

Thème : la communication dans l'organisme

LEÇON 4 : LE REFLEXE CONDITIONNEL

I- SITUATION D'APPRENTISSAGE

Des élèves de Terminale D du Lycée municipal de Marcory suivent un film documentaire à la télévision. Ils découvrent que les activités réussies comme la conduite, la nage, l'écriture, la lecture... se font sous le contrôle d'un maître. Et des nouveaux comportements apparaissent avec le temps. Ce film qualifie ces comportements de réflexes conditionnels. Pour mieux comprendre les réflexes conditionnels, ces élèves décident d'identifier les conditions de leur mise en place ainsi que les organes responsables de la transmission des messages nerveux.

II- CONTENU DU COURS

COMMENT LES REFLEXES CONDITIONNELS SE METTENT-ILS EN PLACE ?

L'acquisition de certains comportements chez l'Homme dans le film, permet de s'apercevoir que les réflexes conditionnels se mettent en place avec le temps.

On suppose alors que :

- les réflexes conditionnels se mettent en place par apprentissage ;
- les réflexes conditionnels se mettent en place selon un mécanisme.

I- Les réflexes conditionnels se mettent-ils en place par apprentissage ?

1-Présentation d'expérience.

Ces expériences consistent à présenter à un chien enfermé dans une cage, deux stimuli (son et viande) isolés ou combinés.

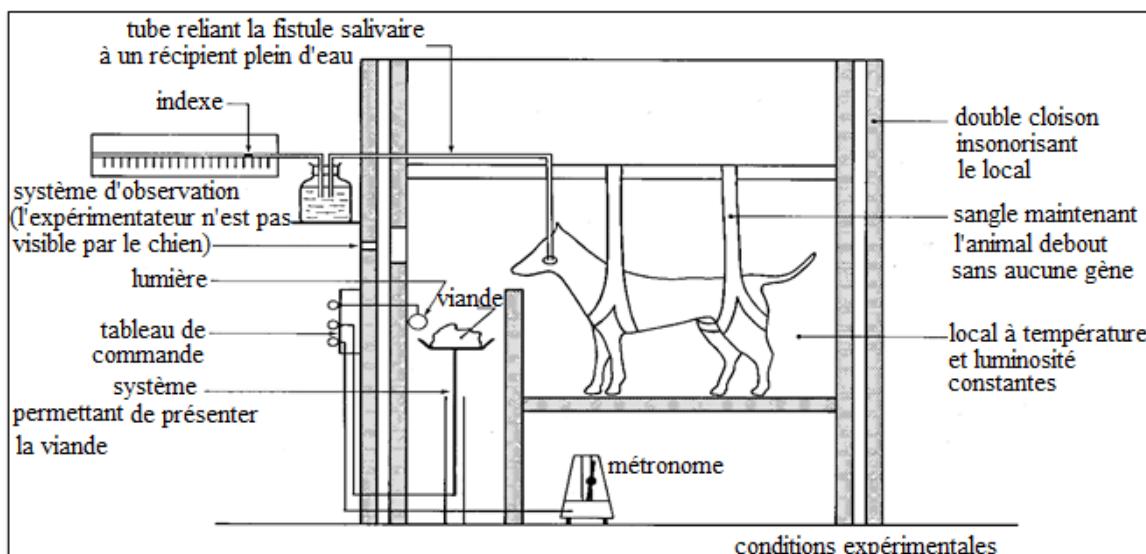
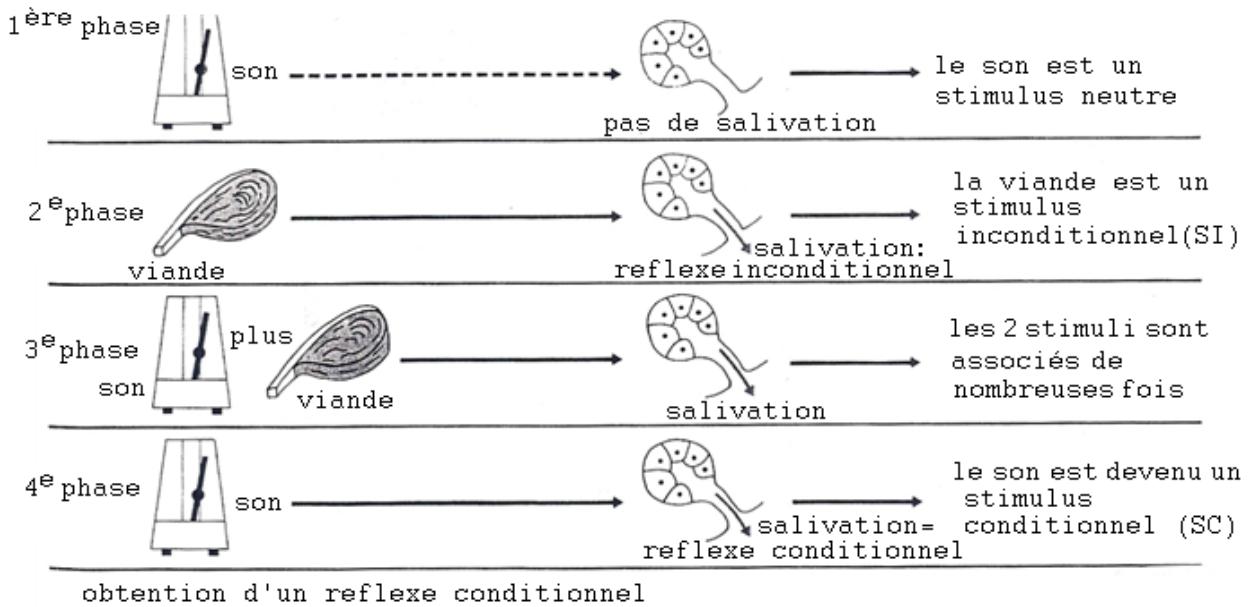


Schéma du protocole de l'expérience



Résultat de l'expérience de Pavlov

2-Résultats

A la 1^{ère} phase le chien ne salive pas.

Le chien salive à la 2^{ème}, 3^{ème} et 4^{ème} phase.

3-Analyse

Ces expériences ont été initiées par **Pavlov** et se font en plusieurs phases.

A la 1^{ère} phase, on fait écouter un son de métronome au chien et il ne salive pas.

A la 2^{ème} phase, on donne un morceau de viande au chien et il salive.

A la 3^{ème} phase, on fait écouter un son de métronome au chien puis on lui donne un morceau de viande, et il salive. Cette opération est répétée plusieurs fois.

A la 4^{ème} phase, on fait écouter seulement le son du métronome au chien et il salive.

4-Interprétation

A la 1^{ère} phase, le chien ne salive pas en écoutant le son du métronome car le son est inefficace, c'est-à-dire, n'a aucune action sur les glandes salivaires : le son est donc un **stimulus neutre**.

A la 2^{ème} phase, le chien salive car le morceau de viande dans sa gueule agit sur les glandes salivaires : c'est un **réflexe inné ou réflexe inconditionnel**.

La viande est donc un **stimulus inconditionnel ou stimulus absolu**.

A la 3^{ème} phase, l'association des 2 stimuli (son + Viande) facilite l'apprentissage. L'animal est hésitant au départ et prompt par la suite à l'issue de plusieurs répétitions : c'est la phase d'apprentissage.

A la 4^{ème} phase, le son seul provoque la salivation car le chien a parfaitement intégré ce son.

Le son devient alors un **stimulus conditionnel** et la réaction de salivation obtenue est un **réflexe conditionnel ou réflexe acquis**.

Un réflexe conditionnel ou réflexe acquis est une réaction déclenchée par un stimulus qui n'a pas habituellement d'action sur la fonction considérée (Ex : la salivation). Il se met en place à la suite d'un apprentissage.

Le réflexe conditionnel permet le dressage des animaux, développe l'automatisme, développe l'éducation.

5-Conclusion

Les réflexes conditionnels se mettent en place par un apprentissage.

Activité d'application

Le texte ci-dessous est relatif à la mise en place d'un réflexe acquis.

Un chien salive abondamment à la vue d'un morceau de viande. La viande est un stimulus...1...dans le réflexe de salivation. Ce réflexe est ...2...

Lorsque le chien entend le son d'un métronome, il dresse les oreilles...3... Le son du métronome est un stimulus...4... dans le réflexe de salivation.

Si on ...5... ces deux stimuli, en faisant précéder le don de viande au chien par le son du métronome, à la longue, le son du métronome...6..., déclenche la salivation chez ce chien : ce réflexe est ...7... Le son du métronome est devenu ...8....

Complète ce texte en associant les chiffres et les mots ou groupes de mots suivants : **associe** ; **un stimulus conditionnel** ; **inné** ; **un réflexe acquis** ; **neutre** ; **absolu** ; **sans saliver** ; **seul**.

Corrigé

1 = absolu

2 = inné

3 = sans saliver

4 = neutre

5 = associe

6 = seul

7 = réflexe acquis

8 = stimulus conditionnel

II- Les réflexes conditionnels se mettent-ils en place selon un mécanisme ?

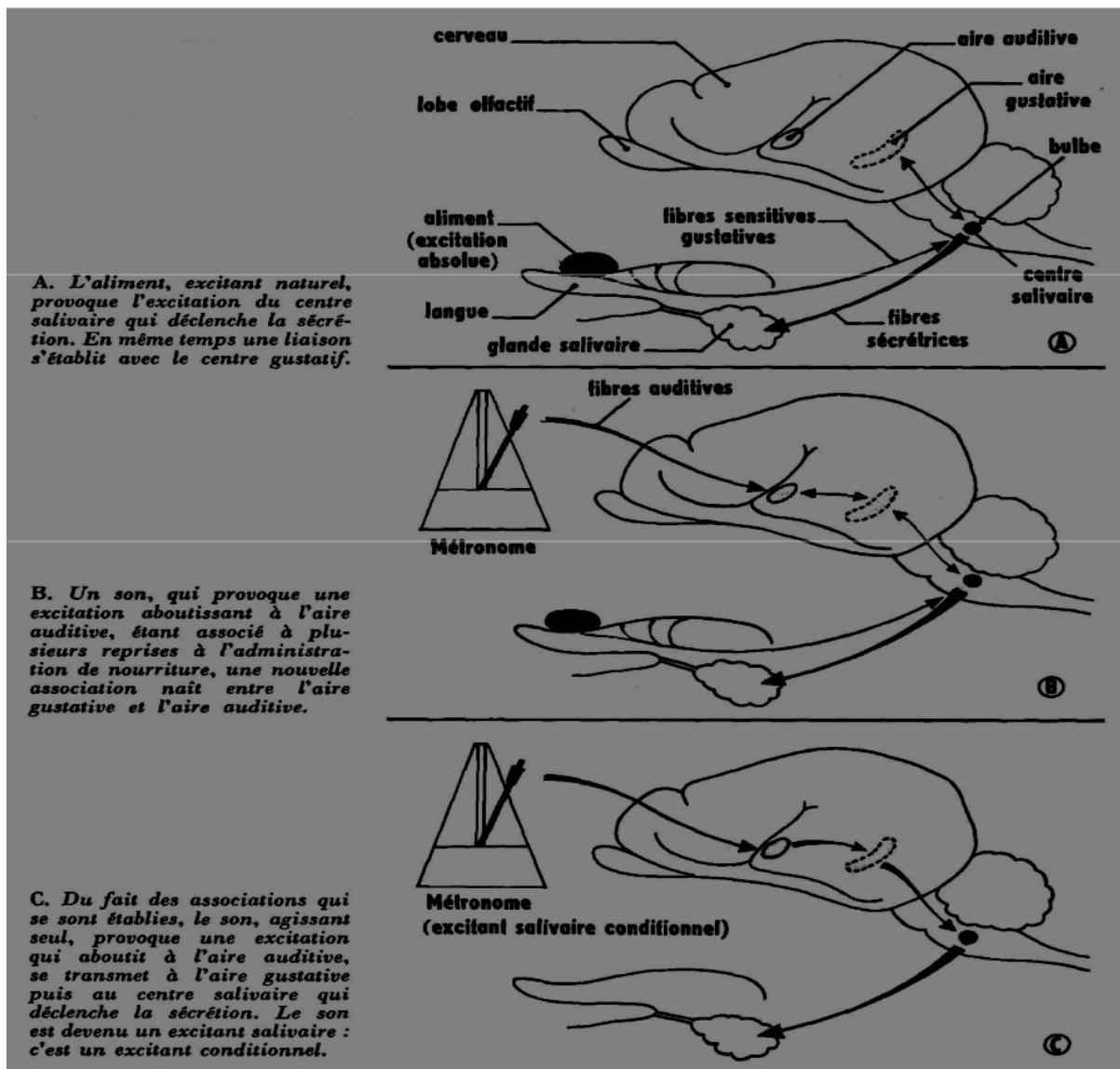
1-Observation

Observons un document relatif à la mise en place d'un réflexe conditionnel de salivation.

Document 1

2- Résultats

Au niveau de la figure A, la viande provoque la salivation. Au niveau de la figure B, l'association du son et la viande



provoque la salivation.

Au niveau de la figure C, le son seul provoque la salivation.

3-Analyse

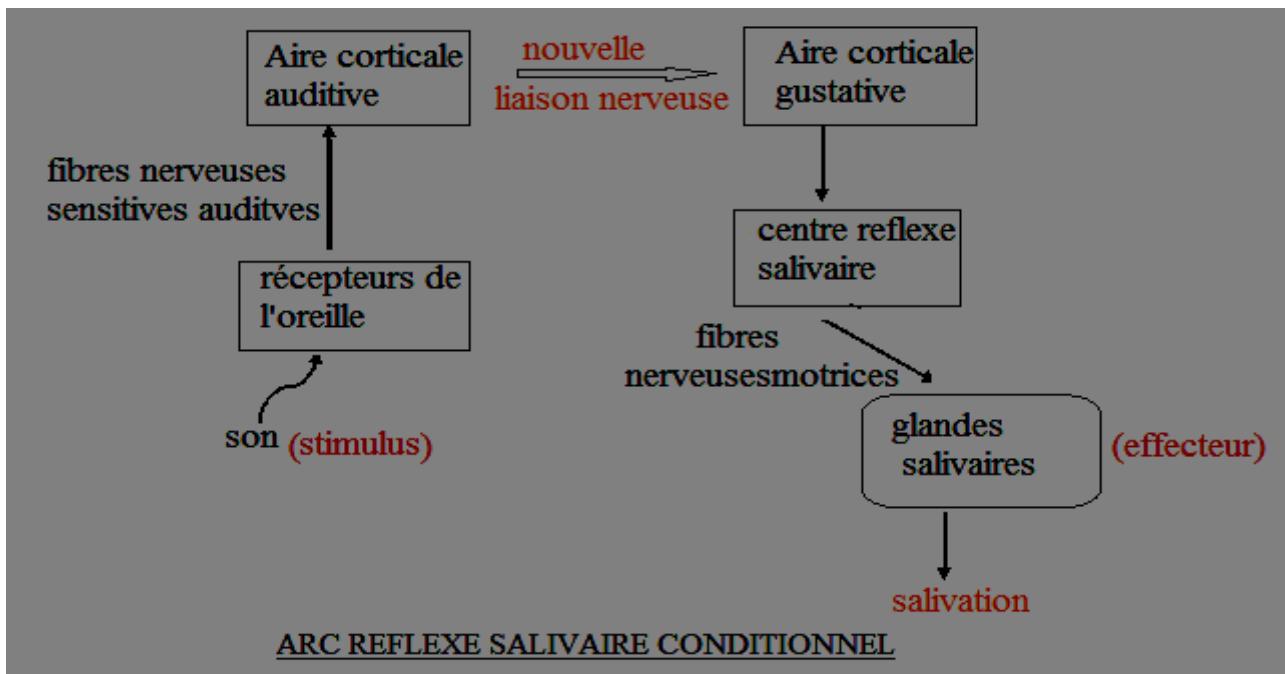
Lorsqu'on met un morceau de viande sur la langue d'un chien, il salive.

Lorsqu'on associe le son et la viande de façon répétée, le chien salive.

Lorsqu'on fait écouter le son seul, après la phase d'association, le chien salive.

4-Interprétation

- L'aliment est un excitant naturel qui stimule les terminaisons nerveuses de la langue, l'influx qui en résulte est transmis au centre de salivation qui déclenche la libération de la salive par les glandes salivaires.
- Lorsqu'on associe le son à la viande, le son finit par déclencher la sécrétion salivaire. Il s'est établi une nouvelle liaison entre l'aire auditive et l'aire gustative. Cette nouvelle liaison permet au son de stimuler l'aire gustative puis de provoquer la sécrétion salivaire.



SCHEMA DU TRAJET DE L'INFLUX NERVEUX DANS LE CAS DU REFLEXE CONDITIONNEL DE SALIVATION

Les organes intervenant dans la mise en place du réflexe conditionnel de salivation sont :

- Un récepteur sensitif : exemple l'oreille
- Le cerveau (centre nerveux)
- La moelle épinière (centre nerveux : relais entre le cerveau et l'effectuer)
- Les glandes salivaires (effecteurs)

La mise en place du réflexe conditionnel nécessite certaines conditions qui sont :

- la présence des hémisphères cérébraux de l'animal ;
- des organes intègres (en bon état) ;
- l'état de vigilance de la part de l'animal (absence de stress, de gène...) ;
- l'efficacité des stimuli (intéressants, précis, doux) ;
- l'ordre de présentation des stimuli (le stimulus neutre choisi doit précéder le stimulus absolu) ;
- 1^e réflexe conditionnel une fois installé, doit être entretenu pour éviter sa disparition (ou extinction) car il n'est pas immuable (ou définitif).

5-Conclusion

Les réflexes conditionnels se mettent en place selon un mécanisme.

Activité d'application

Les groupes de mots suivants se rapportent au trajet de l'influx nerveux dans le cas du réflexe conditionnel de salivation de Pavlov.

- a. neurone d'association, b. bulbe rachidien, c. aire auditive, d. aire gustative, e. nouvelle liaison nerveuse f. neurone moteur, g. glandes salivaires h. neurone sensitif i. oreille interne

Range-les dans la colonne du tableau ci-dessous qui convient en utilisant les lettres.

Récepteur	Structures nerveuses	Centres nerveux	Effecteur

Corrigé

Récepteur	Structures nerveuses	Centres nerveux	Effecteur
i	a e f h	c b d	g

CONCLUSION GENERALE

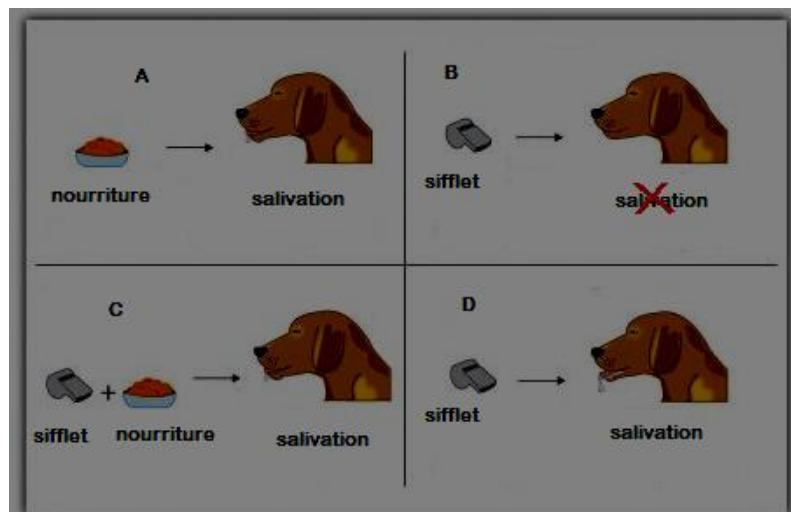
Les réflexes conditionnels ou acquis se mettent en place à suite à un apprentissage et selon un mécanisme.

SITUATION D'EVALUATION

Ton camarade de classe découvre, au cours de ses recherches sur les réflexes conditionnels, le document ci-dessous, qui résume quelques aspects de la mise en place du réflexe conditionnel de salivation chez un chien placé dans un environnement propice, isolé du milieu extérieur.

Très intéressé par la découverte de ton camarade, tu te joins à lui pour comprendre ce phénomène.

Document



En _____ vous _____ appuyant sur le document découvert :

1. Donnez la nature de la nourriture et du sifflet observés.
2. Analysez les résultats de cette expérience.
3. Expliquez ces résultats.

Corrigé

1. Donnons la nature de la nourriture et du sifflet observés sur ce document :

La nourriture est un stimulus absolu.

Le sifflet est un stimulus neutre.

2. Analysons les résultats de cette expérience :

- au niveau de la figure A, lorsqu'on présente la nourriture au chien, il salive ;
- au niveau de figure B, lorsqu'on siffle, le chien ne salive pas ;
- au niveau de la figure C, lorsqu'on associe le sifflet et la nourriture, le chien salive ;
- au niveau de la figure D, lorsqu'on siffle, le chien salive.

3. Expliquons ces résultats

- A la figure A, le chien salive car la nourriture dans sa gueule agit sur les glandes salivaires par le biais du centre salivaire situé dans le bulbe : c'est un réflexe inné ou réflexe inconditionnel. La nourriture est efficace donc un stimulus absolu ou stimulus inconditionnel.

- A la figure B, le chien ne salive pas en écoutant le son du sifflet car le son est inefficace, c'est-à-dire, n'a aucune action sur les glandes salivaires : le son est donc un **stimulus neutre**.

- A la figure C, l'association des 2 stimuli (son + nourriture) permet la mise en place d'une nouvelle liaison nerveuse entre l'aire auditive et l'aire gustative situées au niveau des hémisphères cérébraux : C'est la phase d'apprentissage.

- A la figure D, le son seul provoque la salivation du chien car la nouvelle liaison nerveuse entre l'aire auditive et l'aire gustative est fonctionnelle. Le son devient alors un **stimulus conditionnel** et la réaction obtenue est un réflexe conditionnel ou réflexe acquis.

III- EXERCICES

ACTIVITE D'APPLICATION 1

Les items ci-dessous sont relatifs aux conditions de mise en place du réflexe conditionnel.

1-Un stimulus neutre :

- a. Apporte naturellement une réponse avant le conditionnement.
- b. N'apporte pas naturellement la réponse que l'on attend.
- c. Doit toujours suivre le stimulus absolu pendant le conditionnement.

2-Le réflexe inné :

- a. Nécessite obligatoirement le cerveau pour sa réalisation.
- b. Se réalise chez un être démodéullé.
- c. A pour centre nerveux la moelle épinière.

3-Le stimulus absolu :

- a. Peut encore s'appeler stimulus conditionnel.
- b. Provoque toujours une réaction quel que soit la période d'apprentissage.
- c. Doit être varié pendant un apprentissage.

4-Le réflexe conditionnel :

- a. Est stéréotypé
- b. Peut durer toute la vie quel que soit l'individu.
- c. Est toujours obtenus à la suite d'un apprentissage.

Choisissez dans chaque cas, la ou les bonnes propositions.

Corrigé

1-b ;

2-c ;

3-b ;

4-c

ACTIVITE D'APPLICATION 2

Les items ci-dessous sont relatifs aux conditions de mise en place du réflexe conditionnel.

1-la mise en place du réflexe conditionnel :

- a. Nécessite obligatoirement le cerveau.
- b. Ne dépend que de la moelle épinière.
- c. Peut se faire sans l'intervention d'un organe de sens.

2-Les aires qui interviennent dans la mise en place du réflexe acquis :

- a. Sont situées dans la moelle épinière.
- b. Dans le bulbe.
- c. Dans les hémisphères cérébraux.

3-Dans la mise en place du réflexe acquis de salivation de Pavlov, les organes sensoriels qui interviennent sont :

- a. Le nez et la langue.
- b. Le nez et l'oreille.
- c. La langue et l'oreille.

4-Les nouvelles connexions obtenues après un apprentissage sont situées :

- a. Dans la moelle épinière.
- b. Dans le cerveau.
- c. Au niveau de l'organe sensoriel.

Choisissez dans chaque cas, la ou les bonnes propositions.

Corrigé

- 1-a
- 2-c
- 3-c
- 4-b

ACTIVITE D'APPLICATION 3

Le tableau ci-dessous présente différentes phases d'une expérience de conditionnement et les réactions de l'animal à ces différentes phases.

Phases de l'expérience	Réactions de l'animal
1. Acquisition du réflexe conditionnel	A. l'animal réagit à toutes les répétitions de l'association du stimulus neutre et du stimulus absolu
2. Extinction du réflexe	B. l'animal réagit au stimulus neutre devenu conditionnel
3. Début d'expérience	C. l'animal est indifférent au stimulus neutre
4. Phase d'apprentissage	D. la réaction de l'animal au stimulus conditionnel diminue et finit par disparaître

Associe chaque phase à la réaction de l'animal en utilisant les chiffres et les lettres

Corrigé

1---B 2--- D 3--- C 4---A

SITUATION D'EVALUATION 1

Lors d'une séance de TP/cours, votre professeur soumet une souris aux expériences suivantes :

A l'aide d'un brassard serré autour de l'une des pattes postérieures, il stimule l'animal avec une faible décharge électrique. La souris fléchit la patte stimulée.

Il place ensuite devant la souris, une lampe électrique. Lorsqu'il allume la lampe, la souris dirige son regard vers la lampe.

Il réalise par la suite, à partir de ces deux stimuli, une série d'essais dont les résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous.

Essais	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Application de la lumière	❖				❖	❖	❖	❖	❖	❖	❖	❖	❖	❖	❖
Application du courant électrique		■	■	■	■	■	■	■	■						
Flexion de la patte		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	

❖ Application de la lumière ■ Application du courant électrique ○ Flexion de la patte

A la fin de la séance de TP/cours, le professeur vous remet le tableau pour vérifier l'acquisition de notions vues au cours.

- 1- Donnez la nature de la lumière et du courant électrique dans les réactions observées.
- 2- Analysez les résultats obtenus, en indiquant clairement les périodes d'essais.
- 3- Expliquez les résultats obtenus.
- 4- Dégagez deux caractéristiques de la réaction installée chez la souris.

Corrigé

1. Donnons les natures

Lumière = stimulus neutre

Courant électrique = stimulus absolu

2. Analysons les résultats

Au 1^{er} essai, lorsqu'on applique la lumière seule, il n'y a aucune flexion de la patte de la souris.

Du 2^e au 4^e essai, lorsqu'on applique le courant électrique, il y a flexion de la patte de la souris.

Du 5^e au 9^e essai, lorsqu'on applique la lumière suivie du courant électrique, il y a flexion de la patte de la souris.

Du 10^{ème} au 13^{ème} essai, lorsqu'on applique la lumière seulement, il y a flexion de la patte de la souris.

Du 14^{ème} au 15^{ème} essai, lorsqu'on applique la lumière seulement, il n'y a plus de flexion de la patte de la souris.

3. Expliquons les résultats

Au 1^{er} essai, il n'y a pas de flexion de la patte, parce que la lumière n'a aucune action sur les fonctions motrices de la souris. La lumière est inefficace donc un stimulus neutre.

Du 2^{ème} au 4^{ème} essais, le courant électrique déclenche la flexion de la patte car il est efficace : c'est stimulus absolu.

Du 5^{ème} au 10^{ème} essai, il y a flexion de la patte de la souris, car l'association des 2 stimuli (lumière + courant électrique) permet la mise en place d'une nouvelle liaison nerveuse entre l'aire optique et l'aire motrice situées au niveau des hémisphères cérébraux : C'est la phase d'apprentissage.

Du 10^{ème} au 13^{ème} essai, la lumière seule provoque la flexion de la patte car la nouvelle liaison nerveuse entre l'aire optique et l'aire motrice est fonctionnelle. La lumière devient alors un stimulus conditionnel et la réaction obtenue est un réflexe conditionnel ou réflexe acquis.

A partir du 14^{ème} essai, il n'y a plus de flexion de la patte car la nouvelle liaison mise en place n'est pas entretenue et disparaît : c'est l'extinction.

4. Dégageons deux caractéristiques de la réaction installée chez la souris.

Le réflexe conditionnel est temporaire ;
Le réflexe conditionnel n'est pas stéréotypé.

Exercice 2

La méthode active met l'élève au centre de sa formation. Pour vous permettre de participer effectivement aux activités en classe, votre professeur des Sciences de la Vie et de la Terre, au cours de la leçon portant sur les réflexes acquis vous remets le document ci-dessous présentant une série d'expérience et leurs résultats :

Expérience 1 : Un chien a été conditionné à saliver avec comme stimulus conditionnel un éclair de lumière blanche. Après le conditionnement, la présentation à l'animal d'éclairs de différentes couleurs donne les résultats consignés dans le tableau 1

Heure	Nature de l'éclair (durée : 1s)	Nombre de gouttes de salive par 30 secondes
12 h 00	Lumière blanche	10
12 h 15	Lumière bleue	10
12 h 30	Lumière verte	10
12 h 45	Lumière rouge	10

Tableau 1

Expérience 2. L'expérience 1 est reprise dans les mêmes conditions avec un chimpanzé conditionné par le même stimulus de départ, les résultats obtenus sont consignés dans le tableau 2

Heure	Nature de l'éclair (durée : 1s)	Nombre de gouttes de salive par 30 secondes
14 h 00	Lumière blanche	10
14 h 15	Lumière bleue	0
14 h 30	Lumière verte	0
12 h 45	Lumière blanche	10
15 h 00	Lumière rouge	0

Tableau 1

Document

Vous êtes désignés par votre professeur pour présenter les résultats de vos travaux :

1. Définissez les notions de stimulus conditionnel et réflexe conditionnel.

2. Analysez les résultats des deux expériences.
3. Représentez par un schéma le trajet du réflexe conditionnel mise en jeu dans ces expériences.

CORRIGÉ SITUATION D'EVALUATION 1

1. Définissons les notions :

Un stimulus conditionnel est un stimulus qui neutre au départ, provoque une réaction réflexe après apprentissage.

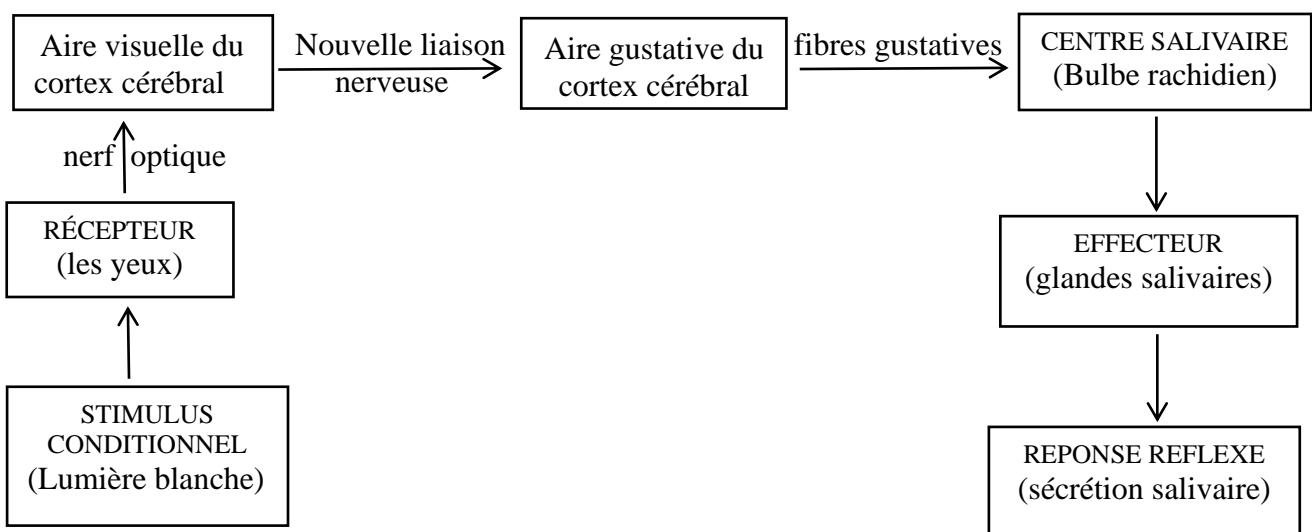
Un réflexe conditionnel ou réflexe acquis est une réaction déclenchée par un stimulus qui n'a habituellement pas d'action sur la fonction considérée.

2. Analysons les résultats des expériences :

Dans l'expérience 1, le chien a la même réaction réflexe de salivation quel que soit la couleur du stimulus lumineux utilisé.

Dans l'expérience 2, le Chimpanzé ne réagit qu'au stimulus utilisé lors du dressage, notamment la lumière blanche.

3. Schématisons le trajet de l'influx nerveux.



SCHEMA DU TRAJET DE L'INFLUX NERVEUX DANS LE CAS DU REFLEXE CONDITIONNEL DE SALIVATION

SITUATION D'EVALUATION 2

Dans le cadre de la préparation d'un exposé pour approfondir votre connaissance sur les réflexes, vous effectuez des recherches.

Vous découvrez dans une annale de Terminale D, les expériences suivantes : on réalise chez un chien, maintenu debout dans une pièce close à température constante, présentant une ouverture à travers laquelle on lui donne de la viande. Ces expériences réalisées et leurs résultats sont consignés dans le tableau du document suivant :

Présentation de la viande au chien	Lumière blanche		Viande		Lumière blanche + Viande								Lumière blanche							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Numéro des essais	0	0	0	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	13	11	9	9	2	0	0
Gouttes de salive recueillie																				

Bon élève, en Sciences de la Vie et de la Terre, les membres de ton groupe éprouvant des difficultés à exploiter ce tableau, te sollicite pour les aider.

1. Analysez les données du tableau.
2. Interprétez-les.
3. Déduisez les caractéristiques des réflexes acquis.
4. Représentez le trajet de l'influx nerveux dans le cas du réflexe mis en place chez le chien.

CORRIGÉ SITUATION D'EVALUATION 2

1. Analysons les données du tableau

- lorsqu'on présente la lumière blanche seule au chien, le chien ne salive pas au cours des trois premiers essais,
- lorsqu'on donne la viande au chien, on recueille 15 gouttes de salive au cours du 4^{ème} et 5^{ème} essai.
- lorsqu'on présente la lumière blanche suivie de la viande au chien, on recueille 15 gouttes du 6^{ème} au 12^{ème} essai,
- lorsqu'on présente la lumière blanche seule au chien, le nombre de gouttes diminue passant de 15 gouttes à 0 goutte.

2. Interprétons-les

- la lumière blanche est un stimulus neutre car elle ne déclenche aucune salivation chez le chien,
- la viande est un stimulus absolu car elle déclenche toujours une réaction chez le chien,
- l'association de la lumière blanche à la viande au cours de plusieurs essais crée une nouvelle liaison entre l'aire visuelle et l'aire gustative.
- le nombre de gouttes diminue parce que le réflexe conditionnel est temporaire.

3. Déduisons les caractéristiques des réflexes acquis

Les réflexes conditionnels se mettent en place après un apprentissage, ils sont temporaires donc doivent être entretenus ou renforcés pour éviter leur extinction.

4. Représentions le trajet de l'influx nerveux dans le cas du réflexe mis en place chez le chien.

Aire visuelle du cortex cérébral

Aire gustative du cortex cérébral

CENTRE SALIVAIRE
(Bulbe rachidien)



SCHEMA DU TRAJET DE L'INFLUX NERVEUX DANS LE CAS DU REFLEXE CONDITIONNEL DE SALIVATION

IV- DOCUMENTATION (Ressources pour approfondir la compréhension de la leçon)

SVT Sciences de la Vie et de la Terre, TD Classiques Ivoiriens page 47 à 53

JD Edition mon cahier d'habiletés TD sciences de la vie et de la Terre

THEME : La communication dans l'organisme.

LEÇON 2 : LE FONCTIONNEMENT DU TISSU NERVEUX

SITUATION D'APPRENTISSAGE

Le club des biologistes de ton établissement a suscité une conférence sur le fonctionnement du système nerveux. Le conférencier informe que le tissu nerveux assure la propagation du message nerveux dans l'organisme et lui permet d'être en relation avec le milieu extérieur. Cette conférence a particulièrement intéressé des élèves de Terminale D qui veulent en savoir plus. Pour cela, ils décident de déterminer l'organisation du tissu nerveux, ses propriétés et d'expliquer le mécanisme de transmission de l'influx nerveux.

CONTENU DU COURS

COMMENT LE MESSAGE NERVEUX SE PROPAGE-T-IL DANS L'ORGANISME ?

La conférence organisée par le club de biologie sur le fonctionnement du système nerveux nous a permis de constater que le message nerveux se propage dans l'organisme. On suppose alors que:

- le message nerveux se propage grâce à sa nature particulière,
- le message nerveux se propage grâce aux propriétés de la structure nerveuse,
- le message nerveux se propage selon un mécanisme.

I- LE MESSAGE NERVEUX SE PROPAGE-T-IL GRÂCE À SA NATURE PARTICULIÈRE ?

A- ORGANISATION DU TISSU NERVEUX

1 - Observation

On observe au microscope la coupe transversale d'un nerf (Figure 1) et la structure d'un neurone (Figure 2).

2 - Résultats

Les résultats des observations sont représentés par les figures (1) et (2) du document 1

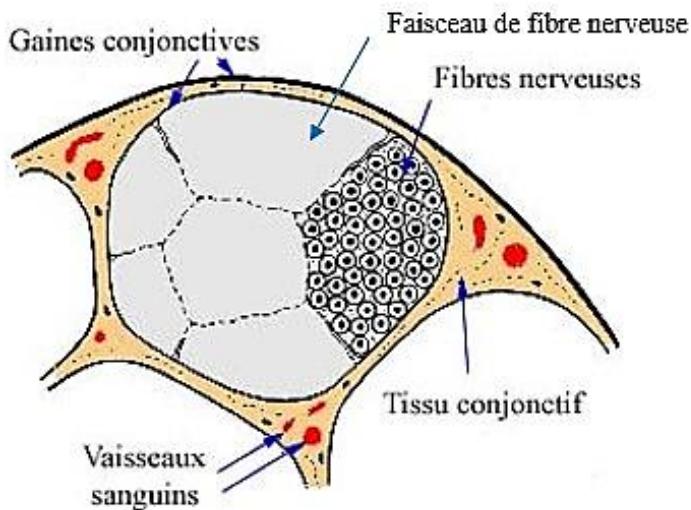
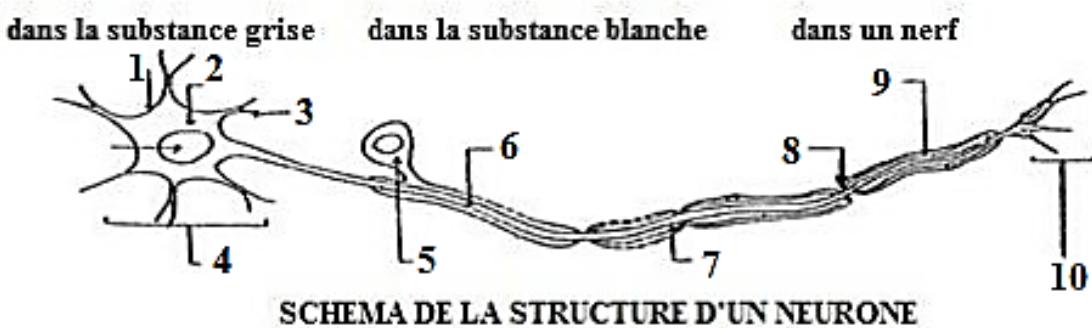


Figure 1 : COUPE TRANSVERSALE D'UN NERF



Annotation : 1=membrane ; 2=cytoplasme ; 3=dendrite ; 4= péricaryon ; 5=cellule gliale ; 6=axone ; 7=gaine de myéline ; 8=nœud de Ranvier ; 9=cellule de Schwann ; 10=arborisation terminale.

Figure 2

Document I

3 - Analyse

Le nerf est formé de **faisceaux de fibres nerveuses** et de **vaisseaux sanguins** situés dans un **tissu conjonctif**, le tout entouré d'une **gaine conjonctive ou épinière**.

Chaque faisceau de fibres nerveuses est entouré par une membrane appelée **périnèvre** et subdivisé par des **endonèvres**.

Le neurone ou cellule nerveuse est une cellule allongée constituée de trois grandes parties :

- le corps cellulaire ou soma ou péricaryon
- l'axone ou cylindraxe
- l'arborisation terminale.

On distingue deux types de fibres nerveuses : les fibres nerveuses myélinisées et les fibres nerveuses amyélinisées.

4 - Conclusion

Le tissu nerveux est constitué de nerfs. Chaque nerf est formé de faisceaux de fibres nerveuses. Le neurone ou cellule nerveuse représente l'unité fonctionnelle du tissu nerveux.

B- NATURE DU MESSAGE NERVEUX

1 - Présentation d'expériences (Document II)

Le principe de l'expérience consiste à mettre en évidence la nature électrique du message nerveux grâce à un oscilloscope ou oscillographe cathodique.

À partir du dispositif expérimental d'enregistrement du message nerveux présenté à la figure 1, et dont l'oscillographe est représenté par la figure 2, on réalise sur un axone géant de calmar une série d'expériences en procédant de la manière suivante :

- Lorsque les microélectrodes réceptrices R1 et R2 sont placées à la surface de l'axone (Figure 3), on réalise un enregistrement avant toute stimulation (Figure 3) et un autre après une stimulation efficace (Figure 3).
- Lorsque la microélectrode réceptrice R1 est placée à la surface de l'axone et la microélectrode R2 enfonce à l'intérieur de l'axone, on réalise un enregistrement avant toute stimulation (Figure 3) et un autre après une stimulation efficace (Figure 3).

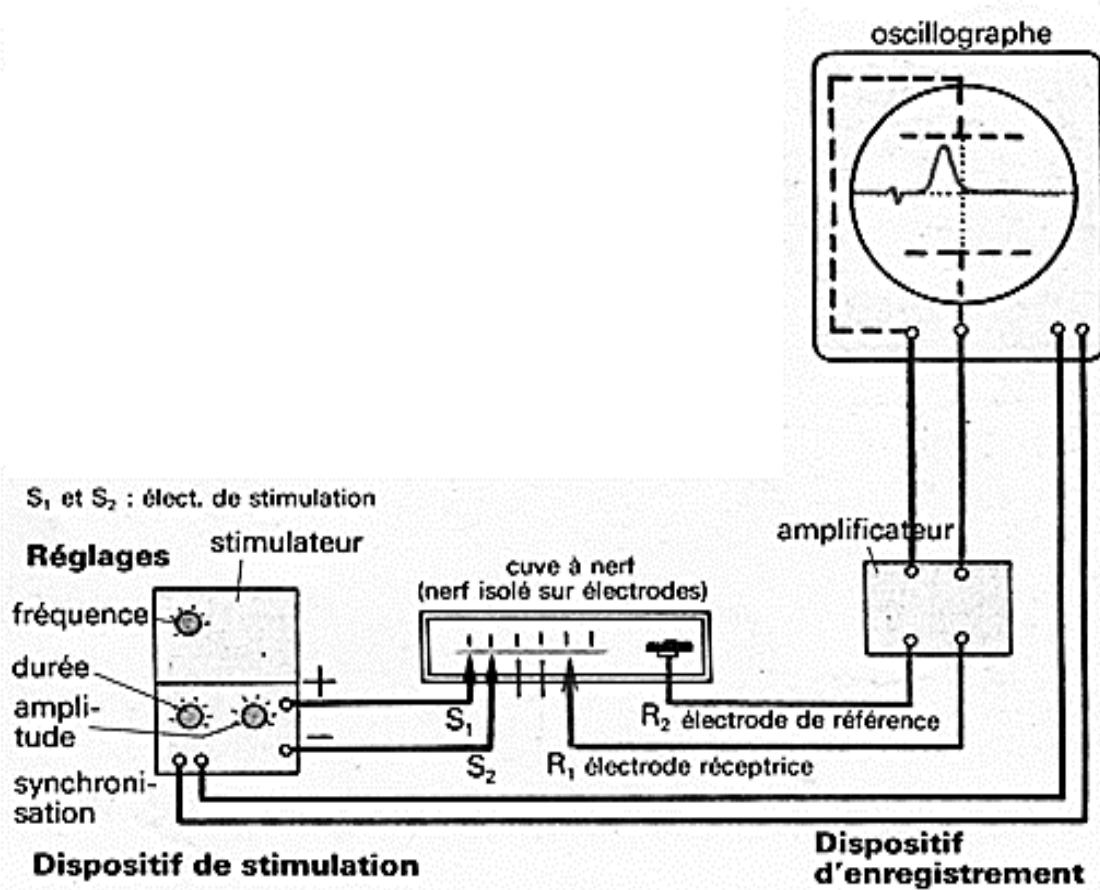


Figure 1
Électrode de référence non adaptée pour l'expérience

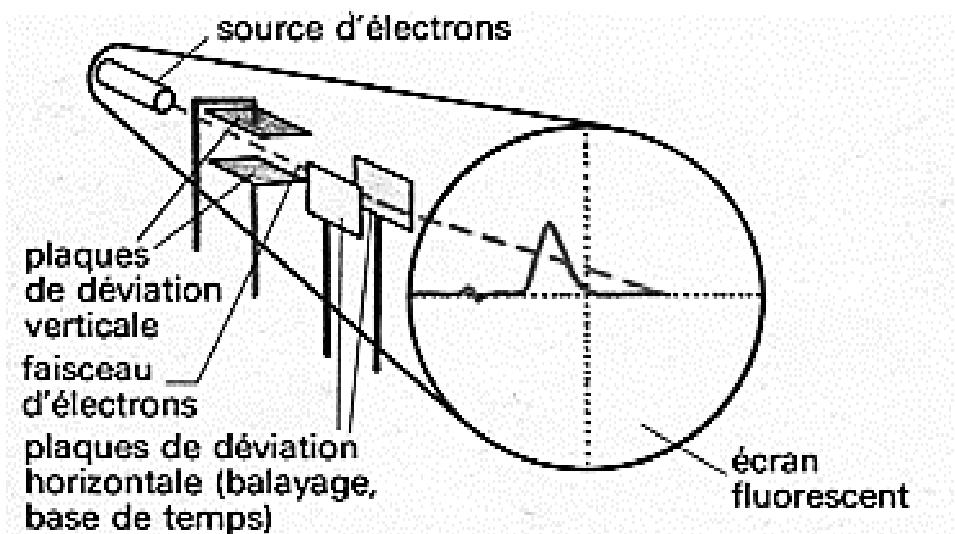


Figure 2

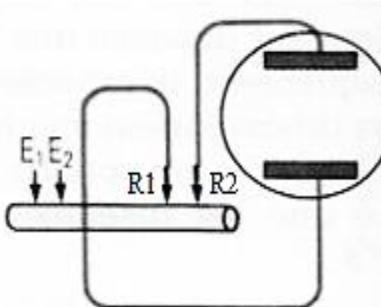


Figure 3

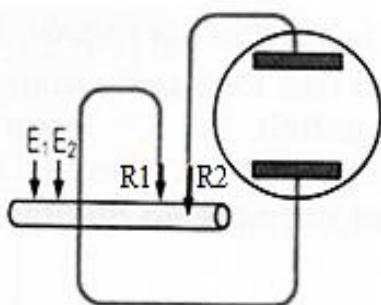


Figure 4

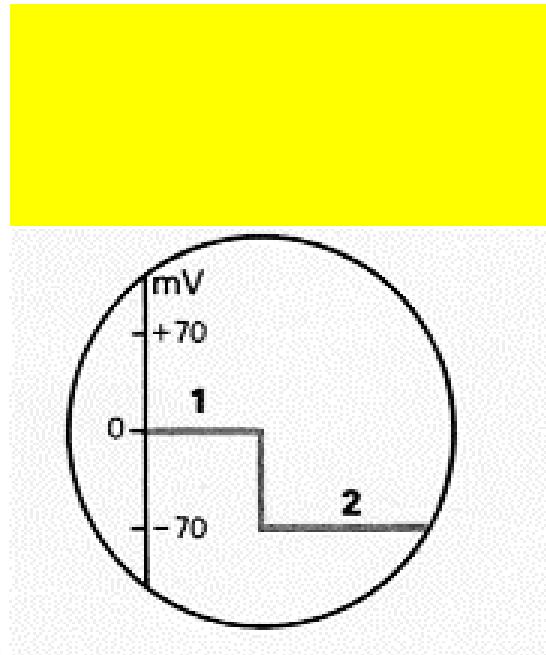
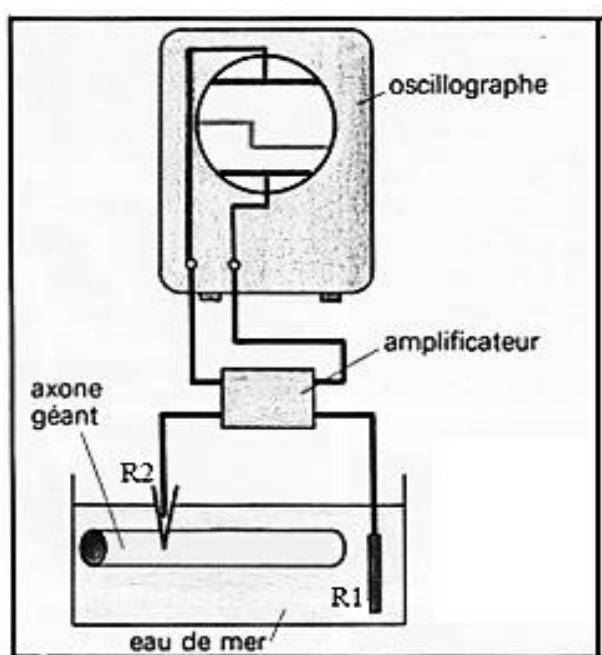
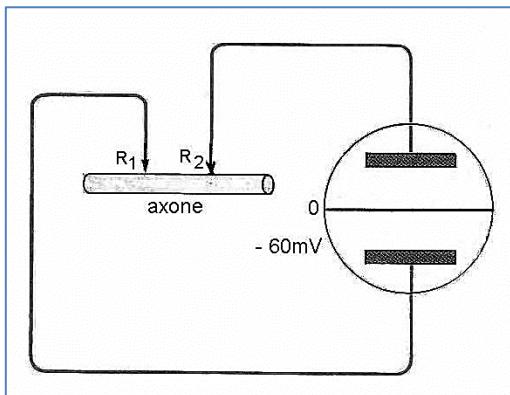
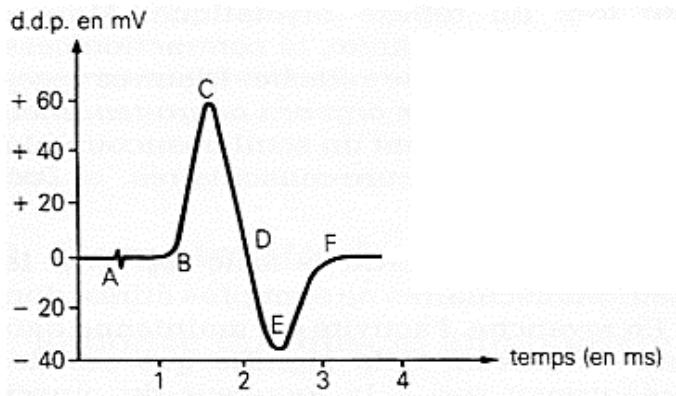
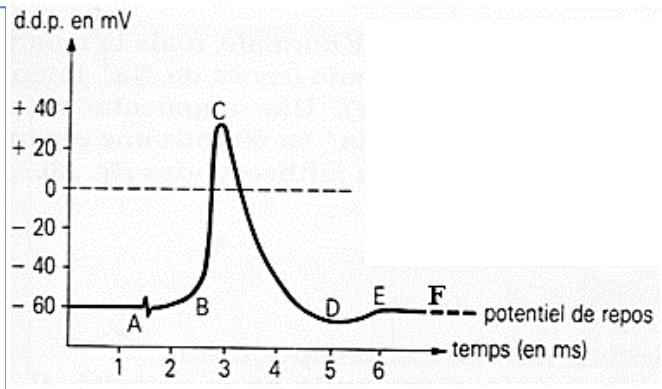
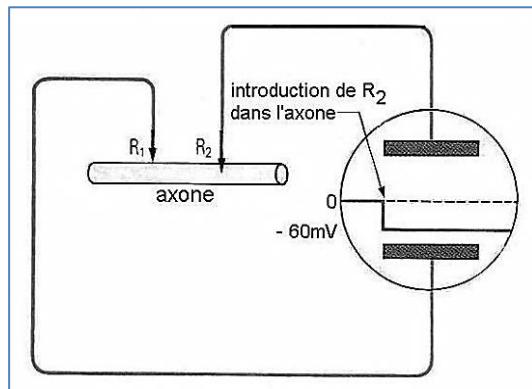


Figure 5**2- Résultats****Figure 6****Figure 5 Figure 6****Figure 7Figure 8****DOCUMENT II****3 - Analyse**

- Figure A-1 : En l'absence d'excitation, lorsque les deux électrodes réceptrices (R_1 et R_2) sont à la surface de l'axone, on enregistre sur l'écran de l'oscilloscope un balayage horizontal du spot indiquant le potentiel 0 mV.
- Figure A -2 : En l'absence d'excitation, lorsqu'on enfonce l'une des électrodes réceptrice (R_2) dans l'axone, on enregistre une déviation verticale du spot vers le bas qui se stabilise à -70mV.
- Figure B : Lorsqu'on excite l'axone tout en maintenant l'électrode réceptrice A enfoncee dans celui-ci, on observe une variation de potentiel de membrane qui se matérialise par une courbe.
- Figure C : Lorsque les deux électrodes réceptrices sont à la surface de l'axone excité, on obtient une courbe présentant deux phases.

4 - Interprétation

- Figure A-1 : Le balayage horizontal du spot au potentiel 0 mV représente le potentiel de référence ou potentiel zéro ou potentiel nul.

Ce résultat est obtenu car les deux plaques horizontales reliées aux électrodes réceptrices sont au même potentiel électrique. La différence de potentiel (ddp) est donc nulle entre deux points situés à la surface de l'axone.

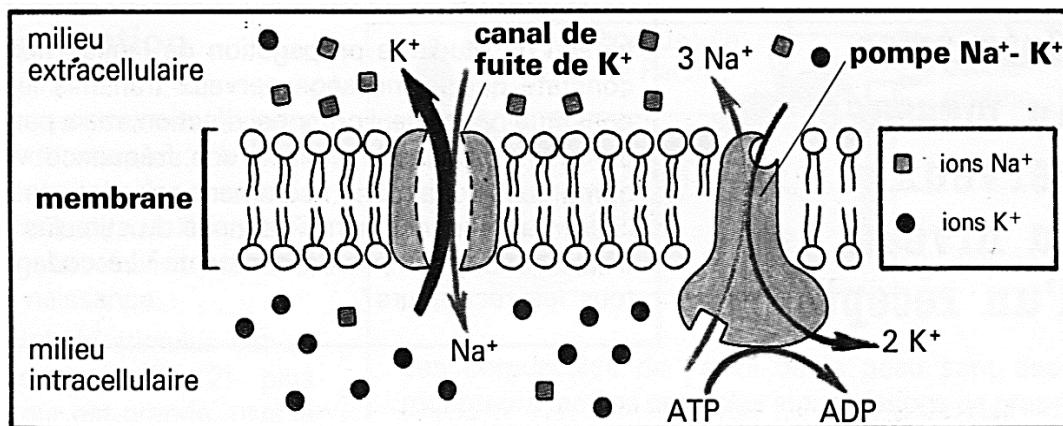
- Figure A-2 : Le potentiel de -70 mV obtenu suite à la déviation verticale du spot vers le bas représente le potentiel de repos ou potentiel de membrane.

Ce résultat est obtenu car le faisceau d'électrons est plus repoussé par la plaque horizontale supérieure (ou du haut) reliée à l'électrode A introduite dans l'axone. Cette électrode est donc plus électronégative que l'électrode B situé en surface, d'où A est chargée négativement et B est chargée positivement. La surface de l'axone au repos est donc chargée positivement et l'intérieur chargé négativement. Il existe donc une ddp entre la surface et l'intérieur de l'axone au repos qui est de -70mV. Le potentiel de repos (ou potentiel de membrane) d'une fibre nerveuse est la différence de potentiel électrique entre la surface et l'intérieur de celle-ci lorsqu'elle est au repos.

L'origine de cette différence de potentiel s'explique par une inégale répartition des ions K⁺ et Na⁺ de part et d'autre de la membrane de l'axone. Le milieu intracellulaire est plus concentré en ion K⁺ que le milieu extracellulaire qui est plus concentré en ions Na⁺ que le milieu intracellulaire

ions	Concentrations en 10 ³ mol/l		
	cytoplasme	milieu extracellulaire	eau de mer
K ⁺	400	20	10
Na ⁺	50	440	460

Le mouvement de ces ions devrait conduire à une égalité de concentration des ions de part et d'autre de la membrane. Mais il existe toujours cette inégalité de concentration. Ce déséquilibre ionique à l'origine du potentiel de membrane est maintenu grâce à la pompe ionique (Na⁺/K⁺).



- Figure B : La courbe obtenue est un PA monophasique qui comprend les phases suivantes :

A : L'artefact de stimulation indique le moment précis de la stimulation responsable de la

naissance de l'influx nerveux ou onde de négativité.

AB : Le temps de latence. C'est le temps mis par l'influx nerveux pour atteindre la première électrode réceptrice R1. Les canaux à Na⁺ voltage dépendant et les canaux à K⁺ voltage dépendant restent fermés.

BC : La phase de dépolarisation indique l'inversion de la polarité de la membrane à l'arrivée de l'influx nerveux à la première électrode réceptrice R1. Sous cette électrode, la face externe de la membrane devient électronégative et la face interne électropositive. Nous obtenons alors un pic qui permet de déterminer l'amplitude du PA. Cette phase est due à une entrée massive d'ions Na⁺ dans l'axone suite à l'ouverture des canaux Na⁺ voltage dépendant. Les canaux K⁺ voltage dépendant restent fermés.

CD : La phase de repolarisation indique le retour de la polarité de la membrane plasmique sous l'électrode R1 suite au passage de l'influx nerveux. La face externe redevient positive et la face interne négative. L'onde de négativité se situe entre R1 et R2. Il y a un rétablissement des charges initiales au niveau de R1 qui ramène le spot au potentiel de repos. Cette phase s'explique par une sortie d'ions K⁺ de l'axone suite à l'ouverture des canaux K⁺ voltage dépendant. Les canaux Na⁺ voltage dépendant restent fermés.

DE : La phase d'hyperpolarisation correspond à une repolarisation extrême qui fait descendre le spot en dessous du potentiel de repos. Elle est due au fait que les canaux K⁺ voltage dépendant restent longtemps ouverts entraînant une sortie excessive des ions K⁺.

EF : La phase de restauration

Nous observons un rétablissement du potentiel de membrane à la suite d'une légère remontée du spot. La membrane retrouve son potentiel de repos initial grâce à la pompe ionique Na⁺/K⁺ qui assure un transport actif en faisant sortir les Na⁺ entré et en faisant entrer les K⁺ sortis contre leur gradient de concentration grâce à l'énergie produite par l'hydrolyse de l'ATP. Les canaux Na⁺ et K⁺ voltage dépendant restent fermés.

Le PA correspond donc à une inversion momentanée de la polarité entre les deux faces de la membrane de l'axone.

L'influx nerveux est une onde de négativité qui se propage le long de l'axone en le dépolarisant localement sous forme de courant locaux.

5 - Conclusion

L'influx nerveux se propage sous forme électrique grâce à des courants locaux issus de l'inversion de la polarité entre les deux faces de la membrane plasmique du neurone à la suite d'une stimulation.

II- LE MESSAGE NERVEUX SE PROPAGE-T-IL GRACE AUX PROPRIETES DE LA STRUCTURE NERVEUSE ?

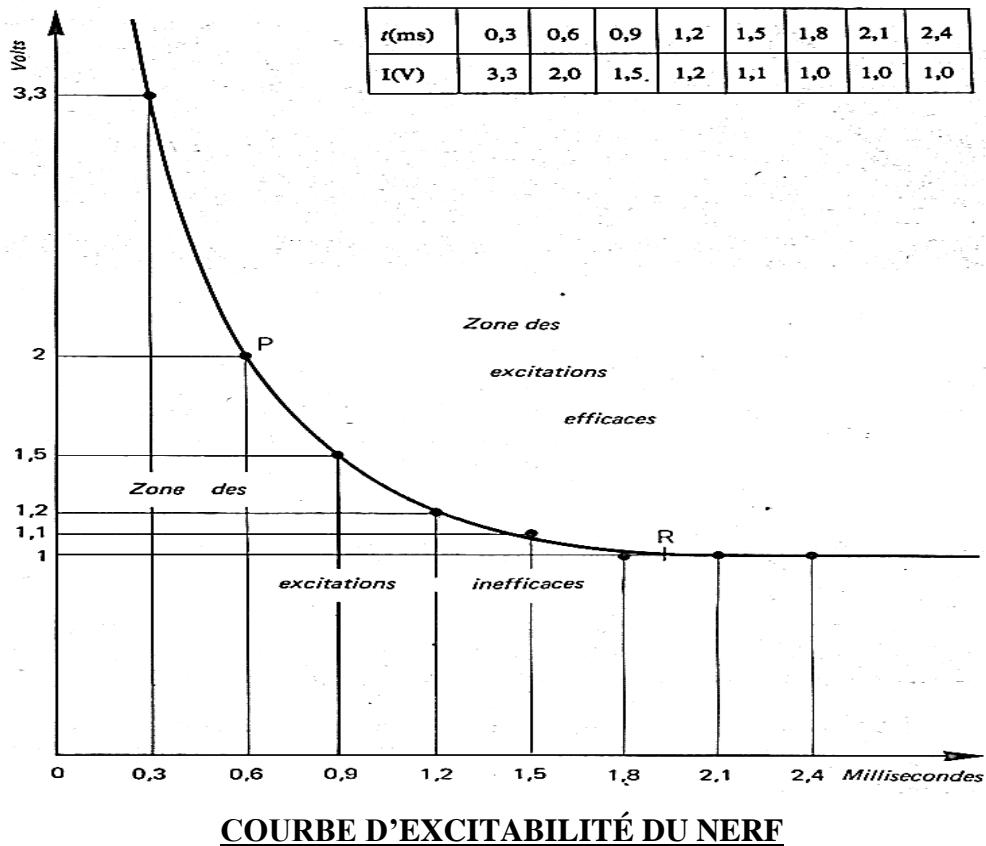
A- Réponse du nerf aux stimulations d'intensités et de durées variables

1-Présentation d'expériences

Dans cette expérience, on veut déterminer l'intensité et la durée de stimulation correspondante pour lesquelles la structure nerveuse développe une réponse. A l'aide du dispositif expérimental d'enregistrement de la réponse du nerf, on fixe l'intensité de stimulation et on fait varier le temps de stimulation jusqu'à obtenir une réponse du nerf. On note ces deux valeurs. On recommence cette

opération pour plusieurs intensités de stimulation. Les résultats obtenus sont consignés dans un tableau.

2-Résultats



3-Analyse

La courbe de variation de l'intensité de stimulation en fonction de la durée de stimulation exprime la limite d'excitation du nerf. Toutes les excitations sur la courbe provoquent une réponse.

Les excitations en dessous de la courbe ne provoquent pas de réponse.

Les excitations au-dessus de la courbe provoquent une réponse.

1 V est la plus petite intensité de stimulation qui provoque une réponse lorsqu'elle est appliquée pendant une durée minimum de 1,8ms.

0,6 ms est le temps qu'il faut au double de 1 V (2 V) pour provoquer une réponse.

4-Interprétation

La courbe représente les excitations seuils. Elles sont dites **excitations liminaires**. Elles provoquent l'ouverture des canaux à Na^+ .

Les excitations en dessous du seuil d'excitation ne provoquent pas de réponse parce qu'elles sont inefficaces : elles sont dites **excitations infraliminaires**. Elles ne provoquent pas l'ouverture des canaux à Na^+ .

Les excitations au-dessus du seuil d'excitation provoquent une réponse parce qu'elles sont efficaces : elles sont dites **excitations supraliminaires**. Elles provoquent l'ouverture des canaux à Na^+ .

La plus petite intensité de stimulation (1 V) qui provoque une réponse est l'**intensité seuil** ou **intensité liminaire** ou **rhéobase**.

La plus petite durée d'application de la rhéobase (1,8 ms) pour provoquer une réponse est le **temps utile**. La durée d'application de l'intensité double de la rhéobase (2 V) pour provoquer une réponse est la **chronaxie** (0,6 ms). Plus la chronaxie est petite plus le nerf est excitable.

5-Conclusion

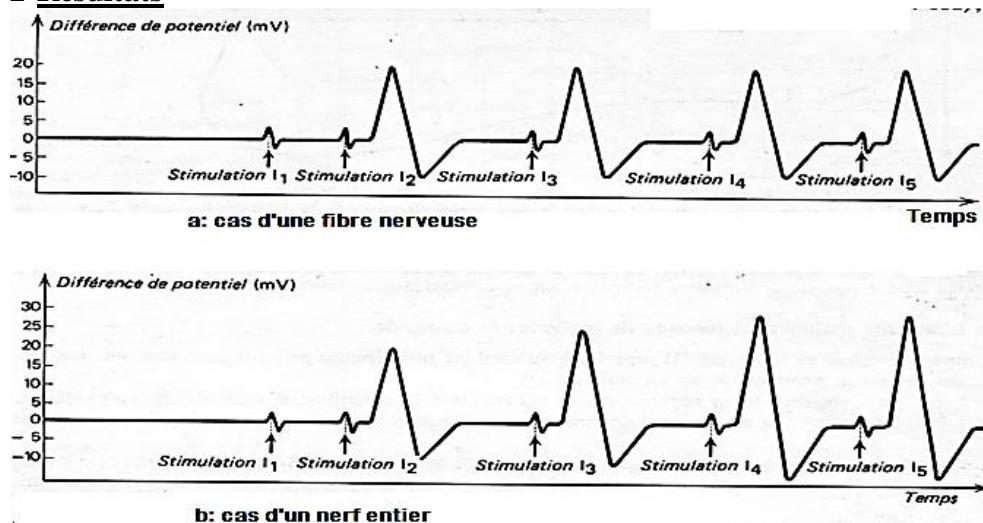
La rhéobase, le temps utile et la chronaxie sont des caractéristiques de l'excitabilité du tissu nerveux.

B- Réponses des structures nerveuses aux stimulations d'intensités croissantes

1 Présentation d'expériences

Ces expériences consistent à déterminer les réponses du nerf et du neurone à des excitations d'intensités croissantes. A l'aide du dispositif expérimental d'enregistrement de la réponse des structures nerveuses, on porte des stimulations d'intensité croissante sur une fibre nerveuse et sur un nerf entier, puis on note les amplitudes des réponses obtenues.

2-Résultats



POTENTIELS D'ACTION DUS A DES STIMULATIONS D'INTENSITES CROISSANTES

3-Analyse

Au niveau de la fibre nerveuse

- A I₁ on n'a aucune réponse.
- A partir de I₂, la réponse de la fibre nerveuse est d'amplitude d'emblée maximale à 20 mV.

Au niveau du nerf

- A I₁ on n'a aucune réponse
- A partir de I₂, l'amplitude de la réponse du nerf augmente avec l'intensité de stimulation jusqu'à I₄. Elle passe de 20 mV à 30 mV.
- Au-delà de I₄, l'amplitude de la réponse est constante et maximale à 30 mV.

4-Interprétation

Au niveau de la fibre nerveuse

- En dessous de I₂, on n'obtient aucune réponse car ce sont des **intensités sous liminaires ou infraliminaires**.

- I₂ est l'intensité minimale de stimulation pour laquelle on obtient la première réponse de la fibre nerveuse. I₂ est donc **l'intensité liminaire ou intensité seuil**.

-Au-delà de I_3 , on obtient une réponse d'emblée maximale car ce sont des **intensités supraliminaires**.

Lorsque le seuil d'excitabilité est atteint (intensité liminaire atteinte), la fibre nerveuse donne toute sa réponse ou une réponse d'amplitude d'emblée maximale : on dit que la fibre nerveuse obéit à la **loi de tout ou rien**.

Au niveau du nerf

-En dessous de I_2 , on n'obtient aucune réponse car ce sont des **intensités sous liminaires ou infraliminaires**.

-A I_2 on a la plus petite réponse. I_2 est donc **l'intensité seuil**.

-De I_2 à I_4 , l'augmentation progressive de l'amplitude de la réponse montre qu'un nombre de plus en plus croissant de fibres nerveuses sont excitées. Il y a recrutement progressif des fibres nerveuses dont les réponses s'additionnent : c'est le phénomène de **sommation**.

Le nerf est donc constitué de fibres nerveuses de seuils d'excitation différents.

- Au-delà de I_4 , l'amplitude de la réponse est constante et maximale car toutes les fibres nerveuses ont été excitées.

5-Conclusion

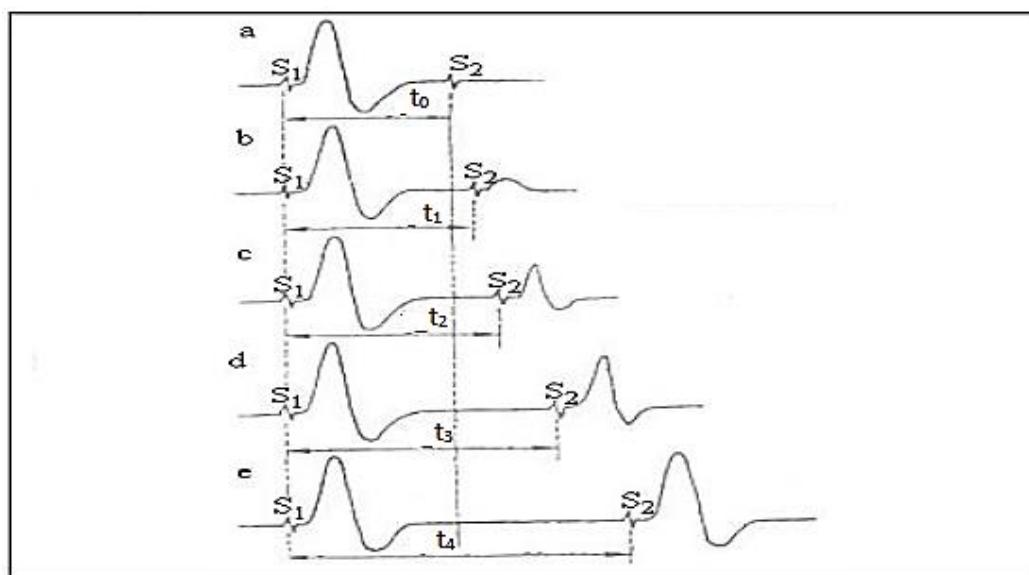
L'excitabilité du nerf obéit à la loi de sommation et la fibre nerveuse obéit à la loi de tout ou rien.

C- Réponses des structures nerveuses à deux stimulations efficaces successives à délai variable

1-Présentation d'expérience

L'expérience consiste à déterminer la réponse d'une structure nerveuse à deux stimulations efficaces successives en faisant le temps qui les sépare. A l'aide du dispositif expérimental d'enregistrement de la réponse des structures nerveuses, on porte deux stimulations efficaces successives de mêmes intensités sur un nerf. Pour chaque on fait varier le délai qui les sépare.

2-Résultats



3-Analyse

-Lorsque les deux stimulations sont très rapprochées (t_0), après la première réponse, le nerf ne répond pas à la deuxième stimulation.

- Lorsque les deux stimulations sont séparées par un délai assez long (t_1 , t_2 , t_3), après la première réponse, l'amplitude de la réponse du nerf à la deuxième stimulation devient de plus en plus grande.
- Lorsque les deux stimulations sont séparées par un délai long (t_4), l'amplitude des deux réponses est la même.

4-Interprétation

-Lorsque le délai qui sépare l'application des deux stimulations efficaces est très court, le nerf perd totalement son excitabilité après une première réponse car la pompe Na^+/K^+ n'a pas eu le temps de restaurer les concentrations ioniques initiales et les canaux Na^+ sont fermés. Cette période pendant laquelle le nerf ne répond pas à la deuxième stimulation efficace est la **période réfractaire absolue (PRA)**.

-Lorsque le délai qui sépare l'application des deux stimulations efficaces augmente, la réponse du nerf à la deuxième stimulation augmente car la pompe Na^+/K^+ rétablit progressivement les concentrations ioniques initiales et les canaux à Na^+ s'ouvrent. Cette période pendant laquelle la réponse du nerf à la deuxième stimulation devient de plus en plus grande est la **période réfractaire relative (PRR)**.

-La réponse du nerf à une deuxième stimulation efficace devient normale après le rétablissement total des concentrations ioniques par la pompe Na^+/K^+ .

5-Conclusion

Le nerf est excitable mais il peut perdre son excitabilité pendant une période donnée appelée **période réfractaire**.

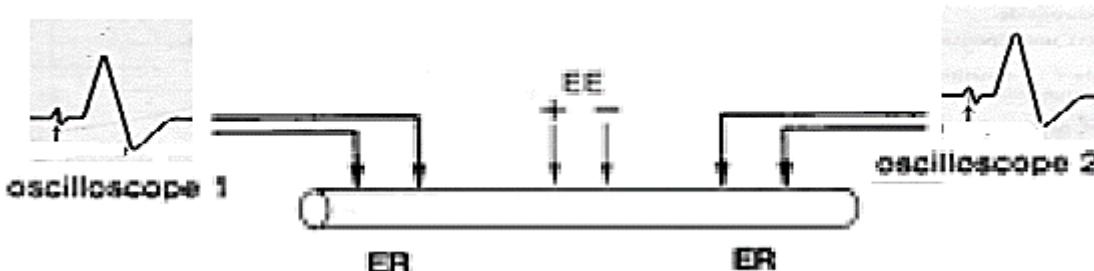
D – SENS DE PROPAGATION DE L’INFLUX NERVEUX

1-Présentation d’expériences

Dans cette expérience on veut déterminer le sens de conduction de l’influx nerveux. On applique une stimulation efficace sur une fibre nerveuse reliée à deux oscilloscopes placés de part et d’autre du lieu de la stimulation.

2-Résultats

On enregistre un PA au niveau de chaque oscilloscope.



3-Analyse

Lorsqu'on excite une fibre nerveuse isolée (placée hors de l'organisme), on enregistre un PA (réponse) de part et d'autre du lieu d'excitation.

4-Interprétation

L'enregistrement d'un PA de part et d'autre du lieu d'excitation indique que l'influx nerveux se déplace dans les deux sens de la fibre nerveuse isolée.

Dans un organisme vivant, l'influx nerveux se propage dans un seul sens sur une fibre nerveuse : dendrites- corps cellulaire-axone-arborisation terminale.

5-Conclusion

L'influx nerveux se déplace dans les deux sens sur une fibre nerveuse isolée mais dans un seul sens dans l'organisme.

E-LA VITESSE DE CONDUCTION DE L'INFLUX NERVEUX

1-Présentation d'expériences

On veut déterminer l'influence de certains facteurs sur la vitesse de conduction de l'influx nerveux puis calculer sa vitesse. Pour cela, on utilise différentes fibres nerveuses.

2-Résultats

Nature de la fibre nerveuse	Diamètre (μm)	Température ($^{\circ}\text{C}$)	Vitesse (m/s)
Fibre myélinisée de grenouille	10	20	17
	20	20	30
		30	60-80
Fibre myélinisée de mammifère	20	37	120
Axone géant de Calmar amyélinique	1000	23	33

3-Analyse

Les facteurs influençant la vitesse de propagation de l'influx nerveux sont : la nature, le diamètre de la fibre nerveuse et la température.

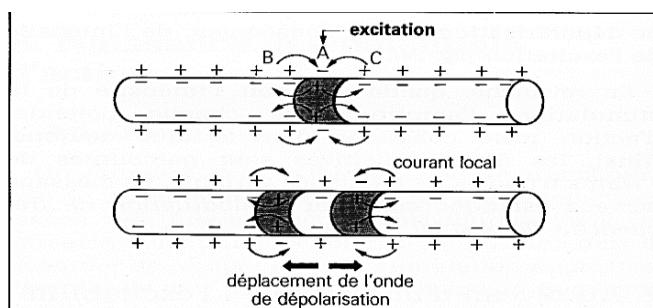
-la vitesse de propagation de l'influx nerveux est plus élevée dans les fibres myélinisées que dans les fibres amyéliniques.

-Pour deux fibres nerveuses de même nature et de même diamètre, la vitesse de propagation de l'influx nerveux augmente avec la température.

-Pour deux fibres nerveuses de même nature se trouvant à la même température, la vitesse de propagation de l'influx nerveux augmente avec le diamètre.

4-Interprétation

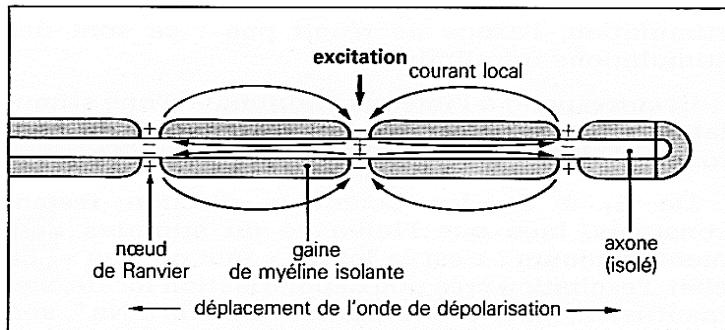
Dans les fibres amyéliniques (voir schéma), l'excitation en un point quelconque de la fibre crée une dépolarisation qui se propage de proche en proche le long de la fibre nerveuse sous forme de courants locaux : c'est la **théorie des courants locaux**.



Courants locaux dans un axone amyélinique isolé.

La conduction de l'influx nerveux dans les fibres amyéliniques est donc **lente et continue**.

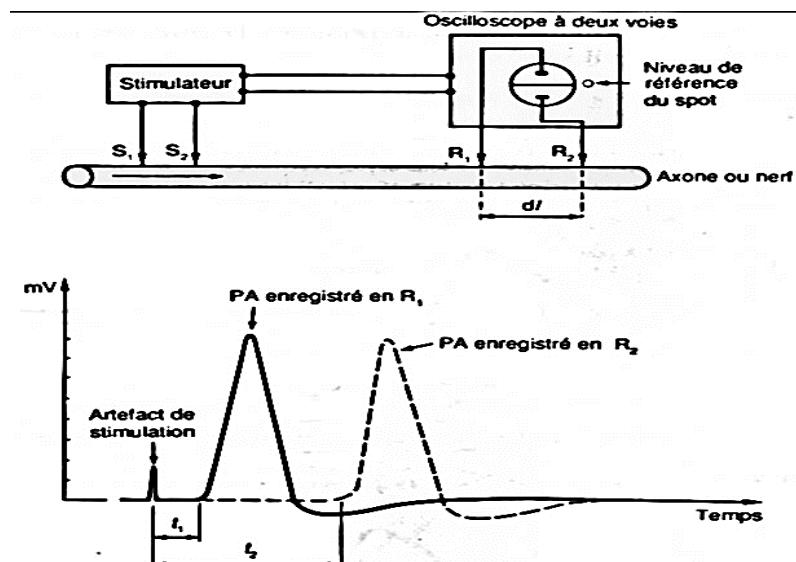
-Dans les fibres myélinisées, la gaine de myéline est un isolant qui est interrompu au niveau des nœuds de Ranvier. L'excitation crée une dépolarisation qui se propage en effectuant des sauts d'un nœud de Ranvier à un autre : c'est la **théorie de la conduction saltatoire**.



Conduction saltatoire.

La conduction de l'influx nerveux dans les fibres myélinisées est donc plus **rapide**.

Calcul de la vitesse de conduction de l'influx nerveux



Pour déterminer la vitesse de propagation de l'influx nerveux, on fait des mesures :

-Soit d_1 la distance entre la 2^e électrode excitatrice (E2) et la 1^{re} électrode réceptrice R1 ayant permis d'obtenir le 1^{er} enregistrement.

- Soit d_2 la distance entre la 2^e électrode excitatrice (E2) et la 2^e électrode réceptrice R2 ayant permis d'obtenir le 2^{er} enregistrement.

On aura Δd la distance qui sépare les 2 PA. Soit $\Delta d = d_2 - d_1$.

Lorsqu'on superpose les 2 PA en faisant coïncider les artefacts de stimulation, on constate un décalage des 2 PA.

-soit t_1 le temps mis par l'influx nerveux pour parcourir d_1

- soit t_2 le temps mis par l'influx nerveux pour parcourir d_2

On aura Δt le temps qui sépare les 2 PA. Soit $\Delta t = t_2 - t_1$. La vitesse sera donc :

(m)

$$V = \frac{\Delta d}{\Delta t} = \frac{d_2 - d_1}{t_2 - t_1}$$

(s)

5-Conclusion

La vitesse de propagation de l'influx nerveux dépend de certains facteurs tels que la nature de la fibre, le diamètre de la fibre et la température.

Conclusion partielle

Le nerf ou la fibre nerveuse sont des structures nerveuses excitables et conductrices. Ils développent un message nerveux lorsque l'intensité de stimulation est efficace.

L'excitabilité du nerf obéit à la loi de sommation et celle de la fibre nerveuse obéit à la loi de tout ou rien. Ils peuvent perdre cette propriété pendant les périodes réfractaires. La vitesse de propagation de l'influx nerveux dépend de certains facteurs.

III-LE MESSAGE NERVEUX SE PROPAGE-T-IL D'UN NEURONE A UNE AUTRE STRUCTURE EXCITABLE ?

A- Les différentes zones de contact entre structures cellulaires

1- Observation de document III

Le document III présente les différentes zones de contacts entre neurones (figure 1) et entre un neurone et une cellule musculaire (figure 2).

2- Résultat

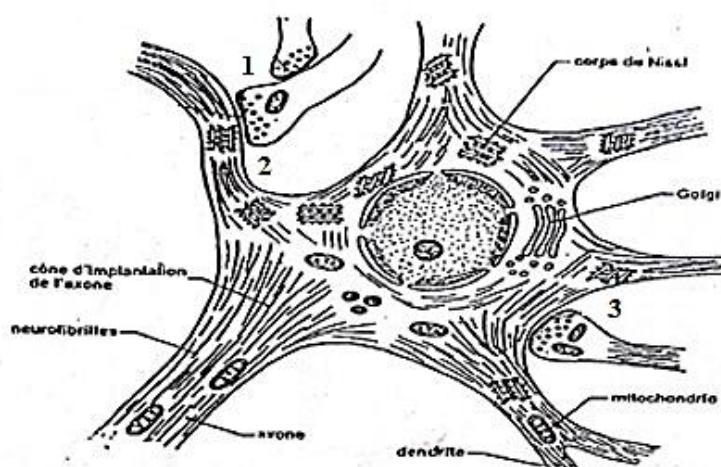


Figure 1 : LES DIFFÉRENTES SYNAPSES NEURONIQUES

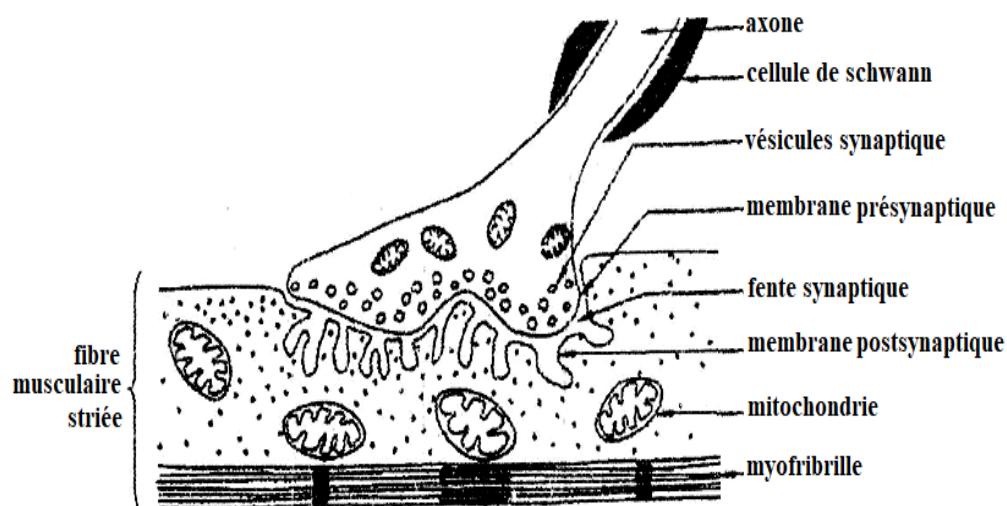


Figure 2 : ULTRASTRUCTURE D'UNE PLAQUE MOTRICE

DOCUMENT III

3- Analyse

La Figure 1 présente trois types de contact ou jonction entre les neurones :

- les jonctions entre 2 axones (1) appelée **jonction axo-axonique** lorsque l'axone d'un neurone entre en contact avec l'axone d'une autre neurone.
- les jonctions entre un axone et une dendrite (2) appelée **jonction axo-dendritique** lorsque l'axone d'un neurone est en contact avec la dendrite d'un autre neurone.
- les jonctions entre un axone et le corps cellulaire ou soma (3) appelée **jonction axo-somatique** lorsque l'axone d'un neurone est en contact avec le corps cellulaire d'un autre neurone

La Figure 2 présente la zone de contact entre un neurone et une cellule musculaire appelée **jonction neuro-musculaire ou plaque motrice**.

5- Conclusion

La transmission de l'influx nerveux d'un neurone à une structure cellulaire se fait à travers des zones de contact appelée **synapse**. Une synapse est composée d'un élément présynaptique et d'une élément postsynaptique séparés par un espace appelé fente synaptique.

B- Le passage de l'influx nerveux à travers une synapse

1- Observation du document IV

Le document IV présente en figure A l'électronographie d'une plaque motrice et en figure B le schéma d'interprétation.

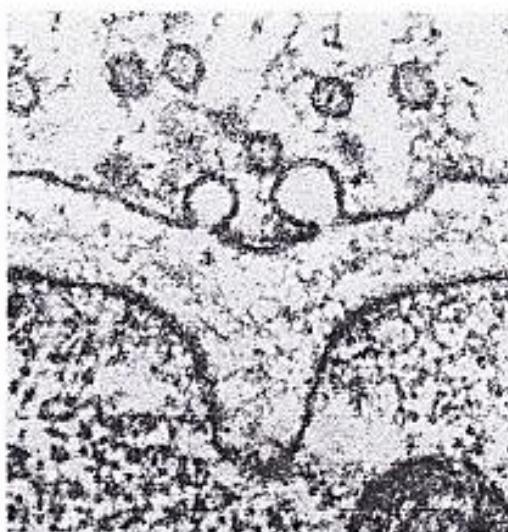


Figure A : ÉLECTRONOGRAPHIE D'UNE PLAQUE MOTRICE

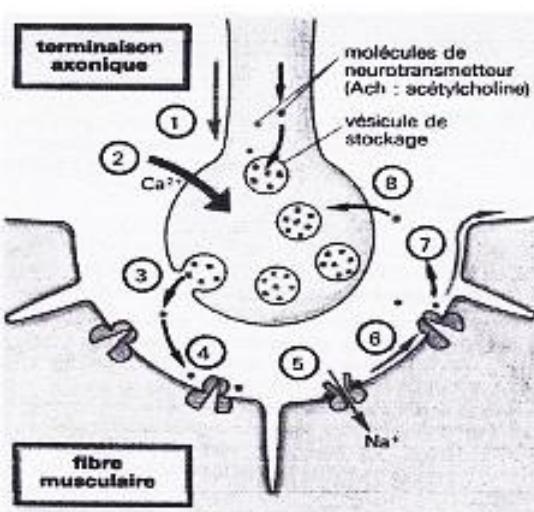


Figure B : SCHÉMA D'INTERPRÉTATION D'UNE PLAQUE MOTRICE

2- Résultat

Figure A : présence de nombreuses vésicules synaptiques et de vésicules d'exocytoses dans l'élément présynaptique. Absence de vésicules dans l'élément postsynaptique.

3- Analyse

Les différentes étapes de la transmission de l'influx nerveux au niveau d'une synapse sont :

- (1) l'arrivée de l'influx nerveux au niveau du bouton synaptique
- (2) entrée des ions Ca^{2+} dans le bouton synaptique
- (3) libération des neurotransmetteurs dans la fente synaptique par exocytose
- (4) fixation des neurotransmetteurs sur les récepteurs à Na^+ de la membrane postsynaptique
- (5) ouverture et entrée des ions Na^+ dans la fibre musculaire à travers les canaux à Na^+
- (6) dépolarisation de la membrane postsynaptique
- (7) hydrolyse du neuromédiateur
- (8) recapture ou réabsorption du neurotransmetteur par le bouton synaptique.

4- Interprétation

Suite à une stimulation efficace du neurone, l'influx nerveux arrive au niveau du bouton présynaptique et provoque l'ouverture des canaux à Ca^{2+} situés sur la membrane présynaptique. Cette ouverture entraîne une entrée massive des ions Ca^{2+} dans le bouton synaptique suivie de la libération par exocytose, dans la fente synaptique de neuromédiateurs ou neurotransmetteurs ou médiateurs chimiques (ex : acétylcholine ou ACH) stockés dans des vésicules synaptiques.

L'acétylcholine libérée dans la fente synaptique se fixe sur son récepteur spécifique situé sur la membrane postsynaptique. Ce qui provoque l'ouverture des canaux à Na^+ chimio dépendants et l'entrée massive des ions Na^+ dans la fibre musculaire.

Cette entrée massive d'ions Na^+ entraîne la dépolarisation de la membrane postsynaptique, d'où la naissance d'un PA musculaire se propageant le long du muscle qui se contracte.

La contraction s'arrête lorsque l'ACH est hydrolysé en acétate et en choline par une enzyme appelée l'acétylcholinestérase.

La choline est ensuite réabsorbée par le bouton synaptique pour servir à la synthèse de nouvelles molécules d'acétylcholine.

La synapse neuro-neuronique a le même fonctionnement que la synapse neuro-musculaire. Dans le cas de la synapse neuro-neuronique, une stimulation du neurone présynaptique entraîne la libération de neurotransmetteurs dans la fente synaptique.

La fixation des neurotransmetteurs sur la membrane déclenche localement la naissance d'un potentiel postsynaptique (ou PPS).

Lorsque dans une synapse, les neurotransmetteurs libérés ouvrent les canaux à Na^+ et provoquent localement la dépolarisation de la membrane postsynaptique, la synapse est dite synapse excitatrice et le potentiel postsynaptique obtenu est appelé potentiel postsynaptique excitateur (ou PPSE)

Lorsque dans une synapse, les neurotransmetteurs libérés entraînent une sortie massive d'ions K^+ ou une entrée massive d'ions Cl^- provoquant ainsi une hyperpolarisation de la membrane postsynaptique, cette membrane est inhibée. D'où absence de PA au niveau de cette membrane. Dans ce cas, la synapse est dite synapse inhibitrice et le PPS obtenu est appelé potentiel postsynaptique inhibiteur (ou PPSI).

5- Conclusion

La transmission de l'influx nerveux se fait grâce aux médiateurs qui se fixent sur leurs récepteurs spécifiques situés sur la membrane postsynaptique.

Conclusion partielle

La transmission de l'influx nerveux d'un neurone à une structure cellulaire se fait à travers des zones de contact appelée synapse grâce à des médiateurs chimiques qui se fixent sur leurs récepteurs spécifiques situés sur la membrane postsynaptique.

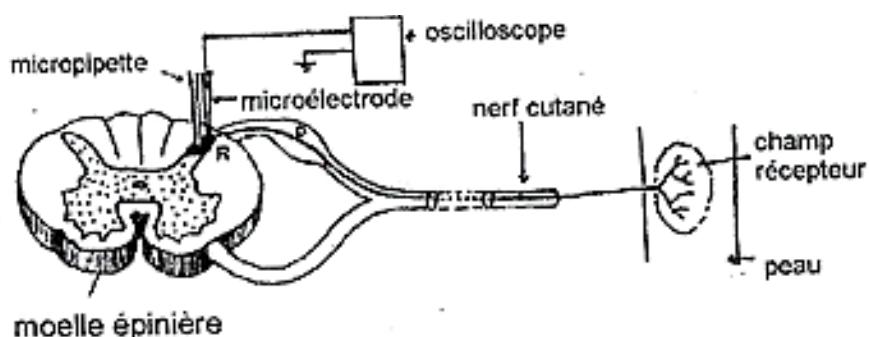
CONCLUSION GÉNÉRALE

L'influx nerveux se propage le long d'une structure nerveuse. Il est provoqué par une modification de la perméabilité membranaire à certains ions et circule sous forme de courants locaux le long du neurone. Le passage de l'influx nerveux à travers la synapse est assuré par un médiateur chimique libéré dans la fente synaptique et qui provoque la dépolarisation de la membrane de l'élément postsynaptique. Dans l'organisme, l'influx nerveux se déplace toujours du corps cellulaire du neurone vers les terminaisons nerveuses.

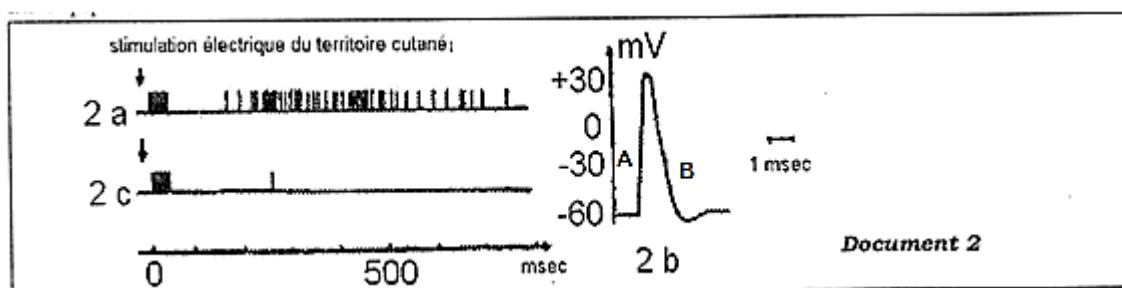
SITUATION D'ÉVALUATION

Au cours des séances de remédiation sur la leçon portant sur les propriétés du tissu nerveux, ton camarade de classe vous présente les documents suivants. Ces documents se rapportent à une série d'expériences réalisées pour mettre en évidence le rôle de la moelle dans la transmission de l'influx nerveux. Le document 1 indique la liaison entre la peau et la moelle épinière, une microélectrode reliée à un oscilloscope cathodique est implantée au niveau du neurone de la corne dorsale.

- on porte une forte stimulation sur la peau qui provoque une sensation de douleur brève suivie d'une douleur tardive ; le document 2a donne la réponse obtenue dont un des éléments amplifiée correspond au document 2b.
- on applique, à l'aide de la micropipette quelques gouttes de morphine et on porte une forte stimulation sur la peau. Le document 2c montre la réponse obtenue.

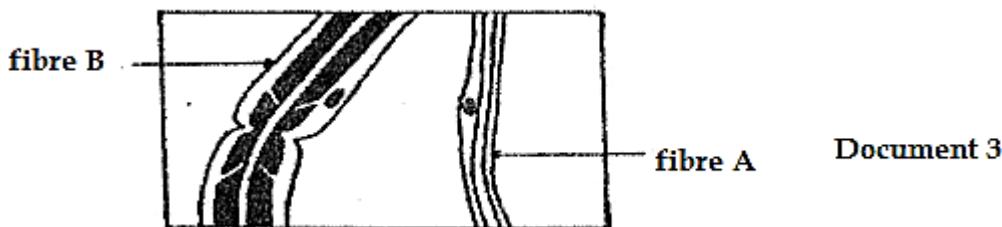


Document 1



1. Nomme l'enregistrement 2 b
2. Explique les phases (A) et (B) du document 2b
3. a/ Compare les réponses 2a et 2c

b/ Déduis – en l'effet de la morphine



Le tableau ci-dessous donne la vitesse de propagation de l'influx nerveux en fonction du diamètre de ces fibres nerveuses.

Type de fibres	Diamètre (um)	Vitesse ($m.s^{-1}$)
Fibre A	0.5 à 1	1 à 3
Fibre B	4 à 8	24 à 48

3. a/ Identifiez ces fibres nerveuses

b/ Analysez les résultats du tableau

4. Expliquez la survenue de la douleur rapide et la douleur lente après la forte stimulation du nerf.

AUTRES EXERCICES

Exercice 1

Les affirmations ci-dessous sont relatives au nerf et à la fibre nerveuse.

- 1- Toutes les fibres nerveuses sont myelinisées
- 2- La conduction saltatoire est le mode de conduction de l'influx nerveux.....
par les fibres myélinisées.
- 3- La vitesse de conduction de l'influx nerveux est plus rapide au niveau
des fibres non myélinisées.
- 4- La loi de tout ou rien caractérise le fonctionnement d'un nerf
- 5- La sommation des potentiels **d'action** est caractéristique du
fonctionnement d'un neurone
- 6- Dans l'organisme, l'influx nerveux est **transmis** dans un seul sens
au niveau d'un neurone

Mets vrai ou faux devant chaque affirmation.

Exercice 2

Les expressions ci-dessous décrivent le fonctionnement d'une synapse excitatrice, dans le désordre :

- a- Exocytose du neuromédiateur ;
- b- Entrée des ions Na^+ ;
- c- Entrée des ions Ca^{++} ;

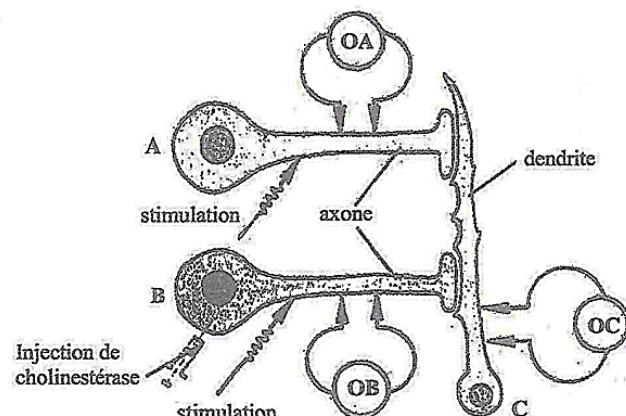
- d- Fixation des molécules de neuromédiateurs sur les récepteurs portés par la membrane post synaptique ;
- e- Naissance du potentiel d'action sur la membrane post synaptique ;
- f- Dépolarisation de la membrane post synaptique ;
- g- Arrivée du potentiel d'action à l'extrémité du neurone pré synaptique.

Remets ces expressions dans l'ordre chronologique pour décrire le fonctionnement d'une synapse excitatrice, en utilisant les lettres.

Exercice 3

Au cours d'une séance de Travaux Pratiques (TP), les élèves de ta classe utilisent par groupe, les technologies nouvelles pour pratiquer des expériences de stimulations sur des chaînes neuroniques A, B et C.

Le montage utilisé, les expériences réalisées et les résultats obtenus sont présentés par les documents 1 et 2.



OA, OB, OC : oscillosgraphes cathodiques

DOCUMENT 1

	Expérience 1 : Stimulation de A	Expérience 2 : Stimulation de B	Expérience 3 : Stimulation de B, après injection de la cholinestérase
Réponse de A	+	-	-
Réponse de B	-	+	+
Réponse de C	+	+	-

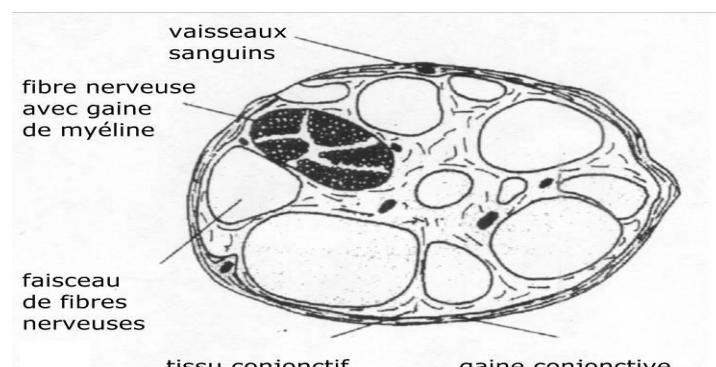
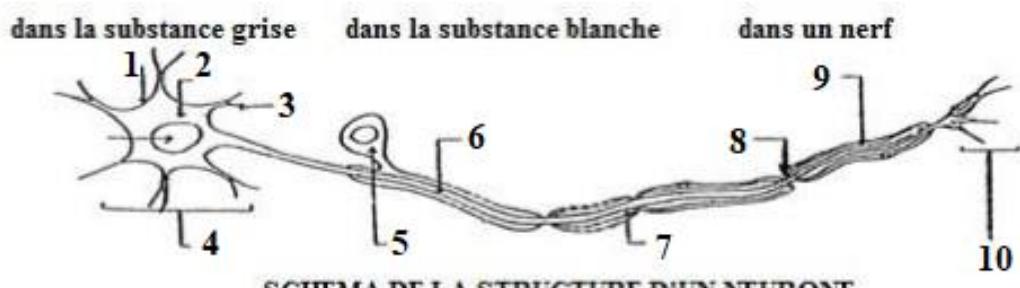
- : pas de réponse du neurone ;
- + : le neurone répond.

DOCUMENT 2

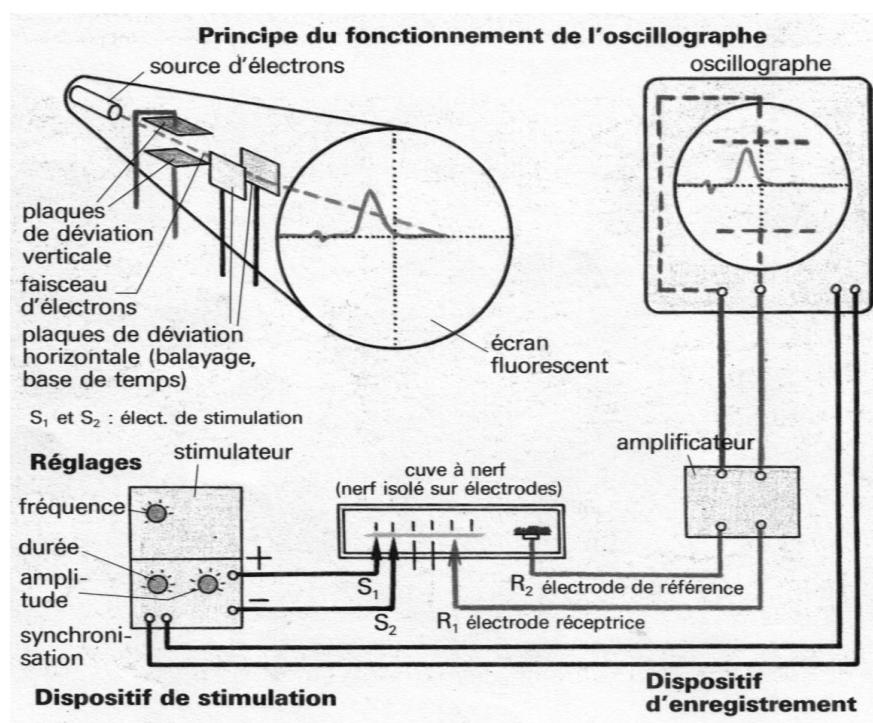
Le groupe de travail voisin qui a du mal à exploiter les résultats, te sollicite pour l'aider.

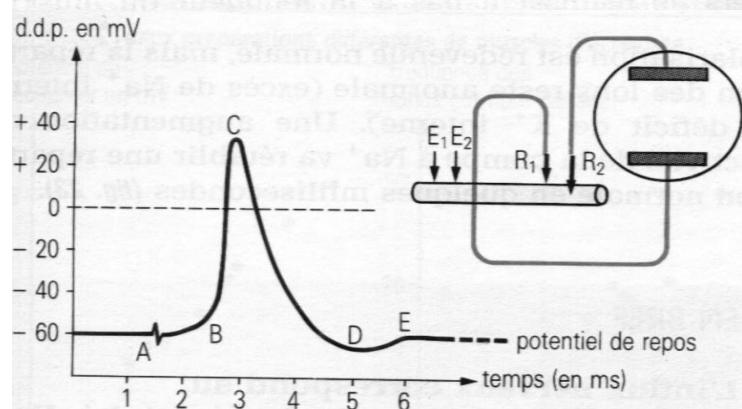
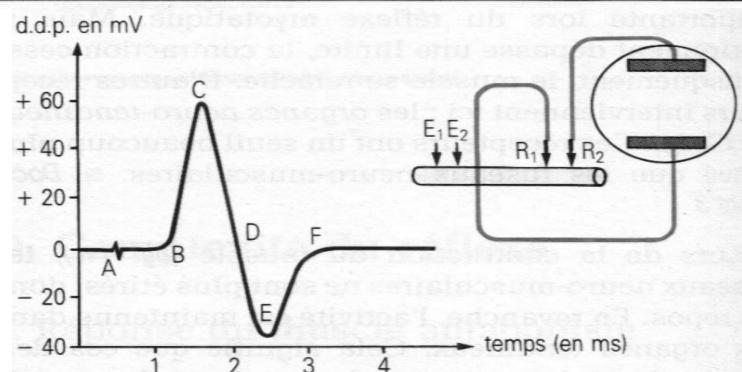
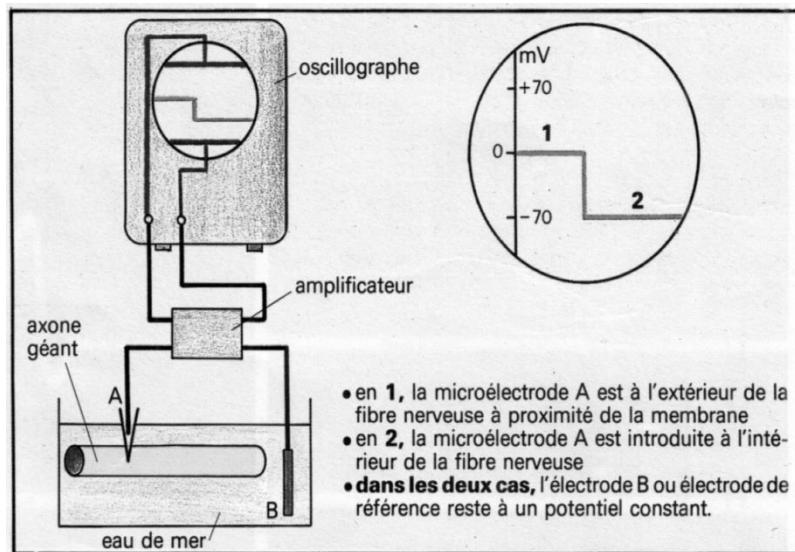
- 1- Décrits les expériences réalisées.
- 2- Analyse les résultats obtenus.
- 3- Explique- les.

DOCUMENTATION

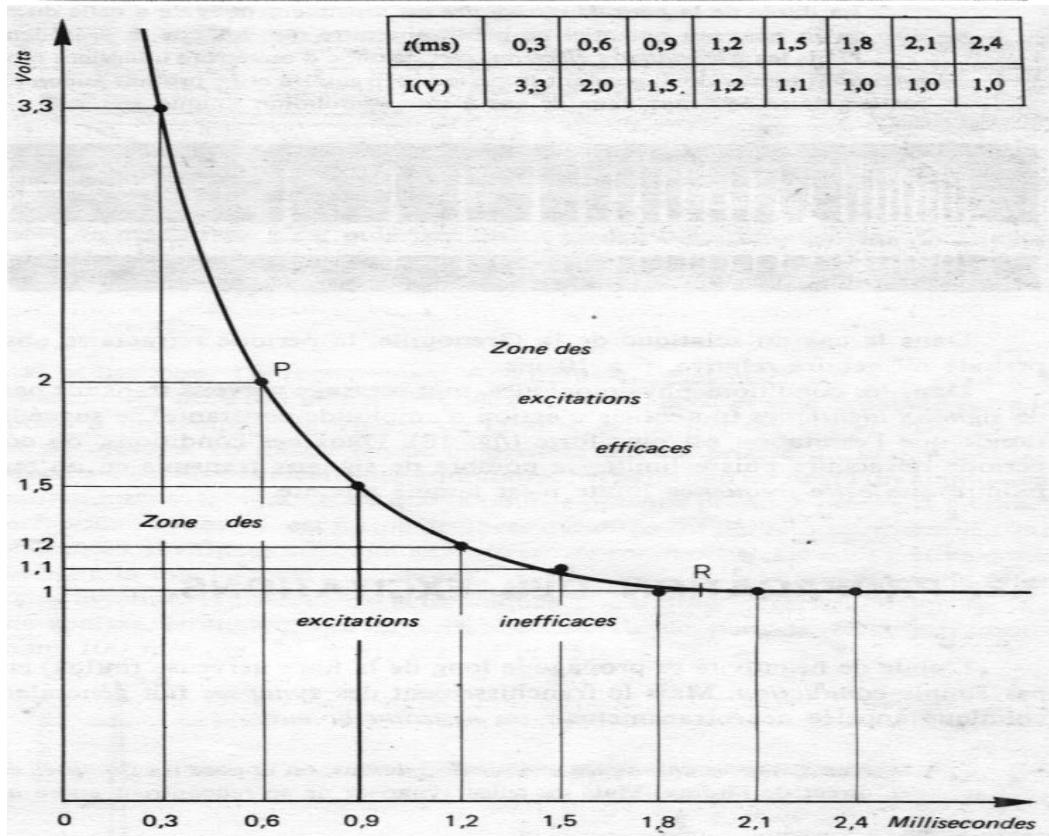
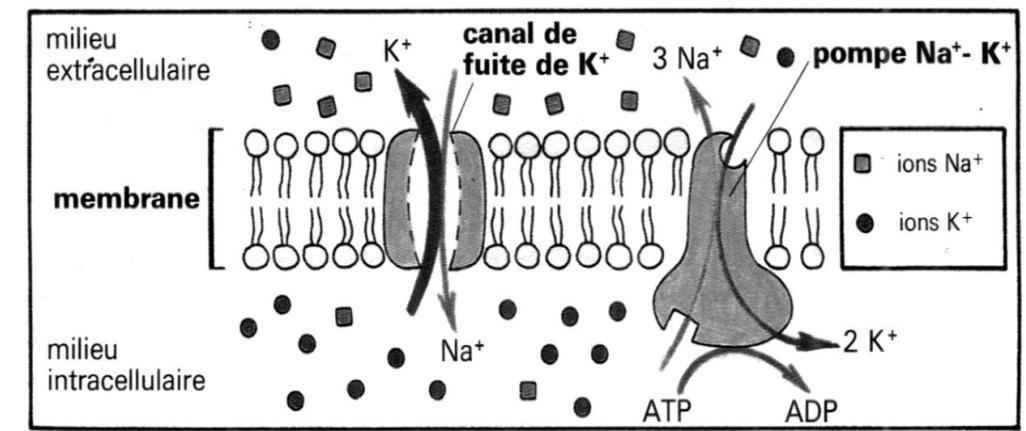


COUPE TRANSVERSALE DE NERF (PHOTOGRAPHIE
(ci-contre) ET SCHEMA D'INTERPRETATION

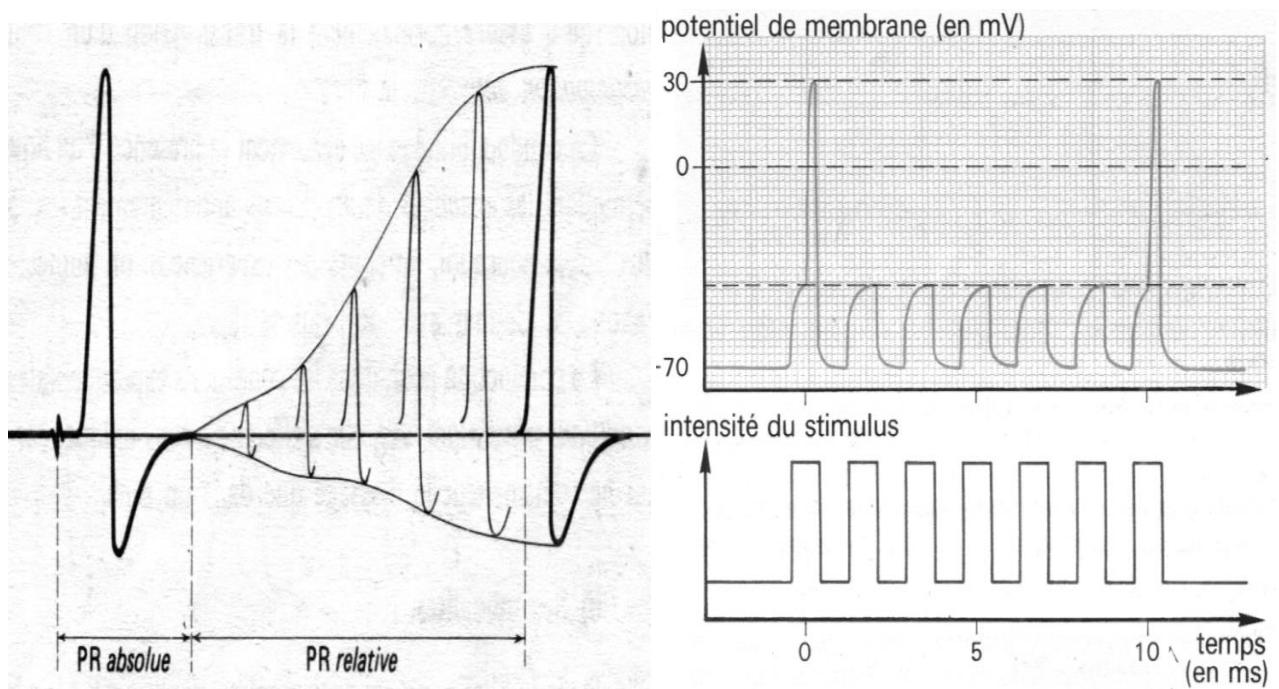
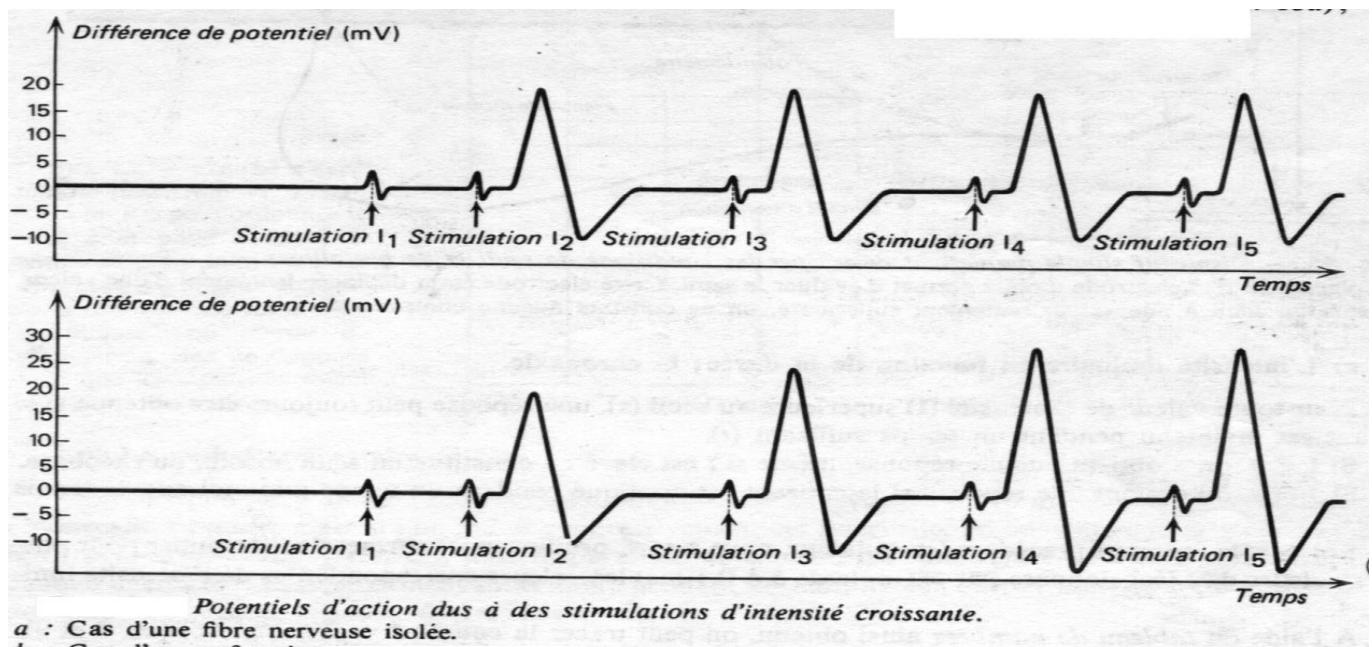


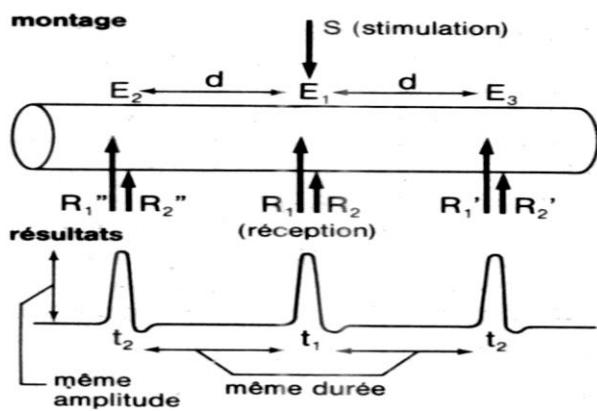


ions	Concentrations en 10^3 mol/l		
	cytoplasme	milieu extracellulaire	eau de mer
K ⁺	400	20	10
Na ⁺	50	440	460



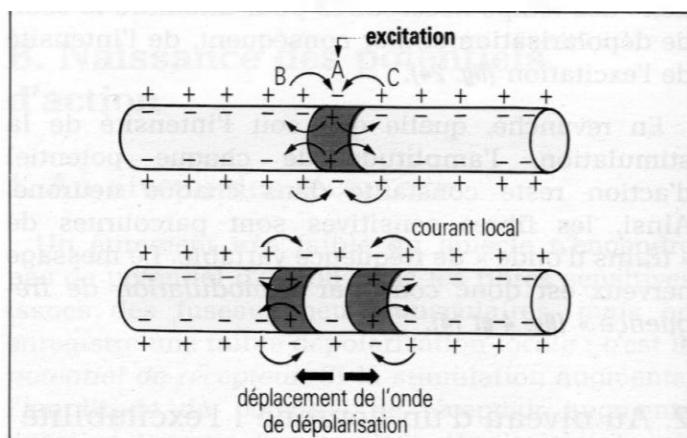
COURBE D'EXCITABILITE DU NERF



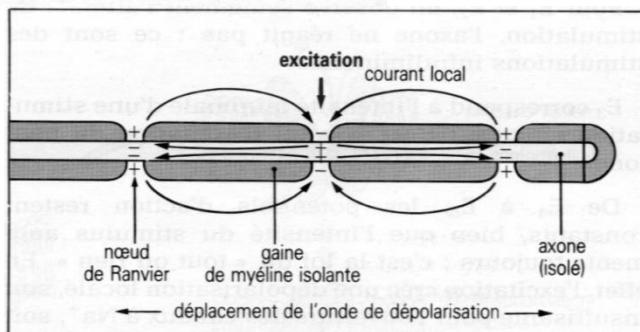


Fibres	Diamètre (μm)	Température (°C)	Vitesse (m.s⁻¹)
Fibre myélinique de grenouille	10	20	17
Fibre myélinique de grenouille	20	20	30
Fibre myélinique de grenouille	20	30	80
Axone géant de calmar amyélinique	1000	23	33
Fibre myélinique de mammifère	20	37	120

DOCUMENT 11 : FACTEURS DE VARIATION DE LA VITESSE DE L'INFLU



Courants locaux dans un axone amyélinique isolé.



Conduction saltatoire.

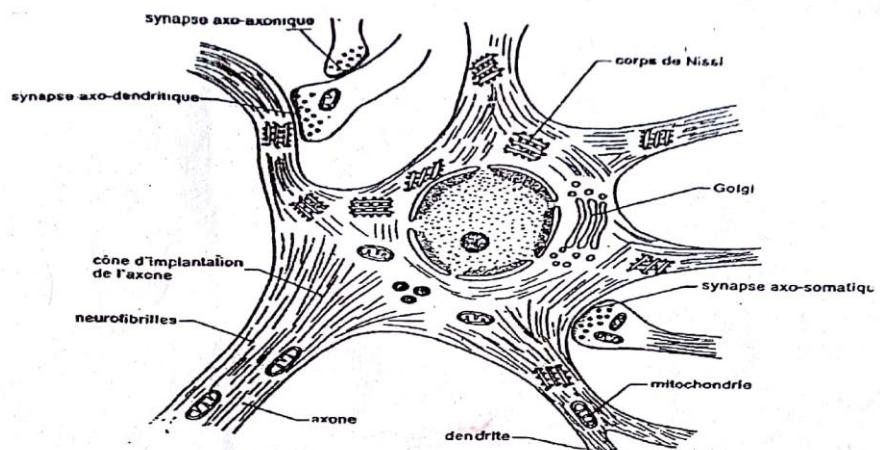
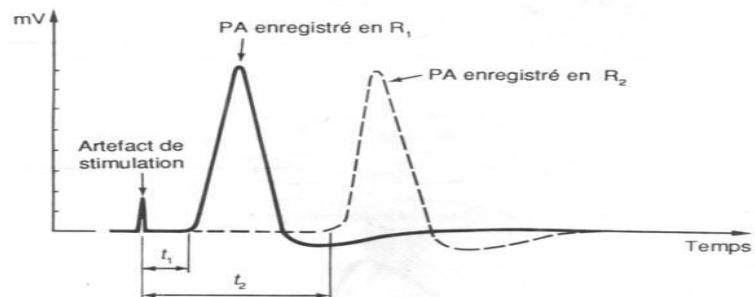
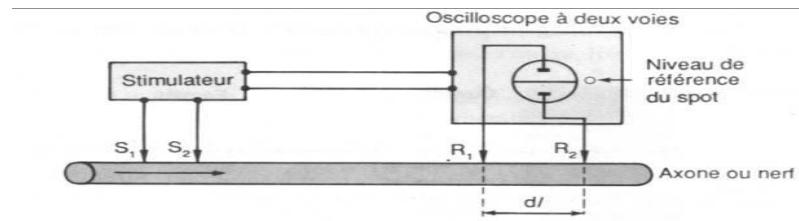
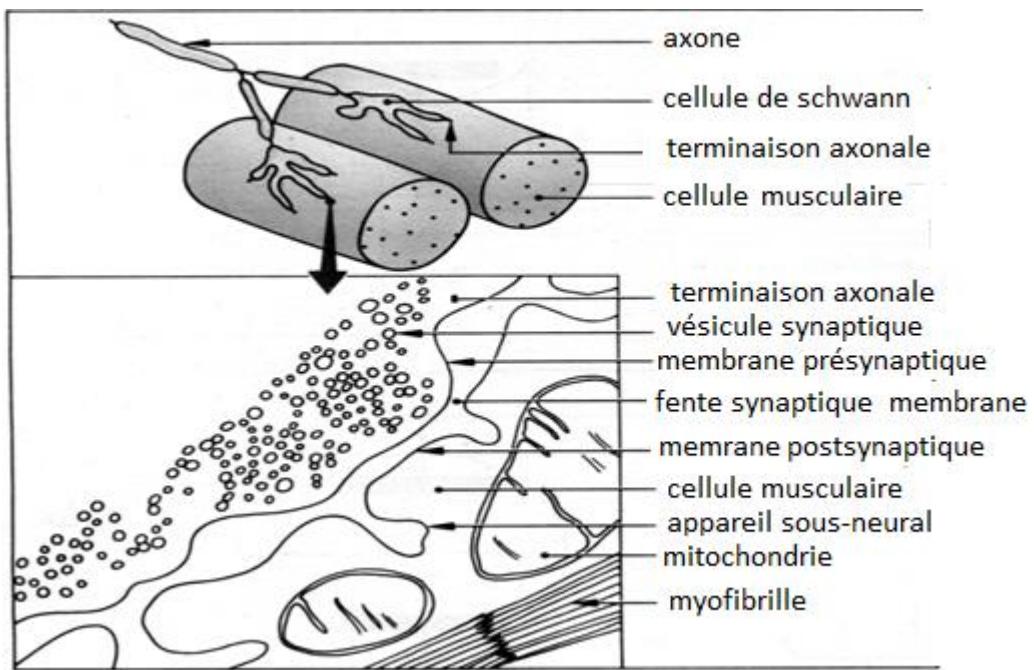
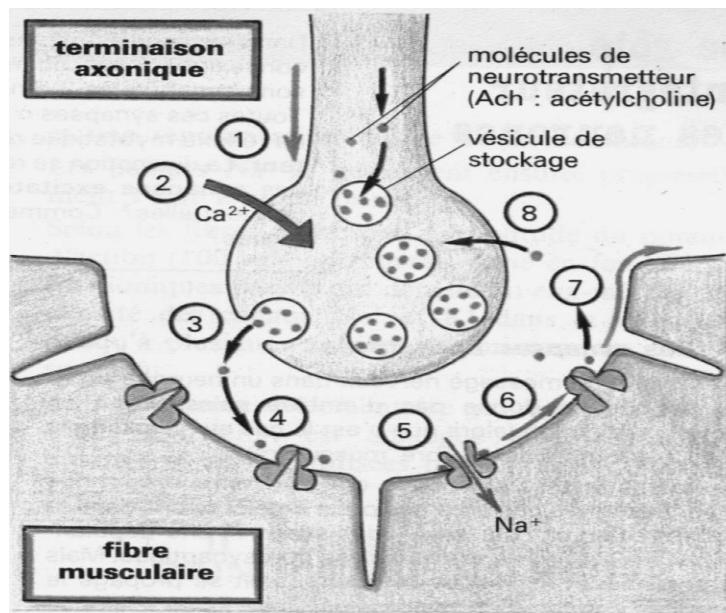


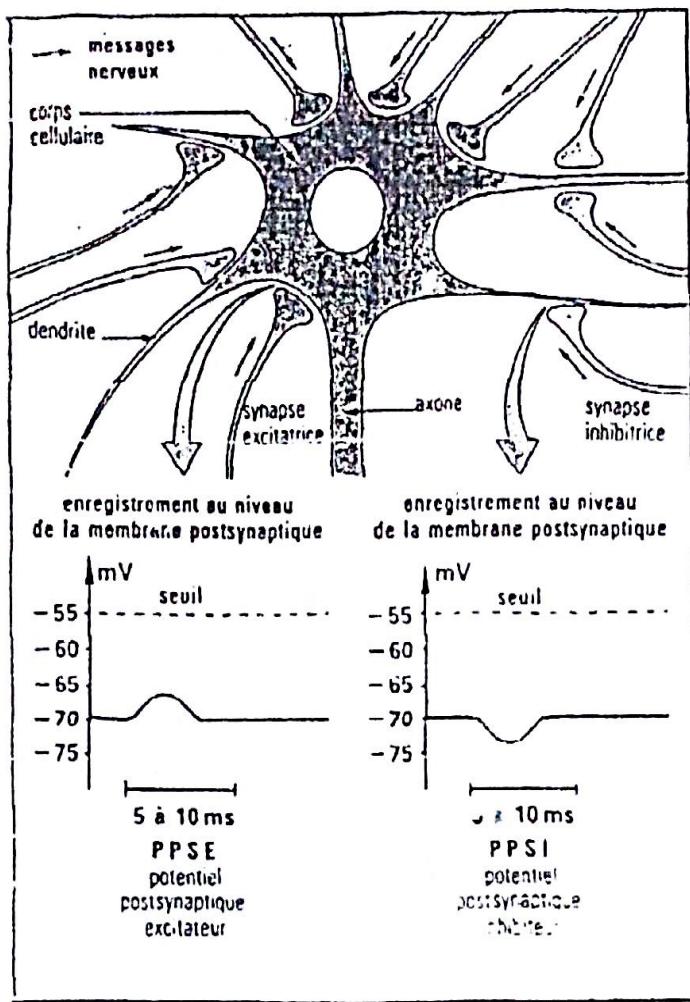
FIGURE 13.

SCHEMA DES DIFFERENTES SYNAPSES



SCHEMA D'UNE SYNAPSE NEURO-MUSCULAIRE





DOCUMENT 14.....

SVT	Thème 3B : Produire le mouvement : contraction musculaire et apport d'énergie	Term Spé SVT
Cours	Chapitre 1 : La cellule musculaire : une structure spécialisée permettant son propre raccourissement	ESTHER

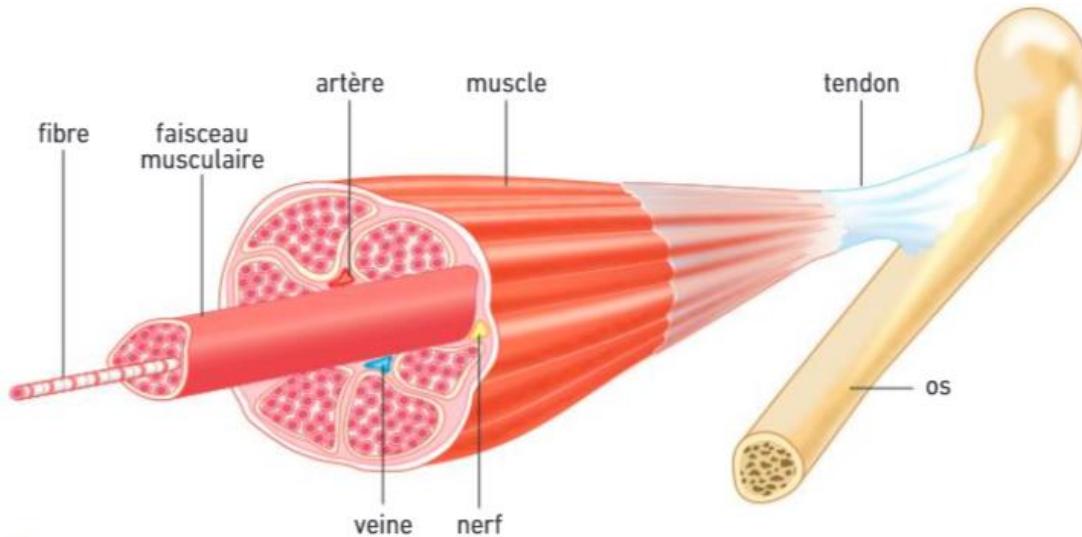
Fil rouge : le sportif, amateur ou de haut niveau, utilise en permanence son système musculaire (ou musculo-squelettique) pour réaliser des mouvements qui lui permettent d'exercer son activité. Dans l'ensemble de ce thème T3B, nous allons chercher à comprendre comment sont réalisés ces mouvements à différentes échelles et quels métabolismes énergétiques sont mis en jeu. Nous verrons ainsi que le marathonien, le coureur de 800m ou le sprinter, par exemple, utilisent tous leurs muscles mais pas le même métabolisme...

Introduction – Pour commencer, dans ce premier chapitre, nous allons chercher à comprendre comment les muscles permettent le mouvement et pour cela nous allons procéder par échelle : de l'organe aux molécules.

Problème : Quels sont les mécanismes qui permettent aux muscles et aux cellules musculaires de réaliser un mouvement ?

I – Le muscle strié squelettique et le mouvement

Les muscles striés squelettiques sont constitués de deux parties distinctes : des tendons à chaque extrémité, rattachés aux os et, au milieu, une partie plus épaisse, qui est la partie contractile (capable de se contracter).



Document 1 – Schéma de l'organisation du muscle relié au squelette osseux (Source : manuel Bordas)

Lors d'une contraction (commandée par le système nerveux – voir T3A), le muscle strié squelettique se raccourcit et s'épaissit provoquant une traction sur les tendons et donc un déplacement des os et du squelette ; autrement dit : un mouvement.

Lors d'un relâchement, le muscle strié squelettique s'allonge et diminue en épaisseur.

Remarque : comme on l'a vu dans le T3A, des muscles antagonistes coordonnés par le système nerveux, permettent l'inversion du mouvement. Les muscles agonistes et antagonistes agissent en opposition : quand l'un des deux se contracte, l'autre se relâche.

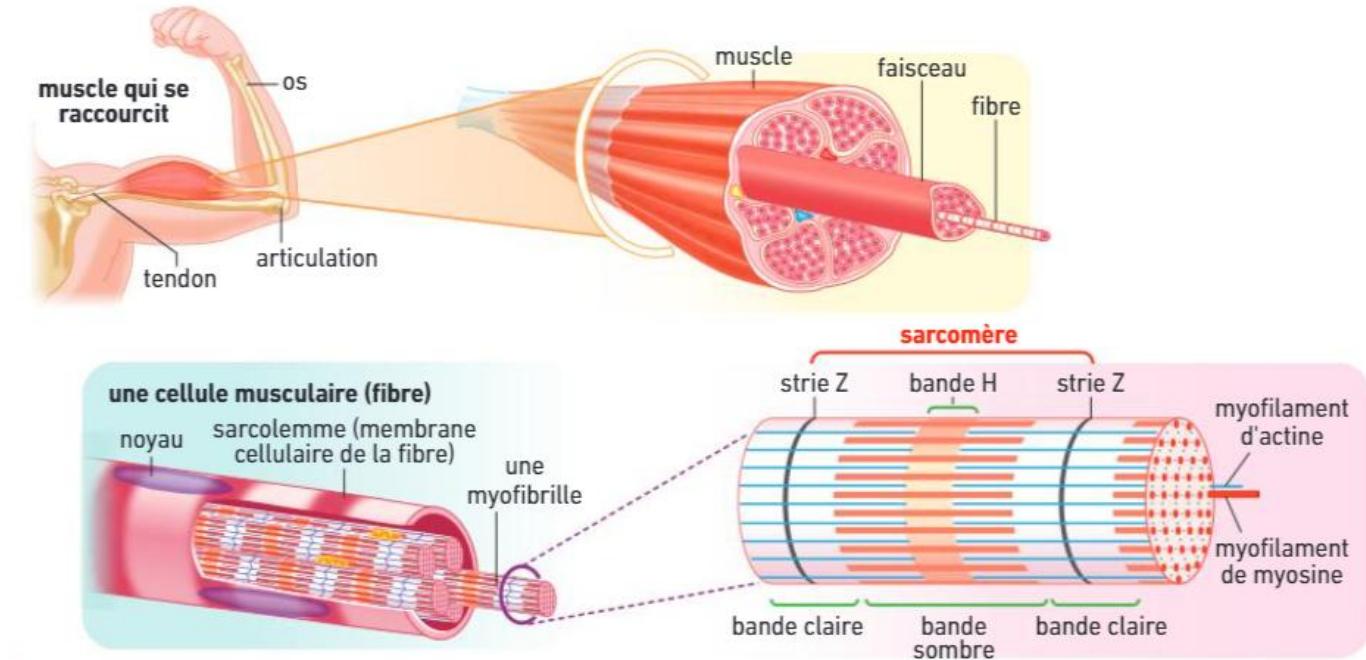
Comment la contraction est-elle permise au niveau du muscle ? Quelles sont les particularités des cellules musculaires ?

II – Les mécanismes de la contraction musculaire à différentes échelles

II1 – La contraction musculaire à l'échelle de l'organe

Le muscle strié squelettique est composé de fibres reliées entre-elles, disposées en parallèles et organisées en faisceaux (voir schéma).

Ces fibres musculaires sont contractiles et permettent donc la contraction et le mouvement.



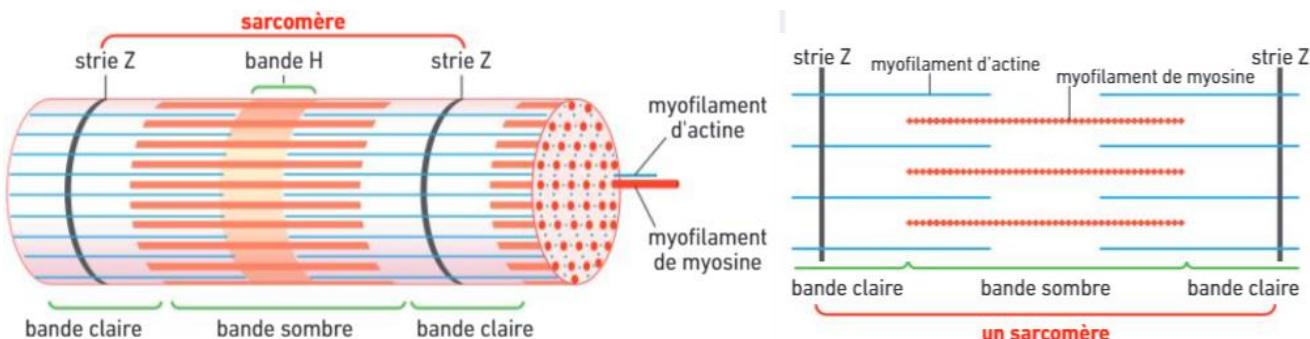
Document 2 – Schéma de l'organisation d'un muscle à différentes échelles (Source : manuel Bordas)

II2 – La contraction musculaire à l'échelle cellulaire

Chaque fibre musculaire est formée par la fusion de plusieurs cellules musculaires (myoblastes) formant une grande « cellule » avec plusieurs noyaux.

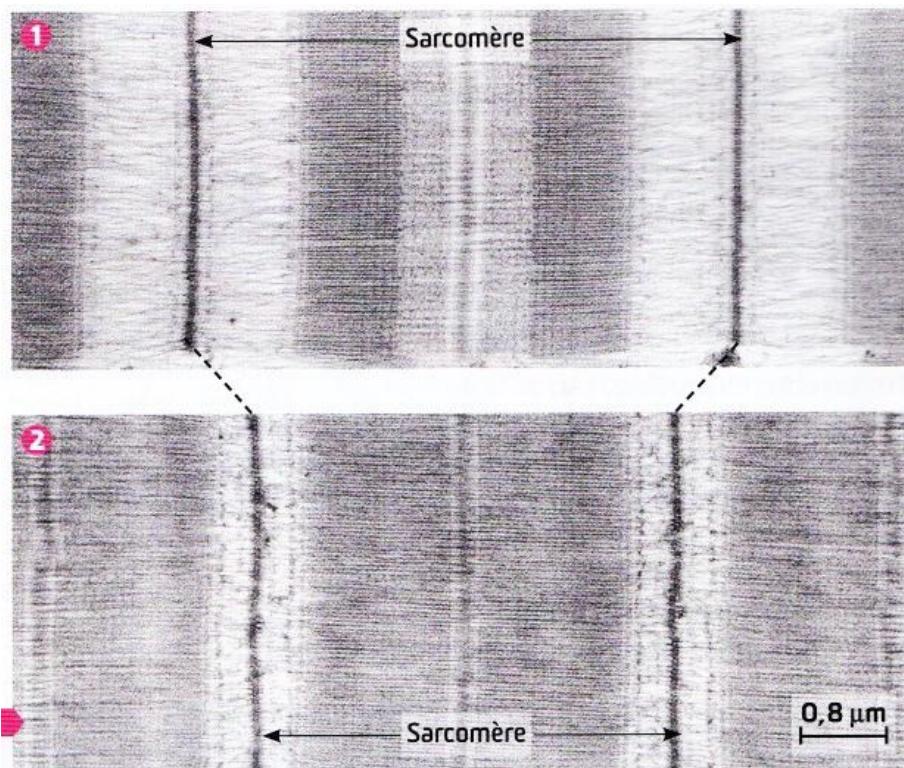
L'observation au microscope optique ou électronique de ces fibres permet de mettre en évidence un aspect « strié » des fibres musculaires (d'où le nom muscle « strié » squelettique).

Cette striation met en évidence la présence dans les fibres musculaires d'un cytosquelette* très dense et organisé. Le cytosquelette des cellules musculaires forme des myofibrilles composées d'unité de 2.5 µm de long nommés sarcomères (voir schéma).



Document 3 – Schémas de l'organisation d'un sarcomère (unité répétée dans la fibre musculaire), en 3D à gauche et en 2D à droite (Source : manuel Bordas)

Lors de la contraction, les sarcomères se raccourcissent d'environ 25% de leur longueur.



Document 4 – Observation au microscope d'une fibre musculaire relâchée (1) et contractée (2)

Quels sont les mécanismes moléculaires en jeu au niveau des sarcomères ?

*cytosquelette : ensemble des molécules qui confèrent à la cellule son « architecture », sa forme, et ses propriétés mécaniques.

II-3 – La contraction musculaire à l'échelle moléculaire

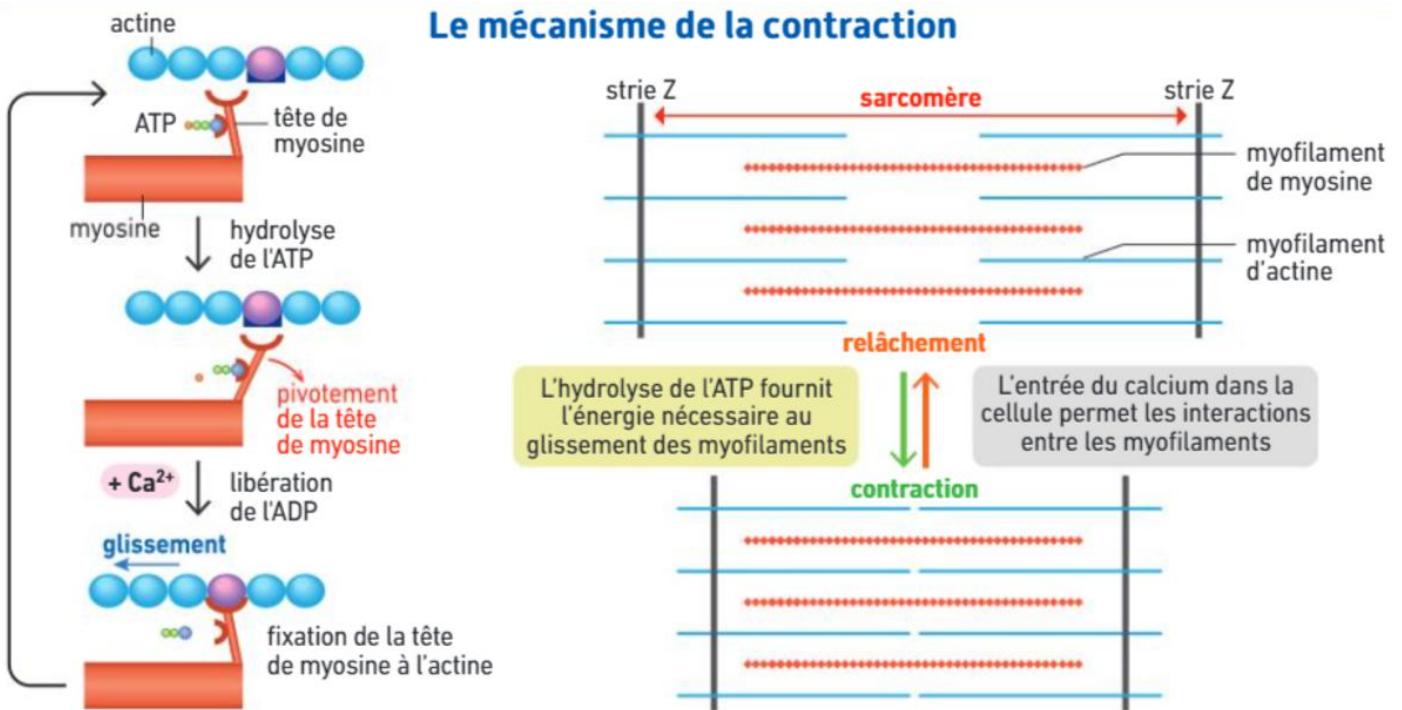
Les sarcomères (et donc les myofibrilles) sont un assemblage de molécules d'actine et de myosine. Ces deux molécules forment donc le cytosquelette des cellules musculaires et confèrent à ces cellules leur propriété contractile.

Lors de la contraction, les filaments d'actine et de myosine coulissent les uns par rapport aux autres de manière simultanée entraînant un raccourcissement des fibres musculaires et du muscle dans sa totalité.

Le déplacement des molécules de myosine et d'actine est permis par la capacité de ces molécules à changer de forme/conformation. En effet, les molécules de myosine sont formées d'un bras stable, et d'une tête capable de pivoter. Ce changement de forme de la myosine entraîne le coulissemement des molécules myosine sur les molécules d'actine (voir schéma).

Le changement de forme de la myosine (et donc la contraction) nécessite la présence d'ions calcium (Ca^{2+})* et l'hydrolyse de molécules d'ATP. Tant que l'ATP et le calcium sont présents, la myosine continue de se déplacer et la contraction augmente.

* : Rappel : les ions calcium sont libérés par le réticulum endoplasmique suite à une stimulation nerveuse.



Document 5 – Schéma du mécanisme de la contraction à l'échelle moléculaire (Source : manuel Bordas)

III – La myopathie de Duchenne, un exemple de dysfonctionnement des cellules musculaires

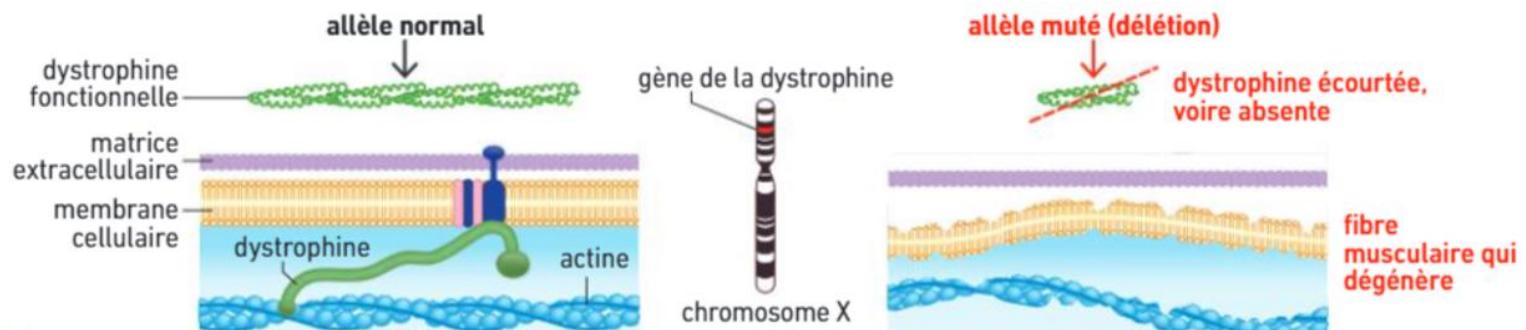
La myopathie de Duchenne est une affection génétique qui touche la musculature. Elle se caractérise par un affaiblissement progressif des muscles aboutissant à une grave incapacité motrice et cardio-respiratoire, en général après l'âge de 10-13ans.

Cette maladie est due à une ou plusieurs mutations affectant le gène de la **dystrophine**, localisé sur le chromosome X. La maladie touche donc essentiellement des garçons (1/3500 naissances).

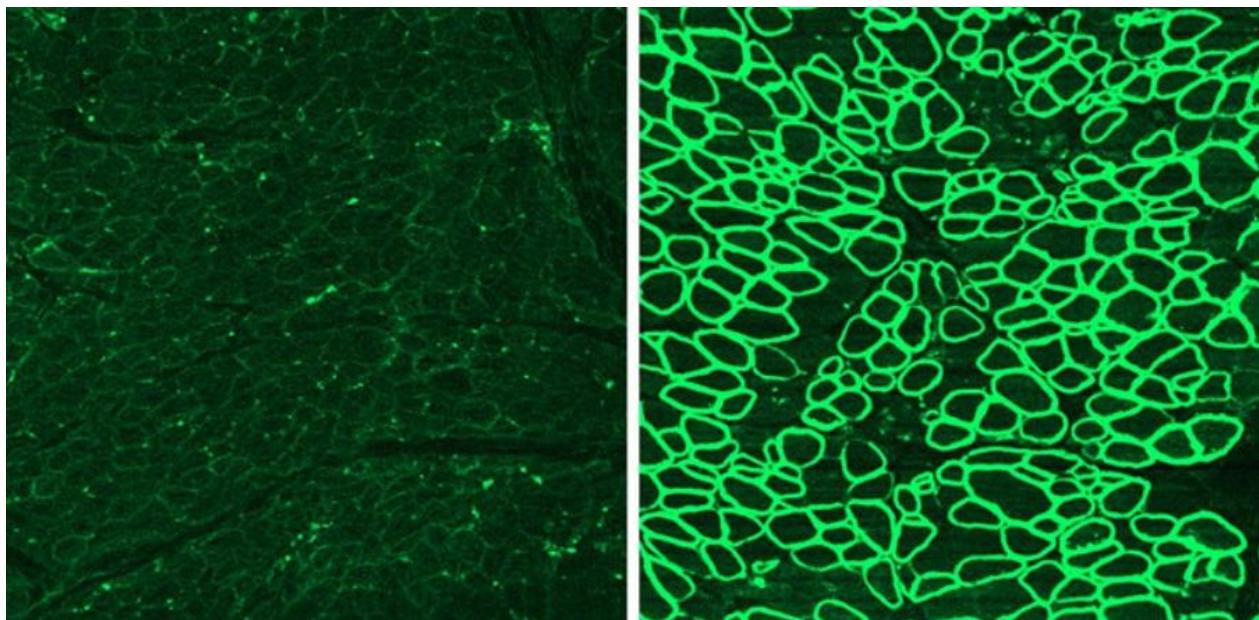
La dystrophine est une protéine qui relie les filaments d'actine des cellules musculaires à la matrice extracellulaire. Chaque cellule musculaire se trouve donc rattachée, grâce à la dystrophine, à la matrice et aux autres cellules. Autrement dit, la dystrophine et la matrice permettent d'assurer la cohérence des cellules musculaires entre elles.

Si la dystrophine est absente, les fibres musculaires dégénèrent.

Les recherches d'un traitement contre les myopathies sont actuellement en cours.



Document 6 – Schéma de comparaison de la contraction entre un individu sain et un individu atteint de myopathie (Source : manuel Bordas)



Document 7 – Photographies au microscope des cellules musculaires avant traitement par CRISPR-CAS9 et après (la dystrophine apparaît en vert sur les images)

Pour aller plus loin : <https://www.pourlascience.fr/sd/medecine/crispr-cas9-a-l-attaque-de-la-myopathie-de-duchenne-14943.php>

Conclusion

Nous avons vu que les cellules musculaires se contractent grâce à leur cytosquelette et à leurs propriétés contractiles. Les molécules de myosine en changeant de conformation permettent donc la contraction et le mouvement. Nous avons également vu que ce changement de conformation nécessite l'hydrolyse de l'ATP, une molécule riche en énergie.

D'où provient l'ATP qui permet l'apport en énergie nécessaire à la contraction musculaire ?

Des pistes pour le Grand Oral :

<https://www.cnrs.fr/fr/placenta-chez-les-femelles-masse-musculaire-chez-les-males-le-double-heritage-d-un-virus>

<https://www.pourlascience.fr/sd/medecine/crispr-cas9-a-l-attaque-de-la-myopathie-de-duchenne-14943.php>

<https://theconversation.com/quand-lours-monstre-ses-muscles-la-sante-humaine-s'ameliore-110351>



LEÇON : LE FONCTIONNEMENT DU COEUR.

SITUATION D'APPRENTISSAGE

Dans le cadre des préparatifs de leur exposé sur le cœur, les élèves d'une classe de terminale D de ton établissement, ont suivi un documentaire présentant un cœur isolé de batracien, placé dans un milieu de culture. Ils observent que le cœur du batracien a continué de battre pendant plusieurs heures. Impressionnés, ces élèves cherchent alors à expliquer le fonctionnement du cœur et à déterminer l'influence du système nerveux sur son fonctionnement.

CONTENU DU COURS

COMMENT LE CŒUR FONCTIONNE-T-IL ?

L'observation d'un cœur isolé de batracien qui continue de battre dans un milieu de culture nous a permis de constater que le cœur fonctionne. On suppose que :

- Le cœur fonctionne de manière autonome
- Le cœur fonctionne par certains phénomènes
- Le cœur fonctionne grâce au système nerveux
- Le cœur fonctionne grâce à des substances chimiques

I - LE CŒUR FONCTIONNE-T-IL DE MANIERE AUTONOME ?

1- Présentation des expériences

Expériences N°1

L'expérience consiste à priver le cœur de toute influence et à observer sa réaction.

a) Expériences N°1

Chez une grenouille décérébrée et démédullée, on ouvre la cage thoracique et on observe le cœur qui bat malgré la destruction des centres nerveux. Ce même cœur est isolé par section des vaisseaux sanguins et plongé dans un liquide physiologique (solution de **Ringer**) ; il continue de battre.

b) Expériences N°2

- Sur un cœur isolé et perfusé de mammifère, on détruit le tissu nodal formé du nœud sinusal, du nœud septal, et du faisceau de His, le cœur cesse de battre.

- Sur un cœur isolé, on sectionne le faisceau de His, on observe un rythme normal des oreillettes et un rythme anormal des ventricules.

2- Résultats

Expériences N°1

On observe :

- le cœur qui bat malgré la destruction des centres nerveux.
- le cœur continue de battre malgré qu'il est isolé et plongé dans un liquide physiologique

Expériences N°2

On observe :

- le cœur qui cesse de battre

- un rythme normal des oreillettes et un rythme anormal des ventricules.

3- Analyse

a- Expériences N°1

La suppression des centres nerveux et des vaisseaux sanguins n'a pas d'effet sur le battement cardiaque de la grenouille.

b- Expérience N°2

- La destruction du tissu nodal provoque l'arrêt du battement cardiaque
- La section du faisceau de His entraîne seulement la perturbation du rythme des ventricules.

4-Interprétation

L'arrêt du battement cardiaque suite à la destruction du tissu nodal montre que le tissu nodal est le siège de l'automatisme cardiaque.

La contraction du myocarde a pour origine les potentiels d'action qui naissent spontanément et de façon rythmique dans le nœud sinusal, passent dans le myocarde auriculaire où ils provoquent la contraction des oreillettes. Ils parviennent ensuite au nœud septal puis au faisceau de His et enfin au réseau de Purkinje où ils déclenchent la contraction des ventricules.

Le nœud sinusal impose ainsi son rythme au myocarde : il est donc le moteur de l'automatisme cardiaque et est appelé **pacemaker** du cœur.

Le potentiel d'action du tissu nodal n'a pas de temps de latence, mais un potentiel entraîneur qui correspond à une dépolarisation lente. Ceci précède le potentiel d'action d'une cellule du nœud sino-auriculaire.

Le pré potentiel assure la transmission entre le PA précédent et le PA suivant. Ce qui fait que l'activité cardiaque ne s'arrête pas.

En effet, le pré potentiel est dû à une diminution de la perméabilité aux ions K^+ qui sortent faiblement de la membrane ; la phase de dépolarisation du PA est due à l'augmentation de la perméabilité membranaire aux ions Ca^{2+} qui entrent massivement à travers la membrane et la phase de repolarisation du PA est due à une augmentation de la perméabilité aux ions K^+ qui sortent massivement.

Le PA de la cellule du myocarde comporte un temps de latence, une phase de dépolarisation qui est brusque, une phase de dépolarisation maintenue ou plateau et une phase de repolarisation rapide.

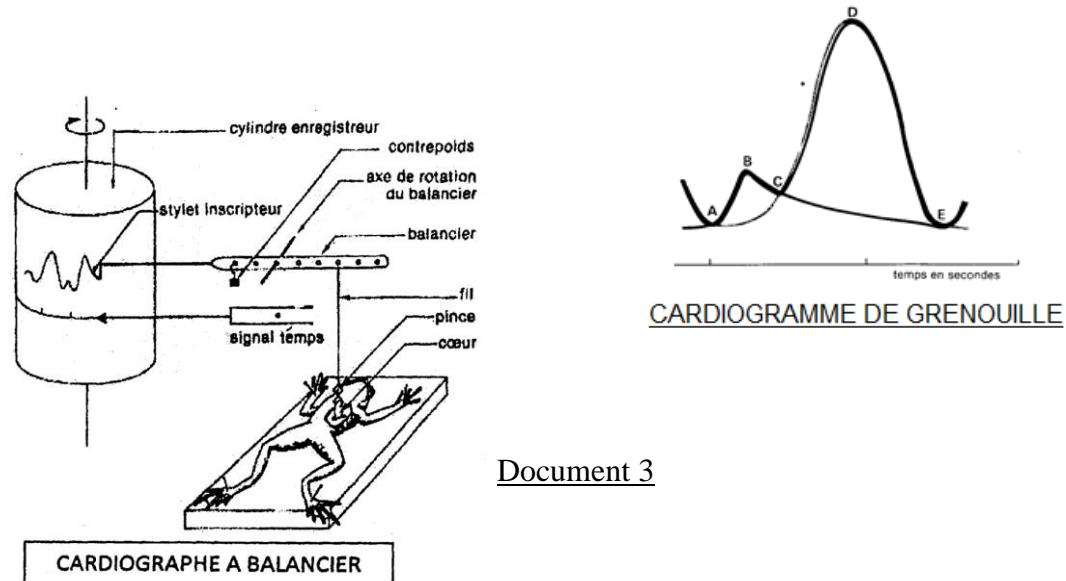
La période réfractaire du PA du myocarde est aussi longue que celle de la contraction. Le cœur fonctionne grâce à un tissu particulier appelé tissu nodal qui est le siège de l'automatisme cardiaque et dont le PA déclenche un PA au niveau du myocarde qui se contracte.

5- Conclusion

Le cœur fonctionne de manière autonome

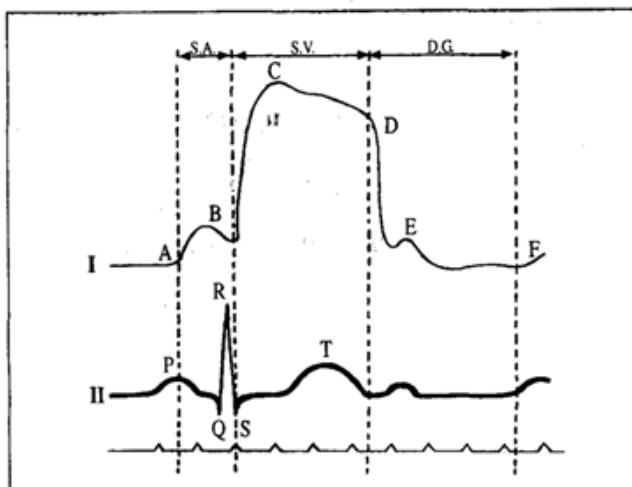
II- LE CŒUR FONCTIONNE-T-IL GRÂCE A CERTAINS PHENOMENES?

1- Observation de documents



Document 3

CARDIOGRAPHIE A BALANCIER



Cardiogramme externe (I) comparé à l'électrocardiogramme (II)
chez l'homme

2- Questions

-Le document 3 présente **un cardiographe** à balancier et **un cardiogramme**

-Le document 4 présente un cardiogramme et un électrocardiogramme humain

3- Analyse

-Le cardiographe qui permet d'enregistrer les activités du cœur est constitué d'un stylet inscripteur relié au cœur par un fil.

-Le cardiogramme qui est le tracé obtenu avec un cardiographe présente deux courbes successives d'amplitudes différentes.

- La première courbe ABC correspond à l'activité des oreillettes.
- La deuxième courbe CDE correspond à l'activité des ventricules.

AB = contraction des oreillettes ou systole auriculaire.

BC = relâchement des oreillettes ou diastole auriculaire.

CD = contraction des ventricules ou systole ventriculaire.

DE = relâchement général du muscle cardiaque ou diastole générale.

L'ensemble systole auriculaire, diastole auriculaire, systole ventriculaire et diastole générale constitue **une révolution cardiaque ou cycle cardiaque**.

-L'électrocardiogramme (ECG) obtenu grâce à un électrocardiographe, présente des séries d'accidents appelées **ondes** qui sont conventionnellement notées PQRST (l'onde P, le complexe d'ondes QRS et l'onde T). Ces ondes représentent les phénomènes électriques ou PA engendrés par le cœur.

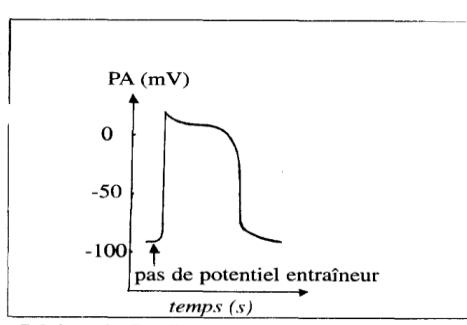
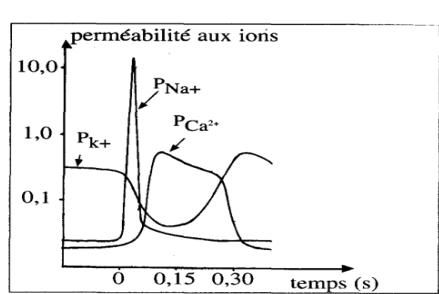
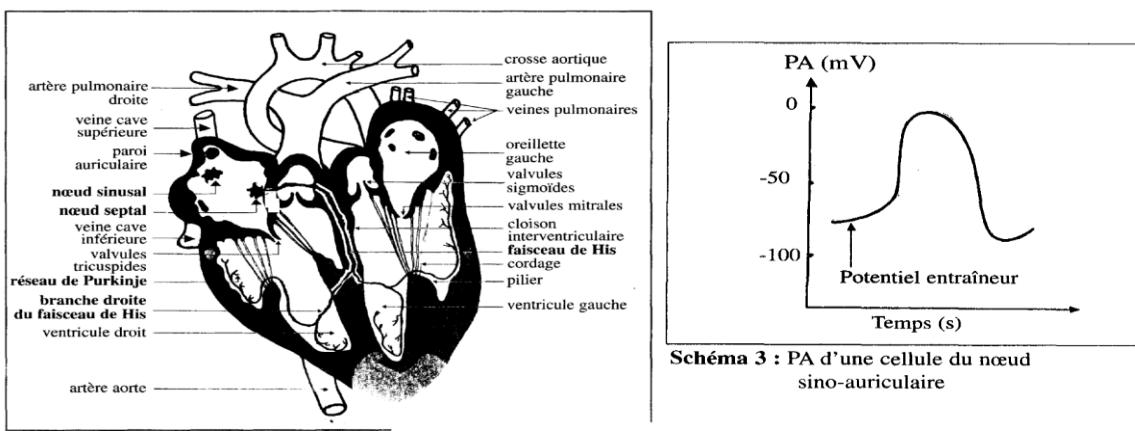
4- Interprétation

-L'onde P précède la systole auriculaire. Elle traduit la dépolarisation des oreillettes, ce qui entraîne la contraction des oreillettes.

-PQ correspond à la conduction du courant de dépolarisation dans la zone auriculo-ventriculaire.

-Le complexe d'ondes QRS précède la systole ventriculaire. Il correspond à la dépolarisation des ventricules, ce qui entraîne la contraction des ventricules.

- L'onde T correspond à la repolarisation des ventricules qui entraîne la diastole générale. Les activités des oreillettes et des ventricules s'accompagnent de phénomènes électriques marqués par l'électrocardiogramme.



Le cœur fonctionne grâce à certains phénomènes

III- LE CŒUR FONCTIONNE- T-IL GRACE A DES NERFS ?

1- Présentation des expériences

a- Première série d'expériences

Ces expériences consistent à stimuler ou à sectionner les nerfs parasympathiques ou orthosympathiques et à observer les effets sur le rythme cardiaque.

Expérience 1 : Chez un chien, on stimule les nerfs parasympathiques (ou nerfs X ou nerfs vagues ou nerfs pneumogastriques) et on obtient les résultats de la **figure 1**.

Expérience 2 : Chez un chien, on sectionne les nerfs parasympathiques et on obtient les résultats de la **figure 2**.

Expérience 3 : Chez un chien, on stimule les nerfs orthosympathiques (ou nerfs sympathiques) et on obtient les résultats de la **figure 3**.

Expérience 4 : Chez un chien, on sectionne les nerfs orthosympathiques et on obtient, après un temps de latence, une diminution du rythme cardiaque.

b-Deuxième série d'expériences

Les expériences consistent à sectionner les nerfs sino-aortiques (nerf de Hering et nerf de Cyon) et à stimuler les bouts de ces nerfs, ou à stimuler le bulbe rachidien ou la moelle épinière et à observer les effets sur le rythme cardiaque.

Expérience 1 :

On sectionne les nerfs sino-aortiques (nerf de Hering et nerf de Ludwig-Cyon). On observe une accélération du rythme cardiaque.

On excite le bout central de ces nerfs. On observe un ralentissement du rythme cardiaque.

On excite le bout périphérique de ces nerfs et on n'observe aucun effet sur le rythme cardiaque

Expérience 2 :

On excite le bulbe rachidien et on observe un ralentissement du rythme cardiaque.

On excite la région cervico-dorsale de la moelle épinière et on observe une accélération du rythme cardiaque

2- Résultats

Première série d'expériences

Expérience 1

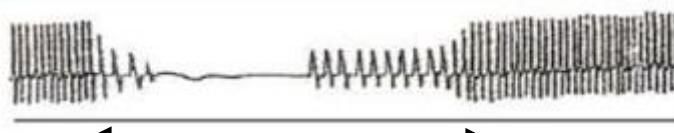


Figure 1 :EFFET DE LA STIMULATION DU NERF PARASYMPATHIQUE

Expérience 2

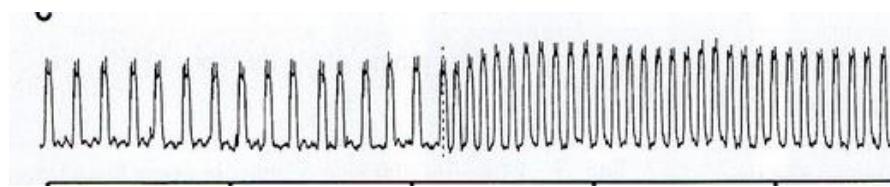


Figure 2 :EFFET DE LA SECTION DES NERFS PARASYMPATHIQUES

Expérience 3

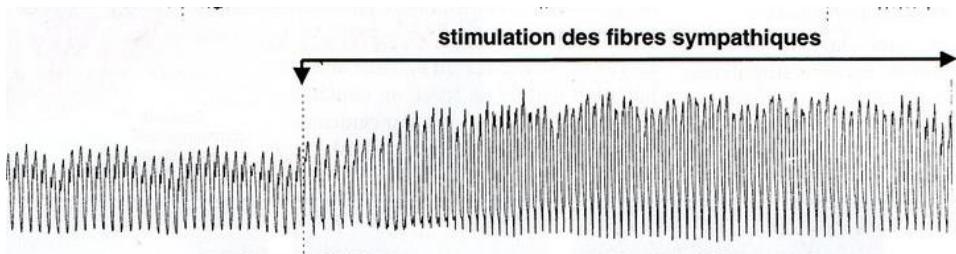


Figure 3 EFFET DE LA STIMULATION DU NERF ORTHOSYMPATHIQUE

Expérience 4

On observe après un temps de latence, une diminution du rythme cardiaque

- Deuxième série d'expériences

Expérience 1

On observe une accélération du rythme cardiaque.

Expérience 2

On observe :

- un ralentissement du rythme cardiaque
- une accélération du rythme cardiaque

3- Analyse

- première série d'expériences

Expérience 1 : La stimulation des nerfs parasympathiques entraîne, après un temps de latence, un ralentissement du rythme cardiaque et un arrêt en diastole suivi d'une phase d'échappement. Au cours de l'échappement, le cœur se remet à battre lentement puis reprend son rythme normal malgré la poursuite des stimulations.

Expérience 2 : La section des nerfs parasympathiques entraîne, après un temps de latence, une accélération du rythme cardiaque.

Expérience 3 : La stimulation des nerfs orthosympathiques entraîne, après un temps de latence, une accélération du rythme cardiaque puis un retour progressif au rythme normal à la fin des excitations.

Expérience 4 : La section des nerfs orthosympathiques entraîne, après un temps de latence, une diminution du rythme cardiaque

- Deuxième série d'expériences

Expérience 1 : La section des nerfs sino-aortiques entraîne l'accélération du rythme cardiaque.

L'excitation du bout central des nerfs entraîne le ralentissement du rythme cardiaque tandis que l'excitation du bout périphérique n'a aucun effet sur le rythme cardiaque.

Expérience 2 : L'excitation du bulbe rachidien entraîne le ralentissement du rythme cardiaque tandis que l'excitation de la région cervico-dorsale de la moelle épinière entraîne l'accélération du rythme cardiaque.

4- Interprétation

première série d'expériences

- les fibres parasympathiques transmettent des influx modérateurs qui ralentissent l'activité du nœud sinusal entraînant ainsi la diminution du rythme cardiaque ou **bradycardie**
- les fibres orthosympathiques transmettent des influx accélérateurs qui stimulent l'activité du nœud sinusal entraînant ainsi l'augmentation du rythme cardiaque ou **tachycardie**.
- Les fibres parasympathiques et orthosympathiques sont donc des fibres antagonistes, de sorte que la section des unes accentue l'effet des autres.
- Les nerfs parasympathiques ralentissent le rythme cardiaque alors que les nerfs orthosympathiques accélèrent le rythme cardiaque.

Deuxième série d'expériences

- L'excitation des bouts centraux des nerfs sino-aortiques entraîne la transmission d'influx nerveux au centre cardio-vasculaire. Cela entraîne l'inhibition des centres cardio-accélérateurs et l'activation des centres cardio-modérateurs. Les centres cardio-modérateurs émettent des influx modérateurs qui agissent sur le cœur par l'intermédiaire des nerfs parasympathiques, d'où le ralentissement du rythme cardiaque.
- Les nerfs de Hering et de Cyon, qui transmettent des influx nerveux aux centres nerveux, sont des **nerfs sensitifs** alors que les nerfs parasympathiques et orthosympathiques sont des **nerfs moteurs**.
- Les nerfs parasympathiques ralentissent le rythme cardiaque alors que les nerfs orthosympathiques accélèrent le rythme cardiaque.
- Le ralentissement du rythme cardiaque engendré par l'excitation du bulbe rachidien montre qu'il existe en son sein un centre cardio-modérateur qui agit sur le cœur par l'intermédiaire du nerf X.
- L'accélération du rythme cardiaque suite à l'excitation de la moelle épinière montre qu'il existe en son sein un centre cardio-accélérateur qui agit sur le cœur par l'intermédiaire du nerf orthosympathique.

En effet, lorsque le rythme cardiaque est élevé, on a une augmentation de la pression artérielle. Cela entraîne l'excitation des barorécepteurs (récepteurs sensibles à la variation de la pression artérielle) situés au niveau de la crosse aortique et du sinus carotidien. L'influx nerveux né de l'excitation des barorécepteurs est transmis au centre cardio-vasculaire par l'intermédiaire des nerfs sino-aortiques. Cela entraîne une inhibition des **centres cardio-accélérateurs** et une activation du centre **cardio-modérateur**.

Le **centre cardio-modérateur** émet des influx modérateurs qui agissent sur le cœur par l'intermédiaire des nerfs parasympathiques, d'où le ralentissement du rythme cardiaque qui ramène la pression artérielle à la normale.

Lorsque le rythme cardiaque est faible, le mécanisme inverse se met en place pour ramener la pression artérielle à la normale.

Les nerfs de Hering et de Cyon sont des nerfs sensitifs qui interviennent dans la régulation de l'activité cardiaque par l'intermédiaire des centres nerveux (centres cardio-accelérateurs et cardio-modérateurs) et des nerfs moteurs (nerfs X et orthosympathiques).

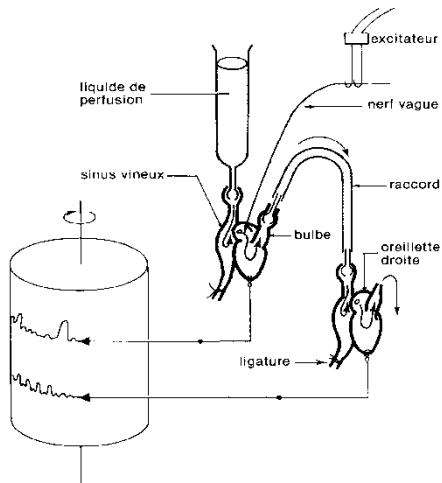
5-Conclusion

Le cœur fonctionne grâce au système nerveux (centres +nerfs)

IV- LE CŒUR FONCTIONNE- T-IL GRACE A CERTAINES SUBSTANCES ?

1- Présentation des expériences

EXPERIENCES	RESULTATS
Première série d'expériences (Expérience de Loewi) Deux coeurs (A et B) de grenouilles, isolés et reliés l'un à l'autre par un raccord sont irrigués avec un liquide physiologique.	
On excite le nerf vague du cœur A jusqu'à obtenir l'arrêt des battements cardiaques.	le cœur B, après un moment de battement, arrête également de battre
On excite le nerf orthosympathique du cœur A	accélération du rythme du cœur A puis du cœur B
On traite le cœur B avec une solution physiologique enrichie d'atropine (substance qui inhibe l'action des substances des nerfs vagaux), puis on excite le nerf parasympathique du cœur A.	aucun effet sur le cœur B.
On traite le cœur B par l'ergotoxine (substance qui inhibe l'effet des substances orthosympathiques) et on excite le nerf orthosympathique du cœur A.	aucun effet sur le cœur B
b- Deuxième série d'expérience :	
Expérience 1 : On perfuse un cœur de grenouille avec de l'acétylcholine.	après un temps de latence, le rythme cardiaque ralentit et s'arrête en diastole
Expérience 2 : On perfuse un cœur de grenouille avec de l'adrénaline	après un temps de latence, on observe une accélération du rythme cardiaque



Expérience de Loewi

2-Résultats (voir tableau)

3- Analyse

Première série d'expériences (Expérience de Loewi)

-L'excitation du nerf vague du cœur A, entraîne l'arrêt des coeurs A et B alors que l'excitation du nerf orthosympathique du cœur A, entraîne l'accélération du rythme des coeurs A et B.

-L'excitation des nerfs parasympathiques et orthosympathique du cœur A n'a aucun effet sur le cœur B traité à l'atropine et à l'ergotoxine.

Deuxième série d'expériences

Expérience 1 :

Lorsqu'on injecte l'ACH, après un temps de latence, le rythme cardiaque ralentit et s'arrête en diastole.

Expérience 2 :

Lorsqu'on injecte l'ADR, après un temps de latence, on observe une accélération du rythme cardiaque

4- Interprétation

-Les nerfs parasympathiques et orthosympathiques, lors de leur excitation, libèrent des substances qui agissent sur le cœur A pour ralentir ou accélérer ses battements. Ces substances passent ensuite dans le raccord pour agir sur le cœur B, d'où l'arrêt ou l'accélération des deux coeurs.

-Au niveau du nerf parasympathique, la substance libérée est appelée **substance vagale** et au niveau de l'orthosympathique, la substance libérée est appelée la **sympathine**.

-La substance vagale et la sympathine sont donc des médiateurs chimiques (ou neuromédiateurs).

-Les nerfs parasympathiques et orthosympathiques agissent sur le cœur par la libération de médiateurs chimiques

-L'acétylcholine inhibe l'activité du nœud sinusal entraînant ainsi le ralentissement du rythme cardiaque. L'ACH est donc une substance cardiomodératrice.

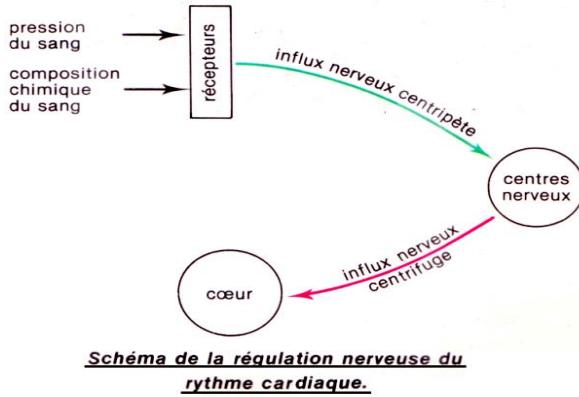
-L'adrénaline (ou la noradrénaline) stimule l'activité du nœud sinusal, d'où l'augmentation du rythme cardiaque. L'ADR est donc une substance cardioaccélératrice.

-L'échappement observé dans les autres expériences est dû à la destruction des molécules d'ACH par les enzymes (acétylcholinestérase) dans les fentes synaptiques

-Les nerfs parasympathiques et orthosympathiques agissent sur le cœur par l'intermédiaire de neuromédiateurs que sont l'ACH sécrété lors de l'excitation des nerfs parasympathiques et l'ADR (ou la Noradrénaline) sécrété lors de l'excitation des nerfs orthosympathiques

-Le système nerveux intervient effectivement dans l'activité cardiaque par la libération, dans le cœur, de substances (ACH, ADR ou NorADR) qui sont des neuromédiateurs ou médiateurs chimiques.

Un médiateur chimique est une substance chimique sécrétée au niveau des terminaisons nerveuses et déversée dans les fentes synaptiques pour permettre la transmission de l'influx nerveux. Il est détruit par des enzymes spécifiques et son activité peut être inhibée par certains poisons.



5- Conclusion partielle

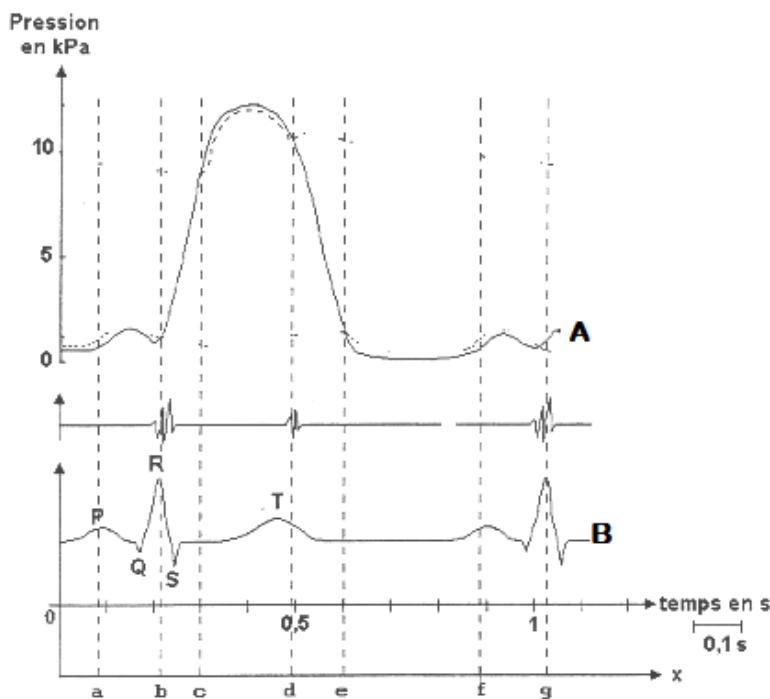
Le fonctionnement du cœur est influencé par des substances libérées par les nerfs cardiaques lorsqu'ils sont excités

CONCLUSION GENARALE

Le cœur fonctionne de manière autonome mais il est influencé par le système nerveux et les substances chimiques appelées neuromédiateurs (ADR et ACH) libérés par les nerfs parasympathiques et orthosympathiques

SITUATION D'EVALUATION

Un groupe d'élèves de la terminale prépare un exposé sur l'activité cardiaque. Un membre met à la disposition de ses camarades le document ci – dessous qui présente quelques aspects du fonctionnement du muscle cardiaque.



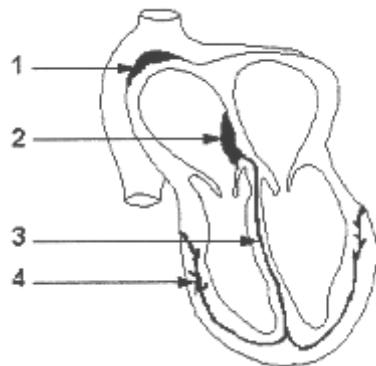
Les membres du groupe ne parviennent pas à exploiter correctement le document. Tu décides de les aider à comprendre le fonctionnement du cœur à partir du document.

1. Identifie les tracés (A) et (B)
2. Décris le tracé (A) à partir des lettres qui figurent sur l'axe des abscisses.
3. Explique la juxtaposition de ces deux tracés.

CONSOLIDATION ET APPROFONDISSEMENT DES ACQUIS

Exercice 1

La figure ci – dessous est une coupe longitudinale d'un cœur de mammifère



Fais correspondre chaque chiffre au nom qu'il désigne : **faisceau de His, nœud sinusal, nœud septal, réseau de Purkinje.**

Exercice 2

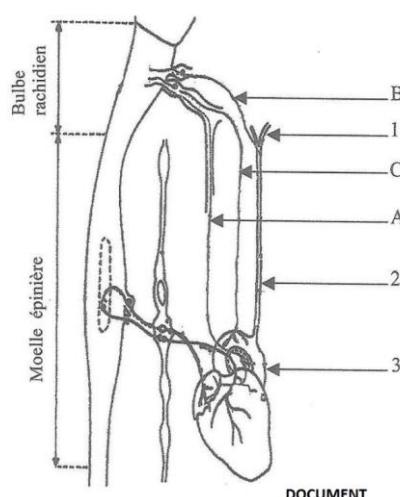
Le tableau ci – dessous met en relation l'électrocardiogramme et le cardiogramme.

ELECTROCARDIOGRAMME	CARDIOGRAMME
Onde P	• Systole auriculaire
Complexe d'ondes QRS	• Diastole auriculaire
Onde T	• Systole ventriculaire • Diastole générale

Relie chaque onde de l'électrocardiogramme à la phase du cardiogramme qui convient.

EXERCICE 3

L'exploitation de l'expérience ci-dessous a été faite dans ta classe pendant une séance de cours portant sur l'influence du système nerveux sur l'activité cardiaque : on met à nu chez un mammifère, le cœur et son innervation. Le document ci – dessous montre le schéma du cœur et son innervation.



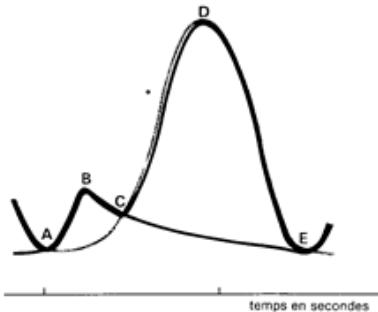
On réalise sur le nerf de Cyon (C) et le nerf pneumogastrique ou nerf X (A) des expériences de section et d'excitation. Les expériences et les résultats obtenus sont consignés dans le tableau ci – dessous.

Nerf sectionnés	Effet de la section	Excitations électriques	
		du bout périphérique (bout qui est relié à l'organe effecteur)	Du bout central (bout qui est relié au centre nerveux)
Nerf X	Augmentation de la fréquence cardiaque	Diminution de la fréquence cardiaque	Sans effet
Nerf de Cyon	Augmentation de la fréquence cardiaque	Sans effet	Diminution de la fréquence cardiaque

Un élève de ta classe, absent pendant cette séance de cours, te présente le schéma et le tableau des valeurs pour que tu l'aides à comprendre l'influence du système nerveux sur le fonctionnement du cœur.

- 1- Complète l'annotation du schéma, en utilisant les chiffres et les lettres.
- 2- Analyse les résultats obtenus suite aux sections et aux excitations des nerfs.
- 3- Déduis le rôle de chacun de ces nerfs.

DOCUMENTATION



CARDIOGRAMME DE GRENOUILLE

Document 3

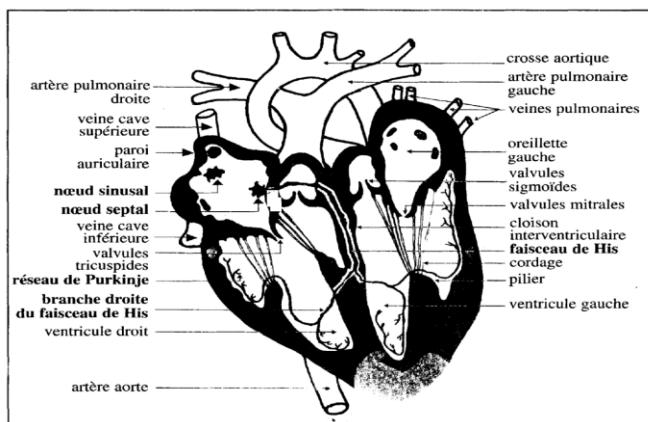


Schéma 1 : Tissu nodal du cœur des Mammifères

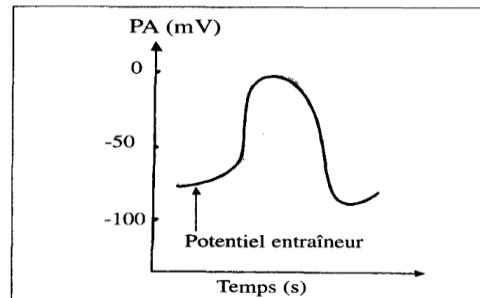


Schéma 3 : PA d'une cellule du nœud sino-auriculaire

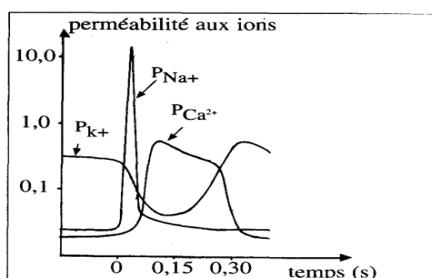


Schéma 2 : variation de la perméabilité membranaire de la cellule cardiaque aux ions Na⁺, K⁺ et Ca²⁺ au cours du potentiel d'action.

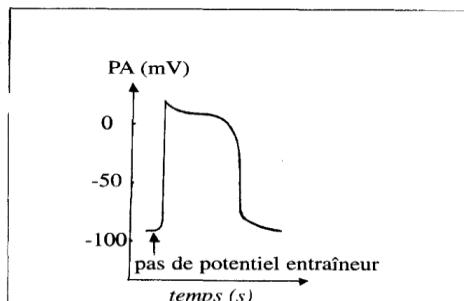
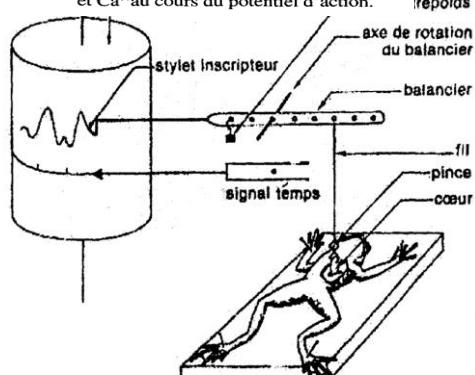
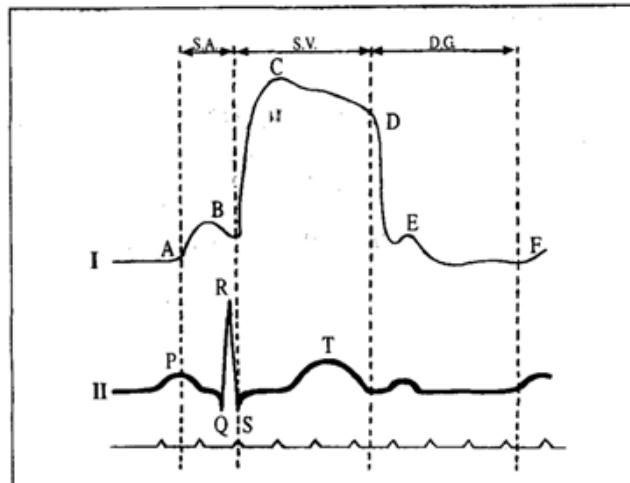


Schéma 4 : PA d'une cellule musculaire ventriculaire





Cardiogramme externe (I) comparé à l'électrocardiogramme (II)
chez l'homme

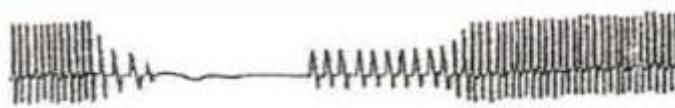


Figure 1 :EFFET DE LA STIMULATION DU NERF PARASYMPATHIQUE

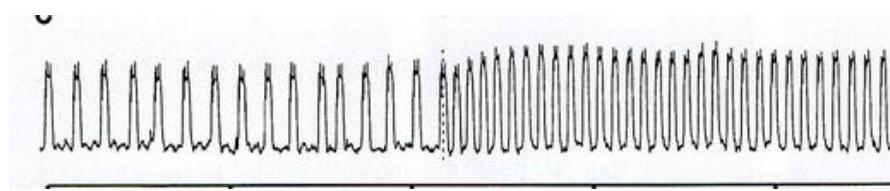


Figure 2 :EFFET DE LA SECTION DES NERFS PARASYMPATHIQUES

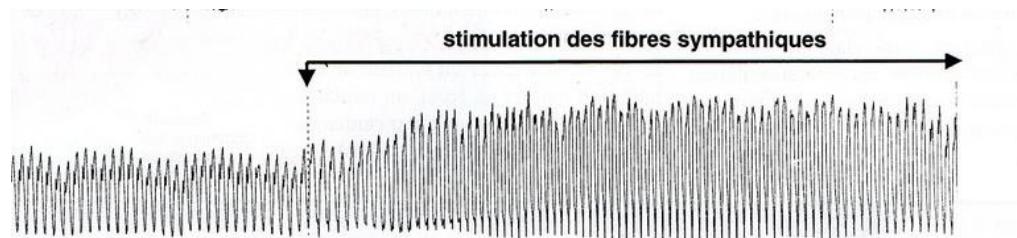
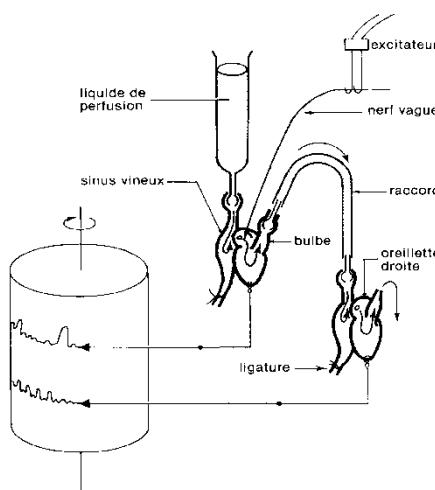


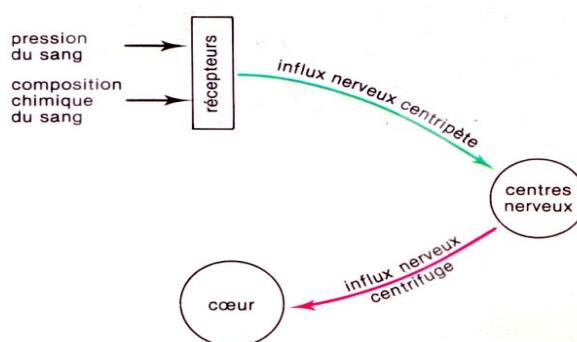
Figure
3EFFET DE LA STIMULATION DU NERF ORTHOSYMPATHIQUE

EXPERIENCES	RESULTATS
<u>Première série d'expériences</u> (Expérience de Loewi) Deux coeurs (A et B) de grenouilles, isolés et reliés l'un à l'autre par un raccord sont irrigués avec un liquide physiologique.	

On excite le nerf vague du cœur A jusqu'à obtenir l'arrêt des battements cardiaques.	le cœur B, après un moment de battement, arrête également de battre
On excite le nerf orthosympathique du cœur A	accélération du rythme du cœur A puis du cœur B
On traite le cœur B avec une solution physiologique enrichie d'atropine (substance qui inhibe l'action des substances des nerfs vagaux), puis on excite le nerf parasympathique du cœur A.	aucun effet sur le cœur B.
On traite le cœur B par l'ergotoxine (substance qui inhibe l'effet des substances orthosympathiques) et on excite le nerf orthosympathique du cœur A.	aucun effet sur le cœur B
b- Deuxième série d'expérience :	
Expérience 1 : On perfuse un cœur de grenouille avec de l'acétylcholine.	après un temps de latence, le rythme cardiaque ralentit et s'arrête en diastole
Expérience 2 : On perfuse un cœur de grenouille avec de l'adrénaline	après un temps de latence, on observe une accélération du rythme cardiaque



Expérience de Loewi



THEME 1 : LE MILIEU INTÉRIEUR.

LEÇON 8 : LE MAINTIEN DE LA CONSTANCE DU MILIEU INTÉRIEUR.

I-SITUATION D'APPRENTISSAGE

Ton camarade de classe qui se portait bien remarque que depuis 6 mois, il se sent fatigué régulièrement. Il est devenu pale et manque d'appétit. Il se rend à l'hôpital où le médecin lui fait faire des analyses. Après la lecture des résultats de l'analyse, le médecin conclu que son rein est défaillant. Cette défaillance a provoqué la souillure de son sang et le déséquilibre du milieu intérieur.

Il t'informe. Effrayés, vous décidez de comprendre le rôle du rein dans le maintien de la constance du milieu intérieur du rein, la structure du rein et la régulation de certains constituants du milieu intérieur.

II-CONTENU DU COURS

COMMENT LE REIN MAINTIENT-IL LE MILIEU INTERIEUR CONSTANT ?

La défaillance des reins à l'origine de la souillure du sang et de l'inconstance du milieu intérieur nous a permis de constater que le rein maintient le milieu intérieur constant.

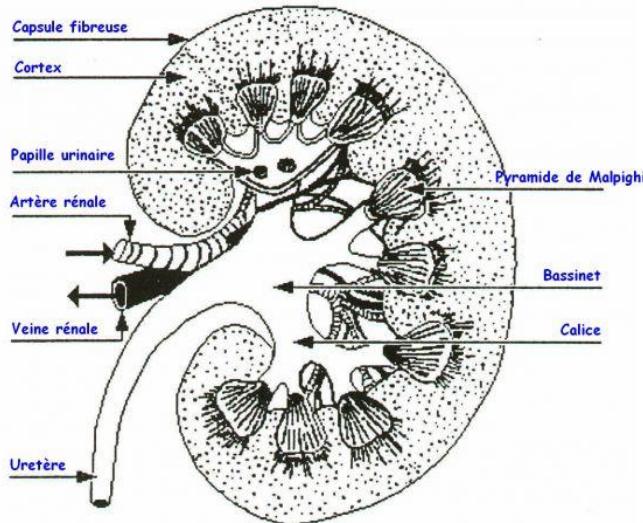
On suppose que le rein maintient le milieu intérieur constant :

- grâce à sa structure.
- grâce à ses fonctions.
- par la régulation de certains constituants.

I- LE REIN MAINTIENT-IL LE MILIEU INTERIEUR CONSTANT GRACE A SA STRUCTURE ?

1-Observation

Observons le schéma de la coupe longitudinale d'un rein de mammifère



STRUCTURE DU REIN

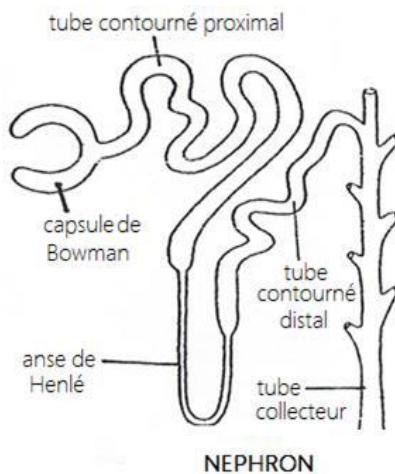
2-Résultats

La structure du rein montre qu'il est constitué : d'une capsule fibreuse, d'un cortex, de pyramides de Malpighi, d'un bassinet et d'un uretère.

3-Analyse

La coupe longitudinale du rein montre :

- Une partie centrale ou zone médullaire ou médulla occupée par le bassinet qui collecte l'urine (urine définitive),
- Une partie périphérique ou zone corticale ou cortex contenant de lobules appelés pyramides de Malpighi constituées de néphrons.



Chaque néphron est constitué de deux parties :

- Le corpuscule de Malpighi qui comprend la capsule de Bowman et le glomérule.
- Les tubes urinaires comprennent le tube proximal, le tube distal, l'anse de Henlé et le tube collecteur de Bellini.

Le rein recueille l'urine dans le bassinet, l'évacue dans la vessie en passant par l'uretère.

Le rein est constitué de plusieurs néphrons qui collectent l'urine dans le tube collecteur.

Le néphron est l'unité structurale et fonctionnelle du rein.

4- Conclusion

Le rein maintient le milieu intérieur constant grâce à sa structure qui collecte l'urine et l'évacue dans la vessie en passant par l'uretère.

Activité d'application

Le tableau ci-dessous présente des notions relatives aux organes qui interviennent dans la fabrication de l'urine :

Notions	Corpuscule de Malpighi	Tubes urinaires	Néphron
Constituants			

Complétez les notions avec leurs constituants en vous appuyant sur les groupes de mots suivants :

Capsule de Bowman ; tube proximal, tube distal, Anse de Henlé ; tube collecteur de Bellini ; glomérule ; tubes urinaires ; corpuscule de Malpighi.

Corrigé

Notions	Corpuscule de Malpighi	Tubes urinaires	Néphron
Constituants	-capsule de Bowman -glomérule ;	- tube proximal, - tube distal, -Anse de Henlé ; -tube collecteur de Bellini ;	-tubes urinaires ; - corpuscule de Malpighi.

II- LE REIN MAINTIENT-IL LE MILIEU INTERIEUR CONSTANT GRACE A SES FONCTIONS ?

1. Observation

Observons deux documents montrant les principaux constituants dans le plasma, l'urine primitive et l'urine définitive.

Principaux constituants		Concentration dans le plasma en g.l ⁻¹	Concentration dans l'urine primitive en g.l ⁻¹	Concentration dans l'urine définitive en g.l ⁻¹
Substances minérales	Na ⁺	3,2	3,2	3 à 6
	K ⁺	0,2	0,2	2 à 3
	Ca ²⁺	0,1	0,1	0,1 à 0,3
	SO ₄ ²⁻	0,02	0,02	2
	HPO ₄ ²⁻ et H ₂ PO ₄ ⁻	0,04	0,04	2
	HCO ₃ ⁻	1,6	1,6	0 à 0,2
	Cl ⁻	3,6	3,6	6 à 8
	NH ₄ (ammoniaque)	0	0	1 à 4
Substances organiques	Protéines	60 à 80	0	0
	Acides aminés	0,05 à 0,1	0,05 à 0,1	0
	Lipides	4 à 8	0	0
	Glucoses	1	1	0
	Déchets	Urée Créatine Acide urique Acide hippurique	0,3 0,01 à 0,03 0,03 à 0,06 0	20 0,01 à 0,03 0,03 à 0,06 0
			0,3 0,01 à 0,03 0,03 à 0,06 0	0,8 à 2 0,6 0,5

Document 1 : Tableau comparatif des constituants du plasma, de l'urine primitive et de l'urine définitive

Principaux constituants		Concentration dans le plasma en g.l ⁻¹	Concentration dans l'urine définitive en g.l ⁻¹
Substances minérales	Na ⁺	3,2	3 à 6
	K ⁺	0,2	2 à 3
	Ca ²⁺	0,1	0,1 à 0,3
	SO ₄ ²⁻	0,02	2
	HPO ₄ ²⁻ et H ₂ PO ₄ ⁻	0,04	2
	HCO ³⁻	1,6	0 à 0,2
	Cl ⁻	3,6	6 à 8
NH ₄ (ammoniaque)		0	1 à 4
Substances organiques	Protéines	60 à 80	0
	Acides aminés	0,05 à 0,1	0
	Lipides	4 à 8	0
	Glucoses	1	0
	Déchets	Urée	0,3
		Créatine	0,01 à 0,03
		Acide urique	0,03 à 0,06
Acide hippurique		0	0,5

Document 2 : Tableau comparatif des constituants du plasma et de l'urine définitive

2. Résultats

	Plasma	Urine définitive
Constituants communs	Na ⁺ ; K ⁺ ; Ca ⁺⁺ ; SO ₄ ²⁻ ; Cl ⁻ ; urée ; créatinine ; acide urique ; HCO ³⁻ ; H ₂ PO ₄ ⁻ ; HPO ₄ ²⁻	
Constituants différents	Les protides, les lipides et le glucose	L'acide hippurique et les sels ammoniacaux

TABLEAU DE LA COMPOSITION DU PLASMA ET DE L'URINE DEFINITIVE

3. Analyse des résultats

La comparaison de certains constituants chimiques du plasma et de l'urine définitive montre que :

-Certaines substances organiques telles que les protéines, les lipides et le glucose sont présentes dans le plasma, mais absentes dans l'urine définitive : ce sont des substances spécifiques au plasma.

-L'acide hippurique et l'ammoniaque, absents dans le plasma, se retrouvent dans l'urine définitive.

-Certaines substances (l'eau, Na⁺, K⁺, Ca²⁺, SO₄²⁻, HPO₄²⁻ et H₂PO₄⁻, créatinine, acide urique) sont présentes dans le plasma et dans l'urine définitive, mais sont plus abondantes dans l'urine définitive que dans le plasma.

4. Interprétation

Par rapport au document 1:

- Les substances organiques qui ont **un poids élevé** telles que (protéines, lipides et glucoses) sont absentes dans l'urine définitive, car le rein les bloque pendant la filtration : le rein est donc **un filtre sélectif**.
- La filtration du plasma par le rein se fait au niveau du **glomérule** du néphron. C'est une **filtration glomérulaire**.
- Le filtrat obtenu à la suite de la filtration glomérulaire est appelé **filtrat glomérulaire** ou **urine primitive**.
- La présence des acides hippuriques et ammoniaque dans l'urine définitive alors qu'elles sont absentes dans le plasma, s'explique par leur sécrétion au niveau des tubules rénaux : le rein joue donc **un rôle sécréteur**.
- La sécrétion des substances par le rein a lieu au niveau des tubules du néphron : C'est une **sécrétion tubulaire**.
- L'abondance de l'eau et de substances minérales dans l'urine définitive s'explique par leur élimination ou excréption par le rein : le rein joue donc **un rôle excréteur**.
- L'excration se réalise au niveau des tubules rénaux : on parle **d'excration tubulaire**.
- Certaines substances telles que le glucose possèdent un seuil au-delà duquel elles sont éliminées ou excrétées dans l'urine définitive : on parle de **substances à seuil**.

Par rapport au document 2

- Le néphron joue également le rôle de filtre sélectif ou barrière, de sécrétion et d'excration (élimination).
- En plus le néphron permet le retour de certaines substances dans le plasma : il joue aussi le rôle de **réabsorption**. Cette réabsorption qui se fait au niveau des tubules peut être totale ou partielle et peut se faire activement ou passivement.

La formation de l'urine suit les étapes suivantes :**la filtration glomérulaire -la réabsorption - la sécrétion tubulaire et l'excration**.

5. Conclusion

Le rein maintient le milieu intérieur constant par la filtration, la réabsorption, la sécrétion et l'excration.

Activité d'application

Le tableau ci-dessous présente des fonctions et différentes parties du néphron.

FONCTIONS DU NEPHRON	PARTIES DU NEPHRON
Excration	● ● Tube contourné proximal
Filtration	● ● Anse de Henlé
Réabsorption	● ● Capsule de Bowman
Sécrétion	● ● Tube collecteur

Reliez chaque fonction à la partie du néphron où elle se déroule.

Corrigé

FONCTIONS DU NEPHRON	PARTIES DU NEPHRON
Excretion	Tube contourné proximal
Filtration	Anse de Henlé
Réabsorption	Capsule de Bowman
Sécrétion	Tube collecteur

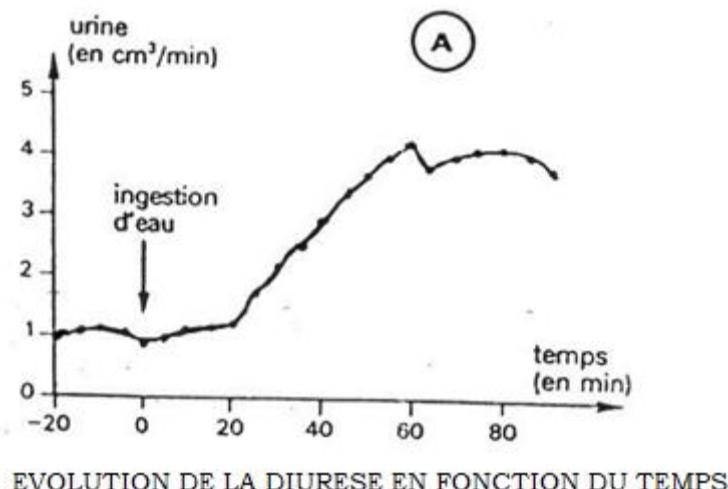
III. LE REIN MAINTIENT-IL LE MILIEU INTERIEUR CONSTANT PAR LA REGULATION DE CERTAINS CONSTITUANTS ?

A. L'EAU

1- Présentation d'expérience

L'expérience est relative à la mise en évidence du rôle du rein dans la régulation de l'eau dans le milieu intérieur. On injecte 250 ml d'eau à un chien.

2- Résultats



3- Analyse des résultats

Le graphe montre l'évolution de la diurèse en fonction du temps.

-Avant l'ingestion d'eau, la diurèse est environ égale à 1cm³/min.

-Après l'ingestion d'eau, la diurèse augmente progressivement de 1 cm³/min à 4,3 cm³/min au bout d'une heure puis baisse légèrement.

4- Interprétation des résultats

- L'eau absorbée entraîne une augmentation du volume du sang (**la volémie**) et donc une dilution du plasma. La dilution du plasma provoque la baisse de la pression osmotique (PO).

L'augmentation de la volémie provoque une faible stimulation des récepteurs sensibles à la variation du volume sanguin appelé **volorécepteurs** ou **tensorrécepteurs** situés dans l'oreillette gauche du cœur et reliés à l'hypothalamus.

De même, la baisse de la P.O provoquée par l'augmentation de la volémie entraîne une faible stimulation des récepteurs sensibles à la variation de la P.O appelés **osmorécepteurs** qui sont situés dans les artères carotides et reliés à l'hypothalamus.

Les osmorécepteurs et volorécepteurs excités, transmettent un message nerveux à la partie postérieure de l'hypophyse (la posthypophyse) pour la diminution de la sécrétion d'une hormone appelée **ADH** (Hormone antidiurétique).

La faible dose d'ADH sécrétée est véhiculée par le sang vers les tubules rénaux où elle diminue la réabsorption de l'eau.

Cette diminution de la réabsorption de l'eau entraîne une forte élimination de l'eau dans l'urine (augmentation de la diurèse), ce qui ramène la volémie à la normale.

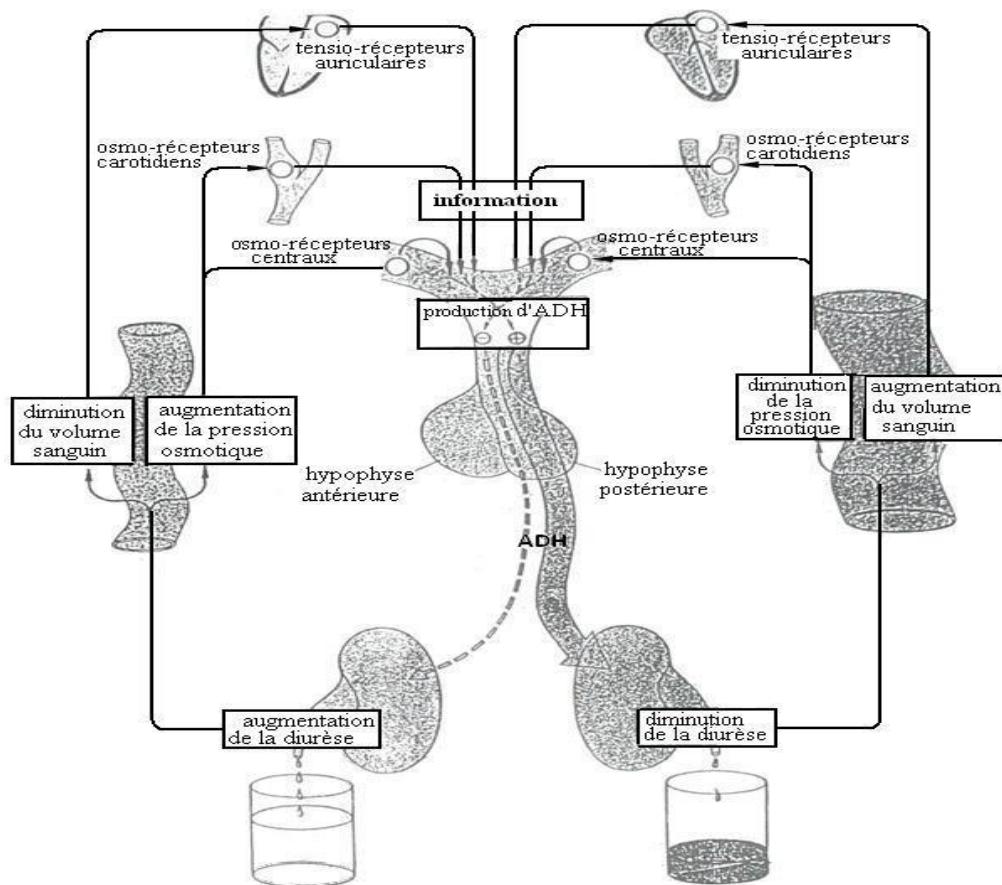
L'urine abondamment éliminée est moins concentrée. On parle de **polyurie**.

- En cas de perte abondante d'eau (hémorragie, diarrhée) la pression osmotique augmente et la volémie diminue.

L'augmentation de la PO et la diminution de la volémie stimulent fortement les volorécepteurs et les osmorécepteurs, qui transmettent alors un message nerveux à la partie postérieure de l'hypophyse (la posthypophyse).

Ce message à la posthypophyse déclenche l'augmentation de la sécrétion de l'**ADH** (Hormone antidiurétique).

- L'abondance de l'ADH dans le sang augmente la réabsorption de l'eau d'où la faible élimination de l'eau dans l'urine (diminution de la diurèse), ce qui ramène la volémie à la normale.
- L'urine éliminée est petite et très concentrée. On parle de **d'oligurie**.



SCHEMA DU MECANISME DE LA REGULATION DE LA TENEUR EN EAU

5- Conclusion

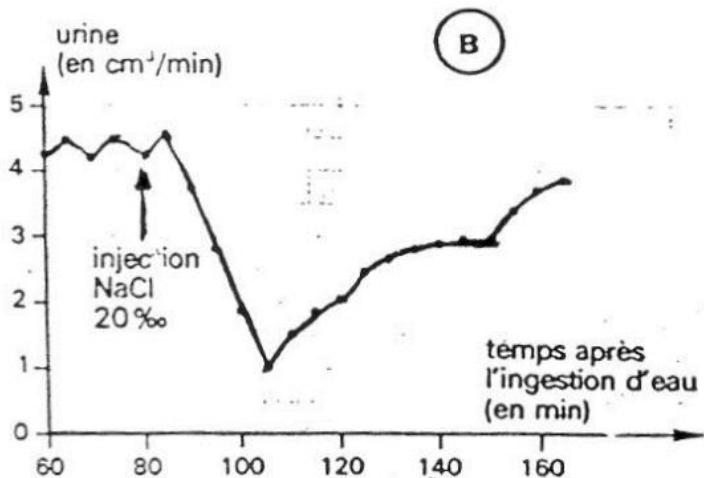
Le rein régule le milieu intérieur grâce à l'ADH produite par la posthypophyse qui agit sur la quantité d'eau dans le plasma.

B. LE SODIUM (NaCl)

1. Présentation d'expérience

L'expérience est relative à la mise en évidence du rôle du rein dans la régulation du sodium dans le milieu intérieur. On injecte du NaCl à un chien.

2. Résultats



GRAPHE MONTRANT L'ÉVOLUTION DE LA DIURÈSE EN FONCTION DU TEMPS.

3. Analyse des résultats

Le graphe montre l'évolution de la diurèse en fonction du temps.

- Avant l'injection de NaCl la diurèse oscille autour de $4,3 \text{ cm}^3/\text{min}$.
- Après l'injection de NaCl, la diurèse chute brusquement pour atteindre la valeur de $1 \text{ cm}^3/\text{min}$ au bout de 28 min puis augmente progressivement jusqu'à atteindre la valeur de $3,80 \text{ cm}^3/\text{min}$ après environ 50 minutes.

4. Interprétation (Voir schéma d'interprétation)

- L'injection de NaCl entraîne une augmentation de la pression osmotique du plasma. Cette augmentation de la POpromoive une forte réabsorption de l'eau, d'où la chute de la diurèse. La forteréabsorption de l'eau occasionne la baisse de la pression osmotique, qui provoque unefaible réabsorption de l'eau, d'où l'augmentation progressive de la diurèse.
- L'injection de la solution de NaCl augmente la teneur en ion sodium (Na^+).

La variation de la teneur en sodium est décelée directement au niveau du néphron par les cellules de la paroi des vaisseaux glomérulaires.

Lorsque la teneur en ion sodium du plasma augmente, les cellules glomérulaires inhibent le système **rénine-angiotensine** par une faible production de rénine au niveau des reins.

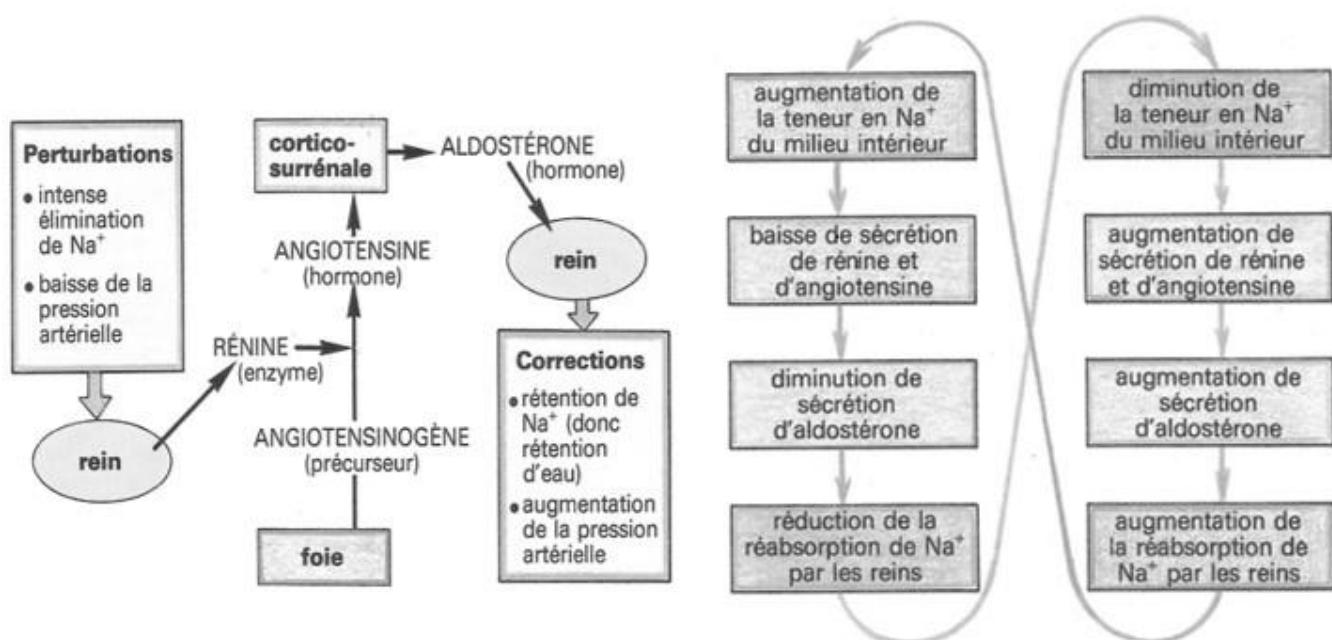
Cette faible production de rénine entraîne la faible production d'angiotensine.

La rénine se combine à une enzyme appelée angiotensinogène produite par le foie, pour produire l'angiotensine.

La faible production de l'angiotensine provoque une faible stimulation de la corticosurrénale qui produit faiblement **l'aldostéron**.

Le faible taux d'aldostéron sécrétée, entraîne une faible réabsorption de Na^+ par les tubules rénaux : **d'où la forte élimination de Na^+ dans l'urine ce qui ramène la pression osmotique à la normale.**

En cas de baisse de la teneur en Na^+ du plasma, le processus inverse se réalise et aboutit à la réabsorption du sodium dans les tubules, d'où son faible taux dans l'urine.



SCHEMA DE REGULATION DE LA TENEUR EN SODIUM

Les poumons et les reins régulent le pH plasmatique de la manière suivante :

- En cas d'acidose ($\text{pH} < 7,4$), il y a une augmentation de l'élimination du CO_2 par les poumons (hyperventilation) ainsi que des ions H^+ par les reins dans l'urine pour ramener le pH à sa valeur normale (7,4).
- En cas d'alcalose ($\text{pH} > 7,4$), il y a une baisse de l'élimination du CO_2 par les poumons (hypoventilation) et une élimination des ions bicarbonate (HCO_3^-) pour ramener le pH à sa valeur normale.
- Il s'établit aussi en permanence un système tampon présenté par l'équation ci-dessous :



L'ensemble de toutes ces régulations qui tendent à maintenir un équilibre dynamique de l'organisme est appelé **homéostasie**. En d'autres termes l'homéostasie est la constance du milieu intérieur (pH, glycémie, pression osmotique, l'eau, sodium etc.)

Le milieu intérieur est le milieu dans lequel toutes les cellules du corps des animaux supérieurs baignent. Elles y puisent leur nourriture et rejettent leurs déchets.

5. Conclusion

Le rein régule le milieu intérieur grâce à l'aldostérone, produite par les corticosurrénale, qui agit sur la quantité de sodium dans le plasma.

Activité d'application

Les affirmations ci-dessous sont relatives à la régulation du sodium par le rein :

- 1- Lorsque la teneur en ion sodium du plasma augmente, les cellules glomérulaires inhibent le système rénine-angiotensine par une faible production de rénine au niveau des reins.
- 2- La faible production de rénine entraîne la faible production d'angiotensine.
- 3- Le foie produit l'angiotensinogène qui est un précurseur de l'angiotensine.
- 4- La corticosurrénale produit un taux faible d'aldostérone lorsqu'elle est faiblement stimulée par l'angiotensine.
- 5- Lorsque le taux d'aldostérone est faible, la réabsorption de sodium est faible aux niveaux des tubules rénaux.
- 6- Lorsque le taux d'aldostérone est faible, le sodium est fortement éliminé par l'urine.
- 7- Lorsque le taux d'aldostérone est faible, elle entraîne la baisse de la pression osmotique.

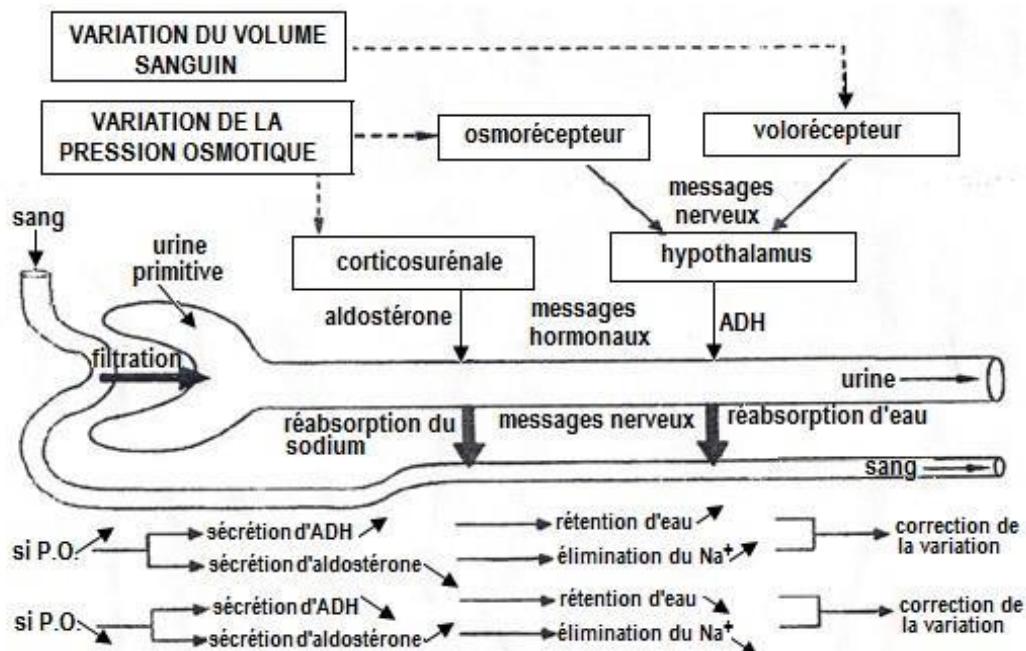
Répondez par vrai ou faux en utilisant les chiffres.

Corrigé

1-7 : vrai

6. Conclusion

Le rein maintient le milieu intérieur constant en régulant la quantité d'eau et de sodium.



SCHEMA DE SYNTHESE DE LA REGULATION HYDROMINERALE

Activité d'application

Le texte ci-dessous ainsi que les mots et groupes de mots suivants, sont relatifs à la réabsorption de l'eau et du sodium au niveau du néphron : ***glande corticosurrénale ; une chute ; freinateur ; sodium ; spécifiques ; réabsorption ; la pression osmotique ; par voie nerveuse ; post hypophyse ; libération ; non libération, osmorécepteurs ; module.***

L'ADH est sécrétée dans l'hypothalamus puis déversée dans le sang au niveau de la1..... Cette hormone a un rôle2..... sur la diurèse en favorisant la3..... de l'eau par le tubule urinaire.

L'aldostérone est sécrétée par la4..... . Elle stimule la réabsorption du5..... au niveau du tubule urinaire.

La6..... de l'ADH est déclenchée par des récepteurs7..... . Les variations de8..... du plasma stimulent des9..... situés au niveau de la paroi carotidienne. L'information qui prend naissance au niveau de ces récepteurs est transmise10....., à l'hypothalamus, centre commande qui11..... la libération de l'ADH provoquant soit une augmentation de la diurèse, en cas de12..... de l'ADH soit13..... de la diurèse, en cas de libération de l'ADH.

Complétez ce texte avec les mots et groupes de mots qui conviennent en vous aidant des chiffres.

Corrigé

1-postHypophyse ;

2-Freinateur ;

3-réabsorption ;

4-glande corticosurrénale ;

5-sodium ;

6-libération ;

7-spécifique ;

8-la pression osmotique ;

9-osmorécepteur ;

10-par voie nerveuse ;

11-module ;

12-libération ;

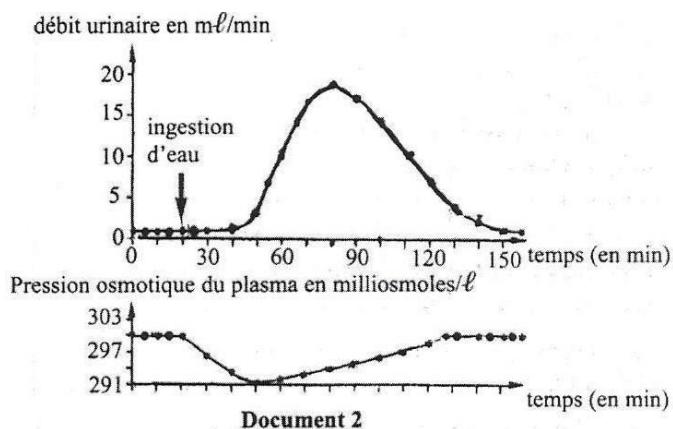
13-non libération.

CONCLUSION GENERALE

Le rein maintient le milieu intérieur constant grâce à sa structure qui collecte et recueille l'urine, grâce à ses fonctions de filtre, de sécrétion et d'excrétion et grâce à la régulation de certains constituants (l'eau, le sodium et le pH...).

SITUATION D'EVALUATION

Dans le cadre de la préparation d'un exposé sur le fonctionnement du rein, Tongroupe s'appuie sur les résultats d'une expérience réalisée chez un chien. Les résultats de cette expérience sont représentés par les courbes ci – dessous :



Pour une meilleure exploitation de ces résultats ;

- 1- Décrivez l'expérience réalisée.
- 2- Faites une analyse comparative des deux courbes.
- 3- Expliquez la relation existante entre l'évolution du débit urinaire et de la pression osmotique.
- 4- Déduisez le rôle du rein mis en évidence.

Corrigé

1- Décrivons l'expérience réalisée.

L'expérience consiste à montrer l'influence de l'injection de l'eau sur le débit urinaire et sur la pression osmotique.

Pour cela on fait ingérer à un animal une quantité importante d'eau. On mesure dans le temps le débit urinaire et la variation de la pression osmotique sanguine.

2- Faisons une analyse comparative des deux courbes.

Les courbes présentent la variation du débit urinaire (courbe 1) et la variation de la pression osmotique (2)

20 min après l'ingestion de l'eau, le débit urinaire commence à augmenter rapidement passant de 0 ml à 20 ml pendant 40 min. Puis on assiste à une baisse du débit urinaire de 20 ml à 0 ml 70 min après le pic.

Dans le même temps, dès l'ingestion de l'eau, on assiste à une chute brutale de la pression osmotique sanguine pendant 30 min, passant de 300 millimole/l à 291 millimole/l. Puis la pression osmotique augmente progressivement pour reprendre sa valeur d'avant l'expérience 300 millimole/l.

3- Expliquons la relation existant entre l'évolution du débit urinaire et de la pression osmotique.

L'eau absorbée entraîne une augmentation du volume du sang (**la volémie**) et donc une dilution du plasma. La dilution du plasma provoque la baisse de la pression osmotique (PO).

L'augmentation de la volémie provoque une faible stimulation des récepteurs sensibles à la variation du volume sanguin appelé **volorécepteurs** ou **tensorrécepteurs** situés dans l'oreillette gauche du cœur et reliés à l'hypothalamus.

De même, la baisse de la Pression Osmotique (P.O) provoquée par l'augmentation de la volémie entraîne une faible stimulation des récepteurs sensibles à la variation de la P.O appelés **osmorécepteurs** qui sont situés dans les artères carotides et reliés à l'hypothalamus.

Les osmorécepteurs et volorécepteurs excités, transmettent un message nerveux à la partie postérieure de l'hypophyse (la posthypophyse) pour la diminution de la sécrétion d'une hormone appelée **ADH** (Hormone antidiurétique).

La faible dose d'ADH sécrétée est véhiculée par le sang vers les tubules rénaux où elle diminue la réabsorption de l'eau.

Cette diminution de la réabsorption de l'eau entraîne une forte élimination de l'eau dans l'urine (augmentation de la diurèse), ce qui ramène la volémie à la normale.

4- Déduisons le rôle du rein mis en évidence.

Le rôle du rein mis en évidence dans cette expérience est le rôle excréteur.

CONSOLIDATION ET APPROFONDISSEMENT DES ACQUIS

Exercice 1 :

Le tableau ci – dessous présente des fonctions et différentes parties du néphron.

FONCTIONS DU NEPHRON		PARTIES DU NEPHRON	
A-Excretion	•	1-	Tube contourné proximal
B-Filtration	•	2-	Anse de Henlé
C-Réabsorption	•	3-	Capsule de Bowman
D-Sécrétion	•	4-	Tube collecteur

Associe chaque fonction du néphron au chiffre de sa partie correspondante.

Corrigé

A- 4

B-3

C-1

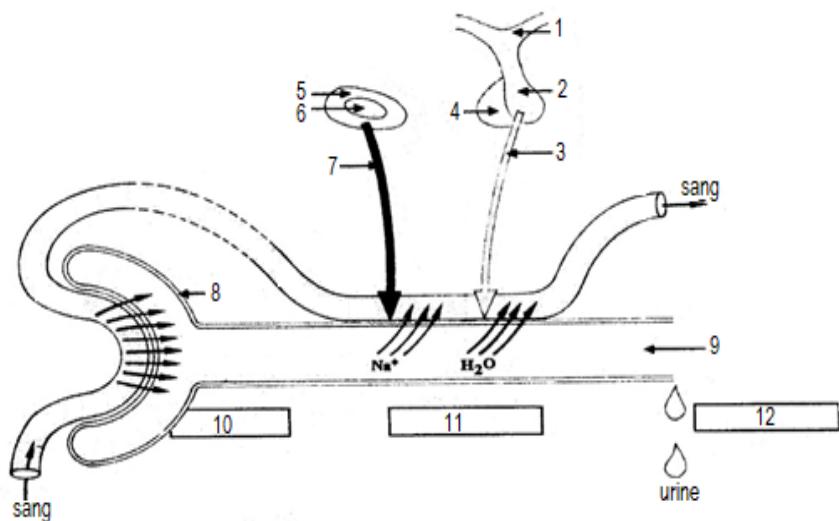
D-2

EXERCICE 2

Ce document est relatif au rôle du rein dans la régulation de l'eau et du sodium.

Ces mots ou groupe de mot disposés en désordre correspondent aux chiffres indiqués sur le schéma

Médullosurrénale ; Réabsorption ; Hypothalamus ; Aldostérone ; Hypophyse postérieure ; Capsule de Bowman ; Tube collecteur ; ADH ; Hypophyse antérieure ; Corticosurrénale ; Filtration



Faites correspondre chaque chiffre au mot ou groupe de mot correspondant.

Corrigé

1. Hypothalamus
2. Hypophyse postérieure
3. ADH
4. Hypophyse antérieure
5. Corticosurrénale
6. Médullosurrénale
7. Aldostérone
8. Capsule de Bowman
9. Tube collecteur
10. Filtration
11. Réabsorption

EXERCICE 3

Ces propositions suivantes sont relatives aux fonctions du rein.

- 1. La réabsorption du glucose :**
 - a. Peut-être passive ou active
 - b. Est uniquement active
 - c. Est uniquement passive.
- 2. La réabsorption du glucose se fait au niveau :**
 - a. De la capsule de Bowman.
 - b. Du tube collecteur.
 - c. Des vaisseaux sanguins.
- 3. Le rein joue le rôle de :**
 - a. Filtration – sécrétion - élimination
 - b. Filtration – élimination – respiration
 - c. Sécrétion – fixation – élimination
- 4. La sécrétion consiste à :**
 - a. Fabriquer de nouveaux éléments.
 - b. Détruire certains éléments.
 - c. Rejeter certains éléments.
- 5. L'unité fonctionnelle du rein est :**
 - a. Le néphron.
 - b. Le neurone
 - c. Le sarcomère

Relevez la bonne réponse en utilisant les chiffres et les lettres.

Corrigé

1-a; 2-b; 3-a; 4-a; 5-a

Situation d'évaluation

Dans le cadre de la préparation d'un exposé sur le fonctionnement du rein, ton groupe de travail s'appuie sur les résultats des expériences réalisées chez un chien.

A- Un chien est soumis à un régime dépourvu de sodium. On constate une hypersécrétion d'une substance X. A l'inverse, un régime très salé entraîne la mise au repos de la sécrétion de la substance X.

B- La perfusion des glandes surrénales par des solutions de concentration variée en NaCl n'entraîne pas de modification significative de la production de la substance X.

C- On mesure la sécrétion de la substance X sur un chien avant et après ablation des reins, puis après injection d'extraits de reins, puis après injection d'extraits de rein prélevé chez un animal soumis à un régime désodé. On obtient la courbe ci-jointe.

- 1- Déterminez la cause de la sécrétion de la substance X ?
- 2- Tirez une conclusion de l'expérience B
- 3- Nommez la substance X
- 4- Analysez la courbe
- 5- Interprétez-la

Corrigé

- 1- Déterminons la cause de la sécrétion de la substance X**

La sécrétion de la substance X est peut-être due à la teneur du milieu en sodium.

2- Tirons la conclusion de l'expérience B

L'action du sodium dans la sécrétion de la substance X ne se fait pas directement sur les glandes surrénales.

3- Nommons la substance X

C'est l'aldostérone

4- Analysons la courbe

-Avant l'ablation de reins la quantité de substance X est élevée et constante environ 0,04 µg/min.
-Après l'ablation des reins la quantité de substance X demeure élevée et constante environ 0,04 µg/min pendant 20 min puis elle baisse progressivement jusqu'à environ 0,024 µg/min pendant 50 min.

-Après l'injection intraveineuse d'extraits de reins, la quantité de substance X augmente rapidement jusqu'à atteindre 0,06 µg/min en dix min puis diminue.

5- Interprétons les résultats

Les reins interviennent dans la production de l'aldostérone car leur ablation entraîne une baisse de sa sécrétion. Cette intervention des reins se fait par l'intermédiaire d'une substance véhiculée par le sang. La substance active contenue dans les extraits de rein est l'angiotensine. L'angiotensine est une hormone.

T^{le} D CODE : SVT DURÉE :10H	MON ÉCOLE À LA MAISON	 <small>MENET - FP</small> <small>DÉPARTEMENT NATIONAL DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE</small>
---	------------------------------	--

Thème : la défense de l'organisme et son dysfonctionnement

LEÇON 6 : LE SYSTEME DE DEFENSE DE L'ORGANISME.

SITUATION D'APPRENTISSAGE

Au cours d'une campagne de sensibilisation de vaccination contre le tétanos lancé par le ministère de la santé dans les établissements secondaires, des élèves de ton établissement présentent une réticence. Face à cette attitude, le médecin du centre médico-scolaire affirme que le vaccin permettra à l'organisme de tous ceux qui seront vaccinés de se défendre contre le tétanos. Les élèves surpris par ces propos, saisissent cette occasion pour mieux connaître le système de défense de l'organisme contre les corps étrangers. Ils cherchent donc à mettre en évidence la spécificité de la défense de l'organisme et à expliquer les différents mécanismes de défense de l'organisme.

CONTENU DU COURS

COMMENT L'ORGANISME SE DEFEND-IL CONTRE LES CORPS ETRANGERS?

La campagne de vaccination contre le tétanos, a permis de constater que l'organisme se défend contre les corps étrangers.

On peut donc supposer que :

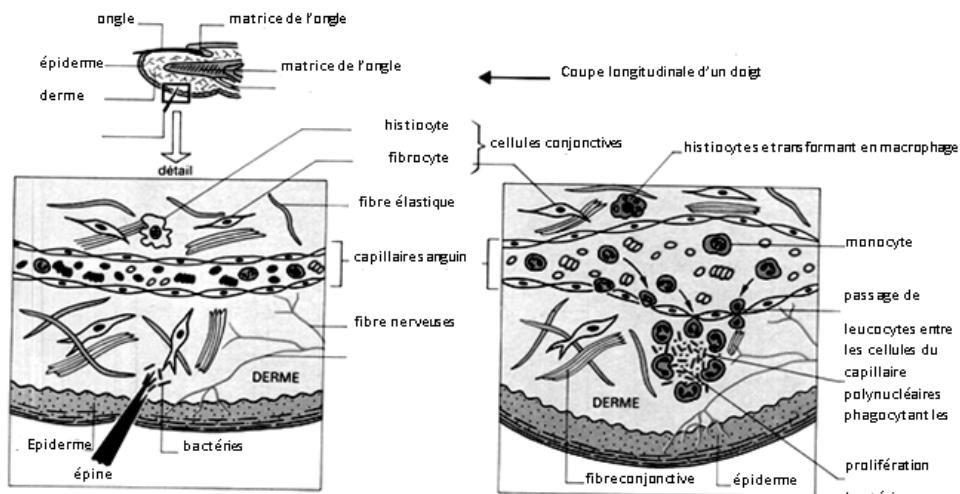
- L'organisme se défend contre tous les corps étrangers.
- L'organisme se défend contre un corps étranger précis.
- L'organisme se défend contre les corps étrangers selon un mécanisme.

I- L'ORGANISME SE DEFEND – IL CONTRE TOUS LES CORPS ETRANGERS ?

1- Observation de document.

Observons un document montrant la réaction de l'organisme suite à une piqûre d'épine.

2- Résultats



DOCUMENT 1: REACTION INFLAMMATOIRE

3- Analyse des résultats.

Au niveau d'une plaie provoquée par la piqûre d'une épine, nous constatons :

- Une dilatation des capillaires sanguins,
- Un mouvement des globules blancs (leucocytes) vers le lieu de l'infection,
- Une agglomération des globules blancs autour des microbes,
- Une enflure de la peau.

4- Interprétation des résultats.

Une **plaie** est une ouverture dans la peau donnant accès aux microbes.

La peau et les muqueuses représentent des barrières naturelles de l'organisme. Ces barrières constituent la **1^{ère} ligne de défense de l'organisme**. Elles sont capables d'arrêter les microbes avant une véritable infection. On distingue plusieurs types de barrières :

- **Les barrières mécaniques** : la peau et les muqueuses nasales et bronchiques.
- **Les barrières chimiques** : la sueur ($\text{pH}=3,5$), les larmes, le mucus nasal et la salive contenant les lysozymes, l'acide gastrique (pH compris entre 1 et 2), les sécrétions alcalines du duodénum ($\text{pH}=8$), le sperme, les sécrétions vaginales.
- **La barrière biologique** : bactéries non pathogènes qui vivent dans le tube digestif en y maintenant des conditions défavorables pour de nombreux microbes.

L'ouverture de la peau à la suite de la piqûre par une épine favorise l'entrée des bactéries dans l'organisme. Une **réaction locale** au point de la piqûre se produit. Cette réaction se manifeste par une **chaleur**, une **rougeur**, une **douleur**, une **enflure** et une **perte des fonctions des tissus**. Cette réaction locale est appelée **réaction inflammatoire**. A ce niveau c'est d'abord les **polynucléaires** (ou microphages ou encore granulocytes) qui interviennent. Ensuite c'est le tour de grosses cellules très mobiles, les **macrophages** qui proviennent de la différenciation des **monocytes**. Ces macrophages continuent et intensifient la lutte.

Les polynucléaires et les macrophages sont en effet capables de reconnaître, d'englober puis de digérer les microbes (bactéries).

Cette propriété particulière est connue sous le nom de la **phagocytose** d'où le nom de **phagocytes** attribué aux macrophages et aux polynucléaires.

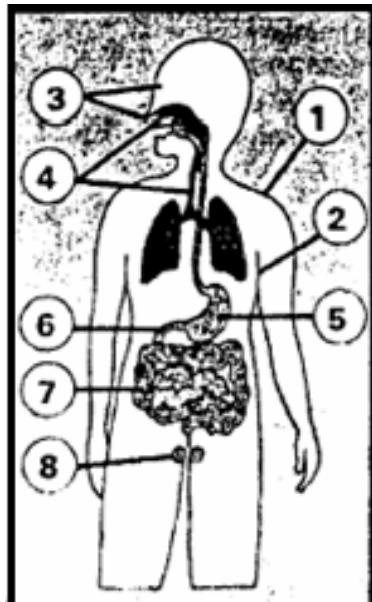
Lors de la phagocytose 3 cas peuvent se présenter :

- Soit les bactéries sont phagocytées, dans ce cas l'infection régresse.
- Soit les bactéries restent intact mais peuvent se multiplier plus tard, dans ce cas l'infection reste dans un état **stationnaire**.
- Soit les bactéries sortent vainqueur de la lutte, dans ce cas l'infection se poursuit, les microbes prolifèrent, se déplacent dans les tissus infectés et gagnent les **vaisseaux lymphatiques**. Ce système circulatoire parallèle au système sanguin va les conduire aux **ganglions lymphatiques** auxquels ils vont se heurter. Les ganglions lymphatiques encore appelés **organes lymphoïdes** constituent la **2^{nde} barrière de notre organisme** contre les microbes après qu'ils aient franchi le niveau de la plaie. Lorsqu'une infection arrive jusqu'aux ganglions lymphatiques, ils entrent en action, gonflent et deviennent souvent douloureux : c'est l'**adénite**. Les vaisseaux lymphatiques gonflent à leur tour : c'est la **lymphangite**. Cette réaction est

appelée **réaction ganglionnaire**. Elle est due au fait que les nombreux globules blancs qu'ils contiennent se mettent à se multiplier et à proliférer pour détruire les microbes. Si les bactéries parviennent à franchir cette seconde barrière que constituent les ganglions lymphatiques, alors elles passent dans la circulation sanguine. Le foie oppose une dernière résistance grâce à ses différents phagocytes mobilisés. Si le foie est vaincu, les microbes envahissent tout l'organisme : c'est la **réaction généralisée ou septicémie**. Lorsque les microbes sécrètent des substances toxiques ou toxines qui diffusent dans l'organisme sur les voies vitales, on parle de **toxémie**.

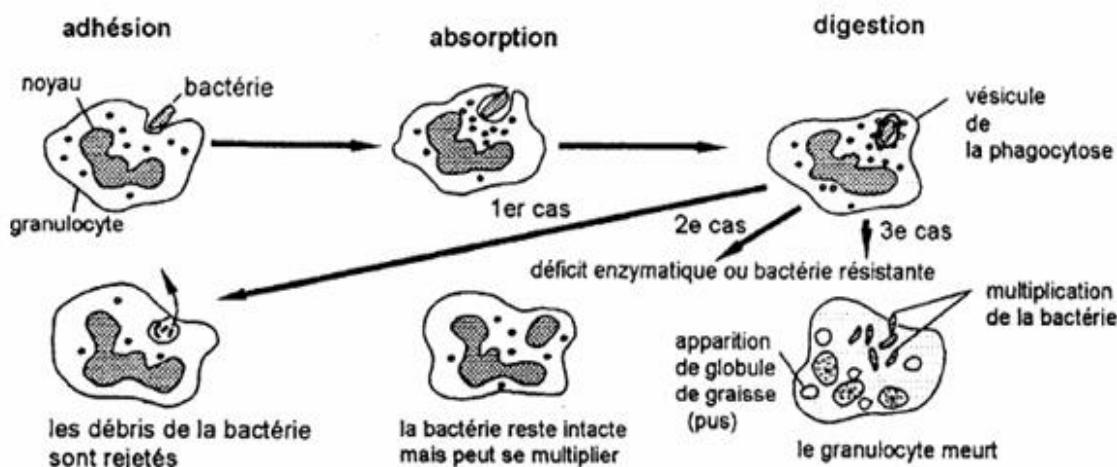
L'intrusion d'un corps étranger dans l'organisme entraîne une **réaction de défense innée, immédiate et non propre à un antigène** déterminé : c'est la **défense non spécifique de l'organisme**. Une toxine microbienne est une substance produite par un microbe et qui a un pouvoir pathogène (capacité de nuisance) sur un organisme.

- Peau**, constamment renouvelée, est imperméable à la plupart des microbes, grâce à sa couche cornée.
- Les glandes sudoripares** déversent la sueur dont l'acide (pH 3,5) s'oppose au développement des champignons microscopiques et de certaines bactéries.
- Les larmes**, le mucus nasal, la salive, contiennent une enzyme (le lysozyme) qui provoque la mort de certaines bactéries en dégradant leur paroi externe.
- Le mucus** (secrétions nasales et bronchiques) enveloppe les bactéries qui peuvent être refoulées à l'extérieur grâce à des cils vibratiles.

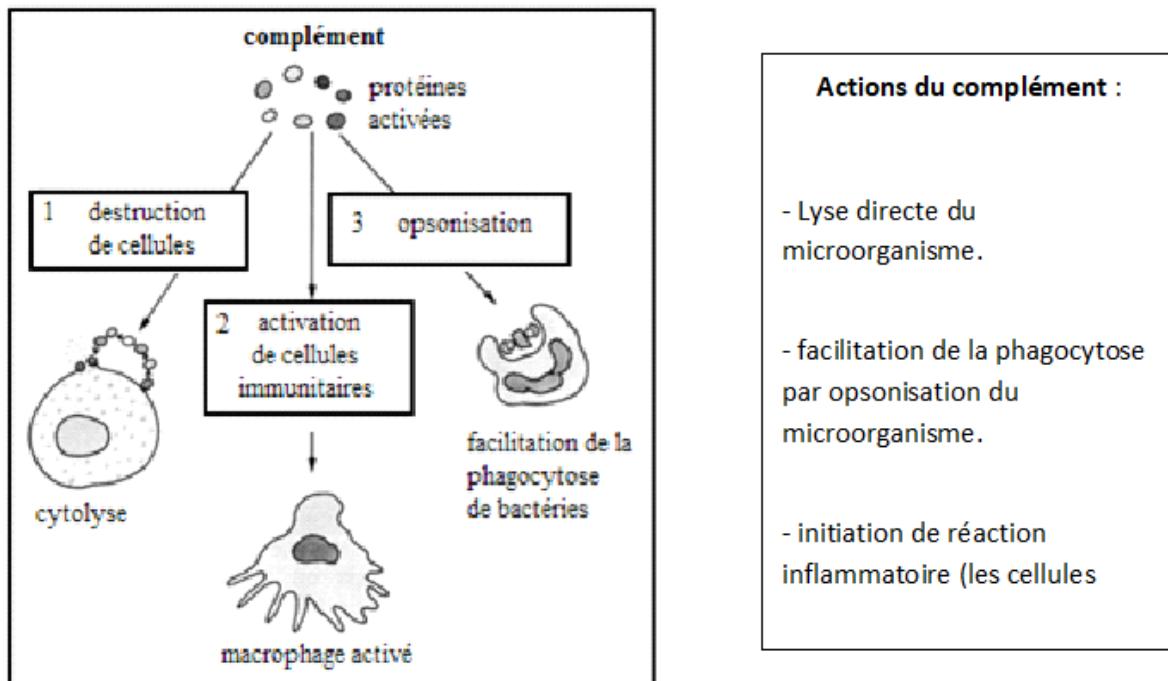


- L'acide gastrique** maintient dans l'estomac un milieu de pH 1 à 2 qui détruit de nombreux microbes.
- Dans le duodénum**, des sécrétions alcalines (bile...) amènent un changement brutal du milieu (pH 8).
- Des bactéries non pathogènes**, très nombreuses, vivent dans le tube digestif en y maintenant des conditions défavorables pour de nombreux microbes.
- Chez l'homme, **la spermine** du sperme et chez la femme des **secrétions vaginales**, ont des propriétés antibiotiques.

Document 2



Document 3



DOCUMENT 4: ACTIONS DU COMPLEMENT

5- Conclusion

L'organisme se défend contre tous les corps étrangers : il s'agit d'une défense non spécifique.

Activité d'application

Le texte ci-dessous est relatif à la défense non spécifique :

La défense non spécifique comporte trois phases : la réaction inflammatoire, la ...1.... et la réparation tissulaire.

La ...2..... débute l'augmentation de débit sanguin, engendré par les kinines et l'histamine libérées par les mastocytes et dont les effets sur les terminaisons nerveuses des neurones sont à l'origine de la douleur associée à l'inflammation. L'augmentation de débit sanguin apporte des neutrophiles et des protéines dans la zone enflammée. La réaction inflammatoire est assurée par les3..... , attirés par chimiotactisme qui se collent à la surface de l'endothélium vasculaire puis pénètrent dans le tissu infecté par diapédèse suivis des monocytes qui se transforment en4.... . Au cours de la5..... qui se déroule en trois étapes, le phagocyte fixe l'antigène : c'est6..... . Sa membrane plasmique enveloppe l'antigène et forme une vésicule de phagocytose : c'est7.....

Grâce aux8..... des lysosomes, déversées dans la vésicule par l'appareil de Golgi, le phagocyte inactive ou9..... : c'est la10.....

Une fois l'antigène neutralisé ou détruit, le tissu endommagé se régénère grâce au collagène sécrété par les fibroblastes : c'est la.....11.....

Complétez le texte avec les mots et groupes de mots suivants : phagocytose, monocytes, réaction inflammatoire, macrophages, l'adhésion, enzymes lytiques, détruit l'antigène, l'absorption, digestion, réparation tissulaire, phagocytose.

Corrigé

Complétons le texte :

1. phagocytose
2. Réaction inflammatoire
3. monocytes
4. macrophages
5. phagocytose
6. l'adhésion
7. l'absorption
8. Enzymes lytiques
9. Détruit l'antigène
10. Digestion
11. Réparation tissulaire

II- L'ORGANISME SE DEFEND- IL CONTRE UN SEUL CORPS ETRANGER ?

1- Exploitation de résultats d'expériences

1-1 Présentation des expériences

Les expériences consistent à faire des injections à des souris dans différentes conditions.

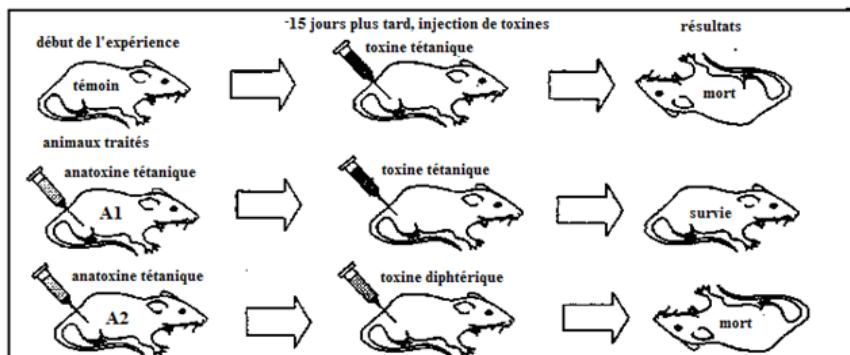
Expérience 1 : On injecte à une souris témoin de la toxine tétanique seulement. A une souris A1 on injecte de l'anatoxine tétanique suivi 15 jours plus tard de l'injection de la toxine tétanique. On injecte enfin à une souris A2, de l'anatoxine tétanique suivi 15 jours plus tard de l'injection de la toxinediphérique.

Expérience 2 : A une souris B1 ayant reçu du sérum d'une souris S1 traitée préalablement à l'anatoxine tétanique, on injecte de la toxine tétanique. A une souris B2 ayant reçu le sérum de la souris témoin, on injecte de la toxinetétanique.

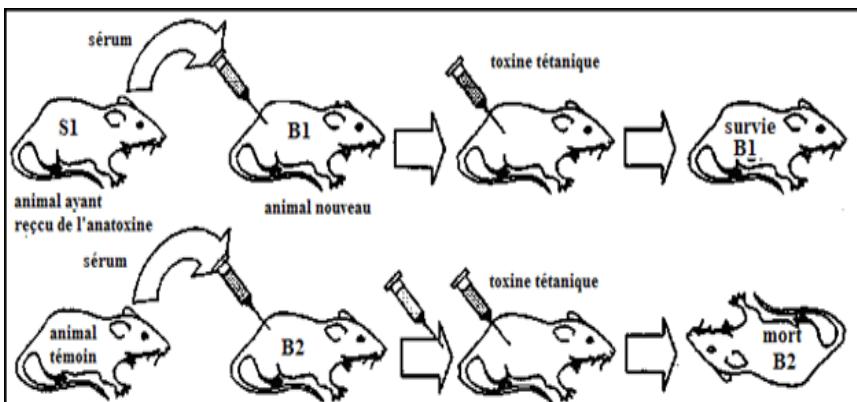
Expérience 3 : On injecte du bacille de Koch (BK) à un cobaye B1 ayant reçu du sérum d'un cobaye A immunisé. Et à un cobaye B2 ayant reçu des lymphocytes vivants du cobaye A immunisé, on injecte du bacille de Koch (BK).

1-2 Résultats

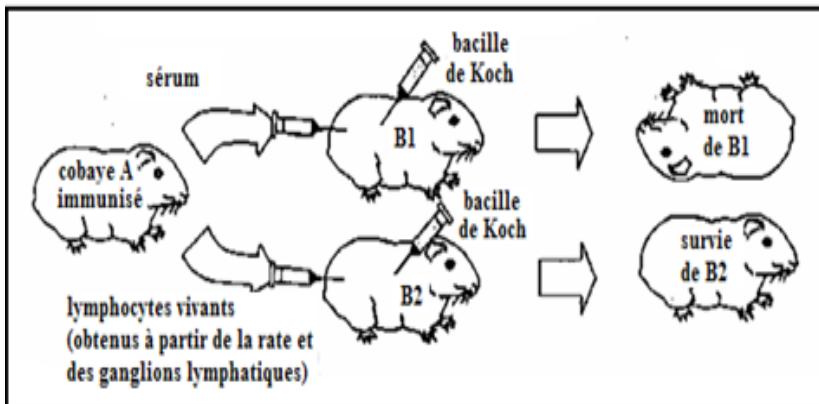
(Voir documents 6,7 et 8)



Document 6



Document 7



Document 8

Expérience 1

- les souris témoin et A2 meurent
- la souris A1 survit

Expérience 2

- les souris B1 survit
- la souris B2 meurt

Expérience 3

- le cobaye B1 meurt
- le cobaye B2 survit

1-3 Analyse des résultats

Expérience 1 : La souris **non traitée** et la souris **traitée à l'anatoxine tétanique** meurt après avoir reçu 15 jours plus tard la toxine tétanique ou la toxine diphtérique mais la souris traitée à l'anatoxine tétanique survit à la toxinetétanique.

Expérience 2 : La souris ayant reçu la toxine tétanique après avoir reçu le sérum de la souris non traitée, meurt alors que celle qui a reçu avant le sérum de la souris traitée à l'anatoxine survit à la toxine tétanique.

Expérience 3 : Le cobaye ayant reçu le sérum du cobaye immunisé contre le bacille de Koch meurt après avoir reçu le bacille de Koch, alors que celui qui a reçu les lymphocytes vivants du cobaye immunisé contre le bacille de Koch survit au contact du bacille de Koch.

1-4 Interprétation des résultats.

On appelle **anatoxine**, une toxine microbienne atténuée c'est-à-dire qui a perdu son pouvoir pathogène tout en conservant son pouvoir antigénique.

- **Dans l'expérience 1, l'anatoxine tétanique** protège l'animal A1 contre la **toxine tétanique** par contre elle ne protège pas l'animal A2 contre la **toxine diphtérique** : il s'agit de la **défense spécifique (ou acquise) ou de l'immunité spécifique (ou acquise)**.
- Dans l'expérience 2, le **sérum** de l'animal S1 traité à l'**anatoxine tétanique** protège l'animal B1 contre la **toxine tétanique** mais le **sérum d'un animal témoin** (non traitée) ne protège pas l'animal B2 contre la **toxine tétanique** d'où la mort de l'animal.

On peut protéger immédiatement et momentanément un animal contre la **toxine tétanique** en lui injectant le sérum d'un animal de la même espèce préalablement immunisé. Cette protection est due à une substance circulant dans le milieu intérieur et qui s'est formée après l'injection d'anatoxine. Il s'agit de la **réponse**

immunitaire humorale ou de réponse immunitaire à médiation humorale. Les molécules de cette immunité sont les **anticorps**.

Les anticorps sont des protéines du groupe des immunoglobulines (Ig). On distingue 5 classes d'Immunoglobuline : IgA, IgE, IgD, IgG et IgM.

Les anticorps jouent un rôle dans la phagocytose des bactéries, dans la lyse des bactéries par les cellules tueuses (cellule K) et dans la lyse des bactéries par activation du **complément**.

C'est les IgG qui provoquent l'activation du **complément**. Le complément est un ensemble de protéines du sérum, présentes hors de toute immunisation et inactives. Le **complexe antigène- anticorps** active les fractions du complément (fixation), et entraîne ainsi la lyse des bactéries et autres antigènes particulaires.

Ainsi les anticorps sont les véritables effecteurs de l'immunité humorale.

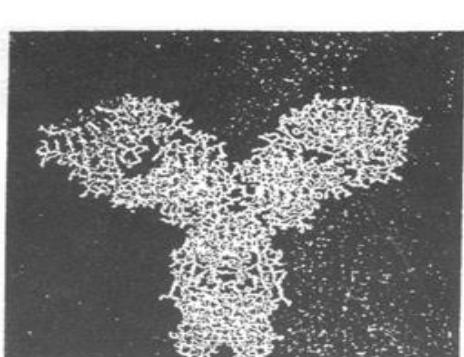
- Dans l'expérience 3, les **lymphocytes vivants** de l'animal A immunisé protègent l'animal B2 contre le **bacille de Koch** par contre le **sérum** de l'animal A immunisé ne protège pas l'animal B1 d'où la mort de l'animal.

L'élément protecteur n'est pas un constituant du sérum. L'injection de lymphocytes vivants de l'animal immunisé à l'animal B2 transfert à ce dernier la protection contre le bacille de Koch. Les lymphocytes transférés sont donc **le support de la protection**. Il s'agit de la réponse immunitaire à médiation cellulaire.

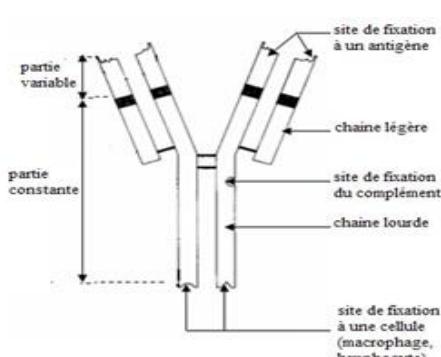
Les cellules de l'immunité (Lymphocytes) prennent naissance dans la moelle osseuse et acquièrent leur maturité dans des lieux différents (**voir Document 13**) :

- **moelle osseuse** pour les lymphocytesB
- **thymus** pour les lymphocytesT

Les organes lymphoïdes (ganglions lymphatiques, rates) sont les lieux de leur stockage et de leur multiplication.



A : ELECTRONOGRAPHIE

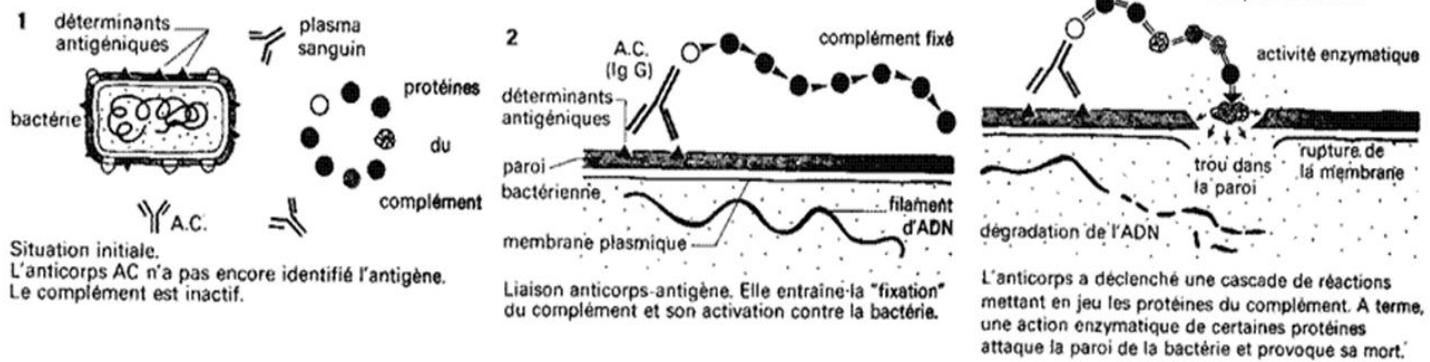
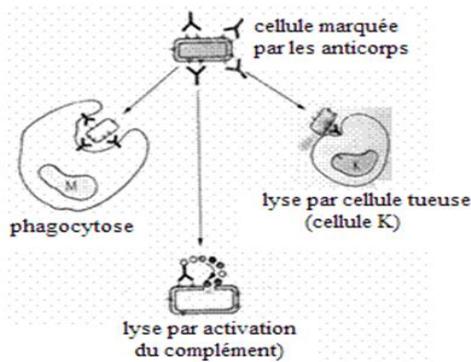


B: SCHÉMA D'INTERPRETATION

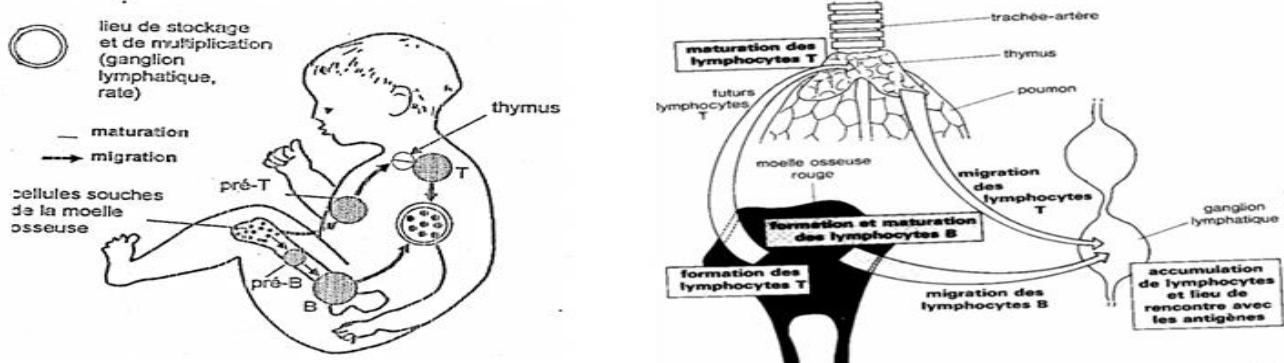
DOCUMENT 9 : STRUCTURE DE L'ANTICORPS

	IgM	IgG	IgA	IgE	IgD
% par rapport à l'ensemble des Ig	10	70 à 75	15 à 20	traces	moins de 1
concentration moyenne dans le sérum (g/l)	1	12	2	0,0003	0,03
demi-vie (jours)	5	25	6	2	3
principales propriétés	apparition précoce ne traversent pas le placenta	réponse secondaire traversent le placenta	principalement dans les sécrétions immunité locale	se fixent sur la membrane des mastocytes et polymorphes basophiles rôle dans l'allergie	abondantes à la surface des lymphocytes B circulant
	fixation et activation du complément activation des macrophages				

DOCUMENT 10 : TABLEAU DES DIFFERENTES CLASSES DES IMMUNOGLOBULINES ET LEURS CARACTÉRISTIQUES



Document 12 : ACTIVATION DU COMPLEMENT



DOCUMENT 13 : NAISSANCE ET MATURATION DES LYMPHOCYTES

1.5 Conclusion

L'organisme se défend de façon spécifique contre certaines infections.

2-Présentation d'expériences de greffes

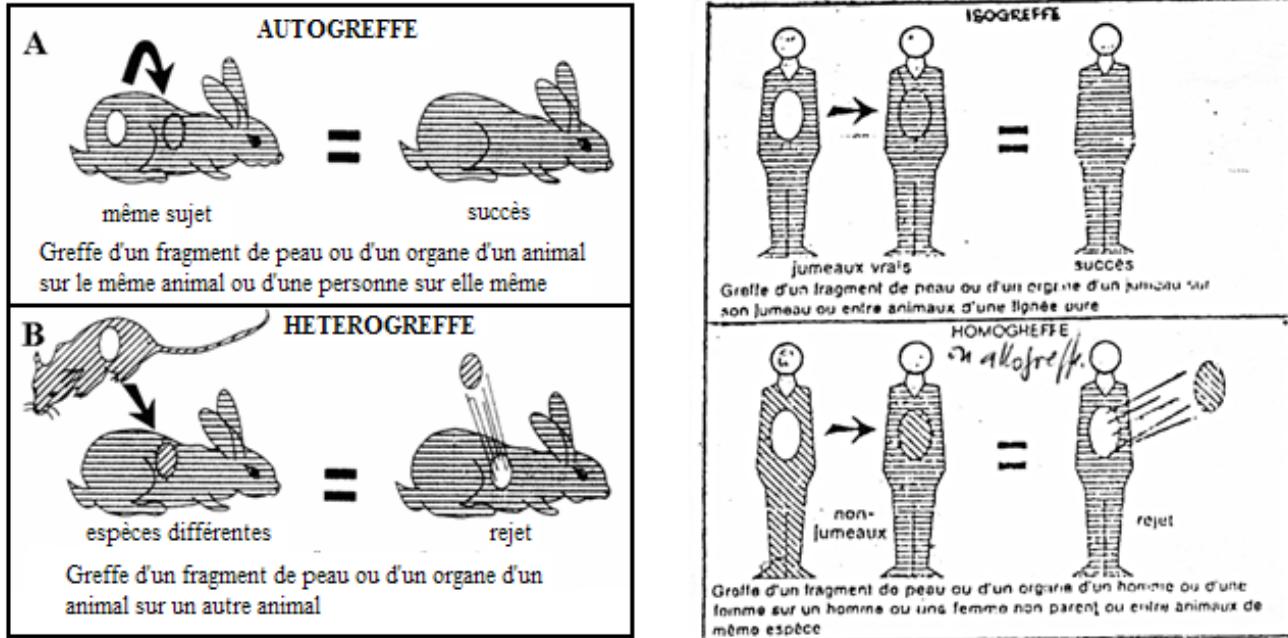
2.1- Expériences.

Elle consiste à faire des greffes.

Expérience 1 : On prélève chez un animal un fragment de peau ou d'organe qu'on greffe sur le même animal ou un animal d'espèce différente.

Expérience 2 : On prélève chez un sujet (homme ou femme) un fragment de peau ou d'organe qu'on greffe soit à son jumeau, soit à un autre sujet non parent.

2.2 Résultats (document 14)



DOCUMENT 14 : DIFFERENTS TYPES DE GREFFES

2.3 Analyse des résultats.

Lorsqu'on pratique une **autogreffe** (A) ou une **isogreffe** (C), il n'y a pas de rejet (intégration du greffon). Alors que si on pratique une **héterogreffe** (B) ou une **homogreffe(allogreffe)** (D), il y a rejet de greffon.

2.4 Interprétation des résultats.

Une **greffe** est un transfert de tissu ou d'un fragment d'organe dans un même organisme (**autogreffe**) ou entre deux organismes d'espèce différente (**héterogreffe**) ou entre deux vrai jumeaux (**isogreffe**) ou encore entre deux organismes de la même espèce (**homogreffe ou allogreffe**).

La greffe peut concerter un organe entier : c'est une **transplantation**.

L'intégration du greffon est due à sa reconnaissance par des protéines à la surface des membranes des cellules, propres à l'organisme. Ces protéines propres à l'organisme constituent le système de reconnaissance appelé **Complexe Majeur d'Histocompatibilité (CMH)** ou **Human Leucocyte Antigen (HLA)**.

Ces protéines sont des molécules qui interviennent comme des récepteurs capables de reconnaître ce qui appartient à l'organisme ou le « **soi** ».

On peut définir « **le soi** » comme un ensemble de molécules propres à l'individu qui résulte de l'expression de son génome, en particulier les marqueurs de son identité biologique : le groupe sanguin du système ABO et le CMH.

Lorsque l'organisme du receveur et le donneur portent le même CMH, il y a **intégration du greffon**.

Le **rejet du greffon** s'explique par la non reconnaissance de ce dernier par le **CMH**. Le greffon n'est donc pas toléré par l'organisme et il déclenche une **réaction immunitaire**.

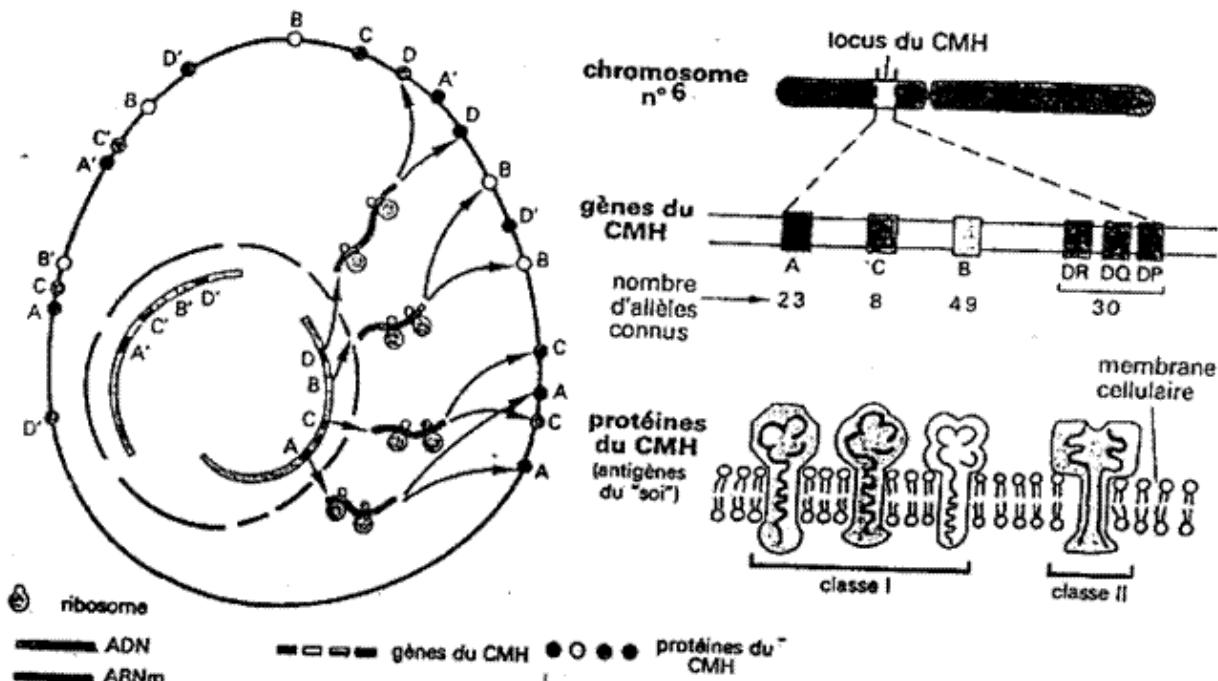
Toute substance dont l'introduction dans l'organisme déclenche une réaction immunitaire est **un antigène**.

La reconnaissance entre le CMH et les récepteurs membranaires du système immunitaire se déroule en plusieurs étapes. D'abord les macrophages identifient un antigène qui a pénétré dans l'organisme comme un élément étranger. Ensuite les macrophages phagocytent et dégradent l'antigène pour en extraire les motifs moléculaires caractérisant cet élément étranger : ce sont les **déterminants antigéniques ou épitopes**. Ces épitopes apparaissent à la surface de la membrane des macrophages.

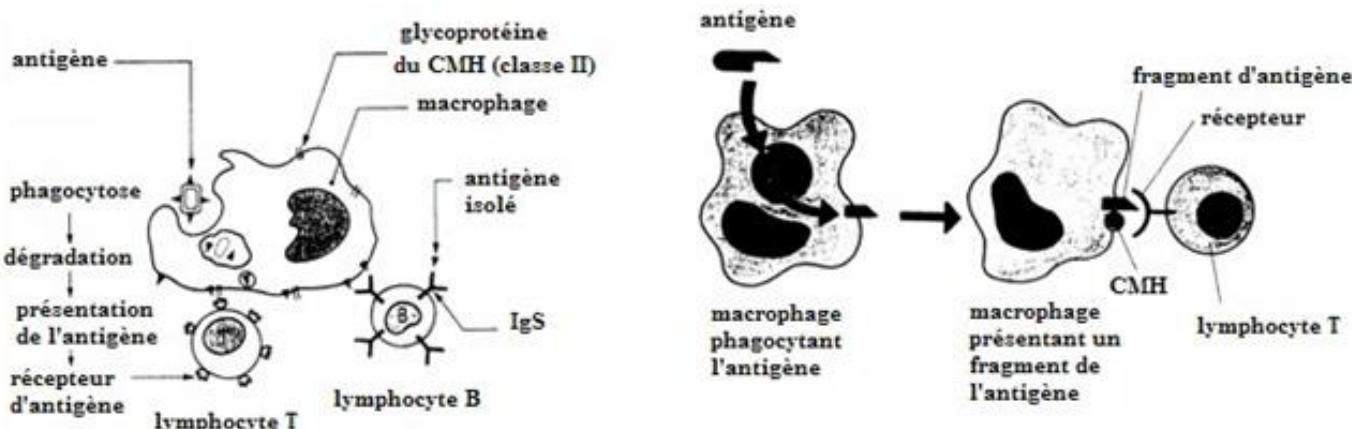
Enfin, les macrophages sécrètent une substance chimique (interleukine) qui attire des lymphocytes (B et T) auxquels ils présentent ces déterminants antigéniques. Seuls les lymphocytes qui portent sur leur membrane un récepteur spécifique au motif antigénique que présentent les macrophages seront stimulés. Également un récepteur du CMH situé sur les lymphocytes permet de reconnaître le macrophage. Les lymphocytes B sont aussi capables de détecter directement tout antigène libre grâce à leur récepteur spécifique et de le présenter aux lymphocytes T. Les macrophages et les lymphocytes B jouent le rôle de cellules présentatrices de l'antigène.

Après présentation de l'antigène aux lymphocytes, ceux-ci vont défendre l'organisme contre cet antigène. D'où le rejet du greffon.

Tout ce qui n'est pas toléré par l'organisme et qui déclenche une **réaction immunitaire** correspond au « non soi ». Pour maintenir son intégrité, l'organisme doit savoir reconnaître ce qui lui appartient (**le soi**) et ce qui ne lui appartient pas (**le nonsoi**).



DOCUMENT 15: COMPLEXE MAJEUR D'HISTOCOMPATIBILITÉ



DOCUMENT 16: RECONNAISSANCE DE L'EPITOPE

2.5 Conclusion.

L'organisme se défend contre tout corps étranger. Collage de Document

3. Conclusion

L'organisme se défend contre des corps étrangers ciblés : il s'agit d'une défense spécifique.

Activité d'application

Le texte ci-dessous est relatif à la reconnaissance du soi et du non soi dans la défense de l'organisme.
Le soi est1.....des organes, des tissus, des cellules et des molécules d'un individu. Les organes, les tissus, les cellules et les molécules étrangers à un organisme donné, constituent le.....2.....
Les cellules d'un organisme donné, ont sur leur membrane plasmique, des.....3..... qui sont les molécules de4..... de l'individu : Ce sont5.....

Il y a :

- les antigènes du CMH (complexe majeur d'histocompatibilité), le système HLA (human leucocyte antigens) présents sur toutes les cellules sanguines à part les hématies.
- les antigènes portés par les hématies sont appelés6..... Chaque antigène possède une partie qui induit des réactions immunitaires : c'est7..... Lorsqu'une cellule ou une molécule possède des déterminants antigéniques différents de ceux d'un organisme, elle est reconnue comme un8..... et9.....par des cellules et des molécules spécialisées.

Complétez le en utilisant les chiffres avec les mots ou groupe de mots correspondants : **le déterminant antigénique ; l'ensemble ; l'identité biologique ; marqueurs ; non soi ; agglutinogènes ; antigène étranger ; combattue ; les antigènes.**

Corrigé

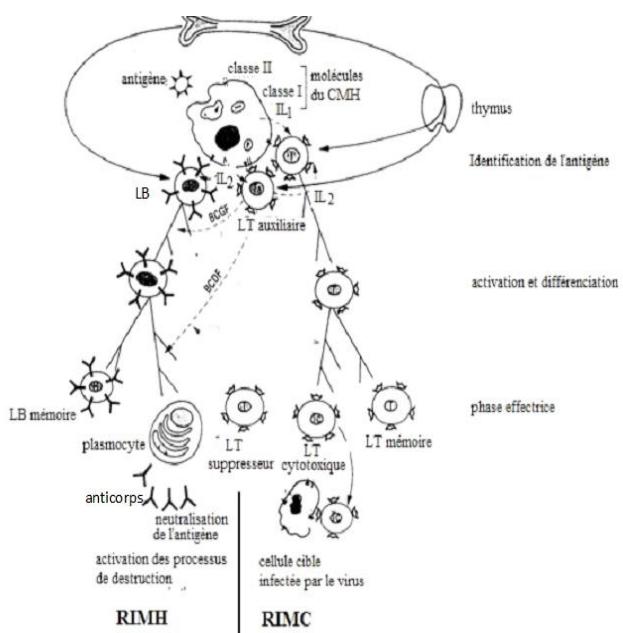
1—l'ensemble 2—non soi 3-- marqueurs 4—l'identité biologique 5—les antigènes 6--agglutinogènes
7—le déterminant antigénique 8---antigène étranger 9-- combattue

III- L'ORGANISME SE DEFEND - T-IL SELON UN MECANISME ?

1- Observation de documents

L'observation porte sur le mécanisme des réponses immunitaires.

2- Résultats. (Voir documents17)



3- Analyse des résultats.

Les réactions immunitaires se déroulent en 3 étapes qui sont : l'identification de l'antigène, l'activation et la différenciation des lymphocytes et la phase effectrice.

4- Interprétation des résultats.

— 1^{ère} étape : Phase de reconnaissance ou d'identification de l'antigène ou phase d'induction.

Le macrophage identifie l'antigène comme « non soi » et le phagocyte ou l'incorpore pour le dégrader afin d'en extraire le motif ou déterminant antigénique (fragment d'antigène). Le macrophage présente ensuite ce déterminant antigénique aux lymphocytes. Ces lymphocytes deviennent alors actifs : c'est l'**activation**. Les lymphocytes T reconnaissent le déterminant antigénique grâce au récepteur de l'antigène et au récepteur de CMH situé sur la membrane.

Chez les lymphocytes B, en plus du récepteur de CMH il y aurait un facteur H (Helper) sécrété par les LTh (lymphocyte T Helper)

— 2^{ème} étape : Phase d'activation et de différenciation (ou phase de différenciation et de multiplication ou encore phase d'amplification).

Après avoir reconnu l'antigène, les lymphocytes deviennent actifs et se divisent par mitose. La multiplication de ces lymphocytes sensibilisés se fait dans les organes lymphoïdes périphériques (rate et les ganglions lymphatiques). Il y a 2 sortes de lymphocytes provenant des mêmes cellules souches situées dans la moelle osseuse :

- Les **lymphocytes B** : Leur maturation se fait dans la moelle osseuse. Ils se différencient en :
 - **plasmocytes** qui produisent les anticorps à rejeter dans le sang.
La transformation du lymphocyte Ben plasmocyte s'accompagne de 2 phénomènes majeurs. A savoir, l'augmentation de la quantité d'ADN et d'ARN et l'apparition en grand nombre des organites cellulaires (ribosomes, réticulum endoplasmique granuleux, appareil de Golgi et les lysosomes) intervenant dans la synthèse et le transport des protéines
 - **lymphocytes B mémoires** qui gardent en mémoire l'antigène qui a provoqué son activation et sont à l'origine de la réponse immunitaire secondaire qui sera plus rapide et constituée d'anticorps.
- Les **lymphocytes T** : Leur maturation a lieu dans le thymus, se différencient en :
 - **Lymphocytes T mémoire** qui gardent le souvenir de la 1^{ère} stimulation par les antigènes ;
 - **Lymphocytes T régulateurs** qui sont soit des **facilitateurs de réponse immunitaire** (Th=helpers ou facilitateurs ou auxiliaires), soit des **suppresseurs de réponse immunitaire** en freinant la réponse immunitaire (Ts=suppresseurs) ;
 - **Lymphocytes cytotoxiques** (Tc=cytotoxiques) capables de tuer les cellules porteuses de l'antigène contre lequel ils ont été activés par contact direct ;
 - **Lymphocytes à lymphokine** qui créent l'inflammation par mobilisation des cellules phagocytaires. Les lymphokines véhiculent les messages destinés aux autres cellules effectrices.
 - **Lymphocytes T4** qui induisent la réponse immunitaire.

— 3^{ème} étape : Phase de réponse immunitaire ou phase effectrice.

Dans cette étape, on distingue 2 types de réponse :

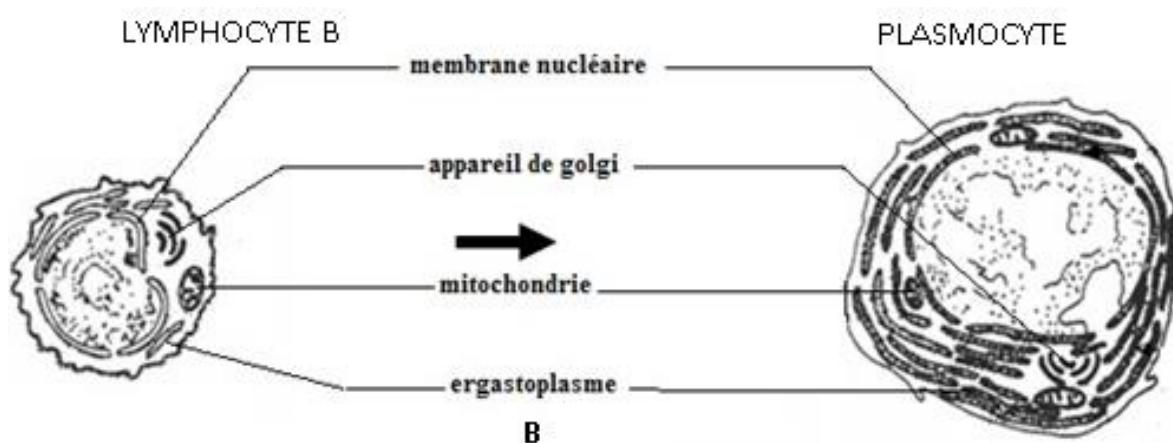
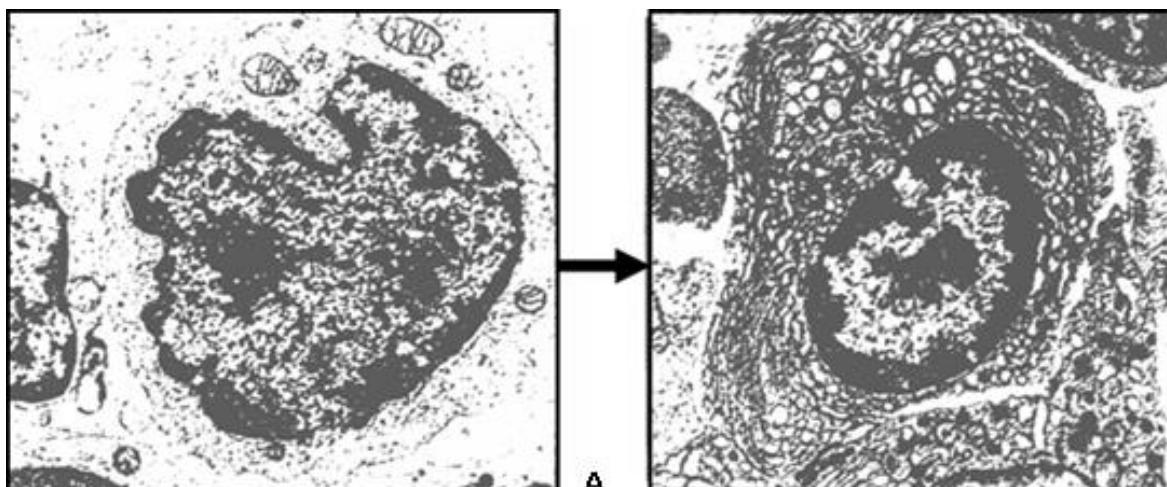
- La **réponse immunitaire à médiation cellulaire** : Elle a pour supports les **lymphocytes T8 cytotoxiques** ou « tueuses » (Tc) et les **lymphocytes T8 mémoire**. Ils sont stimulés par les **interleukines** sécrétées par les **lymphocytes T4**. Les **lymphocytes T cytotoxiques** agissent par contact direct avec les cellules porteuses de l'antigène spécifique. Ils se fixent sur ces cellules par l'intermédiaire de récepteurs antigéniques de leur membrane plasmique et libèrent une enzyme, la **perforine**, qui s'incorpore à la membrane des cellules à tuer (voir document 19). Des pores sont ainsi constitués et permettent à l'eau d'entrer dans les cellules. Ces cellules gonflent et finissent par éclater : c'est la **cytolyse**. Cette réponse est adaptée aux cellules hébergeant les virus ou autres parasites intracellulaires.

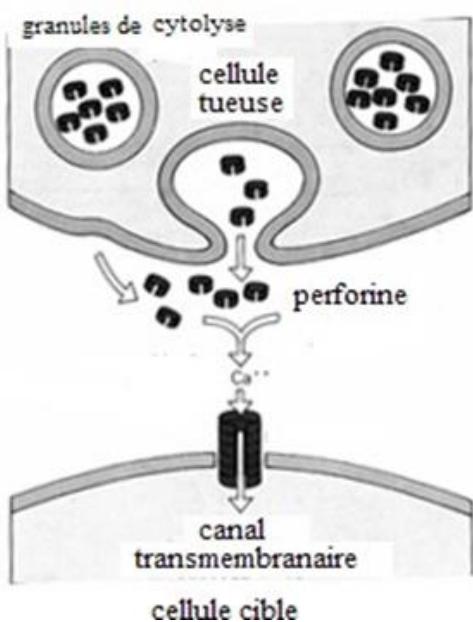
- La réponse immunitaire à médiation humorale : Elle a pour point de départ les lymphocytes B différenciés en plasmocytes et pour point effecteur les anticorps circulants. Les anticorps sécrétés par les plasmocytes sont des protéines du groupe des **immunoglobulines (Ig)**. Les anticorps se fixent sur l'antigène et il se forme un **complexe immun**. Ce complexe provoque la neutralisation de l'antigène. Cette réponse (RIMH) est mieux adaptée contre les bactéries extracellulaires et les molécules libres étrangères (toxines).

Quel que soit le type de réponse immunitaire, il existe une collaboration entre les macrophages, les lymphocytes T et les lymphocytes B. On parle de **coopération cellulaire**.

Organes Lymphoïdes	Rôles
Organes lymphoïdes primaires ou centraux	Moelle osseuse Elle produit les cellules sanguines et celles des autres organes de la défense.
	Thymus Il attire certains lymphocytes produits par la moelle et assure leur différenciation en lymphocytes T
	Bourse de Fabricius Elle favorise chez les oiseaux la différenciation d'une partie des lymphocytes provenant de la moelle en lymphocytes B. Chez les mammifères, ce rôle serait tenu par la moelle même
Organes lymphoïdes secondaires ou périphériques	Rate et ganglion lymphatique Ce sont des organes effecteurs du système immunitaire c'est-à-dire qu'ils constituent le lieu d'activation et de la prolifération des lymphocytes et aussi de production d'anticorps par les plasmocytes

DOCUMENT 5: ORGANES LYMPHOÏDES





DOCUMENT 19: PHASE EFFECTRICE DE LA REPONSE IMMUNITAIRE A MEDIATION CELLULAIRE

5- Conclusion.

L'organisme se défend contre les corps étrangers selon un mécanisme.

Activité d'application

Les affirmations suivantes sont relatives aux mécanismes de la défense spécifique.

1. la présence d'un antigène dans le sang est détectée par les lymphocytes B.
2. les lymphocytes B sécrètent des anticorps
3. les plasmocytes produisent des anticorps
4. les plasmocytes sécrètent des immunoglobulines.
5. La réponse immunitaire à médiation humorale a pour point de départ les lymphocytes B et pour point effecteur les anticorps circulants.
6. Il existe uniquement une collaboration entre les macrophages, les lymphocytes T et les lymphocytes B.
7. La réponse immunitaire à médiation cellulaire a pour support les lymphocytes T8 cytotoxiques et les lymphocytes T8 mémoire.

Relevez le ou les chiffres correspondant à la ou aux réponse (s) juste (s).

Corrigé

Relevons les bonnes réponses

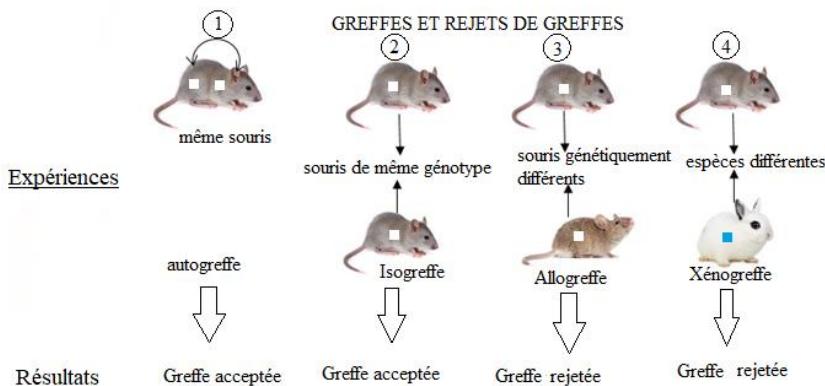
1 3 45 7

CONCLUSION GÉNÉRALE

L'organisme se défend contre les corps étrangers selon un mécanisme spécifique ou non spécifique.

III. SITUATION D'ÉVALUATION

La figure ci-dessous du document représente les opérations de greffe réalisées entre donneurs et receveurs.



1. Analysez les résultats des expériences du document.

2. Interprétez les résultats de ces expériences.

3. Déduisez le type de réactions mis en jeu.

Corrigé

1. Analysons les résultats du document

Lorsqu'on pratique une **autogreffé** (1) ou une **isogreffé** (2), il n'y a pas de rejet (intégration du greffon). Alors que si on pratique une **allogreffé** (3) ou une **xénogreffé** (4), il y a rejet de greffon.

2. Interprétons les résultats du document

Une **greffe** est un transfert de tissu ou d'un fragment d'organe dans un même organisme (**autogreffé**) ou entre deux organismes d'espèce différente (**héterogreffé**) ou entre deux vrais jumeaux (**isogreffé**) ou encore entre deux organismes de la même espèce (**homogreffé ou allogreffé**).

La greffe peut concerner un organe entier : c'est une **transplantation**.

- **L'acceptation du greffon** est due à sa reconnaissance par le **Complexe Majeur d'Histocompatibilité (CMH)** ou **Human Leucocyte Antigen (HLA)** qui sont des protéines ou des molécules intervenant comme des récepteurs capables de reconnaître ce qui appartient à l'organisme ou le « **soi** ».

On peut définir « **le soi** » comme un ensemble de molécules propres à l'individu qui résulte de l'expression de son génome, en particulier les marqueurs de son identité biologique : le groupe sanguin du système ABO et le CMH.

Lorsque l'organisme du receveur et le donneur portent le même CMH, il y a **intégration du greffon**.

- Le **rejet du greffon** s'explique par l'absence de reconnaissance de ce dernier par le **CMH**. Le greffon n'est donc pas toléré par l'organisme.

Tout ce qui n'est pas toléré par l'organisme et qui déclenche une **réaction immunitaire** correspond au « **non soi** ». Pour maintenir son intégrité, l'organisme doit savoir reconnaître ce qui lui appartient (**le soi**) et ce qui ne lui appartient pas (**le non soi**).

3. Déduisons le type de réaction mis en jeu

Le type de réaction mis en jeu est une réaction immunitaire à médiation cellulaire (RIMC).

(Le rejet ou l'acceptation de greffon est une réaction immunitaire à médiation cellulaire).

CONSOLIDATION ET APPROFONDISSEMENT DES ACQUIS

EXERCICE 1

Les affirmations suivantes sont relatives aux mécanismes de défense de l'organisme contre les éléments étrangers.

- a) Les lymphocytes T peuvent produire des anticorps...
- b) Une cellule A ayant un CMH différent d'une cellule B est reconnue comme « un soi » par les lymphocytes T
- c) Les macrophages, les lymphocytes T et les lymphocytes B coopèrent lors d'une réponse immunitaire
- d) Les substances contenues dans le sérum et qui interviennent dans la défense immunitaire sont des anticorps

Répondez par vrai ou faux à chaque affirmation.

Corrigé

a= faux; b= faux ; c=vrai ; d= vrai

EXERCICE 2

Le texte ci-après résume les trois types de réactions de défense immunitaires.

« La réponse immunitaire peut être de plusieurs types :

- la réaction(1)..... dont l'étape essentielle est(2)..... ; c'est-à-dire la digestion des éléments étrangers par(3).....
- la réaction à médiation(4)..... dont l'étape essentielle est la sécrétion d'anticorps par les lymphocytes B ;
- La réaction à médiation(5)..... dont l'étape essentielle est la destruction des cellules étrangères par les(6).....cytotoxiques ou cellules tueuses ».

Complétez le texte ci-dessus par les mots ou groupes de mots suivants en utilisant les chiffres :cellulaire, la phagocytose, humorale, lymphocytes T., Inflammatoire les macrophages.

Corrigé

1=inflammatoire ; 2= phagocytose ; 3= macrophages ; 4= humorale ; 5= cellulaire ; 6= lymphocytes T.

EXERCICE 3

Pour tester les connaissances sur la défense contre un antigène, un professeur de SVT utilise un texte duquel il extrait des mots et des groupes de mots.

« Lorsqu'un lymphocyte B mature rencontre un antigène étranger, il est... (1) ... Il se... (2) ...pour donner plusieurs lymphocytes B. Ces lymphocytes B obtenus subissent... (3) ... pour donner différentes catégories de lymphocytes :

- Les plasmocytes qui sont des (4)

- Les ... (5) ... qui gardent en souvenir les caractéristiques de l'antigène activateur. Les anticorps produits par les plasmocytes, circulent dans le... (6) ... pour ... (7) ... les antigènes qui ont provoqué leur production. Il s'agit d'une action... (8)qualifiée d'immunité spécifique à... (9) ... »

Les mots ou groupes de mots extraits de ce texte sont : A- la différenciation ; B- multiplie ; C- producteurs d'anticorps ; D- activé ; E- lymphocytes B mémoires ; F-médiation humorale ; G- neutraliser ; H- spécifique ; I- sang.

Associez à chaque chiffre du texte les mots ou groupe de mots qui conviennent en utilisant les chiffres et les lettres.

Corrigé

Associons chaque chiffre du texte aux mots ou groupes de mots

1=D; 2=B; 3=A ; 4= C ; 5= E ; 6= I ; 7= G ; 8= H ; 9= F

EXERCICE 4

En vue d'approfondir leurs connaissances sur les mécanismes de défense de l'organisme, un groupe d'élèves de Terminale D effectue des recherches dans la bibliothèque et découvre dans les annales de biologie, un document qui illustre les expériences suivantes :

Expérience 1 : un animal A est immunisé par injection de l'anatoxine diphtérique. Les prélèvements de sérum et de lymphocytes T sont faits 15 jours après l'immunisation et injectés à des cobayes non immunisés B et C. Le même jour on injecte de la toxine diphtérique aux cobayes A, B et C. On constate la survie des animaux A et B et la mort de C.

Expérience 2 : D est un cobaye immunisé par le BCG. Un mois plus tard sont réalisés les mêmes prélèvements et les injections à E et F non immunisées. Le même jour, on injecte à D, E et F le BK, agent de la tuberculose. On constate la survie des animaux D et F et la mort de E.

1. Expliquez les résultats obtenus avec ces expériences.

2. Identifiez le type de réponse mise en jeu au cours de chaque expérience.

Corrigé

1) la survie de A et D est due à l'immunité contre la diphtérie et la tuberculose respectivement. Pour les autres animaux, leur système immunitaire n'ayant pas eu le temps de réponse nécessaire pour la production suffisante d'anticorps contre la diphtérie ou contre la tuberculose, alors c'est la mort. Sauf que B et F ont survécu grâce à une réponse naturelle de leur organisme.

2) Les deux types de réponses immunitaires mises en jeu au cours de ces expériences sont **l'immunité acquise et l'immunité naturelle**.

EXERCICE 5

Le professeur de SVT explique à ses élèves que le milieu extérieur contient de nombreux microorganismes qui peuvent être nuisibles pour notre organisme. L'organisme s'en défend grâce à tout un ensemble de cellules qui constituent son système immunitaire. Le virus du SIDA altère les capacités de réponse du système immunitaire. Il se propose de les aider à comprendre l'importance des réactions immunitaires

- 1. Expliquez comment l'organisme se défend contre une infection microbienne.**
- 2. Expliquez comment l'infection due au VIH altère la défense de l'organisme.**
- 3. Proposez des moyens pour aider l'organisme à se défendre contre les infections.**

Corrigé:

1. Dès la contamination, une réponse immunitaire rapide se met en place. Dans la zone infectée, les globules blancs sortent des vaisseaux et phagocytent les microorganismes. Si l'infection n'est pas stoppée, une réponse immunitaire plus lente se met en place :
 - Les lymphocytes B luttent contre les antigènes. Ils sont à l'origine de la production des anticorps.
 - Les lymphocytes T luttent contre les cellules infectées par un virus. Ils les détruisent par contact direct.
2. Les cellules infectées sont les lymphocytes T. Après avoir permis la multiplication du virus, elles sont détruites par celui-ci et ne peuvent donc plus assurer leur fonction dans le système immunitaire qui devient déficient.
3. Ce sont le respect des règles d'hygiène, l'utilisation d'antiseptiques, la pratique de l'asepsie, la vaccination, la sérothérapie, les antibiotiques....

2- II. DOCUMENTS (Ressources pour approfondir la compréhension de la leçon)

MATERIEL	BIBLIOGRAPHIES
<i>Planches d'expériences</i>	<i>Internet : Wikipédia ; Google scolar</i>
<i>Planches d'images et schémas des acteurs de la défense de l'organisme</i>	

T^{le}D CODE : SVT DURÉE : 5 H	MON ÉCOLE À LA MAISON	 <small>MENET - FP</small> <small>DE L'ÉDUCATION NATIONALE, DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE</small>
---	------------------------------	---

THEME : La défense de l'organisme et son dysfonctionnement

Leçon 15 : L'INFECTION DE L'ORGANISME PAR LE VIH

SITUATION D'APPRENTISSAGE

Dans le cadre des activités du club santé, les élèves demandent à un enseignant des SVT de prononcer une conférence sur le VIH –SIDA. Dans son exposé, il a montré que le VIH-SIDA affaiblit l'organisme. Il constitue un problème de santé publique. Les élèves décident alors de décrire le VIH, d'expliquer le mécanisme de l'infection de l'organisme par le VIH et de dégager les conséquences de cette infection afin d'appliquer les mesures de protection.

CONTENU DE LA LEÇON

COMMENT LE VIRUS DU SIDA AFFAIBLIT-IL L'ORGANISME ?

Au cours d'une conférence, on apprend que le VIH affaiblit l'organisme.

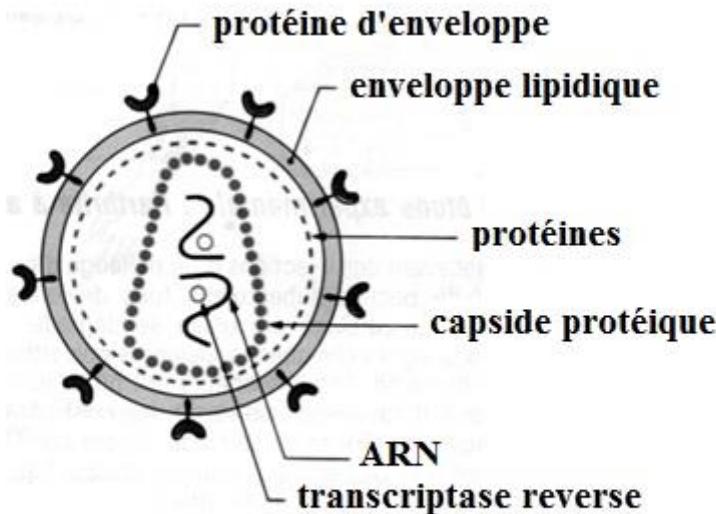
On peut alors supposer que :

- le virus du SIDA a une structure particulière ;
- le virus du SIDA affaiblit l'organisme en détruisant ses cellules ;
- le virus du SIDA expose l'organisme à des maladies.

I. LE VIRUS DU SIDA A-T-IL UNE STRUCTURE PARTICULIÈRE ?

1. Observation

On observe un document montrant le schéma de la structure du VIH.



DOCUMENT 1: SCHÉMA DE LA STRUCTURE DU VIH

2. Résultats

Sur le schéma de la structure du VIH, on observe :

- des protéines d'enveloppe ;
- des protéines internes,
- une enveloppe lipidique,
- une capsidé protéique,
- deux brins d'ARN ;
- deux transcriptases inverses.

3. Analyse des résultats.

Le VIH est constitué d'une capsidé protéique ou cœur qui contient deux molécules d'ARN associées chacune à une transcriptase inverse ou réverse ou encore retrotranscriptase. La capsidé est entourée d'une couche de protéines appelée protéines internes et d'une enveloppe externe lipidique hérissée de protéines d'enveloppe (Gp120 et Gp 41).

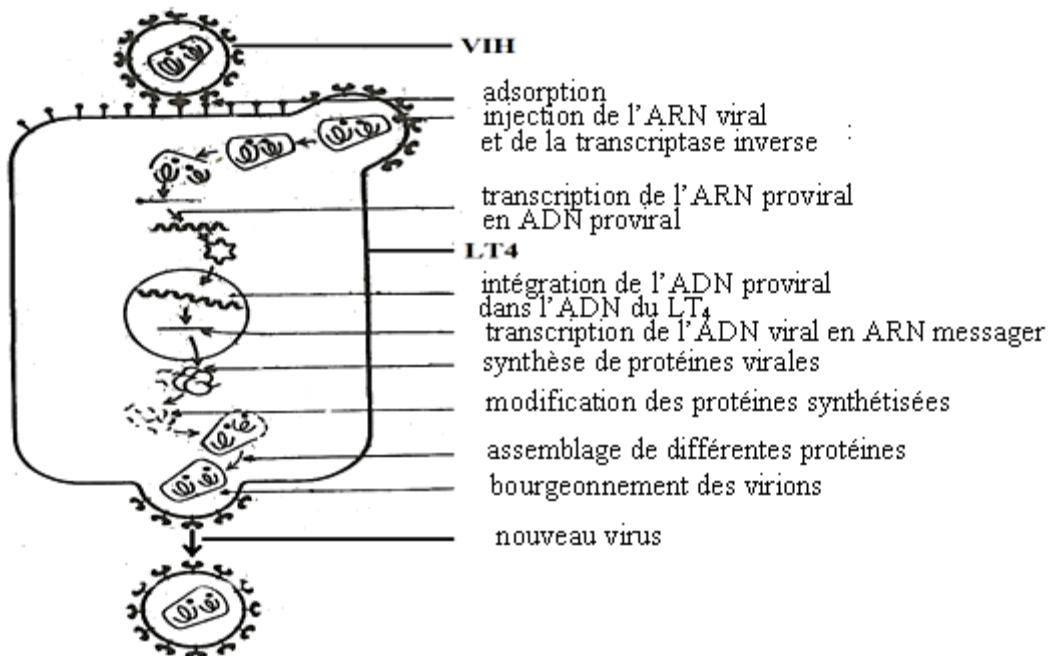
4. Conclusion.

Le virus du SIDA a effectivement une structure particulière par la présence de protéines spécifiques sur sa membrane.

II. LE VIRUS DU SIDA AFFAIBLIT-IL L'ORGANISME EN DÉTRUISANT SES CELLULES ?

1. Présentation de document.

Le document 2 représente le processus d'infection du lymphocyte T4 par le VIH.



DOCUMENT 2: PROCESSUS D'INFECTION DU LT4 PAR LE VIH

2. Résultats.

Le document 2 montre les étapes de l'infection du lymphocyte T4 par le VIH :

- 1 : adsorption
- 2 : injection de l'ARN Viral et de la transcriptase inverse
- 3 : transcription de l'ARN proviral en ADN proviral
- 4 : intégration de l'ADN proviral dans l'ADN du LT₄
- 5 : Transcription de l'ADN viral en ARN messager
- 6 : synthèse de protéines virales
- 7 : modification des protéines synthétisées
- 8 : assemblage de différentes protéines
- 9 : bourgeonnement des virions
- 10 : apparition de nouveaux virus

3. Analyse des résultats.

Le processus d'infection du LT4 par le VIH commence par l'adsorption (fixation) du VIH aux LT4 suivie de l'injection de l'ARN viral et de la transcriptase inverse dans le cytoplasme lymphocytaire. Il se produit ensuite la transcription de l'ARN viral en ADN. L'ADN proviral obtenu est intégré à l'ADN de la cellule hôte (LT4) au niveau du noyau. Enfin le VIH se multiplie dans la cellule hôte et les nouveaux VIH obtenus sont libérés par bourgeonnement.

4. Interprétation.

Le VIH, une fois dans l'organisme, infecte les LT4 qui sont ses cellules cibles. Les LT4 possèdent à leur surface un récepteur membranaire appelé CD4. Le VIH se fixe sur le LT4 grâce à sa glycoprotéine Gp120 qui adhère aux récepteurs CD4. Cette fixation décroche la Gp120 et libère la Gp41 qui va servir d'élément perforateur de la membrane du LT4. Les membranes virale et lymphocytaire fusionnent.

Le VIH injecte son ARN et la transcriptase inverse dans le cytoplasme du LT4.

A l'intérieur du LT4, la transcription inverse permet la synthèse de l'ADN proviral à partir de l'ARN viral.

L'ADN proviral est intégré à l'ADN du LT4 grâce à une enzyme appelée intégrase.

Après l'intégration de l'ADN proviral au noyau du LT4, il se forme un ARN messager viral permettant la synthèse des protéines virales. Les matériaux viraux s'assemblent et donnent des unités virales qui quittent le LT4 infecté en emportant une partie de la membrane plasmique du LT4. Cela entraîne la destruction du LT4. Les nouveaux virus libérés vont alors s'attaquer à d'autres LT4 de la même manière.

5. Conclusion.

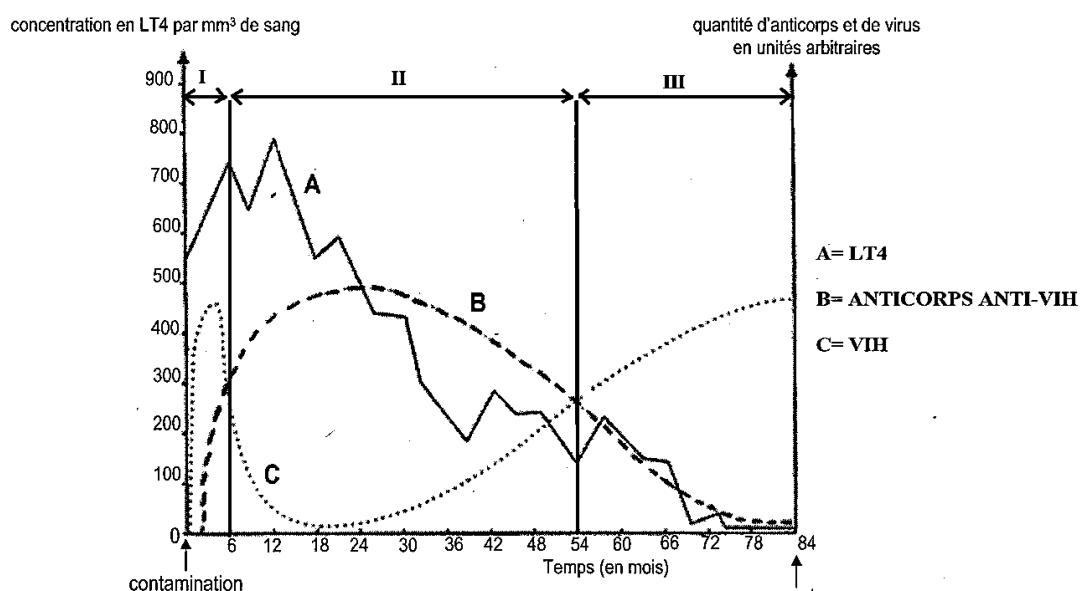
Le virus du SIDA affaiblit effectivement l'organisme en détruisant les LT4 qui sont des cellules de défense.

III. LE VIRUS DU SIDA EXPOSE-T-IL L'ORGANISME À DES MALADIES ?

1. Présentation des expériences.

On dose chez un patient depuis sa contamination jusqu'à sa mort, les anticorps anti VIH dans le sang et les quantités de virus (virémie) et de LT4. Le document 3 représente les courbes d'évolution de la quantité de VIH, de LT4 et le taux des anticorps anti-VIH.

2. Résultats.



DOCUMENT 3 : COURBES D'EVOLUTION DE LA QUANTITE DE VIH, DE LT₄ ET D'ANTICORPS ANTI-VIH

3. Analyse des résultats.

L'évolution de l'infection depuis la contamination jusqu'à la mort présente plusieurs phases:

- Phase I : la primo-infection (de 0 à 6 mois)**

Au cours de cette phase la quantité de VIH augmente rapidement pour atteindre une valeur maximale puis chute, tandis que le taux d'anticorps anti-VIH et de LT4 augmente.

- Phase II : la phase asymptomatique (de 6 à 56 mois)**

Au cours de cette phase la quantité de VIH continue de diminuer jusqu'atteindre une valeur minimale puis augmente à nouveau, alors que le taux d'anticorps anti-VIH et de LT4 continue d'augmenter avant de chuter.

- Phase III : phase symptomatique ou SIDA déclaré (au delà de 56 mois)**

Pendant cette phase le taux de VIH continue d'augmenter tandis que les taux d'anticorps anti-VIH et de LT4 tendent à s'annuler.

4. Interprétation.

- **Phase I : primo-infection.**

L'augmentation de la quantité de VIH est due à sa multiplication une fois dans l'organisme. Les LT4 sensibilisés par la présence du VIH dans l'organisme se multiplient activement d'où l'augmentation de leur taux. Ils vont à leur tour activer les LB qui se multiplient et se différencient en plasmocytes sécréteurs d'anticorps anti-VIH dont le taux augmente et fait chuter la quantité de VIH.

Dès l'apparition des anticorps anti-VIH, l'individu est qualifié de séropositif.

- **Phase II : phase asymptomatique.**

La quantité de VIH continue de diminuer parce que la plupart des virus circulant dans le sang sont neutralisés par les anticorps anti-VIH produits en grande quantité. L'augmentation à nouveau de la quantité de VIH est due au fait qu'il se multiplie en détruisant les LT4 dont le taux chute. Cette chute du taux de LT4 entraîne la chute du taux d'anticorps anti-VIH dans le sang.

- **Phase III : phase symptomatique.**

L'augmentation continue la quantité de VIH et la chute continue du taux de LT4 et d'anticorps anti-VIH sont dues au fait que le virus échappe à l'action du système immunitaire. Le VIH continue de se multiplier aux dépens des LT4 dont le taux devient très faible dans l'organisme; ce qui entraîne une déficience du système immunitaire appelée **dysfonctionnement du système immunitaire**. Ainsi le VIH affaiblit l'organisme et l'expose à tous les agents pathogènes d'où l'apparition des maladies opportunistes liées au SIDA (tuberculose, sarcome de kaposi...).

5. **Conclusion.**

Le virus du SIDA affaiblit le système de défense l'organisme et le rend vulnérable aux autres maladies qualifiées de maladies opportunistes.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Le VIH, s'attaque au système de défense de l'organisme humain grâce à sa structure particulière. Le VIH se multiplie dans l'organisme et finit par détruire les cellules de défense (LT4). Il l'expose ainsi aux maladies opportunistes.

Pour prévenir l'infection, il convient de mener une vie saine et responsable face au VIH en adoptant des mesures de protection.

ÉVALUATIONS

Exercice 1

Les étapes de l'infection du lymphocyte T₄ ci-dessous, sont dans le désordre.

- 1- Multiplication du VIH dans le Lymphocyte T₄.
- 2- Adsorption du VIH au lymphocyte T₄ ;
- 3- Transformation de l'ARN viral en ADN proviral ;
- 4- Injection de l'ARN viral et de la transcriptase inverse ;
- 5- Intégration de l'ADN proviral à l'ADN du lymphocyte T₄ ;

Range-les dans l'ordre chronologique de leur déroulement.

Exercice 2

Le texte ci-dessous illustrant le mécanisme de l'infection de l'organisme par le VIH, comporte des lacunes.

Le virus se fixe sur les cellules possédant la comme certains lymphocytes T contrôlant la réponse immunitaire. La fixation du virus induit la de la membrane virale et de la membrane plasmique de la, suivie de l'injection de l'ARN viral. L'ADN proviral produit grâce à la s'incorpore à de la cellule hôte. A ce moment, le virus n'entraîne pas de perturbation de la réponse immunitaire. Le sujet est dit Il ne présente aucun symptôme, il est susceptible de transmettre le virus soit par le sang soit par les sécrétions sexuelles. Après une période de latence pouvant atteindre une dizaine d'années, le peut utiliser la machinerie enzymatique de la cellule hôte pour produire de..... qui bourgeonnent à la surface du lymphocyte T₄.....

Complète ce texte avec les mots ou groupes de mots suivants : **l'ADN, provirus, cellule-cible, séropositif, infecté, fusion, nouveaux virus, transcriptase reverse, protéine CD4.**

Exercice 3

Un élève de ta classe a trouvé dans un manuel de sciences, des résultats de tests (A) et des résultats des examens (B), effectués sur des sujets différents:

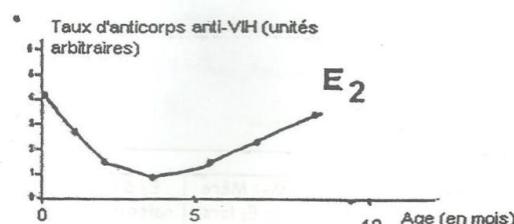
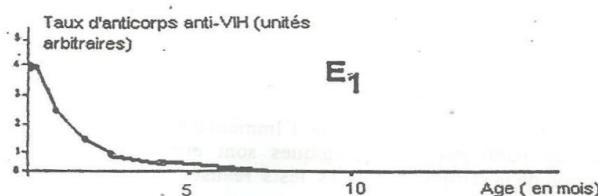
A- Des tests de séropositivité et des mesures de la charge virale ont été effectués chez des témoins non contaminés et contaminés (I₁ et I₂), des mères enceintes (M₁ et M₂) et chez des enfants (E₁ et E₂) dès leur naissance. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau ci – dessous :

Individus testé	I ₁ : témoin non contaminé	I ₂ : témoin infecté par le VIH	M ₁ : Mère de E ₁ lors de la grossesse	Enfant E ₁ à la naissance	M ₂ : Mère de E ₂ lors de la grossesse	Enfant E ₂ à la naissance
Test ELISA	Négatif	Positif	Positif	Positif	Positif	Positif
Charge virale (Nombre de virus/ml de plasma)	0	Comprise entre 10 ¹ et 10 ⁸	10 ⁴	0	10 ⁴	5.10 ²

NB : le test ELISA révèle la présence d'anti corps anti - VIH

B- Des examens ont été effectués chez les enfants E₁ et E₂ en vue de suivre l'évolution des anticorps anti – VIH dans leurs sang, sur 10 mois.

Les graphiques ci – dessous traduisent les résultats obtenus:



Il te sollicite pour l'aider à exploiter ces résultats.

1- Analyse les résultats des tests de séropositivité.

2- Explique :

a- les résultats des tests chez les enfants E₁ et E₂ ;

b- l'évolution des anticorps dans le sang des enfants E₁ et E₂.

3- Déduis l'état de santé de chaque enfant.



LEÇON : LE DEVENIR DES CELLULES SEXUELLES CHEZ LES MAMMIFERES.

SITUATION D'APPRENTISSAGE

Pour préparer un exposé sur la reproduction chez les mammifères, des élèves de ta classe effectuent des recherches à la bibliothèque de votre établissement. Ils découvrent, dans les documents scientifiques consultés, que la fécondation se déroule en plusieurs étapes et aboutit à la formation d'un œuf qui évolue en un embryon. Pour en savoir plus sur le devenir des cellules sexuelles, ils décident de décrire les étapes de la fécondation et l'évolution de la cellule-œuf.

CONTENU DU COURS

COMMENT LES CELLULES SEXUELLES DONNENT-ELLES UN EMBRYON CHEZ LES MAMMIFÈRES ?

Les informations sur la fécondation chez les mammifères nous a permis de constater que les cellules sexuelles donnent un embryon chez les mammifères.

On suppose que :

- les cellules sexuelles donnent un embryon à partir de leur union ;
- les cellules sexuelles donnent un embryon grâce au développement d'une cellule œuf.

I- LES CELLULES SEXUELLES DONNENT UN EMBRYON À PARTIR DE LEUR UNION ?

1- Observation

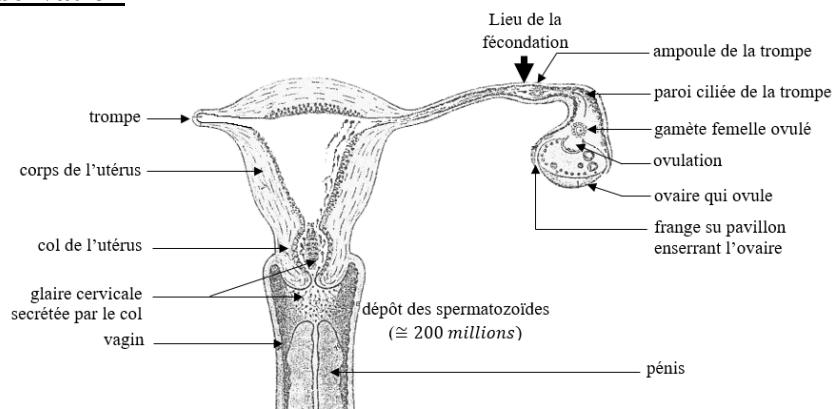


Figure 1 : MIGRATION DES GAMÈTES DANS LES VOIES GÉNITALES FEMELLES

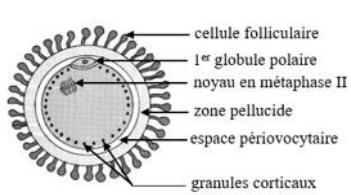


Figure 2 : STRUCTURE DE L'OVOCYTE II

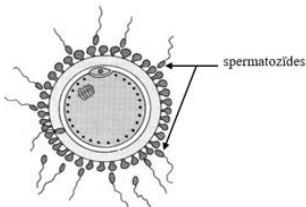


Figure 3 : RENCONTRE DES GAMÈTES

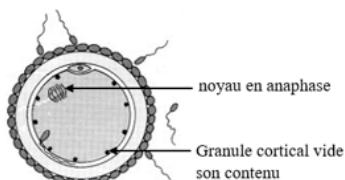


Figure 4 : PÉNÉTRATION D'UN SPERMATOZOÏDE

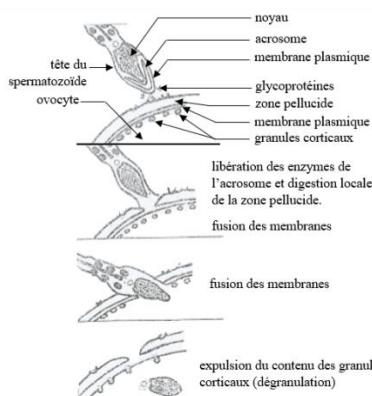


Figure 7 : ÉTAPES DE LA PÉNÉTRATION DU SPERMATOZOÏDE DANS L'OVOCYTE II

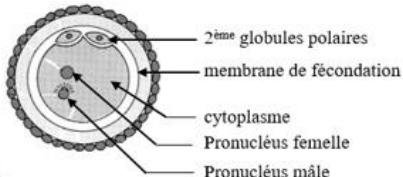


Figure 5 : FORMATION DES PRONUCLÉUS

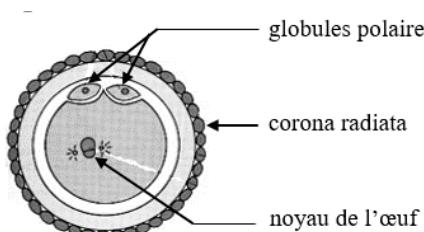


Figure 6 : CARYOGAMIE

Document : LES ÉTAPES DE LA FÉCONDATION

2- Résultats

Les étapes de la fécondation sont :

- la migration des gamètes ;
- la rencontre des gamètes :

- la pénétration d'un spermatozoïde et activation de l'ovocyte II ;
- la caryogamie

3- Analyse des résultats

- **La migration des gamètes**
- **La migration du gamète femelle.**

Le gamète femelle (ovocyte II) expulsé par l'ovaire est capté par le pavillon de la trompe puis transporté jusqu'à l'ampoule grâce aux contractions de la trompe et aux mouvements des cils vibratiles qui tapissent la paroi de celle-ci. Le gamète femelle est maintenu au niveau de l'ampoule pendant 72 heures environ pour attendre les spermatozoïdes.

- **La migration du gamète mâle.**

Lors de l'accouplement, 100 à 400 millions de spermatozoïdes sont déposés dans l'utérus (rate, souris) ou dans le vagin (cas de la plupart des mammifères). Grâce à leur flagelle, des contractions de la paroi de l'utérus et des battements des cils vibratiles, les spermatozoïdes migrent dans la trompe. Du col de l'utérus à l'ampoule, les spermatozoïdes subissent la **sélection** et la **capacitation**.

La sélection se fait à deux niveaux : au niveau du col de l'utérus ou la glaire cervicale et l'acidité naturelle entraîne l'élimination de 99% des spermatozoïdes et au niveau de la jonction utérus-trompe. La capacitation des spermatozoïdes qui consiste en une élimination de l'enveloppe protéique déposée au niveau de l'épididyme permet aux spermatozoïdes d'acquérir leur **pouvoir fécondant**.

- **La rencontre des gamètes.**

La rencontre des gamètes mâles et femelles a lieu au niveau du 1/3 supérieur de la trompe. Les spermatozoïdes entourent l'ovocyte II.

- **La pénétration d'un spermatozoïde et activation de l'ovocyte II.**

L'accollement du spermatozoïde capacitée à la zone pellucide déclenche la libération des enzymes contenues dans l'acrosome : c'est la **réaction acrosomique**. Grâce aux actions enzymatiques et à la propulsion de son flagelle, le spermatozoïde traverse la zone pellucide, pénètre dans l'espace péri-ovocytaire et arrive dans le cytoplasme ovocytaire. Cette pénétration déclenche la **activation de l'ovocyte II** caractérisée par :

- **La formation d'une membrane de fécondation** à partir du contenu des granules corticaux libérés dans l'espace péri-ovocytaire. Cette membrane est imperméable aux autres spermatozoïdes empêchant ainsi la **polyspermie**.
- **La reprise et l'achèvement de la deuxième division de méiose** caractérisée par l'émission du deuxième globule polaire : l'ovocyte II est devenu enfin un **ovule**.

- **La Caryogamie.**

Le noyau de l'ovocyte II devenu ovule se reconstitue, se réhydrate, gonfle et donne le **pronucléus femelle**. Dans le même temps, le spermatozoïde abandonne son flagelle et sa pièce intermédiaire, son noyau gonfle considérablement et devient le **pronucléus mâle**.

Les deux pronucléus se rapprochent l'un de l'autre vers le centre de l'ovule, les enveloppes se rompent et les chromatines mâles et femelles s'unissent : c'est l'**amphimixie ou caryogamie**, étape ultime de la fécondation qui aboutit à la formation d'une **cellule œuf ou zygote**.

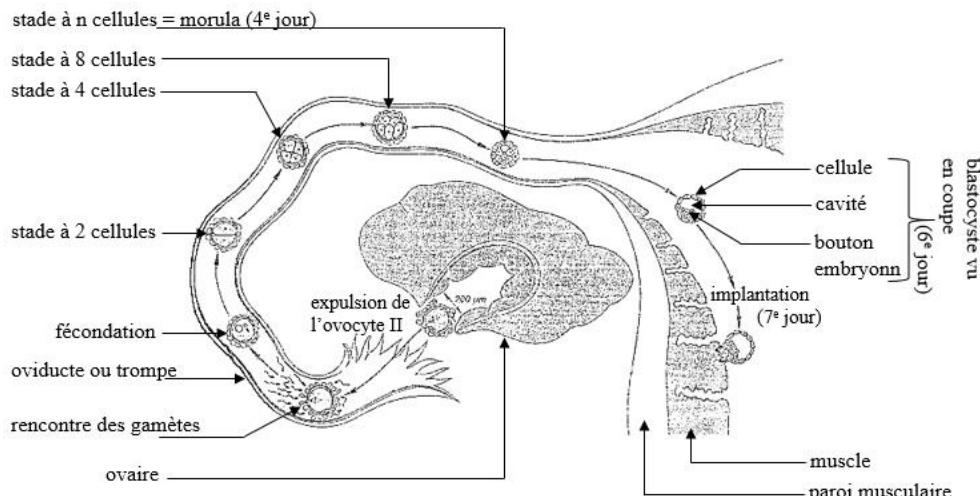
La fusion d'un gamète mâle (spermatozoïde) avec un gamète femelle (ovocyte) en une cellule unique, l'œuf ou précisément la fusion d'un noyau haploïde d'origine mâle (noyau spermatique) avec un noyau haploïde d'origine femelle pour donner un noyau diploïde (celui du zygote ou de l'œuf) est appelée **La fécondation**.

4- Conclusion

Les mammifères se reproduisent effectivement à partir de l'union des gamètes mâles et femelles pour donner l'œuf fécondé.

II- LES CELLULES SEXUELLES DONNENT-ELLES UN EMBRYON GRÂCE AU DÉVELOPPEMENT D'UNE CELLULE ŒUF ?

1- Observation



Document 1 : SCHEMA DES ETAPES DE L'EVOLUTION DE LA CELLULE-ŒUF

2- Résultats

Après la fécondation, on observe :

- la division de l'œuf ;
- le déplacement de l'embryon dans l'oviducte ;
- la formation de la morula ;
- la formation du blastocyste ;
- l'implantation de l'embryon dans la muqueuse de l'utérus.

3- Analyse des résultats

Dès la fécondation réalisée dans la trompe, l'œuf commence à se diviser. Pour donner un embryon formé de plusieurs cellules enveloppées par la zone pellucide appelé **la morula**. Pendant sa division, l'embryon se déplace jusqu'à la cavité utérine alors qu'il ne possède pas d'organe de déplacement.

La morula vit deux ou trois jours une vie libre dans la cavité utérine, poursuit ses divisions et puis se creuse d'une cavité pour former le blastocyste débarrassé de la zone pellucide.

L'embryon s'accroche à la muqueuse utérine par son pôle embryonnaire. après la destruction de la zone pellucide.

Cet accrochement se passe le 6^e ou 7^e jour après la fécondation.

Après l'accrochement, l'embryon s'implante dans la muqueuse utérine.

4- Interprétation des résultats

L'ensemble des divisions subies par l'œuf au cours de son déplacement est appelé la **segmentation** de l'œuf.

L'implantation de l'embryon est précédée par une stimulation de la muqueuse par la progestérone, entraînant un enrichissement de la muqueuse en vaisseaux sanguins et en glandes sécrétant du mucus et du glycogène. La muqueuse est alors apte à accueillir l'embryon.

Divers cellules du trophoblaste attaquent la muqueuse utérine par l'intermédiaire d'une enzyme et permettent à l'embryon de pénétrer dans la muqueuse. Celle-ci se referme au-dessus de l'embryon qui y fait son nid : c'est la nidation.

La nidation prend fin 11 jours après la fécondation puis commence la gestation.

Les cellules externes (le trophoblaste) forment avec les cellules voisines de l'utérus le placenta qui secrète une hormone (HCG : **Hormone Gonadotrophine Chorionique**) dont le passage dans le sang maternel empêche la régression du corps jaune et prolonge son action.

5- Conclusion

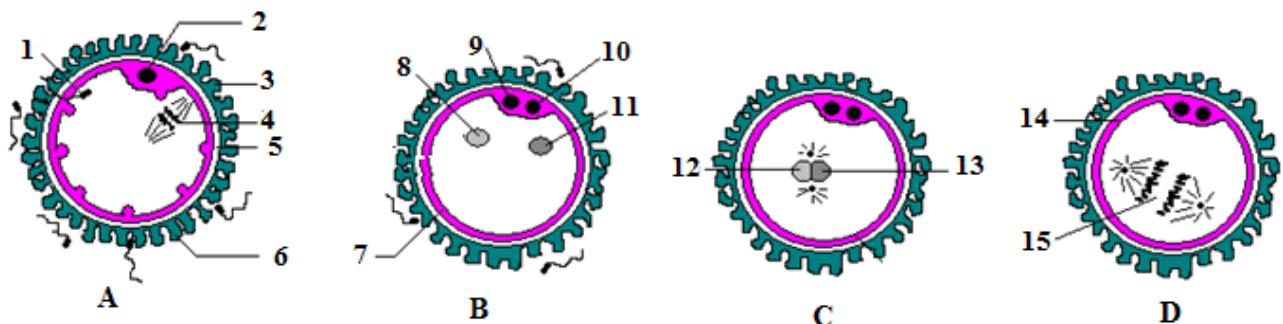
Les mammifères se reproduisent effectivement grâce au développement d'une cellule œuf.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Les mammifères se reproduisent à partir des gamètes mâle et femelle qui fusionnent pour donner la cellule œuf dont le développement donne un embryon qui s'implante dans la muqueuse utérine.

SITUATION D'EVALUATIONS

Pendant la préparation du devoir de niveau, des élèves de Terminale D découvrent dans un manuel de biologie, les figures ci-dessous A,B,C,D représentant la même cellule, l'ovocyte. Ils constatent à l'intérieur de cette cellule des étapes de la division cellulaire alors qu'il s'agit de la fécondation. Ils ne comprennent pas le phénomène qui se produit dans cette cellule.

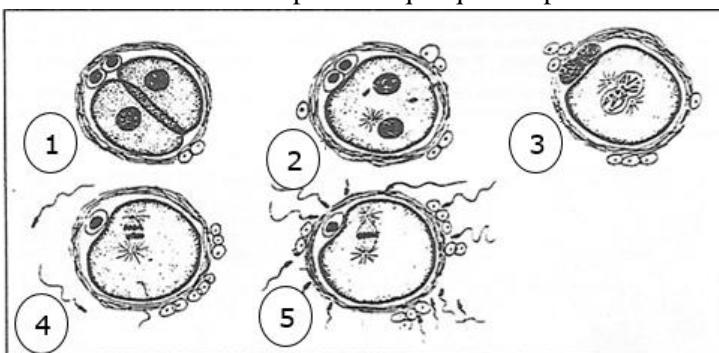


- 1- Nomme les étapes de la fécondation représentées.
- 2- Annote ces différentes figures, en utilisant les chiffres.
- 3- Décris les étapes de la fécondation représentées.

CONSOLIDATION ET APPROFONDISSEMENT DES ACQUIS

Exercice 1

Le document ci-dessous présente quelques étapes de la fécondation :



Ranges ces étapes dans l'ordre chronologique de leur déroulement en utilisant les chiffres



LEÇON : LE FONCTIONNEMENT DES ORGANES SEXUELS CHEZ L'HOMME

1. SITUATION D'APPRENTISSAGE

Lors d'une sortie détente organisée par le conseil scolaire de ton établissement, une élève de seconde est prise par de violents vertiges et se met subitement à vomir. Conduite dans le centre de santé le plus proche, le médecin révèle une grossesse. Surprise par cette nouvelle, cette dernière confie à ses camarades qu'elle est à sa troisième grossesse et qu'elle ne sait pas les éviter. Pour l'aider à comprendre le fonctionnement des organes sexuels chez l'Homme, les élèves de la terminale D décident de lui décrire les cycles sexuels de la femme, lui expliquer la régulation du fonctionnement des organes sexuels et le mode d'action de la pilule contraceptive.

2. CONTENU DU COURS

COMMENT LE FONCTIONNEMENT DES ORGANES SEXUELS CHEZ L'HOMME SE FAIT-IL ?

Les grossesses répétées chez la jeune fille ont permis de constater que les organes sexuels fonctionnent chez l'Homme.

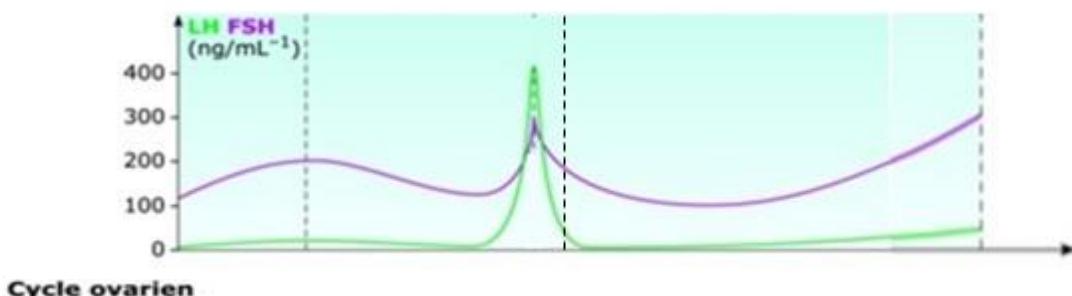
On suppose que :

- le fonctionnement des organes sexuels femelles se fait par cycle ;
- le fonctionnement des organes sexuels se fait sous l'influence d'autres organes ;
- le fonctionnement des organes sexuels femelles se fait sous l'influence de méthodes contraceptives.

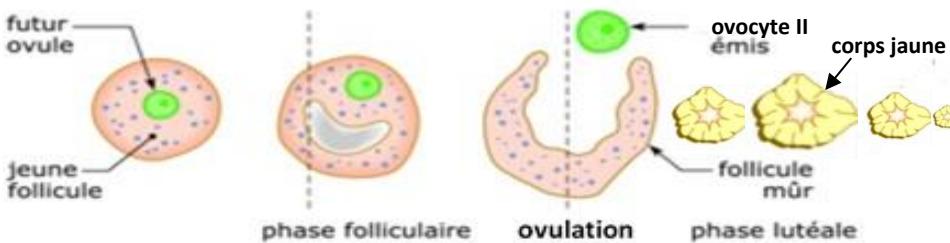
I - LE FONCTIONNEMENT DES ORGANES SEXUELS FEMELLES SE FAIT-IL PAR CYCLE ?

1 - Observation

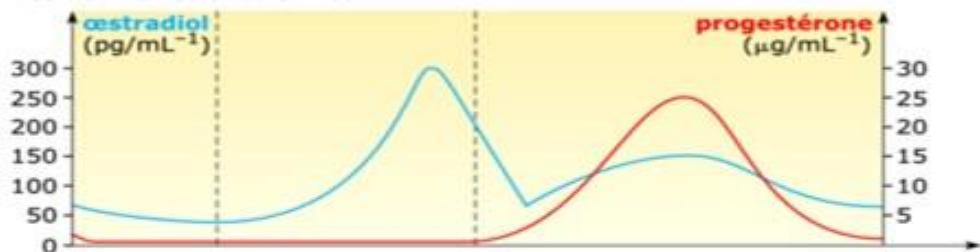
Cycle des hormones hypophysaires



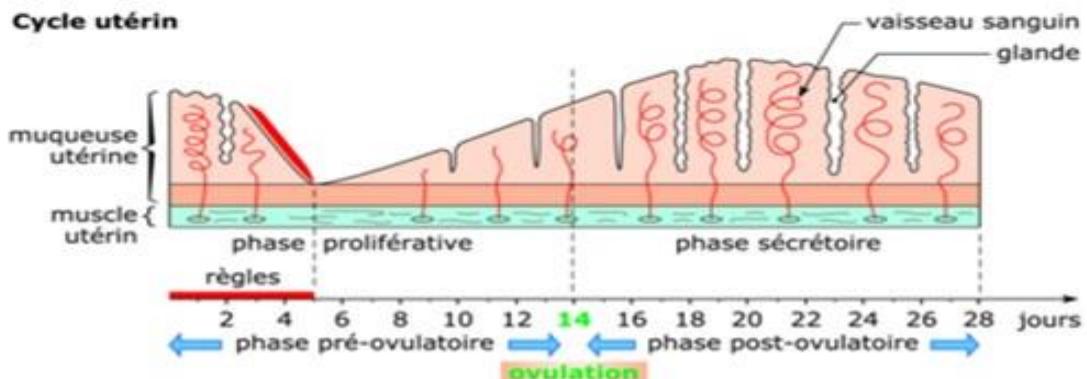
Cycle ovarien



Cycle des hormones ovariennes



Cycle utérin



DOCUMENT 1 : PRINCIPAUX CYCLES SEXUELS CHEZ LA FEMME.

2- Résultats.

Les cycles sexuels chez la femme sont :

- le cycle ovarien ;
- le cycle utérin ;
- le cycle des hormones ovariennes
- le cycle des hormones hypophysaires.

Les phases du cycle ovarien sont :

- la phase folliculaire ou pré-ovulatoire ;
- l'ovulation ;
- la phase lutéale ou lutéinique ou post-ovulatoire.

3- Analyse des résultats.

Les principaux cycles sexuels chez la femme sont le **cycle ovarien**, le **cycle utérin** et le **cycle hormonal**.

- Le **cycle ovarien** comprend **3 phases** :
 - ❖ la **phase folliculaire ou pré-ovulatoire** caractérisé par la **croissance de quelques follicules** ;
 - ❖ l'**ovulation** qui correspond à la **libération de l'ovocyte II** après rupture de la paroi du follicule mûr ;
 - ❖ la **phase lutéinique ou post-ovulatoire** caractérisée par la formation, la croissance puis la régression du **corps jaune**.
- Le **cycle utérin** est une **modification cyclique** de la muqueuse utérine :
 - ❖ Pendant la phase folliculaire, l'**endomètre** qui était détruit presque totalement au cours de la menstruation se **reconstitue** et s'**épaissit** progressivement. Les glandes en tube et les artéries apparaissent et se développent ;
 - ❖ Pendant la **phase lutéinique**, la muqueuse continue de s'accroître, les glandes deviennent très tortueuses et ramifiées donnant à la muqueuse l'aspect de dentelle utérine. Les artéries se spiralisent entre les glandes.
- Le **cycle hormonal** qui comprend le cycle des hormones ovariennes et celui des hormones hypophysaires :
 - **le cycle des hormones ovariennes** :
 - ❖ Au début de la **phase folliculaire**, le taux faible d'**œstrogène augmente** légèrement puis fortement vers la fin de cette phase pour atteindre sa valeur maximale peu avant l'**ovulation**. Pendant cette phase, le taux de **progestérone** est pratiquement **nul** ;
 - ❖ Au cours de la **phase lutéale**, le taux de **progestérone** croît rapidement pour atteindre sa valeur maximale au milieu de cette phase puis décroît jusqu'à la fin du cycle. Il en est de même pour les **œstrogènes** dont la valeur maximale atteinte est plus faible.
 - **le cycle des hormones hypophysaires** :
 - ❖ Le taux de **FSH** faible au début du cycle augmente progressivement puis atteint un maximum vers le milieu de la phase folliculaire et un pic juste avant l'**ovulation**. Ce taux décroît ensuite jusqu'à la fin du cycle ;
 - ❖ Le taux de **LH** également faible au début du cycle augmente brusquement et atteint un pic très important juste avant l'**ovulation**. Ce taux décroît rapidement et reste très faible pendant la phase lutéale jusqu'à la fin du cycle.

4- Interprétation des résultats.

Le taux d'**œstrogènes** augmente pendant la phase folliculaire car au cours de cette phase, la thèque interne et la granulosa des follicules ovariens en maturation sécrètent les **œstrogènes** (dont le principal est l'**œstradiol**).

Le taux d'**œstrogène** croît faiblement pendant la phase lutéale car il est sécrété en petite quantité par le corps jaune.

Le corps jaune est issu de la transformation du follicule rompu.

Les **œstrogènes** ont pour rôle de permettre la reconstruction et l'épaisseur de la muqueuse utérine. Ils favorisent également les contractions rythmiques du myomètre.

Le taux de **progestérone** croît pendant la phase lutéale parce qu'elle est sécrétée en grande quantité par le corps jaune.

La **progestérone** a pour rôle d'accentuer la prolifération de la muqueuse utérine.

Pendant la phase lutéale, l'**endomètre** présente une structure favorable à l'accueil de

l'embryon ;

En l'absence de nidation, le taux d'œstrogène et de progestérone baisse à la fin du cycle parce que le corps jaune régresse.

L'hypophyse influence le fonctionnement des ovaires en sécrétant deux hormones : la **FSH** (Hormone Folliculostimulante) et la **LH** (Hormone Lutéinisante).

La **FSH** stimule la croissance et la maturation des follicules ovariens qui sécrètent alors les œstrogènes.

La **LH** est responsable de l'**ovulation** (libération massive et brève de cette hormone appelée « **pic** » à 48 heures de l'ovulation) et de la transformation du follicule rompu en corps jaune (sécréteur de la progestérone et de l'œstradiol).

5- Conclusion

Le fonctionnement des organes sexuels femelles se fait par cycle.

II - LE FONCTIONNEMENT DES ORGANES SEXUELS SE FAIT-IL SOUS L'INFLUENCE D'AUTRES ORGANES ?

1- Présentation de résultats d'expériences chez la femelle.

1-1 Présentation d'expériences

Dans ces expériences, on veut montrer l'action du complexe hypothalamo-hypophysaire sur les fonctions ovariennes.

On pratique chez des rates :

- une ablation de l'hypophyse suivie d'une injection d'extraits et de greffe d'hypophyse,
- une lésion et des stimulations de l'hypothalamus,
- une ovariectomie (ou castration) suivie d'injection d'hormones ovariennes.

On réalise la série d'expériences suivantes consignées dans le tableau ci-dessous.

1^{ère} série

N°	EXPÉRIENCES
1	On pratique l'ablation de l'hypophyse chez une rate adulte (hypophysectomie).
2	On injecte des extraits d'hypophyse adulte dans le sang d'une rate impubère.
3	On greffe des tissus hypophysaires d'adulte à une rate impubère.

2^e série

N°	EXPÉRIENCES
1	On fait une lésion de l'hypothalamus chez une rate adulte.
2	On porte des stimulations électriques sur certaines zones de l'hypothalamus d'une rate adulte.
3	On fait la section des vaisseaux sanguins qui reliant l'hypothalamus à l'hypophyse.

3^e série

N°	EXPÉRIENCES
1	On fait l'ovariectomie bilatérale chez une rate adulte.
2	On introduit une petite quantité des œstrogènes dans l'hypothalamus.

3	On introduit une petite quantité de progestérone dans l'hypothalamus.
---	---

1-2 Résultats.

1^{ère} série

N°	RÉSULTATS
1	- Atrophie de l'ovaire - Arrêt du cycle ovarien
2	- Maturation folliculaire - Ovulation - Formation de corps jaune
3	- Maturation folliculaire - Ovulation - Formation de corps jaune

2^e série

N°	RÉSULTATS
1	- Atrophie des ovaires - Arrêt du cycle ovarien
2	- Augmentation de la production de LH - Maturation folliculaire - Ovulation
3	- Réduction, de l'activité ovarienne

3^e série

N°	RÉSULTATS
1	- Hypertrophie de l'hypophyse - Augmentation du taux sanguin de gonadostimuline
2	- Atrophie des ovaires - Diminution de la production de FSH et de LH
3	- Atrophie des ovaires - Diminution de la production de FSH et de LH

1-3 Analyse des résultats.

1^{ère} série :

- L'hypophysectomie chez une rate adulte provoque l'atrophie des ovaires et l'arrêt du cycle ovarien.
- L'injection d'extraits hypophysaires et la greffe d'hypophyse adulte stimulent la maturation des follicules, l'ovulation, et la formation de corps jaune chez la rate impubère.

2^e série :

- Une lésion de l'hypothalamus chez une rate adulte provoque une atrophie des ovaires et un arrêt du cycle ovarien.
- Des stimulations électriques de certaines zones de l'hypothalamus d'une rate adulte déclenche une abondante production de LH, la maturation des follicules et l'ovulation.
- La section des vaisseaux sanguins reliant l'hypothalamus à l'hypophyse réduit l'activité ovarienne.

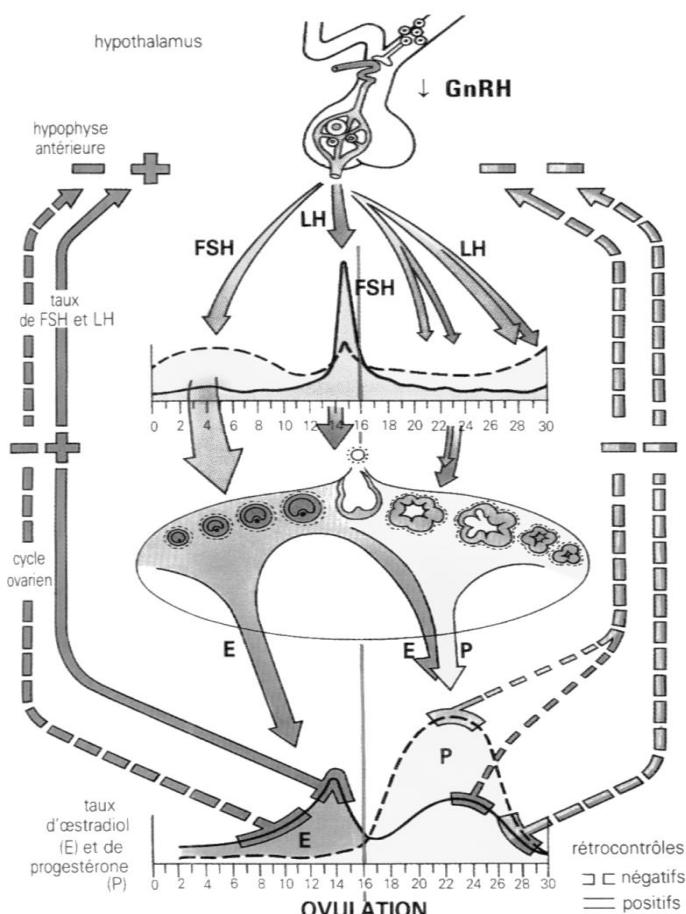
3^e série :

- L'ovariectomie bilatérale chez une rate adulte provoque l'hypertrophie de l'hypophyse et l'augmentation du taux sanguin des gonadostimulines.
- L'introduction d'une petite quantité des œstrogènes tout comme de la progestérone dans l'hypothalamus entraîne l'atrophie des ovaires et la diminution de la production de FSH et de LH.

1-4 Interprétation des résultats.

L'hypophyse contrôle le fonctionnement des ovaires par deux hormones appelées **gonadostimulines** ou **gonadotrophines** (la **LH** et la **FSH**).

Le fonctionnement de l'hypophyse est à son tour contrôlé par l'hypothalamus par l'intermédiaire d'une hormone : la **GnRH** (gonadotrophin releasing hormone ou hormone de libération de gonadotrophine) et par les hormones ovaraines (voir document 2).



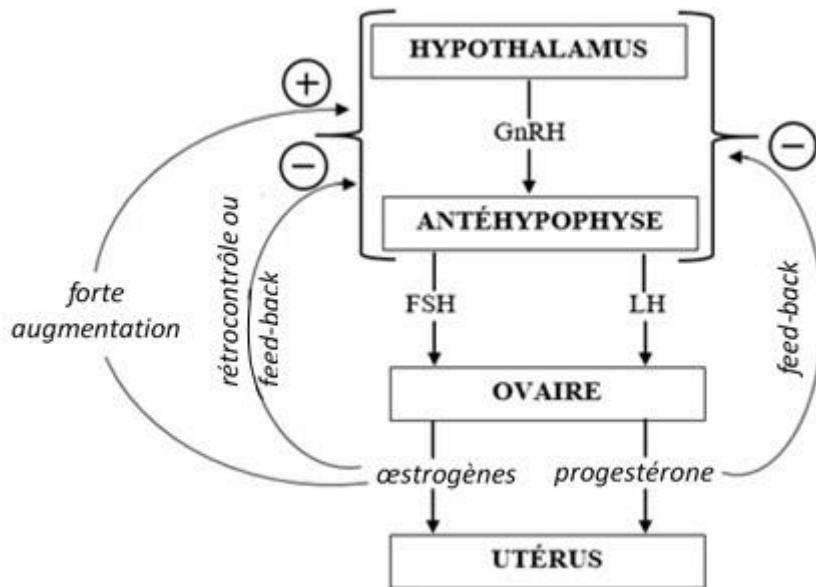
DOCUMENT 2 : REGULATION DE LA SECRETION DES HORMONES OVARIENNES.

Au début du cycle, une sécrétion pulsatile de **GnRH** par l'hypothalamus déclenche la sécrétion de LH et FSH par l'hypophyse antérieure. L'importante sécrétion de **FSH** stimule la croissance des follicules. Ceux-ci sécrètent l'**œstradiol**. Le taux croissant d'**œstradiol** entraîne au niveau du complexe hypothalamo-hypophysaire, la baisse du taux de **FSH** : c'est le **rétrocontrôle négatif (feed-back négatif)**.

Vers la fin de la **phase folliculaire**, l'importante quantité d'**œstradiol** (située 48 heures avant l'ovulation), déclenche une libération massive et brève de **LH** (pic de LH) qui provoque l'ovulation : c'est le **rétrocontrôle positif**

La décharge de LH provoque également la lutéinisation des cellules folliculaires (formation du corps jaune) qui sécrètent la progestérone. Lorsque le corps jaune est bien développé, il sécrète la progestérone en abondance et un taux plus faible d'**œstradiol**.

Le taux relativement élevé de ces hormones, par un **rétrocontrôle négatif** sur le complexe hypothalamo-hypophysaire, freine la production de **FSH** et de **LH** (voir document 3).



DOCUMENT 3 : SCHÉMA DE LA RÉGULATION DES CYCLES SEXUELS CHEZ LA FEMME

1-5 Conclusion

Le fonctionnement des organes sexuels femelles est régulé par le complexe hypothalamo-hypophysaire.

2- Présentation de résultats d'expériences chez le mâle.

2-1 Présentation d'expériences

Dans ces expériences on veut montrer l'action du complexe hypothalamo-hypophysaire sur les fonctions testiculaires.

On pratique sur des rats :

- une ablation de l'hypophyse suivie d'une injection d'extraits hypophysaires ;
- la destruction d'amas de neurones hypothalamiques, ou la stimulation de ces amas ou encore la déconnection de l'hypophyse de l'hypothalamus ;
- une castration suivie d'une injection d'extraits testiculaires.

On réalise la série d'expériences suivantes :

1^{ère} série

N°	EXPÉRIENCES
1	Ablation de l'hypophyse (hypophysectomie)
2	Injection d'extraits hypophysaire au rat hypophysectomisé

2^e série

N°	EXPÉRIENCES
3	Destruction de certains amas de neurones hypothalamiques
4	Stimulation électrique de ces mêmes amas de neurones
5	Hypophyse déconnectée de l'hypothalamus

3^e série

N°	EXPÉRIENCES
6	On pratique la castration chez un rat adulte non stérile
7	Injection d'extraits testiculaires au rat castré.

2-2 Résultats.

1^{ère} série

N°	RÉSULTATS
1	Arrêt du fonctionnement des testicules
2	Reprise de la spermatogenèse et de la sécrétion d'hormones mâles

2^e série

N°	RÉSULTATS
3	Arrêt de la libération de LH et de FSH par l'hypophyse antérieure
4	Augmentation brutale de la libération de LH et de FSH par l'hypophyse
5	Arrêt de la libération de LH et de FSH par l'hypophyse antérieure

3^e série

N°	RÉSULTATS
6	Hypersécrétion d'hormones hypophysaires
7	Correction de l'hypersécrétion des hormones hypophysaires

2-3 Analyse des résultats.

1^{ère} série :

L'ablation de l'hypophyse provoque l'arrêt du fonctionnement des testicules tandis que l'injection d'extraits hypophysaires au rat hypophysectomisé permet la reprise de la spermatogenèse et de la sécrétion d'hormones mâles.

2^e série :

- La destruction de certains amas de neurones hypothalamiques provoque l'arrêt de la libération de LH et de FSH par l'hypophyse antérieure. Cependant, la stimulation électrique de ces mêmes amas de neurones entraîne une augmentation brutale de la libération de LH et de FSH par l'hypophyse.
- Lorsque l'on déconnecte l'hypophyse de l'hypothalamus, il y a arrêt de la libération de LH et de FSH par l'hypophyse antérieure.

3^e série :

- La castration d'un rat adulte non stérile entraîne une hypersécrétion d'hormones hypophysaires qui est corrigée par une injection d'extraits testiculaires.

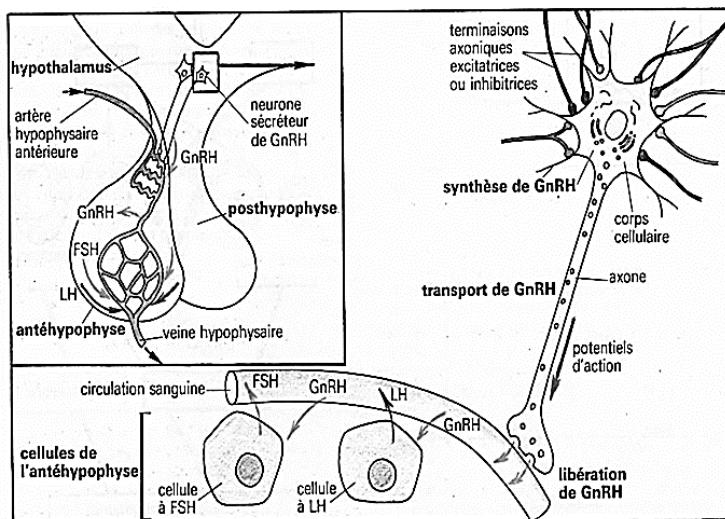
2-4 Interprétation des résultats.

L'hypophyse contrôle le fonctionnement des testicules par la sécrétion de deux hormones dans la circulation sanguine : la LH et la FSH.

La FSH active la spermatogénèse par le biais des cellules de Sertoli qui élaborent alors une protéine, l'**inhibine** indispensable à la fixation de la testostérone sur les cellules de la lignée germinale qu'elle stimule.

La LH quant à elle active la synthèse de **la testostérone** par les cellules de Leydig qu'elle stimule.

L'hypothalamus agit sur l'hypophyse par l'intermédiaire d'une neurohormone, la GnRH (gonadolibérine) libérée dans le sang à l'extrémité des axones des neurones hypothalamiques (voir document 4).



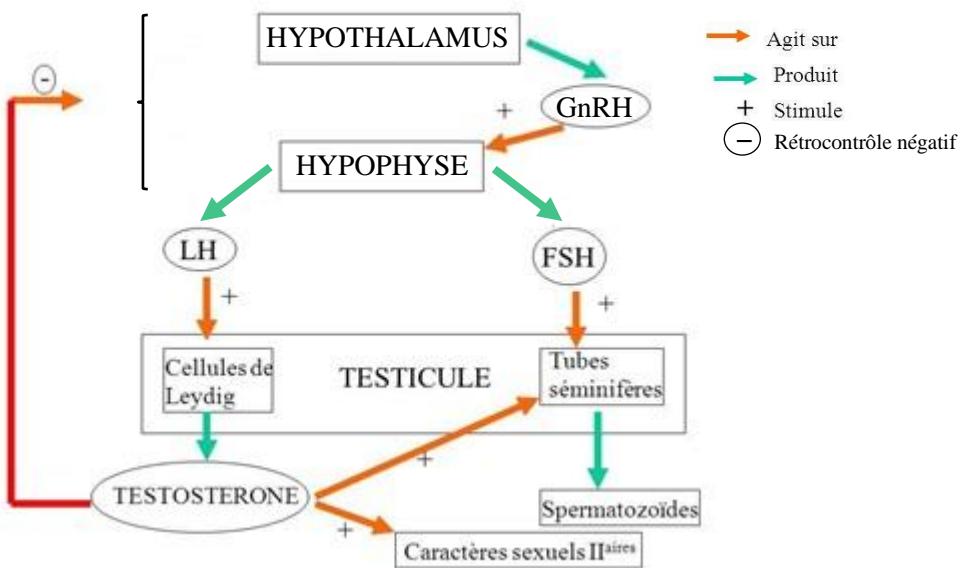
DOCUMENT 4 : LIBERATION DES GONADOSTIMULINES SOUS L'INFLUENCE DE LA GnRH ELABOREE PAR LES CELLULES NEUROSECRETRICES HYPOTHALAMIQUES

Les testicules agissent sur le complexe hypothalamo-hypophysaire par la sécrétion de la testostérone et de l'inhibine qui exercent un effet modérateur sur le complexe.

L'hypothalamus sécrète la GnRH agissant sur l'hypophyse. La GnRH stimulate la sécrétion de gonadostimulines (FSH et LH) par l'hypophyse antérieure.

La FSH active la spermatogénèse par l'intermédiaire des cellules de Sertoli qui contrôlent en retour la production de FSH grâce à une hormone qu'elles sécrètent : l'inhibine. La LH agit sur la sécrétion de testostérone par l'intermédiaire des cellules de Leydig. La testostérone ne peut stimuler la spermatogénèse que si les cellules de Sertoli sont elles-mêmes stimulées par la FSH. Elle est responsable du maintien des caractères sexuels primaires et secondaires.

La production de LH est inhibée par **rétrocontrôle négatif** dès que le taux sanguin de testostérone dépasse une valeur seuil. Toutefois la testostérone n'a pas d'effet sur la sécrétion de FSH.



SCHEMA DE LA REGULATION DES FONCTIONS TESTICULAIRES

N.B : il n'y a pas de rétrocontrôle positif du testicule sur le complexe hypothalamo-hypophysaire.

2-5 Conclusion

Le fonctionnement des testicules est régulé par le complexe hypothalamo-hypophysaire.

3- Conclusion

Le fonctionnement des organes sexuels femelles se fait sous l'influence d'autres organes. Il s'agit de l'hypothalamus et l'hypophyse formant le complexe hypothalamo-hypophysaire.

III - LE FONCTIONNEMENT DES ORGANES SEXUELS FEMELLES SE FAIT-IL SOUS L'INFLUENCE DES MÉTHODES CONTRACEPTIVES CHIMIQUES ?

1- Présentation de texte.

Le texte est relatif à la composition et au mode d'action des pilules contraceptives.

TEXTE

Les pilules sont un moyen de contrôle des naissances. Elles sont à base d'hormones de synthèse proche des hormones naturelles.

On distingue :

- *les pilules combinées : chaque comprimé contient à la fois des œstrogènes et de la progestérone. La pilule combinée est prise pendant 21 jours avant un arrêt de 7 jours qui permet le retour des règles. Elles agissent à deux niveaux différents : le complexe hypothalamo-hypophysaire et l'utérus. La pilule combinée peut être minidosée (minipilule) soit normo dosée (œstroprogestative). Elles bloquent la maturation des follicules et rend l'utérus impropre à la nidation.*
- *les pilules séquentielles : ensemble de 21 comprimés contenant pour les 7 ou 15 premiers des œstrogènes, puis des œstrogènes combinés à des progestatifs pour les autres.*
- *les pilules microdosées ou micropilules : elles ne contiennent que des progestatifs. Elles rendent la glaire imperméable aux spermatozoïdes et l'utérus impropre à la nidation.*
- *les pilules du lendemain : contiennent de fortes doses d'un œstrogène et d'un progestatif de synthèse destinée à empêcher une éventuelle nidation. Cette pilule se prend après un rapport sexuel pendant la période fertile de la femme. L'action des hormones contenues dans cette pilule porterait sur les contractions des trompes de Fallope et sur les caractéristiques de la muqueuse utérine.*

2- Résultats

- Les pilules combinées :

- elles contiennent à la fois des œstrogènes et de la progestérone ;
- elles agissent sur le complexe hypothalamo-hypophysaire et sur l'utérus ;
- elles bloquent la maturation des follicules et rendent l'utérus impropre à la nidation.

- Les pilules séquentielles :

- ensemble de 21 comprimés contenant pour les 7 ou 15 premiers comprimés des œstrogènes, puis des œstrogènes combinés à des progestatifs pour les autres

- Les pilules microdosées ou micropilules :

- elles contiennent que des progestatifs.
- elles rendent la glaire imperméable aux spermatozoïdes et l'utérus impropre à la nidation.

- Les Pilules du lendemain :

- elles contiennent de fortes doses d'œstrogène et de progestatif de synthèse destinée à empêcher une éventuelle nidation. .
- l'action des hormones contenues dans cette pilule porterait sur les contractions des trompes de Fallope (contractions nécessaires au déplacement de l'œuf vers l'utérus) et sur les caractéristiques de la muqueuse utérine.

3- Analyse des résultats.

Il existe plusieurs types de pilules qui ont chacune un mode d'action précis.

4- Interprétation des résultats.

Les pilules dans leur ensemble sont constituées d'hormones ovariennes de synthèse. L'absorption régulière de ces pilules par la femme augmente leur taux dans le sang. Ainsi lorsque le taux des œstrogènes de synthèse est élevé dans le sang pendant la période pré-ovulatoire, par rétrocontrôle négatif, ces hormones inhibent l'activité de l'hypophyse ce qui empêchent l'ovulation. Et lorsque le taux de progestérone est élevé dans le sang pendant la période pré-ovulatoire cela rend l'utérus impropre à la nidation. Par leur mode d'action, les pilules permettent le planning familial ; la préservation de la santé de la mère et de l'enfant ; la réduction des grossesses à risques, précoces, tardives et nombreuses.

5- Conclusion partielle

Le fonctionnement des organes sexuels femelles se fait sous l'influence de méthodes contraceptives chimiques : les pilules contraceptives.

Les avantages de l'utilisation des pilules contraceptives sont :

- le **planning familial** ;
- la **préservation de la santé de la mère** ;
- la **réduction des grossesses à risques** (grossesses précoces, nombreuses, tardives et rapprochées)

CONCLUSION GENERALE

Le fonctionnement des organes sexuels femelles se fait par cycle et sous l'influence du complexe hypothalamo-hypophysaire et des pilules contraceptives.

SITUATION D'EVALUATIONS

Exercice 3

Lors des recherches sur internet pour un exposé relatif aux fonctions testiculaires chez les mammifères, ton groupe de travail fait la découverte d'une série d'expériences présentées ci-dessous :

- **Expérience 1** : des rats adultes subissent l'ablation de l'hypophyse. Ils présentent une régression des caractères sexuels secondaires.
- **Expérience 2** : on pratique l'injection répétée d'extraits hypophysaires à des rats hypophysectomisés. Les caractères sexuels secondaires sont rétablis.
- **Expérience 3** : on pratique l'injection répétée de la FSH à ces rats hypophysectomisés. Il y a une augmentation de la masse des testicules, mais la spermatogénèse ne va pas jusqu'au stade spermatozoïde et le rétablissement des caractères sexuels secondaires n'a pas lieu.
- **Expérience 4** : on pratique l'injection répétée de FSH et de LH à ces mêmes rats hypophysectomisés. Il y a un retour à la normale.
- **Expérience 5** : on pratique la lésion de certaines zones de l'hypothalamus. Il y arrête de production de LH et de FSH par l'hypophyse.

Certains membres du groupe ayant du mal à établir une relation entre les organes sexuels te sollicitent pour les aider à mieux comprendre le système de commande du fonctionnement testiculaire.

- 1) Analyse les résultats de ces expériences.
- 2) Etablis une relation entre les organes sexuels.
- 3) Déduis le rôle de la FSH et la LH.

Corrigé :

1- Analyse des résultats.

- L'ablation de l'hypophyse entraîne une régression des caractères sexuels secondaires alors que l'injection d'extraits hypophysaires provoque leur rétablissement.
- L'injection de FSH seule à des rats hypophysectomisés entraîne une augmentation de la masse des testicules. Quant à la spermatogénèse, elle ne se déroule pas normalement et les caractères sexuels secondaires ne sont pas rétablis. Par contre l'injection simultanée de FSH et LH entraîne le déroulement normal de la spermatogenèse et le rétablissement des caractères sexuels secondaires.
- La lésion de certaines zones hypothalamiques entraîne l'arrêt de la production de LH et de FSH.

2- Relation entre les organes sexuels.

L'hypothalamus agit sur l'hypophyse par l'intermédiaire d'une hormone : la GnRH.

L'hypophyse contrôle le fonctionnement des testicules par l'intermédiaire de la FSH et la LH.

3- Déduction

La GnRH stimule la sécrétion de gonadostimulines (FSH et LH) par l'hypophyse antérieure.

La FSH active la spermatogenèse en agissant sur les tubes séminifères et la LH active la synthèse de la testostérone en agissant sur les cellules de Leydig. C'est la testostérone qui permet le développement des caractères sexuels secondaires.

CONSOLIDATION ET APPROFONDISSEMENT DES ACQUIS

Exercice 1

Les affirmations ci-dessous sont relatives aux cycles sexuels chez la femme :

- 1- Les menstrues marquent uniquement le début du cycle utérin.
- 2- Le cycle ovarien se déroule en deux phases.
- 3- Le corps jaune se forme pendant la phase lutéale.
- 4- La FSH stimule la croissance du corps jaune.
- 5- La LH déclenche l'ovulation.
- 6- La LH stimule la maturation des follicules.
- 7- La prolifération de la muqueuse utérine est accentuée par la progestérone.

Réponds par vrai ou faux aux affirmations en utilisant les chiffres.

Corrigé :

- 1- Faux ; 2- Faux ; 3- Vrai ; 4- Faux ; 5- Vrai ; 6- Faux ; 7- Vrai.

Exercice 2

Le tableau ci-dessous présente les hormones sexuelles et leurs organes cibles.

HORMONES SEXUELLES	ORGANES CIBLES
LH	● Utérus
GnRH	● Ovaires
Œstrogènes	● Hypophyse
FSH	
Progestérone	

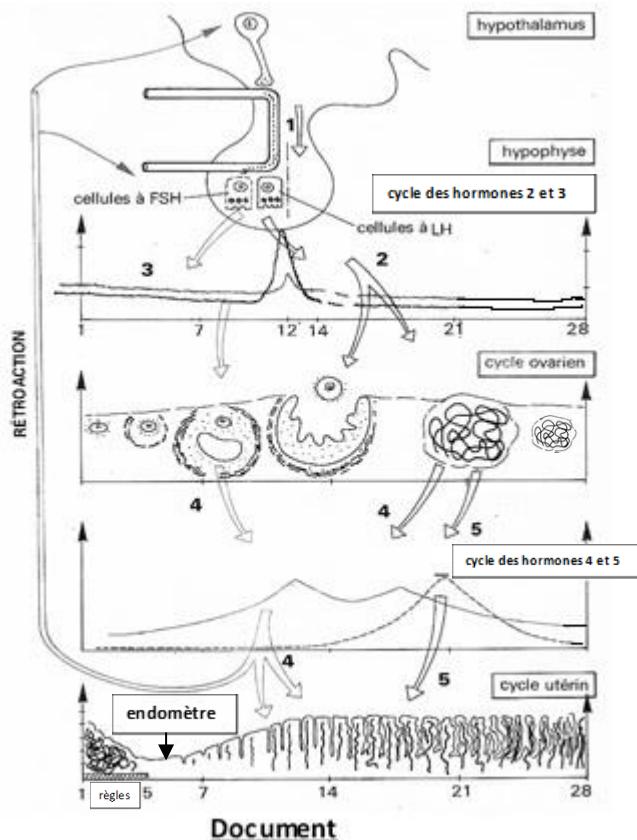
Relie chaque hormone à son (ses) organe(s) cible(s)

Corrigé :

HORMONES SEXUELLES	ORGANES CIBLES
LH	● Utérus
GnRH	● Ovaires
Œstrogènes	● Hypophyse
FSH	
Progestérone	

Exercice 3

Lors de la séance de cours sur la reproduction chez les mammifères, ton professeur de SVT affirme qu'il existe une relation entre les organes sexuels chez la femme et que les menstrues en sont un résultat. Une de tes camarades de classe trouve l'occasion belle pour enfin comprendre le mécanisme mis en place par l'organisme lors de l'apparition des menstrues. Pour l'aider, tu t'appuies sur le document ci-dessous présentant la régulation des cycles sexuels chez la femme.



- 1- Identifie les hormones numérotées de 1 à 5 qui mettent en relation les organes sexuels chez la femme.
- 2- Analyse le cycle utérin.
- 3- Explique à ta camarade l'apparition des menstrues en te basant sur l'évolution du taux des hormones ovariennes.

Corrigé

1- Identification des substances.

- 1 : GnRH (hormone de libération des gonadostimulines hypophysaires) ou gonadolibérine.
- 2 : LH (Hormone lutéinisante)
- 3 : FSH (Hormone de stimulation folliculaire)
- 4 : œstradiol (œstrogène)
- 5 : progestérone

2- Analyse du cycle utérin.

- ❖ Du 1^{er} au 5^e jour, pendant les règles, l'endomètre se dégrade et son épaisseur diminue considérablement ;
- ❖ Du 5^e au 14^e jour, l'**endomètre** se **reconstitue** et s'**épaissit** progressivement. Les glandes en tube et les artéries apparaissent et se développent ;
- ❖ Du 14^e au 28^e jour, l'endomètre continue de s'épaissir, les glandes deviennent très tortueuses et ramifiées donnant à la muqueuse l'aspect de dentelle utérine. Les artéries se spiralisent entre les glandes.

3- Explication de l'apparition des menstrues.

- ❖ Les faibles taux des hormones 2 et 3 (FSH et LH) taux de progestérone provoque la dégénérescence d'une partie de l'endomètre. D'où l'apparition des règles ou menstrues.
- ❖ Les œstrogènes dont le taux augmente progressivement permettent la reconstruction et l'épaississement de la muqueuse utérine.
- ❖ Après l'ovulation, le corps jaune formé sécrète de progestérone dont le taux augmente dans le sang. Cette hormone agit sur la muqueuse utérine qui s'épaissit davantage en vue de la préparer pour une éventuelle nidation. En l'absence de fécondation, le corps jaune régresse et par conséquent le taux de progestérone chute et devient quasiment nul.

T^{le}D CODE : SVT DURÉE : 10 H	MON ÉCOLE À LA MAISON	 <small>DE L'ÉDUCATION NATIONALE, DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE</small>
--	------------------------------	--

THEME : La reproduction chez les mammifères et chez les spermaphytes

Leçon 10 : LA REPRODUCTION CHEZ LES SPERMAPHYTES

SITUATION D'APPRENTISSAGE

Dans le cadre de l'étude sur la reproduction des spermaphytes, le professeur des SVT de la classe de TD de ton établissement fait réaliser par ses élèves l'expérience ci-dessous sur deux fleurs d'une même plante.

Sur l'une des fleurs, il fait entourer le pistil avec une gaze et sur l'autre fleur le pistil a été saupoudré de pollen.

Quelques temps après, les élèves observent que la fleur dont le pistil a été saupoudré de pollen est devenue un fruit contenant des graines. Ils décident alors d'expliquer le mécanisme de formation de ces graines.

CONTENU DE LA LEÇON

COMMENT LA GRAINE SE FORME – T - ELLE À PARTIR DE LA FLEUR ?

L'observation d'une fleur pollinisée montre qu'elle se transforme en fruit contenant des graines. On suppose alors que :

- les grains de pollen et les ovules ont des structures particulières ;
- la graine et le fruit proviennent de la fécondation.

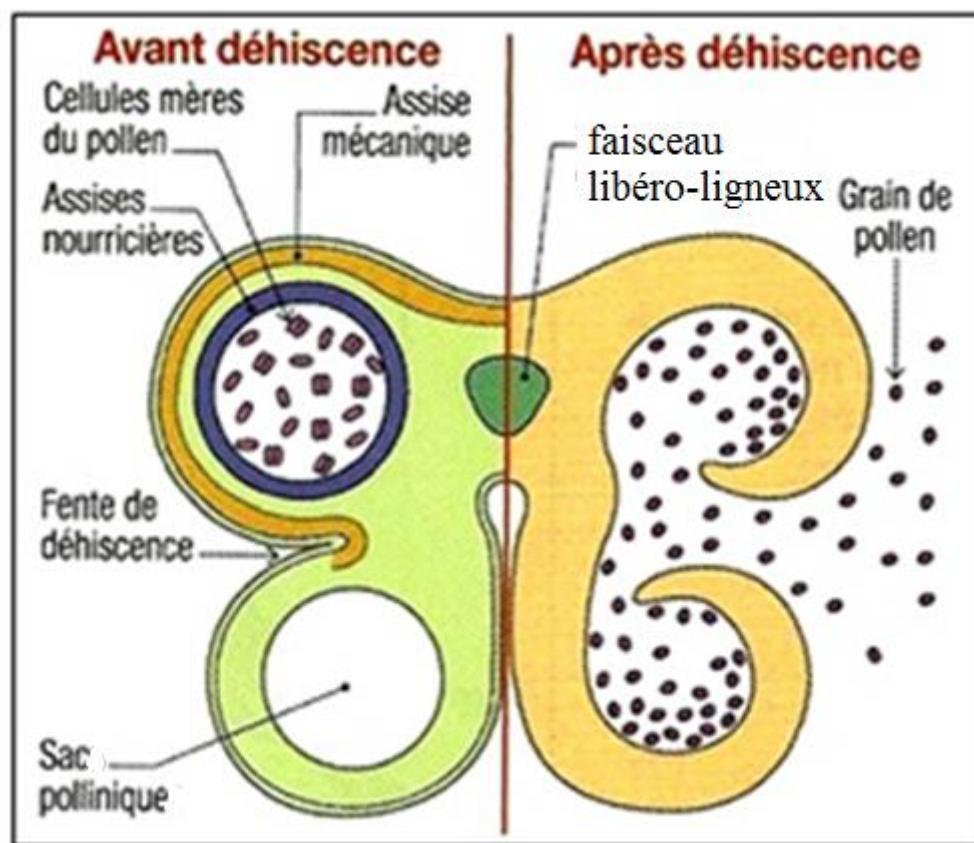
I- LES GRAINS DE POLLEN ET LES OVULES ONT – ILS DES STRUCTURES PARTICULIÈRES ?

1- Etude d'une anthère 1-1- Observations

On observe des schémas montrant:

- une coupe transversale d'une anthère jeune et d'une anthère mûre ;
- des étapes de la formation du grain de pollen ;
- une coupe d'un grain de pollen.

1-2 - Résultats



DOCUMENT 1

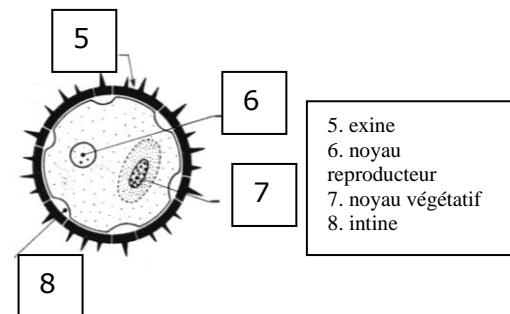
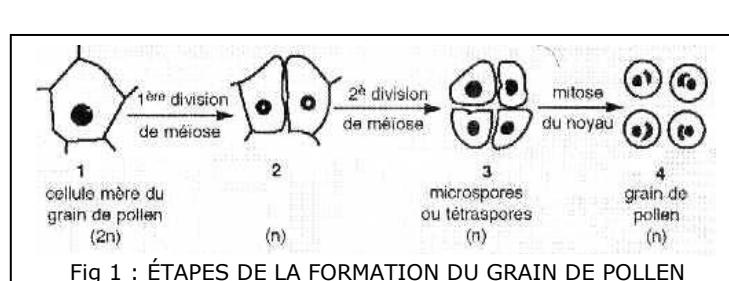


SCHÉMA DE LA COUPE TRANSVERSALE D'UNE JEUNE ANTHÈRE

DOCUMENT 2

SCHÉMA DE LA COUPE TRANSVERSALE D'UNE ANTHÈRE MATURE

1-3 - Analyse des résultats

Le document 1 :

- **Une anthère jeune** comporte deux types de tissus :

*les **tissus foliaires** constitués d'un **épiderme**, d'un **parenchyme**, et d'un **faisceau conducteur** ;

*les tissus du **sac pollinique** qui sont **l'assise mécanique**, les **assises nourricières** et les **cellules mères du pollen**.

Quand l'anthère devient mûre elle s'ouvre et laisse échapper de nombreux grains de pollen.

Le document 2

- la formation du grain de pollen se fait en quatre étapes. À partir de **la cellule mère** du pollen on a : **2 cellules haploïdes**, la **tétrade** et les **grains de pollen** ;
-un **grain de pollen** est constitué de deux cellules de tailles très inégales : une grosse cellule appelée **cellule végétative** comportant un **noyau végétatif** et une petite cellule appelée **cellule reproductrice** avec un **noyau reproducteur**. Ces deux cellules sont enveloppées par deux membranes, l'une externe, épaisse, garnie d'épines et percée de pores : **l'exine**, et l'autre interne, mince : **l'intine**.

1-4 - Interprétation des résultats

Au sein du **sac pollinique** (microsporange), chaque **cellule mère** des grains de pollen, diploïde ($2n$) subit une **première division de méiose** pour donner deux cellules filles haploïdes qui subissent immédiatement la **deuxième division de méiose** donnant quatre **cellules haploïdes** ou **microspores** enfermées dans la paroi cellulosique de la cellule mère : on parle alors de **tétrade**. Chaque microspore subit une mitose donnant deux cellules inégales, emboîtées dont l'ensemble constitue le **grain de pollen**.

À maturité, l'assise mécanique de l'anthère se rompt suivant la fente de déhiscence et libère les grains de pollen.

1-5 – Conclusion partielle

Le grain de pollen qui se forme au sein de l'anthère, a une structure particulière : il renferme un noyau reproducteur et un noyau végétatif.

2 Etude de l'ovaire

2-1- Observations

On observe des schémas montrant :

- une coupe transversale de l'ovaire ;
- une coupe longitudinale de l'ovule ;
- des étapes de la formation du sac embryonnaire.

2-2 - Résultats

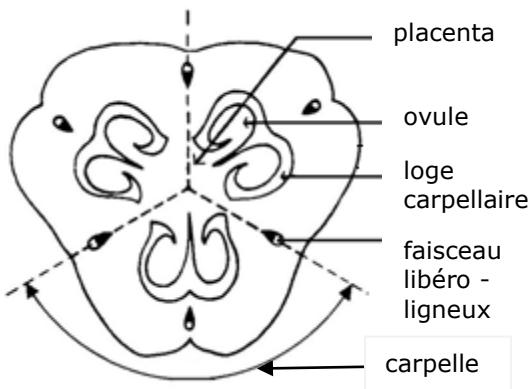


fig 1 : SCHÉMA DE LA COUPE TRANSVERSALE D'UN OVAIRE

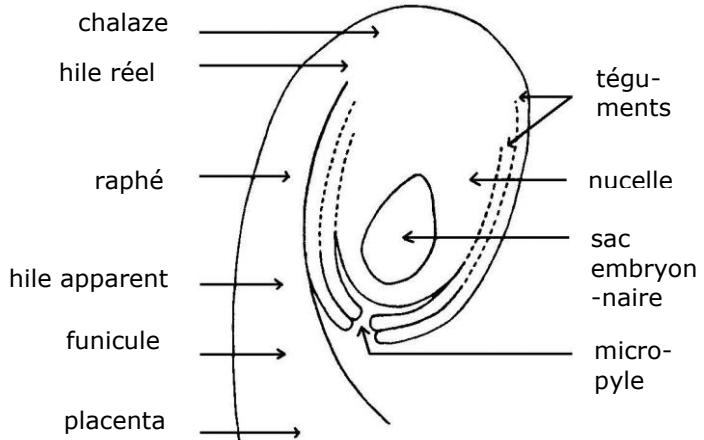
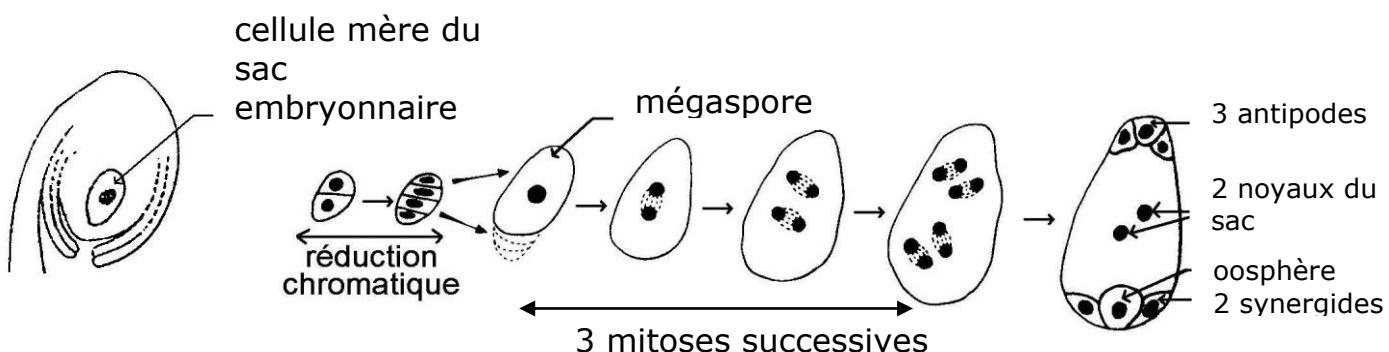


fig 2 : SCHÉMA DE LA COUPE LONGITUDINALE D'UN OVULE
DOCUMENT 3



DOCUMENT 4

2-3 Analyse des résultats

Le document 3 :

- **l'ovaire** est formé de **carpelles** soudés. Chaque carpelle comporte une **cavité** ou **logé carpellaire**, des **placentas** qui portent des **ovules**.
- Un ovule est constitué d'un **funicule** (ou **pédicelle**), d'un **hile**, de la **chalaze**, des **téguments** (primine et seconde) entourant le **nucelle** et interrompus au niveau du **micropyle** et du **raphé** (qui n'existe qu'au niveau de l'ovule anatrophe).

Le document 4

La **formation du sac embryonnaire** comporte quatre étapes : la **cellule mère**, les **quatre cellules haploïdes**, la **macrospore ou mégasporée** et le **sac embryonnaire**.

2-4 - Interprétation des résultats

Dans le nucelle de l'ovule, se trouve la **cellule mère du sac** (2n). Celle-ci subit une **division de méiose** et donne **quatre cellules haploïdes**. Les trois des quatre cellules dégénèrent. La cellule restante, devenue **mégasporre** subit **trois mitoses** successives pour donner **huit noyaux fils** répartis en **sept cellules** dont l'ensemble constitue le **sac embryonnaire** :

- au pôle micropylaire, trois cellules possédant chacune un noyau haploïde (n), la plus grosse au centre est **l'oosphère** et les deux plus petites, les **synergides** ;
- au pôle chalazien, trois cellules haploïdes (n) de même taille, les **antipodes** ;
- au centre, la **cellule principale** avec deux noyaux haploïdes appelés noyaux **centraux** ou **noyaux du sac**.

2-5 Conclusion partielle

L'**ovule** renferme le sac embryonnaire qui comporte huit noyaux répartis en sept cellules. L'ovule a donc une structure particulière.

3 Conclusion

Les grains de pollen renferment chacun un noyau reproducteur et un noyau végétatif. Les ovules renferment chacun un sac embryon contenant la cellule reproductrice qui est l'oosphère accompagnée de six autres cellules.

Le grain de pollen et l'ovule ont donc des structures particulières.

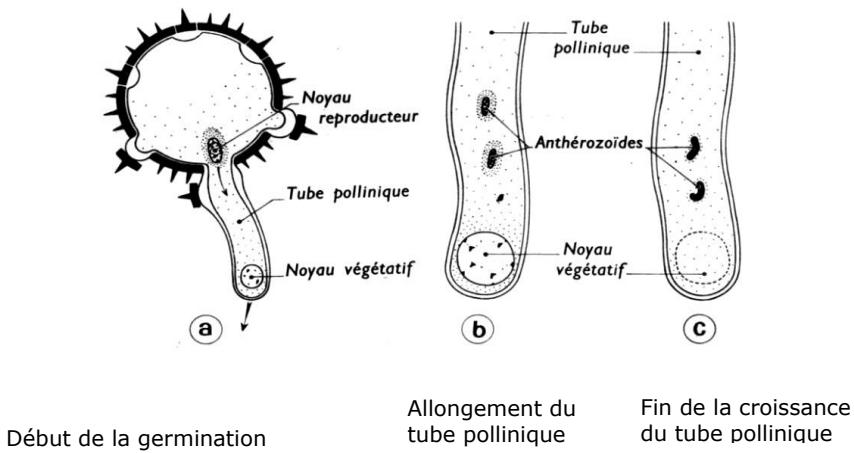
II- LA GRAINE ET LE FRUIT PROVIENNENT-ILS DE LA FÉCONDATION ?

1- Observations

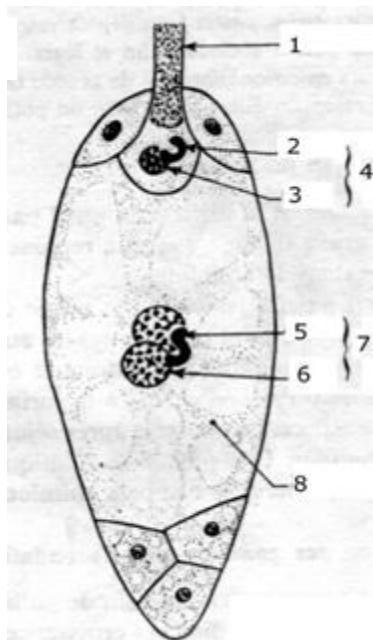
On observe des schémas montrant :

- la germination d'un grain de pollen ;
- la fécondation.

2- Résultats



DOCUMENT 5



- 1. tube pollinique
- 2. anthérozoïde n°1
- 3. oosphère
- 4. œuf principal ou œuf embryon
- 5. anthérozoïde n°2
- 6. noyaux du sac
- 7. œuf accessoire ou œuf albumen
- 8. sac embryonnaire

SCHÉMA DE LA DOUBLE FÉCONDATION

DOCUMENT 6

3- Analyse des résultats

Document 5

La germination du grain de pollen comporte les phases suivantes :

- début de la germination caractérisé par la sortie d'un petit **tube pollinique** avec le **noyau végétatif** à son extrémité et le **noyau reproducteur** en arrière de celui-ci ;
- allongement du tube pollinique avec le noyau végétatif et deux anthérozoïdes provenant de la division du noyau reproducteur ;
- à la fin de la croissance du tube pollinique le noyau végétatif dégénère.

Document 6

L'un des anthérozoïdes s'unit avec l'oosphère pour donner **l'œuf principal** qui est diploïde et l'autre avec les deux noyaux du sac pour former **l'œuf accessoire ou œuf albumen** qui est triploïde : **c'est la double fécondation**.

4- Interprétation

À l'issue de la double fécondation, l'œuf principal se transforme en embryon ou plantule.

Quant à l'œuf accessoire, il se transforme en **albumen**.

L'ovule contenant l'œuf principal et l'œuf accessoire se transforme en une graine et l'ovaire s'hypertrophie en emmagasinant des réserves pour devenir un fruit.

5- Conclusion

La graine et le fruit se forment à l'issue d'une double fécondation.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Les **grains de pollen** et les **ovules** se forment au sein de la **fleur**. Le **grain de pollen** renferme le **noyau reproducteur** qui produit deux **anthérozoïdes** et l'**ovule** renferme le **sac embryonnaire** contenant l'**oosphère** et les **noyaux du sac**.

À l'issue de la double fécondation, l'ovule devient une graine et l'ovaire, un fruit.

La double fécondation est caractéristique de la reproduction chez les spermaphytes.

ÉVALUATIONS

Exercice 1

Le texte ci-dessous relatif à la formation des grains de pollen et du sac embryonnaire comporte des lacunes.

Les grains de pollen se forment dans les1..... et sont stockés dans les2..... des anthères mûres.

Les ovules se trouvent dans l'ovaire du pistil. Le sac embryonnaire se forme dans3....., à partir d'une.....4..... et il comporte sept cellules qui sont : une5....., deux synergides , trois6..... et une cellule centrale.....7.....

Complète le texte avec les mots et groupes de mots suivants, en utilisant les chiffres :
l'ovule ; anthère jeune ; cellule mère ; sacs polliniques ; oosphère ; binucléée ; antipodes.

Exercice 2

La formation du grain de pollen passe par les étapes ci – dessous, placées dans le désordre :

- 1- grains de pollen ; 2- cellule mère des grains de pollen ; 3- tétraspores ; 4- stades deux cellules.**

Range ces étapes dans l'ordre chronologique de la formation des grains de pollen.

Exercice 3

Le tableau ci – dessous présente les cellules obtenues au cours de la formation des grains de pollen et leur ploïdie (nombre d'exemplaires de chromosomes).

CELLULES	PLOIDIE
Cellule mère des grains de pollen	•
mégaspore	• Haploïde (n)
tétraspores	•
grains de pollen	• Diploïde (2n)

Relie chaque cellule à la ploïdie qui convient.

Exercice 4

Pendant la préparation du devoir de niveau sur la reproduction chez les spermaphytes, ton camarade d'étude, absent pendant cette leçon, fait des recherches sur un site internet et découvre les images présentées par les figures 1 et 2 ci-dessous qui sont des phénomènes déterminants dans la formation des graines.

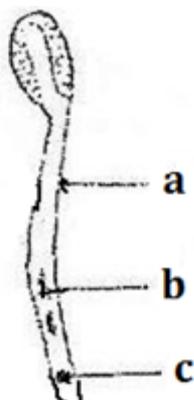


figure 1

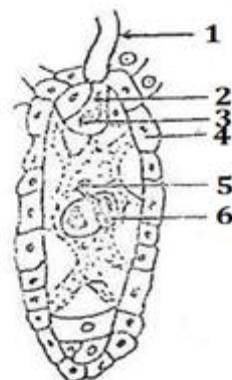


figure 2

Il te sollicite pour l'aider à comprendre l'importance de ces phénomènes dans la formation des graines chez les spermaphytes.

- 1- Nomme le phénomène présenté par chaque figure.
- 2- Annote correctement chaque figure, en utilisant les lettres et les chiffres.
- 3- Localise, dans une fleur, le phénomène présenté par chaque figure.
- 4- Explique la formation des graines à partir de ces figures.

**T^{le}D
CODE :
SVT
DURÉE : 10 H**

MON ÉCOLE À LA MAISON



THÈME : La transmission des caractères héréditaires

Leçon 11 : LA TRANSMISSION D'UN CARACTÈRE HERÉDITAIRE CHEZ L'HOMME

SITUATION D'APPRENTISSAGE

Dans le cadre d'une leçon portant sur la transmission des caractères héréditaires chez l'Homme, le professeur des SVT soumet à ses élèves de la Terminale, les résultats d'une enquête portant sur une anomalie dans une famille. Cette anomalie se caractérise par la présence de six orteils à chaque pied.



Pour comprendre la présence de l'anomalie de génération en génération dans cette famille, ces élèves décident d'expliquer la transmission d'un caractère héréditaire chez l'Homme.

CONTENU DE LA LEÇON

COMMENT UN CARACTÈRE HÉRÉDITAIRE SE TRANSMET-IL CHEZ L'HOMME ?

La présence d'un 6^{ème} orteil chez les membres d'une même famille, des grands parents aux petits enfants, montre que cette anomalie se transmet de génération en génération. On suppose alors que :

- un caractère héréditaire peut se transmettre chez l'Homme par un autosome ;
- un caractère héréditaire peut se transmettre chez l'Homme par un hétérosome.

I- UN CARACTÈRE HÉRÉDITAIRE SE TRANSMET-IL CHEZ L'HOMME PAR UN AUTOSOME ?

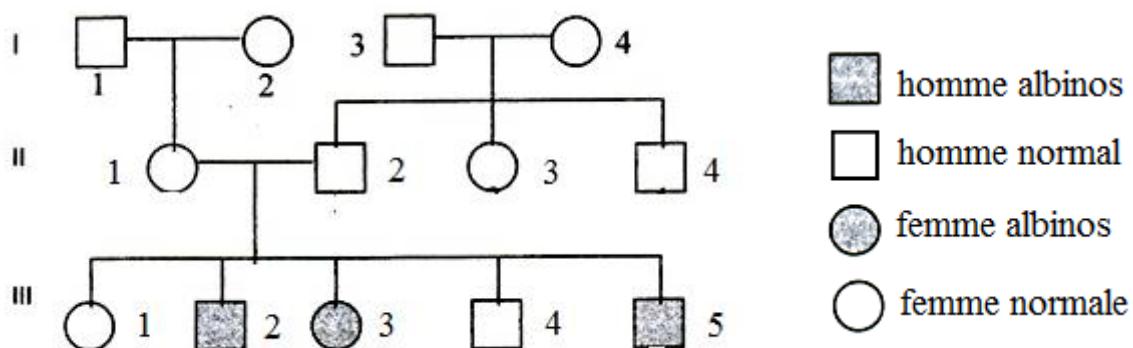
1) Cas de l'albinisme

1-1 Présentation d'une enquête sur l'albinisme

L'albinisme est un défaut de pigmentation dû à l'absence de synthèse de la mélanine par l'organisme.

Sur la base d'observations et de recueils d'informations sur cette anomalie dans une famille sur plusieurs générations, on a obtenu les résultats représentés par le pedigree ci-dessous.

1.2 Résultats



1.3 Analyse

- Le caractère étudié est l'albinisme qui se présente sous deux phénotypes : normal et albinos. Les parents II_1 et II_2 normaux ont donné naissance à des enfants albinos (III_2 ; III_3 et III_5)
- L'anomalie affecte aussi bien les garçons que les filles.

1.4 Interprétation

La présence des enfants ♂III_2 ; ♀III_3 et ♂III_5 albinos montre que leurs parents ♀II_1 et ♂II_2 qui sont apparemment normaux possèdent l'allèle de l'anomalie sous une forme masquée : ils sont hétérozygotes.

L'allèle albinos est donc récessif et l'allèle normal dominant.

Choix des symboles

Albinos : a

Normal : A

Le couple d'allèles est A/a.

- Supposons que l'allèle responsable de l'albinisme est porté par le chromosome sexuel X.

Considérons le couple ♀II_1 et ♂II_2 .

L'allèle de l'anomalie étant récessif, la femme II_1 est hétérozygote, son génotype est :



et l'homme **II₂** a pour génotype

Interprétation chromosomique

Parents :	♀ II_1	x	♂ II_2
Phénotypes :	[A]		[A]
Génotypes :	$\frac{\text{XA}}{\text{Xa}}$		$\frac{\text{XA}}{\text{Xa}}$
Gamètes :	50% $\frac{\text{XA}}{+}$		50% $\frac{\text{XA}}{+}$
	50% $\frac{\text{Xa}}{+}$		50% $\frac{-}{-}$

Échiquier de croisement

♀ II_1	♂ II_2	
♀ II_1	♂ II_2	

Bilan : ♀ 50% [A]

$\text{♂} \begin{cases} 25\% [\text{A}] \\ 25\% [\text{a}] \end{cases}$

Toutes les filles sont normales. Une moitié des garçons est normale et l'autre moitié albinos

Un tel couple ne peut donner de fille albinos ; or dans le pedigree, la fille **III₃** est albinos. L'allèle de l'albinisme n'est donc pas porté par le chromosome sexuel X mais par un autosome.

Les génotypes des individus sont les suivants :

♀II_1 et ♂II_2 ont pour génotype $\begin{array}{c} \text{A} \\ \hline \text{a} \end{array}$ [A];

♂III_2 , ♀III_3 , et ♂III_5 ont pour génotype $\begin{array}{c} \text{a} \\ \hline \text{a} \end{array}$ [a]

♂III_1 et ♂III_4 ont pour génotype $\begin{array}{c} \text{A} \\ \hline \text{a} \end{array}$ ou $\begin{array}{c} \text{A} \\ \hline \text{A} \end{array}$ [A]

1.5 Conclusion partielle

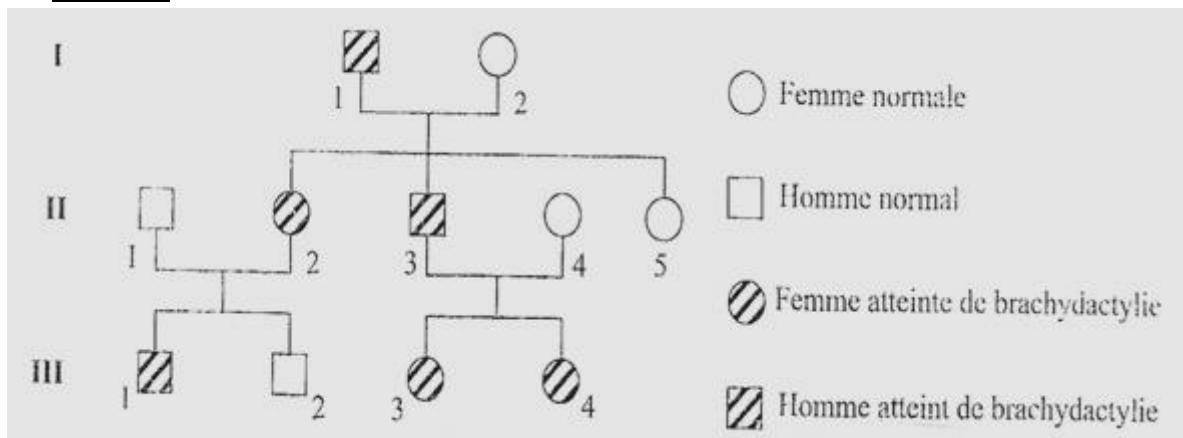
L'albinisme est une anomalie dont l'allèle est récessif et porté par un autosome.

2) Cas de la brachydactylie

2.1 Présentation d'une enquête sur la brachydactylie

La brachydactylie est une anomalie caractérisée par l'apparition de doigts ou d'orteils courts. Des observations et des recueils d'informations sur cette anomalie dans une famille sur plusieurs générations, ont permis d'obtenir les résultats représentés par le pedigree ci-dessous.

2.2 Résultats



2.3 Analyse

- Le caractère étudié est la brachydactylie qui se présente sous deux phénotypes : normal et atteint.

Les enfants atteints de la brachydactylie ont au moins l'un de leurs parents atteint.

- L'anomalie est présente dans toutes les générations.

2.4 Interprétation

- Les enfants atteints de la brachydactylie ont au moins un de leurs parents atteint, ce qui montre que l'allèle responsable de l'anomalie est dominant et l'allèle normal est récessif.

Choix des symboles

Normal : n

Atteint : N

Le couple d'allèles est N/n.

- Supposons que l'allèle responsable de la brachydactylie est porté par le chromosome sexuel X.

Considérons le couple I₁ et I₂

Interprétation chromosomique

Parents :	♂ I ₁	x	♀ I ₂
Phénotypes :	[N]		[n]
Génotypes :	X _N —		X _n — X _n
Gamètes :	50% X _N +		100% X _n —
	50% —		

Échiquier de croisement

♂ I ₁ ♀ I ₂	X _N — 50 % +	50% —
X _n 100% +	50% X _N — ♀ X _n [N]	50% X _n — ♂ [n]

Bilan : ♀ 50 % [N]

♂ 50 % [n]

Toutes les filles sont atteintes de l'anomalie. Les garçons sont normaux

Un tel couple ne peut donner naissance à un garçon atteint. Or dans le pedigree, le garçon II₃ atteint appartient à ce couple. L'allèle de la brachydactylie n'est donc pas porté par le chromosome sexuel X mais par un autosome.

Génotypes des parents

$$\frac{N}{\overline{\overline{n}}}$$

$$\frac{n}{\overline{\overline{n}}}$$

I_1 : | [N]

et I_2 [n] :

2.5 Conclusion partielle

La brachydactylie est une anomalie dont l'allèle est dominant et porté par un autosome.

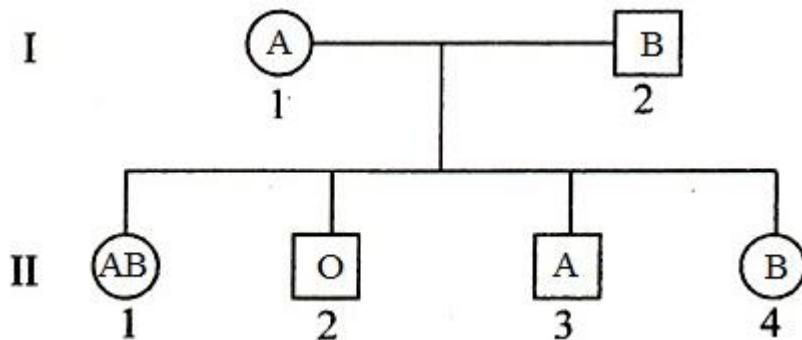
3) Cas des groupes sanguins

3.1 Présentation d'une expérience sur les groupes sanguins.

Les groupes sanguins du système ABO comportent trois allèles (A, B et O) qui déterminent les quatre groupes sanguins de ce système : groupe A, groupe B, groupe AB et groupe O. On réalise des tests de groupage sanguin dans une famille sur deux générations.

Les résultats obtenus sont représentés par le pedigree ci-dessous.

3.2- Résultats



3.3- Analyse

Dans la descendance du couple I_1 et I_2 ayant respectivement le groupe sanguin A et le groupe sanguin B, il apparaît deux enfants avec de nouveaux phénotypes: II_1 de groupe AB et II_2 de groupe O.

3.4- Interprétation

- La naissance de l'enfant II_1 de groupe AB montre que les deux allèles A et B se sont exprimés chez cet enfant. Aucun de ces allèles n'est dominant par rapport à l'autre. Les allèles A et B sont **codominants**.

L'enfant II_1 du groupe AB est **hétérozygote**. Il reçoit de son père l'allèle B et de sa mère l'allèle A.

- Le groupe O est apparu chez l'enfant II_2 , car l'allèle O qu'il a reçu de chaque parent est masqué chez ces derniers.

L'allèle O est donc **récessif** par rapport aux allèles A et B.

L'enfant II_2 a reçu de chaque parent l'allèle O. Il est homozygote récessif.

Le groupe A a pour phénotype [A].

Le groupe B a pour phénotype [B].

Le groupe AB a pour phénotype [AB].

Le groupe O a pour phénotype [O].

GÉNOTYPES DES INDIVIDUS

Le père **I₂** et la fille **II₄** de groupe B, ont pour génotype $\begin{array}{c} \text{B} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{O} \end{array}$ [B].

Le garçon **II₃** et la mère **I₁** de groupe B, ont pour génotype $\begin{array}{c} \text{A} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{O} \end{array}$ [A].

La fille **II₁** a pour génotype $\begin{array}{c} \text{A} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{B} \end{array}$ [AB].

Le garçon **II₂** a pour génotype $\begin{array}{c} \text{O} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{O} \end{array}$ [O].

3.5 – conclusion partielle

Les groupes sanguins du système ABO sont déterminés par trois allèles (polyallélisme). Parmi ces allèles, A et B sont codominants entre eux et dominants par rapport à l'allèle O.

4) Conclusion

Un caractère peut être gouverné par un couple d'allèles ou par plusieurs allèles portés par un autosome.

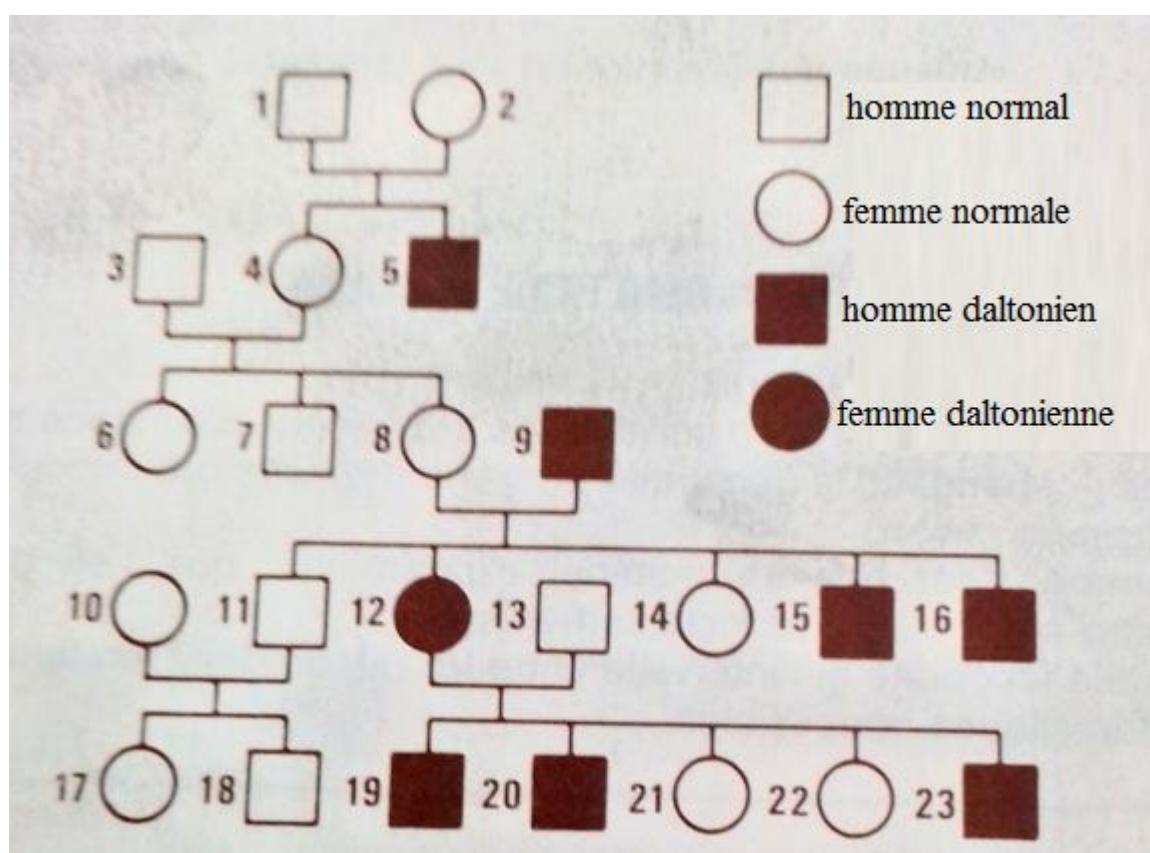
II – UN CARACTÈRE HÉRÉDITAIRE SE TRANSMET-IL CHEZ L'HOMME PAR UN HÉTÉROSOME ?

1- Présentation d'une enquête sur le daltonisme

Le daltonisme est une anomalie caractérisée par la confusion des couleurs rouge et verte.

Des observations et des recueils d'informations sur cette anomalie dans une famille sur plusieurs générations, ont permis d'obtenir les résultats représentés par le pedigree ci-dessous.

2- Résultats



3- Analyse

Le caractère considéré est le daltonisme qui se présente sous deux phénotypes : normal et daltonien.

- Les parents 1 et 2 normaux ont donné naissance à un enfant daltonien (5).
- Lorsqu'une femme est affectée, elle transmet l'anomalie à tous ses fils.

4- Interprétation

- L'enfant 5 daltonien est issu des parents **1** et **2** apparemment normaux. Ses deux parents possèdent l'allèle de l'anomalie sous une forme masquée. Ils sont hétérozygotes. L'allèle du daltonisme est récessif et l'allèle normal est dominant.

Choix des symboles

Daltonien : d

Normal : D

Le couple d'allèles est D/d.

- Supposons que l'allèle responsable du daltonisme est porté par le chromosome sexuel X.
- Interprétation chromosomique

Parents :	$\text{♀ } \overset{\circ}{\text{12}}$	x	$\text{♂ } \overset{\circ}{\text{13}}$
Phénotypes :	[d]		[D]
Génotypes :	X_d $\frac{\text{---}}{\text{---}}$ X_d		X_D $\frac{\text{---}}{\text{---}}$
Gamètes :	100% X_d $\frac{\text{---}}{+}$	50% X_D $\frac{\text{---}}{+}$	50% ---

Échiquier de croisement

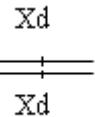
$\text{♂ } \overset{\circ}{\text{13}}$	X_D 50 % $\frac{\text{---}}{+}$	50% ---
X_d 100% $\frac{\text{---}}{+}$	$\text{♀ } \overset{\circ}{\text{12}}$ 50% $\frac{\text{---}}{+}$ X_d [D]	$\text{♂ } \overset{\circ}{\text{13}}$ 50% $\frac{\text{---}}{+}$ X_d [d]

Bilan : ♀ 50% [D]
50% [d]

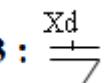
Tous les garçons sont atteints de l'anomalie.

Un tel couple ne donne naissance qu'à des garçons daltoniens. Les résultats obtenus concordent avec ceux du pedigree. L'allèle du daltonisme est donc porté par le chromosome sexuel X : il est lié au sexe.

Génotypes des individus

12 : 

13 : 

19, 20 , 23 : 

21 , 22 : 

5- Conclusion

Le daltonisme est une anomalie dont l'allèle est récessif et porté par un hétérochromosome.

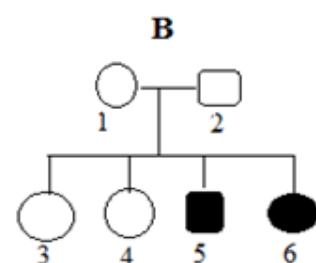
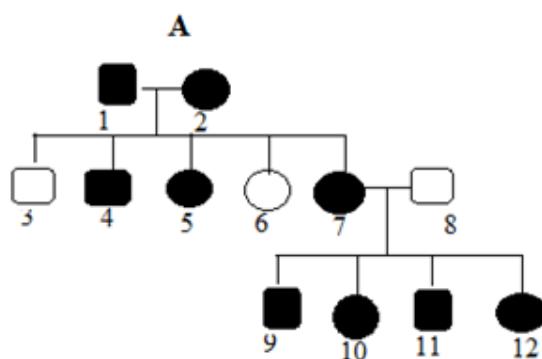
CONCLUSION GÉNÉRALE

Un caractère héréditaire peut se transmettre chez l'Homme par un autosome ou par un hétérochromosome.

EVALUATIONS

Exercice 1

Les pedigrees ci-dessous montrent la transmission de deux maladies dans deux familles A et B.



LÉGENDE

	homme malade		homme sain
	femme malade		femme saine

En t'appuyant sur ces pedigrees, écris **vrai** ou **faux** devant chacune des affirmations suivantes :

1- L'allèle responsable de la maladie du pedigree A est :

- a- récessif;
- b- dominant;
- c- autosomal;
- d- lié au sexe

2- L'allèle responsable de la maladie du pedigree B est :

- a- récessif;
- b- dominant;
- c- autosomal;
- d- lié au sexe

3- les individus 1 et 2 du pedigree A sont :

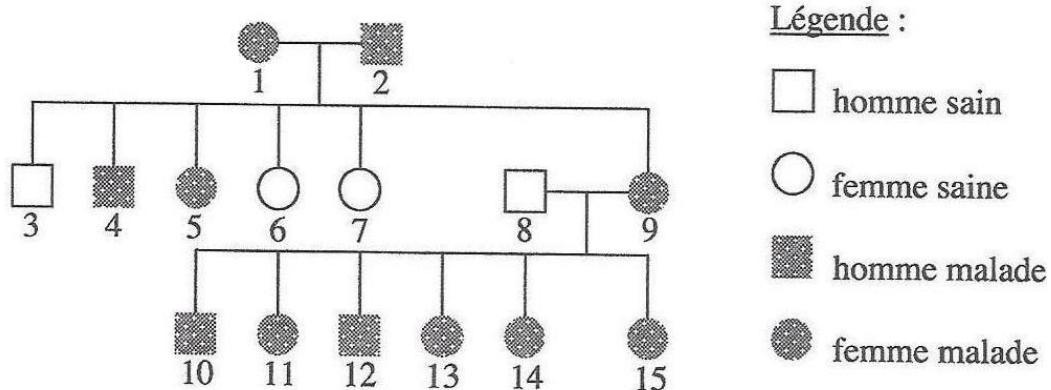
- a- hétérozygotes;
- b- homozygotes récessifs;
- c- homozygotes dominants

4- les individus 1 et 2 du pedigree B sont :

- a- hétérozygotes ;
- b- homozygotes récessifs ;
- c- homozygotes dominants ;

Exercice 2

Dans le cadre de la préparation du devoir de niveau sur la génétique humaine, tu travailles avec un élève d'une autre classe de terminale. Il te présente l'arbre généalogique d'une famille dont certains membres sont atteints d'une maladie caractérisée par la présence de petits nodules colorés sur le visage.



Il sollicite ton aide pour l'exploitation de cet arbre généalogique.

- 1- Montre par un raisonnement logique la dominance ou la récessivité de l'allèle responsable de cette maladie.
- 2- Détermine la nature du chromosome qui porte l'allèle responsable de cette maladie.
- 3- Écris le génotype de chacun des individus suivants : 1, 2, 4 et 6.
- 4- Détermine le génotype exact de la femme 9, à partir d'un échiquier de croisement.

T^{le}D CODE : SVT DURÉE : 15 H	MON ÉCOLE À LA MAISON	 <small>MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE, DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE</small>
--	------------------------------	--

THÈME : La transmission des caractères héréditaires

Leçon 12 : LA TRANSMISSION DE DEUX CARACTÈRES HÉRÉDITAIRES CHEZ LES ÊTRES VIVANTS

SITUATION D'APPRENTISSAGE

Les membres de la coopérative de ton lycée élèvent des lapins. Ils accouplent un mâle et une femelle tous deux au pelage noir et aux yeux noirs. Dans leur descendance ils remarquent qu'un des lapereaux a un pelage blanc et des yeux rouges.

Pour mieux comprendre ce phénomène, les membres de la coopérative, en classe de terminale D, décident alors d'expliquer le mode transmission de deux caractères à la fois.

CONTENU DE LA LEÇON

COMMENT LA TRANSMISSION DE DEUX CARACTÈRES HÉRÉDITAIRES SE FAIT-ELLE ?

L'observation d'un élevage de lapins montre que les lapereaux présentent au moins deux caractères de leurs géniteurs.

On suppose alors que :

- la transmission simultanée de deux caractères héréditaires se fait par des chromosomes différents.
- la transmission simultanée de deux caractères héréditaires se fait par le même chromosome.

I- LA TRANSMISSION SIMULTANÉE DE DEUX CARACTÈRES HÉRÉDITAIRES SE FAIT-ELLE PAR DES CHROMOSOMES DIFFÉRENTS?

1- Présentation d'expériences

On réalise divers croisements avec des pois.

Premier croisement :

On croise des pois à graines lisses et jaunes, avec des pois à graines ridées et vertes.

Deuxième croisement :

Les graines lisses et jaunes récoltées à l'issue du premier croisement sont semées ; elles germent et engendrent des plants qui fleurissent. Leurs pollens fécondent leurs propres pistils (autofécondation).

Troisième croisement :

On croise des graines lisses et jaunes obtenues à l'issue du premier croisement avec des graines ridées et vertes.

2- Résultats

Premier croisement :

On obtient uniquement des graines lisses et jaunes (F_1).

Deuxième croisement :

On récolte :

3057 graines lisses et jaunes
1021 graines lisses et vertes
1012 graines ridées et jaunes
341 graines ridées et vertes

Troisième croisement :

On obtient :

496 graines lisses et jaunes
507 graines lisses et vertes
496 graines ridées et jaunes
500 graines ridées et vertes

3- Analyse

Dans ces croisements on a la transmission de deux caractères : c'est un cas de dihybridisme.

Les caractères étudiés dans ces croisements sont:

- le caractère « couleur des graines » qui se présente sous deux phénotypes : jaune et vert.
- le caractère « aspect des graines » qui se présente sous deux phénotypes : ridé et lisse.

Premier croisement :

Les pois croisés sont de phénotypes différents pour chaque caractère et donnent une descendance homogène composée de graines lisses et jaunes.

Deuxième croisement

Les pois croisés sont tous issus de la F_1 et donnent une descendance hétérogène dans les proportions suivantes :

Étude caractère par caractère :

- Caractère « aspect des graines » (calcul de la fréquence expérimentale de chaque phénotype)

$$\text{Lisse} : \frac{(3057 + 1021) \times 100}{5431} = 75,09 \% \approx 75 \% \quad \text{soit } 3/4$$

$$\text{Ridée} : \frac{(1012 + 341) \times 100}{5431} = 24,91 \% \approx 25 \% \quad \text{soit } 1/4$$

On obtient une descendance en ségrégation 3/4 ; 1/4 au niveau des phénotypes.

- Caractère « couleur des graines » (calcul de la fréquence expérimentale de chaque phénotype)

Nombre total des graines : $3057 + 1012 + 1021 + 341 = 5431$

$$\text{Jaune} : \frac{(3057 + 1012) \times 100}{5431} = 74,92 \% \approx 75 \% \quad \text{soit } 3/4$$

$$\text{Vert} : \frac{(1021 + 341) \times 100}{5431} = 25,08 \% \approx 25 \% \quad \text{soit } 1/4$$

On obtient une descendance en ségrégation $3/4$; $1/4$ au niveau des phénotypes.

Troisième croisement

Les pois croisés sont un hybride de la F₁ et un parent ridé et vert. La descendance est hétérogène.

Étude caractère par caractère:

- Caractère « aspect des graines » (calcul de la fréquence expérimentale)

$$\text{Lisse} : \frac{(496 + 507) \times 100}{1999} = 50,17 \% \approx 50 \% \quad \text{soit } 1/2$$

$$\text{Ridée} : \frac{(496 + 500) \times 100}{1999} = 49,82 \% \approx 50 \% \quad \text{soit } 1/2$$

On obtient une descendance en ségrégation $1/2$; $1/2$ au niveau des phénotypes

- Caractère « couleur des graines » (calcul de la fréquence expérimentale de chaque phénotype)

$$\text{Jaune} : \frac{(496+496) \times 100}{1999} = 49,62 \% \approx 50 \% \quad \text{soit } 1/2$$

$$\text{Vert} : \frac{(500 + 507) \times 100}{1999} = 50,37 \% \approx 50 \% \quad \text{soit } 1/2$$

On obtient une descendance en ségrégation $1/2$; $1/2$ au niveau des phénotypes.

4-Interprétation des résultats

Premier croisement

La descendance F₁ est homogène. Les parents croisés sont donc de race pure ou de lignée pure. Ils sont donc homozygotes pour chacun des caractères.

On déduit que :

les phénotypes lisse et jaune qui s'expriment sont **dominants**.

les phénotypes ridé et vert qui sont masqués sont **récessifs**.

Deuxième croisement

- Caractère « aspect des graines »

La ségrégation 3/4 et 1/4 obtenue montre que :

- le caractère « aspect des graines » est gouverné par un couple d'allèles avec dominance complète.
- le phénotype lisse qui s'exprime à la fréquence 3/4 est dominant et le phénotype ridé qui s'exprime à la fréquence 1/4 est récessif.

Choix des symboles :

Ridé : **r**

Lisse : **R**

Le couple d'allèles est **R/r**

Les génotypes des pois croisés :  et 

- Caractère « couleur des graines ».

La ségrégation 3/4 et 1/4 obtenue montre que :

- le caractère « couleur des graines » est gouverné par un couple d'allèles avec dominance complète.
- le phénotype jaune qui s'exprime à la fréquence 3/4 est dominant et le phénotype vert qui s'exprime à la fréquence 1/4 est récessif.

Choix des symboles :

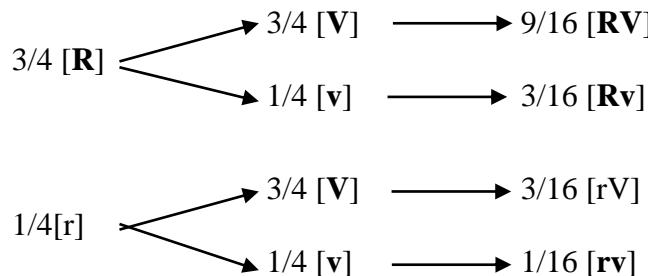
Vert : **v**

Jaune : **V**

Le couple d'allèles est **V/v**

Les génotypes des pois croisés :  et 

Recherche de la ségrégation des deux couples d'allèles.



Test de l'hypothèse d'indépendance

Phénotypes observés	Effectifs observés	Hypothèse d'indépendance	
		Ségrégation	Effectifs théoriques attendus
[RV]	3057	9/16	$9/16 \times 5431 = 3054,93$
[Rv]	1021	3/16	$3/16 \times 5431 = 1018,31$
[rV]	1012	3/16	$3/16 \times 5431 = 1018,31$
[rv]	341	1/16	$1/16 \times 5431 = 339,43$
Total	5431		

Les effectifs théoriques attendus sont statistiquement identiques aux effectifs observés.
Les couples d'allèles **R/r** et **V/v** sont situés sur des chromosomes différents : ils sont donc **indépendants**.

Troisième croisement

- Caractère « aspect des graines »

La ségrégation 1/2 et 1/2 obtenue montre que :

- le caractère « aspect des graines » est gouverné par un couple d'allèles avec dominance complète.
- le croisement a été réalisé entre un hétérozygote (F_1) et un homozygote récessif. Ce croisement est aussi un **test cross**.

Les génotypes des pois croisés :  et 

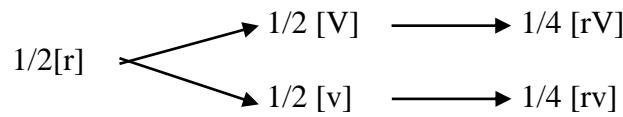
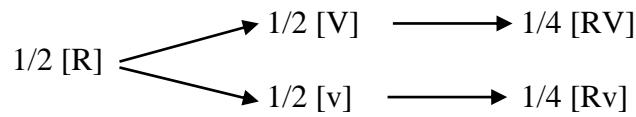
- Caractère « couleur des graines »

La ségrégation 1/2 ; 1/2 obtenue montre que :

- le caractère « couleur des graines » est gouverné par un couple d'allèles avec dominance complète.
- le croisement a été réalisé entre un hétérozygote (F_1) et un homozygote récessif : un tel croisement est appelé **croisement test** ou **test-cross**.

Les génotypes des pois croisés :  et 

Recherche de la ségrégation des deux couples d'allèles.



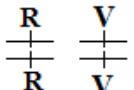
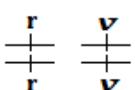
Test de l'hypothèse d'indépendance

Phénotypes observés	Effectifs observés	Hypothèse d'indépendance	
		Ségrégation	Effectifs théoriques attendus
[RV]	496	1/4	$1/4 \times 1999 = 499,75$
[Rv]	507	1/4	$1/4 \times 1999 = 499,75$
[rV]	496	1/4	$1/4 \times 1999 = 499,75$
[rv]	501	1/4	$1/4 \times 1999 = 499,75$
Total	1999		

Les effectifs théoriques attendus sont statistiquement identiques aux effectifs observés.

Les deux couples d'allèles **V/v** et **R/r** sont donc **indépendants**.

On peut donc écrire les génotypes des parents.

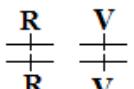
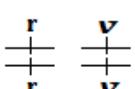
Génotypes :  

Vérification : interprétation chromosomique des résultats

Premier croisement :

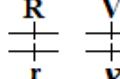
Pois croisés : $P_1 \times P_2$

Phénotypes : [RV] \times [rv]

Génotypes :  

Gamètes : 100 %     100 %



Fécondation : 100 %   [RV]

Deuxième croisement :

Pois croisés : F₁ × F₁

Phénotypes : [RV] [RV]

Génotypes : 

Gamètes : 25% ou 1/4 **R** **V** **R** **V** 25 % ou 1/4

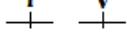
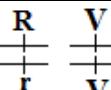
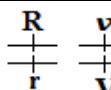
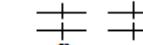
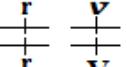
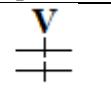
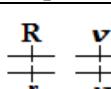
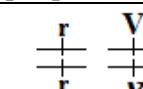
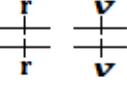
25% ou 1/4 **R** **v** **R** **v** 25 % ou 1/4

25% ou 1/4 **r** **V** **r** **V** 25 % ou 1/4

25% ou 1/4 **r** **v** **r** **v** 25 % ou 1/4

Échiquier de croisement

$\gamma F1$	$\gamma F1$	$1/4 \quad \begin{array}{c} R \\ + \\ V \end{array}$	$1/4 \quad \begin{array}{c} R \\ + \\ v \end{array}$	$1/4 \quad \begin{array}{c} r \\ + \\ V \end{array}$	$1/4 \quad \begin{array}{c} r \\ + \\ v \end{array}$
$1/4 \quad \begin{array}{c} R \\ + \\ V \end{array}$		$\begin{array}{c} R \\ + \\ V \end{array}$			
		$1/16 [RV]$	$1/16 [RV]$	$1/16 [RV]$	$1/16 [RV]$
$1/4 \quad \begin{array}{c} R \\ + \\ v \end{array}$		$\begin{array}{c} R \\ + \\ v \end{array}$			
		$1/16 [RV]$	$1/16 [Rv]$	$1/16 [RV]$	$1/16 [Rv]$

$\frac{1}{4}$ 				
	$1/16$ [RV]	$1/16$ [RV]	$1/16$ [rV]	$1/16$ [RV]
$\frac{1}{4}$ 				
	$1/16$ [RV]	$1/16$ [Rv]	$1/16$ [rV]	$1/16$ [rv]

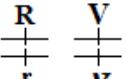
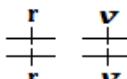
On obtient le bilan suivant:

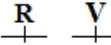
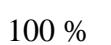
$9/16$ [RV] ; $3/16$ [Rv] ; $3/16$ [rV] ; $1/16$ [rv].

Troisième croisement :

Pois croisés : F_1 \times P_2

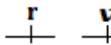
Phénotypes : [RV] [rv]

Génotypes :  

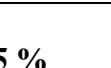
Gamètes : 25 %   25 %   100 %

25 %  

25 %  

25 %  

Échiquier de croisement

γF_1	γP_2	100 %	
25 % 	25 % 	25 %	[RV]
25 % 	25 % 	25 %	[Rv]
25 %		25 %	[rV]

25 %	25 % [rv]

On obtient le bilan suivant:

25% [RV] ; 25% Rv] ; 25% [rV] ; 25% [rv].

5-Conclusion

La transmission simultanée de deux caractères héréditaires peut se faire par deux chromosomes différents.

II-LA TRANSMISSION SIMULTANÉE DE DEUX CARACTÈRES HÉRÉDITAIRES SE FAIT-ELLE PAR LE MÊME CHROMOSOME ?

1-Présentation d'expériences

Dans cette expérience, on veut connaître le mode de transmission des caractères « couleur du corps » et « longueur des ailes » chez la drosophile.

Pour cela, on réalise trois (3) croisements entre des drosophiles mâles et femelles.

Premier croisement :

On croise une drosophile de souche sauvage à corps gris et aux ailes longues avec une drosophile de souche mutante à corps noir et aux ailes vestigiales.

Deuxième croisement :

On croise une femelle de la F1 avec un mâle à corps noir et aux ailes vestigiales

Troisième croisement :

On croise une femelle de la F1 avec un mâle de la F1.

2- Résultats

Premier croisement :

Toutes les drosophiles de la F1 ont un corps gris et des ailes longues.

Deuxième croisement :

On dénombre :

421 drosophiles à corps gris et aux ailes longues,

78 drosophiles à corps gris et aux ailes vestigiales,

79 drosophiles à corps noir et aux ailes longues,

422 drosophiles à corps noir et aux ailes vestigiales.

Troisième croisement :

On obtient :

719 drosophiles à corps gris et aux ailes longues,

44 drosophiles à corps gris et aux ailes vestigiales,

46 drosophiles à corps noir et aux ailes longues,

216 drosophiles à corps noir et aux ailes vestigiales.

3- Analyse

Dans ces croisements les caractères étudiés sont :

- le caractère « couleur du corps » qui se présente sous deux phénotypes : gris et noir.
- le caractère « longueur des ailes » qui se présente sous deux phénotypes : long et vestigial.

Premier croisement

Les drosophiles croisées sont de phénotypes différents et donnent une descendance homogène composée de drosophiles à corps gris et aux ailes longues.

Deuxième croisement

Etude caractère par caractère

Nombre total de drosophiles : $421 + 78 + 79 + 422 = 1000$

➤ Caractère « couleur du corps »

$$\text{Gris : } \frac{(421 + 78)}{1000} \times 100 = 49,9\% \underset{\sim}{=} 50\% \text{ soit } 1/2$$

$$\text{Noir : } \frac{(79 + 422)}{1000} \times 100 = 50,1\% \underset{\sim}{=} 50\% \text{ soit } 1/2$$

On obtient une descendance en ségrégation $1/2 ; 1/2$ au niveau des phénotypes

➤ Caractère « longueur des ailes »

Calcul des proportions de chaque phénotype

$$\text{Long : } \frac{(421 + 79)}{1000} \times 100 = 50\% \text{ soit } 1/2$$

$$\text{Vestigial : } \frac{(78 + 422)}{1000} \times 100 = 50\% \text{ soit } 1/2$$

On obtient une descendance en ségrégation $1/2 ; 1/2$ au niveau des phénotypes.

Troisième croisement

Etude caractère par caractère

Nombre total de drosophiles : $719 + 44 + 46 + 216 = 1025$

➤ Caractère « couleur du corps »

Calcul des proportions de chaque phénotype

$$\text{Gris : } \frac{(719 + 44)}{1025} \times 100 = 74,44\% \underset{\sim}{=} 75\% \text{ soit } 3/4$$

$$\text{Noir : } \frac{(46 + 216)}{1025} \times 100 = 25,56\% \underset{\sim}{=} 25\% \text{ soit } 1/4$$

On obtient une descendance en ségrégation $3/4 ; 1/4$ au niveau des phénotypes.

➤ Caractère « longueur des ailes »

Calcul des proportions de chaque phénotype

$$\text{Long : } \frac{(719 + 46)}{1025} \times 100 = 74,63\% \underset{\sim}{=} 75\% \text{ soit } 3/4$$

$$\text{Vestigial : } \frac{(44 + 216)}{1025} \times 100 = 25,37\% \approx 25\% \text{ soit } 1/4$$

On obtient une descendance en ségrégation 3/4 ; 1/4 au niveau des phénotypes.

4-Interprétation des résultats

Premier croisement

La descendance F1 étant homogène :

- les drosophiles croisées sont de race pure. Elles sont donc homozygotes pour chacun des caractères.

- les phénotypes gris et long qui s'expriment dans la descendance sont dominants. Les phénotypes noir et vestigial qui sont masqués dans la descendance sont récessifs.

Deuxième croisement

- Caractère « couleur du corps »

La descendance en ségrégation 1/2 ; 1/2 permet de déduire que :

- le caractère « couleur du corps » est sous la dépendance d'un couple d'allèles avec dominance.
- les drosophiles croisées sont l'une hétérozygote et l'autre homozygote récessive : c'est un **test cross**

- Choix des symboles :

noir : n

gris : n^+

Le couple d'allèles est n^+/n

Les génotypes des drosophiles croisées sont :



- Caractère « longueur des ailes »

La descendance en ségrégation 1/2 ; 1/2 permet de déduire que :

- le caractère « longueur des ailes » est sous la dépendance d'un couple d'allèles avec dominance.

Choix des symboles :

vestigial : vg

long : vg^+

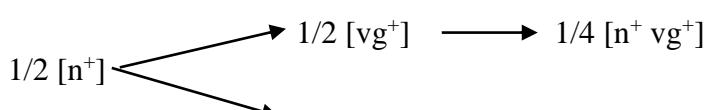
Le couple d'allèles est vg^+/vg

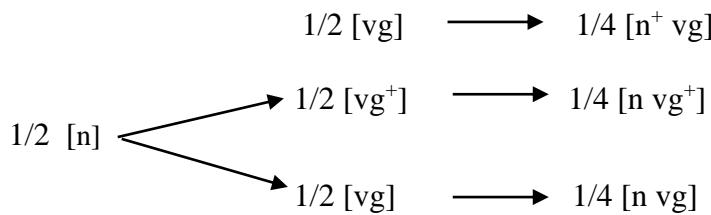
Les génotypes des drosophiles croisées sont :



Étude simultanée des deux caractères

- Recherche de la ségrégation des deux couples d'allèles





Test de l'hypothèse d'indépendance

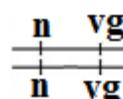
Phénotypes observés	Effectifs observés	Hypothèse d'indépendance	
		ségrégation	Effectifs théoriques attendus
[n ⁺ vg ⁺]	421	1/4	1000 x 1/4 = 250
[n ⁺ vg]	78	1/4	1000 x 1/4 = 250
[n vg ⁺]	79	1/4	1000 x 1/4 = 250
[n vg]	422	1/4	1000 x 1/4 = 250
Total	1000		

Les effectifs théoriques attendus sont statistiquement différents des effectifs observés.
Les couples d'allèles n⁺/n et vg⁺/vg ne sont pas indépendants ; ils sont donc liés c'est-à-dire portés par le même chromosome.

Détermination des génotypes des drosophiles croisées

Le croisement est réalisé entre un double hétérozygote et un double homozygote récessif.

Le double homozygote a pour génotype



alors que double hétérozygote a deux génotypes possibles : allèles en position cis

ou allèles en position trans.

On utilise les **doubles homozygotes récessifs** [n vg] du test d'indépendance pour déterminer la position des allèles et pour déterminer l'origine des gamètes :

Effectif observé de [n vg] = 422

Effectif théorique attendu de [n vg] = 250

L'effectif observé de [n vg] est supérieur à l'effectif théorique attendu de [n vg]. Le gamète

est donc d'origine parentale.

On en déduit que le double hétérozygote a les allèles en **position cis**.

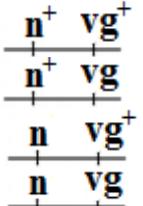
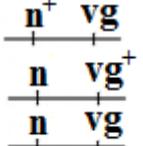
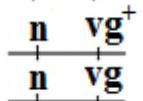
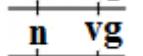
le génotype du parent double hétérozygote est ;

Détermination de la distance génétique

Les deux couples d'allèles étant liés, on détermine la distance qui les sépare appelée **distance génétique** (dg) exprimée en unité de recombinaison (UR) ou en centimorgan (CM).

Le croisement effectué étant un test-cross, les phénotypes de la descendance reflètent en qualité et en quantité les gamètes produits par l'individu double hétérozygote.

Le crossing-over étant un événement rare, on a :

- $[n^+ vg^+] : 421 > 250$ donc  est majoritaire et donc un gamète parental
- $[n^+ vg] : 78 < 250$ donc  est minoritaire et donc un gamète recombiné
- $[n vg^+] : 79 < 250$ donc  est minoritaire et donc un gamète recombiné
- $[n vg] : 422 > 250$ donc  est majoritaire et donc un gamète parental

La distance génétique est le pourcentage des gamètes recombinés. Dans le cas d'un test cross, sa détermination se fait par le calcul du pourcentage des phénotypes minoritaires.

$$dg (n^+/n - vg^+/vg) = \frac{(78 + 79)}{1000} \times 100 = 15,70 \% \text{ soit } 15,70 \% \text{ de recombinaison.}$$

$$dg (n^+/n - vg^+/vg) = 15,70 \text{ UR}$$

carte factorielle

La carte factorielle est la représentation linéaire de la distance génétique séparant deux couples d'allèles liés sur les chromosomes selon une échelle choisie.

Exemple : 0,5 cm \longleftrightarrow 1 UR
 $x \longleftrightarrow 15,70 \text{ UR}$
 $\longrightarrow x = \underline{15,70 \times 0,5} = 8 \text{ cm}$



Troisième croisement

➤ Caractère « couleur du corps »

La descendance en ségrégation 3/4 ; 1/4 permet de déduire que :

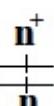
- Le caractère « couleur du corps » est sous la dépendance d'un couple d'allèles avec dominance complète.
- Le phénotype gris qui s'exprime à la fréquence 3/4 est dominant et le phénotype noir qui s'exprime à la fréquence 1/4 est récessif.

- Choix des symboles :

noir : n

gris : n^+

Le couple d'allèles est n^+/n

Génotypes des parents : 

➤ Caractère « longueur des ailes »

La descendance en ségrégation 3/4 ; 1/4 permet de déduire que :

- Le caractère « longueur des ailes » est sous la dépendance d'un couple d'allèles avec dominance complète.
- Le phénotype long qui s'exprime à la fréquence 3/4 est dominant et le phénotype vestigial qui s'exprime à la fréquence 1/4 est récessif.

Choix des symboles :

vestigial : vg

long : vg^+

Le couple d'allèles est vg^+/vg

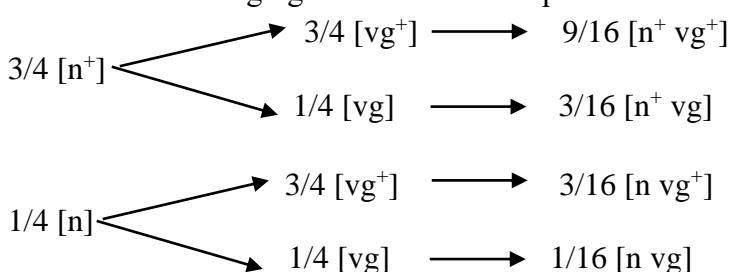
Génotypes des parents :

vg^+	
$+$	
vg	

Les drosophiles croisées sont toutes deux hétérozygotes

Étude simultanée des deux caractères

- Recherche de la ségrégation des deux couples d'allèles



Test de l'hypothèse d'indépendance

Phénotypes observés	Effectifs observés	Hypothèse d'indépendance	
		ségrégation	Effectifs théoriques attendus
[n ⁺ vg ⁺]	719	9/16	1025 x 9/16 = 576,56
[n ⁺ vg]	44	3/16	1025 x 3/16 = 192,18
[n vg ⁺]	46	3/16	1025 x 3/16 = 192,18
[n vg]	216	1/16	1025 x 1/16 = 64,06
Total	1025		

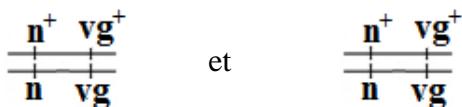
Les effectifs théoriques attendus sont statistiquement différents des effectifs observés.

Les couples d'allèles n⁺/n et vg⁺/vg ne sont pas indépendants ; ils sont liés.

Détermination des génotypes des drosophiles croisées

L'effectif observé de [n vg] (216) est supérieur à l'effectif théorique attendu de [n vg] (64,06). Les deux individus doubles hétérozygotes ont donc les allèles en **position cis**.

Les génotypes des parents du 3^{ème} croisement sont donc



Détermination de la distance génétique

Ce croisement n'est pas un test cross. Pour calculer la distance génétique, on détermine la fréquence des gamètes recombinés.

Sachant que la fréquence des gamètes recombinés + fréquence des gamètes parentaux = 1, on pose :

P la fréquence des gamètes recombinés. Dans ce cas, la fréquence des gamètes parentaux sera **1 - P**.

Croisement :	♀ F_1	x	♂ F_1	
Phénotypes :	[n^+ vg^+]		[n^+ vg^+]	
Génotypes :				
Gamètes :	$\frac{1-P}{2}$	gamètes parentaux	$\frac{1}{2}$	gamètes parentaux
	$\frac{1-P}{2}$		$\frac{1}{2}$	
	$\frac{1-P}{2}$	gamètes recombinés	Pas de crossing-over chez le mâle de la drosophile	

Pour calculer la distance génétique, on pose :

Fréquence observée de [n vg] = Fréquence théorique de [n vg]

$$\text{Fréquence observée de [n vg]} = \frac{\text{effectif de [n vg]}}{\text{Total}}$$

$$\frac{1-P}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{216}{1025} \implies \frac{1-P}{4} = \frac{216}{1025}$$

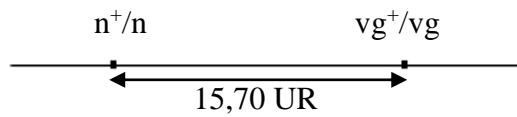
La valeur de P est de 0,157. On obtient la distance génétique en la multipliant par 100.

dg = P x 100 = 0,157 x 100 = 15,7% de recombinaison.

carte factorielle

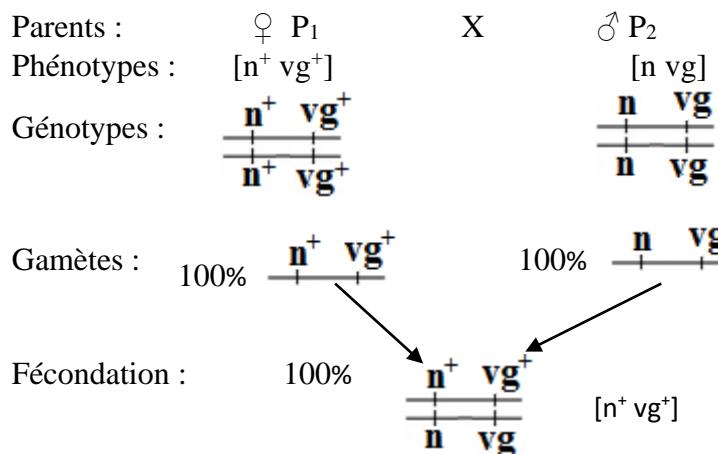
La carte factorielle est la représentation linéaire de la distance génétique séparant deux couples d'allèles liés sur les chromosomes selon une échelle choisie.

Exemple : 0,5 cm \longleftrightarrow 1 UR
 $x \longleftrightarrow 15,70$ UR
 $\longrightarrow x = 15,70 \times 0,5 = 8$ cm

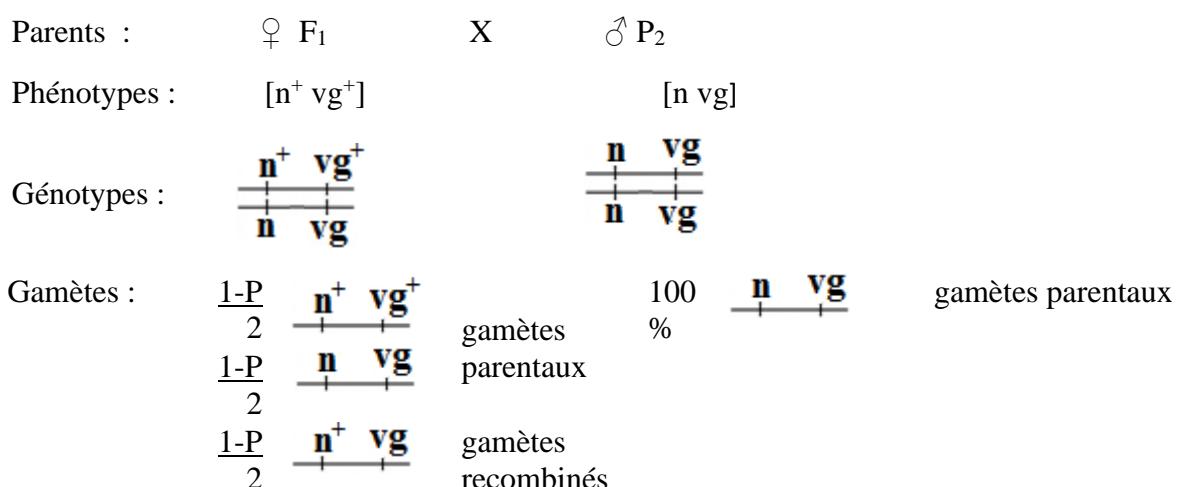


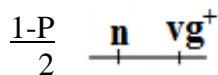
Interprétation chromosomique des résultats

Premier croisement



Deuxième croisement





Échiquier du croisement

♂ P_2	♀ F_1	42,1%	42,2%	7,8%	7,9%
100%		42,1% [n ⁺ vg ⁺]	42,2% [n vg]	7,8% [n ⁺ vg]	7,9% [n vg ⁺]

On obtient le bilan suivant:

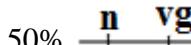
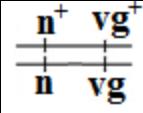
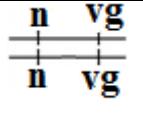
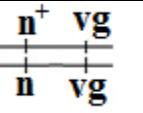
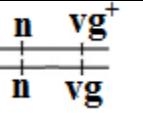
42,1% [n⁺ vg⁺]
42,2% [n vg]
7,8% [n⁺ vg]
7,9% [n vg⁺]

Troisième croisement

Parents ::	♀ F_1	X	♂ F_1
Phénotypes :	[n ⁺ vg ⁺]		[n ⁺ vg ⁺]
Génotypes	 		
Gamètes ::			
42,1%	gamètes parentaux	50%	gamètes parentaux
42,2%		50%	
7,8%	gamètes recombinés		
7,9%			

Échiquier du croisement

♂ P_2	♀ F_1	42,1%	42,2%	7,8%	7,9%
50%		21,05% [n ⁺ vg ⁺]	21,10% [n ⁺ vg ⁺]	3,9% [n ⁺ vg ⁺]	3,95% [n ⁺ vg ⁺]

 50%	 21,05%	 21,10%	 3,9%	 3,95%
$[n^+ \text{ vg}^+]$	$[n \text{ vg}]$	$[n \text{ vg}]$	$[n^+ \text{ vg}]$	$[n \text{ vg}^+]$

On obtient le bilan suivant:

$$[n^+ \text{ vg}^+] = 21,05 + 21,10 + 3,9 + 21,05 = 71,05\%$$

$$[n \text{ vg}] = 21,10\%$$

$$[n^+ \text{ vg}] = 3,9\%$$

$$[n \text{ vg}^+] = 3,95\%$$

5- Conclusion :

La transmission simultanée de deux caractères héréditaires peut se faire par un même chromosome.

CONCLUSION GÉNÉRALE :

La transmission simultanée de deux caractères héréditaires peut se faire par un même chromosome ou par deux chromosomes différents.

ÉVALUATION

EXERCICE 1 :

Le tableau ci – dessous propose des proportions phénotypiques et des types de croisement.

Proportions phénotypiques	Types de croisement
1- 100% d'individus ayant le même phénotype 2- $\frac{3}{4}$ d'individus ayant le phénotype dominant et $\frac{1}{4}$ d'individus ayant le phénotype récessif. 3- $\frac{1}{2}$ d'individus ayant le phénotype intermédiaire, $\frac{1}{4}$ et $\frac{1}{4}$ d'individus ayant les phénotypes parentaux. 4- $\frac{1}{2}$ d'individus ayant le phénotype dominant et $\frac{1}{2}$ d'individus ayant le phénotype récessif.	a- Croisement d'un hybride avec un individu récessif b- Croisement de deux individus de race pure c- Croisement de deux hybrides

Relie chaque proportion phénotypique au (x) type(s) de croisement qui convient, en utilisant les chiffres et les lettres.

EXERCICE 2

Pour préparer le devoir de génétique sur le dihybridisme, un de tes camarades de classe effectue des recherches. Il trouve dans un livre les résultats ci-dessous, d'une autofécondation de pied de maïs issus de grains lisses et jaunes.

- 3036 grains lisses et jaunes
- 1000 grains lisses et verts
- 1000 grains ridés et jaunes
- 320 grains ridés et verts

Il te sollicite pour préparer le devoir ensemble en exploitant ces résultats.

1-Identifie les caractères étudiés.

2-analyse les résultats du croisement.

3- interprète les résultats du croisement.

4-montre que les gènes sont indépendants.

5-Ecris le génotype des parents

T^{le}D CODE : SVT DURÉE : 5 H	MON ÉCOLE À LA MAISON	 <small>MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE, DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE</small>
---	------------------------------	--

Thème : les ressources minières

LEÇON 2 : L'exploitation des gisements miniers

I. SITUATION D'APPRENTISSAGE

Depuis quelques temps de nombreux camions chargés de « terre noire » passent près du Lycée Moderne d’Odienné en partance pour Abidjan. S’étant renseignés, les élèves apprennent que ceux-ci partent d’une mine de manganèse en exploitation depuis peu. Par la même occasion ils apprennent que les habitants du village abritant cette mine ont commencé à se plaindre du bruit assourdissant généré par l’exploitation de ladite mine. Curieux, ces élèves veulent comprendre l’exploitation des gisements miniers. Ils décident alors d’identifier les différentes méthodes de prospection et d’exploitation puis d’en déduire l’impact sur l’environnement et la qualité de vie.

II. CONTENU DE LA LEÇON

COMMENT L'EXPLOITATION DES GISEMENTS MINIERS SE FAIT-ELLE ?

La circulation de nombreux camions transportant de la « terre noire » en provenance d’une mine de manganèse, a permis de constater que ce gisement est en exploitation.

On peut alors supposer que :

- l’exploitation des gisements miniers se fait par des méthodes de prospection ;
- l’exploitation des gisements miniers se fait par différentes méthodes d’exploitation ;
- l’exploitation des gisements miniers se fait en provoquant des conséquences.

I- L'EXPLOITATION DES GISEMENTS MINIERS SE FAIT-ELLE PAR DES MÉTHODES DE PROSPECTION?

1- Présentation detexte.

Lisons un texte relatif aux différentes méthodes de prospection.

TEXTE

La prospection minière désigne un ensemble d'opérations qui sont exécutées depuis la recherche du premier indice jusqu'à l'évaluation du gisement. Elle associe la géochimie à la géophysique. Aussi distingue-t-on les méthodes directes et les méthodes indirectes.

Les méthodes directes.

- La prospection alluvionnaire.

Réalisée en lit vif, elle est facile, rapide et donne de bons résultats.

Elle consiste à rechercher les minéraux dans les sédiments des cours d'eau (rivière), par la technique de la « batée » : à l'aide d'un récipient (un pan, une calebasse) on lave les limons, les sables et les graviers. La loi hydrodynamique permet une séparation densimétrique, car les minéraux ont une densité qui les caractérise : celle de l'or est différente de celle de la magnétite.

- La prospection géochimique.

La géochimie est l'étude de la distribution des éléments chimiques dans l'écorce terrestre. Elle permet de déterminer la concentration des minéraux. Connaissant la dynamique externe, l'existence de polarité (cations- anions), on échantillonne les matériaux (eau, roches, sols, végétaux...).

La prospection géochimique se fait en trois phases :

On distingue:

*** les prélèvements.**

- les prises de sols qui sont effectuées sur la plupart des layons ou pistes à une profondeur de 30 à 40 cm et selon un espacement de 200 m ;
- les prises en alluvions qui sont effectuées tous les 2 km en moyenne dans le limon de berge des marigots levés ;
- les prélèvements de roches saines qui sont effectués sur les différentes formations géologiques, représentées dans la coupe.

*** la préparation des échantillons.**

Les échantillons sont désagrégés et séchés puis passés au tamis fin. Seul le sous tamis est conservé.

*** l'analyse des échantillons**

Elle se fait par des techniques de dosage appropriées à chaque minéral. Par exemple pour l'or (Au), l'attaque se fait par l'eau chlorée et le dosage par la rhodamine.

TEXTE (SUITE)

- La prospection géologique.

Elle consiste à examiner d'éventuelles minéralisations observables sur les affleurements, au cours des levés géologiques ensuite à prélever des échantillons (à l'aide de « marteaux »), à les analyser et à identifier leurs propriétés, et enfin à déterminer le type de roche encaissante.

Les méthodes indirectes.

C'est la prospection géophysique dont les méthodes correspondent chacune à une propriété physique ou mécanique des roches.

- La méthode électrique.

Elle est basée sur la conductibilité et la résistivité des roches (capacité à conduire le courant électrique). A l'aide d'appareils de mesure (quadripôle par exemple), on trace des contours isovaleurs pour la même résistivité.

- La méthode magnétique.

Dans cette méthode, on analyse les anomalies du champ magnétique terrestre moyen, apportées par la présence de concentrations ferromagnétiques ($\text{Fe}, \text{Co}, \text{Ni}, \text{FeO}, \text{Fe}_2\text{O}_3, \text{TiO}_2$). Les mesures effectuées permettent d'établir des cartes des intensités magnétiques.

- La méthode radiométrique.

Elle est basée sur la radioactivité des roches (propriété de certains éléments chimiques tels que le radium, l'uranium, etc. de se transformer spontanément en d'autres éléments, avec émission de divers rayonnements). Elle utilise un scintillomètre ou un compteur Geiger sur un certain nombre d'itinéraires. Des prélèvements géochimiques sont effectués sur chaque anomalie radioactive repérée.

- **La méthode de la sismique des réflexions** s'appuie sur le principe de l'écho : c'est à dire sur la propagation d'ondes générées artificiellement par des explosions ou des échos provoqués par des camions vibrateurs. L'enregistrement de ces ondes permet d'établir la structure du sous-sol.

Texte inspiré de :

*géologie structurale minière et énergétique de la Côte d'Ivoire, PARMEN novembre 1999
géologie objets et méthodes. Edition Février 1984.*

2- Résultats

La lecture révèle :

- Les **méthodes directes de prospection minière** : la prospection alluvionnaire, la prospection géochimique et la prospection géologique.
- Les **méthodes indirectes de prospection minière** : la méthode électrique, la méthode magnétique, la méthode radiométrique et la méthode de la sismique réflexion.

3- Analyse des résultats

Il existe plusieurs méthodes de prospection minières regroupées en deux grands types de méthodes de prospection en fonction de leur mode d'exécution.

Ce sont la méthode de prospection directe et la méthode de prospection indirecte.

4- Interprétation

La prospection désigne un ensemble d'opérations exécutées depuis la recherche du premier indice jusqu'à l'évaluation du gisement.

- Les **méthodes directes de prospection minière** sont celles qui sont utilisées directement sur les sites d'échantillonnage. Il s'agit :

- la **prospection alluvionnaire** consiste à rechercher les minéraux dans les cours d'eau (marigot), par la technique de la « batée ». Elle s'intéresse aux minéraux lourds qui se déposent dans les alluvions en fonction de leurs densités et de leurs duretés ;
- la **prospection géochimique** permet de déterminer la concentration des minéraux. Elle se fait en trois phases : des échantillons sont prélevés dans des sédiments de cours d'eau ou dans des sols ou dans des roches ; ils sont ensuite désagrégés et séchés puis passés au tamis fin. Seul le sous-tamis est conservé. Enfin, ces échantillons sont analysés par des techniques de dosage appropriées à chaque minéral. Pour l'or, l'attaque se fait à l'eau chlorée et le dosage par la rhodamine ;
- la **prospection géologique** consiste à examiner et à prélever des échantillons, à les analyser, à identifier leurs propriétés géologiques et à déterminer le type de roche encaissante. Elle a pour but de mettre en évidence des indices de minéralisation dans des formations géologiques.

- Les **méthodes indirectes de prospection minière** sont celles qui permettent d'élaborer des cartes sur les zones difficiles d'accès, il s'agit :

- la **méthode électrique** consiste à mesurer la conductivité et la résistivité des corps puis à tracer des contours isovaleurs pour la même résistivité ;
- la **méthode radiométrique** utilise un scintillomètre ou un compteur Geiger sur un certain nombre d'itinéraires permettant de déterminer la radioactivité de chaque affleurement ;
- la **méthode magnétique** analyse les **anomalies du champ magnétique** dues à la présence de **concentrations ferromagnétiques** et permet d'établir des cartes des intensités magnétiques ;
- la **méthode de la sismique réflexion** s'appuie sur la propagation d'ondes générées par des explosions ou des échos provoqués par des camions vibrateurs. L'enregistrement de ces ondes permet d'établir la

structure dusous-sol.

5- Conclusion

L'exploitation des gisements miniers se fait par des méthodes de prospection qui peuvent être directes ou indirectes.

Activité d'application

Le tableau ci-dessous présentent des méthodes et les types de prospection.

Méthodes de prospection	Types de prospection
1- Prospection géochimique	a) Prospection indirecte
2- Prospection alluvionnaire	b) Prospection directe.
3- Prospection par sismique réflexion	

Associez chaque méthode de prospection au type de prospection qui convient en utilisant les chiffres et les lettres.

Corrigé

- 1 : b
2 : b
3 : a

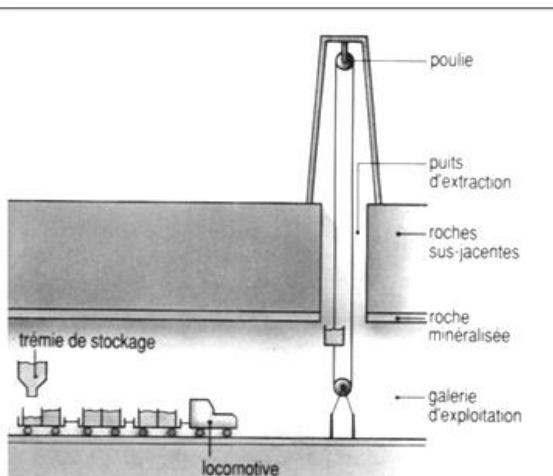
II- L'EXPLOITATION DES GISEMENTS MINIERS SE FAIT-ELLE PAR DIFFERENTES MÉTHODES D'EXPLOITATION ?

1- Observation

Observons un document montrant des méthodes d'exploitation des gisements miniers.



A. EXPLOITATION À CIEL OUVERT



B. EXPLOITATION SOUTERRAINE

2- Résultats

On distingue deux méthodes ou techniques d'exploitation des gisements miniers :

- l'exploitation à ciel ouvert
- l'exploitation souterraine.

3- Analyse des résultats.

L'exploitation minière consiste à extraire le mineraï du sol. Les méthodes d'exploitation utilisées sont :

- **l'exploitation à ciel ouvert** : ce type d'exploitation concerne les gisements affleurant en surface ou à faible profondeur (graviers, sables, granulats), les gisements stratiformes (charbons, phosphates, manganèse...), les gisements métallifères (Fer, Aluminium, Nickel...). Elle consiste à mettre à nu la zone minéralisée ou encore à élever les terrains stériles appelés « morts terrains », qui recouvrent généralement des gisements. Ce procédé est la **découverte** ;
- **l'exploitation souterraine** : ce type d'exploitation concerne les minerais qui sont en profondeur (mines d'or, de diamant...). Elle consiste à pénétrer dans la zone minéralisée au moyen de voies d'accès appelées galeries, creusées à partir de la surface.

4- Conclusion

L'exploitation des gisements miniers se fait soit à ciel ouvert soit par des galeries souterraines.

Activité d'application

Les propositions ci-dessous sont relatives à l'exploitation minière.

- a) L'exploitation à ciel ouvert convient aux gisements qui sont à de grandes profondeurs.
- b) La prospection alluvionnaire peut être utilisée pour tous les gisements secondaires.
- c) L'exploitation souterraine se fait après la mise à nu de la zone minéralisée par l'enlèvement des « morts terrains ».
- d) L'exploitation souterraine se fait à l'aide de tunnels ou de puits.

Répondez par vrai ou faux aux affirmations suivantes en utilisant les lettres.

Corrigé

a : Faux

c : faux

b : Faux

d : Vrai

III- L'EXPLOITATION DES GISEMENTS MINIERS SE FAIT – ELLE EN PROVOQUANT DES CONSÉQUENCES ?

1. Présentation de texte

Lisons un texte relatif à l'impact de l'exploitation minière sur l'environnement et la santé des populations.

TEXTE

Les projets miniers ont des impacts positifs sur les valeurs sociales. Le développement de l'exploitation minière :

- crée des richesses (gain financier pour les propriétaires terriens, commerce) ;
- crée des emplois, des routes, des écoles, des infrastructures sanitaires et financières ;
- augmente la demande de biens et services dans les régions éloignées et pauvres ;
- entraîne une diversité culturelle à cause de l'afflux de diverses populations.

Les projets miniers ont également des impacts négatifs sur les valeurs sociales. Ils peuvent créer de nombreux problèmes plus ou moins graves tels que le déplacement humain et la réinstallation, la migration et la diminution des moyens d'existence.

Le déplacement des communautés établies est une cause importante de ressentiments et de conflits associés aux grands développements miniers. Des communautés entières peuvent être déracinées et contraintes de s'établir ailleurs, souvent dans des colonies construites à cet effet et qui ne sont pas nécessairement de leur propre choix.

*SVT Sciences de la Vie et de la Terre, TD
Classiques Ivoiriens page 29*

2. Résultats

Le texte présenté révèle que l'exploitation minière a :

- Des impacts positifs : apport de richesse, apport de devises au pays, création d'emplois, d'écoles, de routes et de centres de santé...
- Des impacts négatifs : déplacement et réinstallation d'humains, diminution des moyens d'existence, conflits.

3. Analyse

L'exploitation des ressources minières contribue à l'amélioration de la qualité de vie des populations par la création d'emplois et d'infrastructures, l'entrée des devises, la richesse, l'augmentation des biens et des services. Elle favorise également la diversité culturelle.

Cependant, elle dégrade aussi fortement l'environnement par la déforestation ; la dégradation des sols, la pollution des eaux, la pollution de l'air, la dégradation de la couche d'ozone, le changement climatique et impacte négativement la qualité de la vie par des déplacements de populations, des migrations, l'affaiblissement des moyens d'existence, la dégradation de la santé de la population et des ressources culturelles.

4. Conclusion

L'exploitation des ressources minières se fait en provoquant des conséquences aussi bien positives que négatives sur l'environnement et sur la société.

Activité d'application

Les affirmations ci-dessous sont relatives à l'impact de l'exploitation minière sur la qualité de vie de la population.

L'exploitation minière :

- A - enrichit les sols et favorise une bonne agriculture,
- B – détruit la faune et la flore de la région,
- C – est source de création d'emplois dans la région,
- D – entraîne la pollution des eaux et de l'air,
- E – protège la région contre la désertification,
- F – protège la couche d'ozone en luttant contre les gaz à effet de serre.

Choisissez la ou les lettres correspondantes à la ou aux réponse(s) juste(s).

Corrigé

B C D

CONCLUSION GÉNÉRALE

L'exploitation minière s'appuie sur des méthodes de prospection et se fait selon différentes méthodes d'exploitation. Elle présente toutefois des conséquences positives comme négatives sur l'environnement et sur la société.

SITUATION D'ÉVALUATION

L'or est un métal précieux, très important pour les pays, sur le plan économique. Pour vous permettre de saisir l'impact de l'exploitation des gisements miniers sur l'environnement et sur l'homme, sous la direction de votre professeur des Sciences de la vie et de la Terre, votre classe visite un site d'exploitation d'or dont l'image est présentée par le document ci-dessous :



Votre groupe s'appuie sur ce document pour faire un compte rendu de cette sortie à l'ensemble de la classe

- 1-** Identifiez la méthode de prospection utilisée sur cette image.
- 2-** Décrivez cette méthode.
- 3-** Dégagez les impacts de ce type d'exploitation sur l'environnement et la santé de l'Homme.

CORRIGE

- 1- Identifions la méthode de prospection :** Il s'agit d'une prospection alluvionnaire.
- 2- Décrivons la méthode de prospection identifiée :** elle consiste à rechercher les minéraux dans les sédiments des cours d'eau par la technique de la " batée" : à l'aide d'un récipient (un pan, une calebasse)

on lave les limons, les sables et les graviers. La loi hydrodynamique permet une séparation densimétrique, car les minéraux ont une densité qui les caractérise : celle de l'or est différente de celle de la magnétite

3- Dégageons les impacts de ce type d'exploitation sur l'environnement et la santé de l'homme.

*Impacts positifs :

-Création d'emplois

-entrée de devises

-création d'infrastructures sociales, tels que les écoles, les routes, les centres de santé, les châteaux d'eau, etc...

*Impacts négatifs :

- déforestation et désertification

- dégradation des sols

- pollution des eaux, de l'air, des sols par les produits chimiques

-effet de serre par la destruction de la couche d'ozone.

-maladies respiratoires...

EXERCICES

ACTIVITE D'APPLICATION 1

L'exploitation de l'or a des impacts sur l'environnement et l'Homme. Quelques uns de ces impacts sont ci-dessous cités : **création d'emploi ; effet de serre ; pollution des eaux ; entrée de dévises dans les caisses de l'état; émission de gaz toxiques ; amélioration de la qualité de vie ; déforestation ; dégradation des sols ; destruction de la couche d'ozone.**

Range ces impacts dans le tableau ci – dessous.

IMPACTS POSITIFS	IMPACTS NEGATIFS

CORRIGE

Rangeons les impacts dans le tableau.

IMPACTS POSITIFS	IMPACTS NEGATIFS
création d'emploi ; entrée de dévises dans les caisses de l'état ; amélioration de la qualité de vie.	effet de serre ; pollution des eaux émission de gaz toxiques ; déforestation ; dégradation des sols ; destruction de la couche d'ozone

ACTIVITE D'APPLICATION 2

Les affirmations ci-dessous se rapportent l'exploitation minières.

1-L'exploitation à ciel ouvert consiste à mettre à nu la zone minéralisée.

2-L'exploitation souterraine est utilisée lorsque le gisement est à moins de 100m de profondeur.

3-Lors de l'exploitation à ciel ouvert, on définit le taux de découverte qui influence le pris de revient du minérai.

4-L'exploitation à ciel ouvert se fait au moyen de galeries.

Relève les affirmations justes, en utilisant les chiffres.

CORRIGE

Les affirmations justes sont : 1 ; 2.

ACTIVITE D'APPLICATION 3

Le tableau suivant présente des activités réalisées au cours de la prospection géochimique et les trois étapes de cette technique de prospection.

ACTIVITES	ETAPES
1. Concassage 2. Prise en alluvion 3. Séchage 4. Attaque à l'eau chlorée 5. Echantillon de roche saine 6. Dosage à la rodamine 7. Tamisage	A. Prélèvement de l'échantillon B. Préparation de l'échantillon C. Analyse de l'échantillon

Relie chaque activité à l'étape au cours de laquelle elle est menée.

CORRIGE

1-B

2- A

3- B

4 - C

5- A

6-C

7-B

SITUATION D'EVALUATION 1 :

Après votre succès au Baccalauréat série **D**, vous vous rendez dans votre région natale. Lors d'une réunion chez le chef du village, vous apprenez que des gisements d'or seront exploités incessamment non loin du village sur deux sites dont les caractéristiques sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

Le site A est un bassin sédimentaire, le long de la rivière à **200 m** du village.

Le site B est localisé dans un vieux massif de roche magmatique, en partie altérée jusqu'à **70 m** de profondeur et encore intact sur plusieurs dizaines de mètres.

Les exploitants ont laissé aux villageois les résultats de la première prospection effectuée.

Profondeur (en m)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
Teneur en or en g/t de terre	5,8	5,9	5,8	5,8	5,8	5,8	4,5	4	2,50	2,1	2,08	0,1	0,1	0,1	0	0

Les villageois qui ne comprennent pas ce document vous le présentent pour avoir plus d'informations.

En vous appuyant sur les données du tableau et sachant que la production d'or est rentable à partir de 3,63 g d'or par tonne de roche :

- 1) Décrivez la méthode de prospection qui a permis la découverte du gisement du site **A**.
- 2) Analysez les données du tableau.
- 3) a) Déduisez la limite à laquelle l'exploitation du gisement **B** est rentable.
b) Justifiez votre réponse.

Corrigé exercice 1 :

1) Décrivons la méthode de prospection qui a permis la prospection du site A

Elle consiste à rechercher les minéraux d'or dans les sédiments de la rivière par la technique de la « batée » : à l'aide d'un récipient (une calebasse), on lave les limons, les sables et les graviers. La loi hydrodynamique permet une séparation densimétrique qui révèle la présence de l'or : c'est la prospection alluvionnaire.

2) Analysons les données du tableau

Le tableau présente la teneur en or, en g/t de terre en fonction de la profondeur en mètre.

On note que plus la profondeur augmente de 0 à 130 m, plus la teneur en or diminue passant de 5,8 g/t à 0,1 g/t.

A partir de 140 m de profondeur la teneur en or s'annule.

3) Déduisons la limite rentable du gisement B :

Le gisement B est rentable jusqu'à 70 m de profondeur.

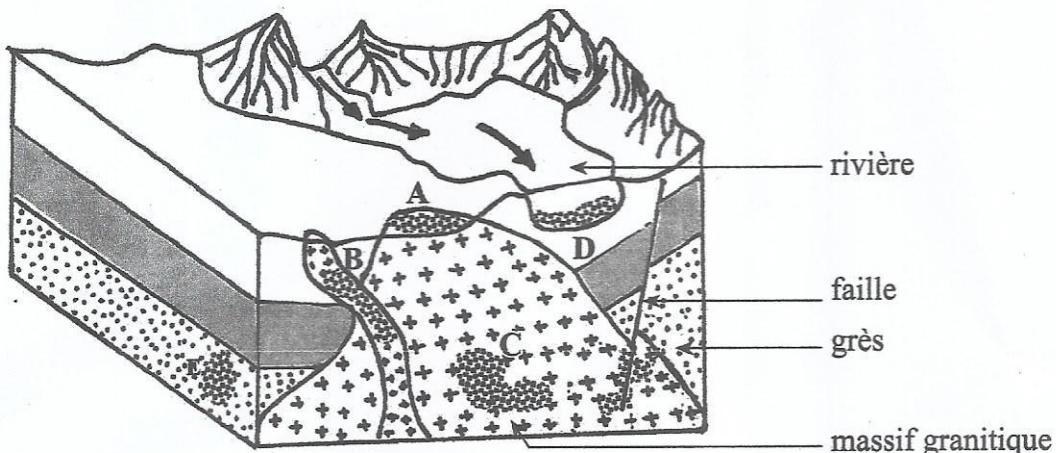
4) Justifions notre réponse

Le gisement B est rentable jusqu'à 70 m de profondeur parce qu'au-delà de cette profondeur la teneur en or est inférieure à la valeur seuil de rentabilité de 3,63 g /t, et l'exploitation nécessite l'utilisation de moyens couteux.

SITUATION D'EVALUATION 2 : Des gisements d'or ont été découverts dans certaines régions de la Côte d'Ivoire. Ton groupe de travail est chargé de présenter un exposé sur l'exploitation de ces gisements d'or. Pour ce faire, il se rend à la SODEMI pour recueillir des informations. Le responsable rencontré vous remet le document ci-dessous présentant des gisements d'or A, B, C et D qui selon lui s'exploitent différemment.

Pour une meilleure présentation de votre exposé.

- 1) Nommez tous les gisements présents sur le document en utilisant les lettres
- 2) Proposez la méthode de prospection convenable aux gisements **D** et **C**
- 3) Déduisez la méthode d'exploitation de ces deux gisements



CORRIGE

1) Nommons les gisements

- A** : gisement secondaire résiduel ou gisement d'altération
- B** : gisement filonien
- C** : gisement magmatique
- D** : gisement secondaire alluvionnaire ou placer

2) Proposons les méthodes de prospection

- gisement **D** : prospection alluvionnaire
- gisement **C** : prospection géologique

3) Déduisons la méthode d'exploitation

- gisement **D** : exploitation à ciel ouvert
- gisement **C** : exploitation souterraine

II. DOCUMENTS(Ressources pour approfondir la compréhension de la leçon)

-géologie structurale minière et énergétique de la Côte d'Ivoire, PARMEN novembre 1999
Géologie objets et méthodes. Edition Février 1984.

-SVT Sciences de la Vie et de la Terre, TD Classiques Ivoiriens page 29

https://www.google.ci/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiiw_ePxsryAhVC4OA_KHTQOAB4QFnoECAIQAQ&url=https%3A%2F%2Fwedocs.unep.org%2Fbitstream%2Fhandle%2F20.50.0.11822%2F22894%2Festimating_mercury_use_FR.pdf%3Fsequence%3D2%26isAllowed%3Dy&usg=AQvVaw1GF_rpJXiqq65rtvtK3QFJU

TleD CODE : SVT DURÉE : 5H	MON ÉCOLE À LA MAISON	
---	------------------------------	---

THEME : LA GESTION DES SOLS.

LECON 3: L'AMELIORATION ET LA PROTECTION DES SOLS

I. SITUATION D'APPRENTISSAGE

Deux élèves en classe de T^{le} D au Lycée moderne 1 de Bondoukou en congés de pâques au village assistent un matin à un règlement de conflits relatifs à l'exploitation des sols de moins en moins productifs entre des familles. Ces conflits sont récurrents dans le village. Chaque année à la même époque. Préoccupés et surtout soucieux d'aider les parents à résoudre définitivement ce problème de terre, ces élèves décident de s'informer sur quelques techniques d'amélioration et de protection des sols et de dégager les avantages d'une utilisation rationnelle des sols.

II. CONTENU DE LA LECON.

COMMENT PEUT-ON AMELIORER LA FERTILITE D'UN SOL?

Le règlement de conflits relatifs à l'exploitation des sols de moins en moins productifs a permis de constater que leur fertilité a besoin d'être améliorer.

- . On suppose donc que :
- On peut améliorer la fertilité d'un sol par des amendements.
- On peut améliorer la fertilité d'un sol par des techniques de protection.

I-PEUT-ON AMELIORER LA FERTILITE D'UN SOL PAR DES AMENDEMENTS ?

- **Cas de l'amendement chimique.**

1-Présentation d'expérience.

Le but de cette expérience est de mettre en évidence l'influence des engrais chimiques sur le rendement d'une parcelle, pour cela un Ingénieur agronome réalise des expériences d'épandage d'engrais chimiques (N, P, K) sur une parcelle dont la production est en baisse. Les résultats sont consignes dans le tableau ci-dessous.

2-Résultats

Doses d'engrais chimiques apportées (kg./ha)	50	100	150	200	250	300
Rendement(en quintaux/ha)	48	67	82,5	80	60	40

TABLEAU PRESENTANT LE RENDEMENT AGRICOLE EN FONCTION DES DOSES D'ENGRAIS APPORTES.

3-Analyse des résultats.

Le tableau présente les rendements de la parcelle en fonction des doses d'engrais apportées :

-De 50 à 150 kg/ha de doses d'engrais apportées le rendement augmente et atteint un maximum de 82,5qtx/kg à 150 kg/ha.

-Au-delà de 150 kg/ha de doses d'engrais le rendement diminue(de 60 à 40 kg/ha).

4-Interprétation

-L'augmentation du rendement est due au fait que les engrains chimiques apportés au sol enrichissent la réserve minérale de ce sol. En effet, ces éléments minéraux apportés sont directement assimilables par les plantes. Ce sont donc des éléments nutritifs parmi lesquels on a les engrains simples : N-P-K.

-Pour des doses très élevées, ces engrains chimiques deviennent toxiques pour les plantes.

Activité d'application

Les affirmations ci-dessous sont relatives à l'influence de l'engrais chimiques sur le rendement d'une culture :

1-l'apport d'engrais chimique améliore le rendement agricole.

2-les engrains chimiques rendent le sol fertile

3-une quantité trop élevée d'engrais chimique est bénéfique au sol et au plante d'où un bon rendement

4-À des doses élevées, l'engrais chimiques devient toxique pour le sol et les plantes d'où la baisse du rendement.

Répondez par vrai ou faux aux affirmations suivantes :

Corrigé

1-vrai

2-vrai

3-faux

4-vrai

5-Conclusion

On peut effectivement améliorer la fertilité d'un sol par apport d'engrais chimiques.

• Cas de l'amendement organique.

1-Présentation d'expérience.

Le but de cette expérience est de mettre en évidence l'influence des vers de terre sur la fertilisation des sols de forêt. Pour cela l'expérience ci-dessous a été faite :

Dans la fertilisation des sols de forêts, les vers de terre jouent un rôle très important. Ils perforent le sol, consomment la terre mélangée à de la matière organique et forment des excréments appelés

« turricules ». Le tableau ci-dessous donne la composition en sels minéraux d'un sol où vivent des vers de terre et celle d'un sol sans vers de terre.

2-Résultats

Sols Élémentsminéraux (u.a)	Sans vers de terre	Avec vers de terre
Calcium	1,990	2,79
Manganèse	0,162	0,492
Nitrate	0,004	0,022
Phosphore	0,009	0,067
Potassium	0,032	0,358

3-Analyse des résultats

En présence de vers de terre la teneur en éléments minéraux du sol est plus élevée que celle du sol sans vers de terre.

4-Interprétation

La teneur en élémentsminéraux dans le sol avec vers de terre est plus élevée parce que les vers de terre dans leur processus d'alimentation,décomposent la matière organique (animale et végétale) non assimilables directement par les plantes, ainsi les vers de terre à travers leurs déchets rejetés libèrent les sels minéraux (**c'est la minéralisation**) qui enrichissent le sol et que les plantes absorbent. La matière organique ainsi décomposée constitue l'engrais organique dont on distingue deux types :

-Les débris animaux et végétaux. Exemples : **la paille, le purin le fumier.**

-Les engrais verts : on appelle engrais vert une culture de végétation rapide à incorporer au sol qui la fait pousser pour améliorer sa fertilité. Les engrais verts favorisent la nutrition minérale, protègent et améliorent la structure du sol.

5-Conclusion partielle

On peut effectivement améliorer aussi la fertilité par apport d'engrais organiques.

Activité d'application

Le texte ci-dessous-ci-dessous est relatif à l'apport d'engrais organique.

- **Cas de l'amendement calcaire et humifère.**

1-Présentation d'expérience

Le but de cette expérience consiste à analyser les propriétés physiques, chimiques et biologiques d'un sol ainsi des études pédologiques réalisées sur un champ dont on a constaté que les rendements diminuent malgré des doses élevées de fertilisants apportées donnent les résultats suivants.

2-Résultats

	SOL
PH	4,5
Etat physico-chimique	Structure compacte, manque de granulation, très perméable à l'eau et à l'air, pas d'ions Ca^{2+} , beaucoup d'ions H^+ très peu d'humus
Etat biologique	Vie microbienne presque inexistante et absence de végétation.

3- Analyse

Ce sol possède :

- Une mauvaise propriété physique avec une structure non organisée, une texture non équilibrée, une mauvaise perméabilité à l'eau et à l'air.
- Une mauvaise propriété chimique avec un PH acide et absence de sels minéraux.
- Une mauvaise propriété biologique avec une activité biologique faible.
Ce sol n'est donc pas propice à l'agriculture.

4-Interprétation

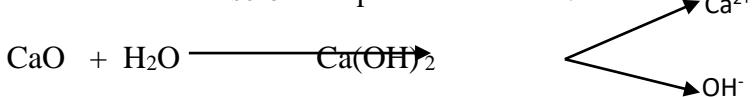
Ce sol est impropre à l'agriculture parce qu'il a perdu ses caractéristiques de fertilité. Il faut donc l'amender en lui emportant soit du calcium (**amendement calcaire**) soit de l'humus(**amendement humifère**)

- L'amendement calcaire

Faire l'amendement calcaire c'est apporter du calcium au sol qui permettra de floculer l'argile et l'humus pour former le complexe argilo-humique et de régulariser l'état ionique de ce sol.

-Exemple 1 : cas de la chaux vive(CaO).

Elle est réservée aux sols très acides et a un fort pouvoir tampon. Elle s'hydrate et se dissocie dans l'eau du sol selon l'équation suivante :



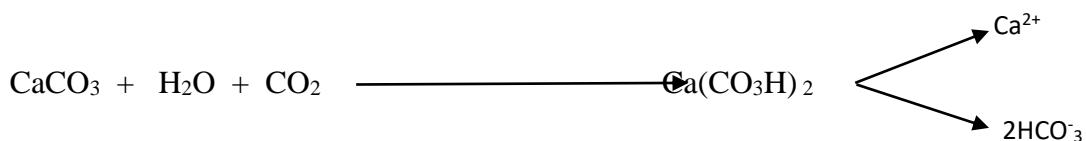
Les ions Ca^{2+} se fixent sur le complexe argilo-humique en échange d'ions H^+ , ce qui permet au sol d'avoir une structure organisée (structure grumeleuse).

Les ions OH^- se combinent aux ions H^+ libérés pour former de l'eau (H_2O).

Aucun résidu acide n'apparaît, le PH du milieu s'élève.

-Exemple 2 : cas du carbonate de calcium(CaCO_3).

Il convient aux sols légers (sableux). Les calcaires broyés finement sont attaqués par l'eau chargée de CO_2 et par des acides du sol pour se transformer en bicarbonate de calcium qui se dissocie.



Les ions Ca^{2+} se fixent sur le complexe argilo-humique en échange d'ions H^+ ce qui permet au sol d'avoir une structure organisée (structure grumeleuse).

Les ions HCO_3^- se combinent aux ions H^+ libérés pour l'acide carbonique (acide faible).

- L'amendement humifère

La présence de l'humus contribue à l'amélioration des propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols. Les amendements humifères servent de supports et d'aliments aux micro-organismes et sont la source de l'humus.

-Pour les propriétés physiques, l'humus s'associe à l'argile pour former le complexe argilo-humique qui soude les éléments sableux formant ainsi des agrégats stables responsables de la bonne perméabilité du sol à l'eau et à l'air.

-Pour les propriétés chimiques sa minéralisation va mettre à la disposition des plantes des éléments minéraux directement assimilables.

-Pour les propriétés biologiques l'humus sert de support et d'aliments aux micro-organismes qui améliorent la structure du sol, il contient aussi des activateurs de croissance qui stimulent l'alimentation minérale des plantes.

L'humus est une matière organique variée de couleur brune ou noirâtre de composition chimique mal définie qui résulte de la décomposition de matière organique d'origine exclusivement végétale.

5-Conclusion partielle.

On peut améliorer effectivement la fertilité d'un sol par amendement.

II-PEUT-ON AMELIORER LA FERTILITE D'UN SOL PAR DES TECHNIQUES DE PROTECTION ?

1-Présentation d'un texte.

Le texte est relatif aux différentes techniques culturales qui permettent de protéger et d'améliorer la fertilité du sol.

TEXTE

Pour protéger et améliorer la fertilité des sols, le paillage des surfaces à protéger ainsi que les pratiques de jachère et d'assolement présentent de nombreux avantages pour tous les sols agricoles. Enfin, bien que couteux les apports d'engrais améliorent considérablement le rendement à condition de les utiliser avec une juste mesure afin de sauvegarder les qualités écologiques de l'environnement. Pour lutter contre la dégradation, il faut faire le reboisement et l'engazonnement des terrains qui sont dénudés. Dans certaines zones cultivées, certaines pratiques permettent d'éviter la dégradation des sols. Il s'agit de réaliser sur les terrains pentus des terrassements.

TEXTE ADAPTE

2-Résultats

Le texte est relatif aux techniques de protection des sols que sont :

- le paillage des surfaces,
- la jachère
- l'assolement ou culture en rotation.
- le terrassement
- l'engazonnement ou plantes de couverture.

3-Analyse

La protection des sols est assurée par la mise en œuvre de plusieurs techniques

- le paillage consiste en la mise en place d'une couverture de matière végétale morte (paille) pour enrichir un sol et le protéger contre la battance des pluies, l'érosion et l'insolation.-
- la jachère consiste à la mise au repos d'un sol pendant un certain temps afin de lui permettre de reconstituer naturellement sa fertilité.
- l'assolement ou rotation est une alternance de cultures n'ayant pas les mêmes besoins en éléments minéraux sur un même sol, dans le but d'assurer la conservation de la fertilité de ce sol en retardant son épuisement en éléments minéraux ;
- le terrassement consiste à faire des cultures en terrasse (en forme d'escaliers).Le terrain en pente est aménagé de sorte à avoir une succession de surfaces planes ou peu inclinées sur lesquelles on pratique les cultures. Il permet de lutter contre l'écoulement rapide des eaux.
- Les plantes de couverture ou engazonnements. Cette pratique consiste à recouvrir le sol par la mise en place d'une plante de couverture qui le protège contre l'érosion et reconstitue la faune et la flore de ce sol.

4-Conclusion partielle

On peut effectivement améliorer la fertilité d'un sol par des techniques de protection.

Activité d'application

Le tableau ci-dessous présente des techniques culturales et leur effet sur le sol.

TECHNIQUES CULTURALES	EFFET SUR LE SOL
1- Assolement	a- Apporte immédiatement des sels minéraux au sol
2- Jachère	b- Améliore les propriétés du sol
3- Paillage	c- Lutte contre la battance des gouttes de pluie et l'érosion
4- Amendement	d- Evite l'épuisement du sol
5- Apport engrais chimique	e- Reconstitue naturellement le sol

Associe chaque technique culturale à son effet sur le sol, en utilisant les chiffres et les lettres.

CORRIGE

- 1-e
2-d
3-c
4-b
5-a

CONCLUSION GENERALE

L'amélioration de la fertilité d'un sol peut se faire
-soit par apport d'engrais chimiques ou organiques.
-soit par amendements calcaires ou humifères.
-soit par la pratique de techniques de protection.

Ces différentes pratiques culturales permettent de conserver ou de reconstituer la fertilité d'un sol, ainsi La mise en pratique de toutes ces techniques culturales participe à la gestion rationnelle des sols et à la préservation de l'environnement.

SITUATION D'EVALUATION

Des élèves en vacances au village cultivent du riz sur des parcelles de terrain de leurs parents ayant déjà servi à la réalisation d'autres cultures. Les récoltes sont très mauvaises. Ils s'adressent à un agent de l'ANADER qui leur explique qu'il faut une technique culturelle adaptée pour avoir de bonnes productions. Pour ce faire, ce dernier met à leur disposition le tableau ci-dessous présentant des résultats de production de riz dans différentes conditions expérimentales.

Conditions de culture du riz	Sans engrais ni légumineuse (parcelle témoin)	Utilisation de 60 kg d'engrais azotés par ha	Emploi de légumineuse comme engrais vert
Rendement (kg/ha)	2100	3800	5900

Ne comprenant pas les résultats du tableau, ils te sollicitent pour les aider en vue de faire le choix de la technique culturelle qui leur convient.

- 1) Nommez les techniques culturales utilisées dans cette expérimentation.
- 2) Analysez les résultats.
- 3) Expliquez les résultats.
- 4) Déduisez la technique qui leur convient.

CORRIGE SITUATION D'EVALUATION

1-Nommons les techniques culturales utilisées

- L'amendement chimique par apport d'engrais azoté.
- L'amendement organique par apport d'engrais vert(les légumineuses).

2-Analysons les résultats

Le rendement du riz varie en fonction de la technique d'amélioration utilisée.

- La parcelle non améliorée (témoin) donne un rendement plus faible que les parcelles améliorées.
- Cependant, le rendement est meilleur avec l'engrais vert qu'avec l'engrais azoté (engrais chimique).

3-Expliquons les résultats.

La parcelle témoin est pauvre éléments minéraux assimilables par les plantes (notamment en azote). L'engrais azoté apporte des éléments minéraux aux plantes d'où l'augmentation du rendement. La légumineuse enrichit beaucoup plus le sol car elle apporte les éléments minéraux par deux processus :

-grâce à ses nodosités, elle fixe l'azote atmosphérique qu'elle met à la disposition des plantes ;
-sa décomposition et sa minéralisation par la faune du sol fournir des éléments minéraux et fertilise le sol.
C'est ce qui explique le meilleur rendement obtenu avec l'utilisation des légumineuses.

4- Déduisons la technique qui convient

De ce qui précède, la technique qui convient est l'amendement organique par apport d'engrais vert.

III-EXERCICES

ACTIVITE D'APPLICATION 1

Le tableau ci-dessous présente des techniques culturales et leurs descriptions.

Techniques culturales	Descriptions des techniques
1) Assolement	a) Mise en place de matière végétale morte sur le sol.
2) Jachère	b) Mise au repos d'un sol après la récolte en vue de la reconstitution de sa fertilité.
3) Paillage	c) Réalisation de bandes planes de culture établies en travers d'une pente.
4) Terrassement	d) Alternance de cultures n'ayant pas les mêmes besoins en éléments minéraux sur un même sol.

Associe chaque technique culturale à sa description en utilisant les chiffres et les lettres.

CORRIGE1

1- d 2 - b 3 - a 4 - c

ACTIVITE D'APPLICATION 2

Les affirmations ci-dessous sont relatives aux effets des techniques d'amélioration de la fertilité du sol.

- 1- Les engrains organiques sont minéralisés avant d'être assimilés.
- 2- L'amendement calcaire élève le pH des sols acides.
- 3- L'amendement humifère sert de support et d'aliments aux microorganismes du sol.
- 4- Les engrains organiques apportent uniquement de l'humus au sol.
- 5- Le paillage des surfaces lutte uniquement contre l'érosion.

Relève les affirmations justes en utilisant les chiffres.

CORRIGE 2

1-2-3-

ACTIVITE D'APPLICATION 3

Le texte ci-dessous est relatif aux intérêts de l'utilisation des engrais dans l'amélioration des sols.

Les engrais chimiques se présentent sous forme de **1** que l'on répand sur le sol. Ils se **2** dans la solution du sol dans laquelle ils libèrent des **3** directement assimilables par les plantes. Les engrais organiques sont des **4**. Mélangés au sol, ils sont **5** en éléments minéraux **6** par les plantes. L'effet des engrais chimiques est **7** mais il ne dure que le temps **8**.

Complète le texte avec les mots et groupes de mots suivants : **substances organiques ; sels ; d'une récolte ; dissolvant ; immédiat ; éléments minéraux ; utilisables ; transformés.**

Corrigé

1 =sels

2 = dissolvant

3 = éléments minéraux

4 = substances organiques

5 = transformés

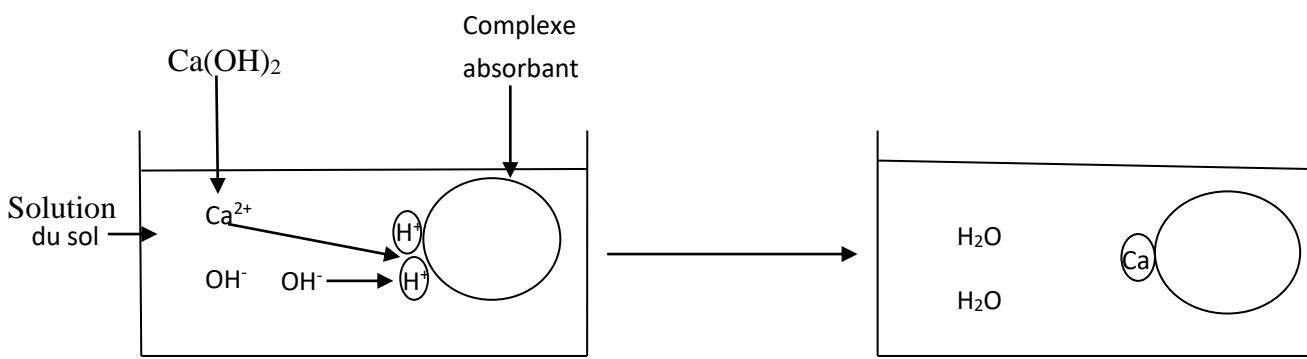
6 = utilisables

7 = immédiat

8 = d'une récolte

SITUATION D'EVALUATION 1

Deux élèves en classe de TleD se rendent à la bibliothèque de leur établissement pour des recherches sur la leçon de pédologie en vue de préparer leur devoir communal programmé par l'UP SVT. Au cours de leurs travaux, ils découvrent le document ci-dessous relatif à une technique culturale.



DOCUMENT

Eprouvant des difficultés à exploiter ce document, ils te sollicitent pour les aider :

- 1-Nomme la technique culturale illustrée par ce document.
- 2-Analyse ce document.

3-Explique le mécanisme d'action de cette substance.

4-Déduis son intérêt

CORRIGE SITUATION D'EVALUATION1

1-La technique culturale est l'amendement calcaire.

2-Le document présente 2 figures **a** et **b**, suivant la flèche la figure b est le résultat de la figure b.

Figurea : elle présente le complexe absorbant qui a fixé des ions H^+ . Ce complexe se trouve dans la solution du sol ayant reçu des Ca^{2+} et OH^- issus d'un apport de chaux.

Figureb : sur le complexe il y a un ion Ca^{2+} à la place des ions OH^- . Il y a de l'eau à la place des ions OH^- .

3-Explication du mécanisme

La chaux dans la solution du sol s'hydrate et se dissocie en ions Ca^{2+} et OH^- , les ions Ca^{2+} prennent la place des ions OH^- sur le complexe absorbant. Un ion Ca^{2+} remplace deux ions OH^- , ces derniers libérés se combinent aux ions H^+ pour former de l'eau.

4-Intérêt de cette technique.

Elle permet d'améliorer la fertilité du sol en réorganisant la structure du sol tout en faisant baisser son PH qui tend vers la neutralité.

SITUATION D'EVALUATION2

La coopérative de ton établissement bénéficie d'une parcelle cédée par le chef d'établissement en vue de produire des tomates. La première récolte est mauvaise. Les membres de la coopérative dont tu fais partie, consultent un agronome qui fait une analyse chimique du sol de la parcelle. L'agronome leur donne 2 tableaux dont le premier contient les résultats de l'analyse chimique du sol et le deuxième comportant les besoins en sels minéraux de quelques plantes culturales. Ces élèves qui sont majoritairement du premier cycle, ne comprennent pas l'utilité de ces tableaux.

Constituants minéraux	Azote(N)	Phosphore(P)	Potassium(K)
Quantité en (Kg/ha)	50	23,6	100

Tableau 1 : quantité d'ions minéraux du sol

Ions minéraux Plantes cultivées	Azote (N)	Phosphore (P)	Potassium (K)
Riz	46	5,23	10
Tomate	180	24,6	250
Coton	150	4,3	134
Banane	61,5	7,7	161

TABLEAU : Quantité d'ions minéraux absorbés par chaque plante (Kg/ha)

Ils te sollicitent, toi qui es en terminal, pour les aider à exploiter les résultats obtenus.

1. Relève le sel minéral le plus consommé par la tomate.
2. Justifie le mauvais rendement de la première culture de tomate.
3. a-Propose la culture la mieux adaptée à ce sol.
b-Justifie ta réponse
4. Propose une solution à tes camarades pour rentabiliser rapidement la culture de tomate sur ce sol.

CORRIGE SITUATION D'EVALUATION2

1. Relevons le sel minéral :

Le sel minéral le plus consommé par la tomate est le potassium.

2. Justifions le rendement :

La première récolte de tomate a eu un mauvais rendement car les besoins en sels minéraux de la plante de tomate sont supérieurs aux quantités disponibles dans le sol.

3. a-Proposons la culture adaptée :

La culture la mieux adaptée à ce sol est la culture de riz.

b-Justifions le choix :

C'est la culture de riz car les besoins en sels minéraux de la plante de riz sont supérieurs aux quantités disponibles dans le sol.

4. Proposons la solution :

Pour rentabiliser rapidement la culture de tomate, ils doivent faire un amendement chimique qui consiste à apporter de l'engrais NPK au sol qui augmente les composants chimiques du sol.

II. DOCUMENTS(Ressources pour approfondir la compréhension de la leçon)

-Document d'accompagnement pédologie.

-SVT3^e COL.Savane et forêt édi.CEDA.

-Méthodes du BAC SVT Edi.florilege.

