivement jusqu'à s'annuler au J<sub>10</sub>.

Ceci permet de déduire que l'immunité développée contre VI est de type humoral, assurée par les anti-VI et cellulaire assurée par les LTC.

- 2) a) La zone d'agglutination résulte de la diffusion des anti-V1 contenus dans le sérum placé dans la cavité C1. Ces derniers se fixent sur les antigènes de la souche V1 formant un complexe immun.  
 b) l'absence de la zone d'agglutination entre C1 et C3 montre que les anti-V1 sont incapables de fixer les antigènes de la souche V2.

Donc la réponse immunitaire est spécifique.

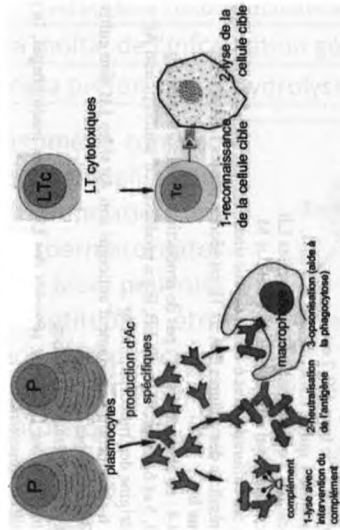
- 3) En présence de V1 et de LB seuls (M1), on obtient un nombre faible de plasmocytes. Ce nombre ne varie pas même si on ajoute des macrophages (M2) ; par contre. En présence de V1 et de LT (M3), il n'y a pas formation de plasmocytes.

- a. Les LB sont à l'origine de la formation des plasmocytes.  
 b. c'est uniquement dans M4 que le nombre de plasmocytes est important. ce qui montre la nécessité des deux catégories de lymphocytes et des macrophages pour que les LB se transforment en plasmocytes.

- c. les macrophages places avec les LB seuls n'influent pas sur le nombre de plasmocytes formés. Donc leur rôle dans cette différenciation est indirect. En effet, après ingestion du virus par le macrophage, ce dernier présente à sa surface les déterminants antigéniques associés au HLA II pour les LT4 spécifiques à ce virus V1. De plus, les macrophages libèrent l'IL1 permettant l'activation des LT4 sélectionnés.

- Les LT4 actives secrètent à leur tour l'IL2 assurant leur auto-activation et l'activation des LB ayant reconnu l'antigène V1. Ces LB se multiplient et se différencient en plasmocytes.

- 4) schéma de la phase effectrice de l'élimination de V1 :



### Exercice N°10 (Bac 2016 Contrôle : Deuxième partie)

1) a)

- L'L1, n'est présente que dans les cultures (1, 2 et 4) contenant les macrophages ; d'où L'interleukine 1 est sécrétée par le macrophage.

### CORRECTION DES EXERCICES

- L'IL2 est produite dans les cultures 1 et 4 contenant des macrophages et des L1 dans le milieu de culture 2 et en absence de L1 il y a absence de sécrétion d'IL2 ; d'où L'interleukine 2 est sécrétée par les lymphocytes L1

- L1= LT4
- Les LTc n'apparaissent que dans le milieu 4 contenant des macrophages, des L1 et des L2 ; puisque L1 sont les LT4, L2=LT8 qui se différencient en LTc.

- Condition d'obtention des LTc : coopération entre macrophage, LT4 et LT8 par

L'intermédiaire des interleukines 1 et 2.

b- Mécanisme de l'obtention des LTc :

#### Phase d'induction:

- Les macrophages, CPAg, exposent les peptides de M1, associés aux protéines du CMH, sur leur membranes pour les présenter aux lymphocytes T4 et T8

\* TCR des LT4 est complémentaire aux protéines du CMHII - peptide de M1, il assure donc la double reconnaissance.

\* le TCR des LT8 est complémentaire aux protéines du CMHI- peptide de M1, il assure aussi la double reconnaissance.

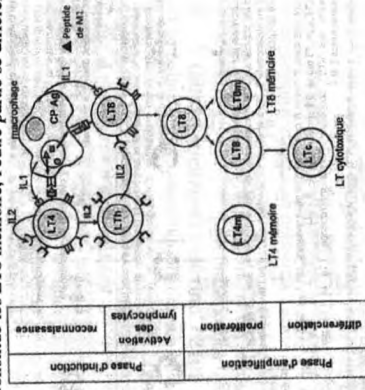
- Lors de la présentation de M1, le macrophage secrète IL1, qui active tous les lymphocytes spécifiques de cet antigène.

- activité par l'IL1, les LT4 libèrent l'IL2 qui assure l'activation des LT4 eux-mêmes et des LT8 spécifiques de l'antigène.

#### Phase d'amplification et de différenciation :

- Sous l'effet de l'IL2, la multiplication des LT4 par mitoses conduit à un clone de LT4.
- L'IL2 engendre aussi la différenciation des LT4 en LTa ou LTh qui vont ensuite coopérer avec Les LT8.

- Les LT8 sélectionnés et actifs au contact des CPAg, expriment les récepteur membranaires à IL2. Sous l'effet de l'IL2, les LT8 subissent la multiplication clonale un partie des LT8 constitue les LT8 mémoire. Autre partie se différencie en LTC.



**Exercice N°11 (Bac 2016 Principale : Première partie)**

1/a-Etape X : reconnaissance ou fixation du VIH/Etape Y : bourgeolement du VIH

b- mode d'action de VIH  
 c- Les LT4 sont progressivement détruits et ne peuvent plus assurer leur rôle immunitaire qui est d'amplifier les réactions à médiation humorale et cellulaire : il y a effondrement total du système immunitaire

d- Les LT8 ne possèdent pas de récepteurs CD4 pour cela, ils ne constituent pas des cellules cibles du VIH.

2/ a- La liaison entre l'allergène et 2 IgE voisines crée une modification de la perméabilité des mastocytes : il se produit une liaison d'histamine.

b- Conséquences : vasodilatation, sécrétion de mucus, contraction des muscles lisses.....

**Exercice N°12 (Bac 2017 Contrôle : Deuxième partie)**

1) Exploitation : l'injection d'antigène Ag à une souris entraîne à partir du jour 4 une production croissante d'anticorps anti Ag.

2) a- **Histogramme a** : le taux d'IL2 est

\*/ Nul dans la culture 1 qui ne renferme que des LT4.

\*/ Nul dans la culture 2 qui renferme des LT4 et des LB.

\*/ Nul dans la culture 3 qui renferme des LT4 et des M.

\*/ De 1500 UA les cultures 4, 5 et 6 où on trouve simultanément des LT4 et des macrophages.

⇒ D'après les résultats des cultures 3 et 5 l'IL2 est sécrété par les LT4 activés.

b- **Histogramme b** :

\*/ Cultures 1 et 4 : en absence de LB : pas de production d'anticorps anti Ag

\*/ Cultures 2, 3, 5 et 6 : en présence de LB, il y a production d'anticorps anti Ag

⇒ LB sont à l'origine des anticorps anti Ag

c- Culture 5 et 6 : production importante d'anticorps anti Ag si les LB sont cultivés en présence des LT4 et des macrophages.

⇒ La condition : la coopération cellulaire  
 d- Culture 6 : bien que les LB soient séparées des LT4 et des macrophages, la production des anticorps anti Ag est importante.

⇒ La communication entre les cellules immunitaires est assurée par un messageur chimique qui est l'IL2, donc le mode est humorale.

3) Si les protéines du CMH des macrophages sont dégradées, il n'y a pas production d'IL2.

⇒ Les LT4 reconnaissent le déterminant antigénique de l'antigène Ag associé aux protéines du CMH du macrophage (double reconnaissance) ; les LT4 ainsi activés produisent l'IL2.

4) a-Avant injection de l'IL2, le nombre de LB est faible et constant de l'ordre de 700 LB/mL.

Après injection de l'IL2, le nombre de LB augmente de 700 à 100000 LB/mL.

b- Contrairement au LB, le plasmocyte se distingue par :

1/ sa grande taille ; 2/ son noyau volumineux ; 3/ sa richesse en mitochondries ; 4/ sa masse cytoplasmique importante

c- Les effets de l'IL2 :

1/ stimule la multiplication des LB

2/ induit la différenciation des LB en plasmocytes.

**CORRECTION DES EXERCICES**

5) La culture 6 de l'expérience 2 montre qu'en présence d'IL2, il y a une production importante d'anticorps anti Ag.

La culture de l'expérience 3 montre qu'en présence d'IL2, il y a différenciation des LB en plasmocytes.

Relation entre structure du plasmocyte et sa fonction

Structures	Fonctions
Noyaux volumineux	Synthèse importante d'ARNm
REG très développé	Synthèse protéique importante : anticorps anti Ag

6) Grâce aux Ig de surface, les LB sont capables de reconnaître et de fixer l'Ag

Les LT4 sont sélectionnés au contact des macrophages (CPAg). Grâce à leur récepteur TCR, les LT4 sont capables d'identifier les déterminants antigéniques de l'Ag associés aux protéines du CMH.

Lors de la présentation de l'Ag, le macrophage sécrète l'IL1 qui active les LT4 induisant la sécrétion de l'IL2. Celle-ci assure l'activation de tous les lymphocytes spécifiques de l'antigène Ag (les LT4 eux-mêmes et les LB).

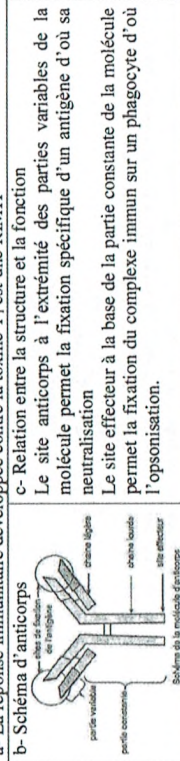
Cette activation se manifeste par la prolifération des LB et leur différenciation en plasmocytes sécrétant une quantité d'anticorps anti Ag.

**Exercice N°13 (Bac 2018 Contrôle : Deuxième partie)**

1) L'observation microscopique montre différents types d'anticorps dont certains forment un complexe AC-T1 (= Ac-Ag)

a- La réponse immunitaire développée contre la toxine T1 est une RIMH

b- Schéma d'anticorps



2) Analyse

**Expérience 2** : absence de complexe Ag-Ac dans le liquide donc le sérum prélevé de S1 ayant reçu des cellules de thymus (LT) de S2 ne contient pas d'anticorps anti-toxine T1.

**Expérience 3** : présence de quelques complexes Ag-Ac dans le liquide donc le sérum prélevé de S2 ayant reçu des cellules de la moelle osseuse (LB) de S2 contient une faible quantité d'anticorps anti-toxine T1.

**Expérience 4** : présence de plusieurs complexes Ag-Ac dans le liquide donc le sérum prélevé de S3 ayant reçu des cellules de thymus (LT) et de la moelle osseuse (LB) de S2 contient une quantité importante d'anticorps anti-toxine T1.

a- La condition d'une production importante d'anticorps anti-toxine T1 : présence simultanée de cellules immunitaires de thymus et de la moelle osseuse

b- Identification des cellules : lymphocyte B et T

Origine : moelle osseuse

Lieu de maturation : moelle osseuse pour les LB et thymus pour les LT.

# Résumé du cours

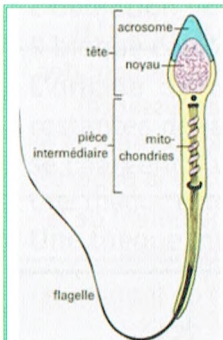
## I/ La fonction reproductrice masculine

### Les fonctions testiculaires

Fonction exocrine	Fonction endocrine
↳ la spermatogenèse = la production des spermatozoïdes dans les tubes séminifères	↳ la production d'une hormone sexuelle mâle (= la testostérone) à partir des cellules de Leydig et son évacuation dans le sang
La structure responsable : le tube séminifère	La structure responsable : le tissu interstitiel

Les cellules de Sertoli (2n) (lignée somatique) jouent un rôle de nutrition, de soutien et de sécrétion.

### ❖ Structure de spermatozoïde



#### Particularités cytologiques :

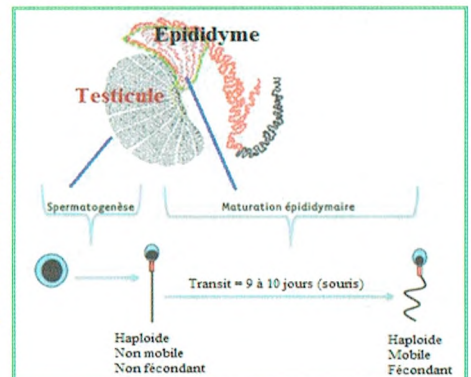
- Cellule pauvre en cytoplasme, de forme allongé et mobile grâce à un flagelle
- La tête renferme un noyau dense coiffé par un acrosome intervenant au moment de la fécondation
- La pièce intermédiaire renferme des mitochondries fournissant de l'énergie chimique (=ATP)

Particularités chromosomiques : un noyau haploïde à  $n = 23$  chromosomes simples :  $n = 22 + X$  ou  $n = 22 + Y$

### ❖ Relation entre structures et fonctions (rôles physiologiques)

Structures	Fonctions
Pauvre en cytoplasme	Facilite la mobilité
Présence de flagelle et forme allongé	Assure la mobilité
Présences des mitochondries	Production de l'énergie nécessaire à la mobilité
Des protéines membranaires	Assure la reconnaissance des gamètes
Noyau haploïde	Transfère la moitié de l'information génétique à l'origine de l'œuf
Présence d'acrosome	Assure la perforation (l'hydrolyse) de la zone pellucide

Chez l'homme la spermatogenèse est un phénomène contenu et dure 74 jours, elle comporte 4 phases : multiplication, accroissement, maturation (méiose) et différenciation ou spermiogénèse. Au niveau de l'épididyme, les spermatozoïdes commencent à être mobiles, ils acquièrent aussi leurs pouvoirs fécondants : c'est-à-dire la **capacitation** (⇔ l'aptitude à être reconnue par le gamète femelle ⇔ Acquisition des protéines membranaires qui permettent la reconnaissance du gamète femelle) et ils se recouvrent par une gaine protéique qui les protège dans les voies génitales femelles.



## Résumé du cours

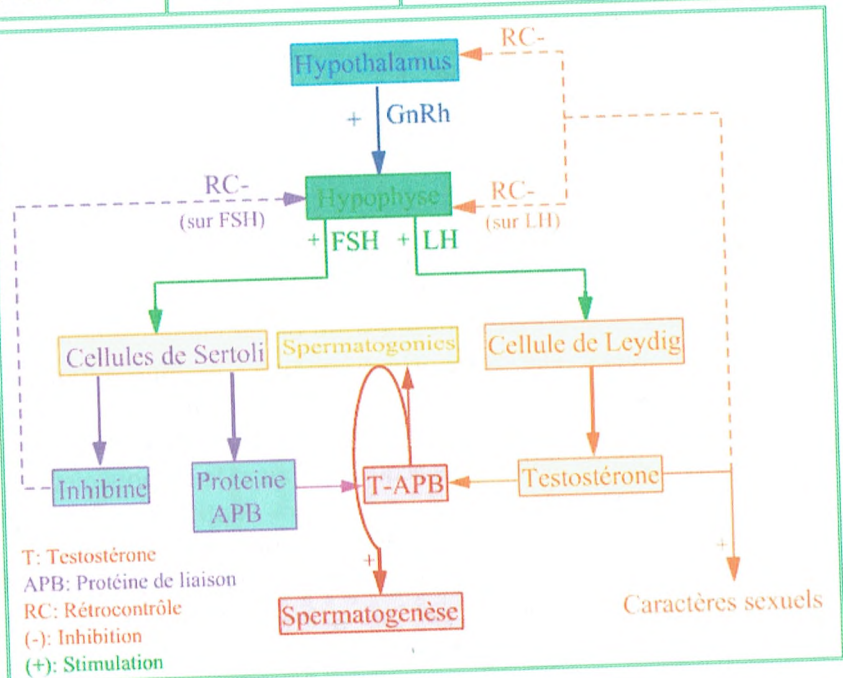
Substances chimiques	Natures	Organes sécréteurs	Organes cibles (Cellules cibles)	Actions
<b>GnRH</b>	Neuro hormone	Hypothalamus	Hypophyse	Stimule la sécrétion de FSH et LH
<b>LH</b>	Hormone	Hypophyse	Cellule de Leydig	Stimule la sécrétion de testostérone
<b>FSH</b>	Hormone	Hypophyse	Cellule de Sertoli	Stimule la sécrétion d'une hormone (inhibine) et la sécrétion d'une protéine (APB)
<b>Testostérone</b>	Hormone	Cellule de Leydig (testicule)	Complexe H-H	Exerce un RC (-) en freinant la sécrétion de GnRH et LH
			Cellules responsables des caractères sexuels	Stimule le développement des CSP (avant la naissance) Stimule le développement et le maintien des CSS (à la puberté)
			Cellules germinales	Stimule le déroulement de la spermatogenèse
<b>Inhibine</b>	Hormone	Cellule de sertoli (testicule)	Hypophyse	Exerce un RC (-) en freinant la sécrétion de FSH
<b>APB</b>	Protéine	Cellule de sertoli (testicule)	Cellules germinales	Activation de la spermatogenèse par la formation d'un complexe T-APB

### Remarque

Chaque pulse de GnRH correspond une pulse de LH mais après un léger retard, De même pour LH et testostérone, donc la GnRH stimule la sécrétion de LH qui stimule la sécrétion de la testostérone

### Conclusion :

La neuro hormone GnRH, la FSH et la LH sont sécrétées d'une façon **pulsatiles** ; Il existe une relation de **causalité**



## Résumé du cours

### II/ La fonction reproductrice féminine

#### Les fonctions ovariennes

Fonction exocrine	Fonction endocrine
↳ l'ovogénèse = la production des ovocytes, d'une manière cycliques, tous les 28 jours, à partir de la puberté et jusqu'à la ménopause	↳ la production cyclique d'hormones sexuelles : les œstrogènes et la progestérone à partir de la puberté et jusqu'à la ménopause

**La folliculogénèse :** c'est l'évolution des follicules à partir d'un stade initial (follicule primordial) jusqu'à un follicule mûr ou de Graaf

**L'ovulation :** c'est l'éclatement d'un follicule mûr et expulsion du gamète femelle (=ovocyte II bloqué en M II) vers le pavillon

**L'origine du corps jaune :** Le corps jaune provient de follicule mûr éclaté : les cellules restantes de la granulosa et de la thèque interne se multiplient. Les cellules de la granulosa se chargent d'un pigment lipidique jaune appelés lutéines.

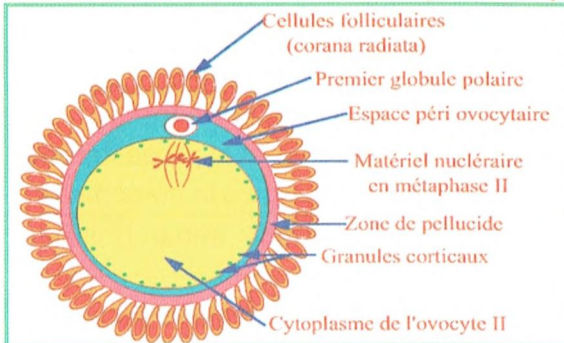
Une thèque externe est formée de cellules aplaties et de fibres conjonctives (rôle protectrice).

Une thèque interne est formée de cellules glandulaires (rôle sécrétrices hormonales).

Follicules	Gamète femelle	Zone pellucide	Cellules folliculaires	Cavité folliculaire	Thèque interne	Thèque externe
<b>Follicule primordial</b>	Ovocyte I	-	Quelques cellules folliculaires aplaties	-	-	-
<b>Follicule primaire</b>	Ovocyte I	-	Une seule couche	-	-	-
<b>Follicule secondaire</b>	Ovocyte I	+	Plusieurs couche appelée granulosa	-	Non différencié	Non différencié
<b>Follicule tertiaire ou cavitaire</b>	Ovocyte I	+	Plusieurs couche appelée granulosa	Quelques cavités dans le granulosa	Bien différencié	Bien différencié
<b>Follicule mûr ou de Graaf</b>	Ovocyte I Ou Ovocyte II	+	Plusieurs couche appelée granulosa	Une seule cavité très grande appelée antrum	Bien différencié	Bien différencié
<b>Follicule rompu</b>	-	-	Plusieurs couche appelée granulosa	-	Bien différencié	Bien différencié

## Résumé du cours

### ❖ Gamète femelle = ovocyte II bloqué en métaphase II



- \* Le gamète femelle est de forme sphérique, immobile, volumineuse et de structure complexe (constituée de plusieurs types de cellules)
- \* Le cytoplasme de l'ovocyte II est riche en substance nutritive appelée (vitellus).
- \* Le cytoplasme de l'ovocyte II contient des granules corticaux intervenant au moment de la fécondation.

### ❖ Comparaison avec gamète mâle

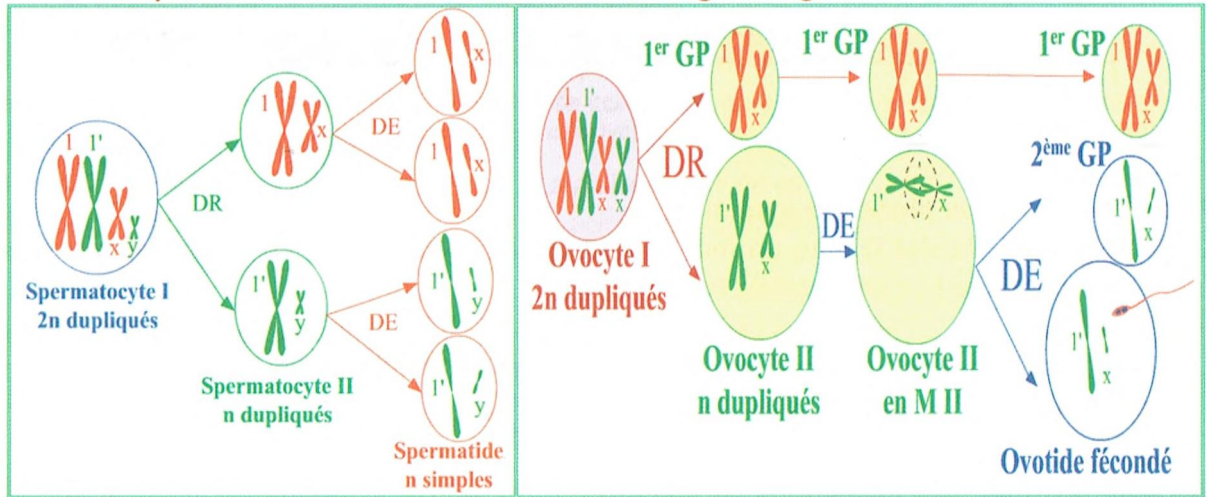
		Gamète mâle	Gamète femelle
<b>Points communs</b>		Cellule sexuelle haploïde porte chacun la moitié de l'information génétique	
<b>Points différents</b>	<b>Forme</b>	Allongée	Sphérique
	<b>Taille</b>	Petite	Grande
	<b>Réserve</b>	Pauvre	Riche
	<b>Mobilité</b>	Mobile	Immobile
	<b>Survie</b>	3 à 5 jours	2 jours
	<b>Nombre produit</b>	60 $10^6$ par éjaculat	1 seul par cycle
	<b>Cytoplasme</b>	Pauvre	Riche
	<b>Maturation</b>	Mature	Immature
<b>Particularité chromosomique</b>		Un noyau haploïde à $n = 23$ chromosomes simples $n = 22 + X$ ou $n = 22 + Y$	Un noyau haploïde à $n = 23$ chromosomes dupliqués $n = 22 + X$

### ❖ Comparaison avec la spermatogenèse

	Ovogenèse	Spermatogenèse
<b>Temps</b>	Avant la naissance, de la puberté à la ménopause et après fécondation ⇒ phénomène dis contenu	De la puberté à la mort ⇒ phénomène contenu
<b>Lieu</b>	Ovaire fœtal, ovaire adulte, trompe	Tube séminifère
<b>Multiplication</b>	Terminé avant la naissance	Très active à partir de la puberté
<b>Accroissement</b>	Accroissement très marqué	Accroissement peu marqué
<b>Maturation</b>	Méiose dis contenue avec 2 blocages (PI et MII), donne un seul ovule	Méiose contenue sans blocage, donne 4 spermatides
<b>Différenciation</b>	Pas de différenciation	Différenciation

## Résumé du cours

### ❖ Comparaison de la maturation au cours de la gamétogénèse



### ❖ Relation entre structures et fonctions (rôles physiologiques)

Structures	Fonctions
Cytoplasme abondant	Abondances substances de réserve (vitellus)
Vitellus abondant	Nutrition de l'embryon
Un noyau haploïde	Transfère la moitié de l'information génétique à l'origine de l'œuf
Granules corticaux	Assure la pénétration d'un seul spermatozoïde : monospermie

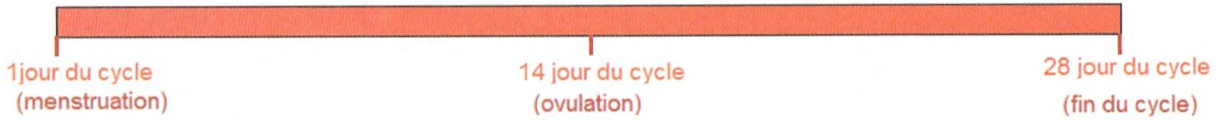
### ❖ Ovogénèse et spermatogénèse

Particularités	Schémas d'ovogénèse	Les étapes	Schémas de spermatogénèse	Particularités
Elle se déroule seulement pendant la vie embryonnaire et ne reprend jamais	Ovogonies 2n ch 	<b>Multiplication</b>	Spermatogonies 2n ch 	Elle se déroule d'une façon continue jusqu'à la fin de la vie
Accroissement important	Ovocyte I 2n ch 	<b>Accroissement</b>	Spermatocyte I 2n ch 	Accroissement faible
Méiose discontinue avec 2 blocages (PI et MII), donne un seul ovule ou ovotide	Ovocyte II et 1 <sup>ère</sup> GP n ch dupliqués  Ovotides et 2 <sup>ème</sup> GP n ch simples 	<b>Maturation</b>	Spermatocyte II n ch dupliqués  Spermatides n ch simples 	Méiose continue donnant 4 spermatoïdes
		<b>Différenciation</b>	Spermatozoïdes n ch simples 	Transformation des spermatoïdes en SPZ

## Résumé du cours

### III/ Le cycle sexuel de la femme et sa régulation

#### Cycle sexuel



#### 1. Le cycle ovarien

##### Phase folliculaire ou phase pré ovulation

Croissance des follicules III mais un seul devient un follicule mûr à la fin de cette phase. Les autres se dégèrent : **c'est l'atrésie folliculaire**

##### Phase ovulatoire

Le follicule mûr éclate et expulse l'ovocyte II bloqué en métaphase II dans le pavillon.

##### Phase lutéale ou lutéinique ou post ovulatoire

Formation du corps jaune à partir du follicule rompu.

S'il n'y a pas fécondation le corps jaune régresse à la fin du cycle ; **c'est un corps jaune cyclique**

S'il y a fécondation le corps jaune persiste et se développe davantage pendant les 1<sup>er</sup> mois de la grossesse ; **c'est un corps jaune gestatif**

**Remarque** : la phase lutéale est toujours constante est égale 14 jours

#### 2. Le cycle utérin

##### a) cycle d'endomètre

##### ➤ Phase menstruelle [j1 → j5]

Elle correspond à la **destruction partielle** de la partie supérieure de l'endomètre.

##### ➤ La phase post menstruelle ou phase de prolifération] j5 → j14]

Elle est caractérisée par un accroissement de l'endomètre, une prolifération des vaisseaux sanguins, et un développement des glandes en tubes.

##### ➤ Phase pré menstruelle ou phase sécrétoire] j14 → j28 [

Elle est caractérisée par un accroissement maximum de l'endomètre, un spiralisation des vaisseaux sanguins et une ramification des glandes en tubes qui deviennent plus sinueuses et secrétant de mucus riche en glycogène. Au 21<sup>ème</sup> jour du cycle, la muqueuse prend un aspect favorable à la nidation : c'est la **dentelle utérine**.

	Cycle non fécondant (pas de nidation)	Cycle fécondant (il y a nidation)
Evolution du corps jaune à la fin du cycle	Régression du corps jaune	Persistance du corps jaune
Evolution de l'endomètre à la fin du cycle	Régression de l'endomètre	Persistance de l'endomètre
Conséquence sur le cycle utérin	Nouveau cycle déclenché par la présence de la menstruation	Blocage du cycle remarqué par l'absence de la menstruation

## Résumé du cours

### b) Cycle de myomètre

Le myomètre ne subit pas de modification structurale.

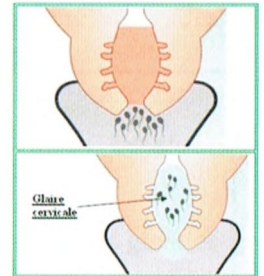
Pendant la phase folliculaire, le myomètre se contracte d'une façon rythmique

Pendant la phase lutéale, le myomètre ne se contracte plus : on parle de silence utérin

### c) Cycle de la glaire cervicale

**Pendant la phase folliculaire et lutéale :** La glaire cervicale est **dense, épais**, de maillage **serré** et de PH **neutre ou acide faible**. ⇒ elle est **impermeable** aux SPZ

**Pendant la phase ovulatoire :** La glaire cervicale est **claire, filante**, de maillage **lâche** et de PH **alcalin** ⇒ elle est **perméable** aux SPZ



### 3. Cycle thermique

Durant **la phase folliculaire** la température corporelle est inférieure à 37°C (entre 36.5 et 37)

Durant **la phase lutéinique** la température est supérieure à 37°C (entre 37 et 37.5)

**Remarque :** Le jour de l'évolution correspond à une **augmentation de la température** en passant de 36,5 à 37,5.

### 4. Déterminisme hormonal de la menstruation ou le rôle des hormones ovariennes dans la menstruation

À la fin du cycle, et en absence de fécondation, la régression du corps jaune entraîne une chute des taux des hormones ovariennes, ce qui déclenche la menstruation.

### 5. Déterminisme hormonal de l'ovulation ou le mécanisme de l'ovulation

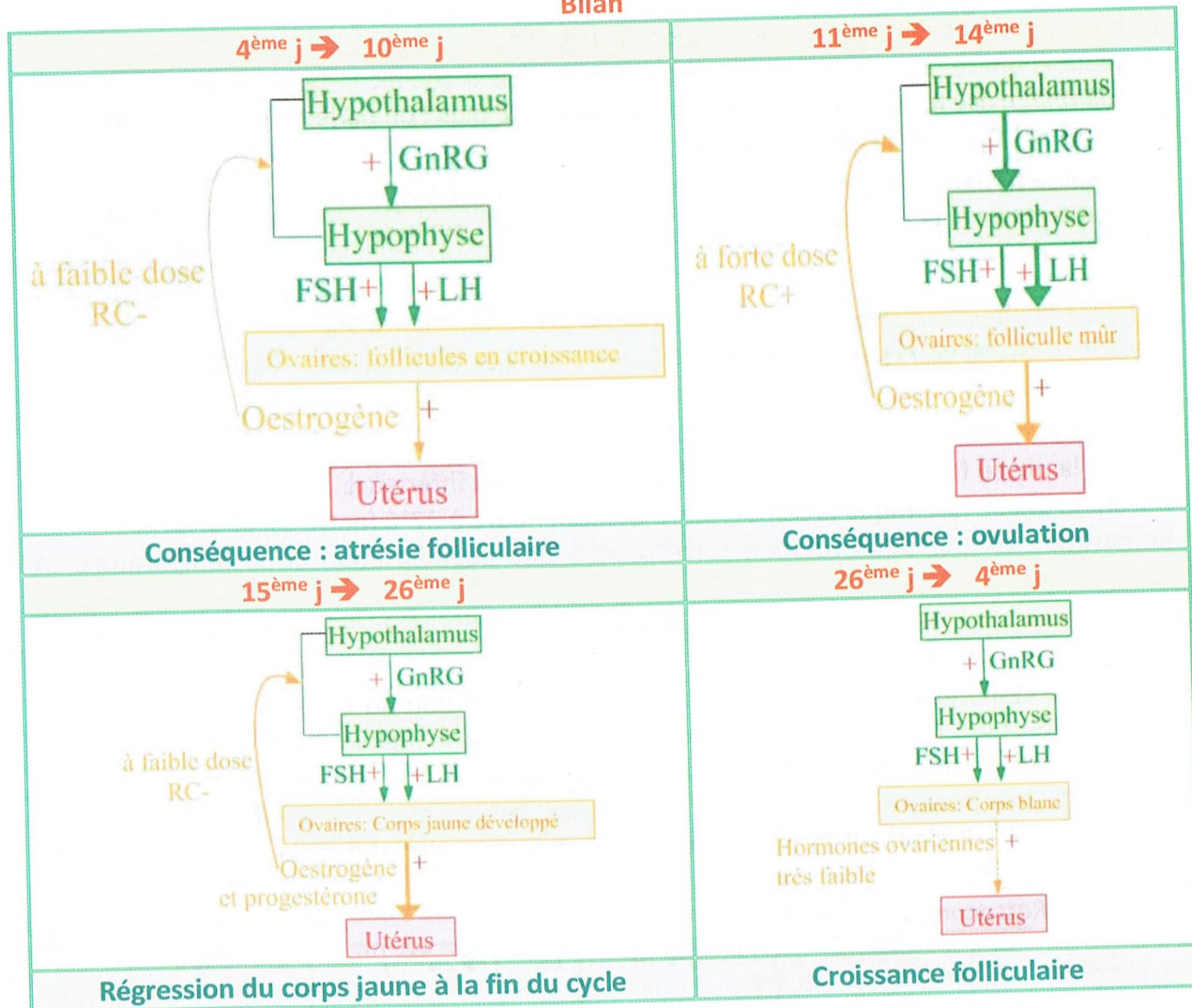
Le follicule mûr sécrète une forte des œstrogènes, ces derniers exercent un RC (+) sur le complexe H-H en stimulant la sécrétion de FSH et surtout de LH (pic de FSH et un pic très important de LH). Ces pics déclenchent l'ovulation

#### ❖ Rétrocontrôle ovarien

Dates	4 <sup>ème</sup> j → 10 <sup>ème</sup> j	11 <sup>ème</sup> j → 14 <sup>ème</sup> j	15 <sup>ème</sup> j → 26 <sup>ème</sup> j	26 <sup>ème</sup> j → 4 <sup>ème</sup> j
Rétrocontrôle	RC (-)	RC (+)	RC (-)	Levée de l'inhibition
Justifications	Le taux des Œstrogènes est faible	Le taux des Œstrogènes est fort	Les taux des Œstrogènes et surtout de la <b>progestérone</b> sont forts	Très faible dose des hormones ovariennes
Conséquences sur le complexe H-H	Freine la sécrétion de GnRH, LH et FSH	Stimule la sécrétion de GnRH, LH et FSH	Freine la sécrétion de GnRH, LH et FSH	Levée de l'inhibition sur la sécrétion de GnRH, LH et FSH
Conséquences sur le cycle ovarien	Atrésie folliculaire	Ovulation	Régression du corps jaune à la fin du cycle	Stimule le folliculogénèse

# Résumé du cours

## Bilan



Substances chimiques	Organes sécréteurs	Organes ou cellules cibles	Actions ou effets
<b>GnRH (neurohormone)</b>	Hypothalamus	Hypophyse	Stimule la sécrétion de gonadostimulines FSH et LH
<b>LH (hormone)</b> Pic très important juste avant l'ovulation (entre 13 et 14)	Hypophyse	1/ Ovocyte	1/ Stimule la reprise de la méiose de l'ovocyte I en ovocyte II.
		2/ follicule mûr	2/ En synergie avec la FSH déclenche l'ovulation (pic de LH)
		3/ follicule rompu	3/ Permet la transformation du follicule rompu en corps jaune.

## Résumé du cours

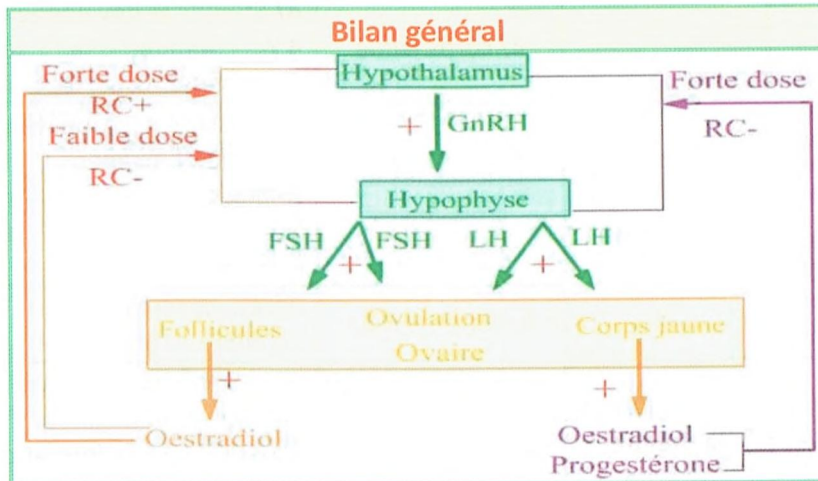
		4/ corps jaune	4/ Stimule le développement 4'/ Stimule la sécrétion des œstrogènes et surtout la progestérone
<b>FSH (hormone)</b> Pic moins important juste avant l'ovulation	<b>Hypophyse</b>	1/ follicules en croissances	1/ Assure le développement des follicules ovariens : <b>hormone de folliculogénèse.</b> 1'/ Stimule la sécrétion des œstrogènes
		2/ follicule mûr	2/ En synergie avec la LH déclenche l'ovulation (pic de FSH)
<b>Oestrogènes (hormone)</b> Pic très important en 12 <sup>ème</sup> j et un pic moins important en 21 <sup>ème</sup> j (secrétés durant tout le cycle)	1/ follicules et la thèque interne (1 <sup>er</sup> j à 14 <sup>ème</sup> j)  2/ corps jaune (cellule thécales) (14 <sup>ème</sup> j à 28 <sup>ème</sup> j)  3/ placenta (Pendant la gestation)	1/ endomètre	1/ Stimulent l'accroissement de l'endomètre 1'/ Stimulent la formation des glandes en tube 1''/ Sensibilisent les cellules de l'endomètre à l'action de la progestérone.
		2/ myomètre	2/ Stimulent les contractions
		3/ col de l'utérus	3/ Stimulent la sécrétion d'une glaire perméable aux spermatozoïdes
		4/ Cellules cibles de caractères sexuels	4/ Assurent le développement et le maintien des caractères sexuels secondaires.
		5/ Complexe H- H	5/ À faible dose RC(-) 5'/ À forte dose RC(+)
<b>Progestérone (hormone)</b> Nul pendant la phase folliculaire et un pic très important au milieu de la 2 <sup>ème</sup> phase	1/ corps jaune (cellules lutéales) (14 <sup>ème</sup> j à 28 <sup>ème</sup> j)  2/ placenta (Pendant la gestation)	1/ Endomètre ou muqueuse utérine	1/ Assurent la formation de la dentelle utérine. 1'/ Stimule la sécrétion de mucus et de glycogène par les glandes en tube.
		2/ Myomètre ou muscle utérin	2/ Inhibe les contractions ⇒ Silence utérin
		3/ Col de l'utérus	3/ Stimule la sécrétion d'une glaire imperméable aux spermatozoïdes
		4/ Complexe H- H	4/ RC (-)

⇒ La progestérone est une hormone gestative : c'est l'hormone de la mère

⇒ Les œstrogènes sont des hormones sexuelles féminisantes, elles sont responsables de l'apparition, développement et maintien des CSS ; ce sont des hormones de la femme

⇒ La GnRH, la FSH et la LH sont sécrétées d'une façon pulsatile ⇒ Il existe une relation de causalité

## Résumé du cours



### IV/ La procréation

1. **La fécondation** est la fusion d'un spermatozoïde et d'un ovocyte II bloqué en MII aboutissant à la formation d'une cellule œuf (Zygote) diploïde
2. **Les conditions de la fécondation sont :**
  - Un sperme normal : volume (3ml), pH (7 et 8), nombre (60 millions/ml), mobilité, etc....
  - Des spermatozoïdes capotés (épididyme et dans les voies génitales de la femme)
  - Rapport sexuel pendant la période de fécondité femelle (Date d'Ovulation - 3, DO +2)
  - Une glaire cervicale perméable aux spermatozoïdes (aspect clair, pH alcalin)



Un ovocyte fécondable (ovocyte II bloqué en M II)

### 3. Les étapes de fécondation

#### a) Rencontre des gamètes

Les spermatozoïdes entourent le gamète femelle et engagent dans les cellules folliculaires de la corona radiata. Ces cellules se rétractent et les spermatozoïdes sont piégés entre ces cellules : **c'est le phénomène de piégeage**

#### b) Reconnaissance et pénétration d'un spermatozoïde

##### ❖ Réaction de reconnaissance

Le spermatozoïde se fixe sur des récepteurs spécifiques de la zone pellucide grâce à leurs protéines membranaires : **c'est la réaction de reconnaissance**

##### ❖ Réaction acrosomique

La reconnaissance déclenche **la réaction acrosomique** : l'acrosome libère son contenu enzymatique qui hydrolyse localement la zone pellucide.

## *Résumé du cours*

La fusion des membranes plasmiques des deux gamètes permet la pénétration du noyau et de centriole proximal de spermatozoïde dans le cytoplasme ovocytaire.

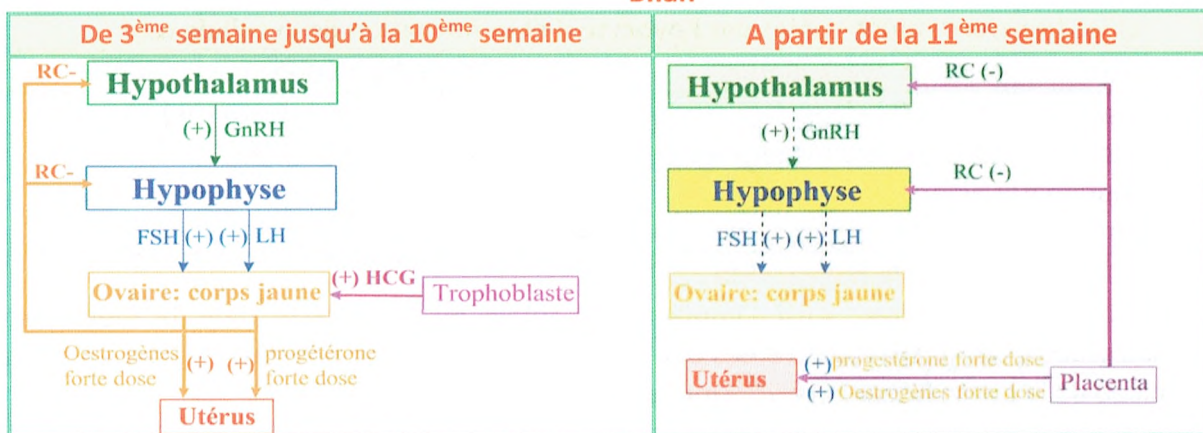
### **c) les transformations subies par l'ovocyte II et la formation de la cellule œuf**

<b>Transformations cytologiques</b>	<b>Transformations nucléaires</b>
1) La réaction corticale (blocage de polyspermie ou assure la monospermie)	1) Achèvement de la méiose (DE)
2) Formation des asters	2) Formation des pronucléi
3) Synthèse de protéines	3) Rapprochement des pronucléi
	4) Fusion de deux pronucléi ou caryogamie

## Résumé du cours

Type de RC	RC (-) puis RC (+)	RC (-)	RC (-)
------------	--------------------	--------	--------

### Bilan



### 5. La contraception chimique

#### ❖ Définition

La contraception est l'infécondité volontaire et temporaire assurée par l'emploi d'une méthode contraceptive à fin d'espacer ou d'éviter les naissances non désirées.

#### ❖ Composition chimique de la pilule combinée

La pilule combinée contient des hormones ovariennes de synthèses (non naturelles)

#### ❖ Mode d'emploi

La femme absorbe une pilule par jour durant 21 jours (à partir du 1<sup>er</sup> jour du cycle) puis elle s'arrête durant 7 jours

#### ❖ Mode d'action

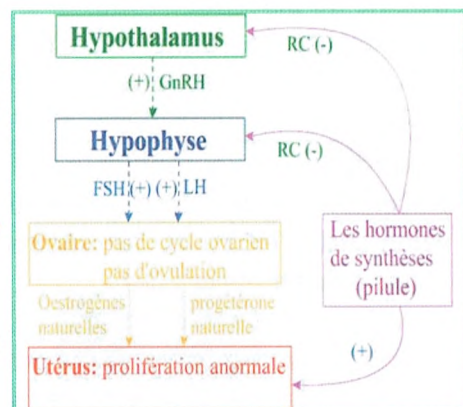
Les hormones de synthèses contenues dans la pilule combinée agissent à deux niveaux:

**Au niveau du complexe H-H :** Action négative (RC -) sur le complexe H-H ⇒ blocage de sécrétion des gonadostimulines (FSH et LH) ⇒ blocage du cycle ovarien ⇒ une action anti-ovulatoire.

**Au niveau de l'utérus :** Action positive mais un développement anormal de l'endomètre qui devient défavorable à la nidation. ⇒ Une action anti-nidatoire.

#### ❖ Comparaison entre un cycle normal et un cycle sous pilule combinée

	Cycle normal	Cycle sous pilule
Taux des hormones hypophysaires	Variation cyclique	Un taux presque nul
Taux des hormones ovariennes	Variation cyclique	Un taux presque nul
Cycle ovarien	Normal	Blocage du cycle
Cycle utérin	Normal	Développement anormal
Menstruation	Présence de la menstruation	



## Résumé du cours

- ❖ L'arrêt de la prise des pilules après 21 jours, entraîne une chute du taux sanguin des hormones de synthèses, d'où la menstruation comme dans un cycle normal.
- ❖ Le maintien des CSS est assuré par les pilules combinées
- 6. La procréation médicalement assistée PMA**
- ❖ **Les causes de stérilité**

Les causes de stérilité masculine	Les causes de stérilité féminines
<b>Sperme anormal</b>	<b>Stérilité immunologique</b>
<b>Azoospermie</b> : Absence des spermatozoïdes	Présence des anticorps contre les spermatozoïdes
<b>Oligospermies</b> : Faible taux des spermatozoïdes	
<b>Téatospermie</b> : Faible taux des spermatozoïdes typiques	
<b>Asthénospermie</b> : Des spermatozoïdes peu mobiles	
<b>Stérilité mécanique</b>	
Obstruction des canaux différents	Obstruction des trompes,
<b>Stérilité hormonale</b> : Des troubles de sécrétion hormonale	
GnRH, LH, FSH, testostérone	GnRH, LH, FSH, œstrogènes, progestérone
<b>Mutation chromosomique</b> : trisomie 21	
Cryptorchidie	Glaire cervicale anormale

### a) La FIVETE : Fécondation In Vitro Et le Transfert d'Embryon.

**Les causes :** **Chez la femme** : Obstruction de l'oviducte ou Présence d'anticorps anti-SPZ  
**Chez l'homme** : Oligospermie

#### ✓ Les étapes :

1. Injection de substances analogues à la FSH ou à la GnRH
2. Prélèvement des ovocytes
3. Traitement du sperme : capacitation et sélection des spermatozoïdes
4. Mise en contact des gamètes dans un milieu de culture à 37°C.
5. Maintien en culture des œufs pendant 48 heures.
6. Sélection des embryons ayant atteints les stades 2 et 4 cellules.
7. Transfert de (ou des) l'embryon(s) dans la cavité utérine de la femme

## II/Résumé de génétique

### 1. Génétiques diploïdes

- Comparaison entre deux gènes liés et deux gènes indépendants

	Des gènes dont les loci sont situés sur des chromosomes non homologues: gènes indépendants	Des gènes dont les loci sont situés sur des chromosomes homologues: gènes liés avec linkage partiel
<b>Représentation chromosomique</b>	 2n = 4	 2n = 2

## Résumé du cours

<b>Formation des gamètes</b>	<b>Mécanisme</b>	Le brassage inter chromosomique : ségrégation aléatoire et indépendante des chromosomes homologues	Le brassage intrachromosomique : des échanges de fragments de chromatides non sœurs, donc des échanges d'allèles
	<b>Moment</b>	En anaphase I (DR)	En prophase I (DR)
	<b>Conséquences</b>	Une diversité des gamètes	
	<b>% des gamètes</b>	4 gamètes de même % ( $\frac{1}{4}$ $\frac{1}{4}$ $\frac{1}{4}$ $\frac{1}{4}$ )	2 gamètes parentaux majoritaires >50%
<b>F1</b>		100% hybrides : la 1 <sup>ère</sup> loi de Mendel est vérifiée	
<b>F2 avec dominance absolue</b>		4 phénotypes au $16^{\text{ème}}$ 2 phénotypes parentaux : $\frac{9}{16}$ et $\frac{1}{16}$ 2 phénotypes recombinés : $\frac{3}{16}$ et $\frac{3}{16}$  2 <sup>ème</sup> et 3 <sup>ème</sup> loi de Mendel sont vérifiées	4 phénotypes différents au $16^{\text{ème}}$ 2 phénotypes parentaux majoritaires >50% = $(1-p)$ 2 phénotypes recombinés minoritaires < 50% = $p$ NB : cas de drosophiles $[Ab]x [aB]$ ; on obtient 3 phénotypes $\frac{1}{4} [Ab]$ $\frac{1}{2} [AB]$ $\frac{1}{4} [aB]$ Exception à la 3 <sup>ème</sup> loi de Mendel
<b>Test cross : F1 x double récessif</b>		4 phénotypes au $\frac{1}{4}$ 2 phénotypes parentaux = $\frac{1}{2}$ 2 phénotypes recombinés = $\frac{1}{2}$	4 phénotypes différents au $\frac{1}{4}$ 2 phénotypes parentaux majoritaires : $1-p > 50\%$ 2 phénotypes minoritaires $p < 50\%$

## Résumé du cours

**Remarques :** Chez la drosophile mâle, il ne se déroule jamais de crossing-over

Si  $P = 0\%$ , les deux gènes sont liés avec linkage absolu



Si  $0\% < P < 50\%$ , les deux gènes sont liés avec linkage partiel

**Distance entre deux gènes liés :**

**$D(g_1 g_2) = p = \% \text{ de phénotypes recombinés} = \% \text{ de gamètes recombinés} : (\text{unité centi-Morgan})$**

### 2. Génétique humaine

#### a) Transmission des anomalies génétiques.

Hérédité	Autosomale	Liée à X	
<b>Récessive</b>	L'anomalie affecte les deux sexes. Si deux parents sains ont un enfant <b>atteint</b> , ils sont obligatoirement <b>hétérozygotes</b> , l'enfant malade est homozygote	L'anomalie affecte fréquemment le sexe masculin. Toute <b>fille atteinte</b> provient obligatoirement d'un <b>père atteint</b> et une mère hétérozygote (ou atteinte). Une <b>mère atteinte</b> donne tous ses <b>fils atteints</b> . Un couple sain peut donner des garçons <b>atteints</b> , il suffit que la mère soit <b>hétérozygote</b>	
<b>Dominante</b>	L'anomalie affecte les deux sexes. Un enfant <b>atteint</b> a obligatoirement au moins <b>l'un des parents atteints</b> . D'où l'apparition de l'anomalie dans <b>chaque génération</b>	Un <b>garçon atteint</b> provient obligatoirement d'une <b>mère atteinte</b> . Un <b>père atteint</b> donne des <b>filles toutes atteintes</b>	

#### a) Transmission d'une anomalie liée au sexe portée par le chromosome Y

- Tel père, tel fils, (le père et tous ses fils ont de mêmes phénotypes)
- 100% des filles saines

#### b) Le diagnostic prénatal

Le diagnostic prénatal est effectué avant la naissance dans le cas des grossesses à risque.

##### • Les techniques du diagnostic prénatal

- a) Prélèvement du liquide amniotique ou amniocentèse à partir de la 17ème semaine de grossesse.
- b) Prélèvement du sang fœtal à partir de la 18ème semaine de grossesse.
- c) Prélèvement des villosités choriales (tissu fœtal) à partir de la 8ème semaine de grossesse.

## Résumé du cours

### • Recherches effectuées sur les prélèvements

- Réalisation de caryotype à partir des cellules embryonnaires et détection des aberrations chromosomiques. Exemple la trisomie 21
- Analyse biochimique des protéines, existant dans le sang fœtal, afin de détecter les gènes anormaux.
- Analyse de l'ADN fœtal dans le but de détecter les gènes anormaux

### III/ L'évolution biologique

#### 1) Les arguments

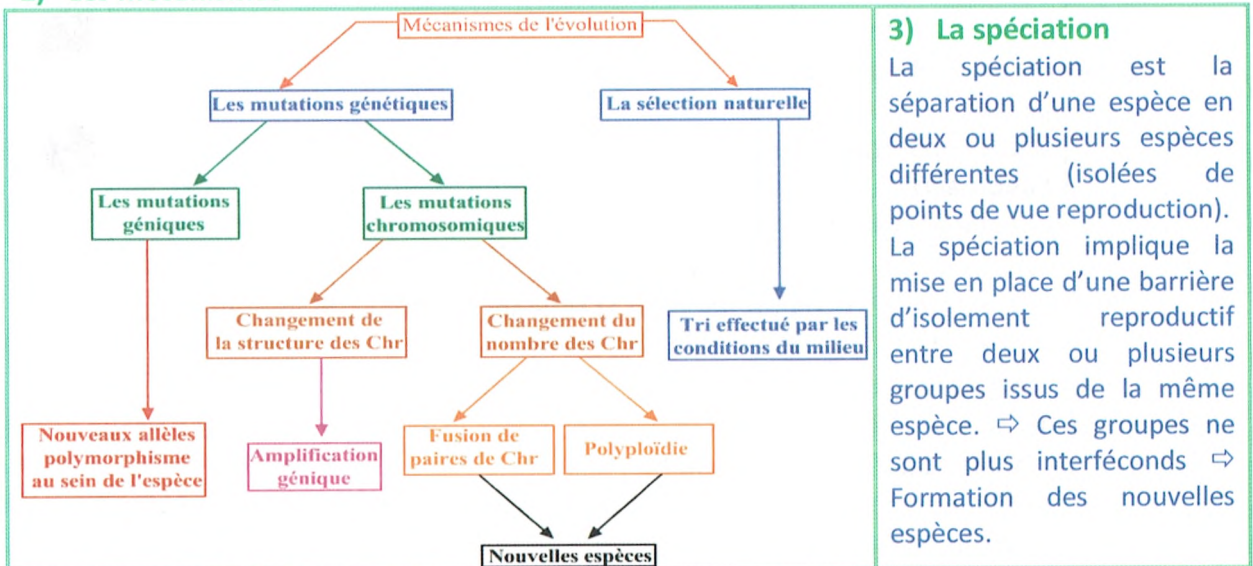
**Donnés anatomiques :** Cette homologie (similitude) anatomique est un indice de lien de parenté entre les différentes classes de vertébrés actuels, qui ont un ancêtre commun. Donc, tous ces vertébrés ont évolué à partir d'un type original aquatique (ancêtre commun = poisson)

**Donnés embryologiques :** On peut déduire que ces embryons sont homologues. Cette homologie plaide en faveur de lien de parenté entre les différentes classes de vertébrés actuels, qui ont un ancêtre commun. Donc, tous ces vertébrés ont évolué à partir d'un type original aquatique (= ancêtre commun : poisson).

**Donnés moléculaires :** Ces fortes ressemblances montrent que ces trois molécules sont homologues. Cette homologie plaide en faveur d'un lien de parenté entre ces espèces, et laisse supposer l'existence d'une molécule ancestrale codée par un gène ancestral existant chez un ancêtre commun

**Différence :** Ces différences entre ces molécules sont dues à des mutations géniques ayant affecté le gène ancestral.

#### 2) Les mécanismes

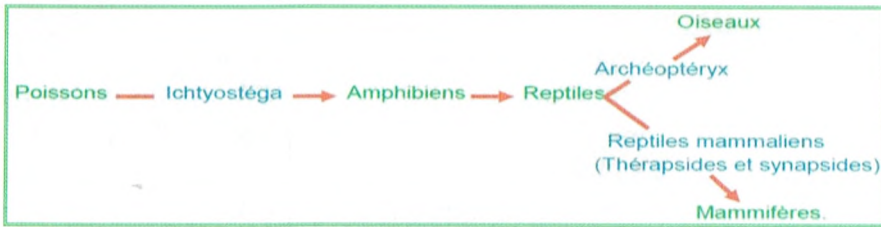


#### 3) La spéciation

La spéciation est la séparation d'une espèce en deux ou plusieurs espèces différentes (isolées de points de vue reproduction). La spéciation implique la mise en place d'une barrière d'isolement reproductif entre deux ou plusieurs groupes issus de la même espèce. ⇨ Ces groupes ne sont plus interféconds ⇨ Formation des nouvelles espèces.

**La théorie de l'évolution :** Tous les êtres vivants actuels sont provenus les uns des autres par des séries de transformations graduelles au cours des temps géologiques passés à partir d'un ancêtre commun.

## Résumé du cours



### IV/ La nature du message nerveux et la naissance du message nerveux

#### 1. Potentiel de repos

##### a) Définition

<p>Oscilloscope ddp = 0 mV R<sub>1</sub> R<sub>2</sub> Fibre nerveuse</p>	<p>Les électrodes réceptrices R1 et R2 sont à la surface ou à l'intérieur de la fibre, on enregistre une ddp nulle donc la surface de la fibre est <b>isopotential (même charge)</b></p>	<p>Oscilloscope p = -70 mV R<sub>1</sub> R<sub>2</sub> Fibre nerveuse</p>	<p>Si on introduit R1 dans un milieu intracellulaire et R2 reste à l'extérieur, on enregistre une ddp de l'ordre de -70 mV qui est stable et permanente en dehors de toute excitation. <b>C'est un potentiel de repos</b></p>
---	--	---	---

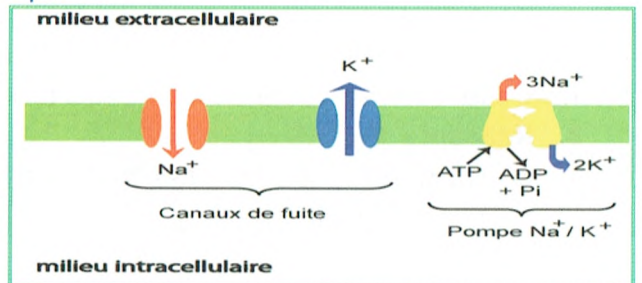
Le potentiel de repos est la ddp transmembranaire. Cette ddp est constante et de l'ordre -70 mV.  $\Rightarrow$  La fibre est chargée négativement à l'intérieur et positivement à la surface.

##### b) Origine ionique

PR est dû à une répartition inégale de ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$  de part et d'autre de la membrane. Cette répartition inégale des ions est expliquée par :

Transport passif ou diffusion : les ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$  diffusent à travers des canaux de fuite selon leur gradient de concentration ( $[+] \Leftrightarrow [-]$ )

Transport actif (pompe  $\text{Na}^+ / \text{K}^+$ ) : les ions passent contre le gradient de concentration ( $[-] \Leftrightarrow [+]$ )



#### 2. Potentiel d'action

##### a) Définition

Le potentiel d'action, signal électrique de la fibre nerveuse excitée, est une variation brève et passagère du PR au cours de laquelle le ddp passe brusquement de -70 à +30 mV et revient à sa valeur initiale.

##### b) Condition de naissance

Le PA ne prend naissance qu'à partir d'une intensité seuil pour laquelle le potentiel local atteint le seuil de potentiel (-50 mV)

## Résumé du cours

Courbe de potentiel d'action	Analyse de PA
	<p>Un potentiel d'action, Amplitude <b>100 mV</b> (de -70mV à 30mV)  <b>3 Phases</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Dépolarisation</li> <li>❖ Repolarisation</li> <li>❖ Hyperpolarisation</li> </ul> <p>Durée : 1 ms</p>
	<p><b>O</b> : artéfact de stimulation  <b>OA</b> : temps de latence  <b>ABC</b> : (-70mV <math>\Rightarrow</math> +30mV) : c'est la phase de dépolarisation :  <b>CDE</b> : (+30mV <math>\Rightarrow</math> -70mV) : c'est la phase de repolarisation  <b>EF</b> : (-70mV <math>\Rightarrow</math> -75mV <math>\Rightarrow</math> -70mV) : c'est la d'hyperpolarisation</p>

### c) Origine ionique

Le PA est expliqué par l'intervention de 2 types de CVD (CVD  $\text{Na}^+$  et CVD  $\text{K}^+$ ) :

Phase de dépolarisation	Phase de repolarisation	Phase d'hyperpolarisation
Ouverture de CVD $\text{Na}^+$ et entrée massive et passive des ions $\text{Na}^+$	Les CVD $\text{Na}^+$ se ferment alors que les CVD $\text{K}^+$ s'ouvrent, $\Rightarrow$ sortie massive et passive des ions $\text{K}^+$ .	Une ouverture prolongée des CVD $\text{K}^+$ , $\Rightarrow$ une sortie prolongée des ions de $\text{K}^+$

$\Rightarrow$  Les CVD  $\text{Na}^+$  s'ouvrent lorsque le potentiel atteint -50mV.

$\Rightarrow$  Les CVD  $\text{K}^+$  s'ouvrent lorsque le potentiel atteint +30mV.

$\Rightarrow$  Pendant et juste après un potentiel d'action (PA), la fibre est **inexcitable** quel que soit l'intensité de la stimulation, cette durée est appelée **période réfractaire**.

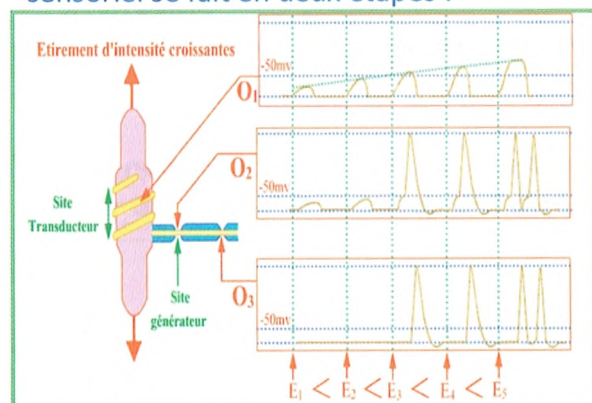
Intensité infraliminaire donne un potentiel local de ddp  $<$  à -50 mV

Intensité lumineuse (ou seuil) donne un potentiel local de ddp = à -50 mV  $\Rightarrow$  naissance d'un PA

Intensité supraliminaire donne un potentiel local de ddp = à -50 mV  $\Rightarrow$  naissance d'un PA

### 3. Naissance d'un PA

La conversion de l'énergie du stimulus en un message nerveux au niveau d'un récepteur sensoriel se fait en deux étapes :



**Au niveau du site transducteur** : (extrémité de la dendrite de la terminaison sensitive) : Sous l'effet de la stimulation, il y a modification du potentiel membranaire = légère dépolarisation locale = Potentiel de récepteur

**Au niveau du site générateur** : (1<sup>ère</sup> nœud de Ranvier) : Quand le potentiel de récepteur atteint le seuil de potentiel, un message prend naissance sous forme de PA.

## Résumé du cours

### 4. La transduction

La transduction sensorielle est la conversion de l'énergie (mécanique ou chimique ou thermique) du stimulus en énergie électrique = un message nerveux

### 5. Le codage du message nerveux au niveau d'un récepteur

Un message nerveux est :

- codé en modulation de fréquence (amplitude constante et fréquence variable)
- obéit à la loi de tout ou rien

### 6. La propagation du message nerveux

#### a) Calcul de la vitesse de propagation

$$V = \Delta d / \Delta t \text{ exprimé en m/s}$$

#### b) Facteurs de variation de la vitesse

La vitesse dépend de la température, du diamètre et de la nature des fibres.

#### c) La conduction du PA

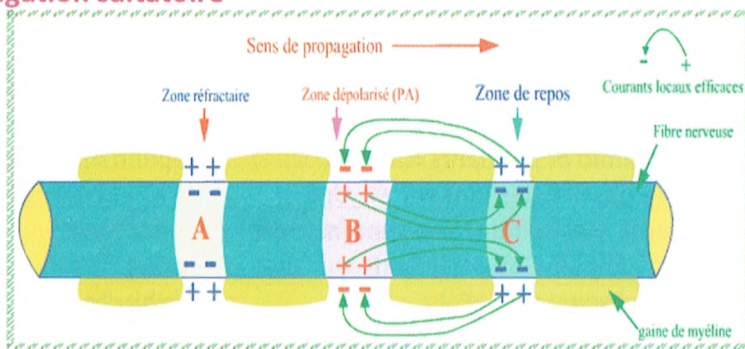
##### ➤ Mécanisme de propagation

La propagation (la conduction) dans une fibre nerveuse se fait par l'établissement des courants locaux : les charges positives intracellulaires de la zone dépolarisée sont attirés par les charges négatives de la zone voisine polarisée ce qui provoque la dépoliarisation de cette zone.

##### ➤ Modes de propagation

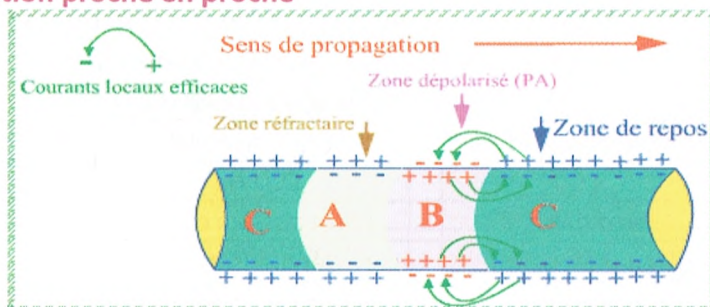
##### ❖ Propagation saltatoire

Dans le cas d'une fibre myélinisée, les CVD Na<sup>+</sup> et K<sup>+</sup> n'existent qu'au niveau des nœuds de Ranvier, la conduction se fait d'un nœud de Ranvier à un autre en sautant les segments myélinisés, la conduction est saltatoire ce qui permet une propagation plus rapide



##### ❖ Propagation proche en proche

Dans le cas d'une fibre amyélinisée, la conduction se fait de point en point, elle est dite continue ou de proche en proche vu que les CVD sont répartis sur toute la fibre nerveuse



## Résumé du cours

### ➤ La propagation est unidirectionnelle

La **zone réfractaire** empêche PA de retourner vers l'arrière, d'où la propagation du PA est unidirectionnelle

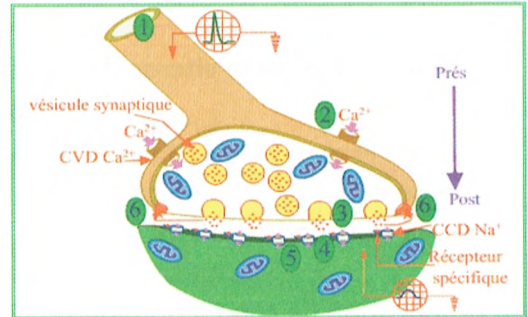
### La transmission synaptique et le circuit neuronique du réflexe myotatique

#### 1. La transmission synaptique et le rôle intégrateur des centres nerveux

La transmission synaptique se fait par intermédiaire du neurotransmetteur (= substance chimique) : c'est **une transmission chimique**.

Le sens de la transmission synaptique est **unidirectionnel** (du neurone pré synaptique vers neurone post synaptique). Ce sens est imposé par la structure de la synapse :

- 1/ Présence du neurotransmetteur dans le bouton pré synaptique
- 2/ Présence des récepteurs au niveau de la membrane post synaptique.



#### 2. Les étapes de la transmission synaptique

Synapse excitatrice	Synapse inhibitrice
<p>1/ Arrivé d'un (PA) au niveau du bouton pré synaptique</p> <p>2/ Ouverture de CVD <math>Ca^{2+}</math>, <math>\Rightarrow</math> l'entrée de <math>Ca^{2+}</math> dans le bouton pré synaptique</p> <p>3/ Ces ions <math>Ca^{2+}</math> déclenchent l'exocytose des vésicules pré synaptiques</p> <p>4/ Le neurotransmetteur libéré dans la fente synaptique se fixe sur des récepteurs spécifiques de la membrane post synaptique.</p>	<p>5/ La liaison neurotransmetteur inhibiteur - récepteur provoque l'ouverture des canaux ioniques chimio dépendants <math>K^+</math> et <math>Cl^-</math> (CCD <math>K^+</math> et CCD <math>Cl^-</math>) <math>\Rightarrow</math> la sortie de <math>K^+</math> et l'entrée de <math>Cl^-</math></p> <p>Une <b>légère hyperpolarisation</b> de la membrane post synaptique appelé <b>Potentiel Post Synaptique Inhibitrice (PPSI)</b></p>
<p>5/ La liaison neurotransmetteur excitateur - récepteur provoque l'ouverture des canaux ioniques chimio dépendants <math>Na^+</math> (CCD <math>Na^+</math>) <math>\Rightarrow</math> l'entrée passive des ions <math>Na^+</math> <math>\Rightarrow</math> Une <b>légère dépolarisation</b> de la membrane post synaptique appelé <b>Potentiel Post Synaptique Excitateur (PPSE)</b></p>	<p>6/ Le neurotransmetteur est rapidement éliminé soit par</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Recapture par neurone pré synaptique.</li> <li>➤ Dégradation par une enzyme spécifique se trouvant dans l'espace synaptique.</li> </ul>

#### ❖ Synapse excitatrice et synapse inhibitrice

	Synapse excitatrice	Synapse inhibitrice
<b>Neurotransmetteur</b>	Excitateur : Acétylcholine	Inhibiteur : GABA
<b>CCD</b>	CCD $Na^+$	CCD $K^+$ et CCD $Cl^-$
<b>Perméabilité</b>	Entré passive de $Na^+$	Entré passive de $Cl^-$ et sortie passive de $K^+$
<b>Signal électrique</b>	Légère dépolarisation $\Rightarrow$ PPSE	Légère hyperpolarisation $\Rightarrow$ PPSI

$\Rightarrow$  Un neurone pré synaptique ne synthétise qu'un **seul type** de neurotransmetteur.

## Résumé du cours

### 3. Intégration des messages au niveau du neurone postsynaptique

Le neurone post-synaptique a un rôle **intégrateur**, il intègre PPS et donne un PPS global

Cas d'une sommation spatiale	Cas d'une sommation temporelle
Lorsque <b>plusieurs</b> boutons sont excités en même temps.	Lorsqu' <b>un seul</b> bouton est excité de façon répétitive
Les PPSE <b>et/ou</b> PPSI s'additionnent en donnant un PPS global	les PPSE <b>ou</b> PPSI successifs s'additionnent en donnant un PPS global

#### Les différents types de canaux ioniques

Types de canaux	Lieu (x) d'existence	Condition d'ouverture	Conséquence d'ouverture
Canaux de fuite à Na <sup>+</sup>	Le long de la membrane de la fibre nerveuse	Toujours ouvert	Entrée passive de Na <sup>+</sup>
Canaux de fuite à K <sup>+</sup>			Sortie passive de K <sup>+</sup>
CVD Na <sup>+</sup>	1/ Nœud de Ranvier pour la fibre myélinisée 2/ Le long de la fibre amyélinisée 3/ Cône axonique	Potentiel de la membrane atteint -50mv	Entrée massive et passive de Na <sup>+</sup>
CVD K <sup>+</sup>		Potentiel de la membrane atteint +30mv	Sortie massive et passive de K <sup>+</sup>
CVD Ca <sup>2+</sup>	Bouton terminal	Arrivé d'un PA au niveau d'un bouton terminal	Exocytose des vésicules synaptiques
CCD Na <sup>+</sup>	À la surface de la membrane postsynaptique	Fixation de neurotransmetteur exciteur sur des récepteurs	Entrée passive de Na <sup>+</sup>
CCD K <sup>+</sup>		Fixation de neurotransmetteur inhibiteur sur des récepteurs	Sortie passive de K <sup>+</sup>
CCD Cl <sup>-</sup>			Entrée passive de Cl <sup>-</sup>

#### 4. Les différents types de potentiels

	Potentiel de repos	Potentiel local	Potentiel récepteur	Potentiel post synaptique (I/E)	Potentiel d'action PA
<b>Propriétés</b>	Stable ddp = -70mv	Graduable			Non graduable ⇔ Obéit à la loi du tout ou rien
		Non propageable			Propageable
		Absence de période réfractaire			Existence d'une période réfractaire
		N'exige pas un seuil (-50mv)			Exige un seuil (-50mv)
		Possibilité de sommation			Non sommable
<b>Niveau d'apparition</b>	Le long de la	Fibre isolée	1/ Site transducteur	1/ Membrane postsynaptique	1/ Nœud de Ranvier pour la fibre myélinisée

## Résumé du cours

	membrane de la fibre nerveuse		2/ Site générateur	2/ Cône axonique		2/ Le long de la fibre amyélinisée 3/ Cône axonique 4/ Site générateur
<b>Canaux ioniques mis en jeu</b>	Canaux de fuite de Na <sup>+</sup> et K <sup>+</sup>	X		CCD Na <sup>+</sup>	CCD K <sup>+</sup> CCD Cl <sup>+</sup>	CVD Na <sup>+</sup> et CVD K <sup>+</sup>
<b>Sens de mouvement des ions impliqués</b>	Entrée passive de Na <sup>+</sup> Sortie passive de K <sup>+</sup>	X		Entrée passive de Na <sup>+</sup>	Entrée passive de Cl <sup>-</sup> Sortie passive de K <sup>+</sup>	Entrée massive et passive de Na <sup>+</sup> Sortie massive et passive de K <sup>+</sup>

**Tableau 2**

	Potentiel de récepteur	Potentiel local	Potentiel d'action PA	Potentiel post synaptique PPS (E ou I)
<b>Nature électrique</b>	Légère dépolarisation locale	Légère dépolarisation locale	Forte dépolarisation + inversion de polarité	Légère dépolarisation ou hyperpolarisation locale
<b>Lieu de naissance</b>	Site transducteur	Fibre isolée	1/ Site générateur du récepteur sensoriel 2/Cône axonique du neurone post synaptique	Membranes post synaptiques des synapses neuro-neuroniques
<b>Condition de naissance</b>	Application du stimulus adéquat au récepteur	Stimulation de la fibre isolée	Dépolarisation qui atteint le seuil du potentiel au niveau du site générateur	Ouverture de CCD suite à la fixation du neurotransmetteur sur les récepteurs spécifiques de la membrane post synaptique
<b>Codage</b>	Amplitude	Amplitude	Fréquence	Amplitude

### 5. Le circuit neuronique du réflexe myotatique

#### a) Définition

Le réflexe myotatique est une contraction involontaire d'un muscle squelettique en réponse à son propre étirement

#### b) Les propriétés

Proprioceptif (récepteur dans le muscle lui-même), médullaire (centre nerveux est la moelle épinière), monosynaptique, inné, stéréotypée, réflexe de posture (il joue un rôle dans le maintien de la posture) et réaction involontaire

## Résumé du cours

### c) Les structures anatomiques du réflexe myotatique

**Un récepteur sensoriel** : Fuseau neuromusculaire (FNM), c'est un mécanorécepteur

**Un conducteur** : le nerf sciatique est un nerf mixte contenant :

\* / Des fibres sensibles ( $I_a$ ) afférentes entrant à conduction centripète.

\* / Des fibres motrices ( $\alpha$ ) efférentes sortant à conduction centrifuge

**Un centre nerveux** : la moelle épinière.

**Les effecteurs** : deux muscles antagonistes

\* / Un muscle se contracte suite à son propre étirement

\* / Un muscle se relâche

**Remarque** : Le stimulus est l'étirement

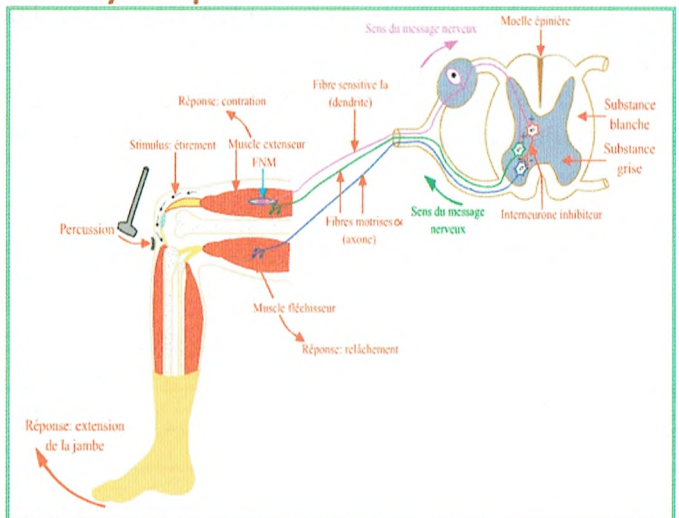
### d) Le circuit neuronique du réflexe myotatique

Le circuit neuronique du réflexe myotatique est **monosynaptique**.

Le message nerveux issu du FNM, survient à la moelle épinière à travers la fibre  $I_a$ , se transmet d'une part directement vers motoneurone  $\alpha_Q$  et d'autre part vers un inter neurone inhibiteur, ce dernier se connecte sur un motoneurone  $\alpha_B$ .

\* le motoneurone  $\alpha_Q$  est **excité** d'où naissance d'un PPSE.

\* le motoneurone  $\alpha_B$  est **inhibé** d'où naissance d'un PPSI.



### Conséquences sur les muscles antagonistes :

- $\alpha_Q$  sera le siège d'un message nerveux ce qui déclenche la contraction du quadriceps.

- $\alpha_B$  constitue une voie motrice inhibée, d'où le relâchement du biceps pour ne pas entraver la contraction du quadriceps.

La voie excitatrice	La voie inhibitrice
le circuit nerveux en relation avec le muscle extenseur (quadriceps), est formé par : 1/ Un neurone sensitif $I_a$ 2/ Un motoneurone (neurone moteur) $\alpha_Q$	le circuit nerveux en liaison avec le muscle fléchisseur est formé par : 1/ Un neurone sensitif $I_a$ 2/ Un inter neurone inhibiteur 3/ Un motoneurone (neurone moteur) $\alpha_B$
La fibre sensitive est directement reliée à la fibre motrice	La fibre sensitive est indirectement reliée à la fibre motrice par intermédiaire d'un inter neurone inhibiteur
Le circuit nerveux est <b>monosynaptique</b>	Le circuit inhibé est <b>polysynaptique</b>

## Résumé du cours

### V/ Fonctionnement d'un effecteur moteur : Le muscle squelettique

Le muscle est formé de plusieurs **fibres musculaires ou cellule musculaire**

La fibre musculaire renferme des myofibrilles caractérisées par l'alternance de disques sombres (A) et disques claires (I).

- Chaque disque sombre est traversé en son milieu par une bande claire = bande H.
- Chaque disque claire est traversé en son milieu par une ligne sombre = strie Z

Deux stries Z successives délimitent une portion de myofibrille appelée sarcomère :

$$\text{Sarcomère} = \frac{1}{2} I + A + \frac{1}{2} I.$$

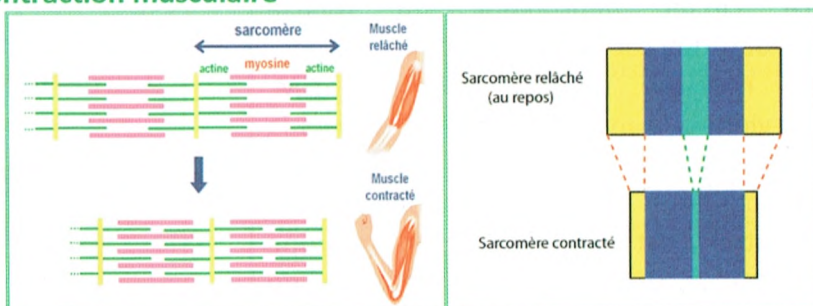
Le sarcomère est un assemblage de deux types de filaments régulièrement disposés :

- Filament épais = myosine et un filament fins = actine

**Remarque :** Le sarcomère est l'unité de structure et de fonctionnement de la myofibrille

#### 1. Mécanisme de la contraction musculaire

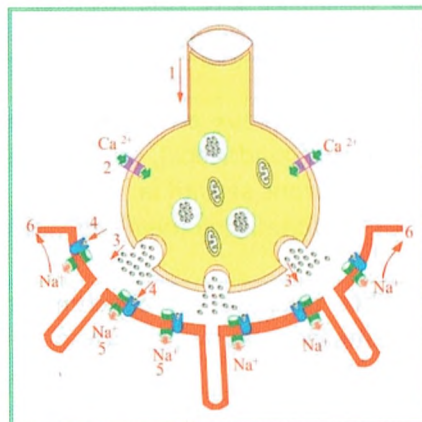
Le raccourcissement du muscle lors de sa contraction est le résultat du glissement des filaments d'actines entre les filaments de myosines au niveau de chaque sarcomère.



	Sarcomère relâché	Sarcomère contracté
1 = Strie Z	Position normale	Déplacement
2 = Bande H	Normale	Réduite
3 = Disque claire = I	Normal	Réduit
4 = Disque sombre	Normal	Normal
5 = Taille de sarcomère	Normale	Réduit

#### 2. Les étapes de la transmission synaptique

1. Arrivée d'un PA nerveux.
2. Ouverture des CVD  $\text{Ca}^{2+}$  et entrée des ions  $\text{Ca}^{2+}$
3. Libération de l'acétylcholine dans la fente synaptique
4. Fixation d'acétylcholine sur des récepteurs spécifiques du sarcolemme.
5. Ouverture des CCD  $\text{Na}^{+}$  d'où l'entrée passive des ions  $\text{Na}^{+}$   $\Leftrightarrow$  PPM (potentiel de plaque motrice)
6. PPM atteint le seuil et déclenche un PA musculaire.
7. Hydrolyse d'acétylcholine par une enzyme l'acétylcholinestérase
8. Recapture de la choline par la terminaison présynaptique.



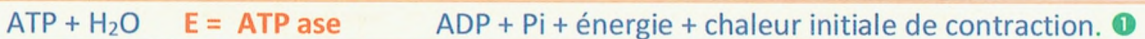
## Résumé du cours

L'appareil sous neural augmente la surface de contact entre le bouton terminal et la fibre musculaire ceci explique que le potentiel de plaque motrice atteint toujours le seuil de potentiel (-50mv) ⇨ tout PA nerveux déclenche un PA musculaire

	Synapse neuroneuronique	Plaque motrice
<b>Ressemblance</b>	1/ Fonctionnement sous l'effet d'un message nerveux présynaptique 2/ Modification du potentiel de la membrane post synaptique 3/ Modification de la perméabilité de la membrane post sous l'effet d'un neurotransmetteur 4/ Présence de CCD sur la membrane post 5/ Même mode de fonctionnement 6/ Formés de trois éléments 7/ Structure pré nerveuse	
<b>Différence (structurale)</b>	1/ Petite taille 2/ Membrane post synaptique lisse 3/ Absence de CVD sur la membrane post synaptique 4/ Plusieurs types de CCD suivant la nature de synapse (à Na <sup>+</sup> ou K <sup>+</sup> et Cl <sup>-</sup> )	2/ Grande taille, géante 2/ Membrane post synaptique repliée : appareil sous neural 3/ Présence de CVD sur la membrane post synaptique 4/ Un seul type de CCD à Na <sup>+</sup>
<b>Différence (fonctionnelles)</b>	1/ Peut être excitatrice ou inhibitrice 2/ Donne naissance à un PPSE inférieur au seuil ou un PPSI 3/ Intervention de plusieurs types de neurotransmetteurs 4/ Sommation temporelle	1/ Elle est toujours excitatrice 2/ Donne naissance à un PPM qui atteint le seuil (-50mv) 3/ Intervention d'un seul type de neurotransmetteur : acétylcholine 4/ Pas de sommation

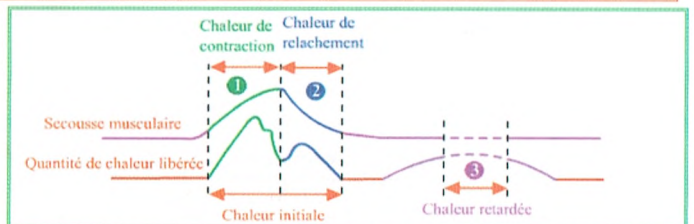
### 3. Les sources de l'énergie

L'ATP est la **source primaire et immédiate** de la contraction musculaire.

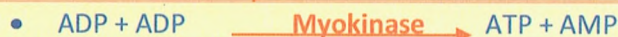
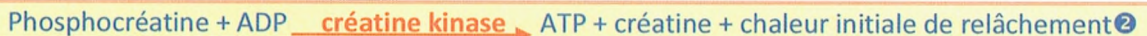


#### Les voies de régénération de l'ATP

Deux voies métaboliques assurant la régénération d'ATP :



#### ➤ Les voies rapides : Anaérobies



## Résumé du cours

### ➤ Les voies lentes : Anaérobies et aérobies

La fibre musculaire contient des réserves de glycogènes qui fournissent du glucose phosphorylé (glucose-P). Ce dernier donne deux molécules d'acides pyruviques (molécules en C<sub>3</sub>) avec production de deux ATP selon la réaction suivante :



#### • En présence d'oxygène : la voie aérobie

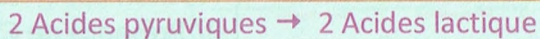
En présence d'O<sub>2</sub>, l'acide pyruvique est oxydé complètement dans les mitochondries pour fournir beaucoup d'ATP : **c'est la respiration cellulaire** qui se déroule selon la réaction :



Remarque : dans le cas d'un effort modéré, l'oxygénation du muscle est suffisante

#### • En absence d'oxygène : la voie anaérobie (fermentation lactique)

Dans le cas d'un effort intense, l'oxygénation du muscle est insuffisante, l'ATP provenant de la respiration devient insuffisant il est complété par l'ATP provenant **de la fermentation lactique** (l'acide pyruvique est réduit en acide lactique).



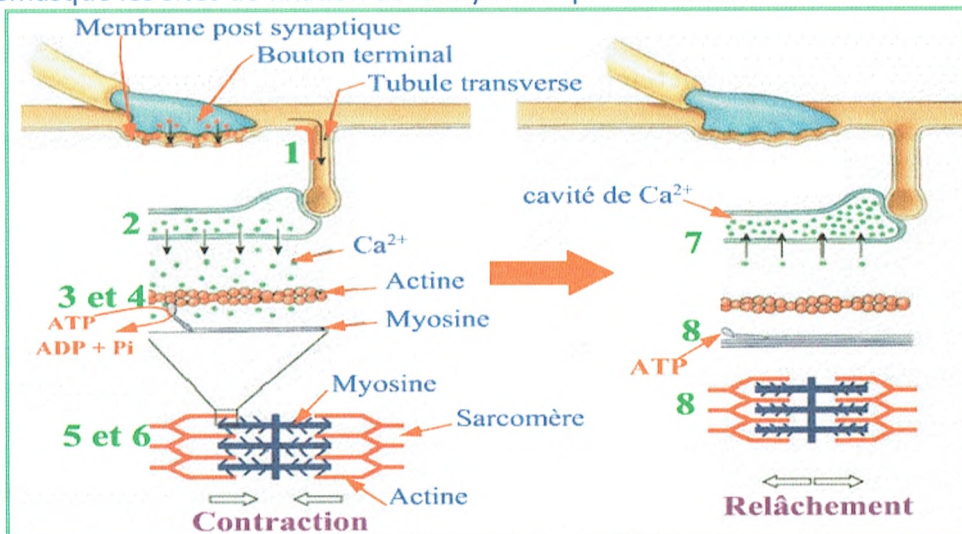
Remarque : L'accumulation de l'acide lactique dans le muscle provoque la fatigue musculaire.

### 4. La conversion de l'énergie chimique en énergie mécanique

1/ Propagation du PA musculaire à travers les tubules transversales jusqu'aux citernes du réticulum endoplasmique.

2/ Libération des ions Ca<sup>2+</sup> dans le sarcoplasme.

3/ Ca<sup>2+</sup> démasque les sites de fixation de la myosine qui se trouvent sur l'actine.



4/Fixation des complexes ATP- myosine sur les filaments d'actines ce qui active la propriété ATPasique de la myosine.

5/Hydrolyse de l'ATP et libération de l'énergie ⇨ pivotement de tête de myosine

## Résumé du cours

6/Glisement des myofilaments d'actine : c'est la contraction musculaire.

7/Les ions  $Ca^{2+}$  retournent activement aux citernes de réticulum sarcoplasmique

8/Fixation d'une nouvelle molécule d'ATP sur la tête de myosine  $\Rightarrow$  détachement de l'ATP-myosine de l'actine : c'est le relâchement

### ❖ Relation entre structure et fonction (Rôle physiologique)

Structures	Fonctions
Tubule transverse ou système T	PA atteint la profondeur de la fibre jusqu'aux les citernes de $Ca^{2+}$ La dépolarisation de la membrane de ces citernes entraîne la libération des ions $Ca^{2+}$ dans le hyaloplasme
Structure filamenteuse de myofibrille	Permet le glissement des filaments d'actine entre les filaments de myosine
Des mitochondries	Assure la synthèse de l'ATP
Citernes de $Ca^{2+}$ (RE)	Assure le stockage des ions $Ca^{2+}$

### ❖ Rôle des ions $Ca^{2+}$

Rôle dans la transmission du message nerveux	L'entrée passive de ces ions dans le bouton pré synaptique déclenche l'exocytose des vésicules synaptiques et libération de neurotransmetteur dans la fente synaptique
Rôle dans la contraction musculaire	La libération de ces ions à partir des citernes démasque les sites de fixation de la myosine sur l'actine d'où la formation d'une complexe myosine ATP- actine

### ❖ Les voies métaboliques favorisées par les fibres musculaires pendant un exercice.

**Pendant un effort intense et de courte durée** la voie anaérobie l'emporte sur la voie aérobie. Pour un effort intense et de courte durée, les voies énergétiques les plus utilisées sont la voie de la créatine-P et la voie de la glycolyse anaérobie. Ces voies de régénération sont rapides, anaérobie, non durable et peu énergétique.

**Pour un effort modéré** les parts des voies aérobies et anaérobies sont proches. Les voies de régénération aérobies sont lentes, durables et très énergétiques

## VI/ La pression artérielle (régulation nerveuse)

### 1. Notion de la pression artérielle

La pression artérielle est la pression exercée par le sang sur les parois des artères. Elle oscille entre deux valeurs : la **pression maximale ou systolique** (qui correspond à la contraction des ventricules) entre 12 et 13mmHg et la **pression minimale ou diastolique** (pendant le relâchement cardiaque) = 8mmHg.

### 2. La pression artérielle est déterminée essentiellement par :

#### ➤ Le rythme cardiaque :

- Une  $\nearrow$  de rythme cardiaque  $\Rightarrow$  la pression artérielle  $\nearrow$
- Une  $\searrow$  de rythme cardiaque  $\Rightarrow$  la pression artérielle  $\searrow$

## Résumé du cours

### ➤ La vasomotricité :

- Une vasodilatation : le diamètre de l'artère ↗ ⇔ la pression artérielle ↘
- Une vasoconstriction : le diamètre de l'artère ↘ ⇔ la pression artérielle ↗

### 3. Le mécanisme nerveux de la régulation de la pression artérielle :

Un mécanisme nerveux est formé par :

**Des fibres parasympathiques** (nerfs X, nerfs de Cyon et nerfs de Hering) dont l'activation réduit le rythme cardiaque et baisse la pression artérielle. **Effet hypotenseur modérateur**

**Des fibres orthosympathiques** cardiaques et vasculaires (ou sympathiques) dont l'activation augmente le rythme cardiaque et augmente la pression artérielle. **Effet hypertenseur accélérateur**

### 4. Innervation du cœur

Les voies	Les voies afférentes	Les voies efférentes	
Les nerfs	Les nerfs de Hering et les nerfs de Cyon	Deux nerfs X ou nerfs pneumogastriques	Deux nerfs orthosympathiques
Relation avec des	Centres bulbaires et médullaires	Centres bulbaires	Des ganglions étoilés qui sont en relation de la moelle épinière
Effet	Sensitif	Cardio modérateur	Cardio accélérateur

### 5. La régulation nerveuse de la pression artérielle = type reflexe inné

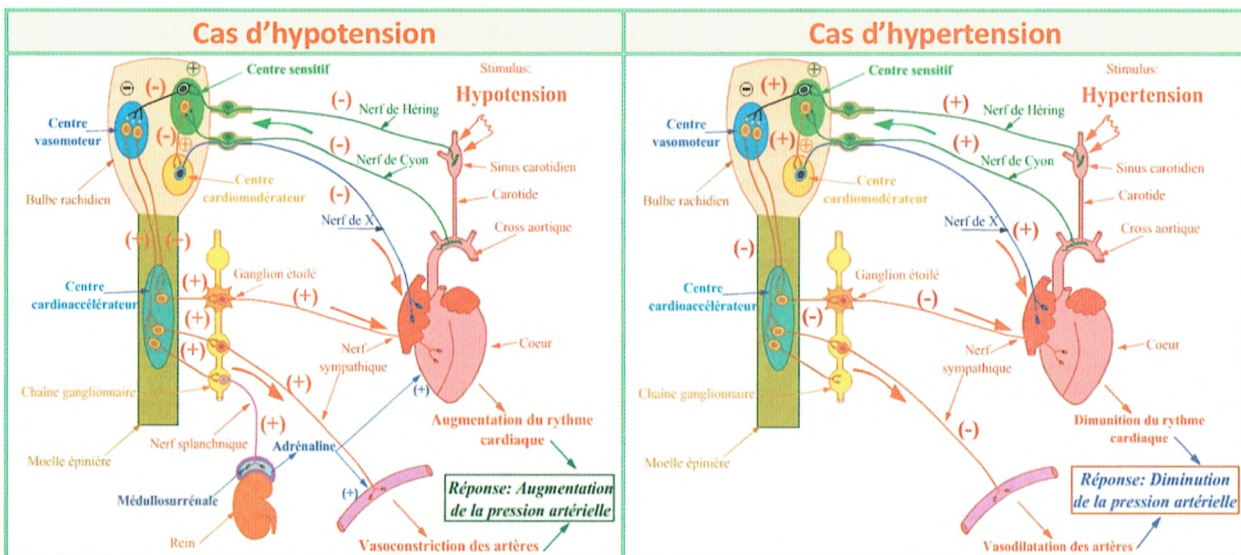
	Réflexe myotatique	Régulation nerveuse de la pression artérielle	
1/ Récepteur	FNM	Sinus carotidien	croisse aortique
Nature de récepteur	Mécanorécepteur	Barorécepteur	
Rôle physiologique	Transduction sensorielle		
2/ Voies sensibles	Fibre Ia du N R	Nerf de Hering	Nerf de cyon
3/ Centre nerveux	Moelle épinière	Centre bulbaire Centre cardiomodérateur	Centre médullaire Centre cardioaccélérateur
4/ Voies motrices	Fibre α du nerf rachidien (N R)	Nerf X ou nerf pneumogastrique ou nerf vague	Nerf sympathique ou orthosympathique
5/ Effecteurs	Muscle	Cœur et les artères	

### 6. Mécanisme de la régulation nerveuse en cas d'hypertension et hypotension

Stimulus : <b>Hypertension</b> locale au niveau des sinus carotidiens et de la croisse aortique
Stimulation forte des barorécepteurs
Augmentation de la fréquence de PA au niveau des nerfs de Hering et des nerfs de Cyon
Forte activation de centre sensitif

## Résumé du cours

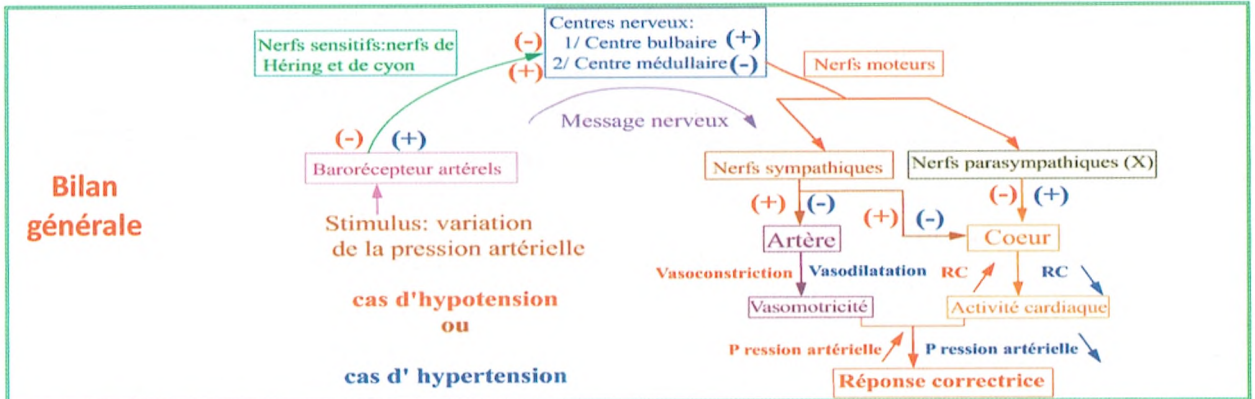
Forte activation de centre cardio-modérateur sous l'effet de l'inter-neurone excitateur	Forte inhibition de centre vasomoteur sous l'effet de l'inter-neurone inhibiteur
Augmentation de la fréquence de PA au niveau des nerfs X et forte sécrétion de l'acétylcholine	Faible activation de centre cardio-accélérateur
	Diminution de la fréquence de PA au niveau des nerfs sympathiques et faible sécrétion de noradrénaline
Le cœur reçoit <b>plus</b> d'acétylcholine et <b>moins</b> de noradrénaline.	
Diminution du rythme cardiaque et <b>diminution</b> de vasoconstriction des artères	
Diminution de la pression artérielle et retour à sa valeur normale	



Stimulus : <b>Hypotension</b> locale au niveau des sinus carotidiens et de la crosse aortique	
Stimulation faible des barorécepteurs	
Diminution de la fréquence de PA au niveau des nerfs de Héring et des nerfs de Cyon	
Faible activation de centre sensitif	
Faible activation de centre cardio-modérateur sous l'effet de l'inter-neurone excitateur	Le centre vasomoteur s'échappe à l'effet inhibiteur de l'inter-neurone inhibiteur
Diminution de la fréquence de PA au niveau des nerfs X et faible sécrétion de l'acétylcholine	Forte activation de centre cardio-accélérateur
	Augmentation de la fréquence de PA au niveau des nerfs sympathiques et forte sécrétion de noradrénaline
Le cœur reçoit <b>moins</b> d'acétylcholine et <b>plus</b> de noradrénaline.	
Augmentation du rythme cardiaque et <b>Augmentation</b> de vasoconstriction des artères	
Augmentation de la pression artérielle et retour à sa valeur normale	

**Remarque :** En cas d'hypotension, la régulation nerveuse de la pression artérielle est souvent accompagnée par une régulation hormonale : les médullosurrénales, stimulées par les nerfs splanchniques, sécrètent dans le sang une hormone : l'adrénaline (hormone hypertensive)

# Résumé du cours



## VII/ La pression artérielle (Régulation hormonale)

### 1. La pression artérielle est déterminée essentiellement par :

La volémie : Une ↗ de la volémie ⇨ la pression artérielle ↗

Une ↘ de la volémie ⇨ la pression artérielle ↘

#### 1. L'accumulation excessive de sodium dans le sang :

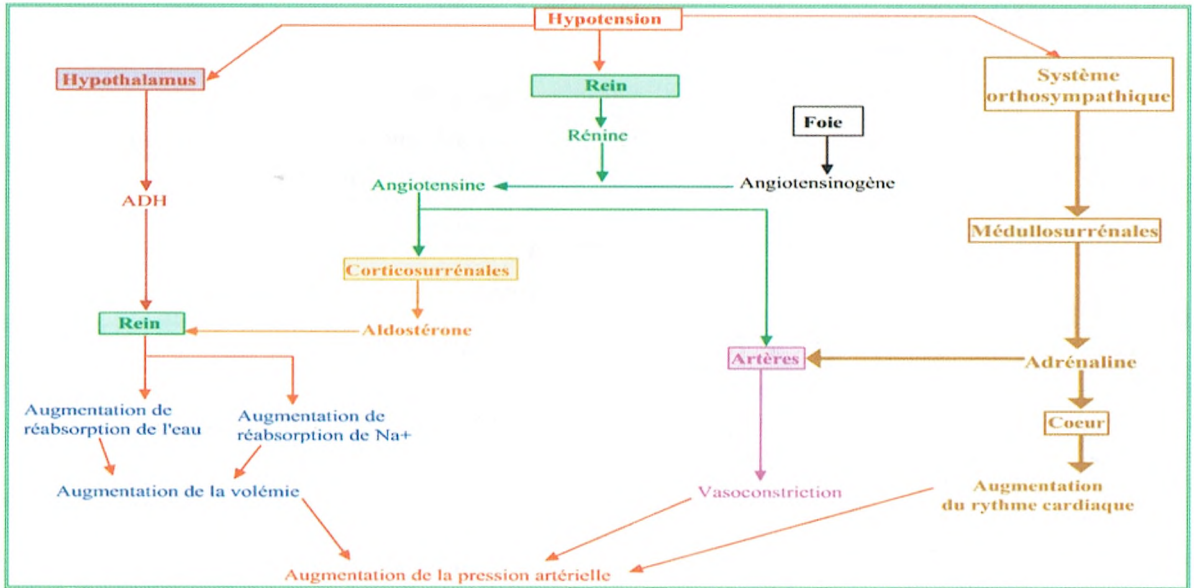
- Une ↗ d'accumulation de sodium dans le sang ⇨ la pression artérielle ↗
- Une ↘ d'accumulation de sodium dans le sang ⇨ la pression artérielle ↘

Substances chimiques	Nature chimique	Origine	Effecteur	Action ou effet
Acétylcholine	Neurotransmetteur	Nerf X	Cœur	Diminution du rythme cardiaque
Noradrénaline	Neurotransmetteur	Nerf sympathique	Cœur	Augmentation du rythme cardiaque
			Artère	Vasoconstriction
Adrénaline	Hormone	Médullosurrénale	Cœur	Augmentation du rythme cardiaque
			Artère	Vasoconstriction
Aldostérone	Hormone	Corticosurrénale	Rein	Stimule la réabsorption de Na <sup>+</sup>
ADH ou vasopressine	Hormone	hypothalamus (Hypophyse postérieure)	Rein	Stimule la réabsorption de l'eau
Angiotensine	Hormone	Foie	Artère	Vasoconstriction
			Corticosurrénale	Stimule la sécrétion de l'aldostérone

### Conclusion générale

La régulation de la pression artérielle fait intervenir deux mécanismes physiologiques ; l'un nerveux et l'autre hormonale. C'est une régulation neuro-hormonale.

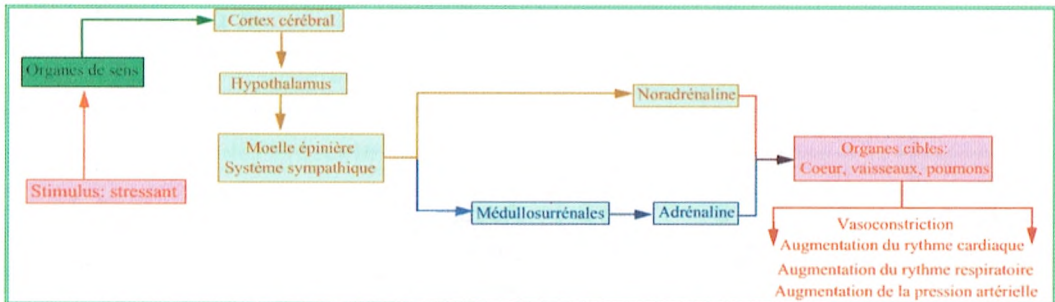
# Résumé du cours



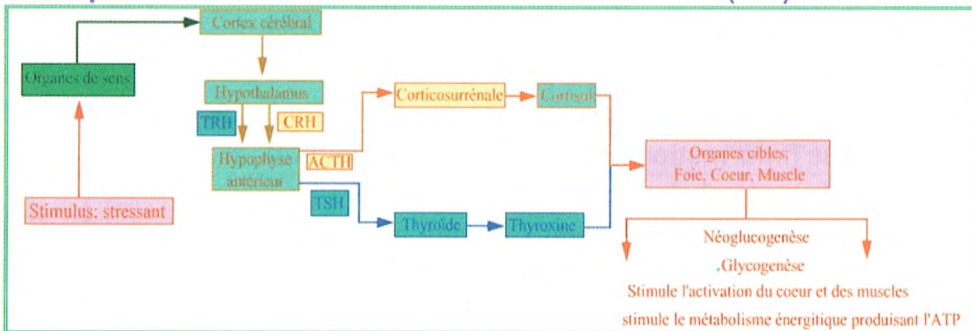
## VIII- Le stress

### 1. Mécanisme

#### a/ Phase d'alarme



#### b/ Phase d'adaptation ou de résistance : Mécanisme hormonal (le système endocrinien)



#### c/ Phase d'épuisement Mécanisme hormonal (le système endocrinien).



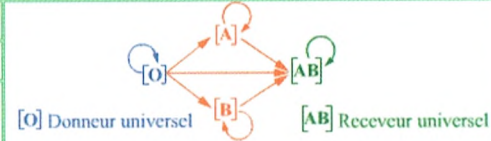
## Résumé du cours

### VIII/ Immunité spécifique

#### 1. Les marqueurs du soi

	Les marqueurs du soi	
	Les marqueurs du système ABO	Les marqueurs tissulaires du soi
<b>Nom</b>	Agglutinogènes ou antigènes	Molécules HLA
<b>Natures</b>	Glycoprotéine	glycoprotéine
<b>Information génétique</b>	Un seul gène situé au chromosome 9	4 gènes liés situés au chromosome 6 : Complexe majeur d'histocompatibilité « CMH »
<b>Allèles</b>	3 allèles avec A > O et B > O et A=B	Plusieurs allèles avec codominances
<b>Molécules</b>	2 molécules : Antigène A est synthétisé par l'allèle A Antigène B est synthétisé par l'allèle B	2 Molécules : HLA I est synthétisé par les gènes A B et C HLAII est synthétisé par le gène D
<b>Localisation</b>	Localisé sur la membrane des hématies. <b>Remarque</b> Leur absence détermine un seul groupe sanguin O.	HLA I situé sur la membrane des cellules nucléées HLAII situé sur la membrane des cellules immunitaires (M + LB + LT)
<b>Différents groupes</b>	4 groupes sanguins [A] [B] [AB] [O] Un individu qui possède un agglutinogène donné sur ces hématies n'a pas les anticorps correspondants dans son plasma	Grâce aux nombres important d'allèles, chaque individu possède une combinaison d'allèle unique et par suite des marqueurs membranaires caractéristiques

#### ❖ La transfusion sanguine

Groupe sanguin	[A]	[B]	[AB]	[O]	
<b>Agglutinogènes</b>	A	B	A et B	Aucun	
<b>Agglutinines</b>	Anti- A	Anti-B	Aucun	Anti-A Anti-B	

**Remarque :** Les anticorps anti-A et anti-B du système ABO ne traversent pas le placenta

#### ❖ Définition du soi et non soi

##### 1. Définition du soi

Le soi est l'ensemble des organes, des cellules et des molécules proviennent de même information génétique (information génétique de la cellule œuf)

##### 2. Définition du non soi

C'est l'ensemble des organes, des cellules et des molécules étrangères proviennent des informations génétiques différentes. (Cellule œuf différents)

#### ❖ Des expériences de greffe

Caractéristiques du donneur et du receveur	Appellation de la greffe	Résultats
Même sujet	<b>Autogreffe</b>	Le greffon est considéré comme

## Résumé du cours

Même souche ou lignée (vrais jumeaux)	<b>Isogreffe ou homogreffe</b>	soi. ⇒ compatibilité tissulaire
Même espèce mais d'individus différents	<b>Allogreffe</b>	Le greffon est considéré comme non soi ⇒ incompatibilité tissulaire
Espèces différentes	<b>Hétérogreffe ou xéngreffe</b>	

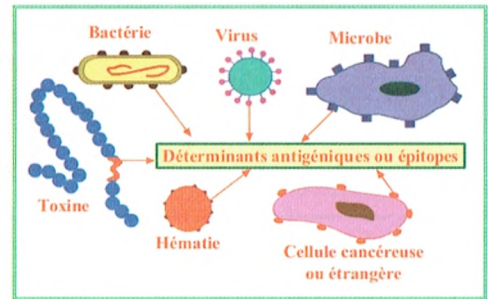
### 2. Notion d'antigène

Les antigènes possèdent à leur surface des déterminants antigéniques appelés aussi **des épitopes** contre lesquels sont dirigés les réactions immunitaires

Tout antigène possède deux propriétés :

**L'antigénicité** : c'est sa propriété d'être reconnu par le système immunitaire.

**L'immunogénicité** : c'est sa propriété de déclencher une réponse immunitaire spécifique.



### 3. Immunité spécifique

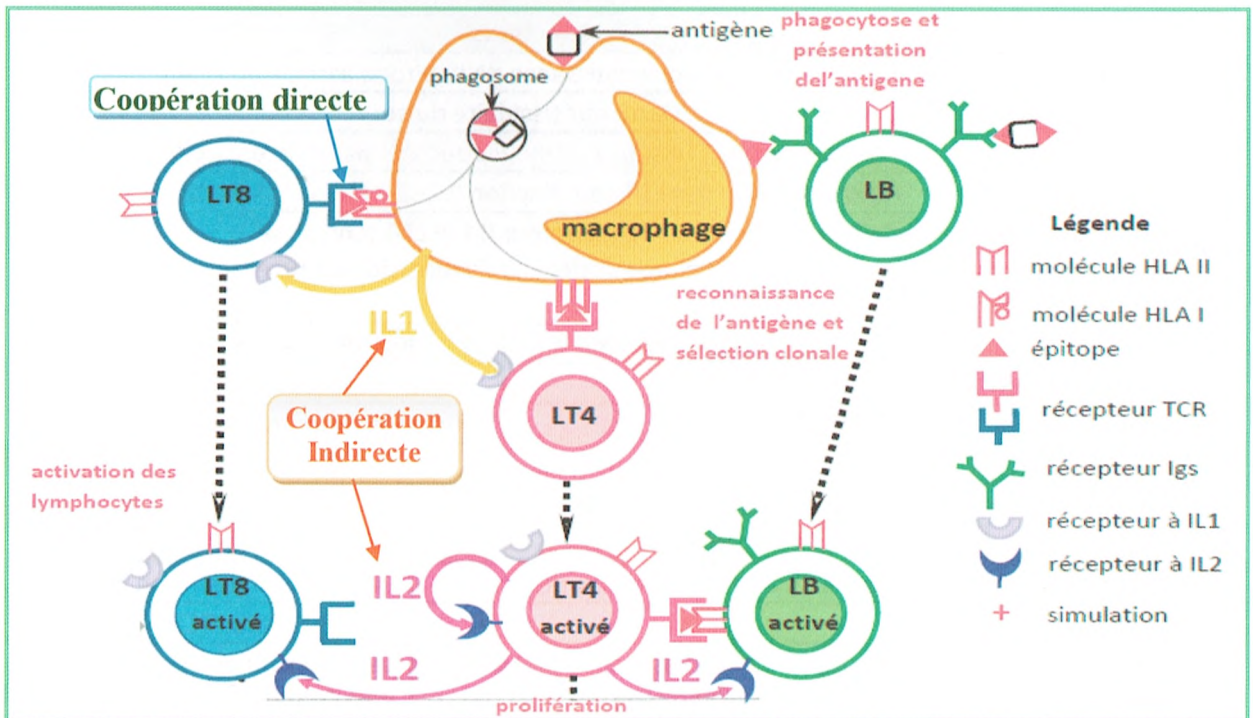
	RIMH			RIMC		
<b>Propriétés</b>	Acquise ; Diversité ; Mémoire (elle est utilisée dans la vaccination) ; Spécificité ; Elle est transférable. (elle est utilisée dans la sérothérapie)					
<b>Lieu de déroulement</b>	Les organes lymphoïdes secondaires Ganglions lymphatiques, les amygdales, la rate					
<b>Transférable</b>	Transférable par le sérum			Transférable par les lymphocytes		
<b>Les acteurs moléculaires</b>	IL1 ; IL2 ; Ig m ; TCR ; HLA II ; récepteur IL1 ; récepteur IL2			IL1 ; IL2 ; TCR ; HLA I ; HLA II ; récepteur IL1 ; récepteur IL2		
<b>Cellules effectrices</b>	Plasmocyte			LT <sub>c</sub> (cytotoxique)		
<b>Substance effectrice</b>	Les anticorps existant dans le sérum			Les perforines		
<b>Les cellules</b>	Macrophages	LT <sub>4</sub>	<b>LB</b>	Macrophages	LT <sub>4</sub>	<b>LT<sub>8</sub></b>

### 4. Les lymphocytes

	Origine	Maturation	Récepteur	Reconnaissance	Différenciation	Rôle
<b>LB</b>	Moelle osseuse rouge	Moelle osseuse rouge	Ig surface ou Ig m	Reconnaissance directe ou simple	LB <sub>m</sub> LB mémoire	Stimule la 2 <sup>ème</sup> réponse
					Plasmocyte	Cellule effectrice
<b>LT<sub>4</sub></b>	Moelle osseuse rouge	Thymus	TCR	Double reconnaissance ou reconnaissance indirecte	LT <sub>4m</sub> LT <sub>4</sub> mémoire	Stimule la 2 <sup>ème</sup> réponse
					LT <sub>a</sub> ou LT <sub>h</sub>	LT <sub>h</sub> secrète l'IL 2
<b>LT<sub>8</sub></b>	Moelle osseuse	Thymus	TCR	Double reconnaissance	LT <sub>8m</sub> LT <sub>8</sub> mémoire	Stimule la 2 <sup>ème</sup> réponse



## Résumé du cours



### ❖ Relation entre structures et fonction (rôle physiologique)

#### 1) Plasmocyte

Structures	Fonctions
Un noyau gonflé	Il y a transcription de l'ADN en ARN
Un cytoplasme riche en organites cellulaires : mitochondries, REG, appareil de Golgi, ribosomes	Il y a traduction des ARN m en protéine = anticorps
Figures d'exocytoses	Il y a sécrétion des anticorps

#### 2) Anticorps

Structures	Fonctions
2 Sites de fixation de même l'antigène	Spécificité et la diversité des anticorps d'où la neutralisation de l'antigène
Site de fixation aux cellules immunitaires (macrophage)	Fixation du complexe immunitaire sur un macrophage ⇒ Facilite la phagocytose d'où l'opsonisation

#### 3) LB

Structures	Fonctions
Ig membranaire	Reconnaissance directe de l'antigène libre Reconnaissance de l'antigène présenté à la surface d'une CPAg
HLAII	Endocytose de l'antigène et sa présentation aux LT4 (rôle de CPAg)
Récepteur d'IL2	Activation des LB sous l'action IL2

- Reconnaissance directe par Igm déclenche l'expression de récepteur d'IL 2

## Résumé du cours

### 4) LT4

Structures	Fonctions
TCR	Double reconnaissance : reconnaissance de l'épitope associé au HLAII
HLA (I et II)	Marqueur tissulaire du soi
Récepteur d'IL1	Activation des LT4 sous l'action IL1 sécrété par macrophage
Récepteur d'IL2	Auto activation des LT4 sous l'action IL2 sécrété par LT4 activé

La double reconnaissance déclenche l'expression de récepteur IL1 ⇒ LT4 sensibilisé

L'activation des LT4 par IL1 sécrété par macrophage déclenche l'expression de récepteur IL2

#### ❖ Régulation de la réponse immunitaire

	Régulation positive	Régulation négative
Cellules sécrétrices	LT <sub>4</sub> → LT <sub>h</sub>	LT suppresseurs (LT <sub>s</sub> )
Substance effectrice	l'interleukine 2, 4, 6, ... = IL <sub>2, 4, 6, ...</sub>	substances immunosuppressives
Cellules cibles	LT <sub>8</sub> , LT <sub>C</sub> , LT <sub>4</sub> , LB et plasmocytes	LT <sub>C</sub> , LB et LT <sub>h</sub> = LT <sub>a</sub>

#### ❖ Comparaison entre la phase effectrice de RIMH et RIMC

	RIMH	RIMC
Cellule effectrice	LB qui se transforme en plasmocyte	LT qui se transforme en LTC
Reconnaissance	Par Ig m	Par TCR
Substance effectrice	Formation des complexes immuns (Ag - Ac) ⇒ neutralisation de l'antigène	Les perforines perforent la membrane de la cellule cible
Élimination de l'antigène	1/ Par complexe immun ⇒ l'opsonisation 2/ Activation du complément ⇒ lyse	lyse de la cellule par les perforines

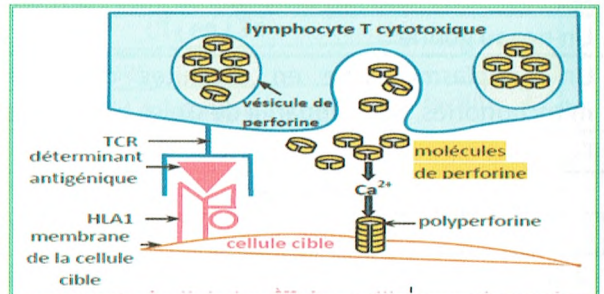
#### ❖ Le mécanisme de la cytotoxicité

1/ Le peptide du non soi associé au HLA I de la cellule cible est reconnu grâce au TCR des LTc.

2/ Les LTc produisent des protéines appelées perforines et des enzymes près de la membrane de la cellule cible.

3/ En présence du calcium, la perforine est polymérisée par une enzyme et crée des canaux dans la membrane de la cellule cible

4/ De l'eau et des enzymes protéolytiques sont libérées et passent à travers les pores dans la cellule cible, ce qui assure l'effet cytotoxique engendrant la destruction de la cellule cible



	Vaccinothérapie	Sérothérapie
Propriétés	La mémoire de l'immunité	Transférable par le sérum
But d'utilisation	Préventive	Curative
Durée d'action	Tardive et de longue durée	Immédiate et de courte durée
Immunité de l'organisme	Active	Passive



