

LA STRUCTURE DE LA CELLULE

Activités

SITUATION-PROBLEME :

Moussa et Ali deux camarades de classe qui discutaient. Soudain Moussa change de sujet :

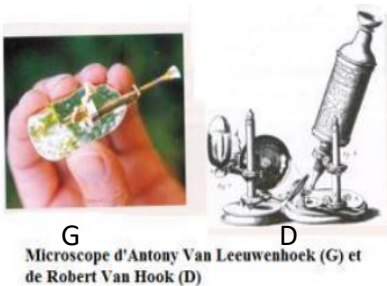
Moussa : Ali tu sais en lisant hier mon livre de biologie, j'ai appris que tous les êtres vivants sont composés des minuscules éléments appelés cellules ;

Ali : Ah bon ! c'est quoi une cellule ? Comment est-elle organisée ?

Moussa n'ayant de réponses à donner, alla demander son professeur qui lui donne des activités suivantes

Activité 1 : La théorie cellulaire (Histoire)

Les cellules ne peuvent pas être observées à l'œil nu en raison de leur très petite taille. L'histoire de la biologie cellulaire est donc étroitement liée au perfectionnement d'un appareil optique agrandissant : le microscope. Les premiers microscopes composés ont été mis au point à la fin du XVI^e siècle ce qui a activé les recherches sur les objets microscopiques. A partir de cette époque on peut résumer l'histoire de la biologie cellulaire comme suit :



L'anglais Robert Hooke (1665) propose, pour la première fois, le terme cellule (petite chambre) en observant des coupes de liège avec un microscope rudimentaire à une seule lentille (en fait des cellules végétales mortes).

Le hollandais Antony Van Leeuwenhoek (1674) décrit plusieurs micro-organismes vivants (protistes, bactéries).

Les allemands Mathias Schleiden et Theodor Schwann (1838-1839), suite à l'observation de multiples organismes animaux et végétaux, parviennent à la formulation **de la théorie cellulaire** à travers deux principes :

- ☐ **Principe 1 : Tous les organismes sont constitués d'une ou de plusieurs cellules.**
- ☐ **Principe 2 : La cellule est l'unité structurale de la vie.**

Louis Pasteur a par la suite réfuté la génération spontanée. La même année, **l'allemand Rudolph Virchow (1855)** a énoncé le 3^{ème} principe :

- ☐ **Principe 3 : Les cellules ne peuvent provenir que de la division d'une cellule préexistante.**

Consigne 1 : A partir du texte, du document 1 et de tes connaissances

1. Donne le nom de la branche de la biologie qui étudie la cellule.
2. Définis : une cellule et la théorie cellulaire.

Activité 2 : Etude de la structure et l'ultrastructure des cellules eucaryotes

Document 1 : La cellule observée au microscope optique (figure 1 et figure 2). Le microscope optique permet d'obtenir une image agrandie d'organismes vivants, invisible à l'œil nu. Comme le grossissement ne dépasse généralement pas 1500 fois, on ne peut pas distinguer les détails de la cellule. Pour identifier certaines structures, on utilise des colorants peu toxiques, dits vitaux.

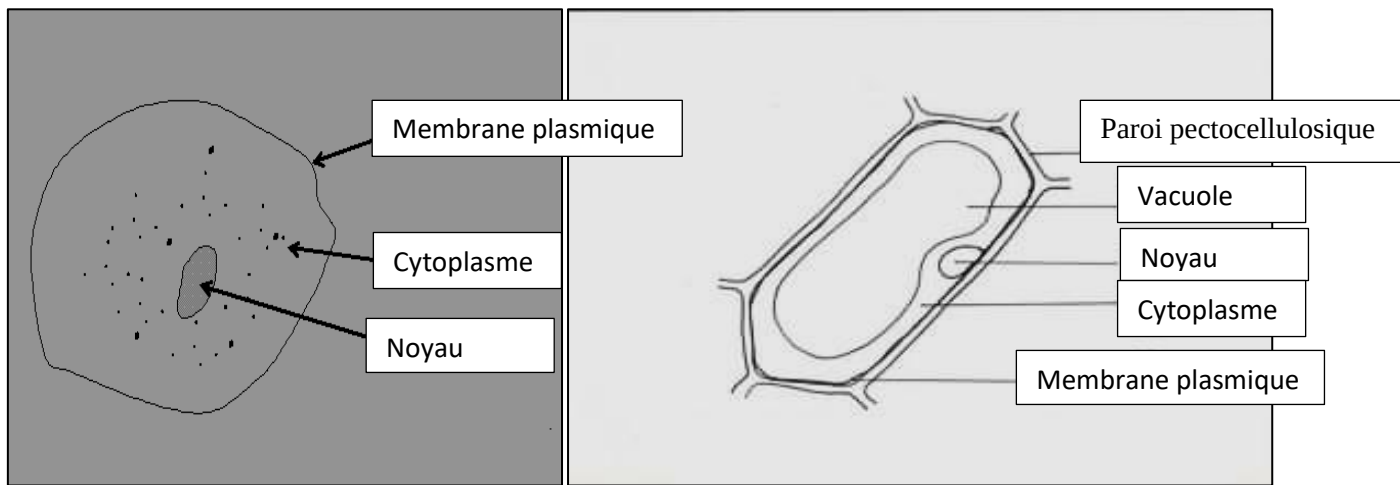
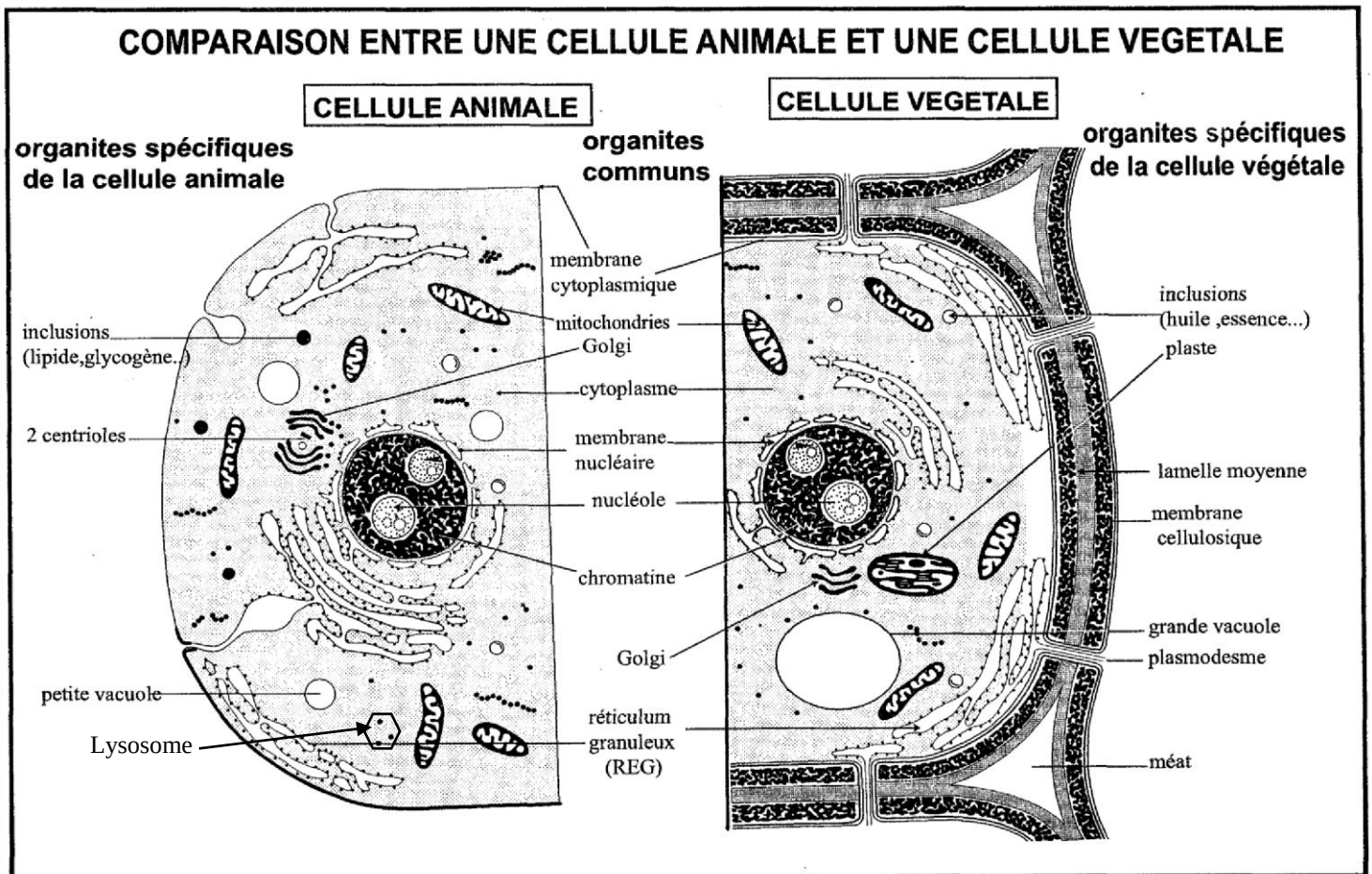


Figure 1 : Cellule animale

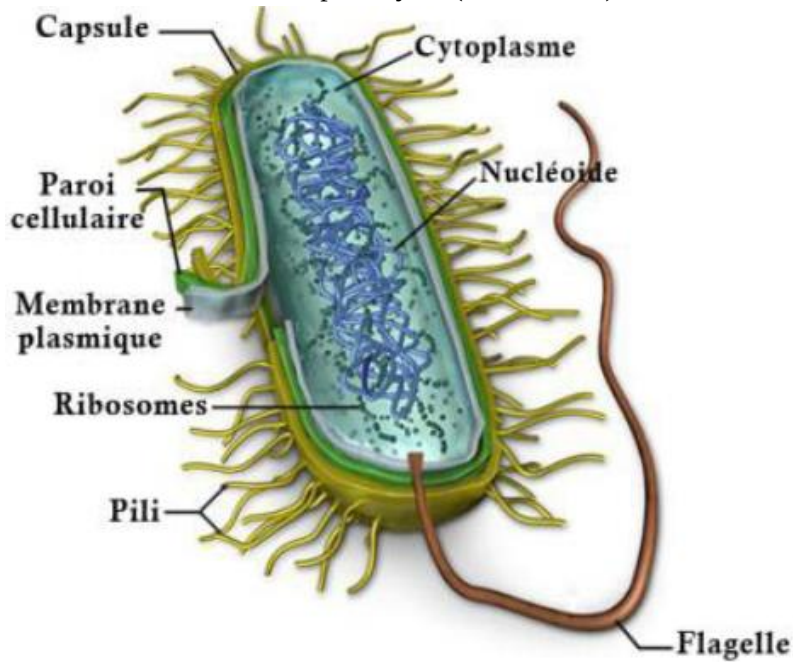
Figure 2 : Cellule végétale

Document 2 : Les cellules observées au microscope électronique

Le microscope électronique est plus performant que le microscope optique et permet d'observer les éléments de la cellule inaccessibles au microscope optique. Il permet des grossissements pouvant aller jusqu'à 500000 fois. Il permet d'observer ultrastructure de la cellule.



Document 3 : Ultrastructure d'une cellule procaryote (une bactérie)



Consigne 2 : A partir de figures et de vos connaissances

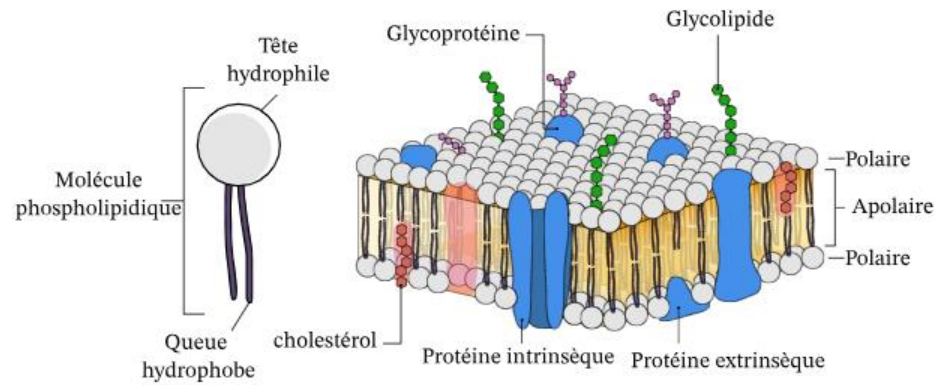
1. Définis un microscope, et cite les différents types de microscopes.
2. Donne les trois (3) parties indispensables d'une cellule.
3. A l'aide de ce tableau, compare la cellule animale à la cellule végétale.

Caractéristiques de la Cellule Animale	Caractères communs	Caractéristiques de la Cellule Végétale

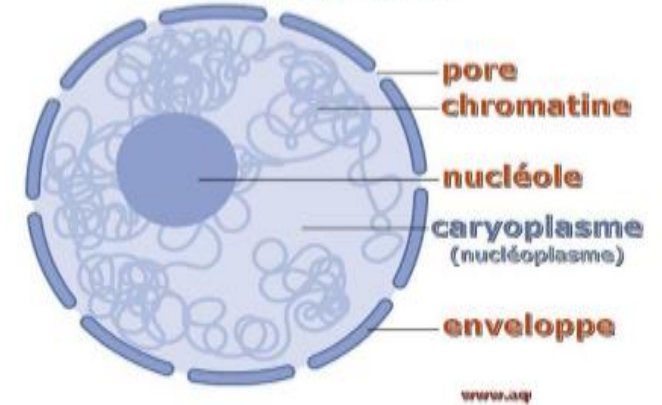
4. Compare la structure et l'ultrastructure.
5. Définis un organe cellulaire et cite les organites cellulaires.
6. Cite les différents types de cellule et compare-les selon les données suivantes : organisme, ADN, chromosome, taille, organites, noyau.

Ultrastructure de quelques constituants cellulaires

Membrane plasmique



noyau (nucléus)



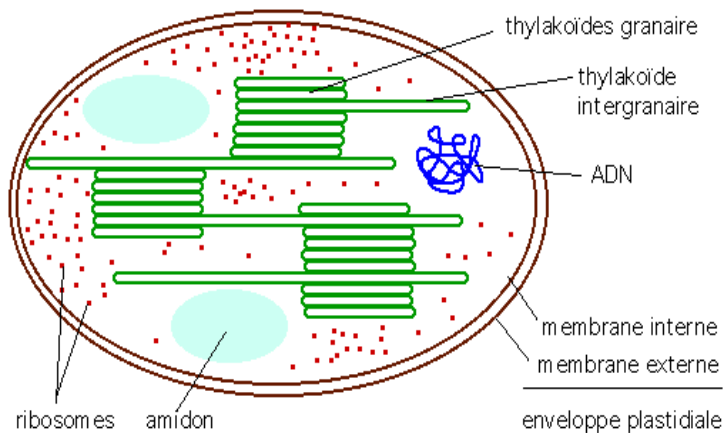
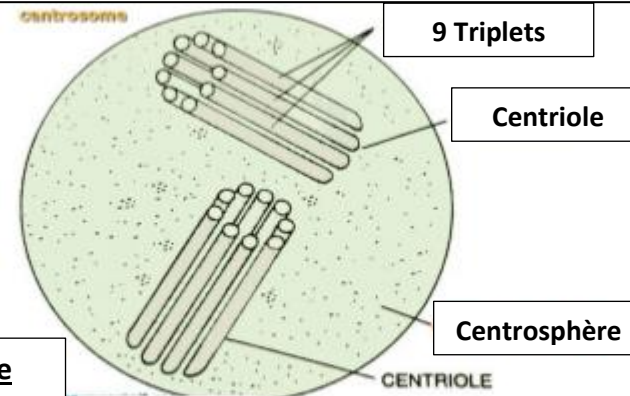
bourgeonnement
de vésicules

vésicules
golgiennes

sacculs golgiennes

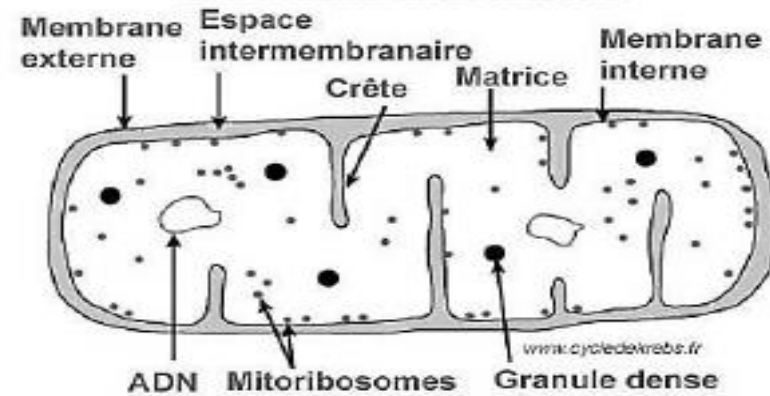
Appareil de Golgi

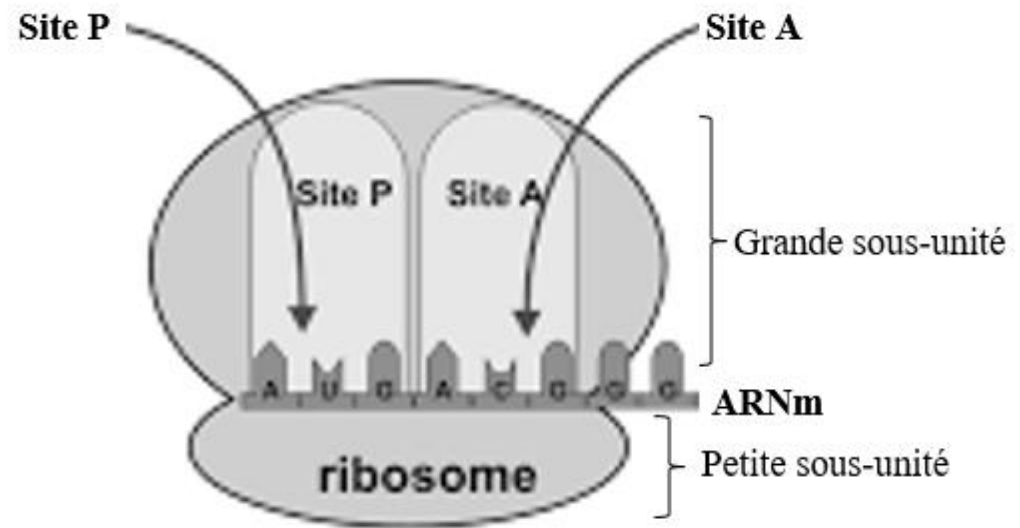
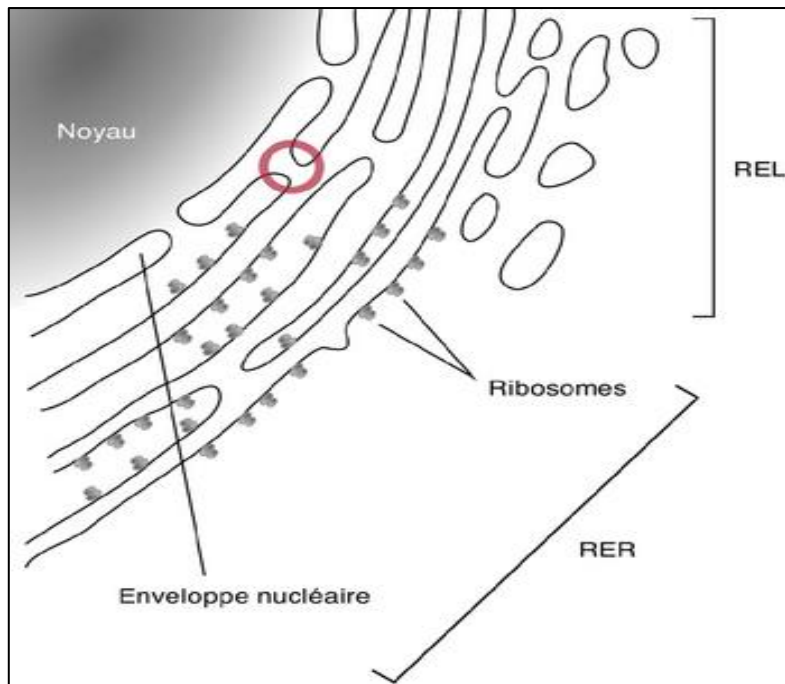
Centrosome



Chloroplaste

La mitochondrie





SYNTHESE GENERALE

1. La théorie cellulaire :

a) **Enoncé** : après la découverte de la cellule, il a été établi que "toute cellule dérive d'une cellule préexistante". Cette théorie est l'une des plus importantes dans le domaine de la science. Elle a trois (3) principes :

□ **Principe 1** : Tous les organismes sont constitués d'une ou de plusieurs cellules.

□ **Principe 2** : La cellule est l'unité structurale de la vie.

□ **Principe 3** : Les cellules ne peuvent provenir que de la division d'une cellule préexistante

Du point de vue physiologique, seule la cellule est capable d'accomplir trois fonctions essentielles : **se maintenir en vie, se reproduire et régulariser son propre métabolisme.**

b) Exception de la théorie cellulaire :

o Le microscope électronique fausse la théorie cellulaire (elle a démontré que certaines cellules ont une double membrane) ;

o Les tissus cardiaques et musculaires faussent la théorie cellulaire (présence de plasmodesme) ;

o Chez les végétaux, le sac embryonnaire est une cellule comportant plusieurs noyaux (huit (8) en tout) ;

o Les globules rouges du sang ou hématies (chez l'Homme) sont des cellules anucléées (sans noyau).

2) La cellule observée au microscope optique :

Les cellules animales et végétales observées au microscope optique présentent le même plan d'organisation. Elles sont constituées de trois parties essentielles qui sont : la membrane plasmique, le cytoplasme et le noyau.

3) La cellule observée au microscope électronique

Le microscope électronique permet d'étudier en détails la structure de la cellule. Il permet de découvrir certains organites cellulaires tels que le réticulum endoplasmique qui, jusque-là n'était pas visible au microscope optique.

4. Les enveloppes de la cellule et le hyaloplasme :

a) **Paroi pectocellulosique** : c'est une structure cellulaire rigide qui protège chaque cellule végétale et lui confère une résistance mécanique. Elle est constituée de cellulose et de protéines. **Elle joue un rôle essentiellement protecteur.**

b) **Membrane plasmique** : elle est formée d'une bicouche phospholipidique dans laquelle sont plus ou moins enchâssées des protéines volumineuses et globuleuses (mosaïque fluide).

Rôle :

✓ Assure la protection de la cellule du milieu extérieur ;

✓ Assure l'échange de molécules entre le milieu extracellulaire et intracellulaire

✓ Assure la reconnaissance de certains produits par le biais de récepteurs présents dans la membrane.

c) **Plasmodesmes** : les plasmodesmes sont des canaux reliant les pores de la paroi cellulaire, ce qui permet à chaque cellule végétale de communiquer avec les cellules adjacentes.

d) **Le hyaloplasme** : c'est une substance fluide, claire et homogène où baignent les organites.

e) Cytosquelette

Le cytosquelette est un réseau complexe de filament protéique qui assure la forme, la structure et la mobilité de la cellule. Il est présent dans le nucléoplasme et le hyaloplasme des cellules eucaryotes.

5. Les rôles des organites cellulaires dans la cellule :

a) **Le noyau** : il est entouré d'une membrane nucléaire dans les cellules eucaryotes, il contient la chromatine (principal constituant des chromosomes) et un ou plusieurs nucléole(s) qui baignent dans un liquide appelé suc nucléaire ou nucléoplasme.

Rôle : le noyau est le siège de l'information génétique.

b) **Le réticulum endoplasmique** : réseau de cavités sous forme tubulaire ou aplati délimité par une membrane simple dont la paroi externe est soit recouverte de granulations, les ribosomes (REG), soit lisse (REL).

Rôle : C'est le lieu de stockage et de transport des produits de sécrétions dans la cellule.

c) **Le ribosome** : Ce sont des petites granulations en contact avec la membrane du RE ou libres dans le cytosol ou groupés en chaîne par un filament d'ARNm (un polysome). Il est formé d'une grande sous-unité contenant sites (A et P) et une petite sous-unité.

Rôle : il est le siège de la synthèse des protéines ;

Le réticulum endoplasmique lisse : le réticulum endoplasmique est lisse lorsqu'il est dépourvu de ribosomes. **Rôle : il est le lieu de synthèse de nombreux composés lipidiques (phospholipides, cholestérol...).**

d) Le réticulum endoplasmique granulaire : le réticulum endoplasmique est dit granulaire lorsque sa surface est recouverte de ribosomes. **Rôle : il est le siège de la synthèse des protéines cellulaires**

e) L'appareil de Golgi, formé de l'empilement de petits sacs aplatis délimités chacun par une membrane simple.

Rôle : il est le lieu de maturation des protéines. Il intervient également dans l'emballage et la sécrétion de certaines substances.

f) Les vacuoles : la vacuole est un compartiment limité par une membrane simple, rempli d'eau et contenant diverses molécules inorganiques et organiques. La vacuole n'a pas de forme ou de taille particulière, sa structure variant en fonction des besoins de la cellule.

Rôle : elles interviennent dans la régulation des échanges cellulaires, elles assurent également une fonction digestive pour les cellules végétales (vacuoles digestives).

g) Les plastes : Les plastes sont présents dans les plantes et les algues. Ils sont :

❖ **Les chloroplastes :** organite délimité par une double membrane dont l'interne forme des thylakoïdes. Les thylakoïdes s'associent souvent pour former des granum.

Rôle : ils sont le siège de la photosynthèse.

NB : ils transforment au cours de la photosynthèse l'énergie lumineuse en énergie chimique potentielle contenue dans les substances organiques.

❖ **Amyloplastes :**

Ils stockent l'amidon, un glucide de réserve, dans les organes de stockage des plantes comme les tubercules de pomme de terre.

❖ **Chromoplastes :**

Ils contiennent des pigments colorés (caroténoïdes, etc.) qui donnent leur couleur aux fruits, fleurs et racines.

❖ **Proplastides :**

Ce sont des plastides indifférenciés présents dans les cellules méristématiques (cellules en croissance).

❖ **Étioplastes :**

Ce sont des chloroplastes qui se sont transformés suite à un manque de lumière.

h) Les mitochondries : organites délimités par une double membrane dont l'interne présente des invaginations ou crêtes mitochondriales perpendiculaires au grand axe de l'organite et portant des ATP synthétases ou sphères pédonculées.

Rôle : C'est le siège de la respiration cellulaire, ils transforment l'énergie chimique potentielle des substances organiques en A.T.P.

NB : L'ensemble des mitochondries d'une cellule forme le chondriome.

i) Le centrosome : Il est formé de deux centrioles. Chaque centriole est formé d'un cylindre constitué de 9 triplets de microtubules disposés en cercle. Il est caractéristique des cellules animales.

Rôle : il est à l'origine des cils et des flagelles. Ils permettent la division de la cellule en se transformant en asters.

j) Lysosome : ce sont des vésicules contenant des enzymes hydrolytiques qui proviennent du RE ou de l'appareil de Golgi. Ces enzymes servent à digérer les macromolécules inutilisables telles que les organites détruits ou abîmés, les substances toxiques...

Rôle : il assure la digestion cellulaire grâce à des enzymes.

Concept général 1 : VIE CELLULAIRE

Sous-concept 2 : ECHANGES CELLULAIRES

Situation-problème :

La cellule effectue des échanges permanents avec les cellules voisines, mais avec son milieu ambiant.

La petite Mariam de 14 ans voulait préparer des pommes de terre, après les avoir épluchées et découpées en morceaux ; elle a ajouté du sel. Avant de les mettre sur le feu son téléphone a sonné. Après 30 min de communication, elle s'aperçoit que les pommes de terre ont diminué de volume. Etonnée, elle s'adresse à sa grande sœur Halimatou qui lui demande d'aller ajouter de l'eau. Au bout de quelques minutes ; les morceaux ont retrouvé leur forme initiale

- Comment peut-on expliquer ces différents changements d'état des morceaux de pomme de terre ?
- Quand on mange un repas très salé, on boit beaucoup d'eau. Comment peut-on expliquer ce fait ?

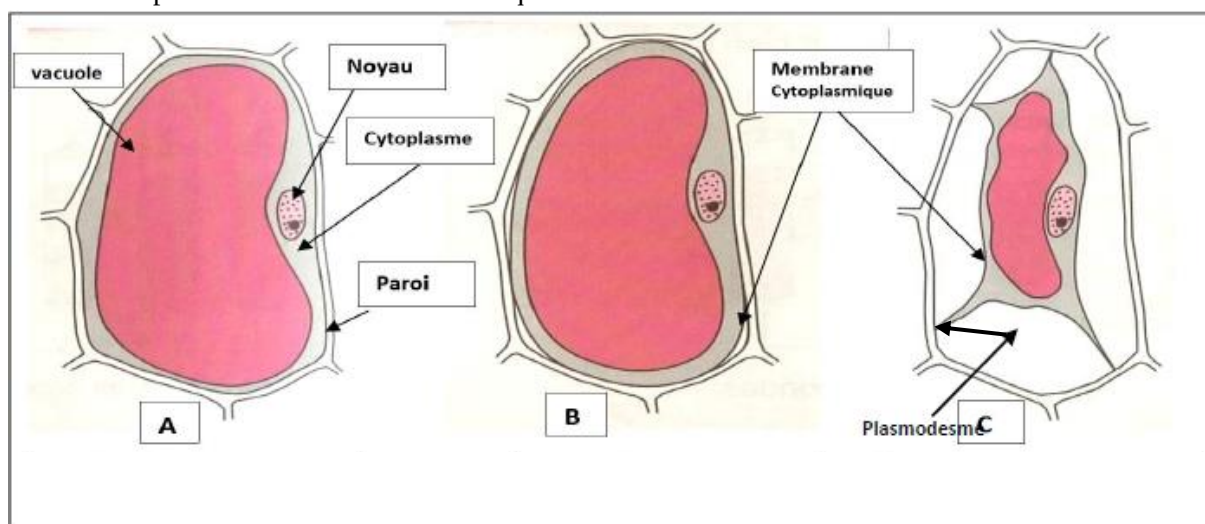
Mots-clés : échange, l'osmose, hypotonique, hypertonique, isotonique, dialyse, transport passif et actif, perméabilité.

ACTIVITES :

Activité 1 : Comportement des cellules dans des milieux de concentrations différentes.

1°) Observation des cellules végétales : épiderme d'oignon dans des milieux de concentrations différentes.

Expérience 1 : Sachant que la concentration en saccharose d'une cellule végétale est de 9g/l ; on immerge trois fragments d'épiderme d'oignon dans trois solutions (A, B et C) de saccharose dont les concentrations sont successivement les suivantes : 5g/l, 9g/l et 12g/l. Après 15 mn l'observation microscopique permet de voir les différents aspects de la cellule comme indique le document 1.



Document 1 : l'état des cellules après 15 min d'observation.

Une solution hypotonique est une solution dont la concentration d'eau est plus grande que celle de la cellule.

Une solution hypertonique est une solution dont la concentration d'eau est plus faible que celle de la cellule.

Une solution isotonique est une solution dont la concentration d'eau est identique à celle de la cellule

Consigne 1 : à partir de votre connaissance et recherche,

1. Analyse et interprète les schémas du document 1.
2. Détermine le comportement de la cellule du milieu C dans le milieu A.

2°) Observation des cellules animales : cas des hématies.

Expérience 2 : on plonge les hématies dans quatre solutions différentes de NaCl : 10 ‰ ; 7 ‰ ; 5 ‰ ; et 2 ‰.

Le document 2 est le résultat d'une heure d'observation, et indique respectivement le contenu de 4 solutions.



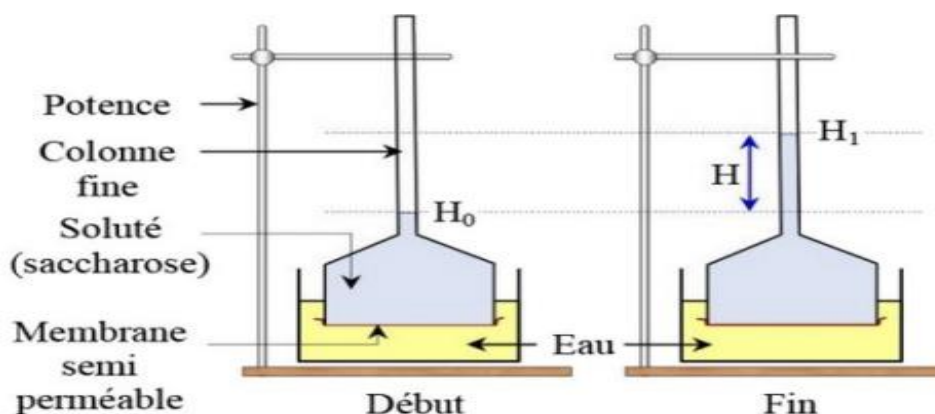
Document 2 : l'état des globules rouges observés au microscope optique.

Consigne : à partir de votre connaissance et recherche,

1. Analyse et interprète les aspects des hématies en fonction de la concentration de NaCl.
2. Compare l'aspect d'une cellule animale à celui d'une cellule végétale placée dans un milieu hypotonique.

Activité 2 : Osmose

On verse une solution colorée de **saccharose** (jusqu'au niveau H_0) dans un osmomètre composé d'un tube à entonnoir fermé par une membrane semi-perméable (vessie de porc). On le plonge ensuite dans un cristalliseur qui contient de l'eau pure. Au bout de quelques instants, le niveau de la solution dans l'entonnoir monte jusqu'au niveau H_1 puis redescend pour se stabiliser en fin d'expérience au niveau où les deux liquides sont au même niveau dans les deux récipients.



Document 3 : Osmomètre de Dutrochet

Consigne : à partir de votre connaissance et recherche

1. Définis : le solvant, le soluté et la solution.
2. Analyse et interprète cette expérience.
3. En déduire la notion d'osmose et énoncer la loi d'osmose.
4. Définis et calcule la pression osmotique de saccharose dans l'activité 1 sachant que les expériences sont réalisées à 20°C. **Saccharose ($C_{12}H_{22}O_{11}$) ; $M(C) = 12 \text{ g/mol}$;**

$M(O) = 16 \text{ g/mol}$; $M(Na) = 23 \text{ g/mol}$; $M(H) = 1 \text{ g/mol}$; $M(Cl) = 35 \text{ g/mol}$.

Formule de la pression osmotique est : $P_o = n.i.\alpha.T$

$\alpha = 0,082$ est la constante de gaz parfaits

T est la température en degré Kelvin ; $T = (t + 273)$ en °K ; t est la température en °C

C = Concentration massique du soluté (en g/l)

M = Masse molaire du soluté (en g/mol)

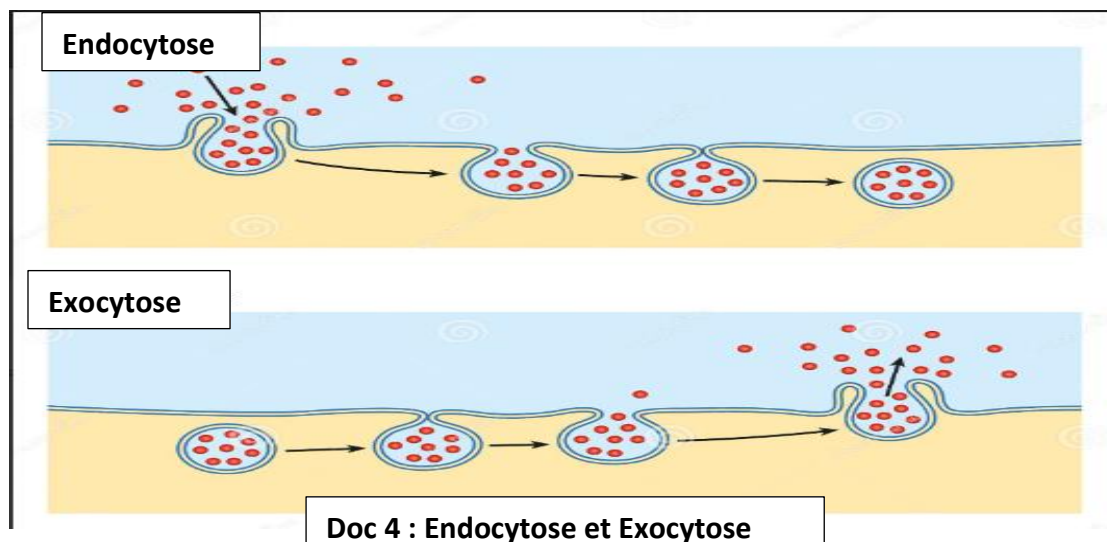
$\frac{C}{M} = n$ est le nombre de mole de soluté (en mol/l)

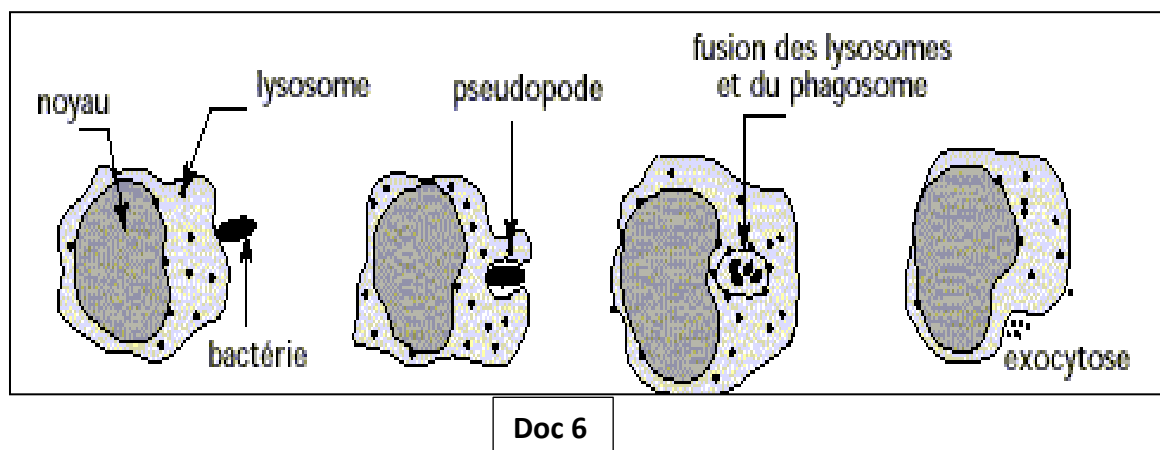
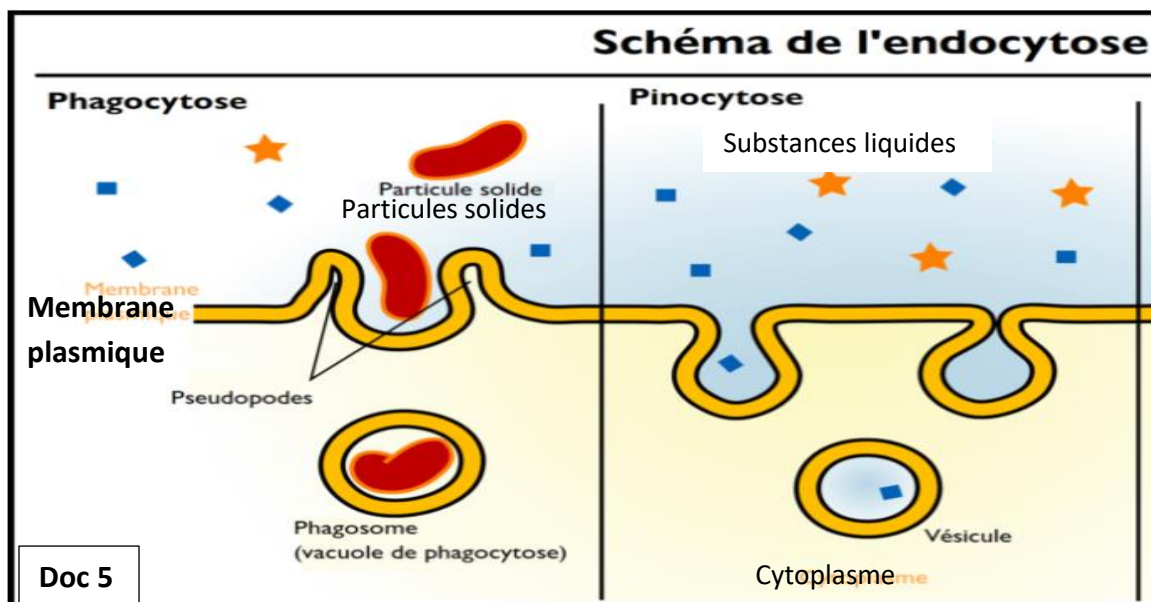
NB : $i = 1$ pour les solutés organiques non ionisables comme le glucose, saccharose, urée....

i = nombre d'ions pour les solutés ionisables dans l'eau ou le coefficient d'ionisation

Activité 5 : Echanges de molécules et d'ions

Certaines molécules (protéines par exemple) et particules sont trop grosses pour franchir les membranes par des transporteurs membranaires. Leur transport va donc nécessiter des mouvements de la membrane plasmique pour évacuer/ingérer ces molécules. Ces échanges se déroulent selon deux modalités : **Endocytose et exocytose**





Consigne : A partir du texte, du doc 7 et de vos connaissances.

1. Définis les mots suivants : l'endocytose, l'exocytose, la phagocytose et la pinocytose. (**Doc 4, 5**)
2. Explique brièvement le mécanisme d'endocytose en indiquant le rôle de la membrane dans ce phénomène. (**Doc 4**)
3. Explique les différentes étapes de la phagocytose. (**Doc 6**)
4. Cite au moins un phénomène biologique dans lequel intervient l'endocytose.

Activité 5 : Echanges d'ions

Les échanges d'ions se font de trois (3) manières :

-La diffusion simple ou diffusion libre ou dialyse est un processus dans lequel la substance se déplace à travers une membrane semi-perméable d'une solution plus concentrée vers une solution moins concentrée sans l'aide des protéines de transport. Par exemple, les bactéries absorbent de petits nutriments, de l'eau et de l'oxygène dans le cytoplasme par simple diffusion.

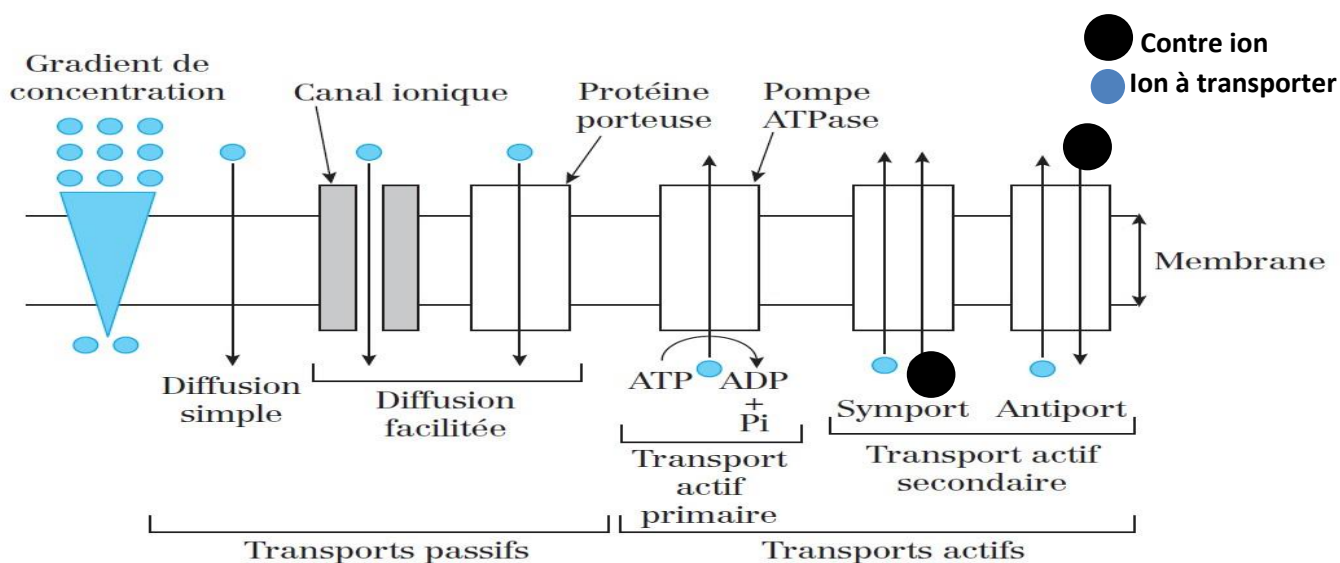
-la diffusion facilitée qui se fait grâce à l'intervention des protéines membranaires : les perméases, qui favorisent le passage des substances suivant un gradient décroissant de concentration.

NB. La diffusion simple et facilitée sont des phénomènes **passifs** et ne nécessitent pas de dépenses énergétiques. Ils se font suivant le gradient décroissant de concentration.

-Transport actif : ce type de transport obéit à deux lois :

- Transport du soluté réalisé avec son gradient de concentration.

- Nécessite donc de l'énergie.
En fonction du type d'énergie fournie, on distingue les transports actifs primaire et secondaire.



Document 7 : modes de transport des ions

Consigne : A partir du texte et du document 7

1. Cite les modes de transport des ions suivants la membrane d'une cellule.
2. Compare la diffusion simple à la diffusion facilitée
3. Compare le transport passif au transport actif.
4. Compare le transport actif primaire et transport actif secondaire.
5. Compare le transport symport et Antiport.

Activité 6 : Propriétés de la membrane

Expérience : soit trois (3) substances X, Y et Z sont placé à l'extérieur d'une cellule dans les mêmes proportions. Après 30 min les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

Milieu Substances	Milieu intracellulaire	Milieu extracellulaire
X	100%	0%
Y	40%	60%
Z	0%	100%

Consigne : A partir de cette expérience.

1. Analyse les résultats obtenus.
2. Détermine le rôle de la membrane mis en jeu dans cette expérience.
3. En déduire les propriétés de la membrane plasmique dans chaque cas.

SYNTHESE GENERALE

INTRODUCTION

La cellule effectue des échanges permanents avec les cellules voisines et le milieu ambiant. Ces échanges qui ont eu lieu à travers la membrane plasmique constituent quelques aspects de la vie cellulaire.

I. LE COMPORTEMENT DES CELLULES DANS LES MILIEUX DE CONCENTRATIONS DIFFERENTES

Les cellules (animales et végétales) placées dans les solutions de concentrations différentes présentent des aspects différents.

1. Solution hypotonique : Dans une solution très peu concentrée (hypotonique par rapport au suc vacuolaire), la vacuole de la cellule végétale absorbe de l'eau, prend une dimension maximale et occupe presque tout le cytoplasme : c'est l'état de **turgescence**. Par contre si c'est une cellule animale ; elle absorbe de l'eau en excès jusqu'à s'éclater : c'est l'**hémolyse**. **La membrane plasmique se colle à la paroi cellulosique, rigide qui empêche l'éclatement de la cellule.** La turgescence est donc l'état d'une cellule gonflée par la pression interne élevée de ses vacuoles.

2. Solution isotonique : Dans une solution d'égale concentration que le liquide vacuolaire, les échanges d'eau entre la solution et le liquide vacuolaire sont équilibrés. C'est l'état d'isotonie.

3. Solution hypertonique : Dans une solution hypertonique, la cellule animale se réduit, la vacuole des cellules végétales se rétrécit et la membrane plasmique se décolle de la paroi sauf à certains points appelés plasmodesmes. C'est l'état de **plasmolyse**.

NB : Si On replace une cellule plasmolysée dans de l'eau pure, elle absorbe de l'eau, la vacuole se gonfle et reprend sa forme initiale : c'est la déplasmolyse.

II. L'OSMOSE

1. Définition : L'osmose est le passage d'un solvant à travers une membrane semi-perméable d'une solution diluée vers une solution concentrée.

Remarque : C'est-à-dire le solvant se déplace toujours du milieu où il y'a le plus d'eau vers le milieu où il y'a le moins d'eau pour équilibrer la pression osmotique. L'osmose se produit dès que la concentration en eau est différente de part et d'autre de la membrane semiperméable.

NB : On parle d'endosmose si l'eau rentre dans la cellule et d'exosmose si l'eau sort de la cellule.

* **Membrane semi-perméable :** est une membrane qui ne laisse passer que les solvants comme l'eau. Les petites molécules (CO_2 , O_2 , CO , urée, éthanol) peuvent le traverser librement. Leurs vitesses de transmission se fait dans le sens de la pression osmotique.

* **Solvant :** C'est une substance qui a la propriété de dissoudre d'autre substance.

2. La loi de l'osmose :

Si deux solutions de concentrations différentes sont séparées par une membrane semiperméable, l'eau diffuse toujours du milieu de faible concentration en soluté (milieu hypotonique) vers le milieu de forte concentration en soluté (milieu hypertonique). Ce passage tant à égaliser les pressions osmotiques de part et d'autre de la membrane, c'est l'isotonie.

3. La pression osmotique :

a) Définition :

La pression osmotique se définit comme étant la pression minimum qu'il faut exercer pour empêcher le passage d'un solvant d'une solution séparée à une autre à travers une membrane semi-perméable.

b) Calcul de la pression osmotique P ou π :

La pression osmotique (P) dépend de la concentration de la solution, de son ionisation éventuelle, de la masse molaire de la substance en solution ainsi que de la température.

III. L'ENDOCYTOSE

L'endocytose est un transport faisant intervenir un transit de molécules dans des vésicules membranaires. En effet la membrane plasmique s'invagine en entrainant un certain volume du milieu extracellulaire. Rapidement cet ensemble se dissocie de la surface cellulaire et est transmis à l'intérieur de la cellule ; le matériel prélevé dans le milieu extracellulaire n'entre ainsi jamais en contact avec le cytoplasme, puisque toujours séparé de celui-ci par une portion de membrane plasmique. L'ensemble forme une vésicule d'endocytose.

Suivant la nature du matériel ingéré, **on parle de phagocytose (particules solides) ou pinocytose (substance liquide).**

NB : L'exocytose est le processus inverse de l'endocytose.

IV. LES ÉCHANGES D'IONS ENTRE LA CELLULE ET MILIEU AMBIANT

La plupart des solutés (ions ou molécules autre que l'eau) sont incapables de diffuser simplement à travers la membrane ; ils le traversent grâce à des protéines (molécules porteuses). **Le transporteur** est une protéine membranaire dont le rôle est spécifique car elle ne se lit qu'au type de molécule qu'elle transporte. **Il existe deux types de transport : le transport passif et le transport actif.**

1. Le transport passif :

Les substances dissoutes traversent la membrane perméable du milieu le plus concentré vers le milieu le moins concentré c'est-à-dire conforme au gradient décroissant : **c'est un phénomène passif ou diffusion simple. Elle permet d'équilibrer deux milieux de concentration différentes séparés par une membrane perméable.**

La diffusion est dite facilitée si elle fait intervenir des enzymes transporteurs appelées perméases qui font parties de la membrane plasmique.

NB : Le transport passif ne requiert aucun apport d'énergie.

2. Le transport actif :

Le transport actif est le mouvement d'ions du milieu le moins concentré vers le milieu le plus concentré, c'est-à-dire contre le gradient de concentration. Il est assuré par des transporteurs et nécessite toujours de l'énergie. En fonction du type d'énergie fournie, on distingue les transports actifs primaire et secondaire :

a) Transport actif primaire : l'énergie est fournie par l'hydrolyse d'une molécule d'ATP. Synonyme : pompe ATPase.

Exemple : Pompe Na^+/K^+ ATPase (Fait sortir 3 Na^+ et rentrer 2 K^+ de la cellule) ; Pompe H^+ ATPase (fait rentrer H^+ dans les lysosomes ce qui provoque leur acidification).

b) Transport actif secondaire

L'énergie est fournie par le co-transport d'un soluté suivant son gradient de concentration. On distingue suivant le cas :

– Si soluté et co-transport dans le même sens : **symport.**

– En sens opposé : **antiport.**

V. PROPRIÉTÉS DE LA MEMBRANE

Vis-à-vis des substances dissoutes, la membrane cellulaire présente trois (03) types perméabilités :

perméabilité orientée , perméabilité sélective, perméabilité différentielle

Concept général 1 : VIE CELLULAIRE

Sous-concept 3 : METABOLISME ENERGETIQUE DE LA CELLULE

Situation Problème

Après le repas, l'organisme humain possède pendant un temps plus ou moins long une certaine autonomie par rapport au milieu dans lequel il évolue, parce qu'il a reçu et stocké une quantité d'énergie chimique qui lui permet d'assurer ses différentes fonctions vitales.

- Comment expliquer l'origine de cette énergie contenue dans les aliments que nous consommons ?
- Comment et sous quelle forme, cette énergie est-elle utilisée par chacune des cellules de notre organisme pour assurer ses fonctions vitales ?

Mots-clés : Métabolisme, photosynthèse, respiration, fermentation, ATP, phosphorylation oxydative.

ACTIVITES :

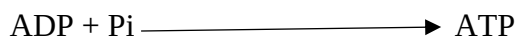
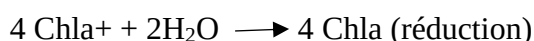
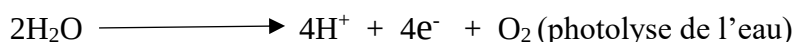
Activité 1 : Mécanisme de la photosynthèse.

La photosynthèse consiste d'une part à transformer l'énergie lumineuse en énergie chimique au niveau de la plante, et d'autre part elle utilise cette énergie chimique et du CO₂ pour synthétiser de la matière organique (sucres). La photosynthèse se réalise principalement au niveau des feuilles. Les caractéristiques des cellules responsables de la photosynthèse leurs sont données par les chloroplastes, qu'elles possèdent et qui renferment des pigments photorécepteurs : la chlorophylle et les pigments associés.

A. **Phase claire ou phase lumineuse ou phase photochimique** : c'est un ensemble de réactions photochimiques, qui dépendent de la lumière, et au cours desquels les électrons sont transportés par une chaîne d'oxydo-réduction afin de produire de l'ATP et du NADPH₂.

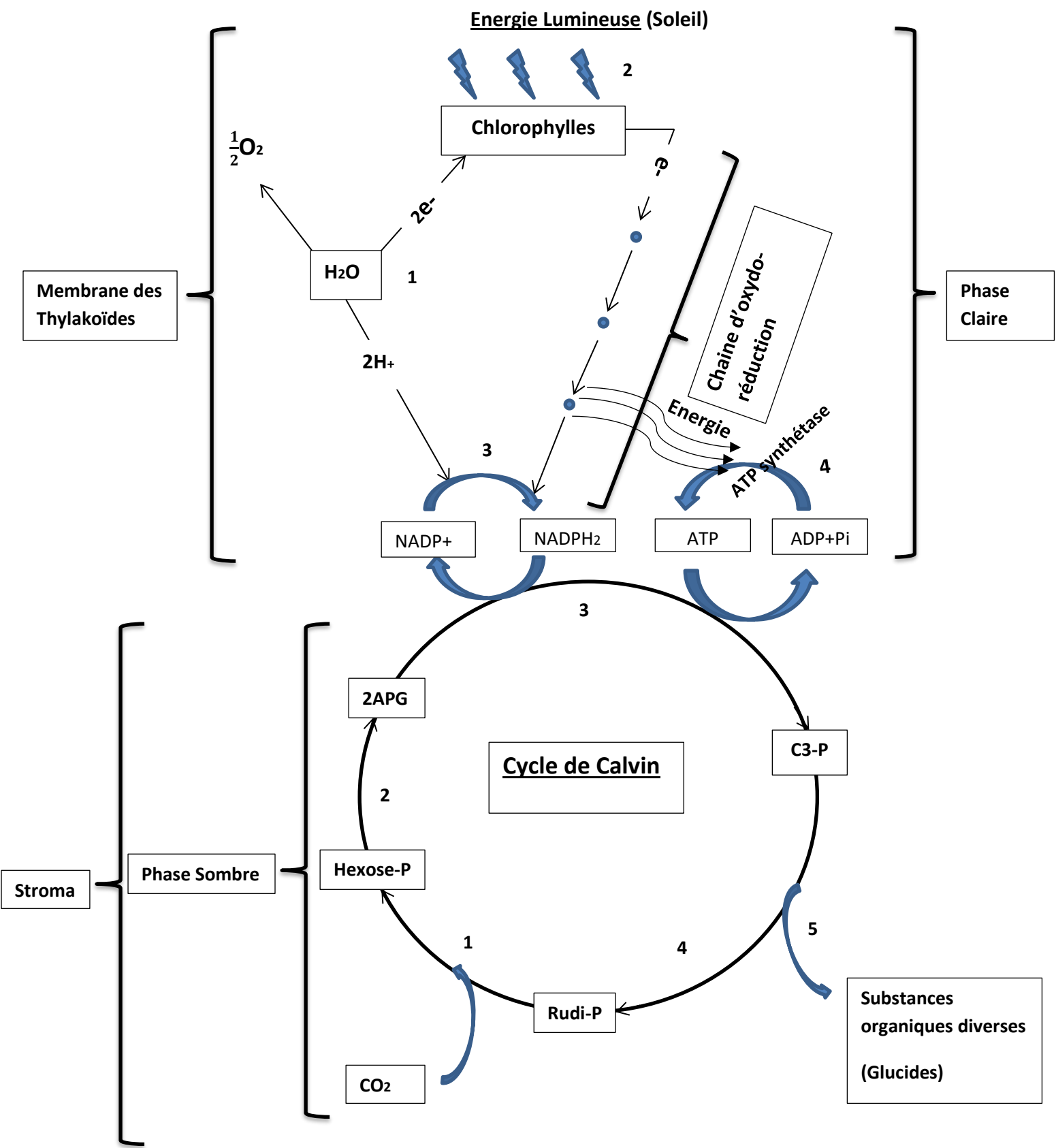
B. **Phase sombre** : correspond au cycle de Calvin qui se déroule dans le stroma, entièrement enzymatique et indépendante de la lumière, au cours duquel l'ATP et le NADPH₂ sont utilisés pour la conversion du dioxyde de carbone en glucides. Cette seconde partie permet l'assimilation du gaz carbonique.

Le Schéma du **document 1** ci-après illustre les deux phases de la photosynthèse.



Consigne 1 : à partir du document 1 et de votre recherche,

1. Définis la photosynthèse et cite ses différentes phases.
2. A partir de ce document, précise pour chaque phase : le siège, les caractéristiques et l'équation bilan.
3. Enumère les éléments qui font que la phase sombre est dépendante de la phase claire.
4. Etablis un lien entre la phase claire et la phase sombre.
5. Ecris l'équation bilan de la photosynthèse.



Document 1 : Schéma de la Photosynthèse

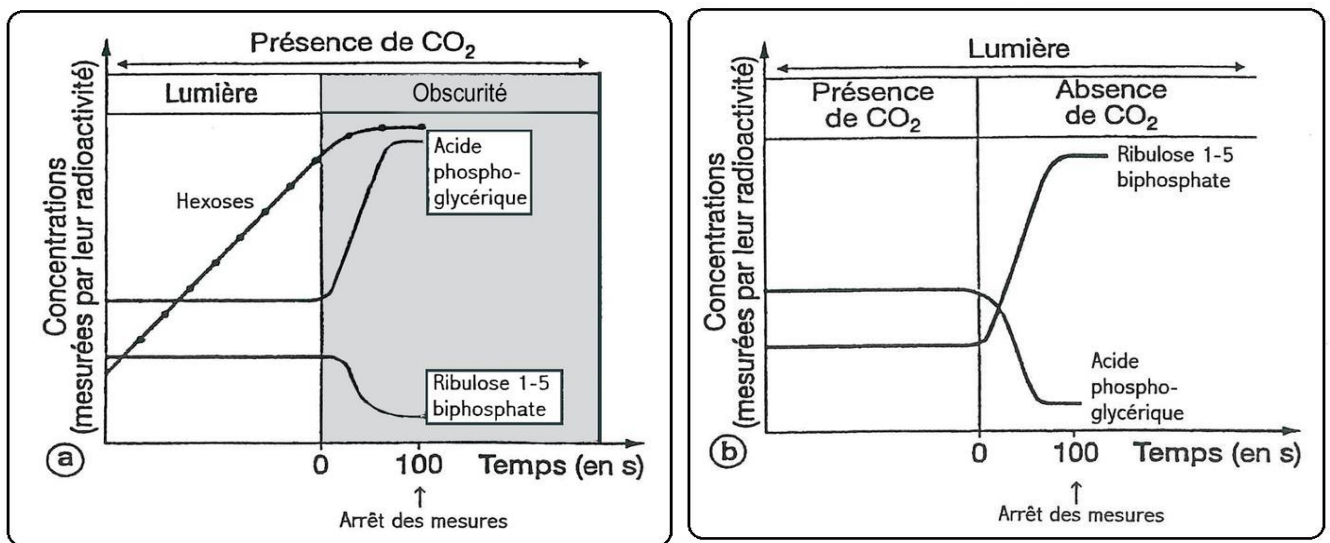
APG : acide phosphoglycérique (C₃) Rudi-p : rubulose-1, 5-biphosphate (C₅)

Activité 2 : Expérience de Calvin et Benson en 1945

Des chlorelles sont cultivées dans un milieu où barbote de l'air enrichi en CO₂ radioactif. On mesure au cours du temps la concentration en APG et en C₅P₂ (Ribulose 1,5 biphosphate). Les concentrations sont déduites de la radioactivité mesurée.

Les documents suivants montrent les résultats obtenus :

- a- La culture normalement éclairée pendant 30 minutes est ensuite transférée à l'obscurité. On mesure également la concentration en hexoses.
- b- La culture éclairée en permanence cesse d'être approvisionnée en CO₂.



Consigne : A partir de vos connaissances sur la photosynthèse analyse et interprète les résultats obtenus

Activité 3 : Transformation de l'énergie contenue dans les métabolites organiques en ATP

A. Des levures dans deux conditions différentes de culture :

La levure de bière (champignon unicellulaire) utilise le glucose comme métabolite énergétique. Suivant les conditions de culture, elle est capable de le dégrader de deux façons : complète (respiration) ou incomplète (fermentation). Pour la fabrication de la bière, **Pasteur** (1861) réalisa des expériences de cultures de levures dans différentes conditions. Il obtint les résultats consignés dans le **tableau 1** ci-après.

Tableau 1 : Résultats des mesures

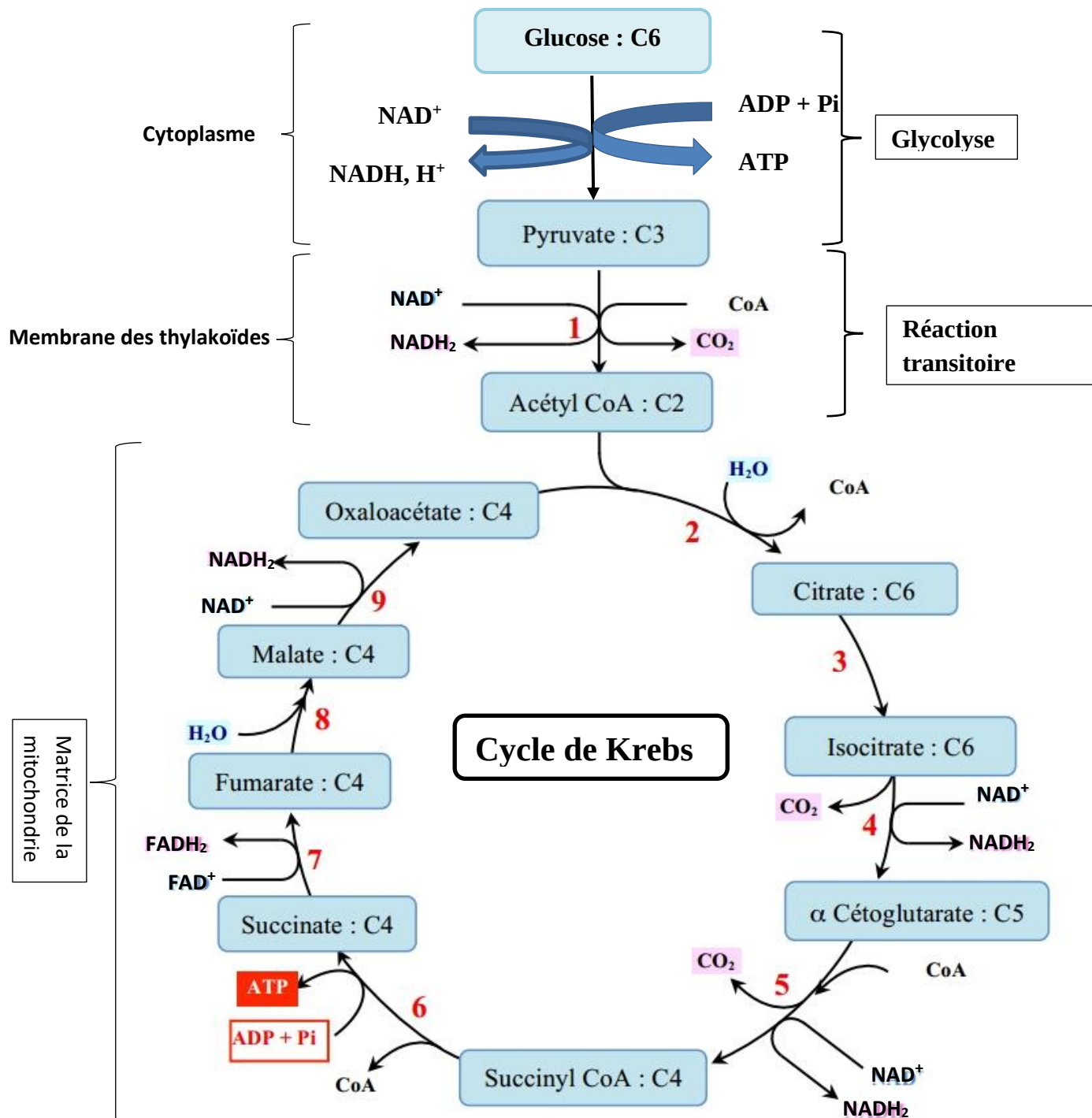
Durée de l'expérience (en jours)	Oxygénation du milieu	Volume du milieu de culture (en ml)	Teneur en glucose du milieu de culture		Masse de levures formées (g)
			Masse initiale (g)	Masse finale (g)	
3	Riche	200	10	0	0,44
9	Moins riche	3000	150	0	1,97
19	Pauvre	3000	150	4,5	1,36
90	Nulle	3000	150	105	0,25

Consigne 2 A :

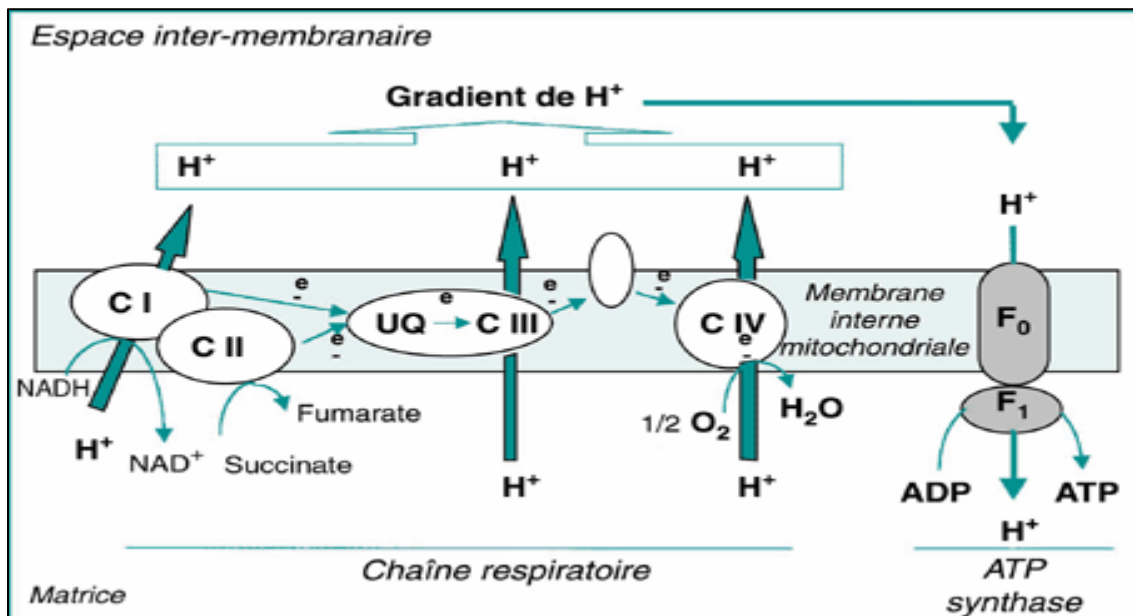
1. Analyse soigneusement les données de ce tableau pour préciser les conditions dans lesquelles les levures effectuent la respiration ou la fermentation.
2. Calcule en grammes de levures produites par grammes de glucose consommé, le rendement de production dans chacune des 4 conditions expérimentales. Que peux-tu en déduire

B. Mécanisme de la respiration et de la fermentation :

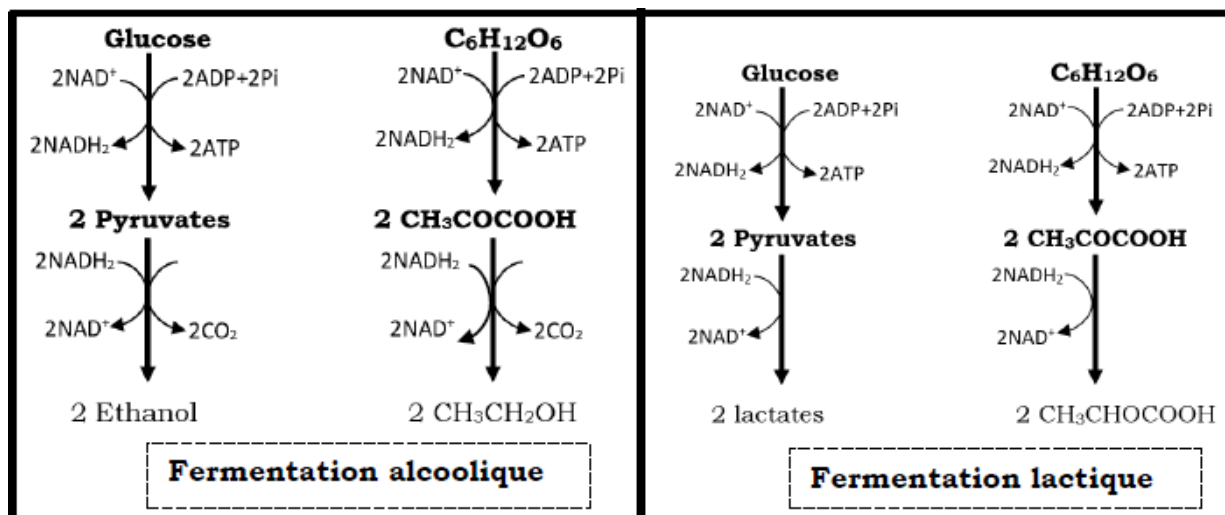
Les documents 2 et 3 illustrent respectivement la respiration et la fermentation.



Document 2a : la respiration cellulaire.



Document 2b : la respiration cellulaire.



Document 3 : la fermentation cellulaire ou respiration anaérobie

Consigne 2 B :

- Définis la respiration. Cite et explique les différentes étapes de la respiration à partir du doc 2 (a et b).
- Définis la fermentation. Cite et explique les étapes de la fermentation. (doc 3)
- Sachant que $1\text{NADH}, \text{H}^+$ donne 3ATP et 1FADH_2 donne 2ATP :
 - Calcule le nombre de molécules d'ATP produites au cours :
 - de la glycolyse.
 - de la réaction transitoire.
 - du cycle de Krebs.
 - Endéduis les bilans en ATP de la respiration et de la fermentation. Tire une conclusion.
- En te servant de tes réponses en (3), calcule le rendement énergétique de chaque phénomène sachant que : 1mole de glucose libère 2840kJ ; 1mole d'ATP libère $30,5\text{kJ}$.

$$R = \frac{\text{quantité d'énergie récupérée sous forme d'ATP} \times 100}{\text{quantité d'énergie libérée à partir du glucose}}$$

5. A partir de tes réponses aux questions précédentes, remplis le tableau ci-dessous.

Tableau comparatif de la respiration et de la fermentation

Elements de comparaison	Respiration	Fermentation	
		Alcoolique	Lactique
Accepteur final d'e ⁻ et de protons			
Produits finaux			
Etat de dégradation du métabolite			
Rendement énergétique			

NB : On précise que la formation d'ATP à partir de NADH, H⁺ et FADH₂ se fait uniquement au niveau de la chaîne respiratoire des mitochondries.

6. Nomme le composé dégradé par la mitochondrie.
7. Donne l'importance de la respiration cellulaire.

SYNTHESE GENERALE

INTRODUCTION :

Le métabolisme est l'ensemble des réactions se produisant dans les cellules de l'organisme. Il est constitué de deux (02) mécanismes :

- ☐ **Le catabolisme** : permettant d'extraire l'énergie des nutriments, par dégradation des molécules énergétiques ;
- ☐ **L'anabolisme** : permettant de synthétiser les constituants nécessaires à la structure et au bon fonctionnement des cellules.

I. LE MECANISME DE LA PHOTOSYNTHESE :

La photosynthèse est le phénomène métabolique grâce auquel, les plantes vertes utilisent l'énergie lumineuse pour synthétiser des matières organiques (glucides, lipides, protéines...) à partir de l'eau et du CO₂ disponible dans le milieu. Elle a eu lieu dans le chloroplaste des cellules.

La photosynthèse se déroule en deux phases :

1. La phase photochimique ou phase claire :

La chlorophylle a (CHLa), molécule photo-excitée, se trouve dans la membrane des thylakoïdes. Lorsqu'elle capte un photon, elle passe à l'état de chlorophylle excitée (CHLa⁺). Sous l'impulsion d'un potentiel rédox croissant, elle cède un électron à un transporteur d'électron, premier d'une chaîne de transporteur et devient chlorophylle a⁺ (CHLa⁺). Une série de réactions d'oxydo-réduction assure le transfert d'électrons de transporteur en transporteur jusqu'à l'accepteur final NADP situé dans le stroma. Les réactions d'oxydo-réductions sont couplées à des réactions de phosphorylation oxydative de l'ADP+Pi en ATP. Elles se déroulent au niveau de sphères pédonculées (ATP synthétase) situées dans la membrane interne du chloroplaste.

Pour que le système continue à fonctionner, il faut une régénération de la chlorophylle. Pour cela, la CHLa⁺ sera réduite en CHLa par la capture d'un électron libéré par la photolyse de l'eau.

2. La phase sombre ou phase d'assimilation du CO₂ :

La phase sombre correspond au cycle de Calvin, entièrement enzymatique et indépendante de la lumière, au cours duquel l'ATP et le NADPH, H⁺ (formés au cours de la phase claire) sont utilisés pour la conversion du CO₂ en matière organique. Elle présente deux voies différentes : la voie en C₃ propre aux plantes des zones tempérées (blé, riz, soja...) et la voie en C₄ propre aux plantes des régions chaudes et sèches (maïs, millet...). Dans l'une ou dans l'autre voie on retrouve le cycle de Calvin.

Bilan de la phase sombre :

La phase sombre consiste à une réduction du CO_2 par le NADPH, H^+ , grâce à l'ATP formé au cours de la phase claire. Elle aboutit à la formation de molécules organique.

NB : La phase sombre se déroule dans le stroma du chloroplaste.

3. Couplage entre la phase claire et la phase sombre :

Les réactions chimiques de la phase sombre sont dépendantes de la phase claire. Il existe un couplage entre la phase photochimique (claire), génératrice d'énergie, et la phase thermochimique (sombre), consommatrice d'énergie.

La transformation de l'acide phosphoglycérique (APG) en Triose phosphate (GAP) nécessite la consommation de molécules produites par la phase claire qui sont : NADPH, H^+ et ATP.

II. LA TRANSFORMATION DES MÉTABOLITES EN ÉNERGIE :

Au niveau cellulaire, les réactions chimiques de dégradation (catabolisme) productrices d'énergie se déroulent pendant la respiration et les fermentations. Elles dégradent les molécules organiques (métabolites).

1. La respiration cellulaire :

La respiration est une oxydation cellulaire complète d'un métabolite organique au cours de laquelle il y'a production de l'énergie et le déchets minéraux (CO_2 et H_2O).

Elle se déroule en quatre (4) étapes successives : la glycolyse, la réaction transitoire, le cycle de Krebs, et la chaîne respiratoire.

a) La glycolyse :

Elle a eu lieu dans le cytosol des cellules. C'est un processus anaérobie tout simplement parce que la glycolyse ne fait pas intervenir l'oxygène.

Les produits finaux de la glycolyse sont :

- ☐ 2 molécules d'acide pyruvique,
- ☐ 2 molécules de NADH, H^+
- ☐ 2 molécules d'ATP.

Dans les conditions aérobies, le pyruvate entre dans le cycle de Krebs.

b) La réaction transitoire :

Elle fait la liaison entre la glycolyse et le cycle de Krebs. Après être entré dans la mitochondrie, l'acide pyruvique est d'abord converti en acétyl Coenzyme-A, suite à une réaction de décarboxylation et de déshydrogénation.

Pour 2 molécules de pyruvate, on obtient :

- ☐ 2 molécules de CO_2 ,
- ☐ 2 molécules de NADH_2 ,
- ☐ 2 molécules de l'acétyl Coenzyme-A

c) Cycle de Krebs ou cycle de l'acide citrique :

Il se déroule dans la matrice mitochondriale et est alimenté par l'acétyl Coenzyme-A prêt à être dégradé par les enzymes mitochondriales.

Concept général 2 : INFORMATION GENETIQUE

Sous-concept 1 : SUPPORT DE L'INFORMATION GENETIQUE

Situation-problème :

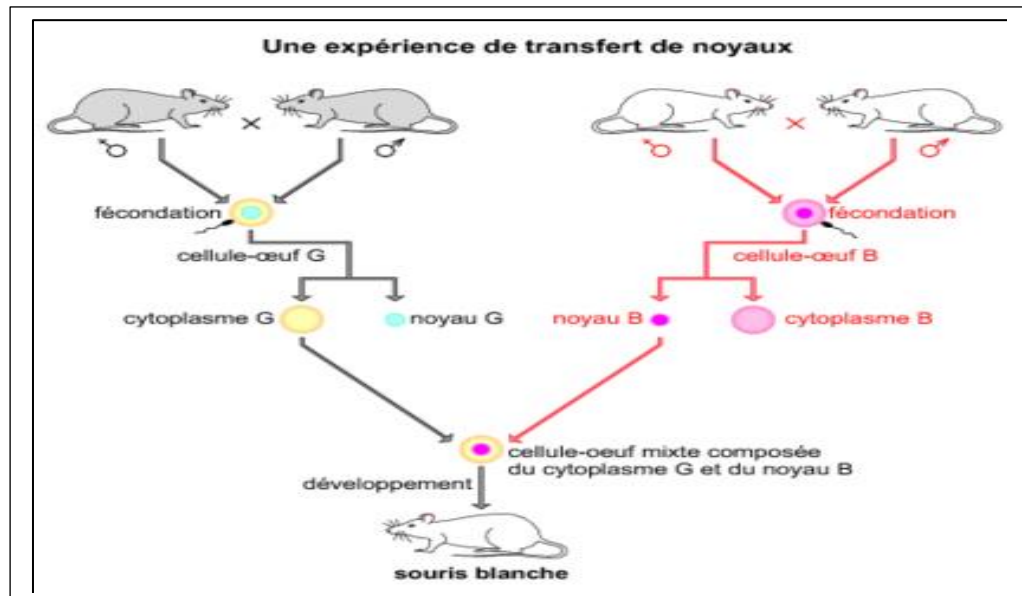
Des individus appartenant à la même espèce présentent des différences évidentes. Même les enfants d'un couple ne sont ni identiques à leurs parents ni identiques entre eux. On peut toutefois repérer chez ces enfants des caractères manifestement « hérités » de chacun des parents. Cet héritage s'explique par la transmission d'un certain nombre d'informations codées qui représentent un véritable programme génétique.

- Quel est le rôle du noyau cellulaire dans la transmission de cette information ?
- Quel est le support de cette information génétique ?

Activité 1 : Rôle du noyau

A) Expérience de transplantation du noyau cellulaire chez la souris :

Avec des souris noire et blanche de race pure d'une ferme, on réalise l'expérience ci-contre (**document 1**).

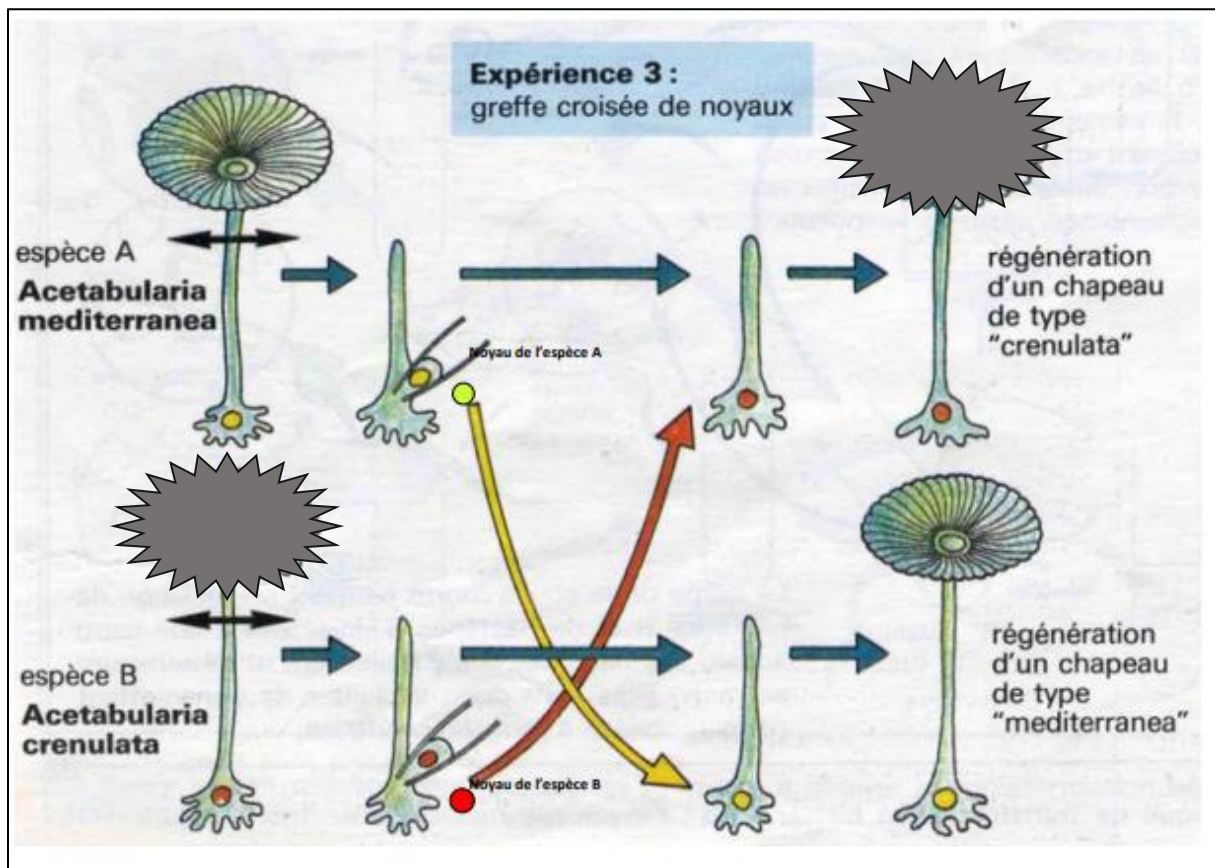


Consigne : A partir de ce document.

1. Indique quel caractère de la souris est étudié dans cette expérience.
2. Rappelle les 3 constituants essentiels de toutes les cellules.
3. Trouve la question à laquelle on cherche à répondre en faisant une telle expérience.
4. Indique quelle partie de la cellule est responsable de la transmission des caractères héréditaires. Justifie ta réponse.

B) Expérience de transplantation nucléaire chez l'Acétabulaire :

L'acétabulaire est une algue unicellulaire. On distingue un pied dont la base renferme le noyau et un chapeau dont la forme varie selon les espèces. On réalise l'expérience décrite par le **document 2** avec deux espèces d'acétabulaires.



Consigne :

1. Analyse les résultats de cette expérience.
2. Ces résultats confirment-ils le rôle du noyau dans la réalisation d'un caractère héréditaire ? Justifie ta réponse.

C) On reprend chacune de ces deux expériences ci-dessus. Cette fois-ci, on transplante diverses molécules chimiques (protéines, ADN et glucides) contenues dans le noyau à la place du noyau entier.

1^{er} cas : Les protéines sont transplantées. Il n'y a pas formation de souriceau et d'acétabulaire.

2^{ème} Cas : L'ADN est transplanté. Dans les deux cas on obtient les mêmes résultats que les documents 1 et 2.

3^{ème} Cas : Les glucides sont transplantés, mêmes résultats qu'au 1^{er} cas.

Consigne :

1. Formule les hypothèses dont on cherche à tester à travers ces nouvelles expériences.
2. A partir de ces résultats, laquelle de tes hypothèses est à retenir ?
3. Tire une conclusion quant à la précision apportée par ces nouvelles observations ?

Activité 2 : Localisation de l'ADN

Les techniques de **Feulgen** (Allemand) et de **Brachet** (Belge) sont utilisées pour localiser l'ADN dans la cellule.

1^o) Test de Feulgen : Ce test utilise le **réactif de Schiff** qui a la propriété de colorer l'ADN en rouge violacé. Des coupes de racines sont soumises à une hydrolyse partielle puis traitées au réactif de Schiff. L'observation au microscope montre que le noyau de ces cellules se colore en rouge violacé tandis que le cytoplasme et les nucléoles demeurent incolores.

2^o) Test de Brachet : Ce test utilise un double colorant : le vert de méthyle qui colore l'ADN en vert et la pyronine qui colore l'ARN en rouge ou rose.

Le **tableau 1** ci-après résume l'aspect de préparations microscopiques ayant ou non subi un traitement enzymatique préalable puis colorées par le double colorant cité ci-haut.

Tableau 1 : Protocole expérimental et résultats.

Série N°	Traitement avant coloration	Résultat à l'observation microscopique après traitement		
		Chromatine	Nucléole	Cytoplasme
1	ADNase	Incolore	Rouge	Rouge
2	ARNase	Verte	Incolore	Incolore
3	Aucun	Verte	Rouge	Rouge

NB : L'ADNase est une enzyme qui hydrolyse l'ADN (acide désoxyribonucléique) et l'ARNase hydrolyse l'ARN (Acide ribonucléique).

Consigne : Analyse les résultats des deux tests et conclue quant à la localisation de l'ADN dans la cellule.

Activité 3 : Nature chimique de l'ADN

L'hydrolyse enzymatique de l'ADN a permis d'isoler les éléments suivants :

- Des bases azotées (Adénine, Thymine, Cytosine et Guanine) ;
- Un acide phosphorique (H_3PO_4) ;
- Un pentose (sucre à C_5).

Consigne : A partir de ces données, cite les différents constituants de l'ADN.

Activité 4 : Structure de l'ADN

A. Chez différentes espèces, on a déterminé les quantités de bases azotées présentes dans une molécule d'ADN : Adénine (A), Guanine (G), Thymine (T) et Cytosine (C). Les résultats sont regroupés dans le **tableau 2**.

Tableau 2 : Quantités de bases azotées chez différentes espèces.

Rapports Espèces	$\frac{A + T}{G + C}$	$\frac{A + G}{T + C}$
Colibacille	0,97	0,98
Blé	1,22	1,01
Bœuf	1,25	1,05
Homme	1,40	1,00
Oursin	1,86	1,02

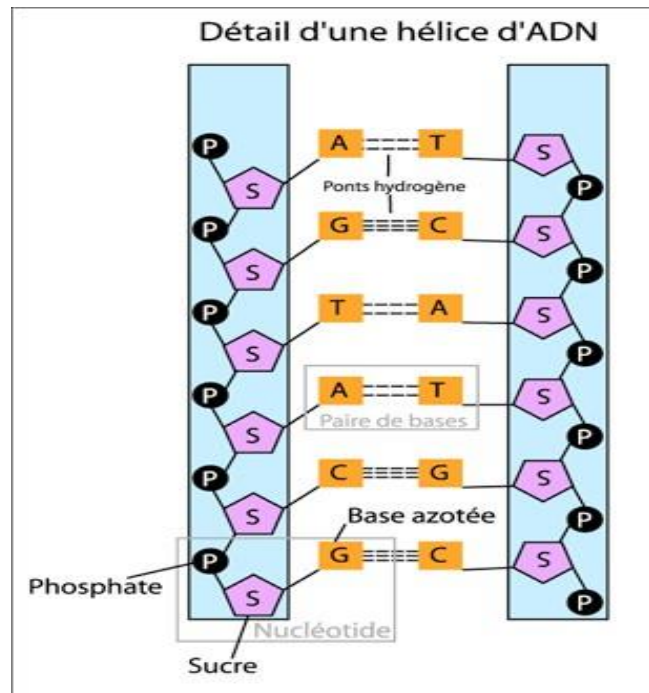
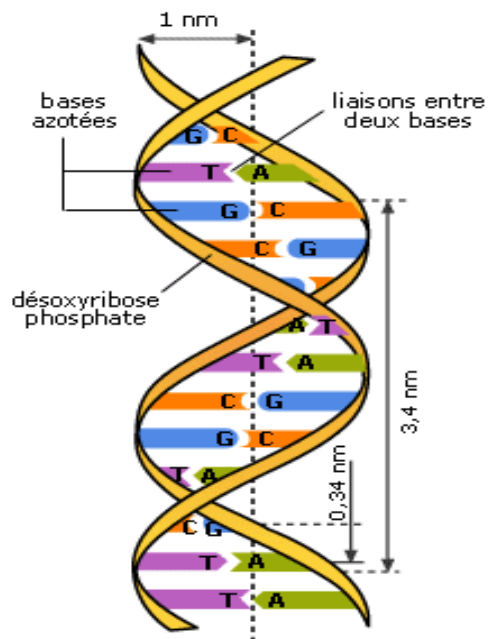
Consigne :

1°) Quelles conclusions peux-tu tirer de ces résultats ?

2°) Sachant que la somme des bases azotées chez l'Oursin est de **22,8** ; calcule le nombre de A, de G, de T et de C que doit contenir cette molécule d'ADN. **NB : Ramène les résultats à l'entier naturel le plus proche.**

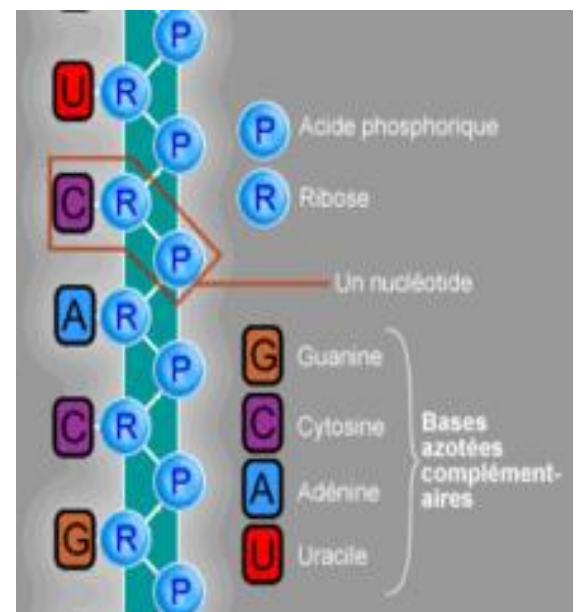
3°) Schématise une molécule d'ADN à partir de ces nombres en se référant (doc3 (a) à droite)

B. Le document n°3 représente une molécule d'ADN (a) et une molécule d'ARN (b).



Document n°3 (a) : Structure de l'ADN : Modèle de Watson et Crick (1953)

Consigne : Observe attentivement les documents 3 (a) et (b) et décris la structure de l'ADN et l'ARN.



Document n°3 (b) : Structure de l'ARN

SYNTHESE GENERALE

INTRODUCTION :

Toute cellule provient de la division d'une cellule préexistante. Les milliards de cellules qui constituent le corps des animaux proviennent d'une cellule unique : la cellule œuf. Une cellule-œuf de mouton donne un mouton, une cellule œuf d'un chien donne un chien, une cellule œuf humaine donne un être humain... La transmission de caractères chez chaque être vivant suppose l'existence d'une information, véritable programme biologique, transmissible d'une génération à l'autre. Ce programme est appelé l'information génétique.

I. LE ROLE NOYAU :

Le noyau généralement sphérique comprend trois parties : la membrane nucléaire, le nucléoplasme, et le nucléole.

Le noyau contient le génome nucléaire, constitué d'ADN. IL est le siège principal de la synthèse d'ADN (lors de la réplication pour la division cellulaire) et d'ARN pour la transcription.

Le noyau contrôle toutes les activités cellulaires, et assure le maintien de l'information génétique de génération en génération.

II. LA NATURE CHIMIQUE ET L'ORGANISATION DE L'ADN :

L'acide désoxyribonuléique (ADN) constitue la molécule support de l'information génétique.

Des techniques de coloration permettent de localiser l'ADN dans la cellule.

□ Technique de Feulgen : Mise au point en 1924 par le chimiste allemand Robert Feulgen, elle utilise le réactif de Schiff qui réagit alors avec les fonctions réductrices formant un précipité rouge. L'ADN se colore en rose rouge.

□ Technique de Brachet : On colore simultanément une préparation avec le vert de méthyl et la pyronine.

L'ADN est coloré en vert par le vert de méthyl, tandis que l'ARN est coloré en rouge par la pyronine.

1. La nature chimique de l'ADN :

L'analyse chimique des produits de l'hydrolyse enzymatique totale de la molécule d'ADN montre qu'elle est composée de :

□ Bases azotés notés conventionnellement par leur initial. Ils sont au nombre de 4 : adénine (A) et guanine (G) qui sont des bases puriques et thymine (T) et cytosine (C) qui sont des bases pyrimidiques,

□ Sucre, le désoxyribose (D),

□ Acide phosphorique ou groupe phosphaté (P).

2. La nature chimique de l'ARN :

L'ARN a une composition chimique comparable à celle de l'ADN mais à la différence de celle-ci : son sucre est le ribose et la thymine est remplacée par l'uracile (U).

NB : Nucléoside : Base azotée + Sucre

Nucléotide : Base azotée + Sucre + H_3PO_4

Concept général 2 : INFORMATION GENETIQUE

Sous-concept 2 : TRANSMISSION DE L'INFORMATION GENETIQUE AU COURS DES DIVISIONS CELLULAIRES

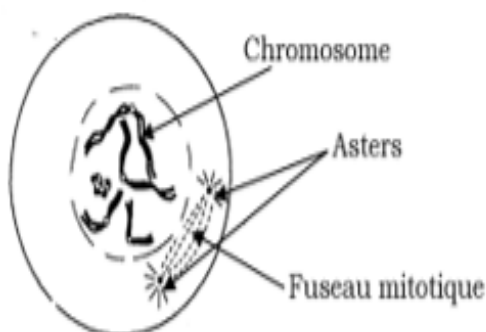
Situation-problème :

La reproduction conforme est un processus de division cellulaire au cours duquel se forme deux cellules-filles possédant chacune une information génétique identique à celle de la cellule mère. Cette information, contenue au départ dans la cellule-œuf, est transmise à chaque cellule-fille. C'est ce qui permet de multiplier un programme génétique à l'infini. Comment peut-on :

- Expliquer l'origine de deux cellules-filles génétiquement identiques ?
- Expliquer le comportement des chromosomes dans les différentes phases de ce phénomène ?
- Décrire la réalisation d'un caryotype ?
- Expliquer l'évolution de la quantité d'ADN ?

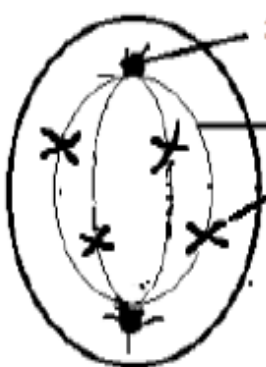
Activité 1 : Etapes de la Mitose

Les documents 1A et 1B illustrent les étapes du déroulement de la mitose respectivement chez les cellules animales et végétales.

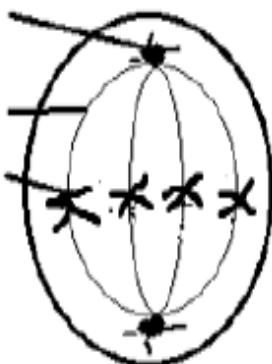


Interphase (début)

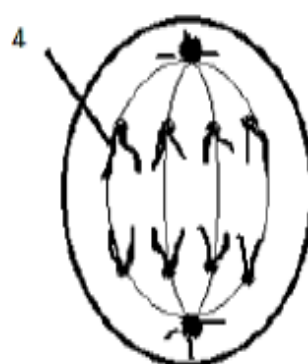
1-Aster ; 2-Fuseau achromatique ; 3-Chromosome ; 4-Chromatide sœur ; 5-Centrosome ; 6-Membrane nucléaire ; 7-Nucléole ; 8-Cellules-filles ; 9-Etranglement.



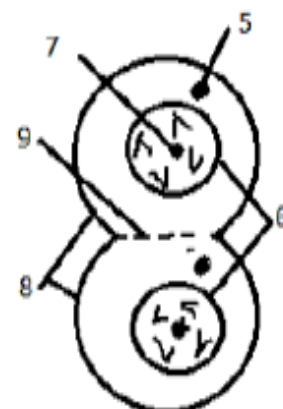
Interphase (fin)



Métaphase

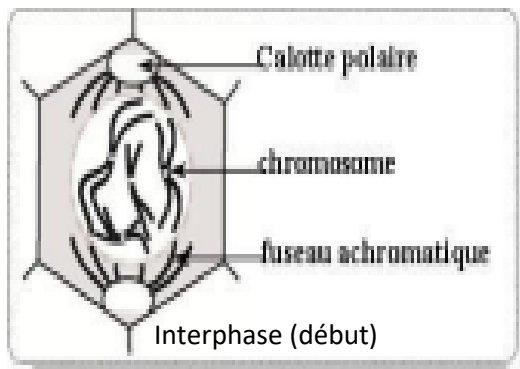


Anaphase

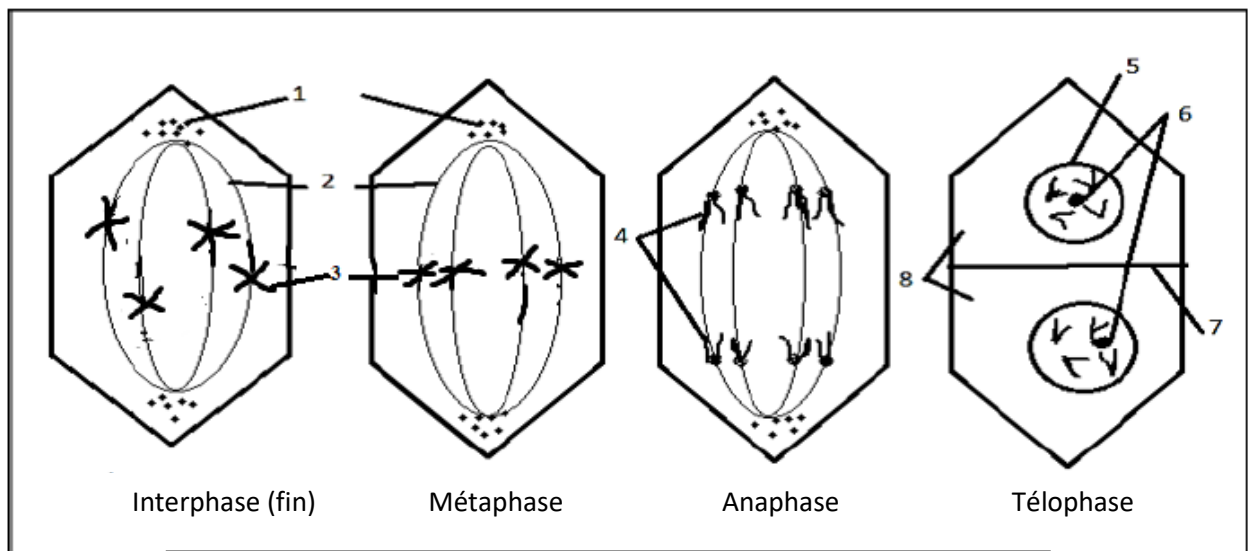


Télophase

Document 1A : Mitose d'une cellule animale ($2n = 4$)



- 1- Calotte polaire 2- fuseau achromatique
3- chromosome à 2 chromatides 4- Chromosome à 1 chromatide (ou chromatide sœur) 5- noyau
6- nucléole 7- phragmoplaste 8- cellules filles



Document 1B : Mitose d'une cellule végétale ($2n = 4$)

Consigne :

1. Donne les caractéristiques de chaque phase de la mitose d'une cellule animale.
2. Compare la mitose d'une cellule animale à celle d'une cellule végétale.
3. Compare le nombre de chromosomes de chaque cellule fille à la cellule mère et tire une conclusion.
4. Définis la mitose et donne l'importance de la mitose

Activité 2 : Chromosomes

A. Formes et ultrastructure d'un chromosome :

Les **figures 1 et 2 du document 2** traduisent respectivement les différentes formes de chromosomes et l'ultrastructure d'un chromosome.

Consigne :

1. Cite les différentes formes de chromosomes que tu vois dans la figure 2 du doc 2.
2. Décris l'ultrastructure du chromosome de la figure 1 du doc2.
3. Dessine et annote un chromosome simple et un chromosome dupliqué.

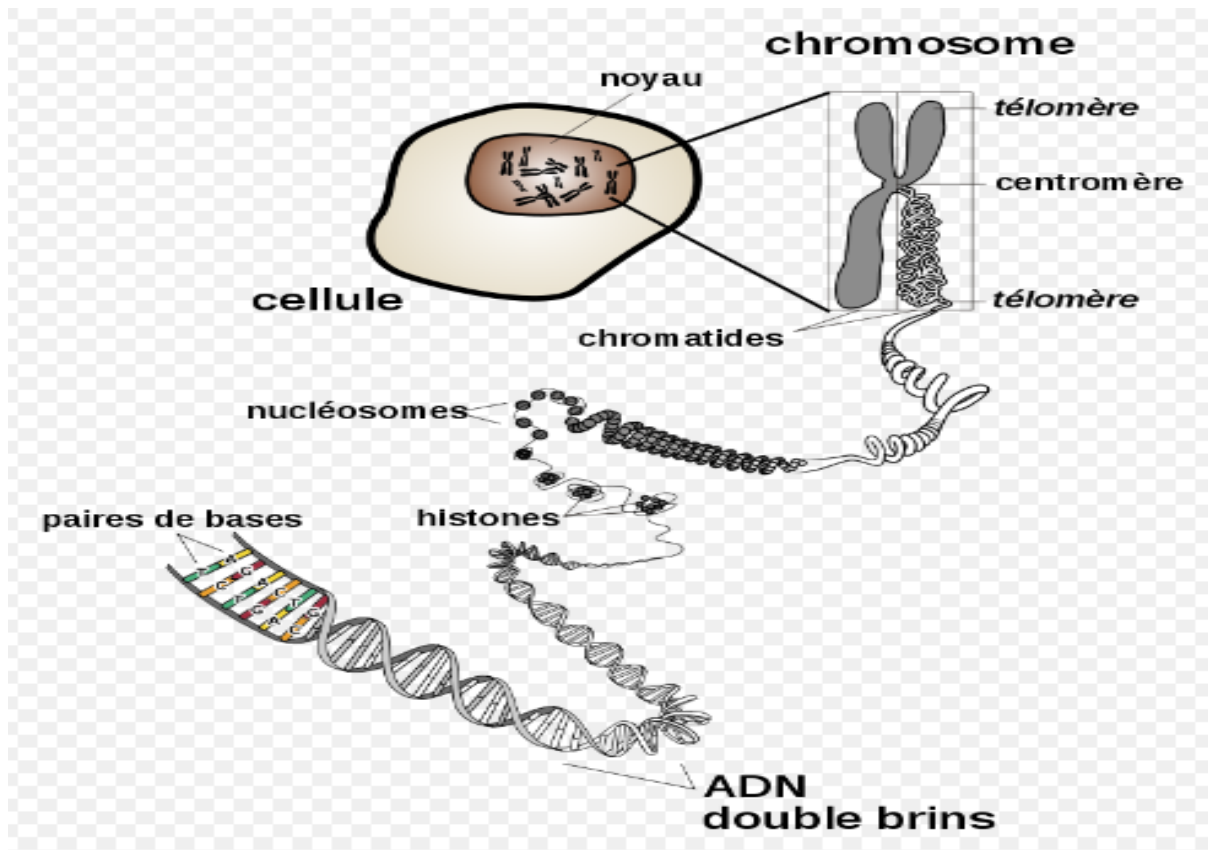


Figure1(document2) : Structure d'un chromosome à 2 chromatides (durant la mitose)



Figure 2 (document2) : formes de chromosomes

B. Nombre de chromosomes :

Le **tableau n°1** ci-dessous indique le nombre de chromosomes dans une cellule somatique et dans une cellule sexuelle de quelques espèces.

Tableau n°1 : chromosomes dans une cellule somatique et dans une cellule sexuelle de quelques espèces.

Espèces	Homme	Drosophile	Chien	Blé	Pigeon
Cellule somatique	46	8	78	42	16
Cellule sexuelle	23	4	39	21	8

Consigne :

1. Analyser le tableau et tirer une conclusion.
2. En déduire les notions de diploïdie et haploïdie.

Activité 3 : Réplication de l'ADN

A. Modèle de réplication : Expérience de Meselson et Stahl

1°) Hypothèses : Pour expliquer la duplication d'une molécule d'ADN, trois modèles ont été proposés (voir **document 3A**). Ces modèles se basent tous sur l'utilisation de la molécule d'ADN "mère" comme matrice pour sa réplication, mais selon des modalités différentes.

2°) Vérification des hypothèses :

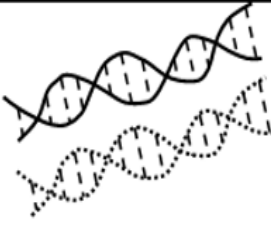
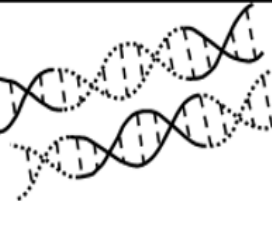
Pour savoir quel modèle est le bon, **Meselson et Stahl** (1958) ont cultivé des bactéries sur un milieu ne contenant que de l'azote lourd (^{15}N), sachant que l'azote « naturel » est ^{14}N . Leur ADN est donc composé avec des atomes d'azote lourd.

Ces bactéries sont ensuite placées sur un milieu ne contenant que de l'azote léger ^{14}N . L'ADN maintenant synthétisé sera donc constitué d'azote ^{14}N , le seul présent dans le milieu. Les divisions des bactéries sont synchronisées.

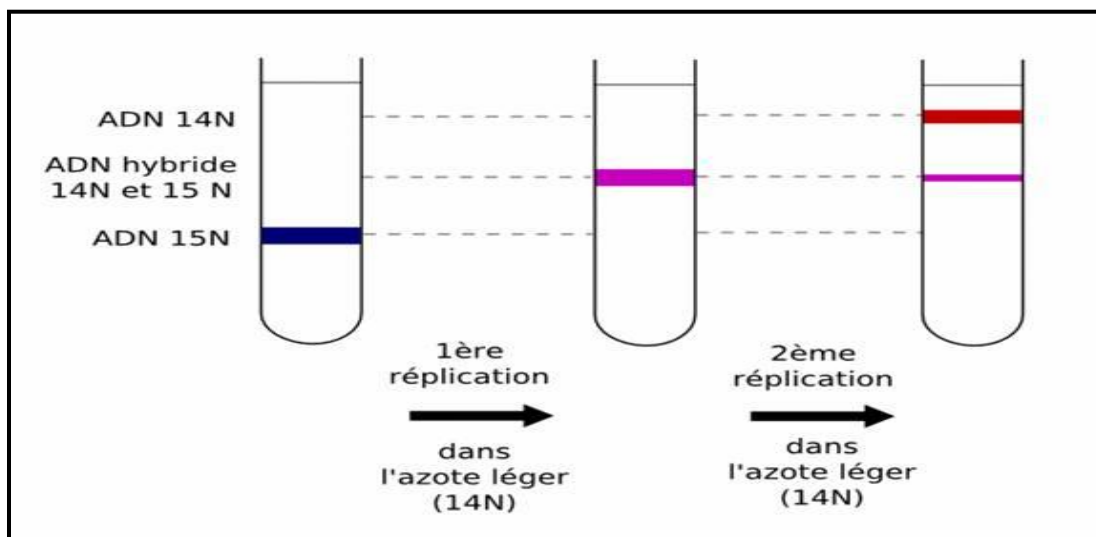
Ces ADN sont extraits et placés dans une solution de chlorure de Césium et centrifugé. La position des ADN est repérée par une mesure de la densité optique. Cette manipulation permet de séparer les molécules d'ADN selon leur poids. Le résultat est représenté par le **document 3B**.

Consigne :

1. Observe attentivement le **document 3A** et formule les trois hypothèses que les deux expérimentateurs cherchent à tester.
2. Explique brièvement chaque modèle.
3. Analyse soigneusement les résultats du **document 3B** pour en déduire le modèle à retenir.

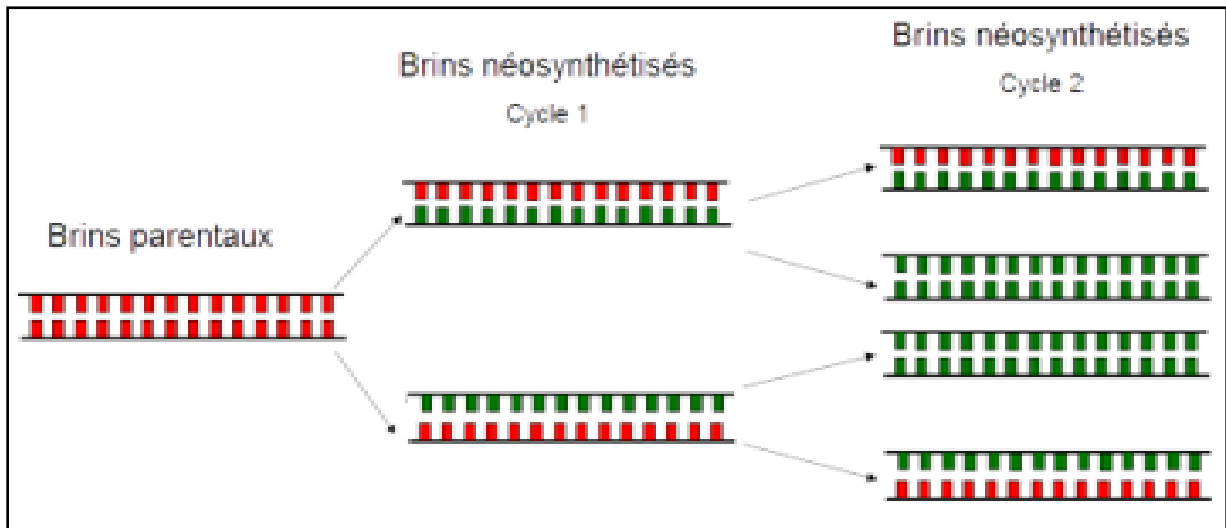
	Réplication conservative	Réplication semi-conservative	Réplication dispersive
Molécule d'ADN parental			
Molécule d'ADN de la première génération			

Document 3A : Modèles de réplication de l'ADN



Document 3B : Résultats de mesure de la densité.

B. Mécanisme de réplication :



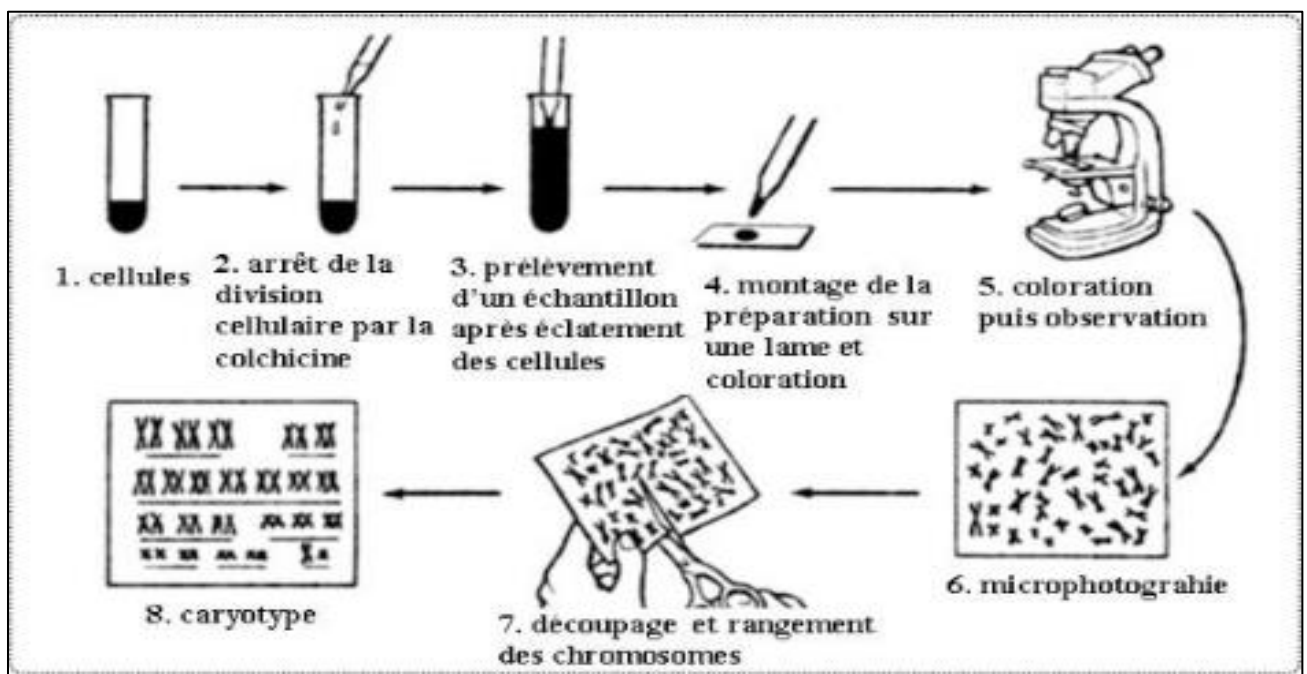
Le document 4 retrace le mécanisme de la réplication de l'ADN.

Consigne :

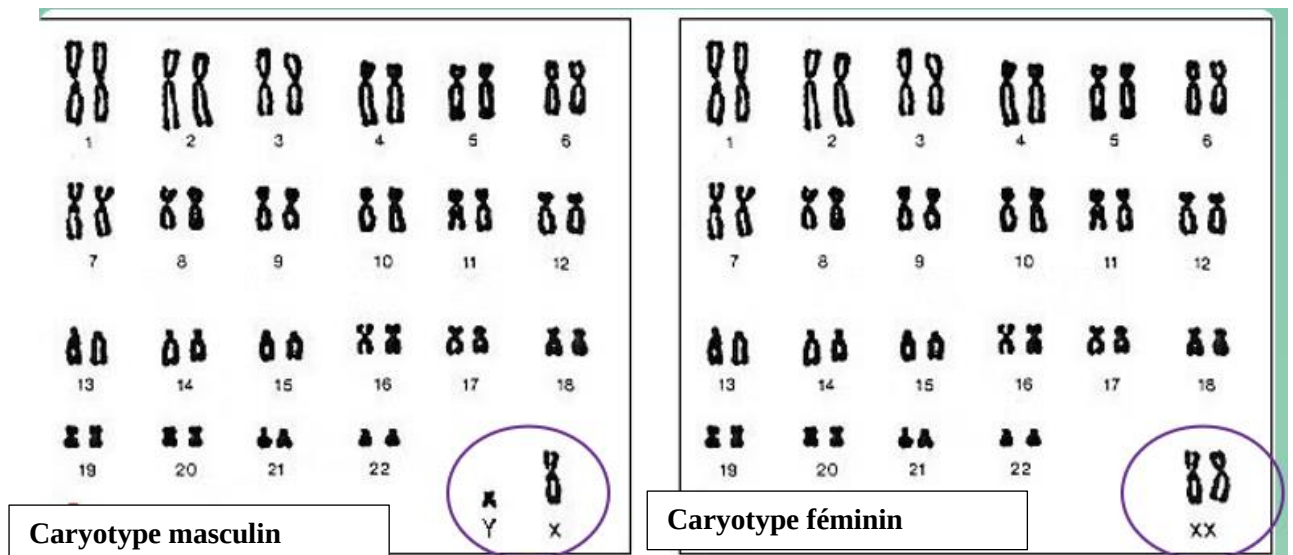
1. Reproduis le mécanisme de la réplication.
2. Décris le mécanisme de la réplication d'ADN.
3. Définis la réplication.
4. Cite les acteurs de la réplication d'ADN.

Activité 4 : Caryotype

Chez des cellules embryonnaires humaine mâle et femelle, on bloque les mitoses en métaphase par l'utilisation d'un poison, la colchicine. Elles sont éclatées dans un milieu hypotonique, fixées et colorées. Les préparations microscopiques sont photographiées et on obtient le **document 5**.



Document 5 : technique de réalisation du caryotype humain



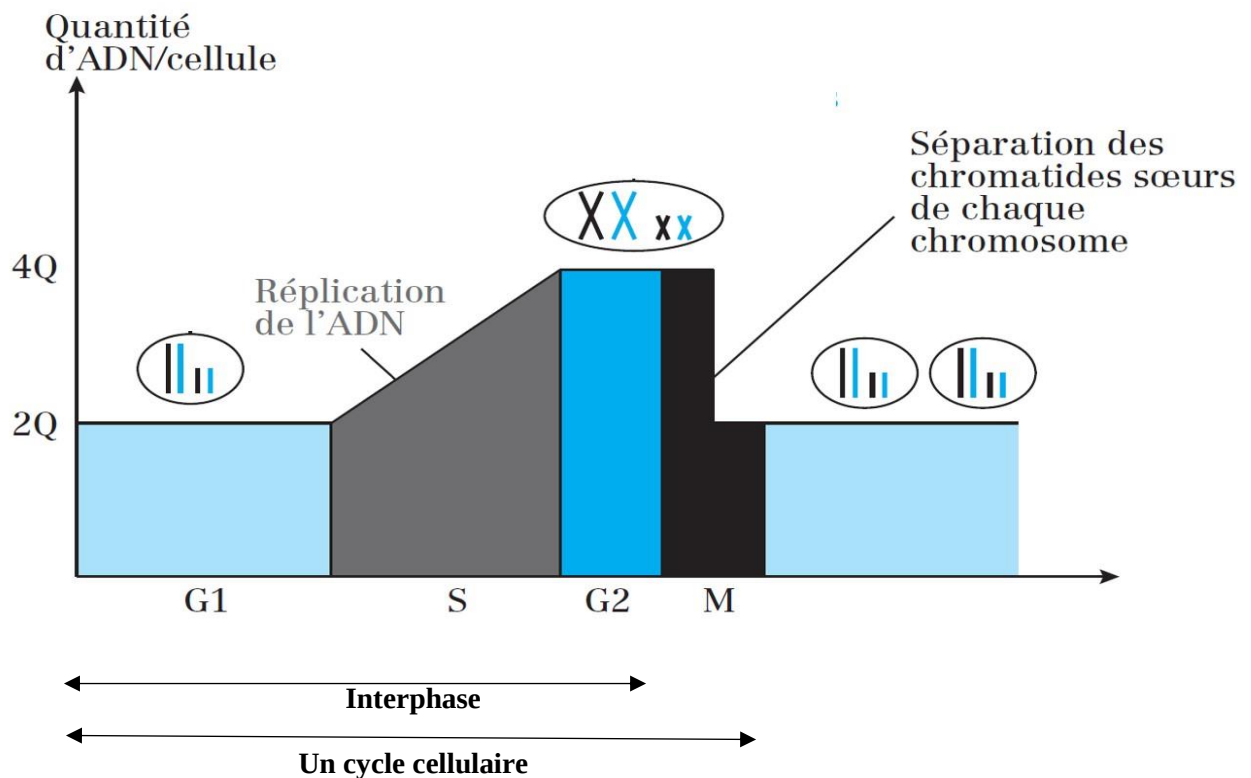
Document 6 : les caryotypes humains

Consigne :

1. Pourquoi et à quel moment utilise-t-on la colchicine ?
2. Explique la technique de réalisation d'un caryotype (Doc 5).
3. Définis un caryotype.
4. Décris chacun de ces caryotypes et écris la formule chromosomique de chaque caryotype.
5. Ces deux caryotypes correspondent-ils à ceux des organismes diploïdes ou haploïdes ? justifie ta réponse.
6. Propose deux critères de rangement des chromosomes dans l'élaboration d'un caryotype.

Activité 5 : Evolution de la quantité d'ADN au cours d'un cycle cellulaire

Le graphe de la **figure 1** représente l'évolution de la quantité d'ADN au cours d'un cycle cellulaire.



Document 7 : Evolution du taux d'ADN dans une cellule au cours d'un cycle cellulaire

Consigne :

1. Définis un cycle cellulaire.

2. Décris l'évolution du taux d'ADN au cours de ce cycle.
3. Donne l'état des chromosomes dans chaque phase (G1, S, G2) et à la fin de la mitose.

SYNTHESE GENERALE

I. LA MITOSE

La mitose est un phénomène original qui assure la transmission intégrale de l'information génétique de la cellule mère aux cellules filles.

Deux mitoses successives sont séparées par une phase de repos appelée interphase.

Dans une cellule végétale la mitose se déroule de la même manière que dans la cellule animale. Cependant l'absence du centriole entraîne l'absence d'aster. A la place d'aster se trouve la calotte polaire issue de la condensation du cytoplasme périnucléaire. La cytokinèse ne se fait pas par étranglement mais par la synthèse du phragmoplaste (nouvelle paroi) à l'équateur de la cellule qui provoque la séparation des deux cellules filles.

En définitive, la mitose est une division d'une cellule mère en deux cellules filles identiques entre elles et à la cellule mère. C'est donc une reproduction conforme.

III. LE CARYOTYPE

Le caryotype est la représentation du nombre et de la forme des chromosomes d'une cellule. Le nombre de chromosomes est toujours constant et toujours paire dans les cellules d'une espèce. On représente la formule chromosomique d'un individu (ou d'une espèce) par la formule $2n$ (n étant le nombre de paires de chromosomes) et la cellule est dite diploïde. Les deux chromosomes d'une même paire sont dits homologues. Cependant, les cellules reproductrices ou sexuelles qui renferment la moitié du nombre des chromosomes de l'individu correspondant c'est-à-dire n chromosomes sont dits haploïdes.

Chez l'Homme, le caryotype est noté $2n = 46$ chromosomes, soit 23 paires de chromosomes. Parmi les 23 paires, 22 sont autosomes et sont identiques 2 à 2 pour les deux (2) sexes, tandis que la 23ème paire, constituée par les chromosomes sexuels (ou gonosomes), est différente dans les deux sexes. Chez l'homme, cette paire est désignée par les lettres X et Y (soit XY) et chez la femme par la lettre X (soit XX).

NB : On réalise le caryotype d'un individu en métaphase de mitose quand les chromosomes sont plus condensés.

IV. LE CYCLE CELLULAIRE

Le cycle cellulaire est l'ensemble des changements qui se déroulent dans une cellule entre le début de l'interphase et la fin de la mitose. Le cycle cellulaire se divise donc en deux grandes périodes : l'interphase et la mitose.

L'interphase est la phase la plus longue du cycle et également une phase de grande activité métabolique.

V. LA REPLICATION DE L'ADN

Avant la division d'une cellule, son matériel génétique doit se reproduire à l'identique afin de permettre à chaque cellule fille d'avoir une copie conforme du matériel génétique de la cellule mère. Ce processus de réplication a lieu dans le noyau et nécessite les quatre types de nucléotides, de l'énergie (ATP) et des enzymes (ADN polymérases).

Mécanisme de réplication :

A partir d'une extrémité de l'échelle, l'ADN polymérase rompt les liaisons hydrogène entre les bases azotées de la molécule d'ADN et les deux brins s'écartent l'un de l'autre. Chez les eucaryotes, la réplication s'initie en différents points de chaque molécule d'ADN en même temps. Cela forme des figures appelées « yeux » de réplication. Les nucléotides libres viennent se placer par complémentarité

des bases (T-A, C-G). Les liaisons covalentes créées entre les différents nucléotides voisins constituent un nouveau brin. Les nouvelles molécules d'ADN ainsi formées ont chacune un brin parental et un brin néoformé : on dit que la réplication est semi conservative. C'est à ce moment que la division peut commencer.

Concept général 2 : INFORMATION GENETIQUE

Sous-concept 3 : L'expression de l'information génétique

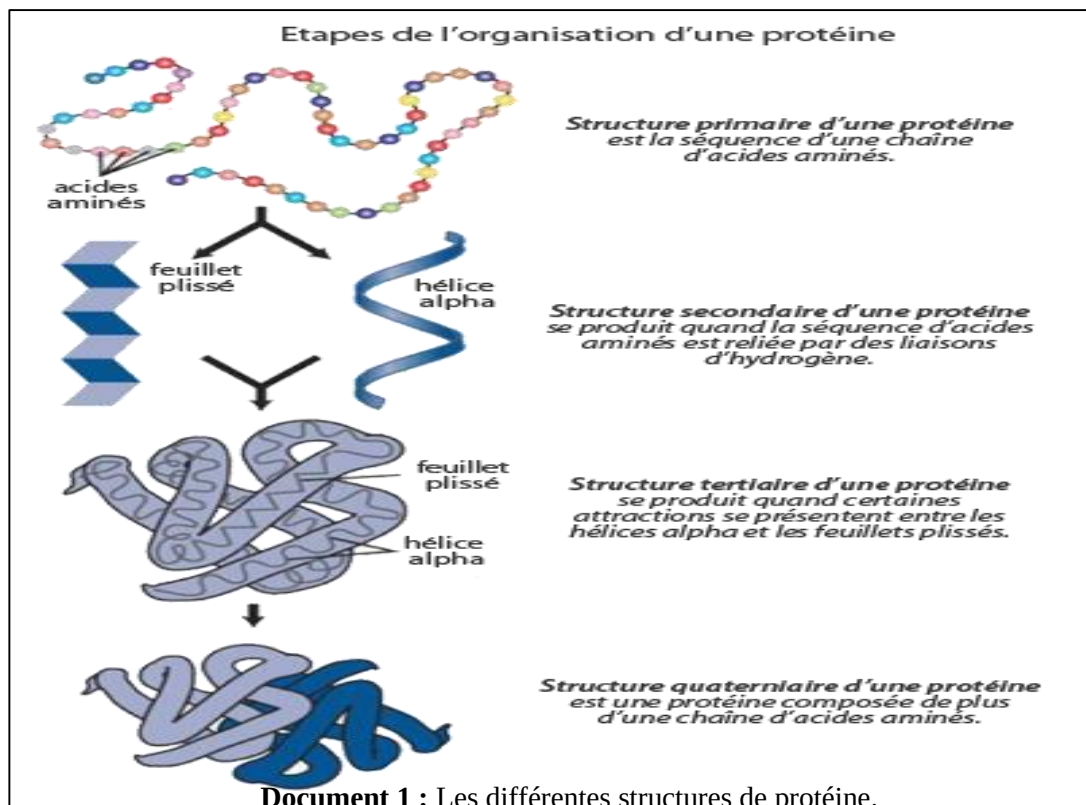
Situation problème

Les protéines sont des constituants chimiques de la matière vivante. Elle assure la croissance de l'individu, la réparation des tissus après blessure ou maladies : ce sont les éléments bâtisseurs. Les enzymes sont des protéines qui activent certaines réactions du métabolisme.

- ✓ Comment sont organisées les protéines ?
- ✓ Quelle est l'influence des protéines sur le phénotype ?
- ✓ Comment sont synthétisées les protéines ?

Activité 1 : Organisation des protéines

Les protéines sont les constituants organiques qui ont une importance capitale dans le fonctionnement cellulaire. Elles présentent différents niveaux de structure au sein de l'organisme. Ces niveaux varient suivant le type de protéine, le niveau de maturation d'une protéine, ou encore suivant le milieu dans lequel la protéine se trouve.



Document 1 : Les différentes structures de protéine.

Consigne : A partir du document 1 et votre connaissance :

1. Définis une protéine et cites les différentes structures de protéines.
2. Citez deux protéines et leurs fonctions dans l'organisme.

Activité 2 : L'influence des protéines sur le phénotype

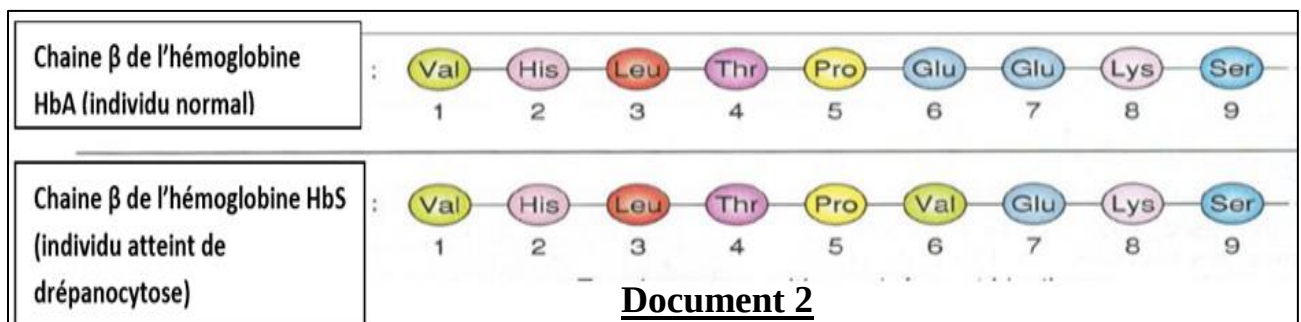
Les protéines d'un individu jouent un rôle très important dans le fonctionnement des cellules. Elle participe également à l'expression de son phénotype (ensemble de caractère observable).

Prenons le cas de drépanocytose :

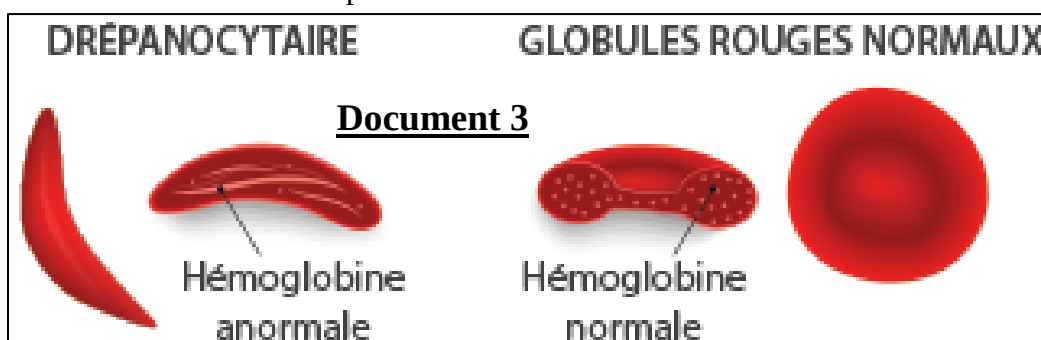
La drépanocytose (parfois appelée anémie falciforme) est une maladie génétique qui touche l'hémoglobine. Ainsi la drépanocytose présente des caractéristiques à différentes échelles :

A. Au niveau moléculaire :

L'hémoglobine est une protéine, dont le rôle est de fixer les gaz de la respiration à l'intérieur des globules rouges. L'hémoglobine est un tétramère, c'est à dire qu'elle est formée de quatre chaîne peptidique, deux chaînes dites alpha (identique l'une à l'autre) et deux chaîne beta (également identiques). On trouve ainsi quatre groupements organiques, appelés hèmes, contenant chacun un atome de fer. C'est à ce niveau que se lie l'oxygène. Comme toute protéine, l'hémoglobine résulte de l'enchaînement d'acides aminés dans un ordre précis.



B. Au niveau cellulaire : L'expression des molécules s'exprime au niveau cellulaire et est fonction de la nature de la protéine.



C. Au niveau de l'organisme :

Le drépanocytaire présente les symptômes caractéristiques suivants : le blanc des yeux de couleur jaune, des lèvres de couleur parfois bleue, des palpitations cardiaques, augmentation du flux sanguin dans les vaisseaux, des essoufflements, ... Ces symptômes constituent le phénotype macroscopique.

Consigne : A partir de tes connaissances et des documents :

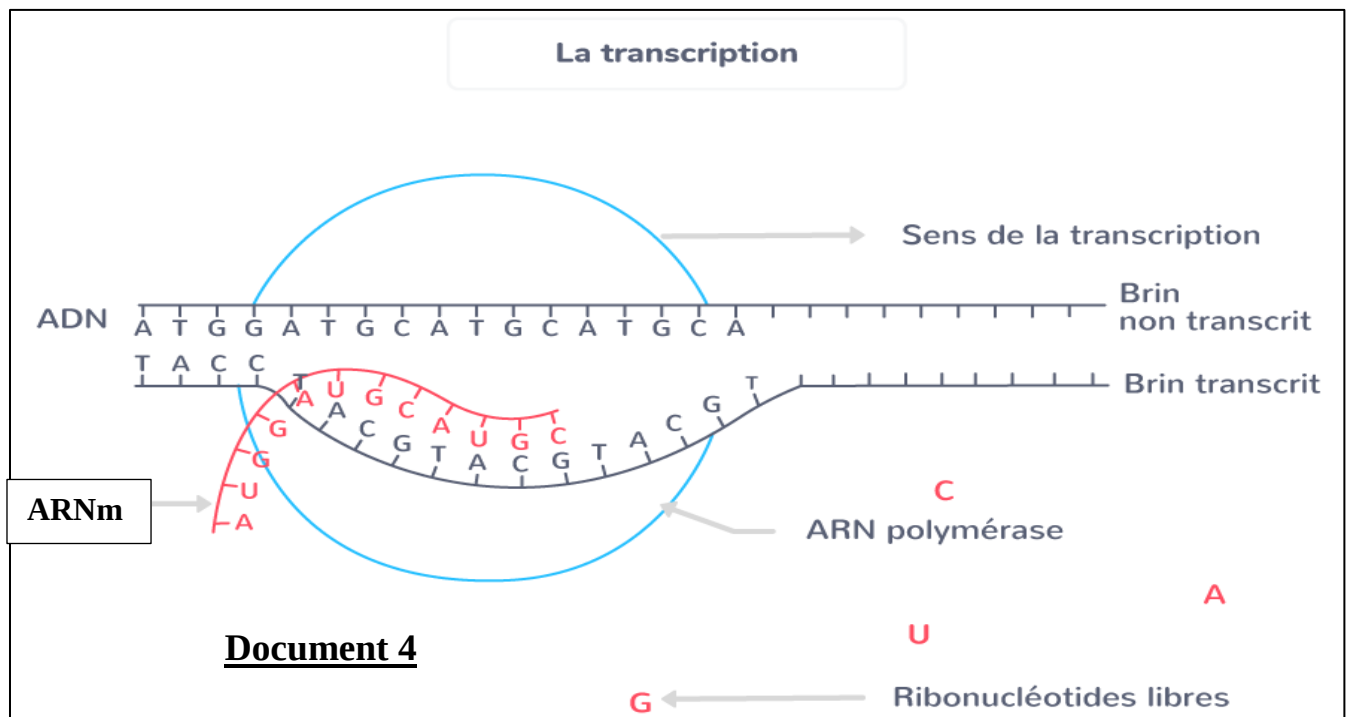
1. Définis le phénotype.
2. A l'aide du document 2, donne la différence entre la structure des deux hémoglobines (HbA et HbS) et ses conséquences.
3. Explique comment cette variation des deux structures moléculaires détermine le phénotype cellulaire.

Activité 3 : la synthèse des protéines

L'ADN des cellules eucaryotes est localisé dans le noyau. Cependant la synthèse des protéines s'effectue dans le cytoplasme au niveau des ribosomes. Elle se déroule en deux phases successives qui sont :

A. La transcription de l'ADN en ARNm

La transcription d'ADN est processus biologique qui consiste à copier des régions codantes de l'ADN en ARN (ARNm, ARNt et ARNr). La transcription est la première étape du procédé permettant de passer de l'ADN à la protéine. Elle a eu lieu dans le noyau de la cellule et nécessite la présence d'une enzyme spécifique (ARN polymérase), des nucléotides libres, et de l'ATP.



Consigne A : A partir du texte et du document 4

1. Localise la transcription dans la cellule.
2. Explique le mécanisme de la transcription.
3. Cite les différents acteurs de la transcription et donne le rôle de chaque acteur.

B. La traduction de l'ARNm en protéine :

La traduction désigne l'ensemble des mécanismes qui transforme l'information portée par la séquence d'un ARN messager en une séquence polypeptidique (protéine). Ainsi, le flux d'information va passer de la forme acide nucléique à la forme protéine selon le code universel appelé code génétique. Elle a eu lieu dans le cytoplasme.

Le code génétique : est le système de correspondance qui existe entre la séquence de nucléotides de l'ARNm et la séquence des acides aminés de la chaîne polypeptidique.

Il existe 20 acides aminés naturels. Les chercheurs ont essayé de comprendre comment on peut former 20 mots (représentant les 20 acides aminés) à partir de 4 lettres (représentant les bases azotées).

La réponse fut donnée par Georges Gamow en 1954 de la manière suivante :

Si chaque mot ne possédait que qu'une lettre, avec 4 lettres, on pourrait former 4 mots différents, ce qui se révèle insuffisant. Si nous utilisons des mots de 2 lettres, nous pourrions déjà former 16 mots, ce qui est encore trop peu. En revanche, si chaque mot comprend 3 lettres, avec 4 lettres distinctes, il est possible de composer au minimum 20 mots différents, nombre qui suffit déjà, car il correspond à celui des acides aminés, bien que l'on puisse en former jusqu'à 64. Et Gamow de conclure que « chaque triplet code pour un acide aminé donné ». Le triplet codant pour un acide aminé est appelé codon.

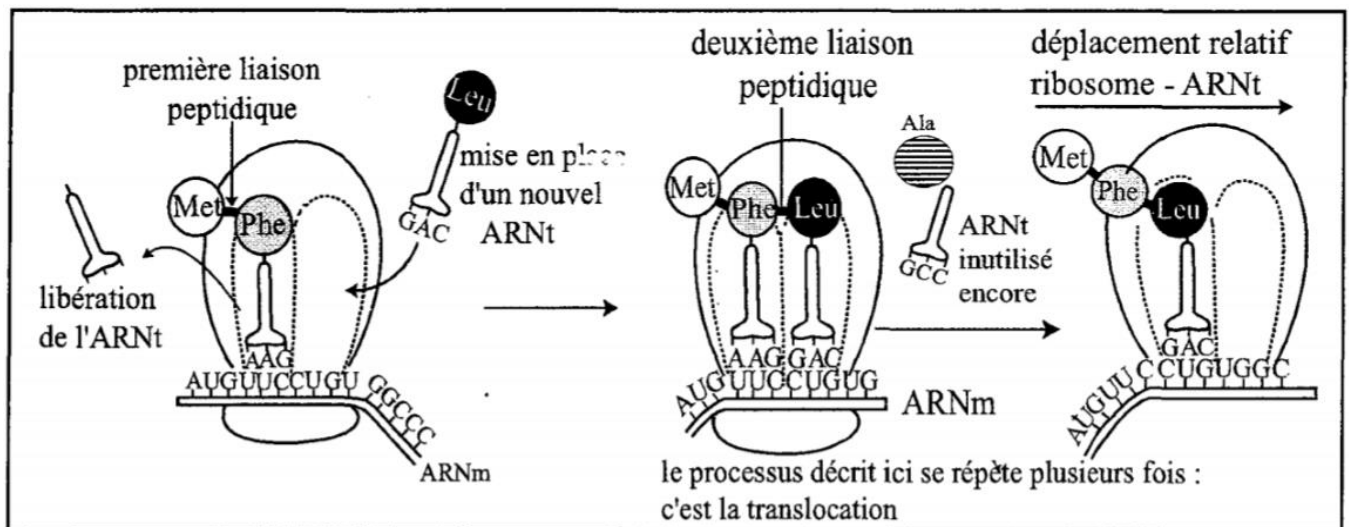
• **Les étapes de la traduction :** La traduction se réalise en 3 phases principales :

L'initiation qui correspond à la mise en place d'un ribosome et d'un ARNt chargé de méthionine sur l'ARNm.

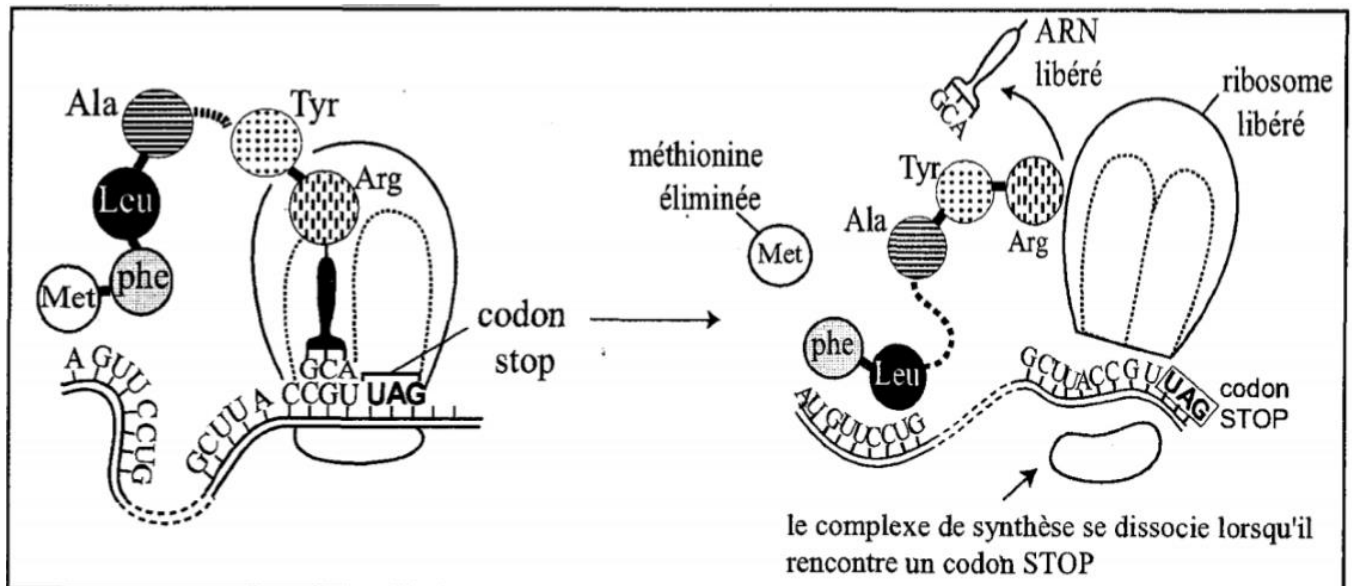
L'élongation qui débute par la fixation d'un autre ARNt activé dans le **site A** de ribosome sur l'ARNm mettant en place et reliant les différents acides aminés de la protéine.

La terminaison qui correspond à l'arrivée d'un codon stop dans le site A de ribosome

		DEUXIEME LETTRE					
		U	C	A	G		
PREMIERE LETTRE	U	UUU } Phénylalanine (Phe) UUC } UUA } Leucine (Leu) UUG }	UCU } UCC } Sérine (Ser) UCA } UCG }	UAU } Tyrosine (Tyr) UAC } UAA } Codons-stop UAG }	UGU } Cystéine (Cys) UGC } UGA → Codon-stop UGG → Tryptophane (Trp)	TROISIEME LETTRE	U
	C	CUU } CUC } Leucine (Leu) CUA } CUG }	CCU } CCC } Proline (Pro) CCA } CCG }	CAU } Histidine (His) CAC } CAA } Glutamine (Gln) CAG }	CGU } CGC } Arginine (Arg) CGA } CGG }		C
	A	AUU } Isoleucine (Ile) AUC } AUA } AUG } Méthionine (Met)	ACU } ACC } Thréonine (Thr) ACA } ACG }	AAU } Asparagine (Asn) AAC } AAA } Lysine (Lys) AAG }	AGU } Sérine (Ser) AGC } AGA } Arginine (Arg) AGG }		A
	G	GUU } GUC } Valine (Val) GUA } GUG }	GCU } GCC } Alanine (Ala) GCA } GCG }	GAU } Acide aspartique (Asp) GAC } GAA } Acide glutamique (Glu) GAG }	GGU } GGC } Glycine (Gly) GGA } GGG }		G



2^{ème} étape : Elongation



3^{ème} étape : terminaison

Consigne B :

1. Définis le code génétique (voir texte).
2. Donne les caractéristiques du code génétique (voir le tableau du code génétique).
3. Localise la traduction dans la cellule (voir texte).
4. Cite et explique les différentes étapes de la traduction (voir document 5).
5. Quel est le devenir de la protéine formée ?

Activité 4 : Les mutations

Les mutations affectent la structure du gène et la transforme en une forme d'allèle c'est-à-dire modifient la séquence des nucléotides au niveau du brin d'ADN qui gouverne la synthèse d'une protéine. Il existe plusieurs types de mutations ponctuelles.

Le document suivant représente quelques types de mutations géniques.

?	?	?
A T ~~X~~ T A G	A T C T A G	A T C T A G
A T T A G	A T G C T A G	A T T T A G

Cosigne : A partir du document et de tes connaissances

1. Définis une mutation.
2. Détermine la nature de la mutation génique dans chacun des exemples ci-dessus.

SYNTHESE GENERALE

INTRODUCTION

Les protéines, constituants essentiels des êtres vivants, sont des macromolécules d'une infinie variété, caractérisées par leur séquence en acide aminés. La séquence des acides aminés d'une protéine est codée génétiquement : la fabrication (synthèse) d'une protéine est le résultat de l'expression génétique.

L'expression génétique est la fabrication par la cellule d'une protéine donnée, en suivant l'information génétique portée par un gène de l'ADN.

I. L'ORGANISATION DES PROTEINES

Une protéine est un enchainement d'acides aminés. L'ordre ou la séquence des acides aminés détermine le type de protéine. Si cet ordre change, les protéines en elle-même change. Ce sont des constituants qui ont un rôle actif, vital et une importance capitale dans le fonctionnement des cellules (enzymes, anticorps, antigènes, toxines...).

Elles sont complexes de par leurs compositions chimiques et leurs structures nous permettant de les classer en quatre (4) ordres de complexité :

- Structure primaire : est l'ordre d'enchainement des acides aminés.
- Structure secondaire : est le repliement local dans l'espace d'une chaîne polypeptidique dont on distingue 2 types de configurations. Des hélices α comme celle de la Kératine et des hélices β qui sont plissées.
- Structure tertiaire : la chaîne forme des boucles en plis à certains niveaux stabilisés par divers types de liaisons en particulier par des ponts disulfures s'établissant entre 2 molécules de Cystéine.
- Structure quaternaire : est l'association de plusieurs chaînes polypeptidiques au sein d'une macromolécule comme dans l'hémoglobine ou dans l'anticorps.

II. LE PHENOTYPE

Le phénotype d'un individu désigne, au sens large, l'ensemble des caractéristiques observables tant sur le plan morphologique, anatomique, physiologique que sur le plan mental. Très fréquemment, le terme phénotype est utilisé dans un sens plus restreint, puisque ne se rapportant qu'au seul aspect physique de l'individu.

On parle par exemple, du phénotype couleur des yeux. La drépanocytose, par exemple, est une maladie marquée par des symptômes caractéristiques. Ces symptômes constituent le phénotype macroscopique. Il résulte de la différence fonctionnelle des hématies. Ces différents types d'hématies caractérisent le phénotype cellulaire.

L'hématie est une cellule sans noyau, caractérisée par l'abondance dans son cytoplasme, de l'hémoglobine, responsable du transport du dioxygène et formée de 4 chaînes identiques 2 à 2 appelées chaînes α et β .

L'analyse précise des molécules d'hémoglobine HbA (rencontrées chez l'individu sain) et des molécules d'hémoglobine HbS (rencontrées chez l'individu atteint de drépanocytose) a montré qu'elles diffèrent au niveau des chaînes β . Les deux polypeptides βA et βS diffèrent par un seul acide aminé (acide glutamique). Cette différence constitue le phénotype moléculaire.

Ce sont donc les différences entre le phénotype moléculaire du drépanocytaire et celui du non drépanocytaire qui entraînent les différences au niveau de phénotype cellulaire et donc au niveau du phénotype macroscopique.

III. LA SYNTHÈSE DES PROTÉINES

La synthèse des protéines est l'ensemble des étapes conduisant à l'expression de l'information génétique sous forme de protéines. Elle comprend la transcription de l'ADN en ARNm et la traduction de cet ARNm en chaînes polypeptidiques.

A. La transcription de l'ADN en ARNm :

Chez les eucaryotes, la transcription se déroule dans le noyau. Elle correspond à la synthèse d'une molécule de l'ADN à partir du brin transcrit ou du brin non codant de l'ADN qui sert de matrice. La transcription nécessite la présence d'une enzyme spécifique (ARN polymérase) des nucléotides libres (U, A, G et C) et d'énergie sous forme d'ATP.

Lors de la transcription d'un gène, la molécule d'ADN se dégrade (ouverture d'un œil) localement (et non sur toute la longueur comme dans une duplication) au niveau de ce gène par rupture des liaisons hydrogènes entre les bases complémentaires des deux brins.

Au fur à mesure que l'ARN polymérase se déplace, il assemble des nucléotides libres, A, U, G ou C en chaînes poly-nucléotidiques constituant la molécule d'ARNm et selon le système de complémentarité avec le brin transcrit.

B. La traduction :

Elle se déroule dans le cytoplasme au niveau des ribosomes et correspond au décodage de l'information génétique portée par l'ARNm. Ce décodage consiste à l'assemblage des acides aminés en chaînes polypeptidiques dans l'ordre imposé par l'information véhiculée par l'ARNm. Le décodage du langage nucléique en langage protéique se fait grâce à l'aide du code génétique.

1. Le code génétique :

Il est le système de correspondance entre ARNm et les acides aminés. Dans ce code, 3 nucléotides, qui forment un codon, vont déterminer un acide aminé.

Nous avons 64 codons possibles pour les 20 acides aminés, et répartissent en : codons synonymes (triplets différents codant pour un même acide aminé), codon initiateur (AUG qui indique le début de traduction) et codons stop (« UAG, UAA, ou UGA », qui indiquent la fin de la traduction).

Le code génétique présente les caractéristiques suivantes :

- Il est non chevauchant : car dans une séquence, une base donnée ne peut appartenir à 2 codons successifs. Les codons sont lus à la suite des autres sans partage d'une base (nucléotide).
- Il est redondant : car des codons distincts peuvent coder un même acide aminé.
- Il est universel : car commun à tous les êtres vivants.
- Il est non ambigu : car pour un codon donné, ne peut coder que pour un même et seul acide aminé.

2. Les principaux acteurs de la traduction :

Ces acteurs sont :

- L'ARNm : c'est le détenteur de l'information codée,
- Le ribosome : formé de 2 sous unités ; une petite et une grande. Il est le site de lecture ou l'atelier de synthèse des protéines,
- L'ARNt : c'est l'adaptateur qui assure la correspondance entre le codon de l'ARNm et l'acide aminé,
- Les acides aminés stockés dans la cellule. La traduction se déroule en 3 phases :

a) La phase d'initiation : elle débute toujours au niveau d'un codon AUG ou codon initiateur. Au niveau de ce codon, viennent se mettre en place la sous petite unité ribosomale et l'ARNt chargé de méthionine, premier acide aminé qui se liera au codon AUG. On assiste alors à la mise en place de la grande sous unité ribosomale, l'ARNt porteur de méthionine occupe le site P. Le tout constitue ce qu'on appelle le complexe d'initiation.

b) La phase d'élongation : est la phase de lecture. Elle débute quand le site A du ribosome se fixe un autre ARNt activé. La première liaison spécifique peptidique va se former sous l'influence d'une enzyme appelée (peptidyl transférase) située au niveau de la grande sous unité du ribosome. Le ribosome progresse comme un curseur sur l'ARNm mettant en place et reliant les différents acides aminés de la protéine. L'ordre de l'acide aminé correspond à la séquence de l'ARNm et donc à l'information génétique contenu dans l'ADN initial.

c) **La phase de terminaison** : lorsque le ribosome arrive à un codon stop (UAG, UAA ou UGA), il n'existe pas l'ARN de transfert complémentaire et la synthèse s'arrête. Le complexe « ARNm, les deux sous unités ribosomales, l'ARNt et la chaîne polypeptidique » se dissocient. Le premier acide aminé ayant servi à l'initiation de la traduction (la méthionine) est supprimé de la chaîne polypeptidique et la traduction est terminée.

Remarque : Un ARNm peut être simultanément traduit par plusieurs ribosomes et donner en peu de temps beaucoup de protéines toutes identiques.

IV. LE DEVENIR DES PROTEINES

Les protéines sont déversées dans les cavités du réticulum endoplasmique où elles subiront leurs maturations. Les fragments du réticulum endoplasmique se détachent en formant des vésicules de transition qui contiennent des protéines synthétisées. Ces vésicules en fusionnant entre elles vont former les saccules de l'appareil de Golgi qui s'empilent les uns sur les autres. Ces saccules sont les lieux de concentration des protéines et parfois, des modifications de ces dernières en glycoprotéines.

Les saccules émettent des vésicules de sécrétion qui servent à emballer les protéines et à les exporter hors de la cellule en fusionnant avec la membrane plasmique de la cellule : c'est le phénomène d'exocytose.

Concept général 3 : l'unicité des individus et la diversité génétique

Sous-concept 1.1 : les mécanismes fondamentaux de la reproduction sexuée chez les mammifères.

Situation problème :

Tous les êtres vivants proviennent d'autres êtres vivants parentaux grâce à la reproduction. Cette dernière est l'une des fonctions fondamentales qui caractérisent la vie. Il existe deux types de reproduction chez les êtres vivants à savoir :

La reproduction sexuée qui fait intervenir des gamètes mâles et femelles ou cellules reproductrices ;

La reproduction asexuée qui ne fait pas intervenir des gamètes ou cellules reproductrices.

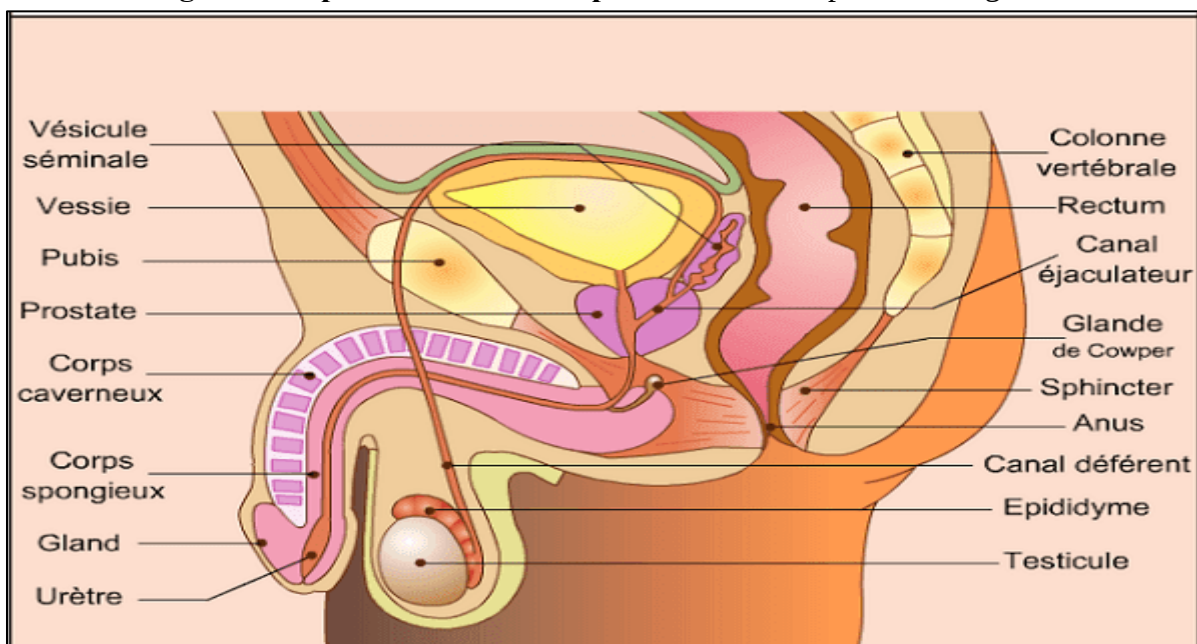
Tous les êtres vivants pluricellulaires proviennent d'une cellule unique appelée cellule-œuf issue de la fusion de deux gamètes (mâle et femelle). Par mitoses successives, la cellule-œuf évolue pour donner un nouvel individu.

- ✓ Comment se forment les gamètes ?
- ✓ Quels sont les mécanismes qui permettent la conservation du caryotype de l'espèce d'une génération à l'autre ?
- ✓ Pourquoi dit-on que la méiose et la fécondation sont deux phénomènes compensateurs ?

Activité 1 : Les appareils génitaux

1. L'appareil génital de l'homme (Document 1) : il comprend

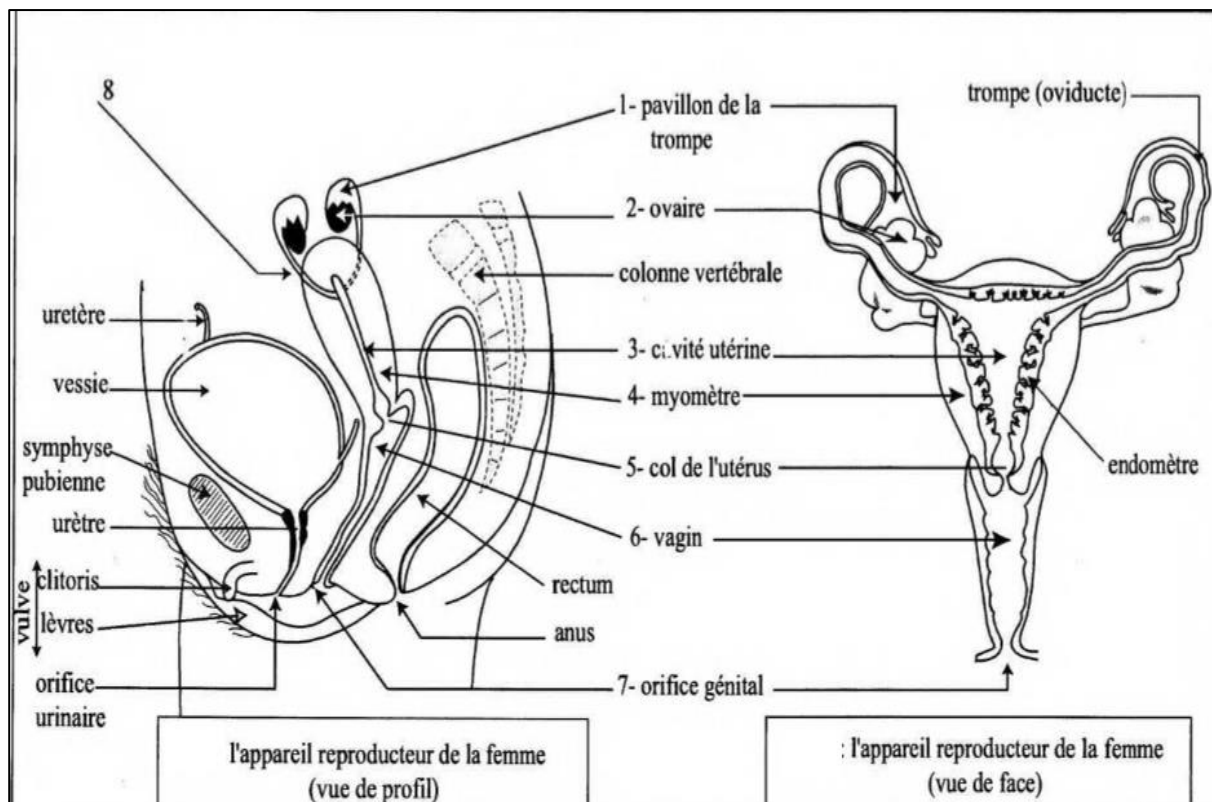
- ✓ **Les gonades mâles** : ce sont les **testicules** qui ont deux fonctions : endocrinienne (production d'une hormone appelée la **testostérone**) et exocrinienne (production des spermatozoïdes ou gamètes mâles).
- ✓ **Les glandes annexes** : Deux vésicules séminales, deux glandes de Cowper et une prostate dont les sécrétions entrent dans la composition du sperme et servent à la nutrition et au déplacement des spermatozoïdes.
- ✓ **Les voies génitales** : Deux épидидymes et deux spermiductes ou canaux déférents et un urètre.
- ✓ **Un organe de copulation ou d'accouplement** : c'est le pénis ou verge.



L'appareil génital de l'homme

2. L'appareil génital de la femme comprend (Document 2) : il comprend :

- **Gonades femelles** : ce sont les ovaires situés dans la cavité abdominale. Ils jouent deux fonctions : endocrinienne (production des hormones : œstrogène et progestérone) et exocrinienne (production de l'ovule).
- **L'organe de gestation** : C'est l'utérus. Sa partie interne est appelée muqueuse ou endomètre et sa partie externe est appelée le myomètre (muscle de l'utérus).
- **L'organe d'accouplement ou organe copulateur** : c'est le vagin.
- **Les structures externes** : ce sont les grandes et petites lèvres, le clitoris, l'orifice génital et orifice urinaire. Chez les femmes dont l'activité sexuelle n'a pas encore commencé, l'orifice externe du vagin est recouvert d'une membrane appelée hymen (uniquement pour les femmes n'ayant pas eu des relations sexuelles).
- **Le passage entre l'utérus et vagin** : le col de l'utérus, il protège l'utérus contre les infections et la sélection des bons spermatozoïdes, la glande de **Bartholin** est située au niveau de la vulve.



L'appareil génital de la femme

Consigne : A l'aide des documents 1 et 2, dressé un tableau comparatif des deux appareils génitaux (mâle et femelle) à partir des structures suivantes : Gonades, Voies génitales, Glandes annexes, Organes copulateurs

Activité 2 : les organes reproducteurs ou gonades

Les gonades sont les lieux de formation des gamètes ou cellules sexuelles. On distingue : les testicules chez l'homme et les ovaires chez la femme.

1. Les testicules : glandes ou organes reproducteurs mâles

Un testicule est protégé par une enveloppe appelée scrotum ou bourses testiculaires. Une coupe longitudinale d'un testicule montre qu'il est coiffé par un épидидyme et présente au microscope des lobules (**schéma 1**). Chaque lobule comprend 2 ou 3 tubes séminifères (**schéma 1**). La coupe transversale d'un tube séminifère montre de la périphérie vers le centre, un ensemble de cellules appelées **la lignée séminale ou germinale (schéma 2)**. On y trouve également des grosses cellules à rôle nourricière : **cellules de Sertoli**. Ces cellules sont de taille et d'aspect différents et sont à divers stade de leur évolution. On distingue par ordre : **les spermatogonies, les spermatocytes I, les spermatocytes II, les spermatides et les spermatozoïdes (schéma 2)**.

Les tubes séminifères se regroupent, formant un tube droit. Les tubes droits se raccordent au réseau de Haller. De ce réseau naissent canaux efférents dont l'ensemble se débouche dans le canal épидидymaire. Le canal épидидymaire prend le nom de canal déférent à la sortie du testicule. Entre les tubes séminifères on trouve les tissus conjonctifs renfermant les vaisseaux sanguins et des cellules interstitielles ou cellules de Leydig. L'ensemble de ces cellules constituent la glande interstitielle qui secrète la testostérone (l'hormone de la masculinité) (**schéma 2**).

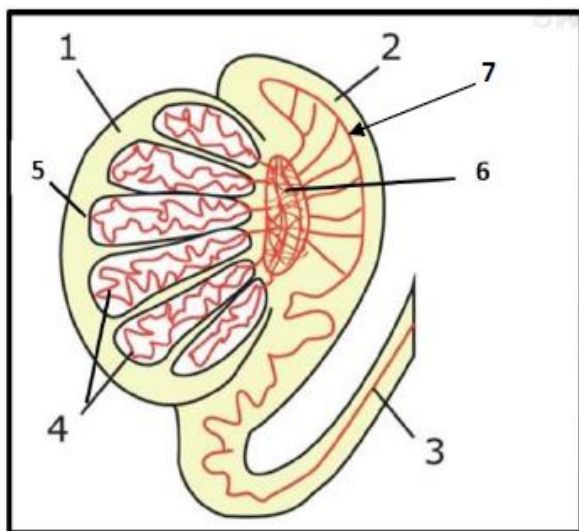
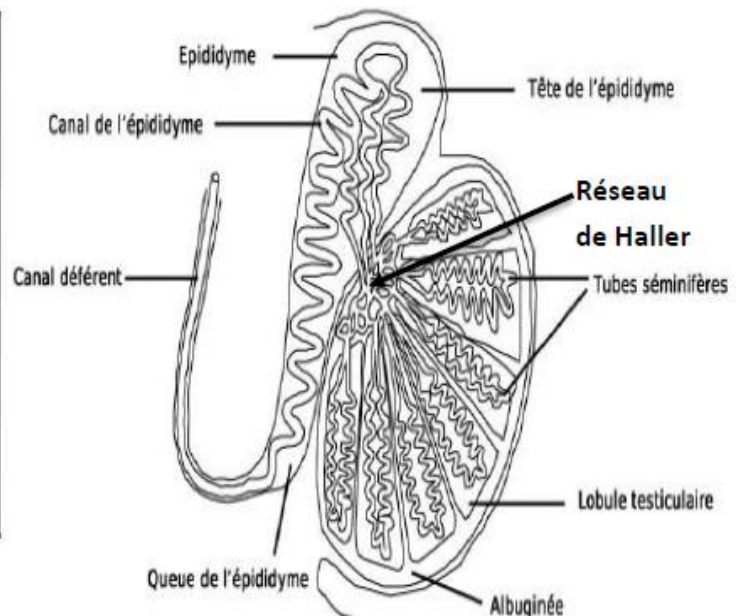
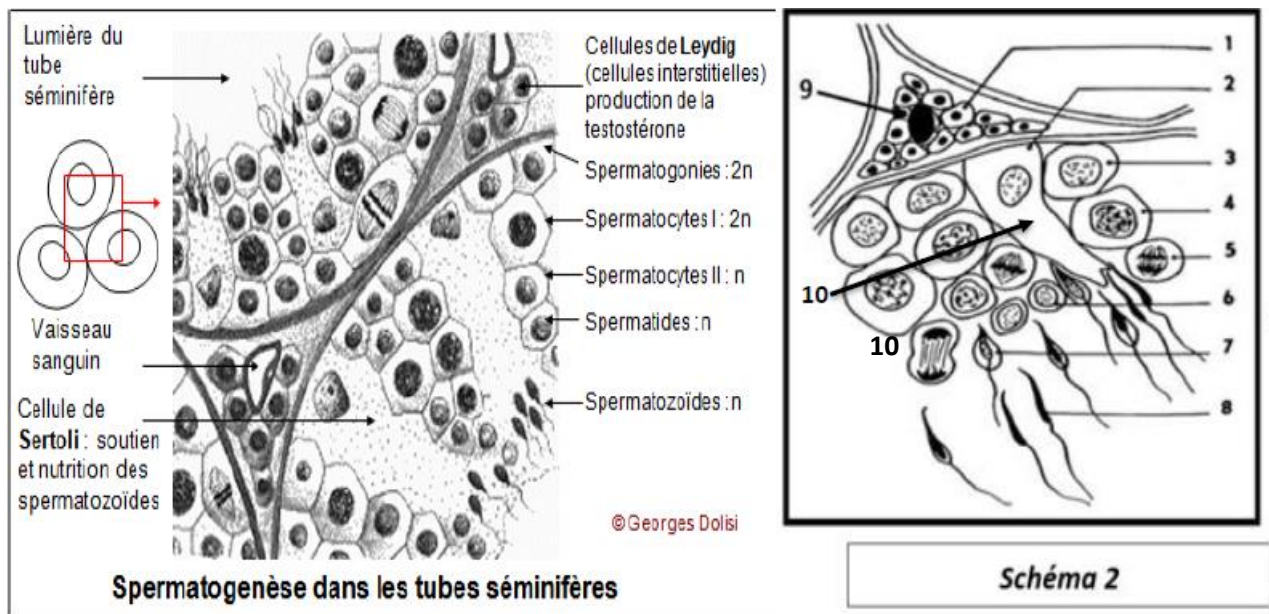
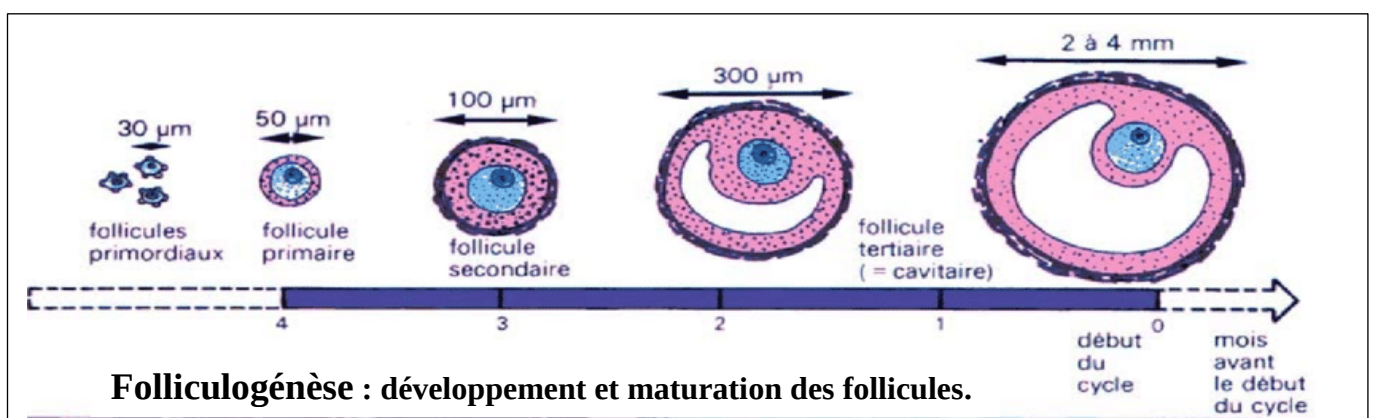
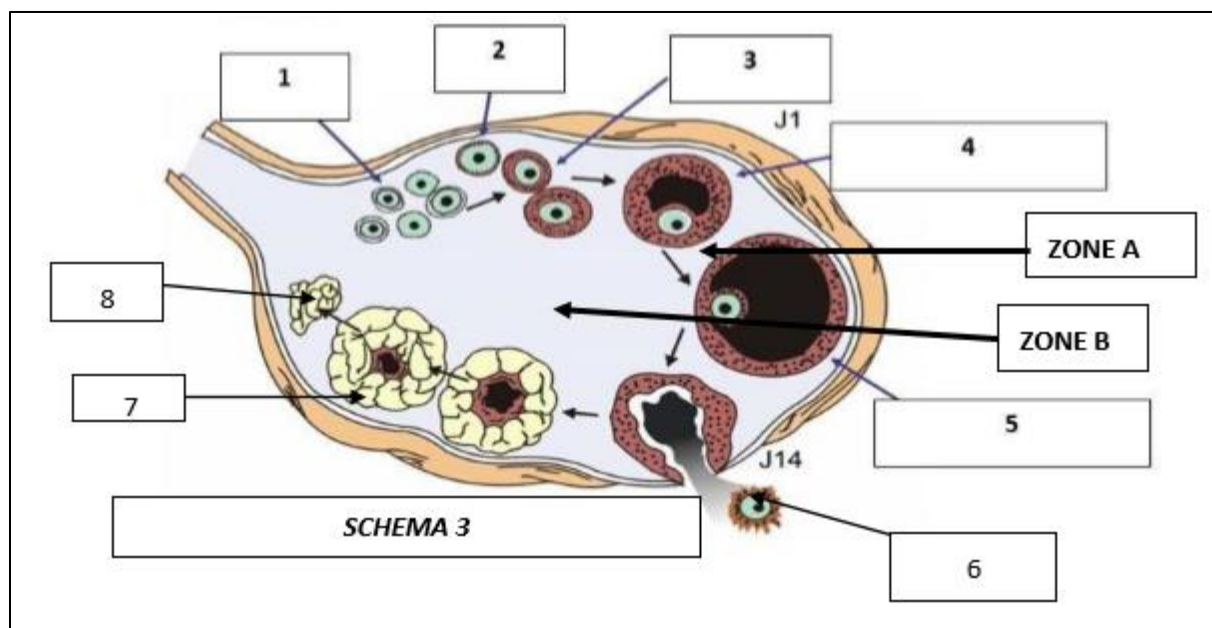


Schéma 1





2. **Les ovaires :** Un ovaire comprend deux zones ; une zone corticale (partie périphérique contenant les follicules) et une zone médullaire (partie centrale contenant des vaisseaux sanguins). Sur la coupe longitudinale réalisée ci-dessous on distingue : Follicules primordiaux, primaires, secondaire, tertiaire, mûr (ou Degraaf), le corps jaune, corps blanc et la cicatrice. L'ovulation se produit au 14^{ème} jour et expulse un ovocyte II.



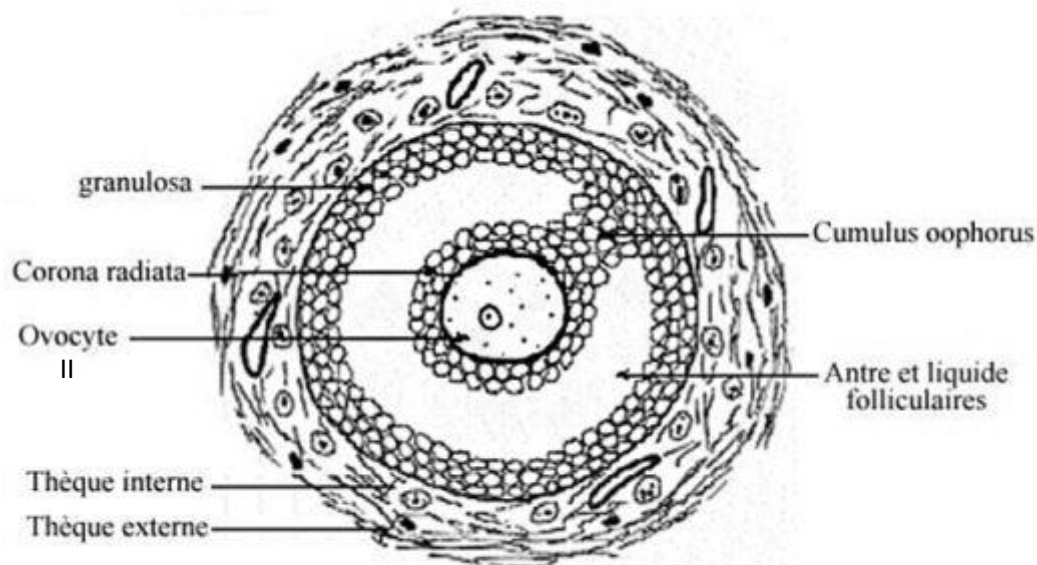


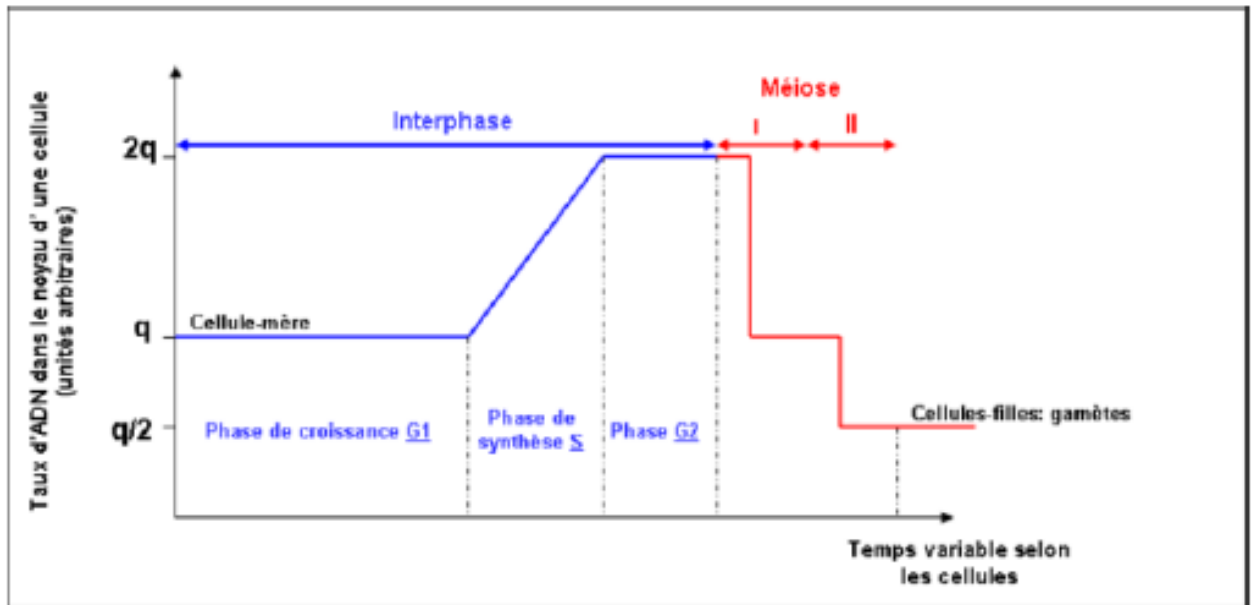
Schéma de Follicule mûr

Consigne :

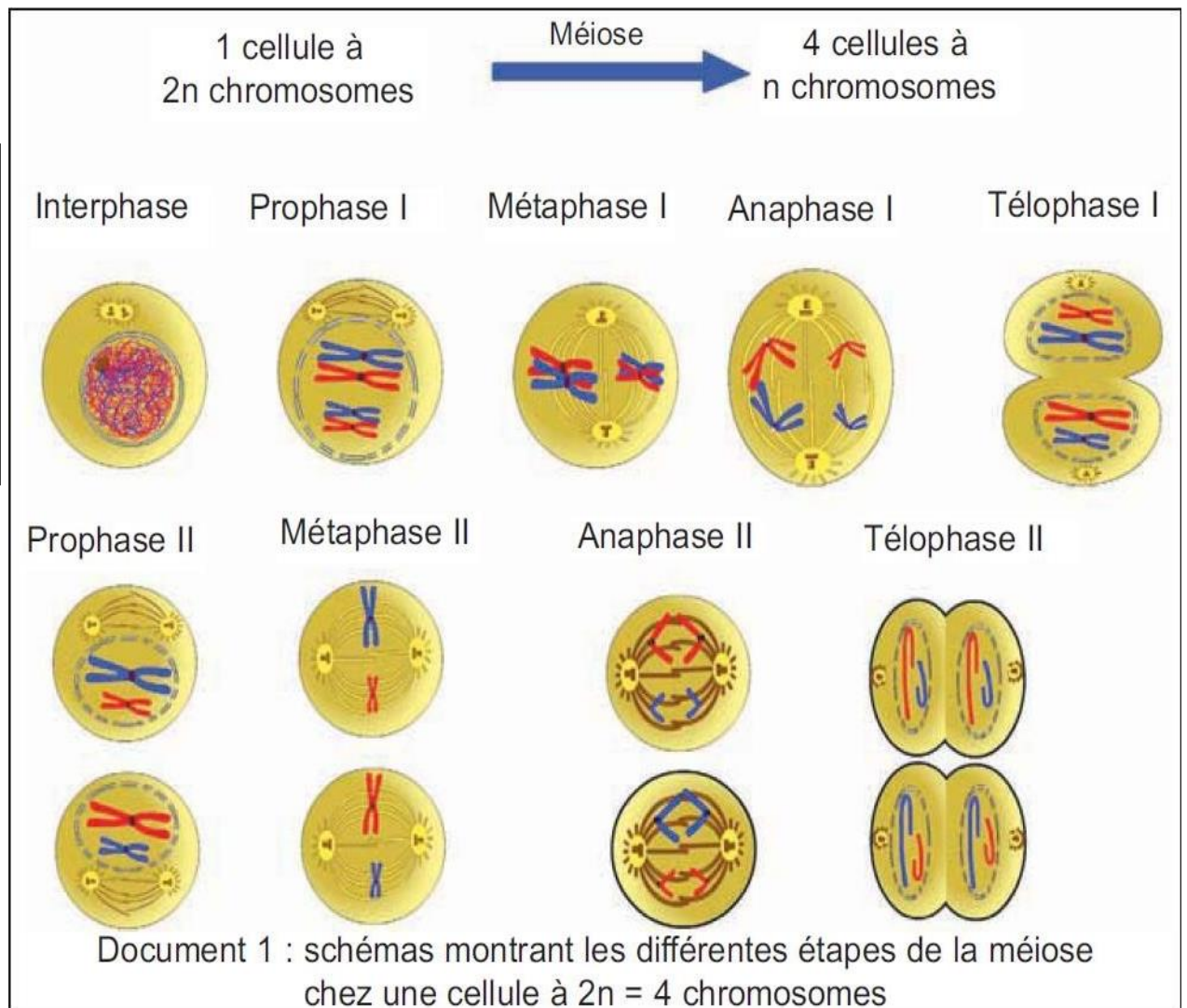
1. Identifie les schémas 1 ; 2 et 3 et annote les structures désignées par les flèches.
2. Donne les rôles des organes reproducteurs (mâle et femelle).
2. Désigne le nom des gamètes mâle et femelle et donne leur rôle.
3. Définis et donne le rôle de follicule. Définis et donne le rôle du corps jaune.

Activité 3 : la méiose

La méiose est une division d'une cellule à $2n$ chromosome et qui aboutit à quatre (4) cellules filles à n chromosomes. La méiose comprend deux (2) divisions successives : l'une dite réductionnelle et l'autre équationnelle. Avant le début de la méiose la cellule subit d'abord l'interphase qui est identique à celle de la mitose. La méiose n'affecte que les cellules de la lignée germinale (cellules sexuelles).



L'évolution de la quantité d'ADN au cours de la méiose



Méiose I ou division réductionnelle, donne 2 cellules haploïdes avec des chrs à 2 chromatides

Méiose II ou division équationnelle, donne 4 cellules haploïdes avec des chrs à une chromatide

Consigne : A partir de ce tableau

1. Décris les différentes phases de chaque division.
2. Explique les termes de division réductionnelle et division équationnelle.
3. Compare la mitose à la méiose.
4. Explique l'évolution de la quantité d'ADN au cours de la méiose (le graphique).
5. Définis la méiose et donne l'importance de la méiose.

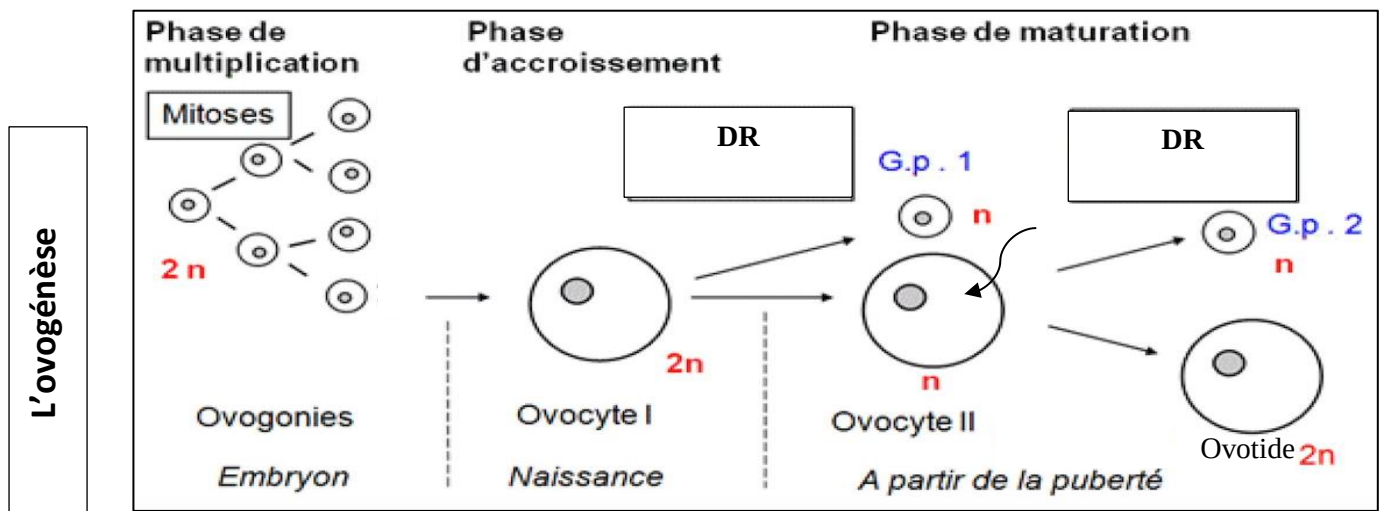
Activité 4 : La gamétogénèse

La gamétogénèse est un ensemble de divisions cellulaires et de transformation qui conduit à la formation de gamètes (cellules sexuelles). Elle regroupe :

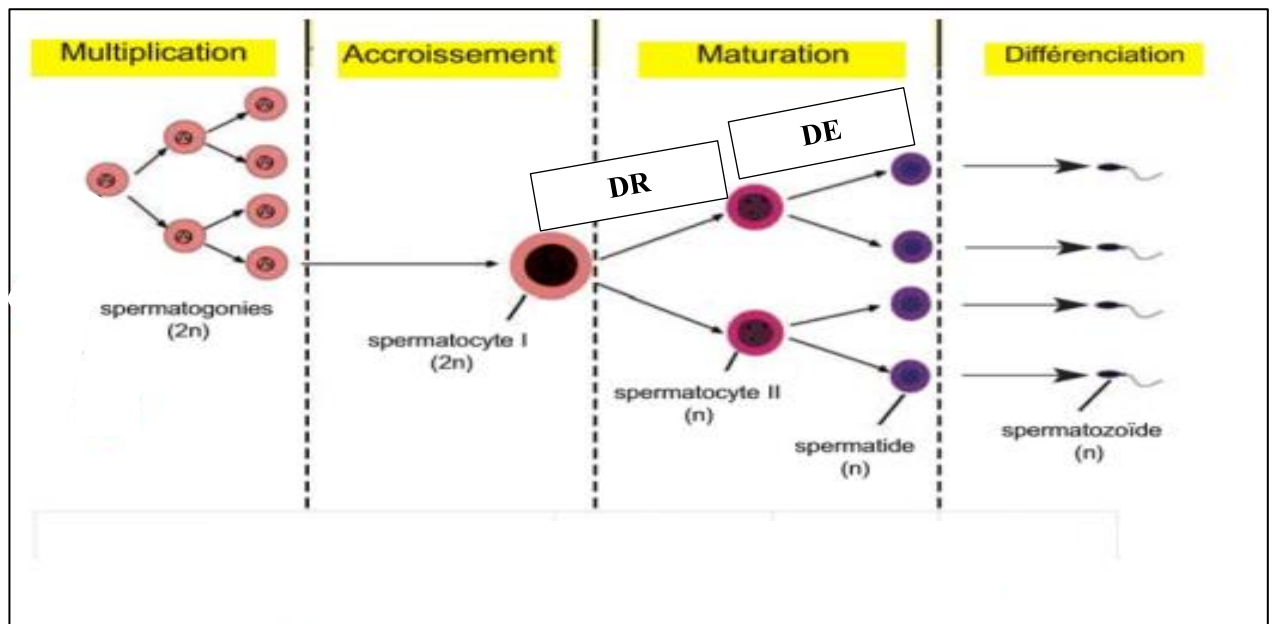
- a. La spermatogénèse** désigne la formation des spermatozoïdes à partir des spermatogonies (cellules souches), elle débute au moment de la puberté et prend fin jusqu'à la mort de l'individu ;
- b. L'ovogénèse** quant à elle désigne la formation de l'ovule à partir des ovogonies (cellules souches) elle commence depuis la vie embryonnaire les ovogonies se multiplient par mitose et donne des ovocytes I, elle s'arrête à la naissance et reprend plus tard à l'âge de la puberté ; ainsi chaque mois un ovocyte I est transformé en ovocyte II. Elle s'arrête à la ménopause lorsque le stock d'ovocyte I est épuisée.

Consigne : A partir du texte, du tableau ; des schémas ci-dessous

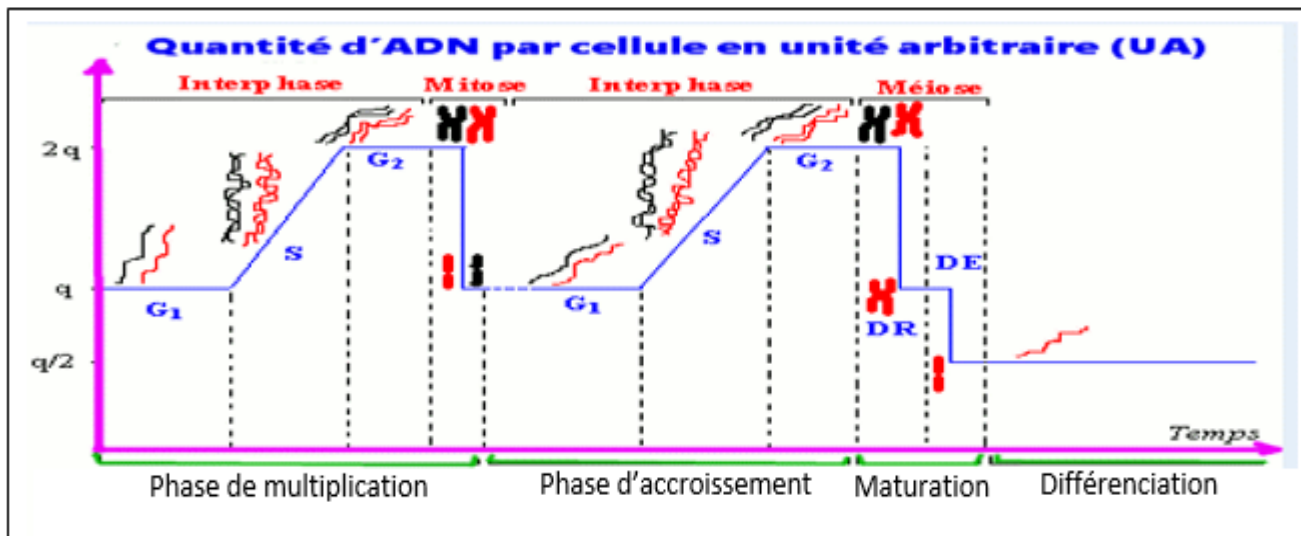
- 1) Définis la gamétogénèse et décris ses différentes phases.
2. Compare la spermatogénèse à l'ovogénèse.
4. Compare un spermatozoïde à un ovocyte II

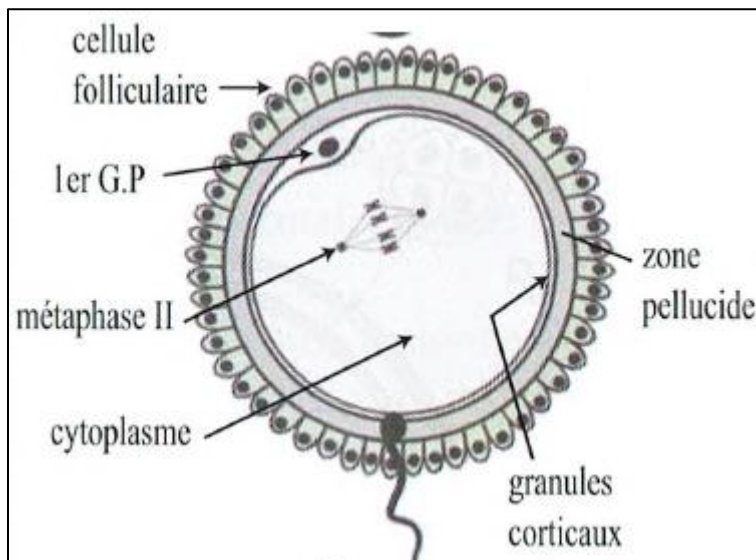


Spermatogénèse



spermatogénèse	ovogénèse	nombre chromosomes
* spermatogonie (cellules souche) * spermatocyte I (avant accroissement) * spermatocyte I (fin d'accroissement) * spermatocyte II * spermatide * spermatozoïde	* ovogonie (cellule souche) * ovocyte I (avant accroissement) * ovocyte I (fin d'accroissement) * ovocyte II * globule polaire 1 * ovotide*** * globule polaire 2 * ovule ***	* $2n$ chromosomes * $2n$ chromosomes * $2n$ à 2 chromatides * n à 2 chromatides * n à 2 chromatides * n à 1 chromatide * n à 1 chromatide * n à 1 chromatide

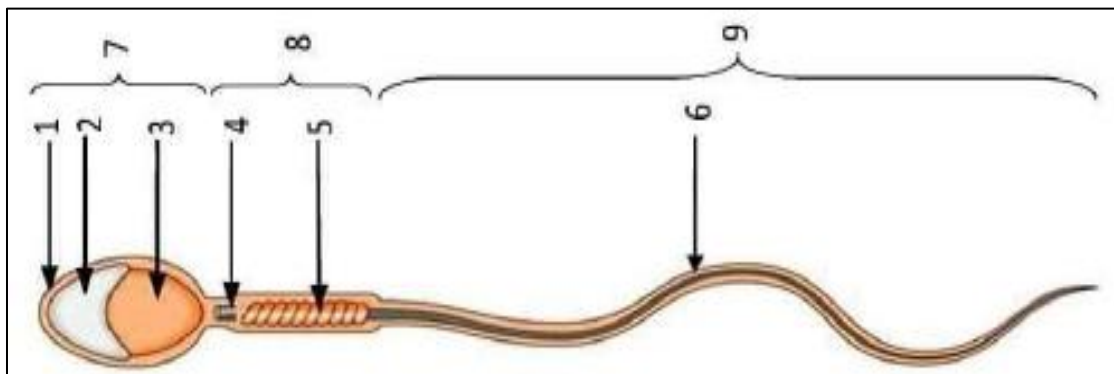




- **Membrane plasmique** assure la reconnaissance de l'ovocyte II.
- **Acrosome** assure la traversée de la zone pellucide de l'ovocyte II.
- Noyau porte le matériel génétique (ADN).
- **Centriole et flagelle** assurent la mobilité de spermatozoïde grâce à l'ATP.
- **Mitochondrie** fournit l'énergie au spermatozoïde.

Structures de spermatozoïde et leur rôle

Structure d'un Ovocyte II bloqué en métaphase II



Structure d'un spermatozoïde

Légende : (1) membrane plasmique, (2) Acrosome, (3) Noyau, (4) Centriole, (5) chaîne de mitochondries, (6) flagelle, (7) tête, (8) pièce intermédiaire, (9) Queue

Activité 5 : la fécondation

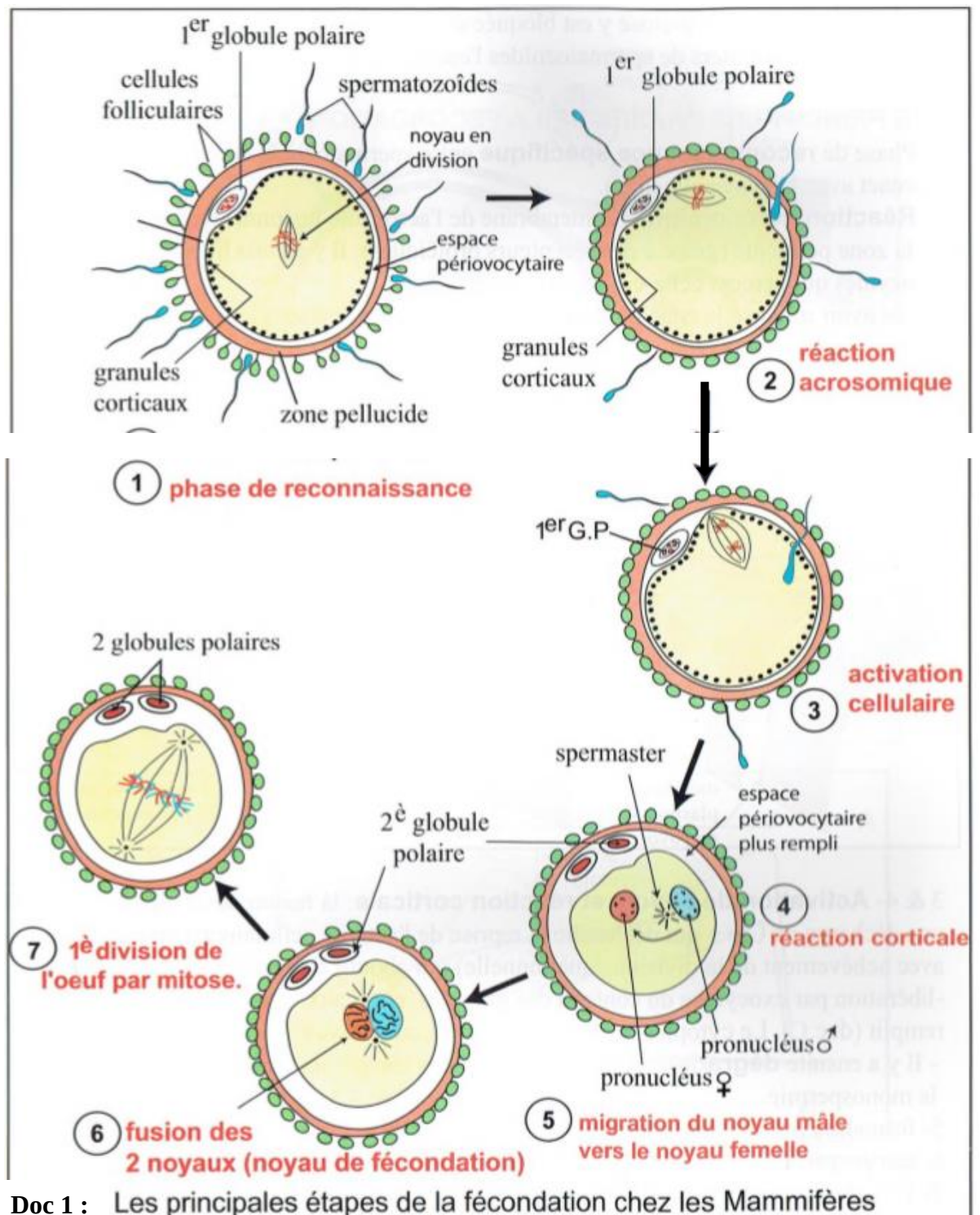
Après l'accouplement chez les mammifères, les gamètes mâles sont déposés dans les voies génitales femelles. Le gamète femelle ou ovocyte II, bloqué en métaphase II est entouré par plusieurs spermatozoïdes. Ces derniers arrivent au contact de la zone pellucide. La membrane de la tête du spermatozoïde libère des protéines qui facilitent l'entrée du spermatozoïde dans l'ovocyte II. Un seul spermatozoïde arrivera au contact du gamète femelle. Les enzymes libérées par les **granules corticaux** provoquent un endurcissement de la zone pellucide. Les cellules folliculaires se rétractent, permettant ainsi d'éviter la polyspermie. Le cytoplasme de l'ovocyte II se rétracte et l'ovocyte II reprend son activité métabolique : c'est le réveil physiologique de l'ovocyte II.

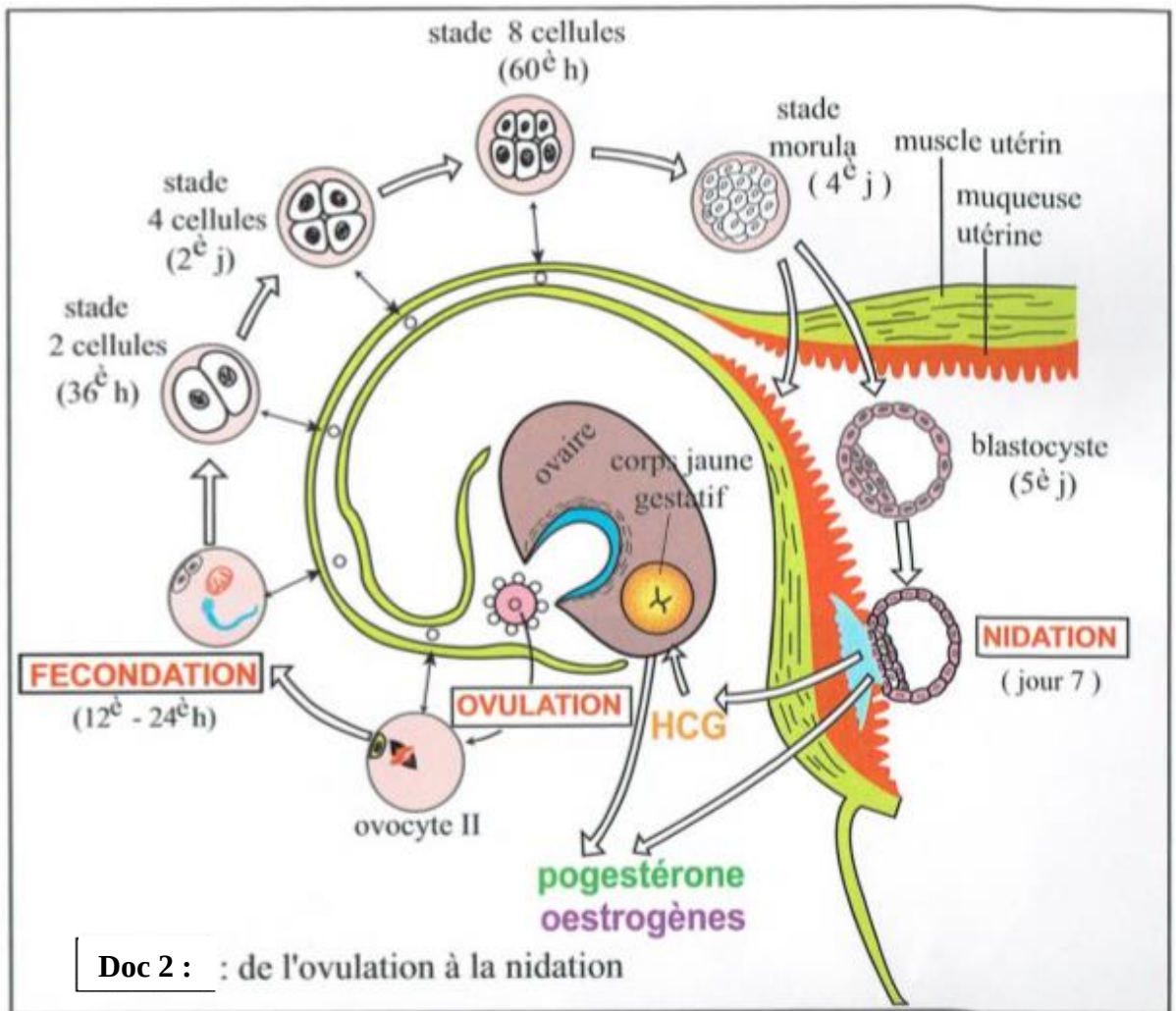
Le noyau du spermatozoïde gonfle et devient le pronucléus mâle. On assiste à la formation de l'espace péri-ovocyttaire. Le second globule polaire est formé ; le pronucléus femelle est formé, les deux pronucléus migrent l'un vers l'autre et fusionnent : c'est la caryogamie, on obtient une cellule œuf ou

zygote à $2n$ chromosomes. Les chromosomes se disposent en plaque équatoriale : métaphase de la première mitose de la cellule œuf.

Consigne : A partir des documents 1 et 2 et tes connaissances

1. Définis la fécondation.
2. Identifie et expliquez les différentes étapes de la fécondation.
3. Explique les différentes étapes qui existent entre l'ovulation et la nidation.
4. Définis la nidation.





SYNTHESE GENERALE

INTRODUCTION

La reproduction est le processus biologique qui permet la production de nouveaux organismes d'une espèce à partir d'individus préexistants de cette espèce. On distingue deux (2) types de reproduction : la reproduction sexuée et la reproduction asexuée. La reproduction sexuée fait intervenir la méiose et la fécondation. La méiose aboutit à la formation des gamètes (cellules sexuelles) et la fécondation aboutit à la formation de la cellule oeuf ou zygote.

I. LES ORGANES PRODUCTEURS DES GAMETES

L'appareil génital de l'homme et celui de femme sont constitués : de glandes génitales (gonades), de conduits génitaux, de glandes annexes et d'un organe copulateur.

1. L'appareil génital mâle :

Il comprend :

- ☐ Une paire de testicules ou gonades mâles (glandes reproductrices) située dans une poche extra-abdominale revêtue d'un tégument, le scrotum,
- ☐ Des conduits (épididyme, canal déférent, et urètre) véhiculant les produits génitaux,
- ☐ Des glandes annexes : prostate et vésicules séminales,
- ☐ Un organe copulateur ou d'accouplement : le pénis.

2. L'appareil génital femelle :

Il comprend :

- ☐ Une paire d'ovaires ou gonades femelles,
- ☐ Des conduits (pavillon, oviducte ou trompe) véhiculant les produits génitaux,
- ☐ Des glandes annexes : glandes de Bartholin et des glandes cervicales.
- ☐ Un organe copulateur : le vagin. Il permet aussi l'écoulement des règles et la sortie du bébé.

II. La méiose :

La méiose est une succession de deux divisions cellulaires enchaînées dont la première est réductionnelle et la deuxième est équationnelle.

A. Les étapes de la méiose :

a. La méiose I ou division réductionnelle :

Elle comporte quatre (4) phases : **Prophase I; Métaphase I; Anaphase I et Télophase I**

La méiose I est appelée division réductionnelle car le nombre de chromosomes est réduit à moitié.

b. La méiose II ou division équationnelle :

La méiose II commence avec les deux cellules haploïdes formées au cours de la méiose I. Elle comprend également quatre étapes : **Prophase II; Métaphase II; Anaphase II et Télophase II**

La mitose II est dite équationnelle, car les cellules conservent le même nombre de chromosome que les cellules issues de la première division mais les chromosomes n'ont plus qu'un seul chromatide.

B. Importance de la méiose :

- ☐ La méiose permet le passage de la diploïdie à l'haploïdie ;
- ☐ La méiose permet au zygote d'avoir une combinaison génétique différente de chacun de ses frères et soeurs et de chacun de ses parents ;
- ☐ La méiose est le moyen par lequel la variation génétique se produit au cours de la reproduction sexuée
- ☐ Grâce à la méiose, le nombre de chromosome demeurent constant d'une génération à une autre.

II. LA GAMETOGENESE :

La gamétogénèse est un ensemble de divisions cellulaires et de transformations qui conduisent à la formation des gamètes. Elle comprend la spermatogénèse et l'ovogénèse.

La spermatogénèse est un processus se déroulant dans les tubes séminifères des testicules et aboutissant à la formation des spermatozoïdes.

L'ovogénèse est un processus se déroulant dans les ovaires et aboutissant à la formation de l'ovule.

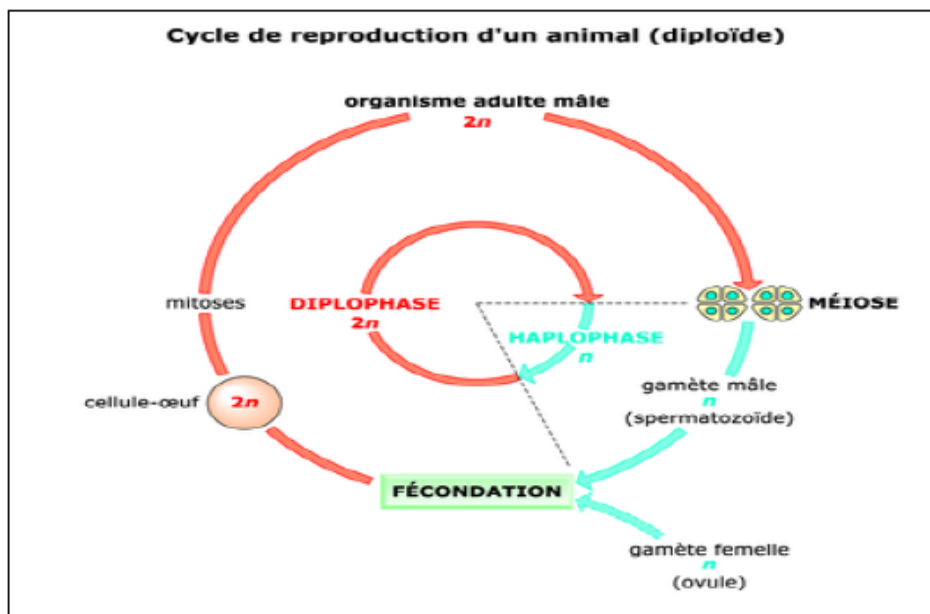
La spermatogénèse comporte 4 phases (Phase de multiplication, d'accroissement, de maturation et de différenciation) tandis que l'ovogénèse comporte 3 phases (phase de multiplication, d'accroissement et de maturation).

IV. LE CYCLE DE DÉVELOPPEMENT ET CHROMOSOMIQUE :

Un cycle de développement est une alternance de générations haploïde et diploïde. L'importance de chacune d'elles varie en fonction de l'espèce.

Chez les mammifères :

La méiose assure aux gamètes un nombre haploïde de chromosome. La fusion des noyaux au moment de la fécondation rétablit le nombre diploïde caractéristique de l'espèce. Il y'a donc de ce fait d'une génération à une autre, un phénomène d'alternance de deux phases, l'haplophasie et la diplophasie. Les deux phases sont séparées par deux phénomènes compensateurs : la méiose et la fécondation. Chez les animaux, la diplophasie est plus longue que l'haplophasie dont ce dernier se réduit à la durée de vie des gamètes



CONCEPT GENERAL III : l'unicité des individus et la diversité génétique

SOUS-CONCEPT 1.2 : les mécanismes fondamentaux de la reproduction sexuée chez les spermaphytes

Situation problème

Les spermaphytes ou plantes à fleurs comprennent deux grands groupes : les Gymnospermes à ovule nue et à graines nues (non enfermées dans un fruit) et les Angiospermes à ovules enfermés dans un ovaire et à graines enfermées dans un fruit.

- Comment se forme les gamètes ?
- Quels sont les mécanismes qui permettent la conservation du caryotype de l'espèce d'une génération à l'autre ?
- Pourquoi dit-on que la méiose et la fécondation sont deux phénomènes compensateurs ?

Activité 1 : structure de la fleur

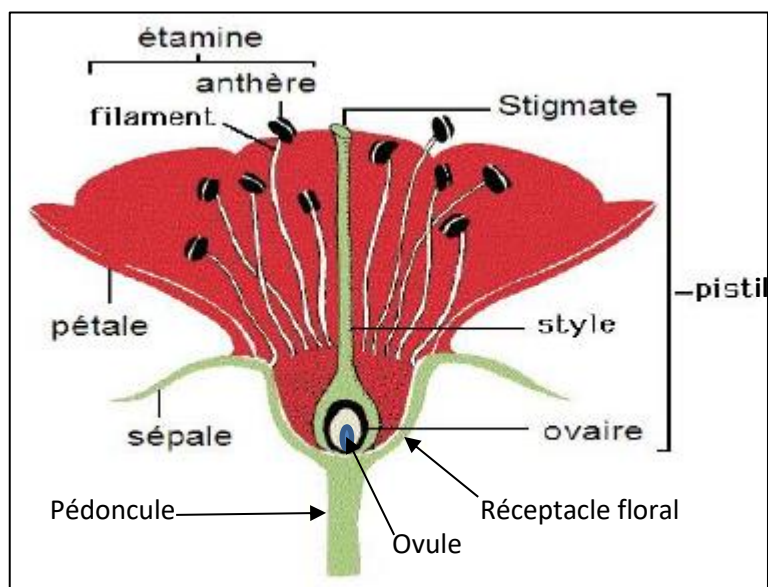
Les spermaphytes sont des plantes à fleur qui produisent des graines, l'appareil reproducteur est la **fleur**.

Une fleur typique d'angiosperme comporte les organes mâles et les organes femelles ; en plus des organes protecteurs.

Les organes protecteurs sont les **sépales** et les **pétales**. L'ensemble des sépales s'appelle **calice** ; l'ensemble des pétales est dit **corolle**.

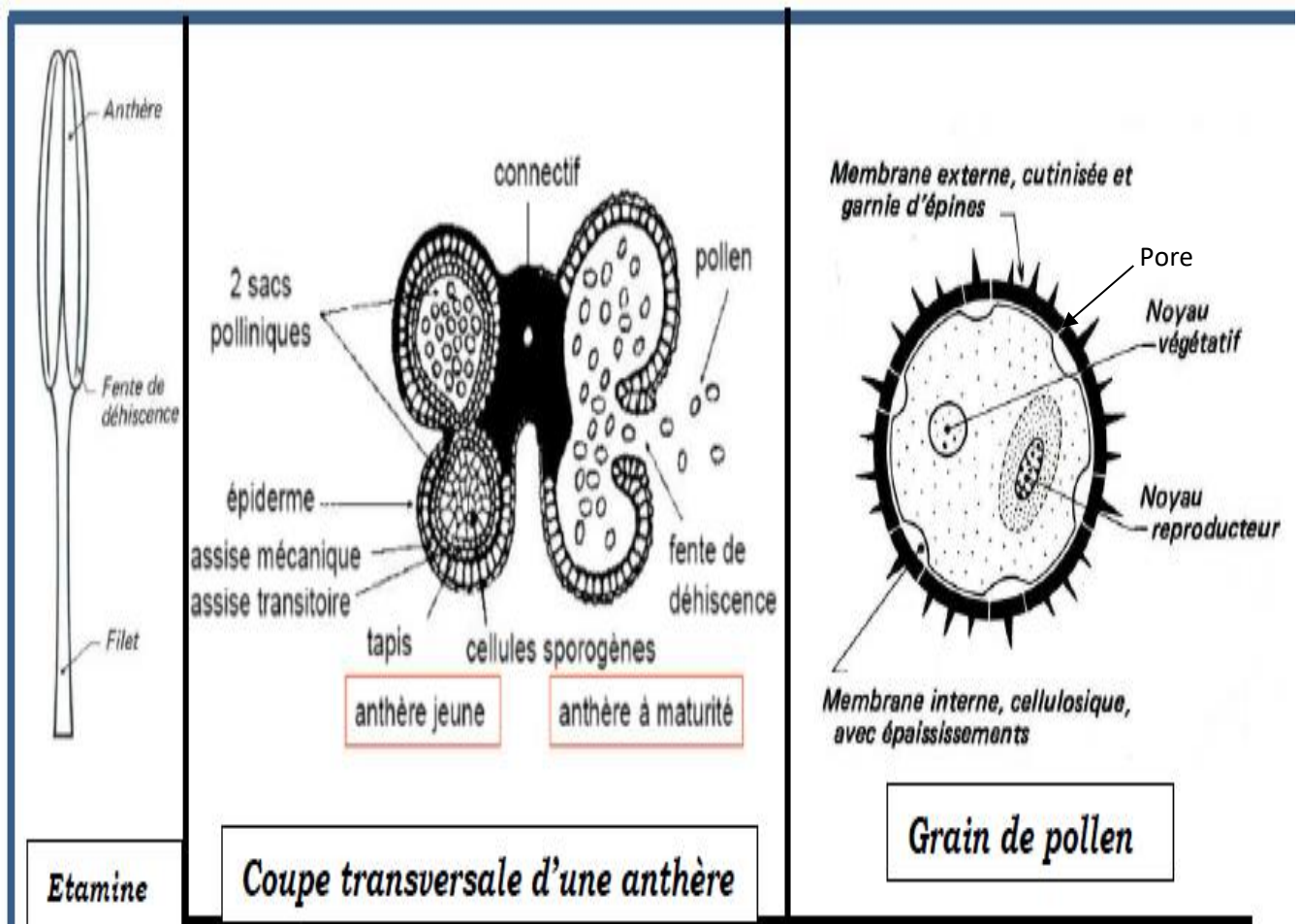
Les organes reproducteurs mâles sont les **étamines** dont l'ensemble constitue l'**androcée**. L'organe reproducteur femelle est le **pistil**.

Certains spermaphytes possèdent des fleurs qui portent à la fois des parties mâles et des parties femelles sur le même pied : plante monoïque ; celle qui possède des pieds portant des fleurs uniquement mâles et des pieds différents portant des fleurs uniquement femelles : plante dioïque.

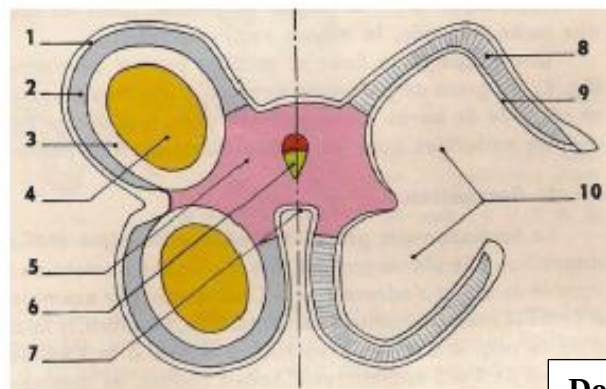


Document 1 : structure d'une fleur

- **L'anthère** comporte plusieurs sacs polliniques qui à maturité libèrent les grains de pollen, suite à l'ouverture des fentes de déhiscence. **Le grain de pollen** est formé de deux noyaux, un de grande taille dit noyau reproducteur et une petite taille dite noyau végétatif.



Document 2a

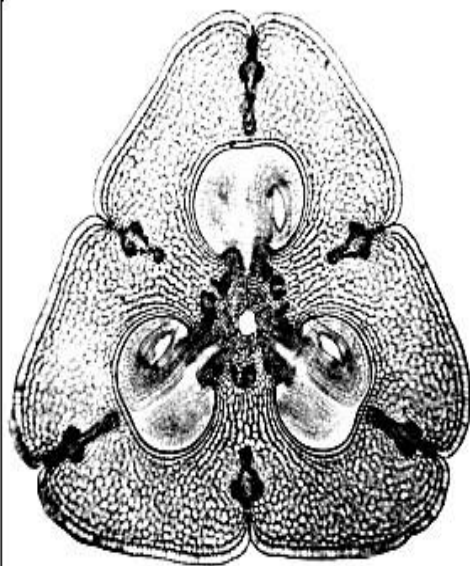


Document 2b

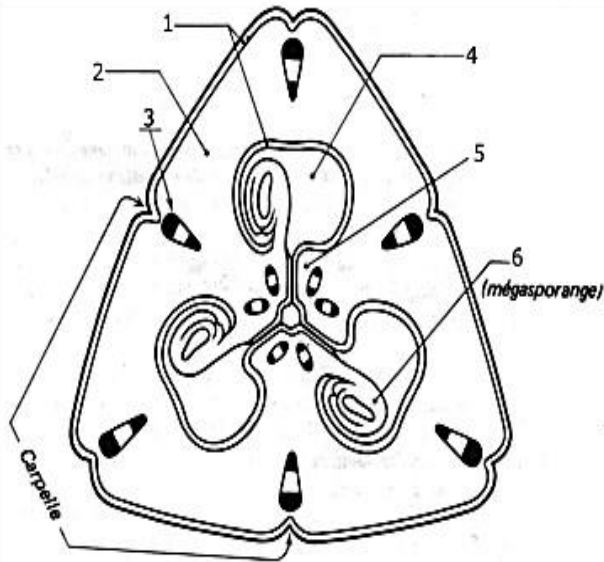
coupe schématique d'une anthère jeune (à gauche) et mûre (à droite)

1. Epiderme ; 2. Future assise mécanique ; 3. Assise nourricière ; 4. Cellules mères des grains de pollen ; 5. Parenchyme ; 6. Faisceau libéro-ligneux ; 7. Connectif ; 8. Assise mécanique ; 9. Restes de l'assise nourricière ; 10. Sacs polliniques ouverts

- **Le pistil** (du latin *pistillum*, « pilon »), appelé aussi **gynécée** est l'appareil reproducteur femelle des fleurs. Il est constitué de trois parties : le stigmate, le style et l'ovaire. L'ovaire est formé d'un ou plusieurs carpelles. Un carpelle peut contenir un ou plusieurs ovules.



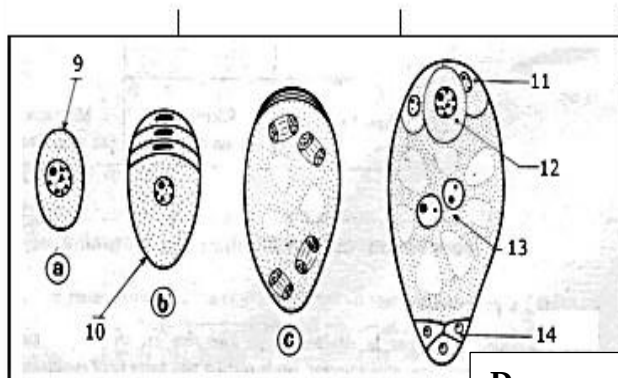
7.....



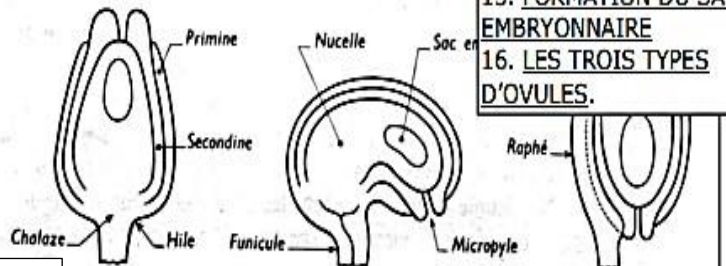
8.....

Annotations

1. épiderme à stomates
2. parenchyme
3. faisceau conducteur
- 1+2+3=tissus foliaires
4. cavité carpellaire
5. placenta
6. ovule (mégaspore)
7. PHOTOGRAPHIE D'UNE COUPE TRANSVERSALE DE L'OVAIRE
8. COUPE TRANSVERSALE DE L'OVAIRE
9. cellule mère
10. mégaspore
11. synergides
12. oosphère
13. noyau du sac
14. antipodes
15. FORMATION DU SAC EMBRYONNAIRE
16. LES TROIS TYPES D'OVULES.

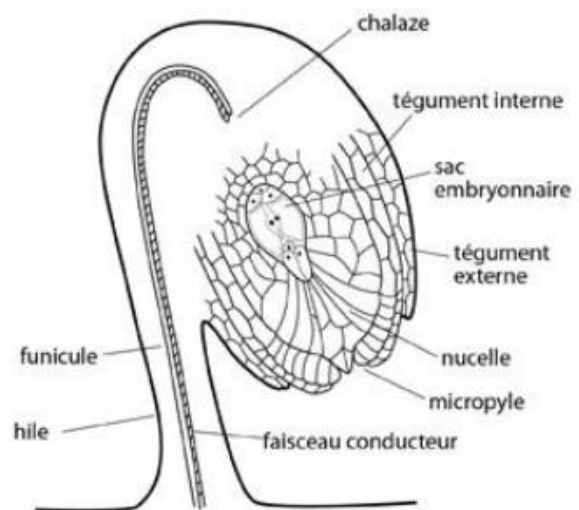
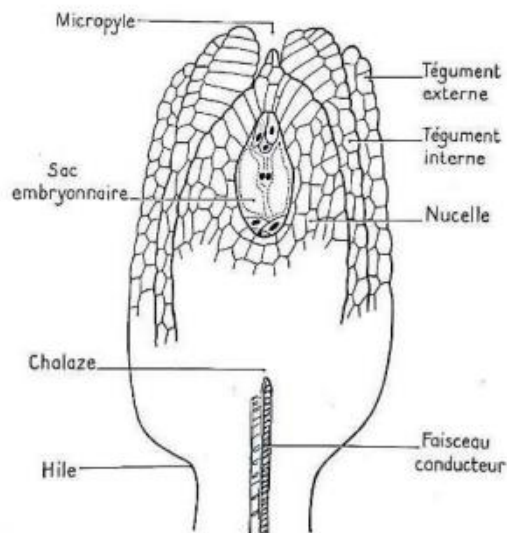


15.....



16.....

Document 3a



Organisation générale d'un ovule d'angiosperme

Document 3b

Consigne : A partir des schémas ci-dessus et de tes connaissances

1. Recopie et complète le tableau ci-dessous

Organe producteur de gamètes mâles	Organe producteur de gamète femelles	Organes protecteurs

2. Donnez un exemple d'une plante dioïque et d'une plante monoïque

3. Quel est l'appareil reproducteur chez les spermaphytes.

4. Quel nom donne-t-on à :

a. L'ensemble des parties reproductrices femelles des fleurs ?

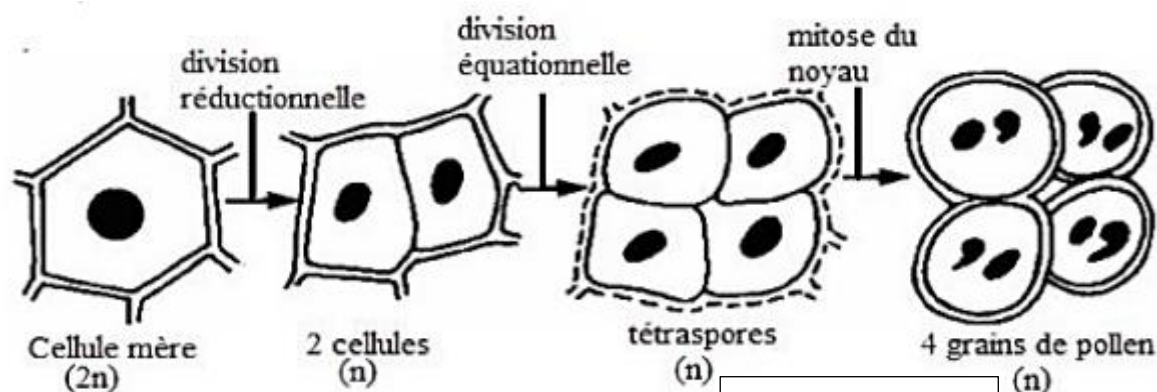
b. L'ensemble des parties reproductrices mâles des fleurs ?

5. Décris la structure du grain de pollen et le sac embryonnaire.

6. Décris la structure de l'ovule et cite les différents types d'ovule

Activité 2 : La méiose chez les spermaphytes

A. La formation des grains de pollen :



B. La formation des sacs embryonnaires :

Consigne : A partir des documents 4 et 5,

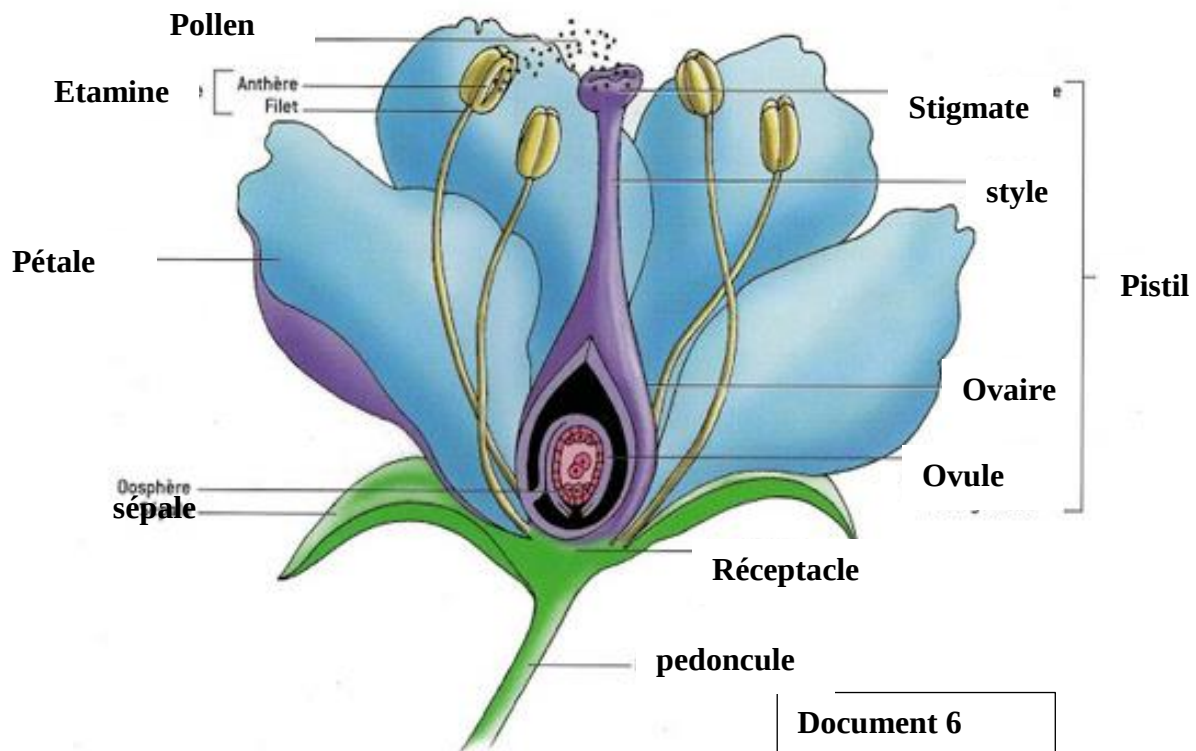
1. Explique le mécanisme de formation des grains de pollen et du sac embryonnaire.
2. Trace les courbes (pour grain de pollen et sac embryonnaire) d'évolution d'ADN au cours de la méiose chez les spermaphytes.

Activité 3 : la fécondation chez les spermaphytes

La fécondation chez les spermaphytes se déroule en trois (3) étapes à savoir : la **pollinisation** ; la **germination du grain de pollen** et la **double fécondation**

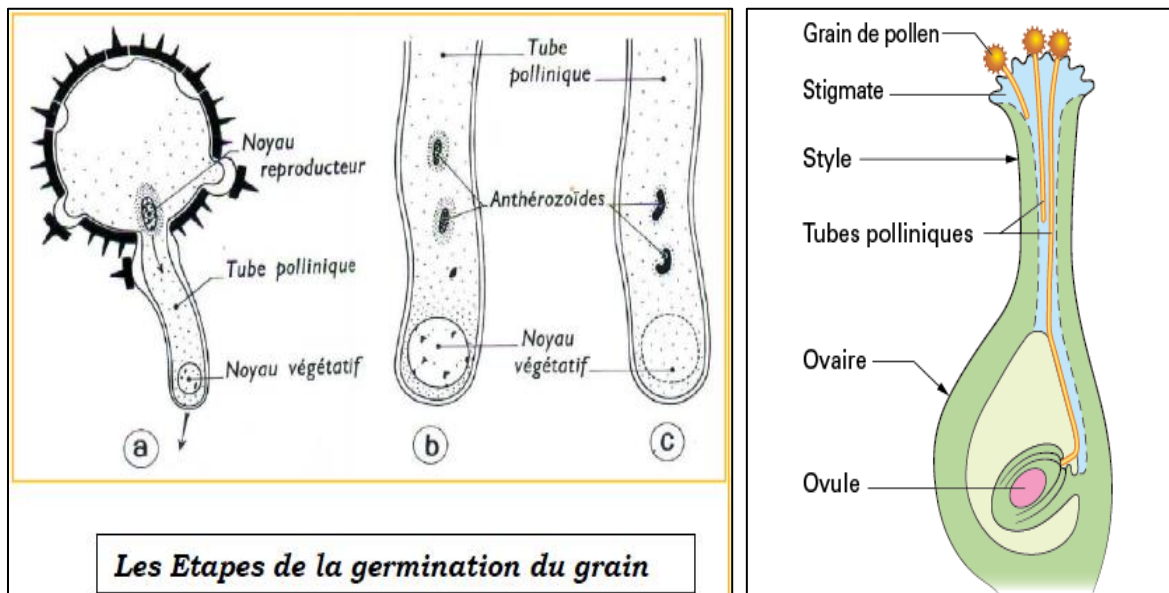
1. La pollinisation :

A maturité le sac pollinique s'ouvre par les fentes de déhiscence et libère les grains de pollen. La **pollinisation** est le processus de transport et dépôt des grains de pollen des étamines sur le stigmate d'un pistil ; soit par autofécondation (concerne une minorité d'angiospermes) soit par fécondation croisée.



2. Germination du grain de pollen :

Le grain de pollen germe après s'être déposé sur le stigmate. Ainsi il émet un tube dit « **tube pollinique** ». Le tube pollinique est un prolongement de la cellule végétative. Il croît en traversant les tissus du style ; et se dirige vers l'ovule. Durant cette croissance le noyau végétatif est toujours à l'extrémité du tube poursuivi par la cellule reproductrice qui subit une mitose et donne deux cellules haploïdes appelées **anthérozoides**. Ce sont deux **gamètes mâles**.



Document 7

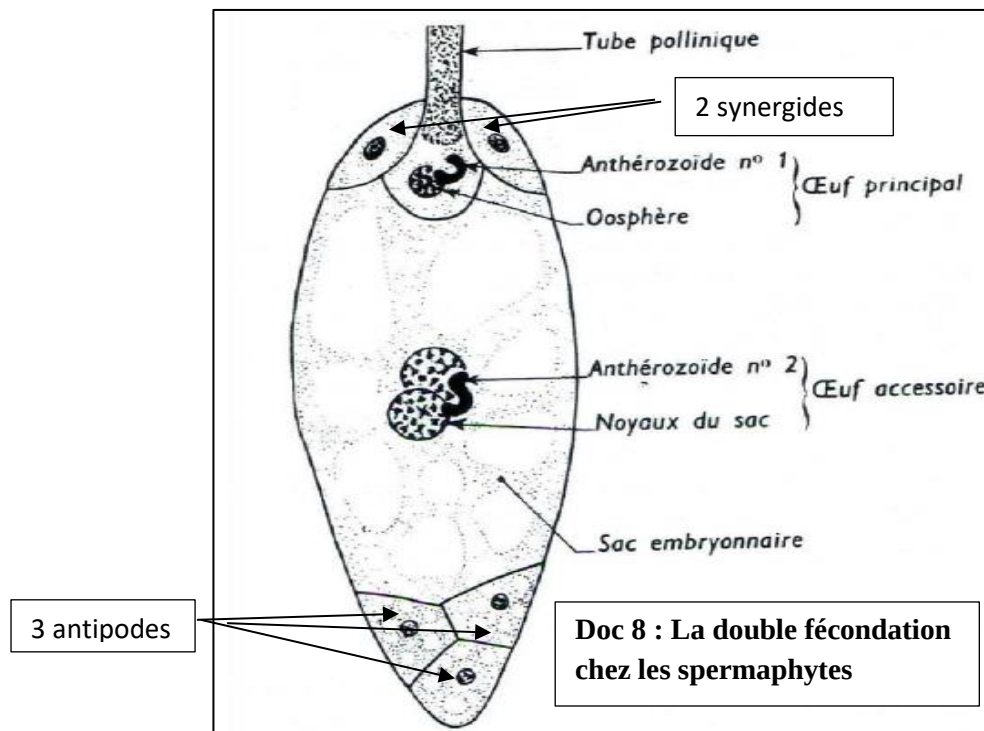
3. La double fécondation :

Le tube pollinique pénètre dans l'ovule à travers le micropyle. Il traverse le nucelle pour atteindre le sac embryonnaire. Au niveau du sac embryonnaire on assiste au phénomène de la double fécondation. Ainsi l'un des anthérozoïdes féconde l'oosphère pour donner l'**œuf principal (2n)**. L'œuf principal est à l'origine de l'**embryon**. Le deuxième anthérozoïde fusionne avec les deux noyaux du sac pour donner l'**œuf secondaire (3n)** à l'origine de l'**albumen**. L'**albumen** est un tissu de réserves nutritives de la graine.

Après la fécondation les synergides et les antipodes dégénèrent. L'ovaire se transforme en fruit ; l'ovule se transforme en graine.

L'œuf principal se développe par mitose, pour donner l'embryon qui est constitué d'une radicule, d'une tigelle, de deux cotylédons et d'un bourgeon terminal (gemmule).

L'œuf secondaire se développe par mitose pour donner l'albumen.



Consigne : A partir des schémas ci-dessus et de tes connaissances

1. Définis et explique les différents types de pollinisation.
2. Explique le type de relation qui existe entre un insecte pollinisateur et une plante ?
3. Donne les gamètes mâles et femelles des spermaphytes.
4. Donne la garniture chromosomique de chaque cellule œuf formée et leur devenir.

Concept général 3 : UNICITE DES INDIVIDUS ET DIVERSITE GENETIQUE

Sous-concept 2 : LE BRASSAGE GENETIQUE ASSURE PAR LA REPRODUCTION SEXUEE ET L'UNICITE GENETIQUE DES INDIVIDUS

Situation-problème :

Dans la nature, aussi bien chez les animaux que chez les végétaux, on note une variabilité étonnante chez certains sujets et leurs descendants.

- ❖ Comment des parents tous noirs puissent engendrer un enfant blanc « nègre blanc » ?
- ❖ Comment des plantes dont les fleurs à pétales rouges et blancs croisés donnent des descendants à fleurs roses ?

Autant d'énigmes que les activités suivantes tenteront d'expliquer.

Mots-clés : Gènes, locus, génotype, phénotype, allèle, homozygote, hétérozygote, autosome, gonosome, hybridation, dominant, codominant, récessif.

ACTIVITE 1 : ETUDE DU MONOHYBRIDISME

A/ Monohybridisme avec dominance :

Mendel croise un pois à graines **lisses** avec un pois à graines **ridées** tous de races pures. Il obtient **100%** de graines **lisses** en **F1**. En **F2**, croisement entre hybride de **F1**, il compte sur une récolte à **7324** dont **1832** de graines **ridées** et **5488** de graines **lisses**. (Document 1)

Consigne :

1. Combien de caractère(s) est ou sont-il(s) étudié (s) dans ce croisement ? Précise – le(s).
2. Définis le monohybridisme à partir du nombre de caractère.
3. Existe-t-il un caractère dominant ? un caractère dominé ou récessif ? En déduis le nom du croisement.
4. Sachant que l'aspect dominant est désigné la majuscule de son initial et l'aspect récessif par la minuscule, à partir de vos connaissances sur la méiose et la fécondation :
 - a. Précise les génotypes et les phénotypes des parents de la **F1** et ceux de la **F2**.
 - b. Effectue le croisement en **F2** et groupe les données dans un tableau à double entrée (ou échiquier de croisement).
 - c. En déduis les proportions phénotypiques et génotypiques en **F2** et compare-les à celles indiquées dans le document 1.
5. Que constates-tu en comparant **F1** et **F2** ?

B. Monohybridisme avec semi-dominance et codominance:

Expérience 1 : un horticulteur croise deux races pures de belles de nuits : l'une à pétales rouges, l'autre à pétales blanches. En **F1** tous les individus ont des fleurs à pétales roses. La **F2** issue du croisement **F1** x **F1** est composée de 25 % de fleurs blanches ; 50 % de fleurs roses, 25 % de fleurs rouges.

Expérience 2 : un généticien décide de croiser deux lignées pures de souris différant par leur couleur du pelage. L'une présente un pelage noir et l'autre un pelage blanc. En **F1** il n'obtient que des souris tachetées de blanc et de noir.

Consigne :

1. Précise le caractère étudié ? **(Pour les 2 expériences)**
2. Peut-on mettre en évidence un aspect dominant et un aspect récessif ? Déduis-en le nom du croisement en question. **(Pour les 2 expériences)**
3. Ecris les génotypes et les phénotypes des parents et des individus F₁. **(Pour les 2 expériences)**
4. La première loi de Mendel est-elle vérifiée ici ? **(Pour les 2 expériences)**
5. Etablis l'échiquier de croisement en F₂ et donne les proportions des génotypes et phénotypes. **(Pour les 2 expériences)**
6. Donne la différence entre la semi-dominance et la codominance.

ACTIVITE 2: BACK – CROSS ET TEST-CROSS

Expérience 1

Pour déterminer à priori le génotype d'un individu à phénotype dominant, on réalise le back – cross ou croisement de retour.

Expérience 2

On croise deux lignées pures de souris différant par leur couleur du pelage : l'une à poile gris et l'autre à poile blanc. On obtient en première génération des souris uniquement à poile gris.

On croise ensuite une souris obtenue en première génération (souris à poile gris) avec une souris à poile blanc. On obtient 50% ou ½ de souris à poile gris et 50% ou ½ de souris à poile blancs.

Consigne :

1. Effectue le croisement entre F₁ avec chaque parent du document 1 et en déduis le nom de ce croisement.
2. Analyse et interprète le premier croisement de l'expérience 2.
3. Quel nom donne-t-on au deuxième croisement de l'expérience 2 ?
4. Explique la différence entre le back-cross et le test-cross

ACTIVITE 3 : ETUDE DU DIHYBRIDISME

Le dihybridisme est le croisement dans lequel les deux parents se distinguent par 2 caractères.

Les deux caractères ou gènes peuvent :

- **Portés par des chrs différents** : On dira que **les gènes sont indépendants**

- **Portés par la même paire de chrs** : On dira que **les gènes sont liés et on parle de linkage**

A. CAS DE GENES INDEPENDANTS

1. Dihybridisme avec dominance

Mendel croise les graines lisses et jaunes avec les graines ridées et vertes de race pure. En F₁ : Tous les individus sont lisses et jaunes.

Le croisement entre les individus de la F₁ donne F₂ composée de 4 phénotypes différents dont 9 lisses et jaunes, 3 lisses et vertes, 3 ridées et jaunes, et 1 ridée et verte.

Consigne :

1. Précise les caractères étudiés dans ce croisement.
2. Existe-il des caractères dominants et récessifs ? Si oui, lesquels ? En déduis le nom de ce type de croisement.
3. Ecris les génotypes et phénotypes des parents et des individus en F₁.
4. Comment peut-t-on vérifier la pureté de ces graines ?
5. Fais l'échiquier du croisement F₂. Que constates-tu sur : les diagonales ascendantes ? les diagonales descendantes ?
6. A partir de cet échiquier, détermine les proportions des génotypes et phénotypes.

7. Que peut-on dire aux individus de la F₂ ?

2. Dihybridisme avec sémi-dominance

On croise des belles de nuit à fleurs blanches et de grande taille avec des belles de nuit à fleurs rouges de petite taille. Toutes les deux variétés sont de race pure. Les graines issues de ce croisement sont semées. On obtient en F₁ uniquement les belles de nuit à fleurs roses et de taille moyenne.

Consigne 2 : A partir de l'expérience 1 et de tes connaissances

1. Quels sont les caractères étudiés ? quels ont les allèles de chacun de ces caractères ?
2. Il y a-t-il dominance ou récessivité ?
3. On procède à l'autofécondation entre les plants de la F₁. Etablis l'échiquier le plus complètement possible. Quel serait le résultat statistique d'un tel croisement ?

B. Cas de linkage absolu et linkage partiel (ou Crossing-over).

1. Cas de linkage absolu

1^{er} Cas : On croise une lignée pure de drosophiles, l'une à corps gris et ailes longues, l'autre à corps noir et ailes vestigiales. Tous les individus de la F₁ sont à corps gris et ailes longues.

A la F₂, on obtient 75% de drosophiles à corps gris et ailes longues et 25% de drosophiles à corps noir et ailes vestigiales.

2^{ème} Cas : Un hybride mâle est croisé avec une femelle de race pure double récessif. Dans la descendance, on compte 50% de drosophiles à corps gris et ailes longues, 50% de drosophiles à corps noir et ailes vestigiales.

Consigne :

1. Analyse et interprète les résultats des 2 cas.
2. Donne une interprétation chromosomique de ce phénomène dans les 2 cas.

2. Cas de linkage partiel ou crossing-over

Croisement réciproque au 2^{ème} Cas : une femelle hybride est croisée avec un male double récessif. Le résultat donne : 41,5% de drosophiles à corps gris et ailes longues ; 41,5% de drosophiles à corps noir et ailes vestigiales ; 8,5% de drosophiles à corps gris et ailes vestigiale ; 8,5% de drosophiles à corps noir et ailes longues.

Consigne :

1. Explique ces résultats
2. Réalise l'interprétation chromosomique de ces résultats et précise s'il s'agit ou non d'un back – cross.
3. Calcule le pourcentage :
 - a. de types parentaux.
 - b. de types nouveaux ou recombinés.
4. Définis et établis la carte factorielle.

Activité 4 : caractère porté par les gonosomes (ou chromosomes sexuels)

On étudie la transmission d'un caractère chez la drosophile, couleur des yeux. Pour se faire, deux croisements sont réalisés.

1^{er} croisement : On croise une femelle aux yeux rouges avec un mâle aux yeux blancs. Ces deux parents sont de races pures. On obtient une F₁ dont tous les individus ont les yeux rouges.

2^{ème} croisement : On réalise un croisement réciproque au précédent toujours entre parents purs et on obtient en F₁ des femelles toutes avec des yeux rouges et des mâles tous avec des yeux blancs.

Consigne :

1. Analyse et interprète les résultats de ces deux croisements.

2. Les mâles et les femelles de la F1 s'accouplent. Retrouve les génotypes et la répartition phénotypique de la descendance.

SYNTHESE GENERALE

Quelques définitions sur ce sous-concept

- * On appelle **caractère ou trait**, tout aspect d'un individu qu'on peut décrire selon certaines caractéristiques.
 - * Les caractères sont déterminés par les gènes.
 - * **Un gène** est une séquence d'ADN ou une unité d'information génétique.
 - * Un gène occupe sur un chromosome, un emplacement bien déterminé appelé **locus**.
 - * Si le gène se situe sur un autosome (chromosome non sexuel), on parle d'hérédités autosomales ou mendélienne.
 - * Si le gène se situe sur un gonosome (chromosome sexuel ou hétérochromosome), on parle d'hérédités gonosomales liées au sexe.
 - * **Un allèle** est chacune des différentes formes ou versions possibles d'un même gène relative aux mêmes caractères.
 - * **La génétique** est la science qui étudie l'hérédité.
 - * On appelle **hybridation**, le croisement entre individus de races différentes appartenant à la même espèce.
 - * **L'hybride** est un individu né de l'association de gènes de 2 parents.
 - * **L'échiquier** est un tableau dans lequel on marque les résultats d'un croisement.
 - * **L'hérédité** est la transmission de l'information génétique d'une génération à une autre.
 - * **Une lignée pure** est une population qui produit par croisement des descendants toujours semblables à eux-mêmes ainsi qu'aux géniteurs pour un caractère donné.
 - * **Le génotype** est l'ensemble de l'information génétique d'un organisme identifiable par l'analyse génétique.
 - * Le phénotype d'un individu est l'ensemble des caractéristiques observable tant sur le plan morphologique, anatomique, physiologique que sur le plan mental d'un individu.
 - * La **F1** est la 1ère génération issue d'un croisement entre 2 parents donnant des hybrides.
 - * La **F2** est la première génération issue d'un croisement entre 2 hybrides.
 - * **Le génome** : est l'ensemble de toutes les matières génétiques ou ADN d'un être vivant.
 - * **Le linkage** : est une liaison entre 2 gènes dont les caractères sont transmis simultanément.
 - * **Le monohybridisme** : est l'étude de la transmission d'un seul caractère.
 - * **Le dihybridisme** : est l'étude de la transmission de deux caractères.
 - * **Les mutations** : est un changement dans la séquence des nucléotides de l'ADN.
- Le Brassage génétique** : est un mélange des gènes qui intervienne au cours de la méiose et de la fécondation.

II. LA TRANSMISSION DES CARACTERES :

A. Le monohybridisme :

1. Monohybridisme avec dominance :

Lorsqu'on croise deux individus de race pure différents par un seul caractère, en F1 le caractère qui s'exprime à 100% est dit **dominant** et le caractère qui ne s'exprime pas est dit **récessif**.

NB : L'allèle qui contrôle le **trait dominant** est représenté par la **lettre majuscule** et celui qui contrôle le **trait récessif** par la **lettre minuscule**.

2. Monohybridisme avec codominance et semi-dominance :

On parle de semi dominance ou codominance, lorsque le croisement entre deux individus différents par un caractère **donne en F1** des individus avec **un caractère intermédiaire**.

3. Notion de backcross et de test-cross :

Le backcross ou croisement de retour est croisement entre un sujet de F1 avec l'un des parents homozygotes récessifs.

Le test-cross ou croisement test : c'est le croisement d'un sujet dont le génotype n'est pas connu avec un sujet homozygote récessif.

Le test-cross permet de connaître le génotype d'un individu de phénotype dominant.

B. Le dihybridisme : Avec le dihybridisme deux situations peuvent se présenter :

1. Le dihybridisme avec dominance de gènes indépendants ou dihybridisme Mendélien :

Les deux gènes sont situés sur deux paires de chromosomes distinctes (gènes indépendants). Lors du croisement test, l'hétérozygote produit avec probabilité égale quatre types de gamètes différents.

Remarque : les lois de Mendel

John Gregor Mendel (1822-1884) fut le premier expérimentateur à expliquer le mécanisme de la transmission des caractères héréditaires. Il réalisa une série d'hybridation de variétés de pois, il publia en 1865 les résultats de ces expériences :

□ **La première loi de Mendel** : loi d'homogénéité ou d'uniformité des hybrides de la F1.

Énoncé de la loi : « Lorsqu'on croise des individus appartenant à des lignées pures différentes, tous les hybrides de la première génération (F1) sont semblables ».

□ **La deuxième loi de Mendel** : **loi de pureté des gamètes** ou loi de disjonction / ségrégation des caractères en F2.

Énoncé de la loi : « Lors de la formation des gamètes de l'hybride F1, les deux allèles d'un même gène se séparent et chaque gamète ne contient que l'un des deux allèles du couple ».

□ **La troisième loi de Mendel** : loi de la ségrégation indépendante des allèles.

Énoncé de la loi : « Lorsqu'on croise des individus qui diffèrent par deux ou plusieurs couples d'allèles, les différents couples se séparent de façon indépendante au cours de la formation des gamètes puis se recombinent au hasard dans les gamètes des hybrides F1 ».

NB : cette loi n'est valable que dans un cas de dihybridisme Mendélien

2. Le dihybridisme avec les gènes liés :

Les gènes sont portés sur le même chromosome (gènes liés ou linkage). Deux cas de figures peuvent se présenter :

- **Lors du test cross, si l'hétérozygote (F1)** produit deux types de gamètes qui sont à 100% de type parental. Dans ce cas, la liaison des gènes est absolue (**linkage absolue**). La méiose s'est effectuée sans crossing-over.

- **Lors du test cross, si l'hétérozygote (F1)** produit **quatre types de phénotype (de type parental et de type recombiné)** et que la **proportion des phénotypes parentaux** étant **supérieur** à celle des

phénotypes recombinés ; dans ce cas, la liaison des gènes est partielle (linkage partiel). Le phénomène à l'origine des types recombinés est **le crossing-over**.

NB : **Le crossing-over** est l'échange des chromatides des chromosomes homologues lors de la prophase I de la méiose. **Le crossing-over est le brassage intra-chromosomique.**

C. La carte factorielle ou génétique :

La carte factorielle est la position relative des gènes sur le chromosome.

Les gènes étant disposés linéairement sur les chromosomes, **la probabilité pour que 2 gènes soient intéressés par un crossing-over est d'autant plus grande que leur distance sur le chromosome est grande.**

La distance des gènes sur le chromosome est proportionnelle au pourcentage de recombinaison. Par convention, on utilise 1% comme unité de distance entre les gènes. **L'unité des distances est le centimorgan (CM).**

III. LES BRASSAGES GÉNÉTIQUES :

1. Le brassage intra-chromosomique :

Au cours de la prophase I de la première division de la méiose, quand les chromosomes homologues s'apparient, un mécanisme d'enjambement ou crossing-over se produit entre des chromatides non sœurs des 2 chromosomes formant un chiasma. A leur niveau, peuvent se produire des échanges de portions de chromatides aboutissant à un échange d'allèle et donc à des recombinaisons génétiques. Un tel brassage est qualifié intra-chromosomique.

2. Le brassage inter-chromosomique :

En anaphase I, les 2 chromosomes homologues de chaque paire se séparent. Chaque chromosome migre vers l'un des pôles de la cellule. C'est un phénomène aléatoire et le nombre de combinaisons possibles entre les n paires est infini. Ainsi le chromosome d'une paire peut être associé avec l'un ou l'autre chromosome d'une 2^{ème} paire, et ceci est valable pour les n paires. Un tel brassage est qualifié d'inter-chromosomique.

IV. LES MUTATIONS :

Les mutations sont des modifications accidentelles de la séquence d'ADN. Elle est provoquée par des agents mutagènes, c'est-à-dire des facteurs susceptibles d'augmenter la fréquence des mutations. Il s'agit des agents physiques (radiations ionisantes), des radiations chimiques (acide nitreux). La conséquence de l'action de ses agents est une modification structurale de l'ADN.

1. Les types de mutations :

IL existe 2 types de mutations : les mutations géniques et les mutations chromosomiques :

a. Les mutations géniques ou ponctuelles :

Elle affecte une portion du gène. Les mutations les plus simples et plus courantes sont les mutations ponctuelles. Elles correspondent au changement d'un seul nucléotide de l'ADN. Elles comprennent :

- **La substitution : remplacement d'un nucléotide par un autre.**
- **L'insertion ou l'addition : insertion d'un nucléotide dans la séquence d'ADN.**
- **La délétion : perte d'un nucléotide de la séquence d'ADN.**

b. Les mutations chromosomiques :

Les changements impliquent plus d'un nucléotide, mais n'affectent le plus souvent qu'un chromosome tout entier.

2. Les conséquences des mutations :

Les mutations peuvent être répertoriées en fonction des conséquences qu'elles ont sur les protéines synthétisées. Suivant la nature et la localisation de la mutation, les conséquences sur la synthèse du polypeptide peuvent être inexistantes ou très importantes.

La substitution d'un acide aminé par un autre de même : **on parle mutation silencieuse.**

La substitution d'un acide aminé par un autre différent : **on parle mutation faux-sens.**

La substitution provoque l'arrêt de la synthèse de polypeptide : **on parle de mutation non-sens.**

V. LA DIVERSITÉ GÉNÉTIQUE ET L'UNICITÉ DES INDIVIDUS :

1. La nature de génome :

Le génome est l'ensemble de tout le matériel génétique (ADN) d'un être vivant. Il comprend chez les procaryotes, le chromosome circulaire et les plasmides. Chez les eucaryotes, le génome est constitué par l'ADN nucléaire et l'ADN contenu dans les chloroplastes et les mitochondries. Les individus d'une même espèce partagent le même génome : celui-ci est caractérisé par le même nombre de chromosomes, leur structure, l'emplacement de tous les gènes nécessaires à l'édification et au fonctionnement de l'organisme.

2. Diversité et unicité des individus :

Tout individu est hétérozygote pour un grand nombre de gènes. Ce polymorphisme génétique est responsable à travers la reproduction sexuée de la naissance de génération en génération, d'individu génétiquement différent.

Au cours de la méiose, le brassage intra-chromosomique suivi du brassage inter-chromosomique fait que chaque individu est unique. Par conséquent, chaque cellule haploïde, chaque gamète possède un génome unique. La fécondation, caractérisée par la rencontre aléatoire des gamètes, amplifie considérablement le brassage génétique dû à la méiose. **Chaque organisme représente ainsi une association unique du gène de l'espèce n'ayant jamais existé et ne se reformera plus dans l'avenir. Chaque individu est unique du point de vue génotype. Cela justifie l'expression « unicité des individus ».**

Concept général 3 : UNICITE DES INDIVIDUS ET DIVERSITE GENETIQUE

Sous-concept 3 : DIVERSITE GENETIQUE D'UNE POPULATION

Situation-problème :

Il suffit de regarder autour de soi pour constater l'extrême diversité des espèces vivantes. Pourtant en comparant les individus d'une même espèce, on se rend compte que cette diversité est cachée derrière une incroyable unicité qui se manifeste à différents niveaux.

Comment se manifeste la diversité génétique au sein d'une population ?

Comment cette diversité génétique évolue à l'échelle des populations ?

Activité 1 : Diversité génétique au sein d'une population

Le croisement entre des graines lisses et jaunes et des graines ridées et vertes donne en F₁ 100% d'individus lisses et jaunes. En F₂, on obtient des graines lisses et jaunes, lisses et ridées, ridées et vertes, ridées et jaunes.

Consigne :

1. Combien de types de populations sont étudiées dans ce croisement ? Précise-les.
2. Cite les différents caractères étudiés en précisant les allèles qui codent pour chacun d'eux.
3. Remplis le tableau ci-dessous.

<i>Variété de graines</i>	<i>Phénotype</i>	<i>Génotype</i>

4. Pourquoi parle-t-on de population polymorphe en F₂ ?

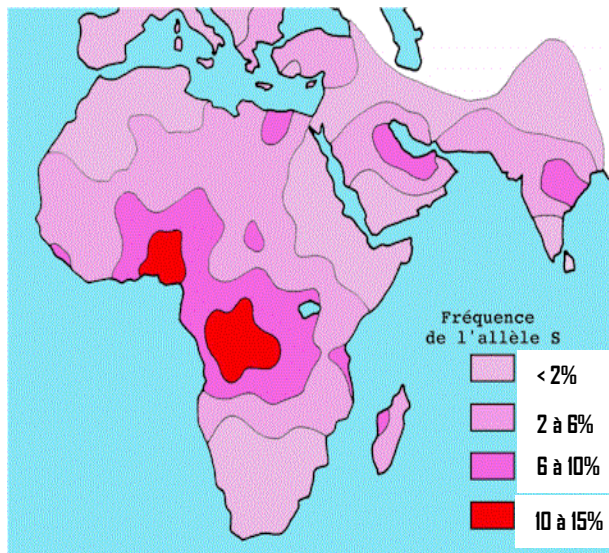
Activité 2 : Influence de la sélection naturelle sur la variation des fréquences alléliques

Exemple : Cas de la drépanocytose

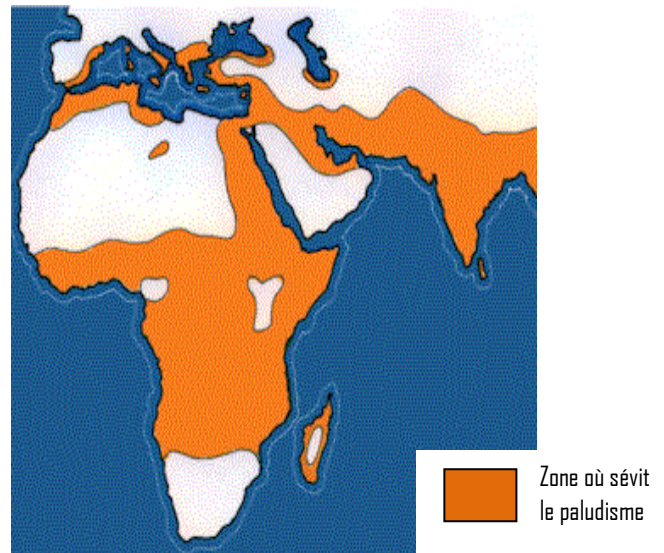
La drépanocytose est une maladie génétique due à une mutation au niveau de la chaîne β de l'hémoglobine. Allèle normal : **A** ; Allèle muté : **S** ; génotype d'un sujet atteint : **SS**.

Les 2 cartographies ci-après représentent respectivement la répartition des allèles S et celle de la malaria dans le continent Africain.

Document 1 : Distribution de l'hémoglobine S (HbS)



Document 2 : Répartition de la malaria



Consigne :

1. Analyse le **document 1** pour en déduire la ou les zone(s) la ou les plus touchée(s) par la drépanocytose.
2. Compare les deux cartes. Tire une conclusion quant à la fréquence de l'allèle S et la répartition de la malaria ?
3. Formule une hypothèse quant à la relation qui peut exister entre la fréquence de l'allèle HbS et la malaria.

Activité 3 : Mesure de la variation génétique

Exemple : Estimation des fréquences alléliques

Polymorphisme floral chez les belles de nuit : Fleur rouge (RR) * Fleur blanche (BB) = Fleur rose (RB). Sur un échantillon de 400 plantes d'une population, on compta 165 plantes à fleurs rouges, 190 plantes à fleurs roses et 45 plantes à fleurs blanches.

Consigne : Calcule la fréquence de chaque allèle au sein de cette population.

SYNTHESE GENERALE

PRESENTATION :

La **génétique des populations** est l'étude de la distribution et des variations de la fréquence des allèles d'un gène au sein des populations. Ces variations sont soumises à des « pressions évolutives » (sélection naturelle, dérive génétique, recombinaison, mutations, et migrations).

I. DIVERSITE GENETIQUE AU SEIN D'UNE POPULATION :

Au sein d'une population d'espèces, les **mutations** sont des événements **rare**s et accidentels. Dans une population, chez la plupart des gènes ayant subi des mutations à un moment ou un autre de l'histoire d'une espèce donnée, on peut trouver **pour chaque gène, de nombreux allèles**. Ce **polymorphisme des gènes** est à l'origine de l'extrême **diversité génétique au sein d'une population**.

II. VARIATION DES FREQUENCES ALLELIQUES AU SEIN D'UNE POPULATION :

1. Influence de la sélection naturelle sur la variation des fréquences alléliques : (Activité 2)

La **sélection naturelle** est le phénomène par lequel certains caractères héréditaires favorables à la survie et à la reproduction de l'espèce sont préférentiellement transmis de générations en générations. Du fait de certaines conditions du milieu, certains individus laissent plus de descendants que d'autres.

La **fréquence allélique** est le taux de présence d'un allèle au sein d'une population.

Les modifications du **pool génétique** d'une population sont le fruit du hasard et entraînent l'apparition de nouveaux allèles désavantageux, neutres ou encore avantageux à un moment donné. Mais un allèle désavantageux (délétère ou nuisible) à un moment donné pourrait devenir avantageux lors d'un changement des conditions du milieu de vie. Cet allèle devenu avantageux par hasard sera à son tour transmis en plus grande proportion à la génération suivante. L'un des exemples les plus connus est celui de la **drépanocytose**, une anomalie génétique affectant l'hémoglobine des globules rouges et provoquant chez les sujets homozygotes une anémie grave qui peut être mortelle. Or il se trouve que les hétérozygotes, qui ne développent pas la maladie, présentent une résistance au paludisme en empêchant la prolifération du parasite qui en est responsable. Conséquence, dans les régions où sévit le paludisme, la présence du gène délétère s'est révélée être un facteur de survie et ses porteurs ont été sélectionnés par l'évolution.

Pour que la sélection naturelle modifie la fréquence des allèles d'un gène dans une population, il faut trois conditions :

- L'existence d'un **polymorphisme** au sein de cette population ;
- Ce **polymorphisme** doit être **d'origine génétique** ;
- Une relation doit exister entre ce **polymorphisme** et la **survie** et/ou la **capacité à la reproduction** des divers phénotypes.

2. Influence des migrations sur la variation des fréquences alléliques :

Les migrations favorisent les échanges entre les différentes populations, créant ainsi des transferts de gènes et modifiant les fréquences alléliques. Au cours des déplacements successifs d'une population, certains allèles auront tendance à être conservés et d'autres à disparaître. Ces modifications vont vers une uniformisation de la population.

Conclusion : Les changements de fréquence des allèles et la fixation de certains allèles conduisent à une modification du pool génétique de la population : on parle de **dérive génétique**. L'accumulation de telles modifications dans différentes populations peut conduire au processus de **spéciation**.

CONCEPT GENERAL III : L'unicité des individus et la diversité génétique

SOUS -CONCEPT 4 : Quelques aspects de la génétique humaine

Situation Problème :

Fatim après trois (3) maternités successives, n'a eu que des filles. Sa belle-mère l'accuse de ne pouvoir rien faire si ce n'est « que des filles » alors que la famille a besoin de garçons pour les travaux champêtres. Le mari **Tiéccoura** qui ne comprend pas est aussi frustré ; il menaça de divorcer sa femme si le prochain enfant n'est pas un garçon.

Au terme d'une 4^{ème} grossesse, Fatim donne naissance à un garçon, mais sa joie est de courte durée en apprenant que l'enfant est un albinos.

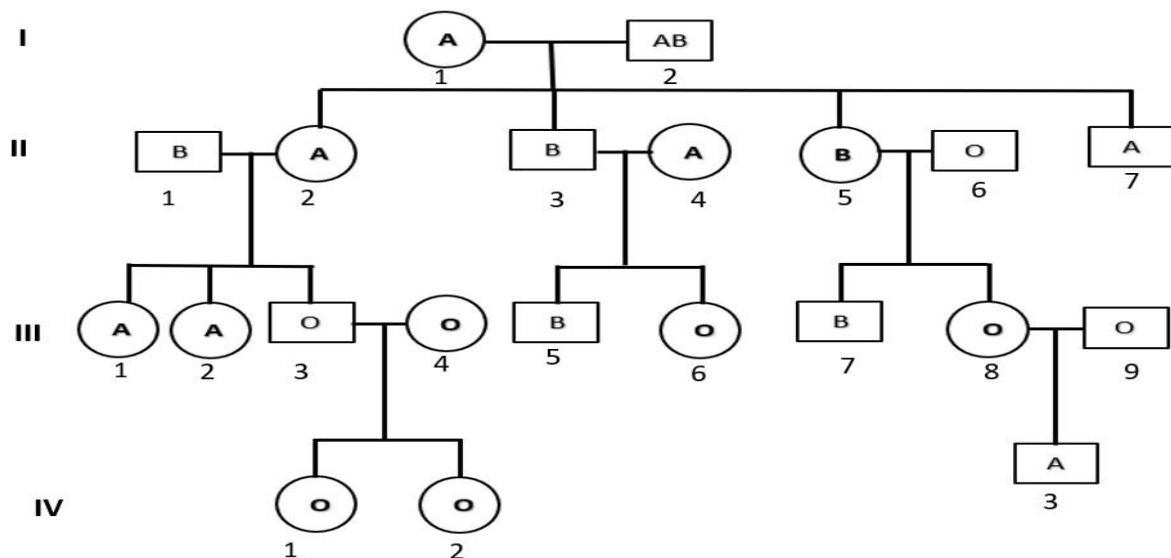
Fatim demande de l'aide à des élèves de la TSEXP enfin de sauver son foyer, elle pose ces questions :

- Pourquoi j'ai eu trois filles successives ? - Pourquoi mon seul garçon est albinos ?

Activités

Activité 1 : La transmission du groupe sanguin

Le groupe sanguin est un phénotype d'individus humains correspondant à la présence de différents types des glycoprotéines marqueurs localisés sur la membrane des hématies. Ce phénotype est codé par le gène du système ABO. Dans ce système, il y a 3 allèles A, B et O ; correspondant à 1 gène. Dans une population, le brassage entre ces 3 allèles permet d'obtenir 4 phénotypes : [A], [B], [AB] et [O]. Le document suivant montre la transmission du groupe sanguin dans une famille.



Consigne : A partir de l'analyse de cet arbre généalogique

1. Détermine les allèles dominants, les allèles récessifs et les allèles codominants.
2. Détermine le génotype des individus I_1 I_2 II_1
3. Détermine la probabilité pour que le couple II_3 et II_4 ait un enfant du groupe O, de groupe A.
4. Détermine la probabilité pour que le couple III_3 et III_4 ait un enfant du groupe O, de groupe A
5. Après une analyse du pédigrée dit s'il y a un enfant illégitime et pourquoi ?

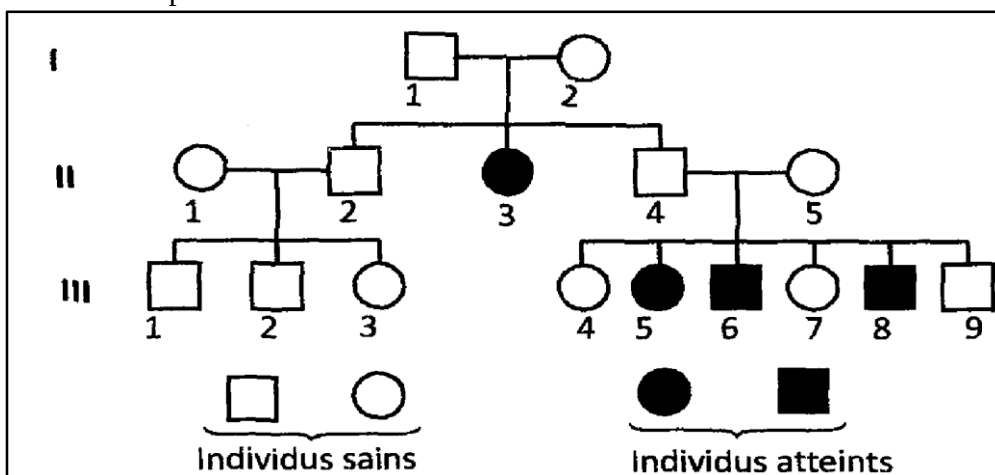
Activité 2 : La transmission autosomique récessif

La drépanocytose ou anémie falciforme est une maladie héréditaire grave caractérisée par aspect anormal des hématies qui prennent une forme de faucille incapable de jouer leur rôle respiratoire de transporteur d'oxygène. Les sujets atteints ont une hémoglobine anormale appelée hémoglobine « S »

S étant la première lettre de «**sickle**» qui, en anglais, signifie «**faucille** ». Il s'agit d'une maladie autosomique récessive.

L'allèle normal « **A** » et l'allèle anormal « **s** »

Le document suivant représente un arbre généalogique de la famille Diakité dont certains membres sont atteints par cette maladie.

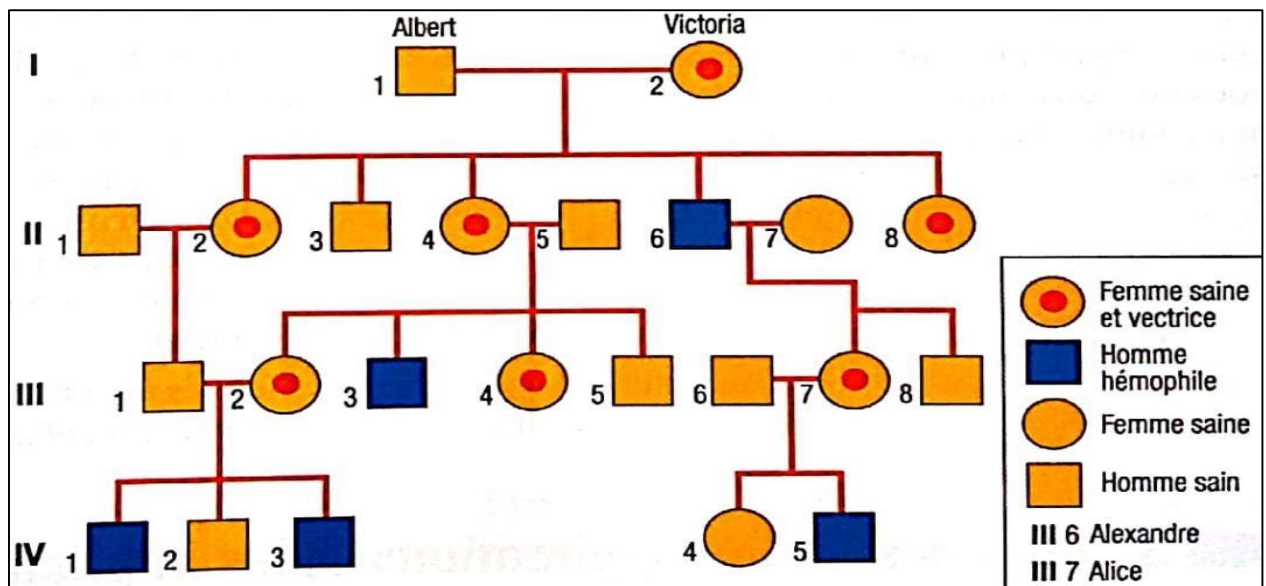


Consigne : A partir de l'analyse du pédigrée

1. L'allèle responsable de la maladie est-il dominant ou récessif ? Justifie ta réponse.
2. Est-il porté par un autosome ou lié au sexe (porté par X ou par Y) ? Justifie ta réponse.
3. Détermine, les génotypes des individus I_1 , I_2 , II_4 , II_5 , III_5 , III_8 et III_9
4. Détermine la probabilité pour le couple (I_1 et I_2) d'avoir un enfant malade.
5. Détermine les caractéristiques d'une transmission autosomique récessif ?

Activité 3 : La transmission gonosomique liée au chromosome X

L'hémophilie est une maladie qui se caractérise par un trouble de coagulation du sang. Il est déterminé par l'allèle récessif porté par le chromosome X et se manifeste par des hémorragies qui s'arrêtent difficilement. L'arbre généalogique ci-dessous montre la transmission de l'hémophilie dans une partie de la famille de la reine Victoria d'Angleterre.

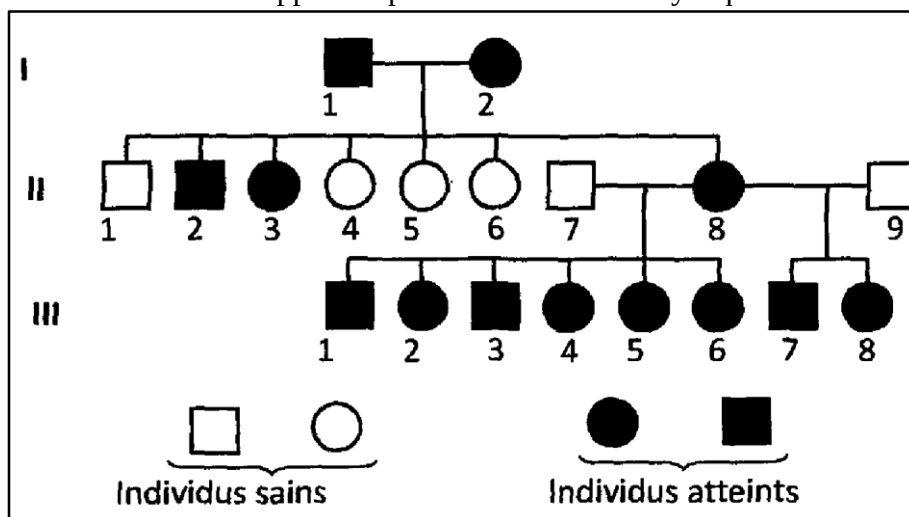


Consigne : A partir d'une analyse rigoureuse de ce pedigree

- Détermine le sexe touché par cette maladie.
- L'allèle responsable de cette maladie est-il dominant ou récessif.
- Explique par des croisements simples choisis dans l'arbre généalogique ci-dessus, que l'allèle responsable de l'hémophilie est gonosomique et non autosomique.
- Trouve la probabilité pour que l'enfant d'Alexandre et d'Alice soit :
 - Un garçon.
 - Un malade

Activité 4 : La transmission autosomique avec dominance

Le pedigree ci-dessous est celui d'une famille Traoré dont, certains membres sont atteints par une maladie héréditaire appelée Épithélioma adénoïde cystique.

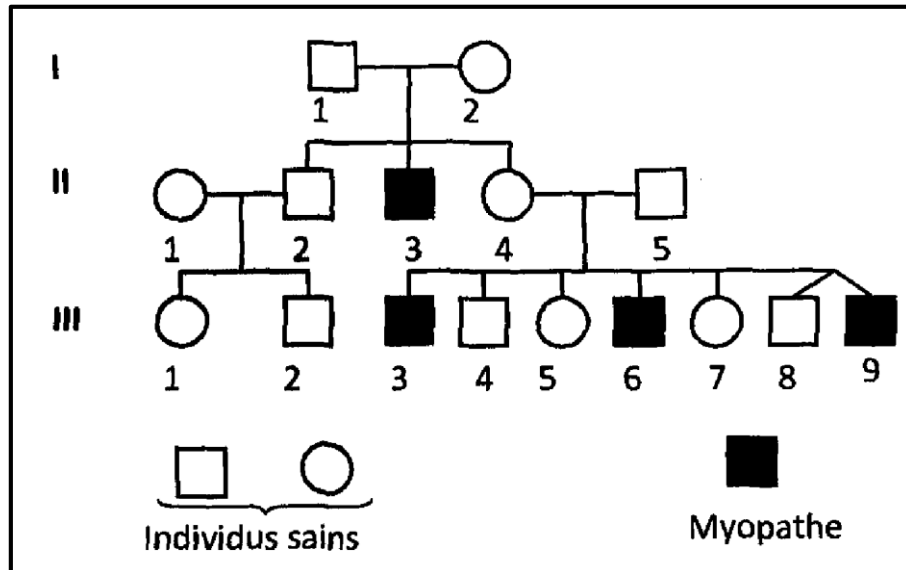


Consigne : A partir de l'analyse du pédigrée

1. L'allèle responsable de cette maladie est-il dominant ou récessif ? Argumente ta réponse.
2. Démontre-s'il s'agit d'un cas d'hérédité autosomale ou d'hérédité liée aux chromosomes sexuels.
3. Donne les génotypes certains, très probables ou simplement possibles des différents membres de cette famille

Activité 5 : La transmission gonosomique liée au chromosome X

L'arbre généalogique ci-dessous est celui d'une famille Diarra dont, certains individus sont affectés par la myopathie 1



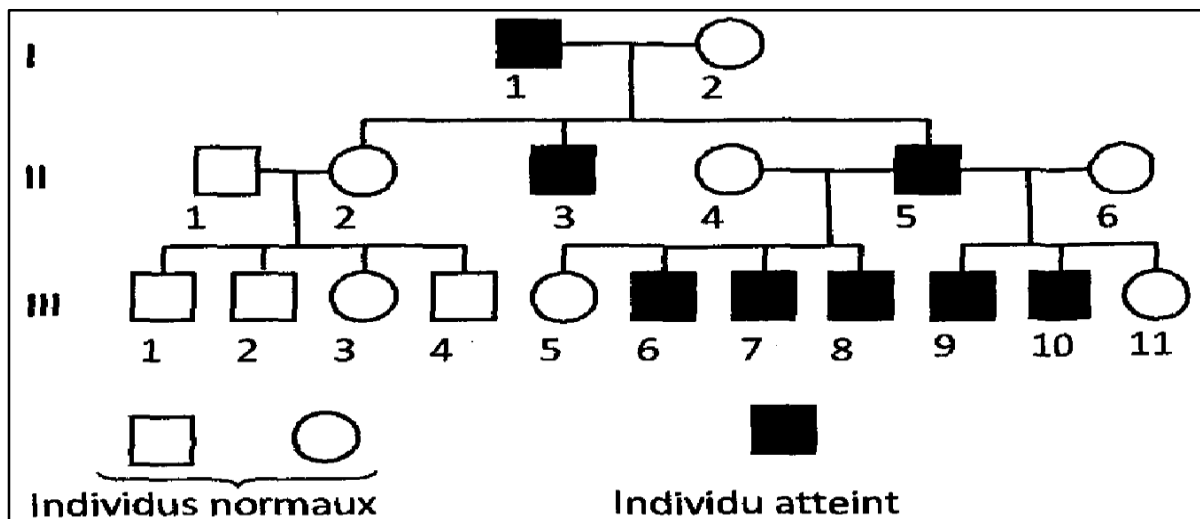
Individus	II ₃	I ₂ et II ₄	I ₁ et II ₅	II ₁	III ₈	III ₉
ADN normal	0	1	1	2	1	0
ADN anormal	1	1	0	0	0	1

Consigne : A partir d'une analyse rigoureuse de ce pedigree, discute, si l'allèle responsable de la maladie est :

5. Dominant ou récessif par rapport à l'allèle normal.
6. Formule des hypothèses quant à la localisation du gène responsable de cette anomalie.
7. Par les techniques de biologie moléculaire, on sait distinguer par analyse de l'ADN, l'allèle normal de l'allèle muté à l'origine de la maladie. Voici le tableau ci-dessus présente les résultats d'analyses effectués sur certains sujets.
 - a. Quelle est l'hypothèse confirmée par ces résultats ?
 - b. Détermine les génotypes des individus indiqués dans le tableau.

Activité 6 : La transmission gonosomique liée au chromosome Y

L'hypertrichose des oreilles est une tare caractérisée par l'exagération de la densité, de la longueur et de la force des poils au niveau du pavillon de l'oreille



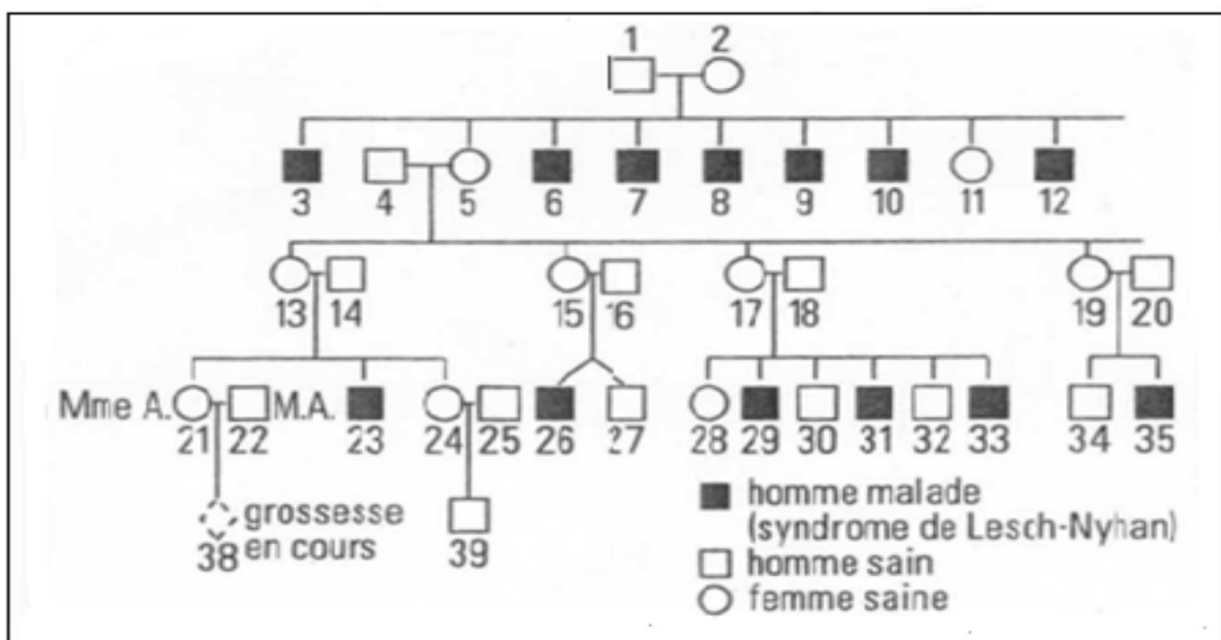
Consigne : A partir l'analyse de l'arbre généalogique

1. Que penses-tu de la transmission de ce caractère héréditaire ?
2. Ecris les génotypes de chaque individu
3. Quelle est la probabilité pour le couple (III1 et II2) d'avoir un enfant atteint par cette anomalie ?
4. Quelle est la probabilité pour le couple (II4 et II5) d'avoir un enfant atteint par cette anomalie ?

Activité 7 : Méthode de résolution scientifique non expérimentale

Le syndrome de Lesch-Nyhan est une forme de paralysie rare, mais très grave car elle entraîne généralement la mort avant la puberté.

Madame A est issue d'une famille dont l'arbre généalogique est présenté dans le document ci-après.

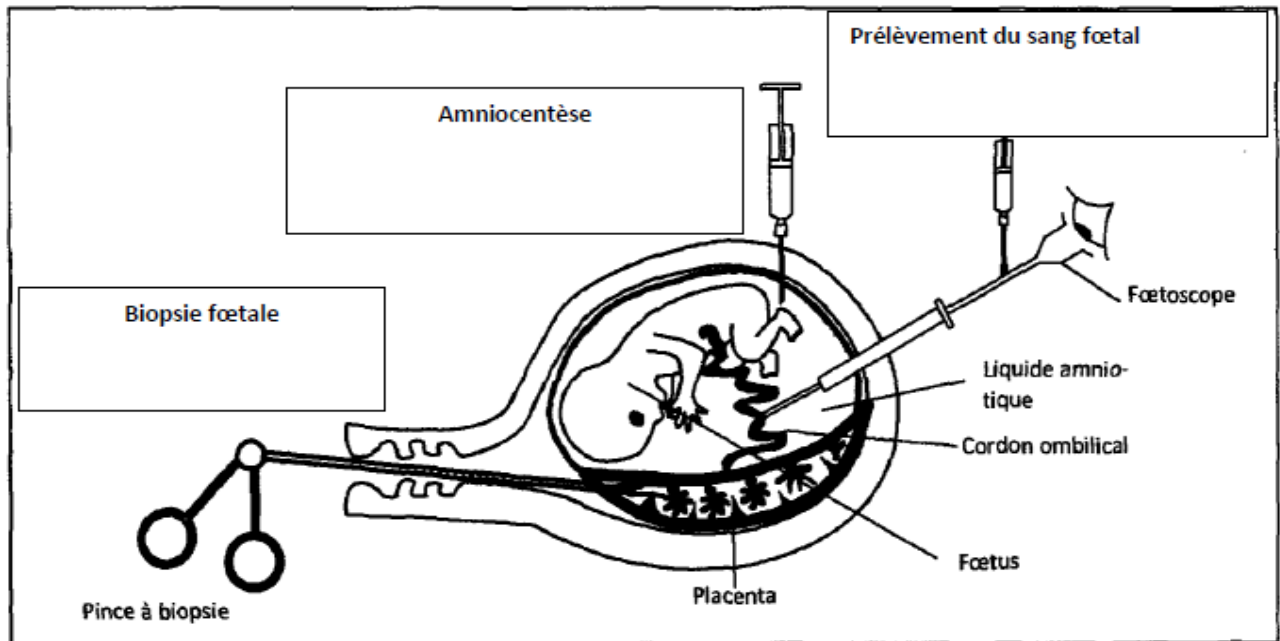


Consigne : A partir de l'arbre généalogique ci-dessus et de vos connaissances

Détermine le mode de transmission le plus probable de cette maladie (autosomale ou gonosomale) en appliquant la démarche scientifique non expérimentale. (Observations ; hypothèses ; résultats envisagés et conclusion)

Activité 8 : Les analyses prénatales

Le document ci-dessous résume les techniques employées dans le diagnostic prénatal

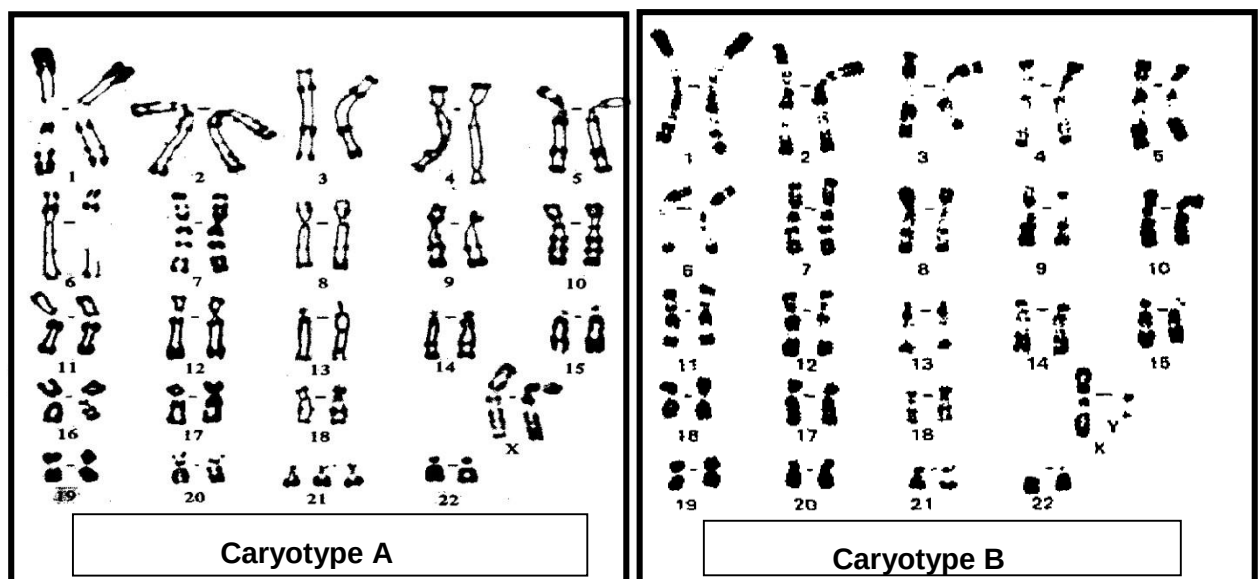


Consigne : A partir de l'analyse de ces techniques et de tes connaissances

1. Décris chaque technique.
2. Quel est l'intérêt du diagnostic prénatal
3. Rappel brièvement comment établir le caryotype ?

Activité 9 : Les anomalies chromosomiques et leurs conséquences

A. Le document suivant représente deux caryotypes humains (Caryotype d'une personne normale et d'une personne atteinte d'anomalie)



Consigne A : A partir de l'analyse des caryotypes A et B

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">1. Identifie le sexe de chaque individu et justifie votre réponse.2. Identifie le caryotype anormal et justifie votre réponse.3. Ecris la formule chromosomique de chaque individu.4. Explique l'obtention des caryotypes anormaux à l'aide de vos connaissances sur la méiose. |
|--|

B. Les syndromes de Turner et de Klinefelter : les personnes atteintes du syndrome de Turner sont de sexe féminin mais ne possèdent qu'un seul chromosome à la 23^{ème} paire. Elles présentent entre autres symptômes, l'absence d'hormones ovariennes et un faible développement des caractères sexuels secondaires.

La personne atteinte du syndrome de Klinefelter est de sexe masculin et possède un chromosome X surnuméraire. Elles présentent les symptômes suivants : testicules atrophiés, arriération mentale, etc.

Consigne B : A partir de l'analyse du texte ci-dessus 1. Ecris la formule chromosomique d'un sujet atteint du syndrome de Turner et d'un sujet atteint du syndrome de Klinefelter. 2. Expliques l'obtention des caryotypes anormaux à l'aide de vos connaissances sur la méiose.
--

SYNTHÈSE GÉNÉRALE :

Introduction :

A la différence d'autres organismes étudiés par les généticiens, l'espèce humaine pose d'énormes problèmes en génétique pour plusieurs raisons : l'impossibilité des mariages expérimentaux pour des raisons morale et/ou éthique ; un temps de génération assez long ; les familles sont très réduites ; la complexité de la garniture chromosomique etc.

L'analyse d'arbres généalogiques (ou pedigree en anglais) reste la méthode fondamentale pour retracer les ascendances afin de déterminer la présence ou non d'une anomalie chez les différents individus de génération en génération.

I. LE MÉCANISME DE TRANSMISSION DES GÈNES :

1. La transmission par les autosomes : cas du système ABO

Le système ABO sanguin est gouverné par trois allèles d'un même gène (A, B et O). Le locus de ce gène se situe sur la paire de chromosomes homologues n°9. Le chromosome n°9 n'est pas un chromosome sexuel. C'est donc un autosome. Un individu donné ne possède que 2 des trois allèles mentionnés plus haut sur les 2 chromosomes homologues.

2) Facteur rhésus

En génétique humaine, à côté des groupes sanguins du système ABO il existe un autre système appelé facteur rhésus. Ce système est généralement dirigé par deux allèles :

- **Le rhésus positif (Rh+)** qui gouverne la synthèse du facteur rhésus, il est dominant ;
- **Le rhésus négatif (Rh-)** qui est récessif par rapport à Rh+.

Si les hématies d'un individu du rhésus positif sont introduites dans le sang d'un individu du rhésus négatif, il se développe chez le receveur des **anticorps anti-rhésus** capable d'agglutiner (coaguler) le sang du receveur. Les conséquences de la présence des facteurs rhésus différents se manifestent surtout au cours de la grossesse.

Exemple : Chez les femmes enceintes, si la mère est Rh⁺ et le fœtus Rh⁻, cette incompatibilité peut entraîner des complications à la naissance comme une maladie hémolytique du nouveau-né et parfois la mort du fœtus.

Un exemple de croisement de facteurs rhésus

Parents :	allèle rhésus positif	x	allèle rhésus négatif
Génotypes :	Rh ⁺ /Rh ⁺		Rh ⁻ /Rh ⁻
Phénotypes :	[Rh ⁺]		[Rh ⁻]
Gamètes :	Rh ⁺		Rh ⁻
F1 :	Rh⁺/Rh⁻		

2. La transmission par les gonosomes : exemple de l'hémophilie

Les chromosomes sexuels X et Y portent eux aussi des gènes exactement comme les autres chromosomes dits somatiques. Cependant, ils ne sont pas vraisemblablement homologues.

On connaît actuellement 3 types de gènes liés aux chromosomes sexuels :

- Ceux situés uniquement sur le chromosome sexuel X comme celui qui gouverne l'hémophilie ;
- Ceux situés uniquement sur la partie commune aux chromosomes X et Y ;
- Ceux situés uniquement sur le chromosome Y.

L'allèle responsable de l'hémophilie est récessif. Elle est donc une maladie héréditaire déterminée par un allèle récessif porté par le chromosome X. Elle se manifeste par un trouble de la coagulation du sang. Le malade est incapable de synthétiser une des molécules indispensables à la coagulation du sang et normalement présent dans le plasma. Le traitement consiste à transfuser régulièrement ce facteur plasmatique pour diminuer les risques d'hémorragie.

NB : Du fait que dans les arbres généalogiques des familles, on ne rencontre pas de fille atteinte d'hémophilie, on pense que cet allèle est létal en cas d'homozygotie.

II. Applications et implications des connaissances en génétique humaine :

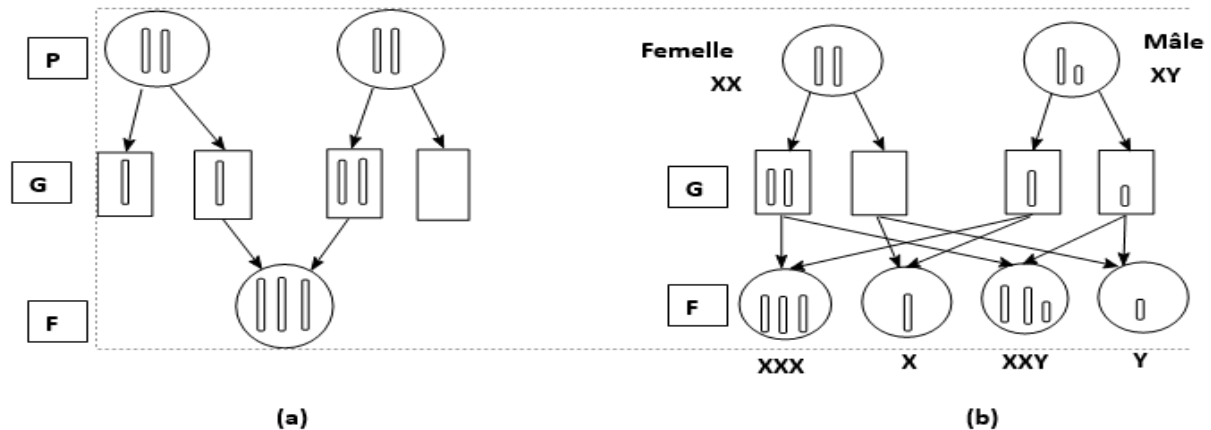
Une aberration chromosomique est une anomalie due à l'absence d'un fragment de chromosome, à l'absence d'un ou plusieurs chromosomes, ou à la présence d'un ou plusieurs chromosomes supplémentaires. C'est le cas de la trisomie 21 et du syndrome de Klinefelter.

Pour déceler les anomalies héréditaires, des recherches spécifiques sont faites par des spécialistes avec l'aide des techniques appropriées :

- La recherche d'aberrations chromosomiques par la réalisation de caryotype du fœtus à partir des cellules fœtales prélevées par **amniocentèse ou par biopsie**.
- La recherche d'anomalies du métabolisme qui peut se limiter à la recherche des protéines particulières codées par l'allèle responsable de la maladie (cas de la phénylcétonurie). La technique généralement utilisée est celle de **l'électrophorèse**.

- La recherche d'une anomalie au niveau d'un gène utilise aussi la **technique de l'électrophorèse**.

III. Des anomalies explicables par l'étude de la méiose et de la fécondation.



NB :

- **Quelques informations permettant de déterminer le mode de transmission (dominant ou récessif) d'un gène responsable d'une maladie héréditaire.**

L'analyse de l'arbre généalogique peut nous permettre de découvrir le mode de transmission d'un gène. Lorsqu'un enfant est atteint et qu'aucun des parents n'est apparemment malade, l'allèle responsable de ce caractère est récessif. Mais s'il arrive qu'un enfant atteint ait au moins un de ses deux parents malade, une autre interprétation s'y ajoute : le gène responsable est soit récessif, soit dominant.

Si le gène est récessif, tout individu atteint est homozygote, ce revient à dire que ses deux parents sont porteurs de l'allèle récessif. Dans ce cas le parent normal d'un enfant malade est hétérozygote.

Si le gène est dominant, un individu normal ne possède pas l'allèle responsable. Seuls les individus atteints le possèdent et ils sont hétérozygotes si un de leurs deux parents ou un de leurs enfants est normal

Quelques définitions importantes sur ce chapitre sur le mécanisme de l'immunité

- * **Un Anticorps** : est une protéine sécrétée par les plasmocytes, véhiculée par le sang et se lie spécifiquement à un antigène.
- * **Un Antigène** : est toute substance dont l'introduction dans un organisme, déclenche une réaction immunitaire.
- * **CMH (complexe majeur d'histocompatibilité)** : sont des molécules membranaires marqueurs des cellules d'un organisme.
- * **La CPA (cellule présentatrice de l'antigène)** : est une cellule qui montre l'antigène associé en surface avec les molécules du **CMH** aux cellules de l'**immunité adaptative**.
- * **Le Complexe immun** : est un complexe macromoléculaire d'antigène et d'anticorps unis de façon spécifique.
- * **La Cytokine** : est une molécule soluble, synthétisée par des cellules du système immunitaire et agissant à distance sur d'autres cellules.
- * **La Diapédèse** : est la migration des éléments, en particulier les globules blancs, hors des capillaires sanguins.
- * **Granulocytes (polynucléaires)** : globules blancs dont certains sont capables de **phagocytose**.
- * **L'Histamine** : est un médiateur chimique libéré par les mastocytes lors de la **réaction inflammatoire**, à l'origine de la **vasodilatation** (dilatation des vaisseaux sanguins).
- * **Histocompatibilité** : Capacité d'un individu à accepter des dons de tissus ou d'organes (greffes) d'un autre individu.
- * **L'Immunité** : est la résistance naturelle ou acquise d'un organisme vivant à un agent infectieux (microbe) ou toxique (venin, toxine...).
- * **L'Immunité adaptative ou acquis** : est une réponse spécifique car la réponse est dirigée vers un antigène en particulier.
- * **L'Immunocompétence** : est la capacité de distinguer le **soi** du **non-soi**. Elle est acquise lorsque les cellules immunitaires possèdent de récepteurs nécessaires à la reconnaissance du non soi.
- * **Immunodéficient** : absence d'un ou de plusieurs composantes d'un système immunitaire.
- * **L'Immunologie** : est la branche de la biologie qui étudie les mécanismes de défense de l'organisme.
- * **L'interleukine** : est une molécule chimique faisant partie des **cytokines**, libérée par les **LT auxiliaires** et stimulant les **TCD8** et les **LB**.
- * **Le Lymphe** : est un liquide formé à partir du sang par filtration à travers la paroi des vaisseaux capillaires. Il est formé de **plasma** et de **globules blancs**.
- * **Lymphocytes B** : lymphocytes qui sont produits dans la **moelle osseuse** où ils subissent leurs maturations. Ils se différencient dans le **ganglion lymphatique** en **LB mémoire** et en **plasmocytes**.
- * **Lymphocytes T** : lymphocytes qui sont produits dans la **moelle osseuse** mais qui subissent leurs maturations dans le **thymus**. Ils sont au nombre de 2 :
 - _ **Lymphocytes TCD4** : se différencient dans les **ganglions lymphatiques** en **LT mémoire** et en **LT auxiliaire** ou **Helper**.
 - _ **Lymphocytes TCD8** : se différencient dans les **ganglions lymphatiques** en **LT mémoire** et en **LT cytotoxique** ou **LTc** qui détruisent les cellules infectées et cancéreuses par simple contact grâce à des **perforines** ou en provoquant le suicide cellulaire.
- * **Lymphokines** : groupe de cytokines produites par les lymphocytes.
- * **Macrophage** : monocyte qui s'est fixé dans un tissu après **diapédèse**, capable de phagocytose.
- * **Mastocytes** : cellules sentinelles du système immunitaire intervenant dans la **réaction inflammatoire**, réaction allergique, sécrètent de l'**histamine** et des **cytokines**.
- * **Mémoire immunitaire** : **Capacité de garder la trace d'un antigène en mémoire**. Lors d'une deuxième exposition à un antigène, la réaction est **plus rapide** et **plus forte** car il existe des cellules mémoires à longue durée de vie.
- * **Un Monocyte** : est un globule blanc circulant dans le sang.

- * **Le Phagocyte** : est une cellule capable de phagocytose, c'est-à-dire d'englober et de digérer un corps étranger, comme par exemple une bactérie.
- * **La Perforine** : est une **protéine cytolytique** sécrétée par les lymphocytes cytotoxiques lors de la **phase effectrice** de la **réponse immunitaire à médiation cellulaire** et intervenant dans la destruction de la cellule cible en perforant sa membrane.
- * **Plasmocytes** : **LB activés** qui sécrètent des anticorps.
- * **La Réaction immunitaire** : est le mécanisme de défense activée par l'organisme à la suite d'une infection ou un dysfonctionnement.
- * **Rétrovirus** : **virus à ARN capable de transcrire cet ARN en ADN virale**.
- * **Sélection clonale** : est la sélection d'un clone de lymphocytes spécifiques à un antigène et capable de l'attaquer.
- * **La sérothérapie** : C'est une **méthode curative** qui consiste à transférer l'immunité d'une personne à une autre en injectant à l'organisme infecté, du sérum contenant une quantité importante d'anticorps spécifiques prélevé dans le sang du donneur.
- * **SIDA** : Syndrome de l'Immunodéficience Acquise.
- * **VIH** : Virus de l'Immunodéficience Humaine.
- * **Virus** : Les virus sont des entités **biologiques**, composés d'un seul **acide nucléique (ADN ou ARN)** et de **protéines**. Leur matériel génétique est **réplicable** à l'intérieur de cellules vivantes et ils sont capables de se transmettre de cellule à cellule, autrement dit, ils sont infectieux de manière autonome.
- * **La phagocytose** est le mécanisme par lequel certains globules blancs ingèrent et digèrent des particules étrangères ou des microbes.
- * **Le système du complément** est un ensemble de protéines du sérum sanguin fabriqué par le foie. Il constitue le moyen principal de lutte contre les infections bactériennes en détruisant les bactéries par la formation des pores dans leur membrane.

CONCEPT GENERAL IV : Les mécanismes de l'immunité

SOUS -CONCEPT 1 : Le soi et le non soi

Situation problème :

Amidou, élève de TSExp voulait donner son sang à son ami malade qui avait besoin d'une transfusion urgente. Après les prélèvements, le médecin lui explique que son sang n'est pas compatible avec celui de son ami. Donc la transfusion entre son ami et lui est impossible. N'ayant pas compris pourquoi cela, il pose la question suivante :

➤ Comment se fait-il que je ne peux pas donner mon sang à mon ami ?

Il alla demander son professeur de SVT qui lui donne les activités suivantes :

LES ACTIVITES

Activité 1 : Le complexe mineur d'histocompatibilité (Système du groupe sanguin ABO)

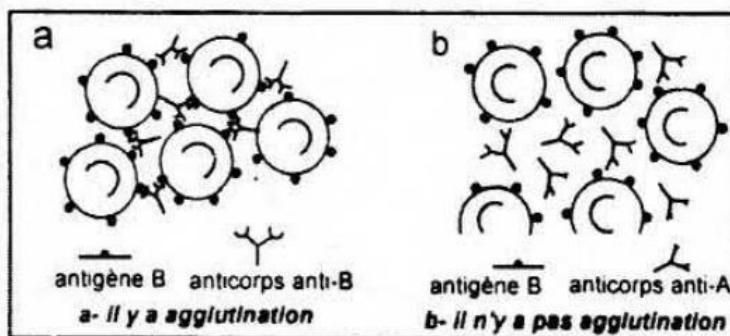
La transfusion du sang d'un donneur à un receveur peut entraîner chez ce dernier des troubles graves appelés accidents post-transfusionnels pouvant conduire à la mort.

Deux cas sont possibles :

-le sang du donneur est **accepté** par l'organisme du receveur : l'organisme du receveur a reconnu le sang du donneur comme étant le **soi** : il y a donc **compatibilité**.

- le sang du donneur est **refusé** par l'organisme du receveur : il y a donc incompatibilité.

L'incompatibilité est liée à l'existence sur la membrane des globules rouges des **marqueurs du soi** appelé **antigène** ou **agglutinogène** à l'origine des réactions d'agglutinations.



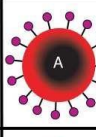
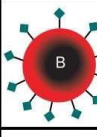
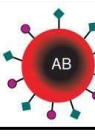
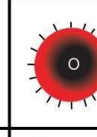
Lorsque on mélange in vitro du sang provenant de deux groupes sanguins différents **A** et **B**, on obtient l'**agglutination** des hématies. Généralement cette agglutination est suivie de la lyse (destruction des hématies).

L'agglutination se produit également si on mélange le sang complet (plasma, globules...) de groupe **A** et le sérum du groupe **B**. Le sérum ne contient que l'eau et les molécules solubles. Le sérum du groupe **B** contient des anticorps, molécules solubles pouvant agglutiner les hématies du groupe **A**. Les hématies du groupe **A** ont des marqueurs moléculaires, c'est-à-dire des molécules caractéristiques des hématies du groupe du même nom. Les marqueurs caractéristiques d'une hématie ou de toute autre cellule sont des antigènes.

Pour le test de Beth-Vincent le sérum test connu **Anti-A** a été synthétisé à partir du sang d'un individu de **groupe B** et le sérum test connu **Anti-B** a été synthétisé à partir d'un individu de **groupe A**.

Test de Beth-Vincent		
		Agglutination
		Pas d'agglutination
Sérum test connu Anti-A	Sérum test connu Anti-B	Groupe sanguin
		Groupe A
		Groupe O
		Groupe B
		Groupe AB

Doc1 : test de groupe sanguin

	Groupe A	Groupe B	Groupe AB	Groupe O
Globule Rouge				
Anticorps	 Anti-B	 Anti-A	Aucun	 Anti-A et Anti-B
Antigène	 Antigène A	 Antigène B	 Antigène A et B	Pas d'antigène

Doc2 : Les marqueurs mineurs d'histocompatibilité sur les hématies

Consigne :

1. Cite les groupes sanguins possibles du système ABO.
2. Décris ce que déclenche la présence des marqueurs moléculaires du groupe A dans le sang d'une personne du groupe B. Expliquer pourquoi ces marqueurs sont qualifiés comme faisant partie du non soi chez une personne du groupe B.
3. Pour chaque groupe sanguin du système ABO, détermine les agglutinogènes (antigènes) et les agglutinines (anticorps).

Activité 2 : Le système Rhésus

Il permet de classer les groupes sanguins selon la présence ou non d'antigène D ou antigène rhésus sur la membrane des globules rouges. Certains individus possèdent sur la membrane de leurs hématies l'antigène Rhésus. Ils sont dit Rhésus positif (Rh^+). Ceux qui ne le possèdent pas sont dits Rhésus négatif (Rh^-)

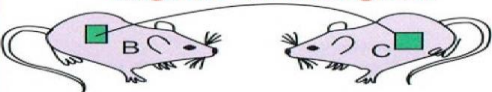
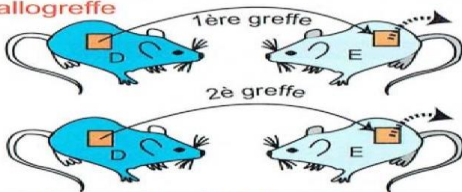
Consigne :

1. Avec le facteur Rhésus, établis le tableau complet des transfusions possibles.
2. Donne le vrai donneur universel.

Activité 3 : Les greffes

Une greffe est l'intégration de tissu ou d'un organe fonctionnel dans un autre (la transfusion est une greffe de tissu liquide). Les expériences de greffe permettent de tester, chez l'homme ou chez l'animal, les réactions de l'organisme face aux cellules appartenant au soi ou non soi, selon leur origine.

IL existe quatre types de greffes comme le montre les expériences suivantes :

parenté entre donneur et receveur	types de greffe	résultat
même individu	 autogreffe	réussite
vrais jumeaux: individus génétiquement identiques	 isogreffe ou homogreffe	réussite
individus de même espèce mais génétiquement différents	 allogreffe 1ère greffe 2è greffe	rejet en 12 jours rejet en 4 jours
individus d'espèces différentes	 xénogreffe ou hétéogreffe	rejet immédiat

Document 3 : les différents types de greffes

Consigne : A partir du document 3 et de tes connaissances

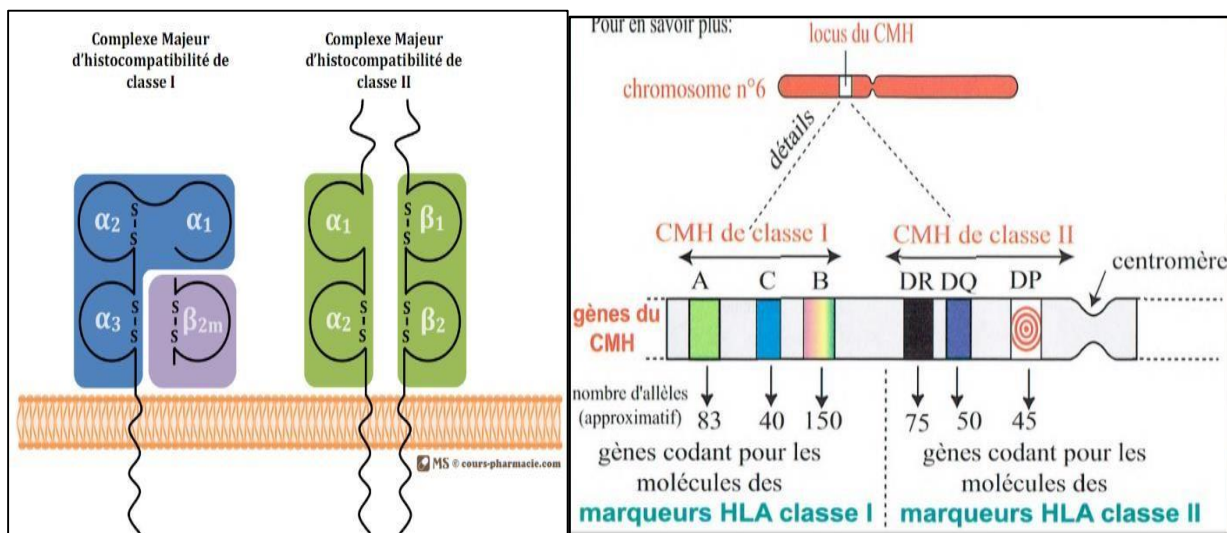
1. Caractérise les différents types de greffes.
2. Analyse et interprète les résultats de chaque greffe

Activité 4 : Les marqueurs majeurs d'histocompatibilité

Chaque cellule de l'organisme, possède des marqueurs moléculaires du soi. Ce sont des molécules glycoprotéiques, expression des gènes polymorphes localisés chez l'homme sur le chromosome 6. L'ensemble de ces gènes constituent le complexe majeur d'histocompatibilité (CMH) encore appelé Human Leucocyte Antigen (**HLA**) chez l'homme.

Les antigènes du CMH sont donc regroupés en deux (2) classes :

- **Les antigènes du CMH de classe I** : sont présents à la surface de toutes les cellules nucléées (donc pas les globules rouges).
- **Les antigènes du CMH de classe II** : sont portés par certaines cellules immunitaires (lymphocytes, macrophages...).



Document 4 : Organisation moléculaire des marqueurs du soi

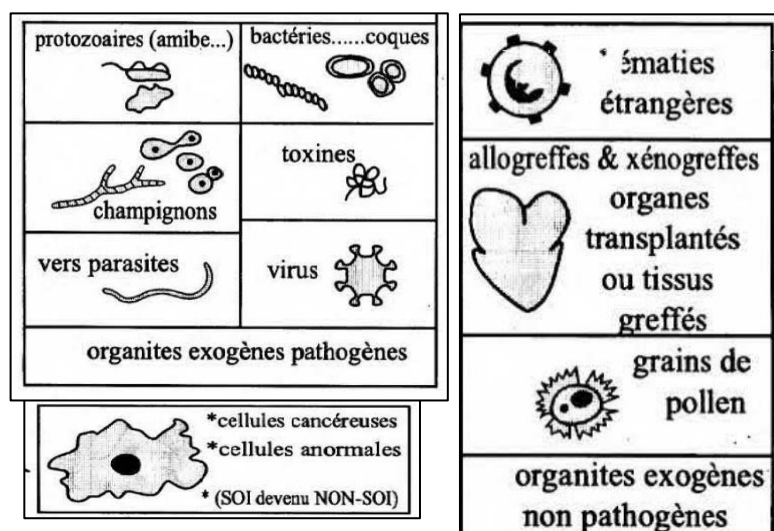
Document 5 : Localisation des gènes du CMH sur le chromosome n° 6

Consigne :

1. Nomme les différentes classes de molécules de CMH.
2. Détermine ce qui caractérise chacune d'entre elle.
Cite les principaux gènes constitutifs du CMH. Spécifie les gènes codant pour CMH I et CMH II.
3. Donne la différence en termes de localisation entre les marqueurs du système ABO et celui du CMH.
4. En déduis la notion du soi.

Activité 5 : Le non soi

L'ensemble des éléments ne faisant pas partie de l'organisme sont considérés comme faisant partie du non soi. On peut citer les microbes, les grains de pollens, certaines greffes, ... D'autres résultent de la transformation des cellules de l'organisme, ils sont considérés comme le soi modifié



Document 6 : Les éléments du non soi

Consigne : A partir du document 6 et de tes connaissances

1. Définis le non soi
2. Classe les non soi en 2 groupes :
 - Non soi d'origine externe.
 - Non soi d'origine interne.
3. A partir de tes connaissances, explique pourquoi ses éléments sont considérés comme faisant partie du non soi.
4. Il existe des éléments de non soi d'origine externe qui ne provoquent pas de maladies. Nomme quelques-uns.

SYNTHASE GENERALE

INTRODUCTION :

L'organisme humaine évolue dans un environnement hétérogène. On y trouve une multitude d'éléments qui lui sont étrangers et qui peuvent être à l'origine de maladies divers. Pour maintenir son intégrité, l'organisme mobilise des systèmes de défense qui distinguent ses propres constituants (le soi) des éléments étrangers (le non soi).

I. LE SOI :

1. Définition :

Le soi d'un individu est l'ensemble des particularités moléculaires résultant de l'expression de son génome.

2. Les déterminants moléculaires du soi :

Parmi les protéines synthétisées par l'organisme, certaines s'expriment sur les membranes cellulaires et constituent les marqueurs de l'identité biologique de l'individu.

a. Le complexe mineur d'histocompatibilité :

Il est constitué des déterminants du système ABO et Rhésus. Les déterminants du système ABO sont des glycoprotéines présentes sur la membrane des hématies.

La surface des hématies peut porter chez l'espèce humaine deux types d'agglutinogènes : de type A et B. La transfusion sanguine d'un donneur à un receveur peut ou non entraîner chez ce dernier de troubles graves (agglutination) :

- Le sang du donneur est accepté : il est compatible et l'organisme l'a reconnu comme le soi.
- Le sang du donneur est refusé : il est incompatible. Cette incompatibilité est due à l'agglutination des hématies du donneur par le plasma du receveur.

Les anticorps naturels contre ces agglutinogènes sont présents dans le plasma et sont appelés agglutinines. On distingue l'agglutinine anti-A et l'agglutinine anti-B. En se fixant sur les agglutinogènes, ils provoquent l'agglutination des hématies.

Le schéma de la transfusion sanguine exige que les hématies du receveur ne soient pas agglutinées par les anticorps du donneur. Il se présente de la manière suivante :

Mais en appliquant ce schéma, il se produit parfois des accidents inexplicables indépendants du système ABO. D'où la découverte du facteur Rhésus en 1940 :

□ Le facteur Rhésus permet de classer les groupes sanguins selon la présence ou non d'antigène D ou rhésus sur la membrane des hématies. Certains individus possèdent sur la membrane des hématies l'antigène Rhésus : Ils sont dits **Rhésus positif**. Ceux qui ne le possèdent pas sont dits : **Rhésus négatif**

b. Le complexe majeur d'histocompatibilité (CMH) :

Le CMH ou HLA (human leucocyte Antigen) est un ensemble de gènes étroitement liés codant pour les antigènes responsables du rejet de greffe. Il est constitué d'une vingtaine de gènes représentés sur le chromosome dont 6 gènes principaux : 3 de classe I (A, B, C) et 3 de classe II (DR, DQ, DP) localisés sur le chromosome n°6.

Les antigènes du CMH sont donc regroupés en deux (2) classes :

- **Les antigènes du CMH de classe I** : sont présents à la surface de toutes les cellules nucléées.

- **Les antigènes du CMH de classe II** : sont portés par certaines cellules immunitaires (lymphocytes, macrophages).

c. La greffe :

Une greffe est l'intégration du tissu ou d'un organe fonctionnel dans un autre.

On distingue quatre (4) types de greffes :

- **L'autogreffe**, le tissu appartient à l'individu sur lequel il est greffé.
- **Isogreffe** est une greffe qui s'effectue entre vrais jumeaux.
- **Allogreffe** est une greffe qui s'effectue entre 2 individus de la même espèce.
- **Xénogreffe** est une greffe qui s'effectue entre 2 individus d'espèce différente.

Dans le cas des autogreffes et isogreffes, la réussite est toujours totale, car le greffon provient d'un donneur idéal.

II. LE NON-SOI :

Le non-soi est l'ensemble des molécules ne résultant pas de l'expression du génome d'un individu y compris le soi modifié. Ce sont : les antigènes particuliers (microbe, particules virales), les antigènes solubles (toxines), le soi modifié.

On appelle antigène, une molécule susceptible d'être reconnue comme étrangère et de déclencher une réaction spécifique contre elle dans l'organisme.

III. LE SOI MODIFIÉ :

Il correspond à des molécules du soi (CMH de classe 1 ou 2) auxquelles sont associés les fragments moléculaires du non-soi. Elles ont un rôle passif en tant que marqueur du soi et participent à la réponse immunitaire en présentant des fragments du non-soi à des récepteurs spécifiques.

IV. LE NON-SOI IMMUNOLOGIE :

L'ensemble des molécules du non-soi déclenchant une réaction immunitaire constitue le non-soi immunologique. Ce dernier réunit donc tous les antigènes provenant du milieu extérieur (microbes, particules virales) ou résultant d'une modification des molécules du soi, par changement de structure (vieillesse cellulaire) ou par mutation génétique (cancer).

Concept général IV : Les mécanismes de l'immunité

Sous-concept 2 : Les bases de l'immunocompétence

Situation problème :

La jeune Mariam apprend que lorsqu'un élément étranger entre dans l'organisme, il est détecté et détruit par les cellules de défenses. Etonnée, elle se pose les questions suivantes :

□ Comment se fait-il que ces cellules de défenses arrivent à identifier les éléments étrangers ?

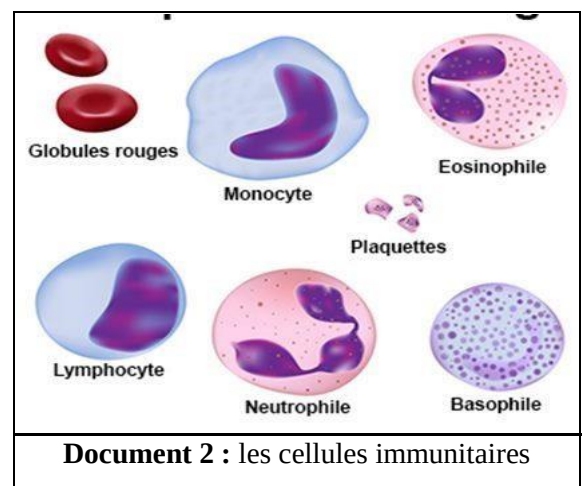
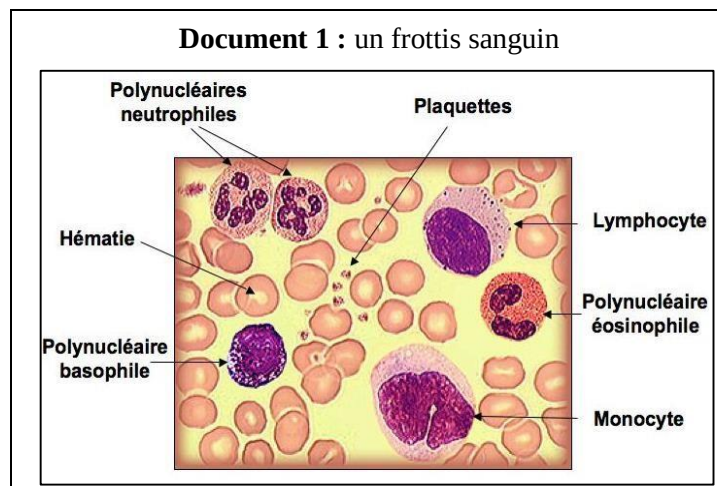
□ Quelle structure au niveau de la cellule permet de les identifier ?

Pour avoir les réponses à sa question, elle alla demander à son prof de biologie qui lui donne les activités suivantes :

LES ACTIVITES

Activité 1 : Les principales cellules du système immunitaire

On prélève une goutte de sang qu'on dépose sur une lame en verre. A l'aide d'une lame on l'étale. Après coloration, on la couvre à l'aide d'une lamelle : c'est le frottis sanguin prêt à l'observation au microscope

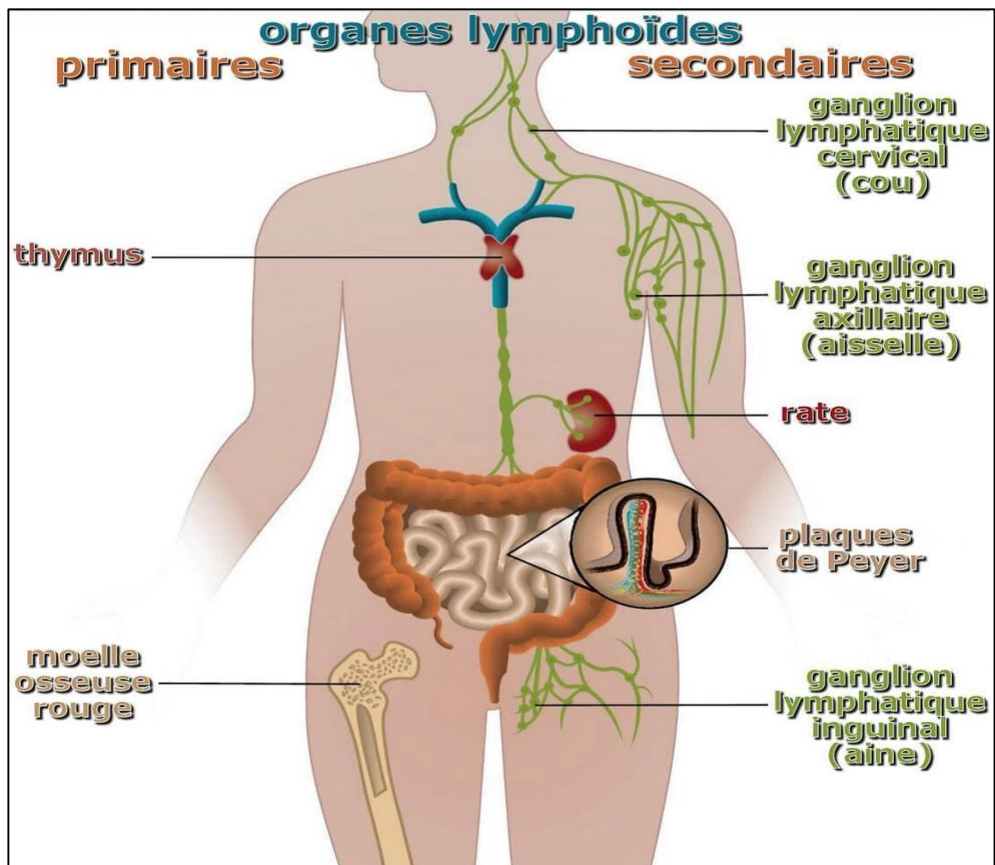


Consigne : A partir des documents 1 et 2.

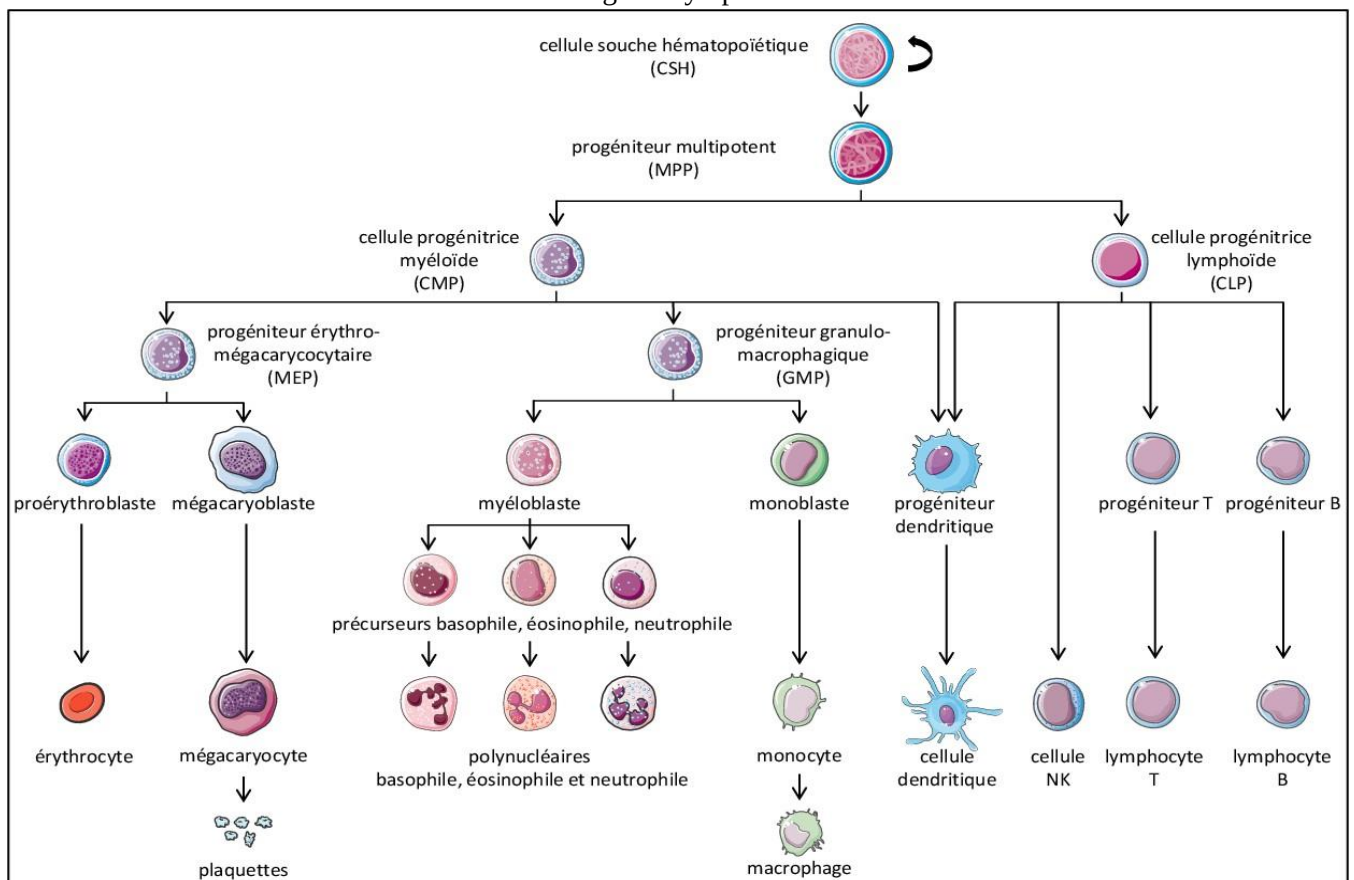
1. Cite les différents éléments figurés du sang.
2. Identifie et nomme les principales cellules immunitaires.
3. Précise les caractéristiques de reconnaissance des différentes catégories de leucocytes (forme du noyau, volume du cytoplasme « abondant, peu abondant »).

Activité 2 : L'origine et la maturation des cellules immunitaires

Dans la moelle osseuse, une cellule unique dite cellule souche pluripotente donne naissance à la suite d'une multiplication lente aux cellules souches de différentes lignées myéloïdes et lymphoïdes. Le développement de ces deux lignées s'effectue dans la moelle osseuse. Cependant la maturation des lignées lymphocytaires T se poursuit dans le thymus.



Document 3 : Les organes lymphoïdes



Document 4 : schéma indicatif de formation des cellules immunitaire

Expérience : On pratique des greffes de moelle osseuse et/ou de thymus sur les souris dans les conditions suivantes : les souris sont d'abord irradiées avant chaque greffe. L'irradiation a pour effet de détruire les cellules à multiplication rapide, notamment celles la moelle épinière. Les résultats sont consignés dans le tableau :

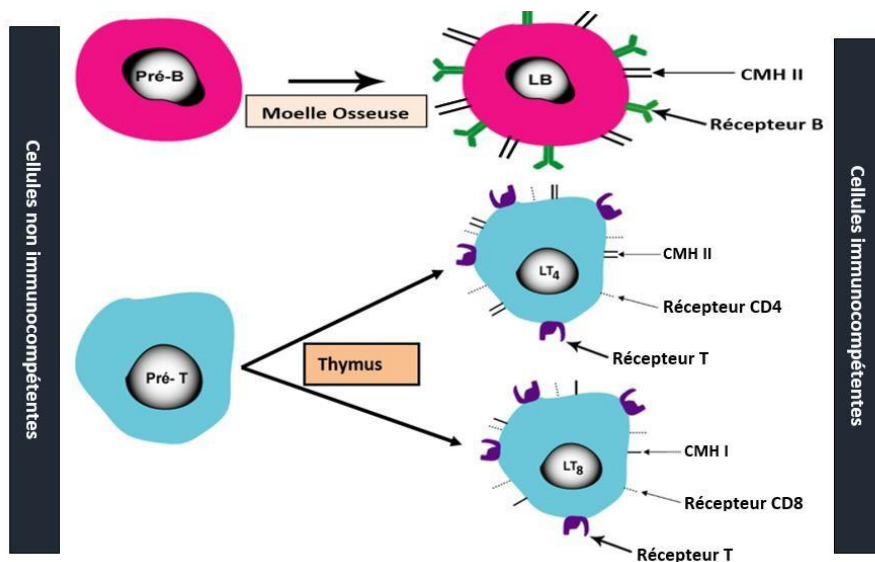
Expériences	Résultats
Irradiation de la souris	Pas de production de lymphocyte B et T
Irradiation de la souris + greffe de moelle osseuse	Production de lymphocyte B et T
Ablation du thymus + Irradiation + greffe de moelle osseuse	Production des lymphocytes B seulement
Ablation du thymus + Irradiation+ greffe de thymus	Pas de production de lymphocyte B et T

Consigne : A partir des documents 3 et 4 et des expériences

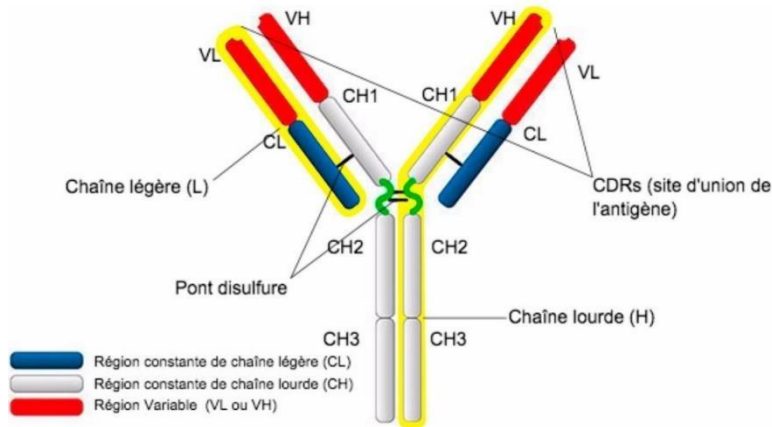
1. Cite les différents organes lymphoïdes primaires et secondaires
2. Détermine le lieu de formation des leucocytes
3. Interprète les résultats de l'expérience. En déduis le lieu de maturation des lymphocytes B et T

Activité 3 : Les structures de reconnaissance du non soi

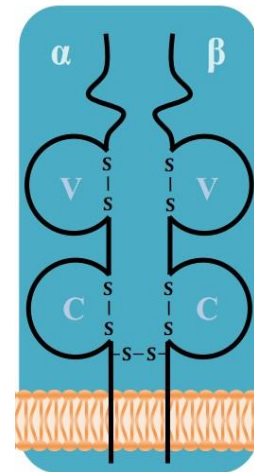
Les récepteurs des lymphocytes ils sont synthétisés à partir de gènes sont mis en place dans les organes lymphoïdes centraux, la moelle et le thymus avant tout contact avec l'antigène. Ce sont des récepteurs spécifiques qui rendent les lymphocytes immunocompétents c'est à dire capable de reconnaître un antigène.



Document 5 : maturation des cellules immunitaires



Document 6 : Récepteur B



Document 7 : Récepteur T

Consigne : A partir des documents 6 et 7, et de tes connaissances

1. Donne la nature chimique des récepteurs membranaires.
2. Décris la structure des récepteurs membranaires des lymphocytes B et T.
3. Pourquoi tous les lymphocytes B ne peuvent-ils pas reconnaître le même antigène ?

SYNTHESE GENERALE

Introduction :

L'entrée des éléments étrangers à l'exemple des microbes dans l'organisme, déclenche des réactions de défense immunitaire. La phagocytose intervient suite à la réaction inflammatoire. Elle est assurée par les leucocytes ou globules blancs. L'organisme peut également réagir lentement en présence de molécules étrangères soit en fabriquant les anticorps libérés dans le plasma, soit en ayant recours aux leucocytes particuliers qui détruisent les cellules reconnues comme étrangères. Un anticorps est une molécule d'immunoglobuline possédant deux sites de fixation, l'un pour l'antigène et l'autre pour le récepteur membranaire du phagocyte.

I. La réponse immunitaire non spécifique :

La réponse immunitaire non spécifique est celle qui est indépendante de la nature de l'antigène. Elle peut avoir lieu à tous les niveaux de l'organisme : dans les tissus, sur les sites d'infections, etc. La phagocytose est une réaction immunitaire non spécifique. Elle est due à l'action des cellules spécialisées ou phagocytes.

Les phagocytes sont capables d'absorber des éléments étrangers ou anormaux (bactéries, débris cellulaires, cellules cancéreuses, complexe immunitaire, etc.)

Dans les cas, le mécanisme reste le même. Il se déroule en plusieurs phases qui sont : l'adhésion, l'absorption, la digestion et le rejet des débris résultant de la digestion.

II. La réponse immunitaire spécifique :

La réponse immunitaire spécifique comporte une réponse immunitaire à médiation cellulaire et une réponse immunitaire à médiation humorale, mais qui agissent en étroite collaboration. Dans la réponse immunitaire à médiation cellulaire les effecteurs sont les lymphocytes cytotoxiques alors que dans la réponse immunitaire à médiation humorale, les effecteurs sont les anticorps sécrétés par les plasmocytes et les protéines du complément.

Dans l'une ou dans l'autre on trouve principalement 3 phases : la phase d'induction, la phase d'amplification, et la phase effectrice.

CONCEPT GENERAL IV : Les mécanismes de l'immunité

SOUS -CONCEPT 3 : Le déroulement de la réponse immunitaire

Situation problème :

La jeune Awa ayant toujours pris à travers ses camarades que les toilettes consistaient à la laver le vagin avec de l'eau. Un jour, elle apprend à travers un documentaire télé sur les toilettes intimes ; un extrait attira toute son attention « il est surtout interdit de laver l'intérieur du vagin de l'eau, car cela tue la flore vaginale ». **Etonnée, elle se les questions suivantes : c'est quoi une flore vaginale ? quel est son rôle dans l'organisme ?**

Elle sollicita l'aide de son prof qui lui donne les activités suivantes :

LES ACTIVITES

Activité 1 : La réponse immunitaire non spécifique ou innée

L'organisme s'oppose en permanence à la pénétration ou l'invasion par un élément étranger, par des moyens de défenses non spécifiques : les barrières naturelles de défenses, la phagocytose, l'inflammation, le système de complément, les interférons contre les virus.

□ **Les barrières naturelles** : elles sont la première ligne de défense de l'organisme. En fonction de leurs modalités d'action, elles sont classées en barrières anatomiques (peau et muqueuses), chimiques (sueur, larme, suc gastrique), biochimiques (enzyme bactériolytiques), écologiques (bactéries non pathogènes du tube digestif)

□ **L'inflammation** : lorsque la première ligne de défenses de l'organisme est franchie, il y'a infection.

La deuxième ligne de défenses entre en jeu, l'inflammation est généralement le premier signe de l'infection. Elle est caractérisée par : une rougeur et une chaleur, un gonflement et une douleur.

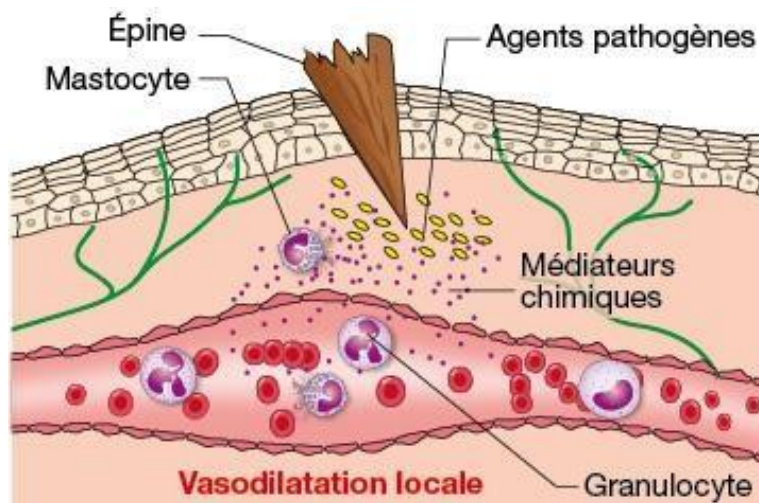


Schéma 1 : réaction inflammatoire

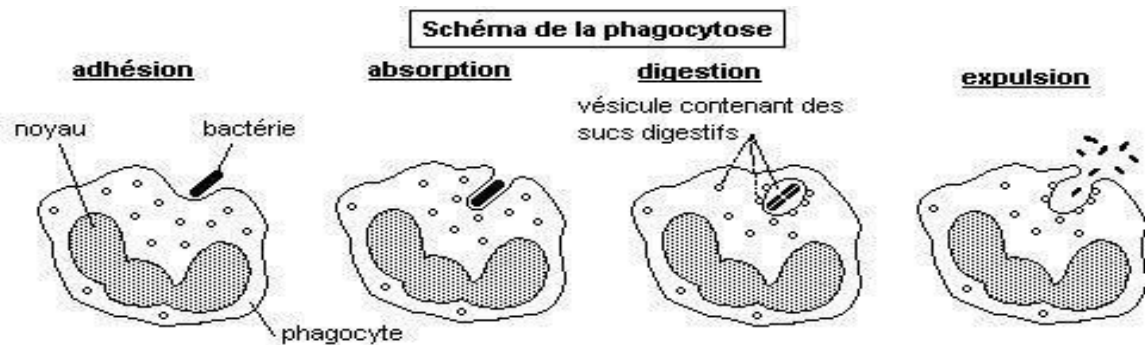
□ La phagocytose :

Les granulocytes neutrophiles sont des polynucléaires, leur principale fonction est la phagocytose. Certains granulocytes neutrophiles digèrent les débris cellulaires, après

Consigne :

1. Cite et donne le rôle de tous les éléments intervenants dans une réaction inflammatoire.
2. Nomme quelques cellules phagocytaires.
3. Décris chacune des étapes de la phagocytose en précisant les parties et/ou les organites cellulaires intervenant.
4. Explique pourquoi la phagocytose est considérée comme une réaction immunitaire non spécifique.
5. Explique pourquoi la phagocytose est considérée comme un prélude aux réponses immunitaires spécifiques.

phagocytoses et forment le pus. Elle se déroule en différentes étapes :

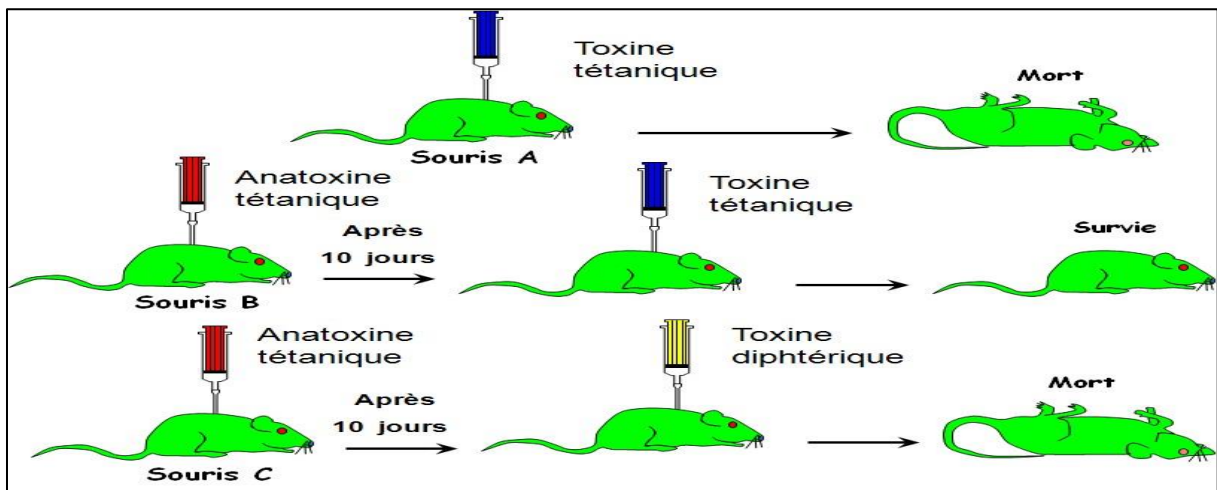


Activité 2 : La réponse immunitaire spécifique

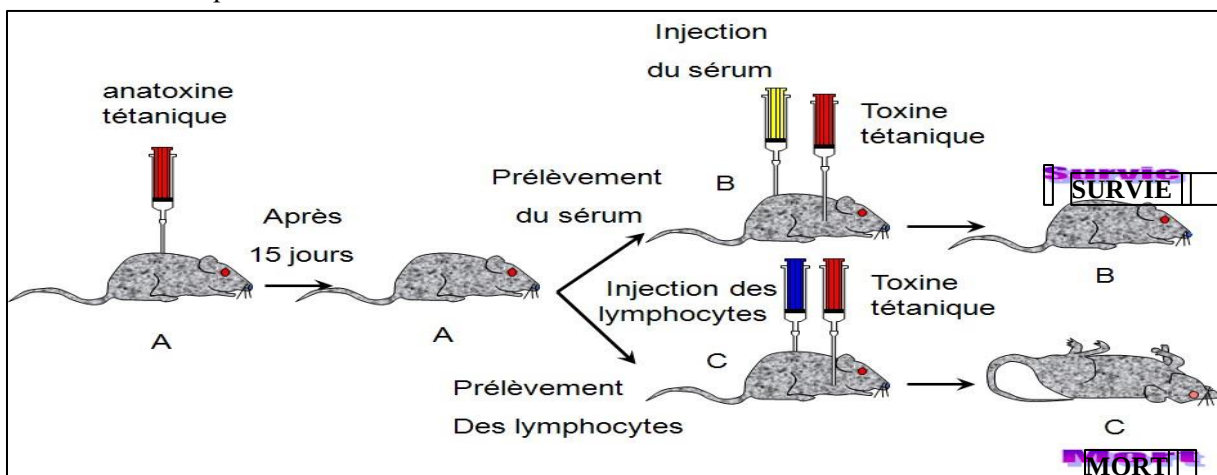
En dehors de la phagocytose au cours de laquelle les intervenants sont non spécifiques ou indépendants de l'intrus, l'organisme peut aussi mettre en œuvre des mécanismes de défenses plus lents et nécessitant une reconnaissance de l'agresseur.

Le tétanos et la diphtérie sont deux toxémies, leurs microbes restent localisés dans le lieu d'inoculation et produisent une toxine qui est véhiculée par le sang. Cependant, une injection d'anatoxine (toxine atténuée, non virulente, dont le rôle est de stimuler la production d'immunoglobines contre la toxine initiale) ou celle de sérum sanguin prélevé à des animaux préalablement traités avec l'anatoxine confère à l'organisme une certaine immunité.

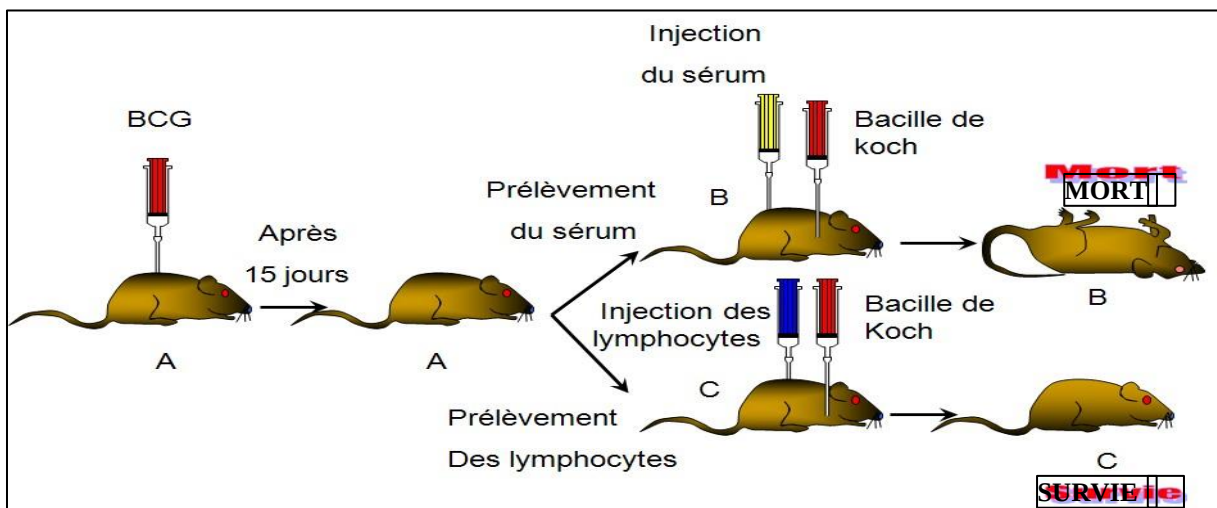
La tuberculose est une maladie provoquée par une bactérie, le bacille de Koch. Comme l'entrée se fait le plus souvent par inhalation, le foyer de l'infection se situe en général dans le poumon. Le BCG protège contre la tuberculose.



Document 1 : acquisition d'immunité contre le tétanos.



Document 2 : Modalité de réponse immunitaire : cas du tétanos



Document 3 : modalité de réponse immunitaire : cas de la tuberculose

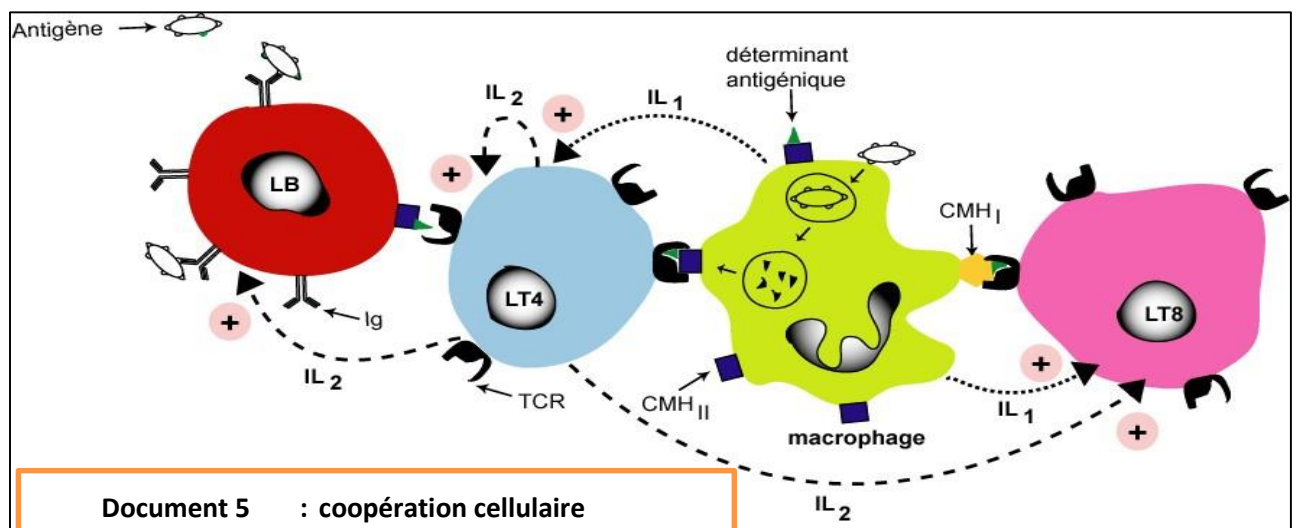
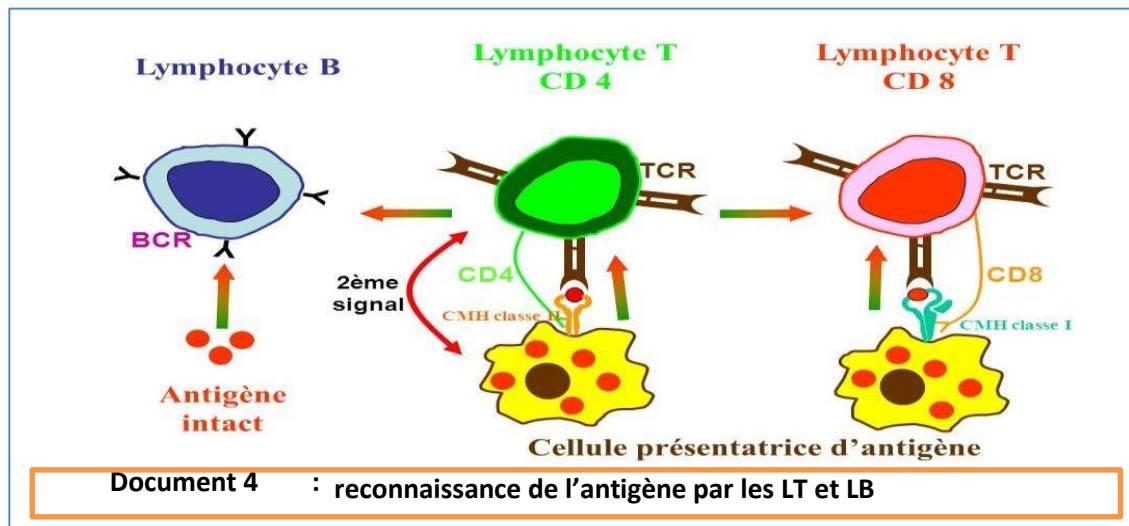
1. Interprète les résultats de l'expérience du document 1.
2. Dégage des expériences du document 1, des arguments qui montrent que la réaction immunitaire contre le tétanos est spécifique.

3. Analyse les expériences des documents 2 et 3.
4. Précise le type de réponse immunitaire dont il est question dans chacun des documents 2 et 3.

Activité 3 : Les différentes phases de la réponse immunitaire spécifique

Elles se divisent en trois phases : la phase d'induction, la phase d'amplification et de différenciation et la phase effectrice.

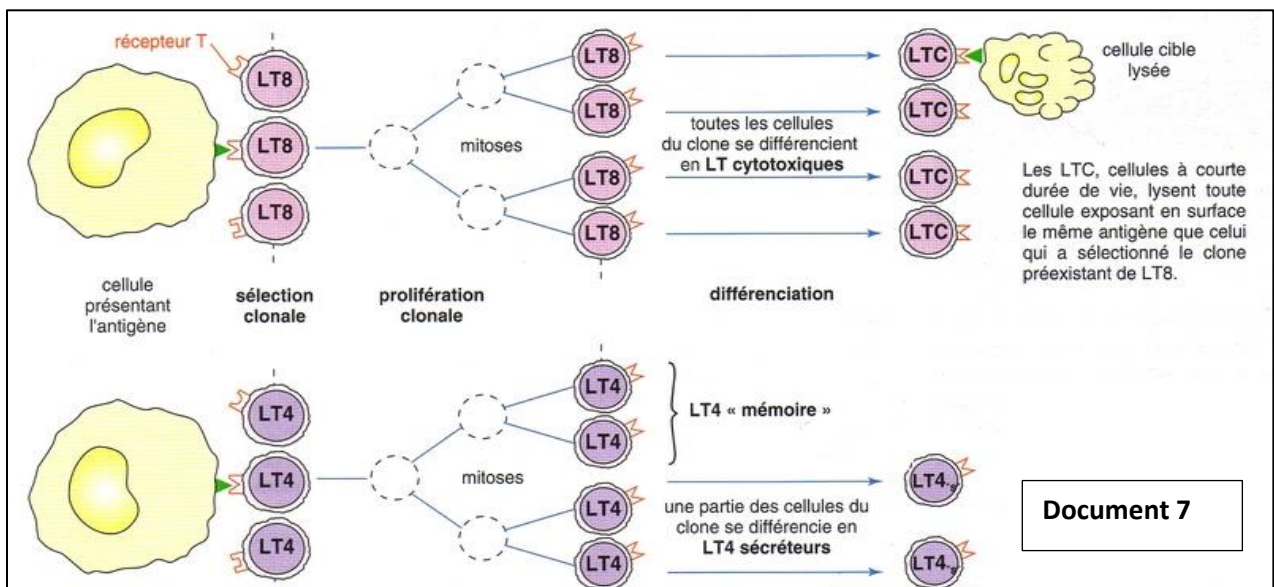
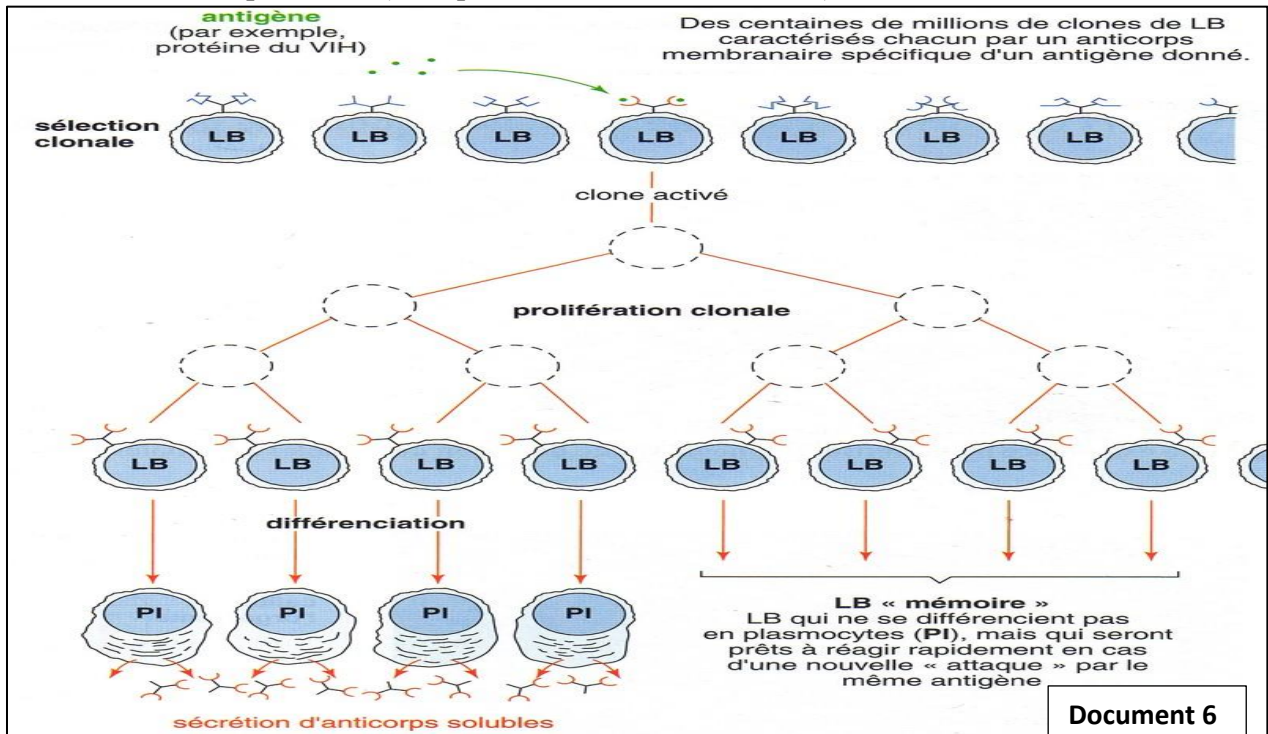
A. La phase d'induction :



Consigne A : A partir des documents 4 et 5, et de tes connaissances

1. Définis un antigène.
2. Compare les modalités de reconnaissances des antigènes par les LB et Les LT.
3. Explique pourquoi les lymphocytes T réalisent une double reconnaissance.
4. Explique pourquoi tous les lymphocytes ne reconnaissent pas le même antigène.
5. Explique la coopération cellulaire et justifie cette affirmation. « Les LT4 sont les pivots de la réaction immunitaire spécifique ».

B. Phase d'amplification (multiplication et de différenciation)



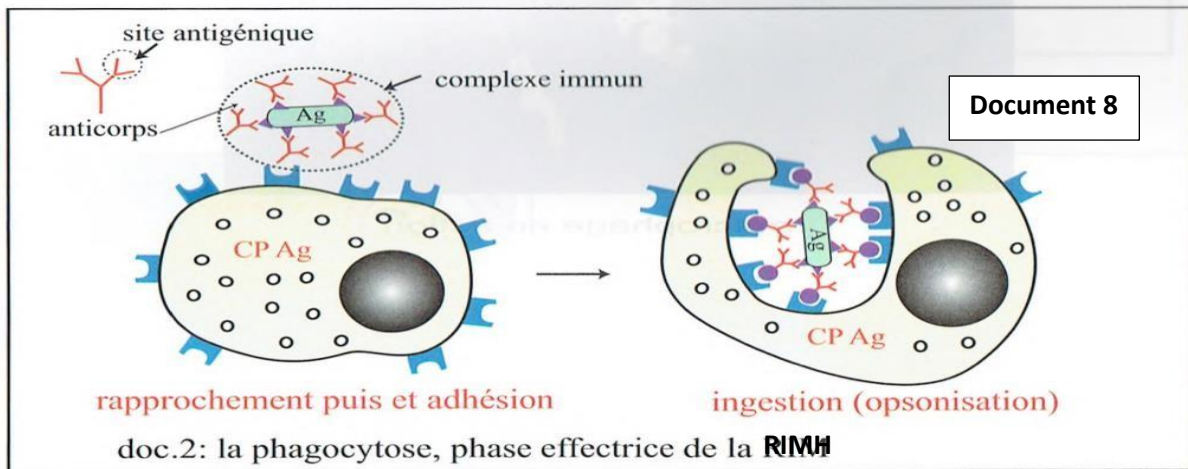
Consigne B :

1. Détermine les types de lymphocytes T les plus impliqués dans cette phase de la réaction immunitaire.
2. Relève la différence existante entre le du clone de lymphocytes T8 activés et celui d'un clone de lymphocytes B activés.
3. Détermine les rôles des lymphocytes mémoires.

C. La phase effectrice

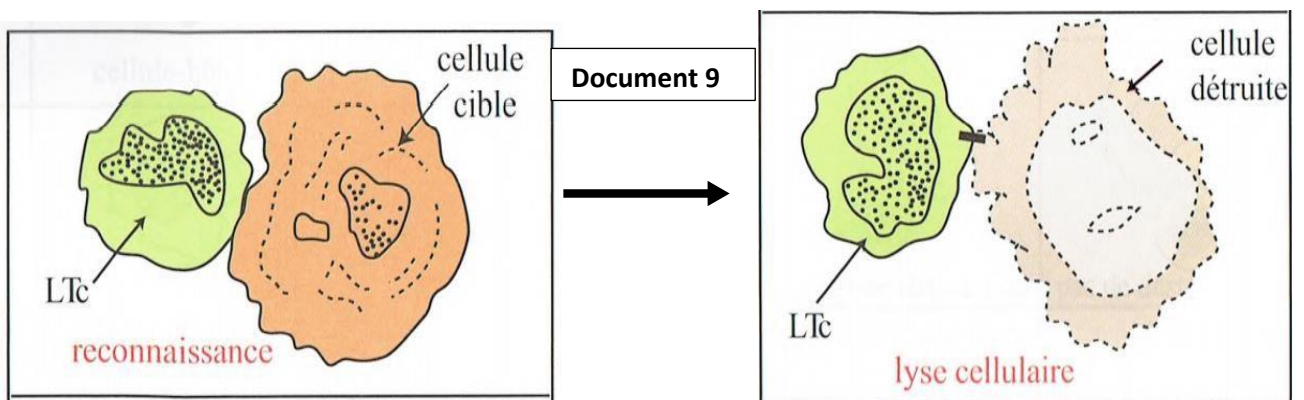
On distingue deux voies d'action au cours de la phase effectrice, suivant les éléments qui interviennent :

- ✓ **La réponse immunitaire spécifique à médiation humorale (RIMH) :** Elle est réalisée par les plasmocytes sécréteurs d'anticorps spécifiques du déterminant antigénique. Un anticorps ou immunoglobuline (Ig) est une protéine hautement variable capable de se fixer spécifiquement à un déterminant antigénique. Il existe cinq classes d'anticorps circulants : IgA, IgD, IgE, IgG, et IgM.



Les anticorps ne détruisent pas directement les antigènes ; mais ils forment avec ces derniers le complexe immun qui peut à son tour être phagocyté ou déclenché l'activation du complément aboutissant à la formation d'un complexe qui perce la membrane de la cellule attaquée (bactérie par exemple). Cette dernière se vide de son contenu et meurt.

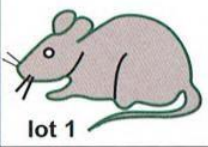
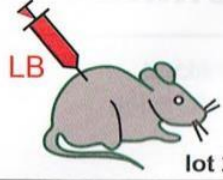
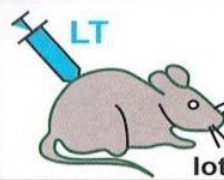
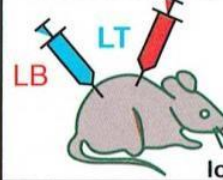
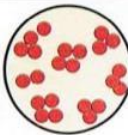
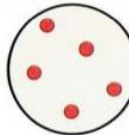
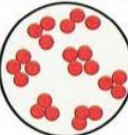
- ✓ **Réponse immunitaire spécifique médiation cellulaire (RIMC) :** cette voie concerne les virus qui sont entrés dans une cellule de l'organisme, les bactéries endocellulaires, les cellules cancéreuses et les cellules greffées. Elle est réalisée par les cellules effectrices spécifiques du déterminant antigénique : les lymphocytes T cytotoxiques. Ces lymphocytes détruisent par contact direct des cellules cibles.



Consigne :

1. Définis un anticorps.
2. Définis et Explique comment se forme le complexe immun.
3. Explique les modalités de destructions des cellules infectées.

Activité 4 : La coopération cellulaire On s'intéresse aux mécanismes de la réponse immunitaire à médiation humorale (RIMH) conduisant à la destruction d'un antigène cellulaire.

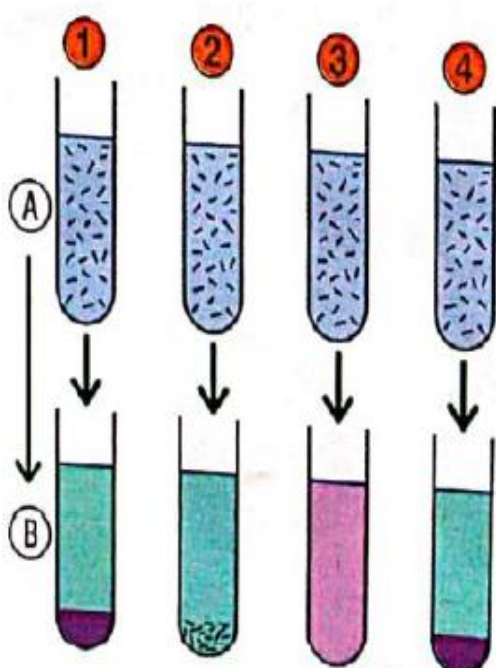
préparation des animaux	lot témoin (aucun traitement)	ablation du thymus puis irradiation (destruction des cellules souches de la moelle osseuse et de tous les lymphocytes)		
reconstitution partielle ou totale du système immunitaire (injection de lymphocytes)	 lot 1	 lot 2	 lot 3	 lot 4
immunisation	on injecte du GRM (globules rouges de mouton) à toutes les souris			
résultats de tests d'hémagglutination (obtenus 7 jours après l'immunisation)	sérum du lot 1 + GRM positif 	sérum du lot 2 + GRM négatif 	sérum du lot 3 + GRM négatif 	sérum du lot 4 + GRM positif 

Consigne : A partir des expériences suivantes et de tes connaissances

1. Définis une agglutination et explique son origine.
2. Identifie le rôle du GRM dans ces expériences.
3. Compare les résultats des différentes expériences, et tire une conclusion.
4. En déduis le type réponse immunitaire ainsi que le type de réaction immunitaire mis en jeu.

Activité 5 : Le rôle du complément

Pour déterminer le rôle du complément dans la réaction immunitaire à médiation humorale, on réalise cette série d'expériences.



Contenu des tubes :

1. GRM + 1,5 mL NaCl 9 %
2. GRM + 1,5 mL anticorps de lapin anti-GRM
3. GRM + 1,5 mL anticorps de lapin anti-GRM + 0,5 mL de complément (prélevé chez un cobaye)
4. 1,5 mL NaCl 9 % + 0,5 mL de complément de cobaye

RÉSULTATS

1. Sédimentations des GRM intact
2. Sédimentations de GRM agglutinées
3. Hémolyse des GRM agglutinés.
4. Sédimentations de GRM intacts.

Consigne : A partir de l'expérience ci-dessus et de tes connaissances

1. Définis un complément.
2. Interprète les résultats des tubes (2, 3 et 4)
3. En déduis le rôle du complément et ainsi que ces propriétés.

SYNTHESE GENERALE

Introduction :

L'entrée des éléments étrangers à l'exemple des microbes dans l'organisme, déclenche des réactions de défense immunitaire. La phagocytose intervient suite à la réaction inflammatoire. Elle est assurée par les leucocytes ou globules blancs. L'organisme peut également réagir lentement en présence de molécules étrangères soit en fabriquant les anticorps libérés dans le plasma, soit en ayant recours aux leucocytes particuliers qui détruisent les cellules reconnues comme étrangères. Un anticorps est une molécule d'immunoglobuline possédant deux sites de fixation, l'un pour l'antigène et l'autre pour le récepteur membranaire du phagocyte.

I. La réponse immunitaire non spécifique :

La réponse immunitaire non spécifique est celle qui est indépendant de la nature de l'antigène. Elle peut avoir lieu à tous les niveaux de l'organisme : dans les tissus, sur les sites d'infections, etc. La phagocytose est une réaction immunitaire non spécifique. Elle est due à l'action des cellules spécialisées ou phagocytes.

Les phagocytes sont capables d'absorber des éléments étrangers ou anormaux (bactéries, débris cellulaires, cellules cancéreuses, complexe immun, etc.)

Dans les cas, le mécanisme reste le même. Il se déroule en plusieurs phases qui sont : l'adhésion, l'absorption, la digestion et le rejet des débris résultant de la digestion.

II. La réponse immunitaire spécifique :

La réponse immunitaire spécifique comporte une réponse immunitaire à médiation cellulaire et une réponse immunitaire à médiation humorale, mais qui agissent en étroite collaboration. Dans la réponse immunitaire à médiation cellulaires les effecteurs sont les lymphocytes cytotoxiques alors que dans la réponse immunitaire à médiation humorale, les effecteurs sont les anticorps sécrétés par les plasmocytes et les protéines du complément.

Dans l'une ou dans l'autre on trouve principalement 3 phases : la phase d'induction, la phase d'amplification, et la phase effectrice.

CONCEPT GENERAL IV : Les mécanismes de l'immunité

SOUS-CONCEPT 4 : Le dysfonctionnement et les déficiences du système immunitaire

Situation problème :

Deux camarades de classes (Mamadou et Issa) préparaient un exposé sur le VIH/Sida, au cours de leur recherche un sujet sema la discorde :

- **Mamadou** : Issa, est ce tu sais que le Sida ne tue pas ?
 - Issa ricana ! comment, ça on attend tous les jours que le sida est une maladie mortelle.
 - **Mamadou** : je m'explique. Le VIH affaiblit le système immunitaire, ce qui rend l'organisme vulnérable à toute sorte d'infection.
 - **Issa** : je ne comprends rien à ce que tu dis.
 - **Mamadou** : je veux dire que c'est les maladies opportunistes qui tuent et non le Sida.
 - **Issa** : eh mon Dieu ! Mamadou va me rendre fou.
- Issa confus, chercha l'aide de son prof qui lui donne des activités :

LES ACTIVITES

Activité 1 : L'origine des déficits immunitaires ou immunodéficiences

Les syndromes du déficit immunitaire sont nombreux et peuvent atteindre tous les acteurs du système immunitaire parmi lesquels figures les lymphocytes, les cellules phagocytaires et les composants du complément. Ces syndromes sont classés en 2 catégories :

- Ceux du déficit immunitaire primitif qui touchent l'enfant ou le jeune adulte dès la naissance ;
- Ceux du déficit immunitaire secondaire observé chez l'individu au cours d'une affection.

A) Les déficits immunitaires primitifs ou congénitaux :

Ils sont caractérisés par une anomalie des lymphocytes dont le processus de maturation est, en général, bloqué à un stade précis.

a. Déficits des lymphocytes :

Ils sont dus :

- La non-différenciation des cellules souches des lymphocytes suite à une anomalie génétique, les cellules lymphoïdes souches sont incapables de se différencier en lymphocytes B et T.
- Le déficit en lymphocytes B : c'est une anomalie génétique propre au sexe masculin qui se traduit par un blocage précoce de la maturation des lymphocytes B. Celle des lymphocytes T se déroule normalement. L'individu atteint de cette anomalie appelée maladie de **Bruton**, présente une carence en lymphocytes B associé à un déficit en anticorps.
- Le déficit en lymphocyte T : Il est mis en évidence chez des individus caractérisés par une absence congénitale de thymus et de glandes parathyroïdes. Les lymphocytes T

sont totalement absents, les anticorps sont normaux ou élevés, mais leur production est en partie perturbée.

b. Déficits des cellules phagocytaires : On distingue :

- Le déficit quantitatif qui se traduit par un abaissement anormal du taux de polynucléaires provoqué par un défaut de prolifération et de maturation des granulocytes.
- Le déficit qualitatif qui est caractérisé par des défauts fonctionnels de type enzymatique. L'individu atteint de cette anomalie héréditaire est souvent victime d'infections bactériennes répétées parce que la capacité de son système immunitaire à tuer les bactéries est en forte baisse suite à un déficit enzymatique.

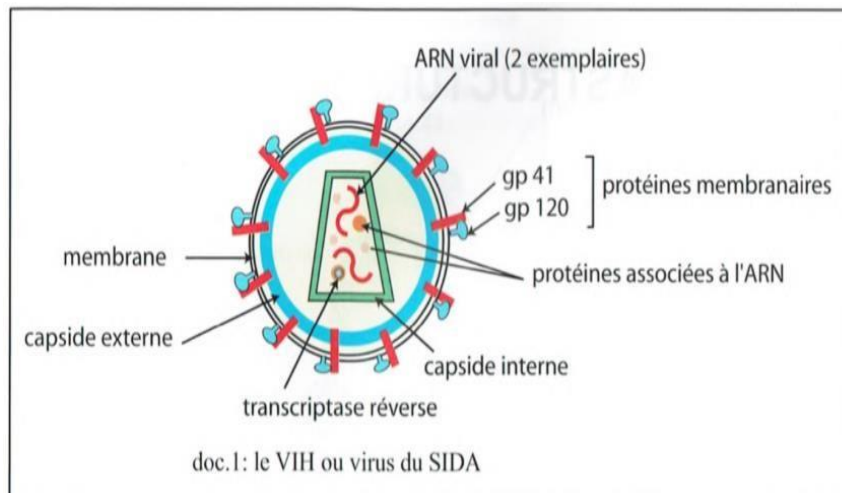
c. Déficits en composants du complément :

De nombreux cas de déficits sont d'origine génétique, surtout en ce qui concerne les composants C1 et C2.

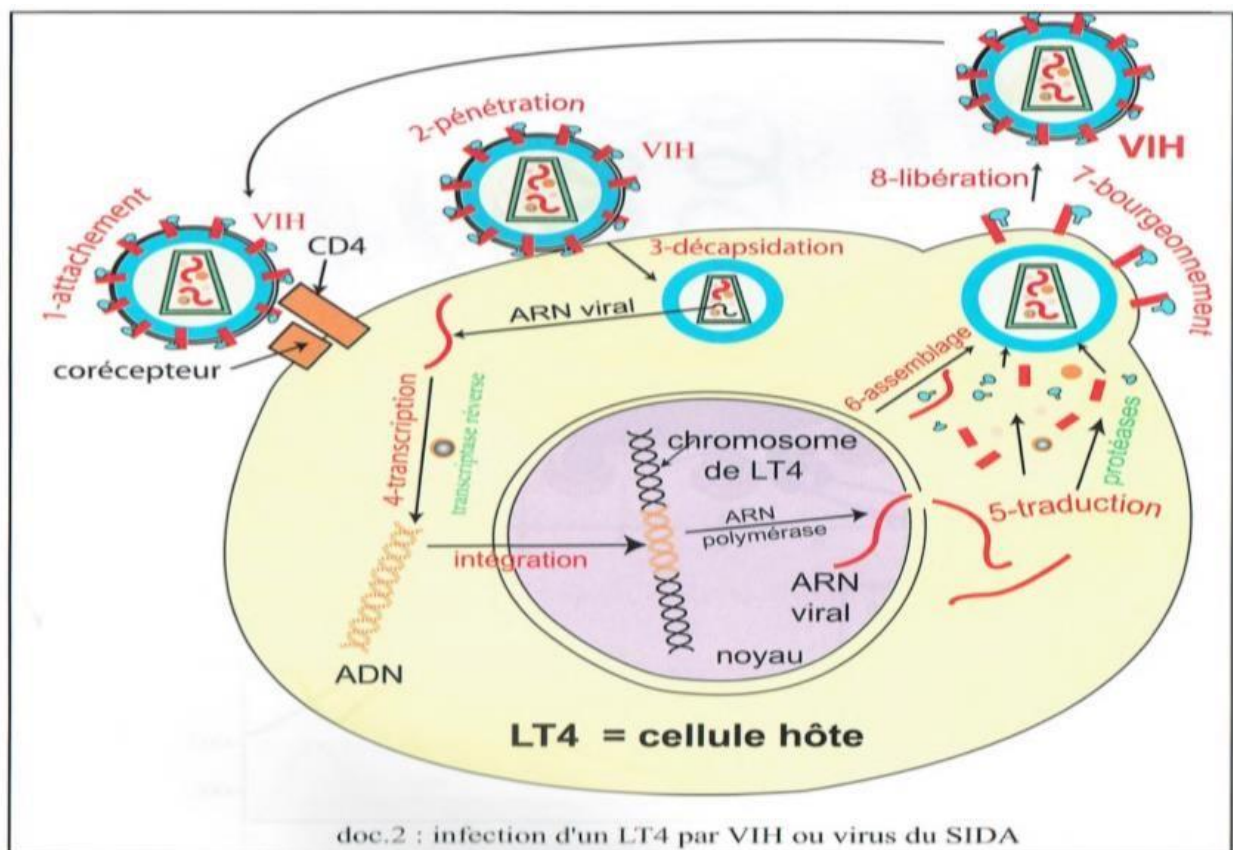
Consigne A : A partir du texte ci-dessus et de tes connaissances

1. Explique pourquoi la non différenciation des cellules souches lymphocytaires provoque un déficit immunitaire combiné sévère.
2. Explique pourquoi, en théorie, un individu atteint de la maladie de Bruton posséderait un système immunitaire défaillant dans sa réponse spécifique à médiation humorale.
3. Quelles sont les conséquences du déficit des polynucléaires dans le fonctionnement du système immunitaire ?

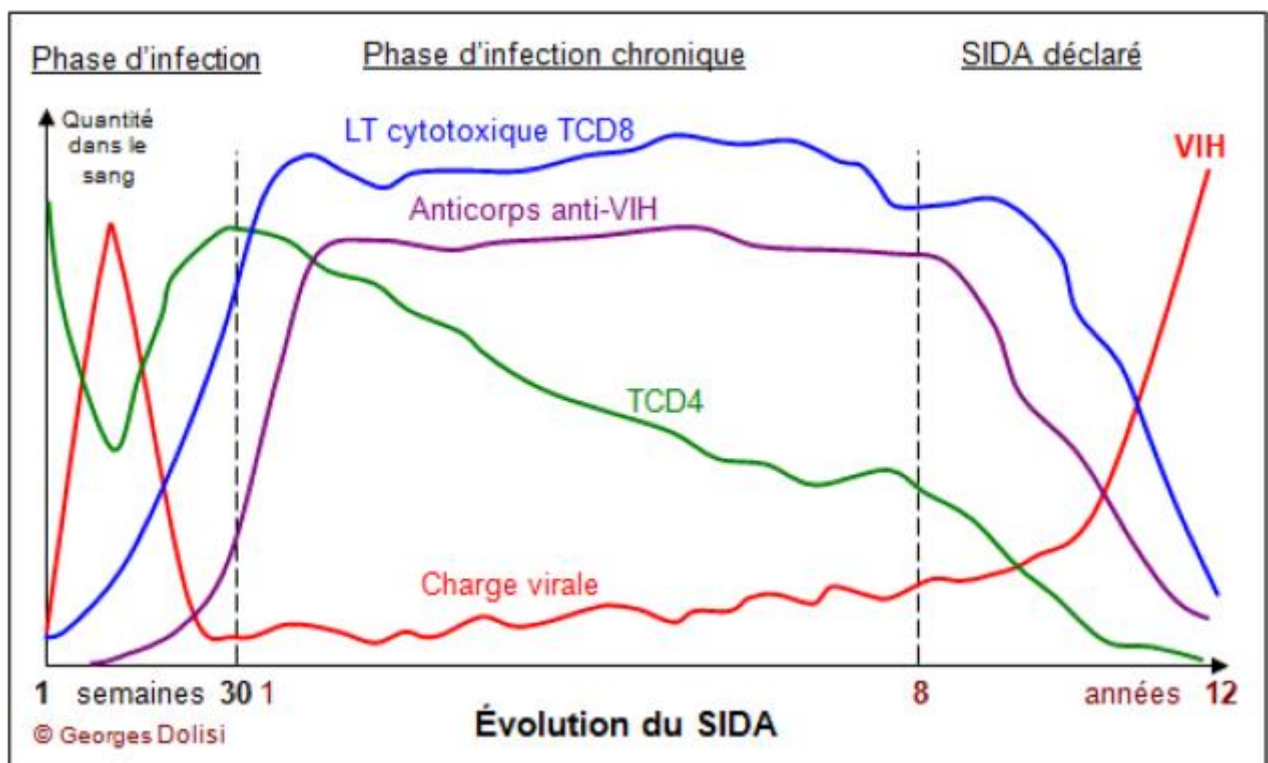
B. Les déficits immunitaires secondaires ou déficits immunitaires acquis : exemple le sida L'agent infectieux du SIDA est le VIH ou Virus d'Immunodéficience Humaine, isolé en 1983.



Le VIH infecte surtout les lymphocytes T4 et les macrophages. Il peut aussi infecter les cellules nerveuses et les cellules intestinales. Ces cellules portent à la surface de leur membrane plasmique une protéine particulière, **la protéine CD4**. En effet, le VIH présente sur son enveloppe une protéine (gp120) qui est capable de se lier à la protéine CD4, favorisant la fixation du virus sur les lymphocytes T4. Les macrophages sont aussi les cellules cibles du VIH parce qu'ils possèdent le CD4.



Le VIH est un rétrovirus. En effet, à l'aide de la transcriptase inverse (enzyme), son ARN est recopié en ADN. Cette dernière molécule contient toute l'information génétique nécessaire à la multiplication de centaines d'autres VIH. Il est fragile et ne résiste ni à la chaleur, ni aux antiseptiques courants.



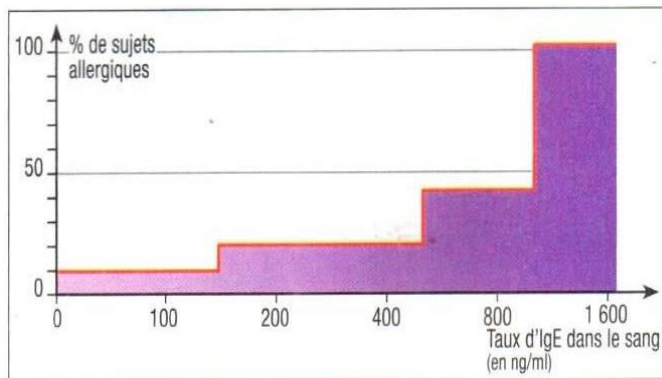
Consigne B : A partir du texte et de tes connaissances

1. Définis le terme rétrovirus.
2. Explique le cycle de la reproduction du VIH.
3. Explique les différentes phases évolutives de la maladie (SIDA).
4. Explique pourquoi le VIH ne parasite que les lymphocytes T4 et les macrophages.
5. Quel est le devenir des lymphocytes T4 chez une personne infectée par le VIH et que devient son système immunitaire ?
6. Cite les voies et les modes de transmission du VIH/SIDA.

Activité 2 : Le mécanisme de l'hypersensibilité

L'hypersensibilité est une réponse incontrôlée, inappropriée et plus souvent très violente de l'organisme à un antigène généralement inoffensif. On distingue 2 types d'hypersensibilités dont les mécanismes sont différents :

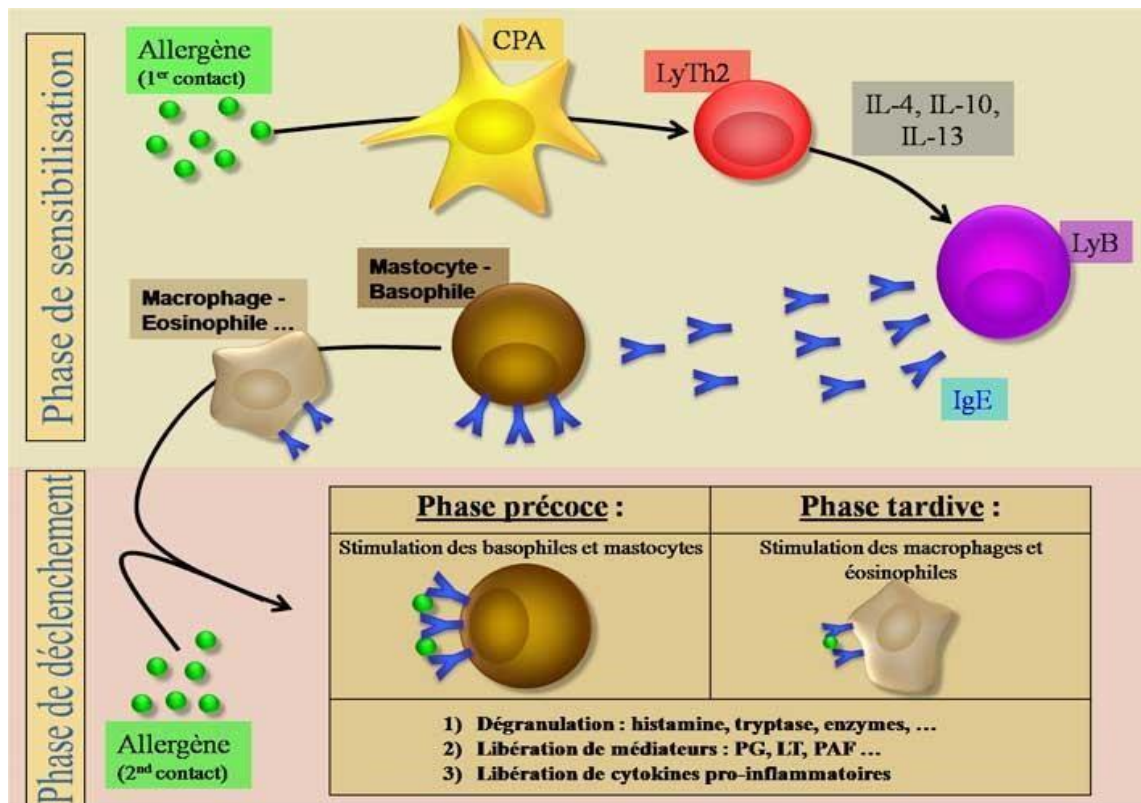
A. L'hypersensibilité immédiate à médiation humorale



Doc1 : relation entre le taux d'immunoglobuline E (IgE) dans le sang et les allergies

1^{er} contact : Un premier contact avec l'allergène provoque chez un sujet prédisposé l'activation de certains lymphocytes B qui se transforment en plasmocytes et produisent de grandes quantités d'anticorps de la classe IgE contre l'allergène. Ces derniers libérés dans le sérum se fixent aux mastocytes dans les tissus de l'organisme et aux granulocytes basophiles circulants possédants des récepteurs membranaires adaptés.

2^{ème} contact : Lors d'un contact ultérieur avec le même allergène, ce dernier se fixe sur les IgE liés aux mastocytes et aux basophiles réalisant un pont externe entre deux IgE. Cette fixation provoque la dégranulation des mastocytes et la libération d'histamine qui cause la dilatation des artérioles et augmente la perméabilité des capillaires, ce qui entraîne la formation des œdèmes. L'histamine provoque aussi la sécrétion d'une grande quantité de mucus ou la contraction des muscles lisses des bronchioles.



B. L'hypersensibilité retardée à médiation cellulaire :

Lors d'un contact sensibilisant avec l'allergène, apparaissent des lymphocytes T mémoire. Ils se multiplient lors du contact déclenchant, libérant de grandes quantités d'interleukines qui attirent de nombreuses cellules à l'origine de la réaction inflammatoire locale.

Il s'agit des réactions cutanées survenant après des contacts répétés de la peau avec certaines substances chimiques contenues dans les objets de la vie courante ou professionnelle

Consigne : A partir des documents ci-dessus et de tes connaissances

1. Cite les acteurs de l'hypersensibilité immédiate à médiation humorale.
2. Etablis une relation entre le taux d'IgE dans le sang et la probabilité d'être allergique.
3. On distingue l'hypersensibilité à médiation cellulaire et l'hypersensibilité à médiation humorale. Dans quel type classe-t-on les allergies ? Justifies ta réponse.
4. Cite les différentes phases d'une allergie.
5. Quelle est la différence entre les deux types d'hypersensibilités ?

Activité 3 : Les maladies auto-immunes

Ce sont des maladies dues au dysfonctionnement du système immunitaire ; le malade perd la capacité de distinguer le soi du non-soi et présente une agressivité vis-à-vis de ses propres tissus.

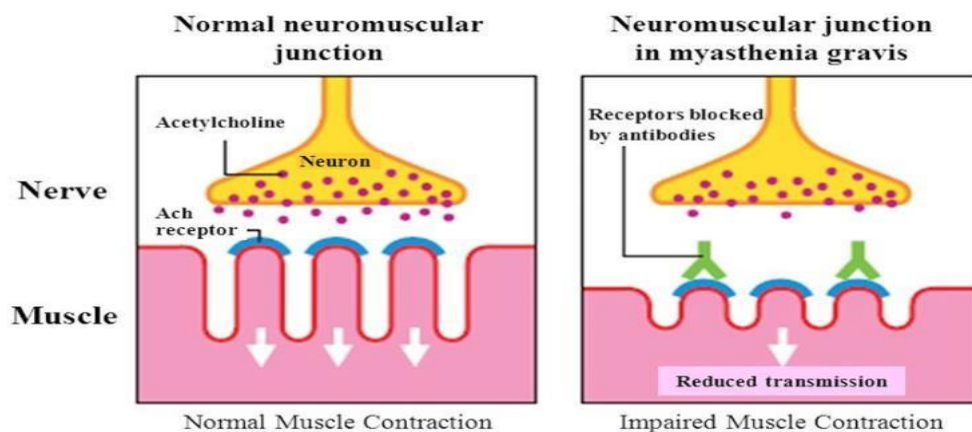
Quelques exemples de maladies auto-immunes :

- **Le diabète sucré juvénile** : il est observé chez des individus jeunes. Dès le début de la maladie, on retrouve chez les sujets concernés, des anticorps qui provoquent

soit l'altération des cellules îlots de Langerhans (cellules du pancréas sécrétrices d'insuline), soit la non-libération de cette hormone. Ces anticorps sont appelés auto-anticorps.

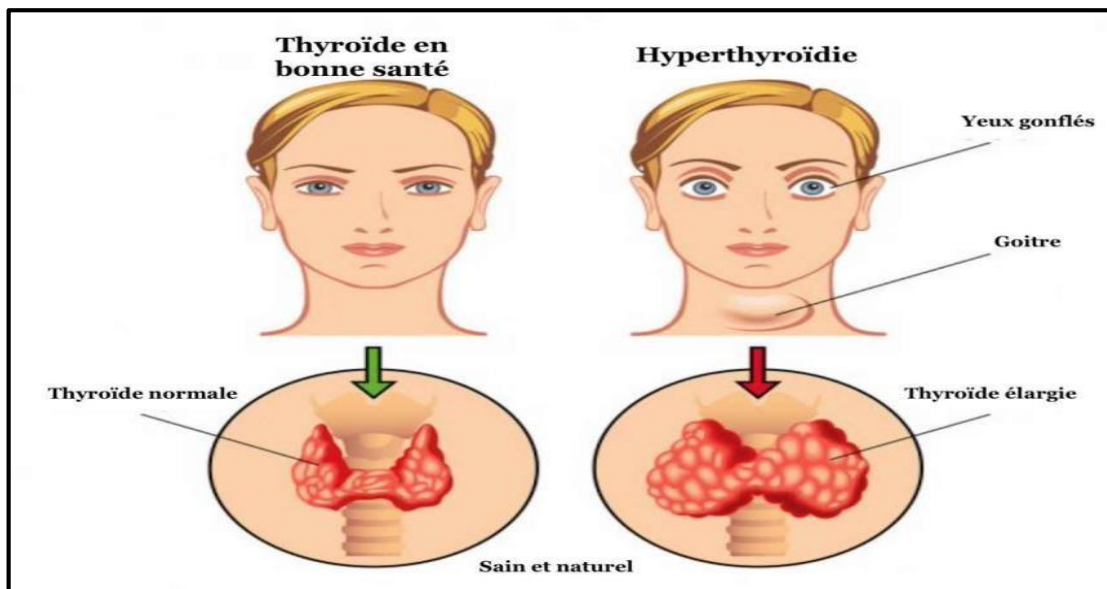
- **La myasthénie** : c'est une maladie qui se caractérise par une faiblesse musculaire et une anormale fatigabilité à l'effort. L'analyse du sérum des personnes malades révèle la présence des anticorps dirigés contre les récepteurs de l'acétylcholine, un médiateur chimique qui intervient dans la transmission des messages nerveux moteurs de la fibre nerveuse aux fibres musculaires en vue de leur contraction.

La jonction neuro-musculaire



- **La thyroïdie de Hashimoto** : c'est une maladie qui atteint surtout les femmes d'âge mûr.

L'organe affecté est la thyroïde, une glande dont les hormones interviennent dans la croissance, la régulation du métabolisme énergétique, etc. L'observation microscopique de la thyroïde d'une personne malade montre un envahissement de ses tissus par les lymphocytes et les macrophages. L'analyse sérologique permet de mettre en évidence des anticorps produits contre les cellules thyroïdiennes et la thyroglobuline.



Consigne : A partir des textes ci-dessus

1. Démontre que chacune des maladies décrites est une maladie auto-immune.
2. Quelle est la maladie caractérisée par une réaction immunitaire à médiation cellulaire ? justifie ta réponse.
3. Propose un mécanisme ayant entraîné ce dysfonctionnement du système immunitaire lors de la formation des acteurs de la réaction immunitaire d'un organisme.

SYNTHESE GENERALE

I. Les dysfonctionnements du système immunitaire :

Les dysfonctionnements du système immunitaire se traduisent de différentes manières :

- Une réaction insuffisante (déficit immunitaire) ;
- Une réaction trop forte (hypersensibilité du système immunitaire) ;
- Une attaque des composants du soi (maladies auto-immunes).

II. Origine des déficits immunitaires ou immunodéficiences :

On distingue deux types d'immunodéficiences selon leurs types :

1. Déficits immunitaires primitives ou congénitaux :

Il touche l'enfant ou le jeune adulte dès la naissance. Ils sont d'origines génétiques ou provoqués par des anomalies embryonnaires. Ils sont généralement caractérisés par un déficit des cellules immunitaires.

a) Les déficits des lymphocytes:

□ Déficit en lymphocytes B ou LB : C'est une anomalie génétique propre au sexe masculin qui se traduit par un blocage précoce de la maturation des lymphocytes B. L'individu atteint de cette anomalie est appelé « maladie de Bruton ». La présence en carence des LB se traduit par un manque d'anticorps. Le malade souffre d'infections bactériennes.

□ Déficit en lymphocytes T ou LT : Il est mis en évidence que chez les individus caractérisés par une absence congénitale de thymus et de glandes parathyroïdes, les LT sont totalement absents.

b) Les déficits des cellules phagocytaires :

On distingue deux types de déficits :

- Le déficit quantitatif : qui se traduit par un abaissement anormal du taux de polynucléaire provoqué par un défaut de prolifération et de maturation des granulocytes.
- Le déficit qualitatif : qui se caractérise par des défauts fonctionnels de types enzymatiques.

c) Les déficits en composant du complément :

Le complément est un ensemble d'une vingtaine de protéines plasmatiques. Le système du complément intervient à différent niveau de la réponse immunitaire : action cytolytique, aide à la phagocytose, amplificateur des processus inflammatoires. Les déficits des composants du complément peuvent contribuer à l'inflammation, à l'endommagement des tissus et peuvent déclencher des réactions d'hypersensibilité comme l'anaphylaxie.

2. Déficiences immunitaires secondaires ou acquises : Exemple : cas du SIDA. Le sida est une affection provoquée par un virus appelé VIH (virus de l'immunodéficience humaine).

Par l'une des voies de transmission (relation sexuelle non protégée, voie sanguine, transmission mère-fœtus), le VIH entre dans la circulation sanguine. Il se fixe aux récepteurs CD₄ qui caractérisent les LT₄. Cette fixation s'accompagne de la fusion des membranes virales et cellulaires. Le virus injecte ensuite son contenu dans le cytoplasme de la cellule hôte (LT₄). Ce contenu est constitué de deux molécules identiques d'ARN et de transcriptase inverse appelé enzyme viral. L'enzyme viral transcrit l'ARN viral en ADN viral. Ce dernier s'introduit dans le noyau de la cellule hôte et s'incorpore dans son ADN.

Ainsi l'ADN viral devient une partie intégrante du patrimoine de cette cellule. Deux (2) évolutions possibles du virus:

□ L'ADN viral reste dormant pendant plusieurs mois voire plusieurs années. Les cellules infectées continuent à vivre normalement. L'individu est alors séropositif. Par le sang ou les sécrétions sexuelles, ces cellules peuvent être transmises à d'autres personnes.

□ L'ADN viral devient actif et commence à être traduit en ARN viral puis en protéine virale. De nouveaux virus actifs sont libérés par éclatement de la cellule hôte. Quand le nombre de lymphocytes et de plasmocytes détruits devient important, l'individu présente alors un déficit immunitaire. Les symptômes du sida vont alors apparaître.

Remarque:

✓ Lorsque l'ADN viral migre dans le noyau du LT₄ et s'intègre dans son ADN, il porte le nom de **provirus**.

✓ Un **rétrovirus** est un virus dont la multiplication repose sur la transcriptase de l'ARN en ADN et assuré par une enzyme appelée transcriptase inverse.

✓ Le terme **séropositif** désigne une personne dont le sérum contient des anticorps spécifiques à un agent infectieux, trahissant sa présence dans l'organisme **III**.

Mécanisme de l'hypersensibilité :

1. Définition : L'hypersensibilité est une réponse incontrôlée, inappropriée et plus souvent très violente à un antigène généralement inoffensif.

L'allergie, qui est un phénomène d'exagération pathologique de la réponse immunitaire face à un antigène, est une forme d'hypersensibilité appelée hypersensibilité immédiate en raison de la rapidité de son intervention.

2. Les types d'hypersensibilités:

On distingue 2 types d'hypersensibilités:

- a. Hypersensibilité immédiate à médiation humorale
- b. Hypersensibilité retardée à médiation cellulaire

3. Maladie auto-immune :

On appelle maladie auto-immune toute maladie due à l'attaque et à la destruction des cellules d'un individu par son propre système immunitaire. On peut distinguer : Diabète juvénile, Maladie de Basedow, Sclérose en plaques, Anémie hémolytique, Glomérulonéphrite, etc.

Situation problème :

Aminata, une jeune suivait avec intérêt un reportage sur la vaccination. On parlait entre autre de la nécessité de la vaccination, surtout son rôle dans la prévention de certaines maladies infectieuses. Cette passage suscite sa curiosité, elle se demande comment vaccin peut aider à prévenir une maladie.

Pour comprendre le mode d'action des vaccins, elle demande l'aide d'un enseignant des SVT qui lui donne des activités suivantes :

Activité 1 : L'asepsie et antiseptie

- L'aseptise est la méthode qui permet d'éliminer les micro-organismes avant qu'ils provoquent une infection. Elle évite aussi la contamination de l'environnement.

Remarque : Discours de Louis Pasteur (1878) adressé aux chirurgiens à l'académie de médecine :

« Cette eau, cette éponge, cette charpie avec lesquelles vous lavez ou recouvrez une plaie y déposent des germes qui ont une facilité extrême de propagation dans les tissus...

... Si j'avais l'honneur d'être chirurgien, pénétré comme je le suis des dangers auxquels exposent les germes des microbes répandus à la surface de tous les objets, particulièrement dans les hôpitaux, non seulement je ne me servais que d'instruments d'une propreté parfaite, mais après avoir nettoyé mes mains avec le plus grand soin..., je n'emploierais que de la charpie, des bandes, des éponges préalablement exposées dans un air porté à la température de 100 à 150°C. Je n'emploierais jamais qu'une eau qui aurait subi la température de 110 à 120°C.

De cette manière, je n'aurais à craindre que les germes en suspension dans l'air autour du lit du malade. »

- L'antiseptie est utilisée pour détruire des microbes par des antiseptiques applicables sans problèmes sur la peau, elle détruit les microorganismes responsables de l'infection (eau de javel diluée, eau oxygénée diluée, etc.)

Consigne : A partir du texte ci-dessus

1. Définissez l'asepsie, et l'antiseptie.
2. Quelle est la méthode préconisée par Pasteur dans les hôpitaux ?
3. Expliquez, après la visite de l'infirmerie de ton établissement, comment l'infirmière soigne une plaie (antiseptiques utilisés)

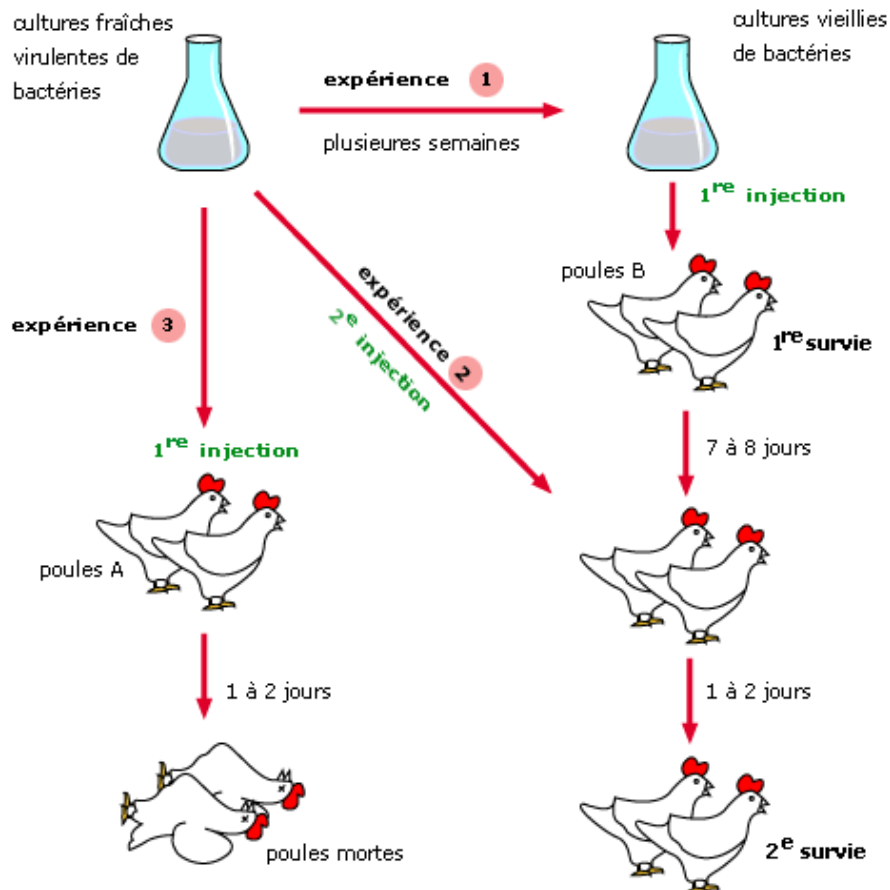
Activité 2 : La vaccination

Pasteur a prouvé qu'on peut se protéger de certaines maladies par l'injection des germes tués ou atténués, ou de leurs toxines atténuées (anatoxine), qui détermine une maladie bénigne, souvent inaperçue.

Généralement, la vaccination fait acquérir des immunités spécifiques (cellulaire et humorale) ou mixtes. La réponse de l'organisme à une stimulation antigénique ne dépend du type d'immunité acquise, elle déclenche toujours la production des lymphocytes B ou T à durée de vie très longue appelés lymphocytes mémoires parce qu'ils ont gardé la trace du passage de l'antigène. La rapidité et l'efficacité de la réponse secondaire est due à la capacité de mémorisation que possède les lymphocytes mémoires lors d'une nouvelle présentation de l'antigène. C'est pour cette raison que l'on dit que la vaccination est la mise en mémoire de la trace du passage de l'antigène.

Expérience : Pasteurs disposent de 80 poules

- Un premier lot de 20 poules reçoit le virulent : toutes meurent.
- Un deuxième lot de 20 poules reçoit le microbe atténué : aucune ne meurt. A chaque poule de ce lot, il injecte le microbe virulent : environ un tiers de des animaux deviennent malades mais ne mourront pas.
- Un troisième lot de 20 poules reçoit 2 injections de la culture atténuée, à une semaine d'intervalle, puis le microbe virulent : les deux tiers des animaux survivent.
- Le quatrième lot reçoit 4 injections du microbe atténué, puis le microbe virulent : la mortalité et même la maladie sont nulles ; les poules sont vaccinées.



Doc1 : découverte du vaccin du choléra de poule

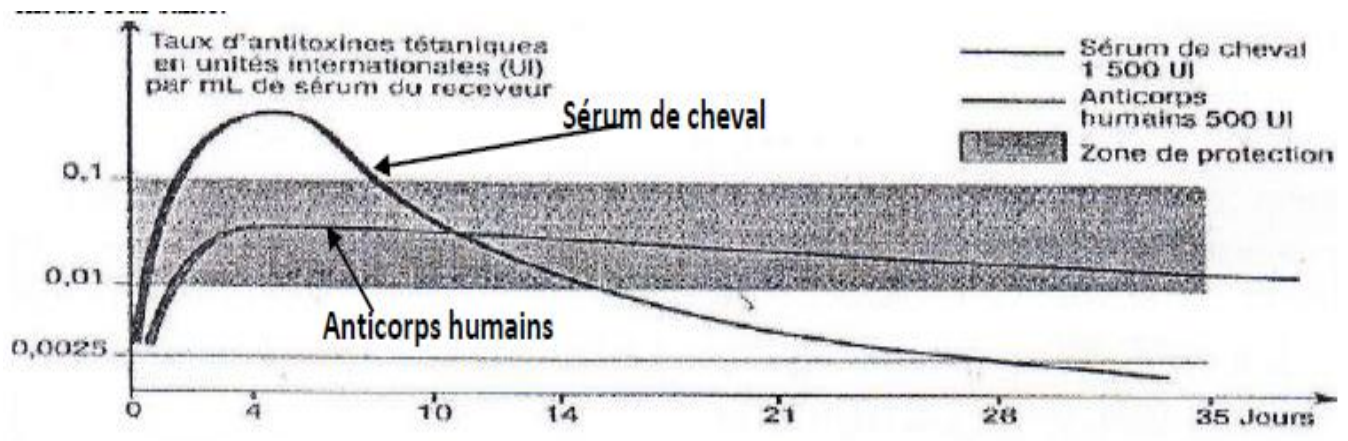
Consigne : A partir du texte et du document

1. Citez les différents types de vaccin et caractérisez-les.
2. A l'aide du document 1 : expliquez pourquoi Pasteur devait injecter aux poules rescapées la culture microbienne (virulence atténuée).
3. Expliquez l'intérêt individuel et collectif de la vaccination.

Activité 3 : La sérothérapie

Lorsque l'infection est déclarée, une autre aide médicale doit être pratiquée pour guérir le malade : c'est la sérothérapie, qui fournit au malade les anticorps spécifiques, immédiatement prélevés dans le plasma d'un organisme immunisé.

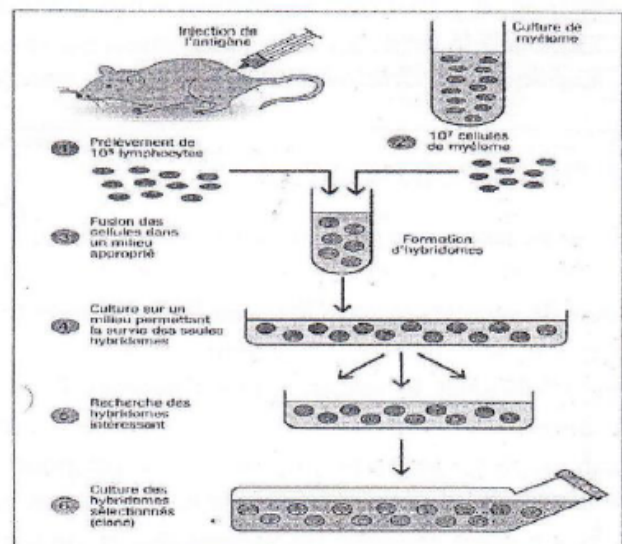
Cette technique voit le jour avec les travaux d'Emile Roux visant à traiter les enfants atteints de la diphtérie. En 1904, il déclenche la production de grandes quantités d'anticorps dans le sang d'un cheval qu'il a vacciné au préalable en lui inoculant à plusieurs reprises des doses croissantes de toxines antidiphtériques à virulence de plus en plus forte. Il transfère les sérums ainsi obtenus aux enfants malades qui recouvrent ensuite leur santé.



Document 1 : évolution du taux des anatoxines tétaniques chez un sujet ayant reçu le sérum de cheval ou des anticorps humains.

Malheureusement, les sérums d'origine animale encore appelés sérums hétérogènes ont une efficacité de courte durée (15 jours) et sont souvent à l'origine des accidents allergiques. Face à ces accidents, on a commencé à utiliser les sérums d'origine humaine ou sérums homogènes obtenus à partir des personnes convalescentes. On a aussi utilisé des immunoglobulines extraites du plasma de maladies immunisées. La durée de leur efficacité est plus longue (1 mois) et ne provoque presque pas d'accidents.

Le laboratoire de biotechnologies (LB) en France est spécialisé dans la production des « médicaments » à partir du plasma (immunoglobulines, facteurs de coagulation). Le sérum anti-lymphocytaire (Anti LT) est obtenu par injection de lymphocytes humains à des chevaux. Ce sérum est efficace pour prévenir le rejet des greffes et dans les maladies auto-immunes, il joue le rôle d'immunodépresseur. D'autres anticorps spécifiques et de longue durée, appelés anticorps monoclonaux sont obtenus à partir des hybridomes qui résultent de la fusion dans un même milieu du lymphocyte B normal (pris dans la rate) et d'une cellule issue d'un myélome (lymphocyte B cancérisé)



Document 2 : technique de synthèse des anticorps monoclonaux

A la différence de la vaccination, elle est une immunité passive car le système immunitaire n'est pas mis en jeu. Son efficacité est immédiate, les anticorps injectés étant tout de suite disponibles pour neutraliser

les antigènes spécifiques, et de courte durée l'immunité passive obtenue ne dure en moyenne que 3 à 4 semaines.

Consigne : A partir de l'exploitation des documents 1 et 2 ainsi que des textes

1. Analysez le document 1 et tirez une conclusion.

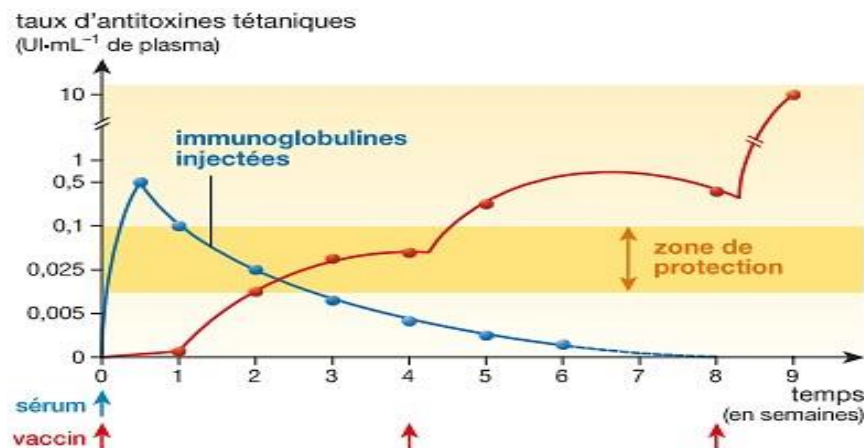
2. Expliquez pourquoi la sérothérapie n'assure pas une protection à long terme.

3. Expliquez brièvement le principe de la sérothérapie.

4. Le document 2 décrit la synthèse des anticorps monoclonaux. Quel est l'avantage de cette technique utilisée en sérothérapie ?

Activité 4 : la séro-vaccination

Une personne n'ayant pas subi de rappel antitétanique depuis plus de 15 ans, s'est profondément blessée par un clou rouillé sur le sol. Afin de prévenir le développement éventuel du tétanos, le médecin procède à une séro-vaccination ; il injecte d'abord un sérum contenant des Ac anti-tétaniques. Le médecin pratique ensuite une injection de vaccin antitétanique (avec des rappels). Le graphique présente l'évolution du taux des Ac anti-tétaniques dans le plasma du blessé en fonction du temps.



Consigne : A partir du graphique et de vos connaissances

1. Définissez la sérovaccination.

2. Analysez les deux courbes.

3. Justifiez l'injection de plusieurs doses de vaccin.

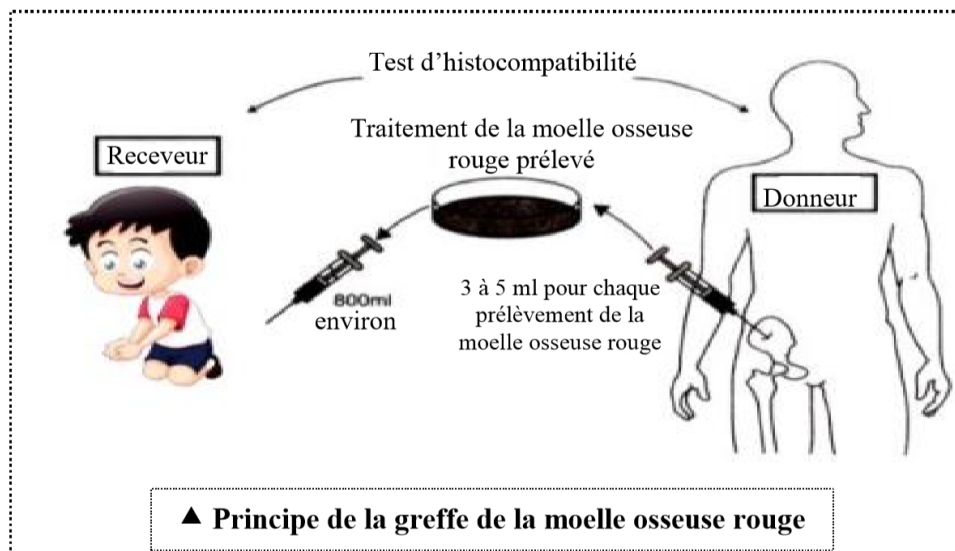
4. Donnez l'importance de la sérovaccination.

5. Comparez le sérum à un vaccin.

Activité 5 : La greffe de moelle osseuse

La moelle osseuse est le lieu de formation des cellules souches du sang, les lymphocytes dont certains achèvent leur maturation dans le thymus. Cette technique médicale est appliquée aux personnes présentant des immunodéficiences graves. Le système immunitaire de telles personnes est incapable de réagir spécifiquement contre les microbes par l'insuffisance des réactions immunitaires cellulaires due à l'arrêt de la production des cellules du sang et de la lymphe (l'aplasie). La greffe de la moelle osseuse consiste à restaurer le système immunitaire.

La moelle rouge prélevée dans les os de la hanche du donneur, est réinjectée au malade par voie intraveineuse comme une simple transfusion. Les cellules souches colonisent les os courts et plats.



Consigne :

1. A l'aide de tes connaissances sur l'immunité, expliquez le taux élevé des greffes de la moelle osseuse par rapport à toutes les autres greffes de l'organes.
2. On prescrit pour les enfants bulles le traitement de la greffe de la moelle osseuse. Pourquoi ces enfants doivent-ils vivre constamment dans un environnement stérile ?

Pour la même raison l'enfant qui vient de subir la greffe reste vulnérable. Expliquez comment.

Synthèse Générale :

Introduction :

Pour restaurer ou amplifier les défenses de l'organisme, la médecine peut apporter de l'aide à différents niveaux de la réponse immunitaire. Ces moyens sont diversifiés.

I. L'asepsie et antisepsie

Ils sont deux méthodes médicales permettant de limiter les risques de contamination et d'infection.

II. La vaccination

C'est une méthode qui utilise la capacité de mémoire du système immunitaire en introduisant dans un organisme sain, des microbes non pathogène (inoffensifs) ou des toxines inactivées. L'organisme développe une mémoire immunitaire en stimulant la production de lymphocytes mémoires. Cette technique préventive et protectrice permet à l'organisme de réagir de façon spécifique, rapide et efficace au contact antérieur avec le même agent pathogène. C'est une réponse immunitaire de type secondaire.

III. La sérothérapie

C'est une méthode curative qui consiste à transférer l'immunité d'une personne à une autre en injectant à l'organisme infecté, du sérum contenant une quantité importante d'anticorps spécifiques prélevé dans le sang du donneur. L'immunité acquise par la sérothérapie est passive, immédiate et à courte durée.

La séro-vaccinothérapie est utilisé pour la prévention de certaines maladies comme la rage ou le tétanos. Dans le cas de la diphtérie, le sérum agit dans l'immédiat en apportant des anticorps. La production se poursuit après guérison grâce à un vaccin.

IV. Greffe de la moelle osseuse :

Cette technique est basée sur la transplantation des cellules de la moelle osseuse du donneur sain à une personne immunodéficiente parce que sa production de cellule immunitaire est très insuffisante. Cette

greffe est une reconstitution immunologique. Il est important que le receveur et le donneur appartienne au même groupe tissulaire pour éviter le rejet du greffon. Cette greffe se fait généralement entre frère et sœur histocompatible (même CMH). La greffe de la moelle osseuse est recommandée chez les malades atteints de leucémie ; d'aplasies médullaires.

CONCEPT GENERAL V : La relation de l'organisme avec le milieu extérieur

Sous-concept 1 : fonctionnement des neurones

Pré-évaluation :

- Citez les organes de sens et donnez le rôle de chacun

Situation problème :

Oumar un élève de la 11ème commune découvre dans un livre de biologie que le système nerveux se trouve dans la tête en grande majorité, mais qu'une partie de ce système se trouve dans la colonne vertébrale. En continuant sa lecture il tombe sur cette phrase : « le système nerveux est constitué de milliards de cellules appelées neurones, un neurone est incapable de se diviser par mitose »

Oumar est confus car il a appris dans les classes inférieures que les cellules se divisent ; que le système nerveux se localise dans la tête.

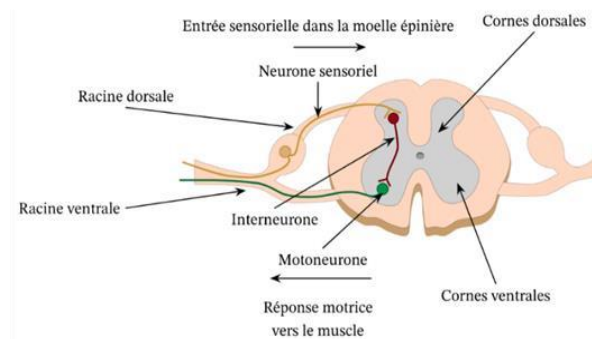
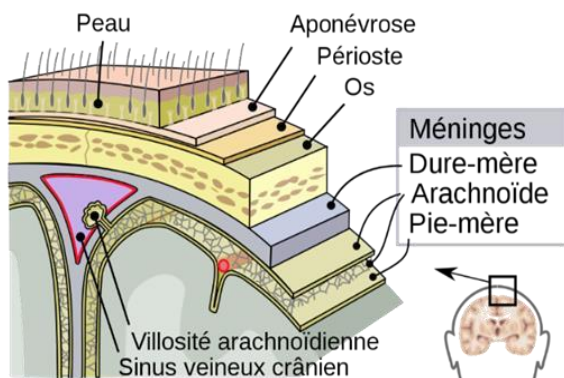
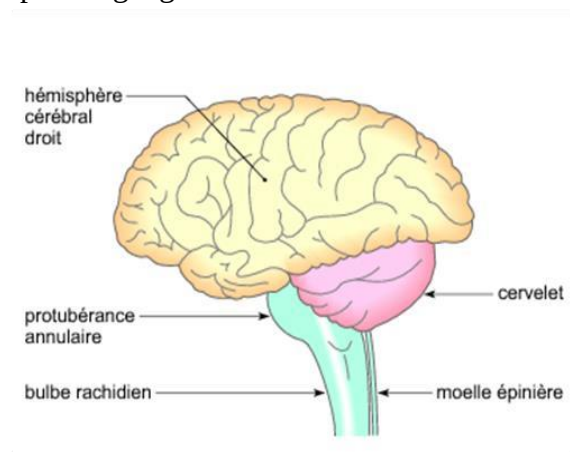
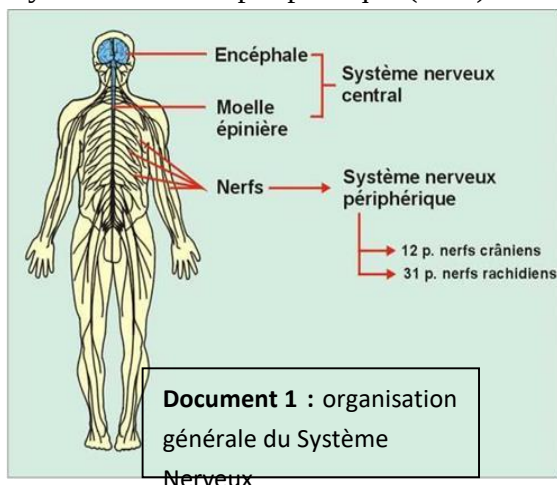
Il rapporta ces découvertes à son professeur de SVT qui lui propose ces activités suivantes :

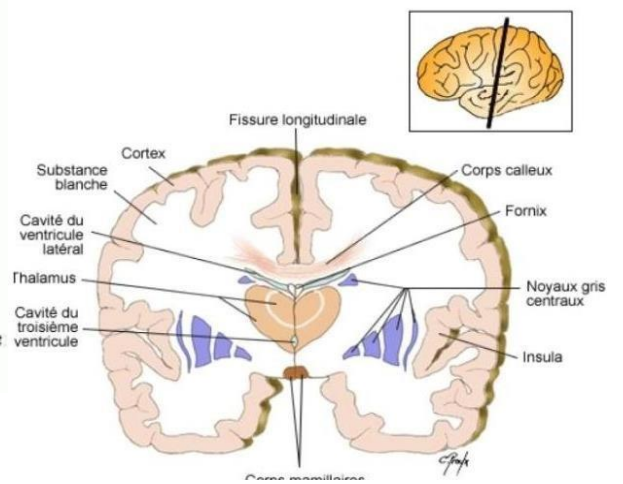
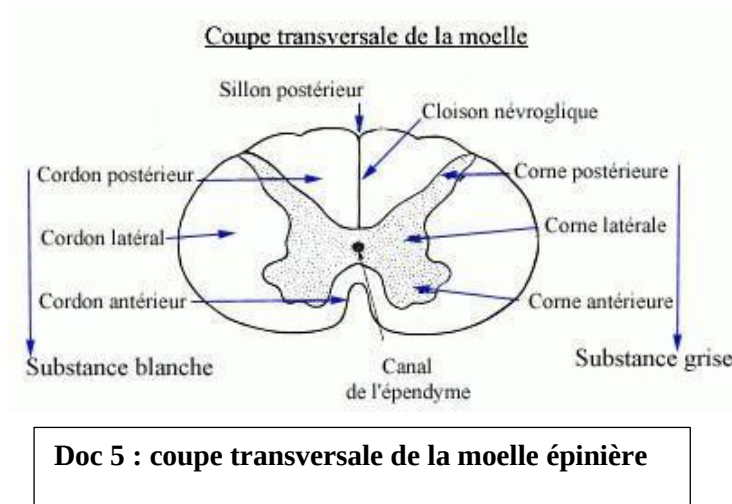
Activité 1 : L'organisation du système nerveux chez les vertébrés

Le système central ou névraxe (SNC) est le centre du traitement de l'information il est composé de l'encéphale protégé par la boîte crânienne et de la moelle épinière protégée par la colonne vertébrale. Les deux composants sont enfermés dans les méninges (enveloppes protectrices : la dure-mère, l'arachnoïde, et la pie mère).

Le liquide céphalorachidien (LCR) qui entoure et protège l'encéphale et la moelle épinière, transporte les éléments nutritifs et les déchets.

Le système nerveux périphérique (SNP) est formé par les ganglions et les nerfs





– **Doc 6 : coupe transversale de l'encéphale**

Consigne : A partir des documents et de tes connaissances

- 1. Cite les différentes parties du système nerveux de l'homme.**
- 2. Identifie le nombre de paires des deux (2) types de nerfs. Localise les dans le corps.**
- 3. Cite les différentes parties de l'encéphale.**
- 4. Cite les différentes enveloppes qui protègent le cerveau.**
- 5. Indique la répartition de la substance blanche et celle de la substance grise dans l'encéphale et dans la moelle épinière.**

Activité 2 : L'observation de la structure du nerf et du neurone

Les schémas A et B représentent une coupe transversale d'un nerf et le schéma d'un neurone.

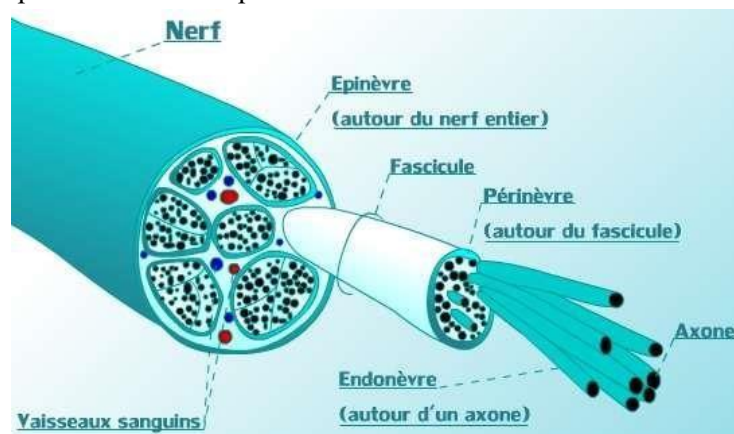


Schéma A : structure d'un nerf

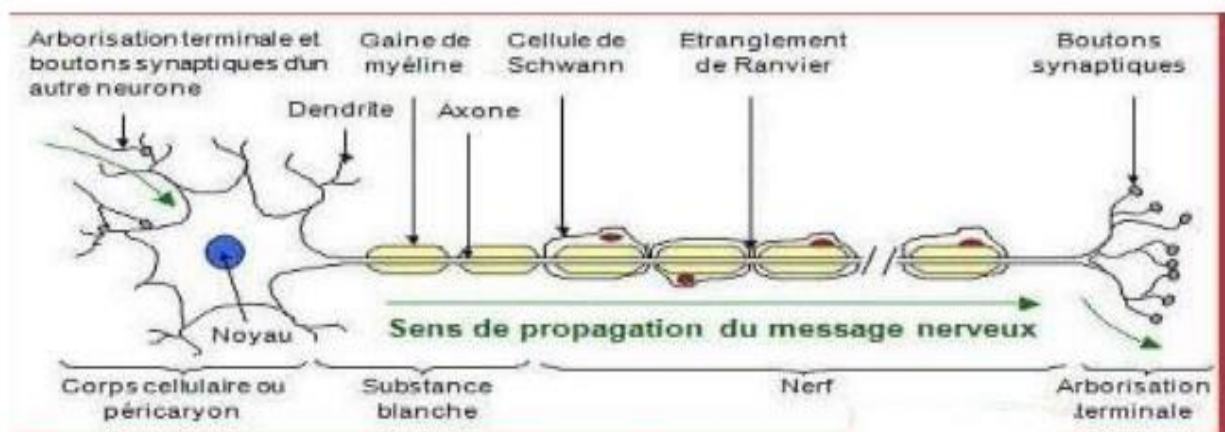
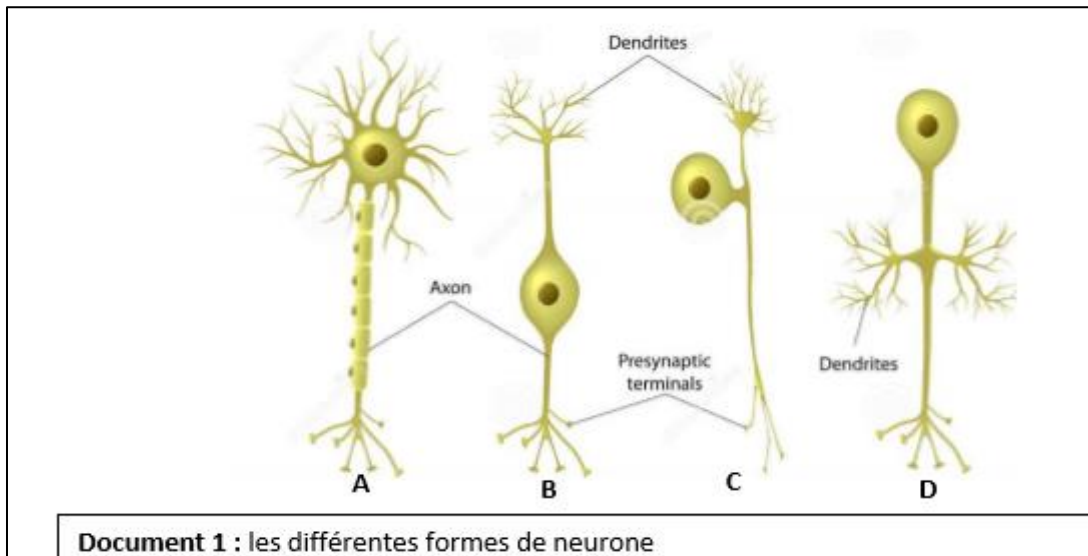


Schéma B : structure d'un neurone

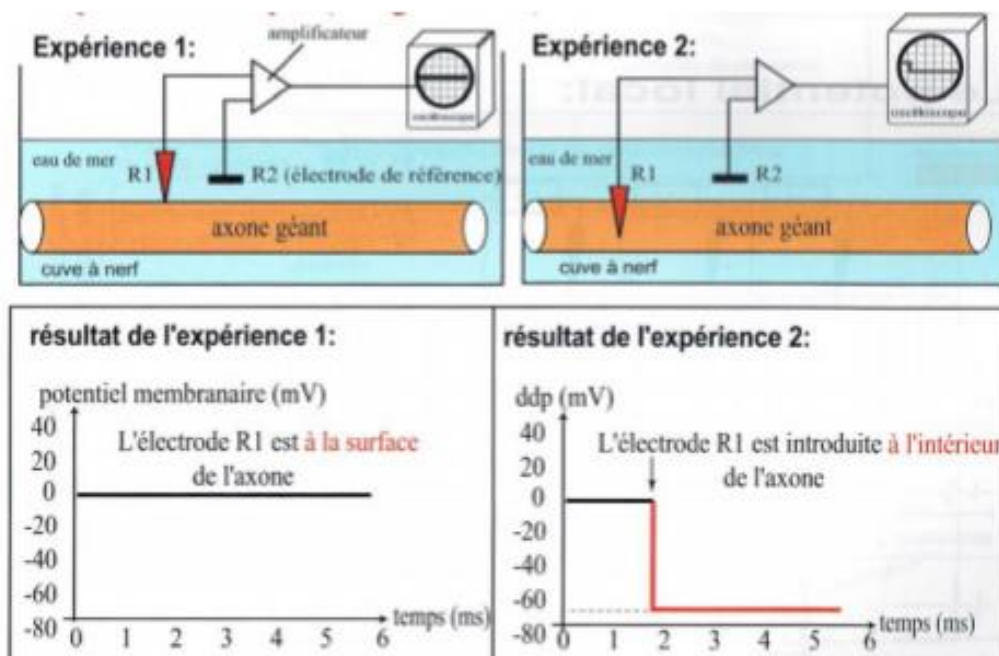


Consigne :

1. Rappelle la définition d'un neurone.
2. Donne les parties principales d'un neurone.
3. Donne la composition du nerf.
4. Trouve la fonction du nerf dans le corps.
5. Cite les différents types de neurones.

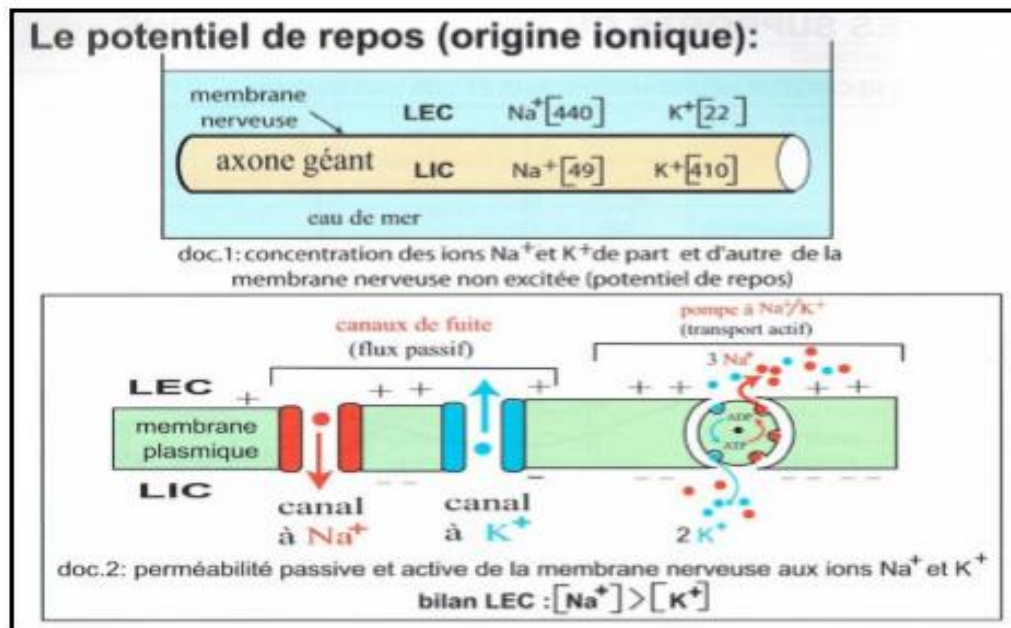
Activité 3 : Le potentiel de repos (PR)

- A. Sur une fibre (ou un nerf). On place deux électrodes à la surface : on lit 0 mV sur l'oscilloscope (expérience 1). Puis, on laisse une électrode à la surface et on enfonce une microélectrode dans la fibre (ou le nerf). Il apparaît une différence de potentiel (ddp). (Expérience 2)



- B. **Origine du potentiel de repos :** la fibre nerveuse comporte à l'intérieur comme à l'extérieur de sa structure de nombreux ions comme nous le montre la figure du document ci-dessous. Par ailleurs, des analyses ont prouvé que la concentration de ces ions n'est pas la même à l'intérieur

comme à la surface. En plus chez une fibre nerveuse au repos, on constate des mouvements d'ions. A travers des canaux spécifiques situés sur la membrane de ces structures.



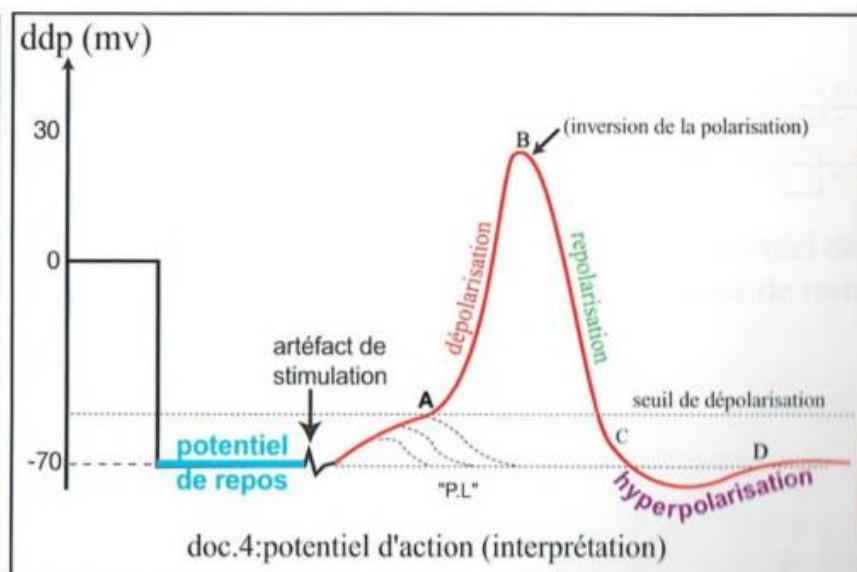
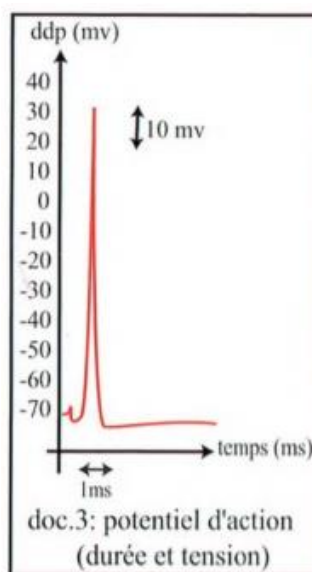
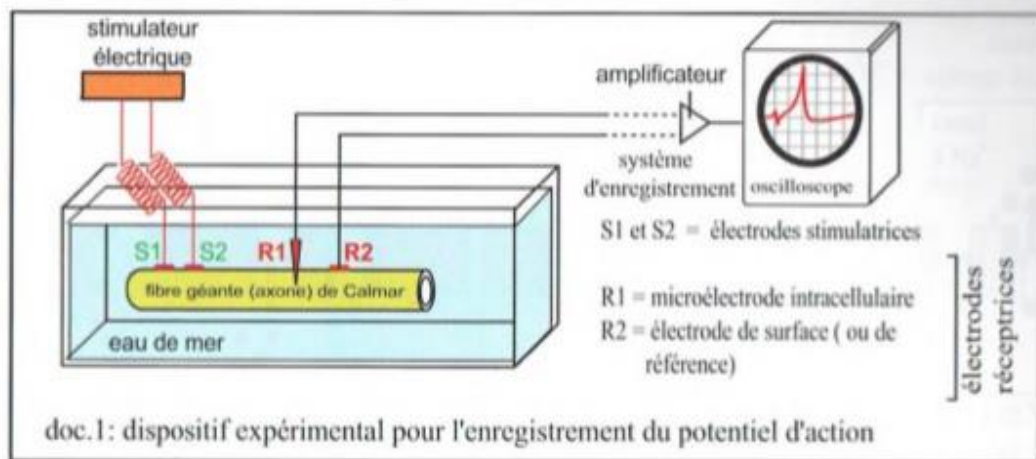
Consigne :

1. Détermine la différence de charges électriques entre la surface et l'intérieur d'une fibre nerveuse.
2. Détermine la valeur de la différence de potentiel (ddp) au repos, entre la surface et l'intérieur de la fibre nerveuse.
3. Détermine pour chaque ion représenté dans les doc 1 et doc 2, le milieu dans lequel il est le plus concentré.
4. Explique les mécanismes qui assure le maintien de cette répartition.
5. A l'aide vos connaissances sur les ions, expliquez la différence de charges entre la surface et l'intérieur d'une fibre nerveuse.

Activité 4 : Le potentiel d'action (P.A)

On applique à une fibre nerveuse une stimulation efficace et isolée. Au point excité, on enregistre l'artefact de stimulation. A ce point apparaît une dépolarisation de la membrane plasmique ((-) à l'intérieur et (+) à l'extérieur) qui va se propager le long de la fibre nerveuse sous forme d'une onde de dépolarisation ou onde de négativité ce qui correspond à la propagation de l'influx nerveux. Après un temps de latence, on observe une dépolarisation de la membrane suivie d'une inversion de polarité puis d'une repolarisation. Ceci représente un P.A (Potentiel d'action).

Le potentiel d'action (enregistrement):

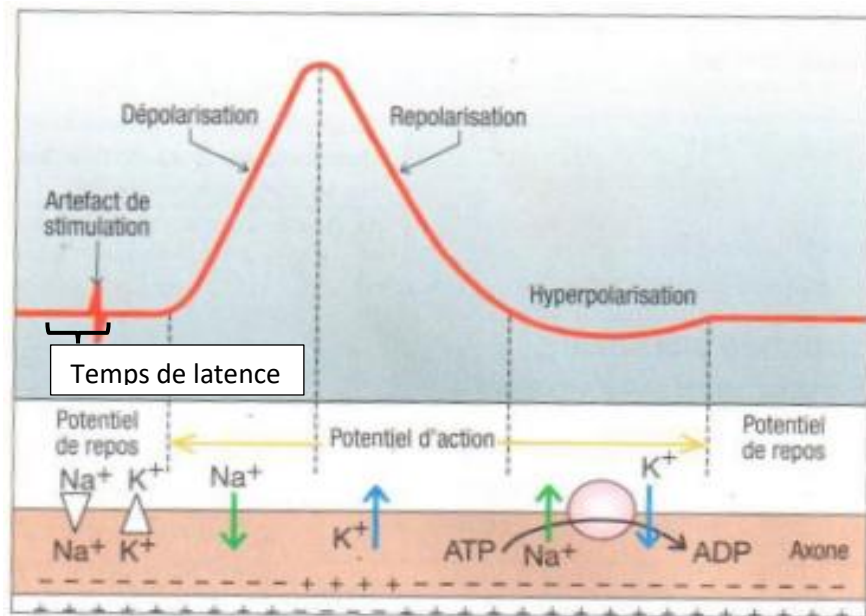


Consigne : A partir de l'exploitation des documents ci-dessus et des figures y afférant.

1. Caractérise les différentes phases d'une courbe représentant le potentiel d'action.
2. Définis un potentiel d'action.
3. Donne les propriétés d'un neurone.

Activité 5 : L'origine du potentiel d'action

Les figures des documents ci-dessous mettent en évidence le rôle des différents ions présents au niveau de la membrane et à l'intérieur d'une fibre nerveuse. Une observation de ces documents permet de comprendre le mécanisme du potentiel d'action.



Doc4 : schéma de synthèse sur les mouvements d'ion pendant les potentiels de repos et d'action.

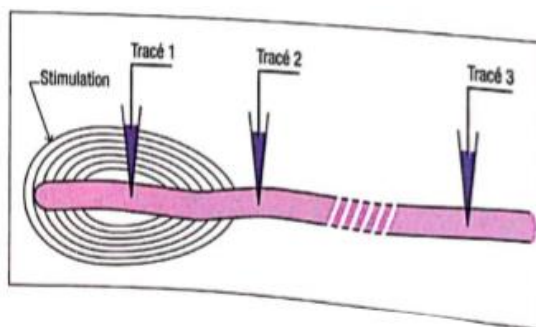
5

Consigne : A l'aide des documents 1 Explique le mouvement des ions Na^+ et K^+ pendant les phases du potentiel d'action.

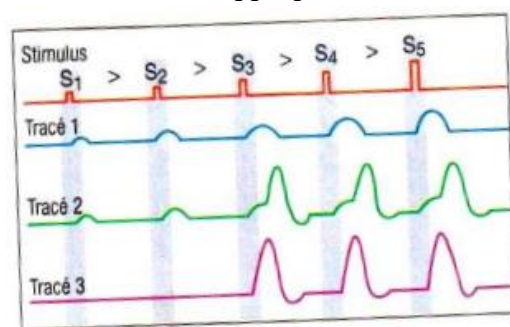
Activité 6 : mise en évidence de la naissance du message nerveux

Un récepteur sensoriel est une cellule spécialisée qui traduit un stimulus en un message nerveux. La transformation de stimulus en message nerveux est appelée la **traduction**. Suivant leur localisation, on distingue : les récepteurs sensoriels externe (cellules visuelles, olfactives, gustatives, auditives, de la peau) et les récepteurs internes (récepteurs sensibles à la pression artérielle, à la variation de la teneur du sang en CO_2 ...).

Le dispositif suivant nous permet d'enregistrer les réponses de la fibre nerveuse contenue dans un corpuscule de Pacini à la suite de stimulation d'intensités croissantes appliquées sur ce dernier.



Doc1 : dispositif pour enregistrer les réponses de la fibre nerveuse d'un récepteur sensoriel (corpuscule de pacini)



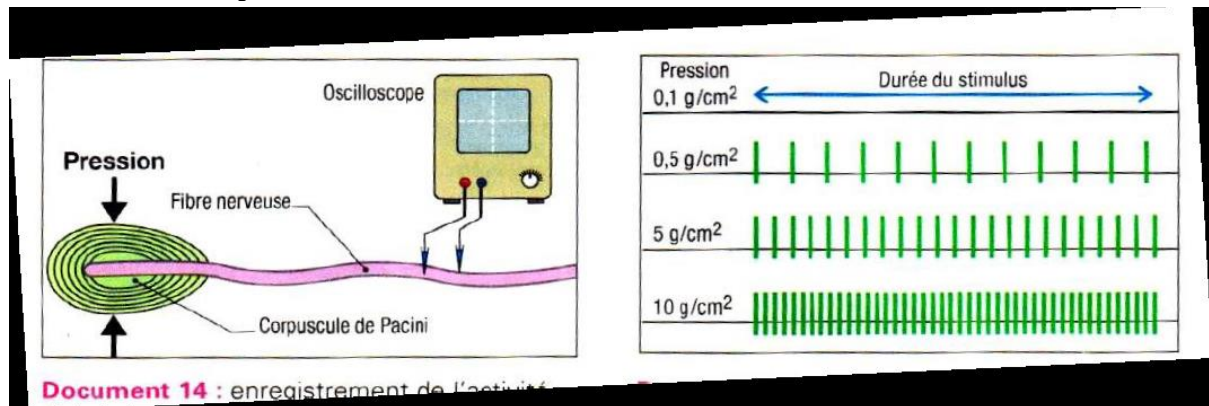
Doc2 : Réponses après stimulation de la fibre nerveuse innervant le corpuscule de pacini

Consigne : A partir de l'exploitation des documents ci-dessus et des figures y afférant.

1. Détermine le lieu de formation du potentiel récepteur.
2. Comment évolue l'amplitude de ce potentiel.
3. Le tracé 2 représente les potentiels récepteur et d'action.
 - a. Détermine le stimulus d'intensité minimale qui déclenche un PA ;
 - b. Détermine la relation qui existe entre le potentiel de récepteur et le PA ;
4. Explique la propagation du potentiel de récepteur et du potentiel d'action le long d'une fibre nerveuse.

Activité 7 : La relation l'intensité du stimulus et le codage du message nerveux

A partir du dispositif suivant, on applique des pressions constantes sur le corpuscule de pacini. A l'aide d'un oscilloscope cathodique, on enregistre les messages nerveux correspondants. Dans le document 1, un trait vertical représente un PA.



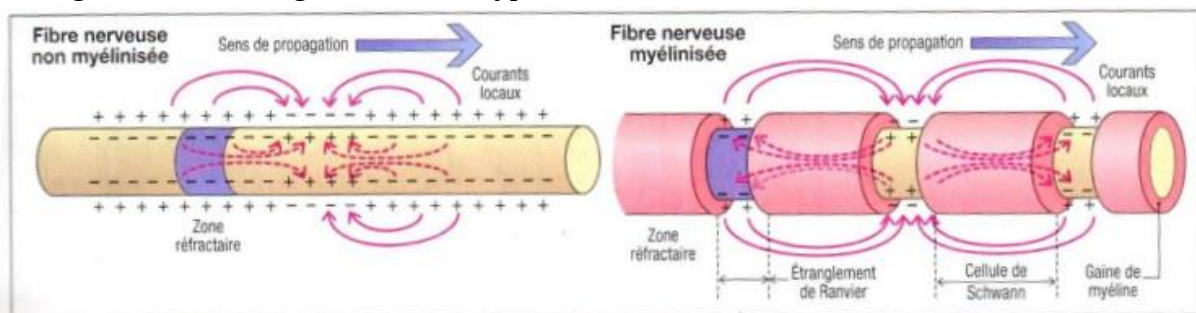
Doc1 : enregistrement de l'activité du corpuscule de Pacini Doc2 : messages nerveux enregistrés après stimulation des corpuscules de Pacini

Consigne : A partir de l'exploitation des documents 1 et 2.

1. Détermine la pression minimale qui permet la formation d'un message nerveux.
2. Détermine la pression qui ne peut pas provoquer la formation d'un message nerveux.
3. Détermine une relation entre la fréquence de potentiel d'action et l'intensité du stimulus (de stimulation).

Activité 8 : Mécanisme de conduction du PA le long d'une fibre nerveuse

L'axone de neurone constitue la fibre nerveuse qui constitue les nerfs. Si l'axone est recouvert de myélines, on parle de **fibre myélinisée**, au cas où l'axone n'est pas recouvert de myélines, on parle de **fibre non myélinisée**. Les documents suivants donnent des informations relatives à la transmission du message nerveux le long de différents types de fibres nerveuses :



Doc1 : Propagation du message nerveux le long d'une fibre.

Fibres nerveuses	Diamètre	Vitesse mesurée
Fibre à myéline de mammifère	20µm	120 m/s à 37°
Fibre à myéline de mammifère	10µm	60 m/s à 37°
Fibre à myéline de mammifère	5 à 2µm	30 à 12 m/s à 37°
Fibre sans myéline de mammifère	1µm	2m/s à 37°

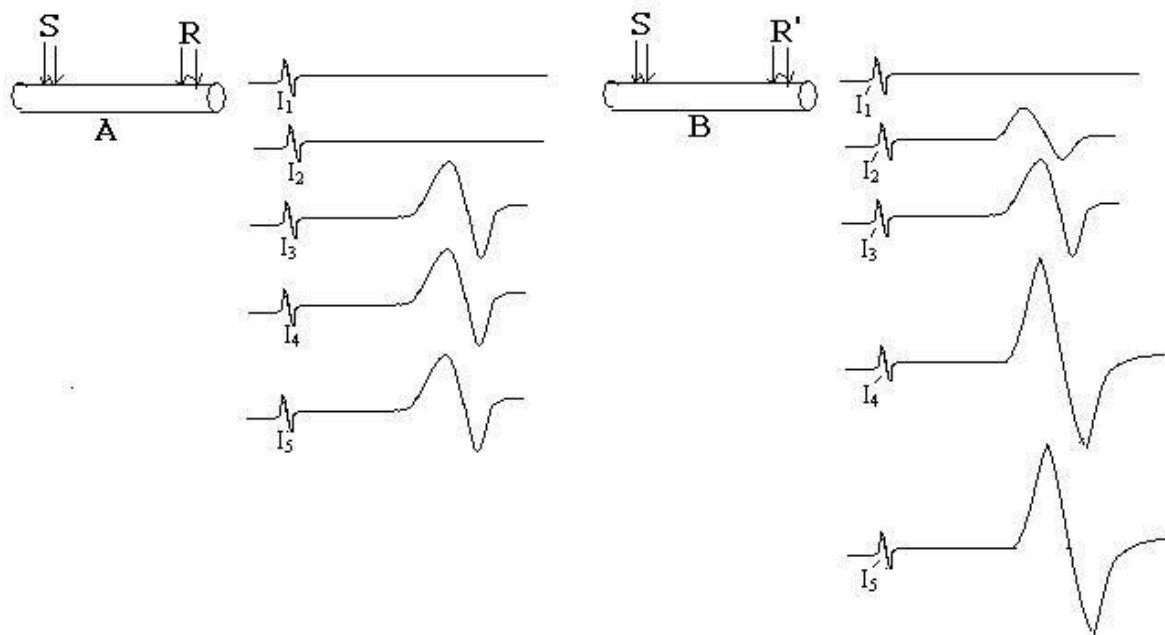
Doc2 : vitesse de l'influx nerveux pour divers types de fibres nerveuses

Consigne : A partir des documents 1 et 2.

1. Relève les différences anatomiques qui existent entre les deux fibres nerveuses du doc1.
2. Décris la propagation du message nerveux le long de chacune de ces deux fibres.
3. Les deux fibres ont le même diamètre. Détermine le long de laquelle la propagation du message nerveux sera le plus rapide.

Activité 9 : Les autres propriétés des structures nerveuses

On porte par un stimulateur S des excitations électriques isolées sur deux types de structures nerveuses A et B, avec des intensités croissantes. I₁, I₂, I₃, I₄ et I₅ désignent les valeurs des intensités utilisées pour stimuler A. Les intensités I'1, I'2, I'3 et I'4 ont été utilisées pour stimuler B. R et R' désignent des électrodes réceptrices des oscilloscopes ; les électroneurogrammes suivants indiquent les réponses enregistrées en R ou R' pour chaque intensité utilisée :

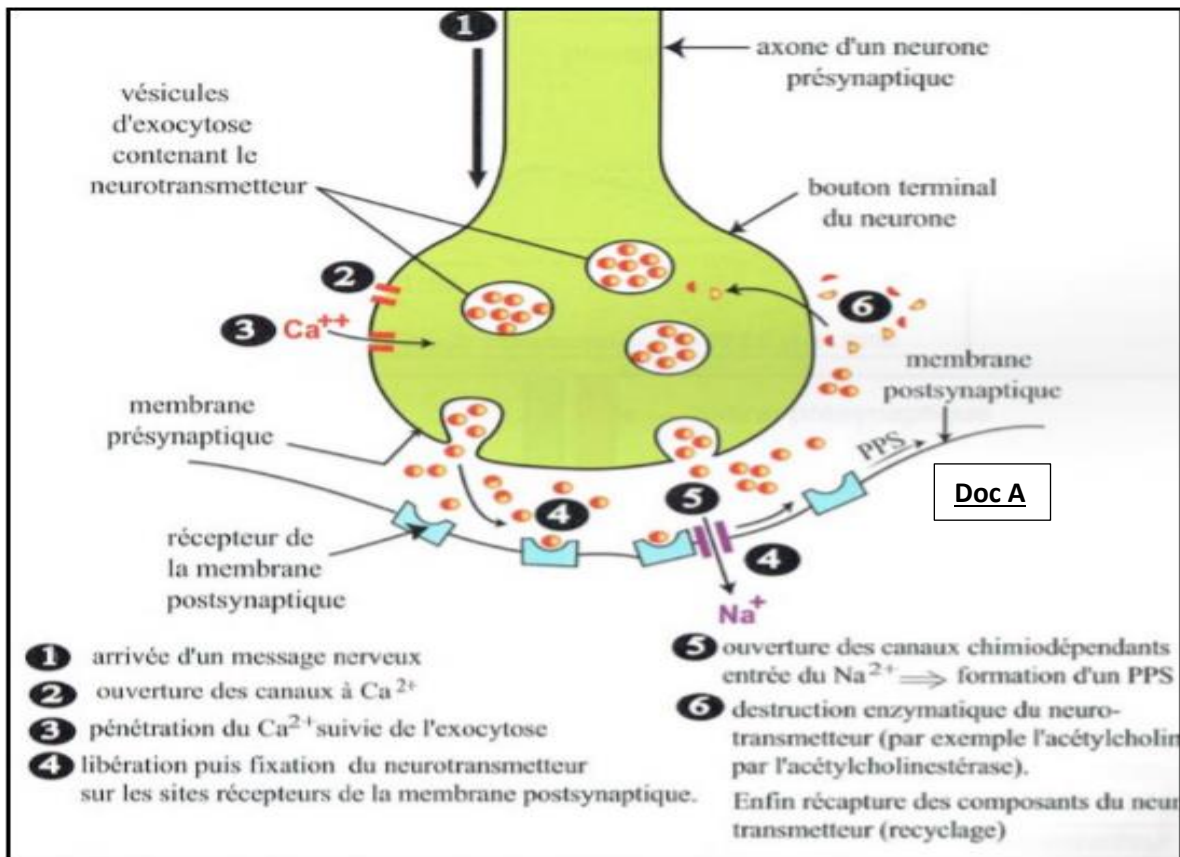


Consigne : A partir des expériences ci-dessus

1. Analyse les résultats de chaque expérience.
2. Interprète les résultats de chaque expérience.
3. Pour la structure A, une des intensités peut être la rhéobase mais à une condition :
 - a) Définis la rhéobase.
 - b) Quelle est cette intensité correspondant à la rhéobase et donnez cette condition ?

Activité 10 : Fonctionnement d'une synapse

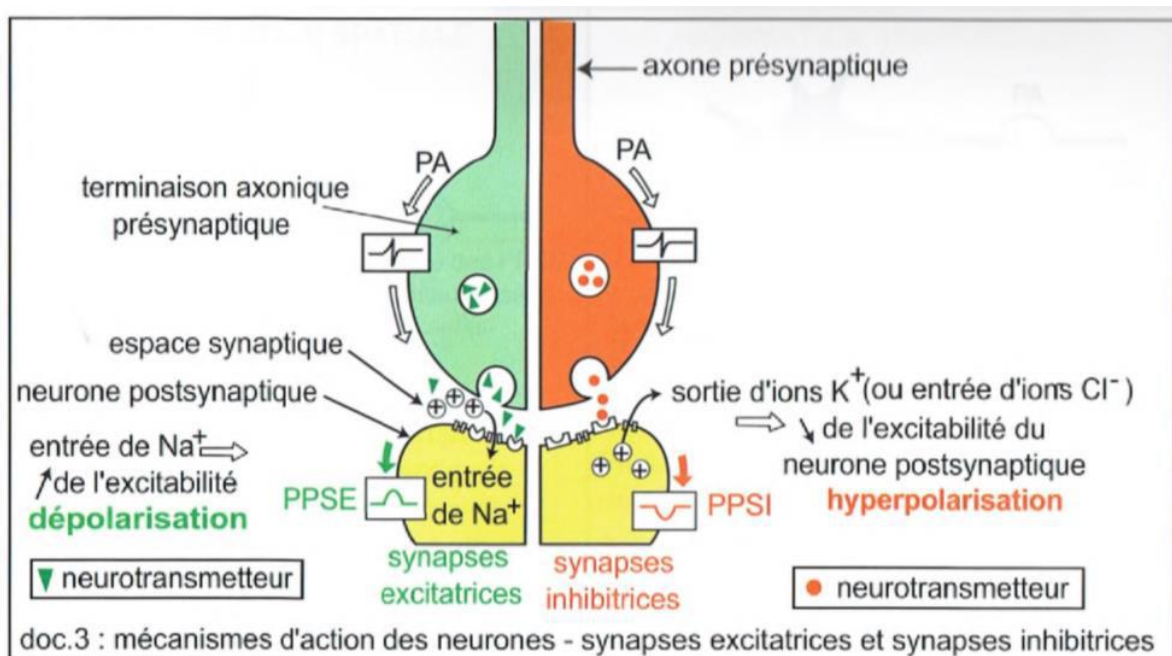
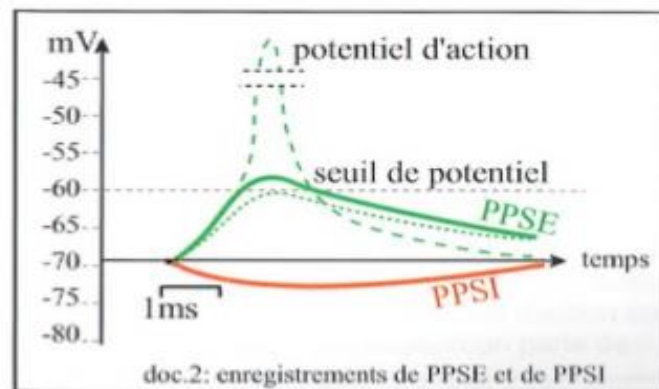
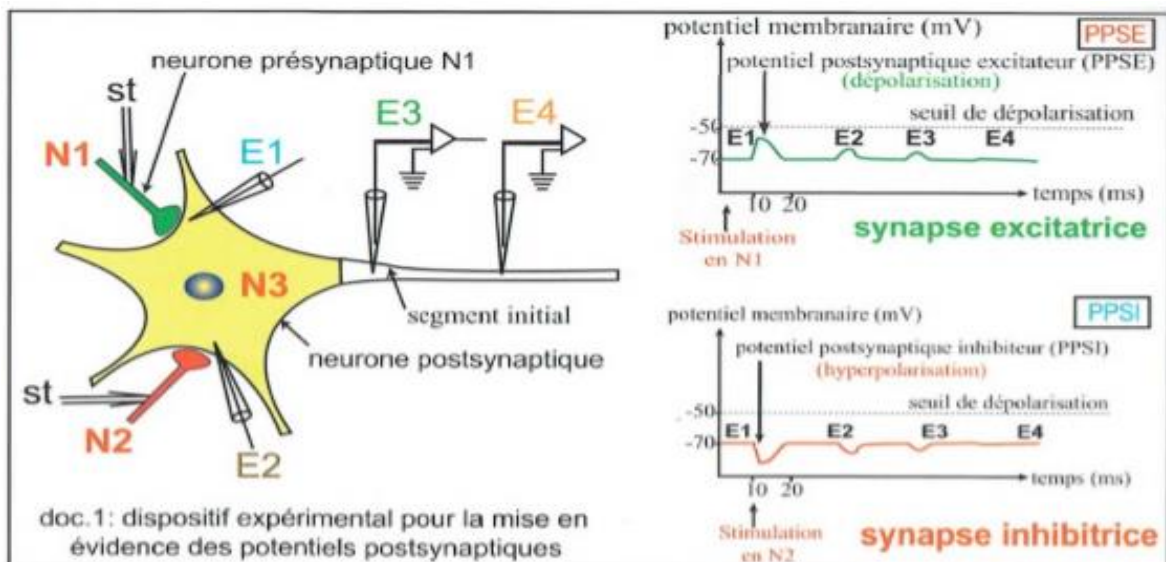
Les cellules nerveuses ou neurones peuvent établir des liaisons entre elles ou avec d'autres cellules du corps. **Le point de contact entre deux cellules nerveuses ou une cellule nerveuse et une autre cellule est appelée Synapse.** On considère la figure suivante :



Consigne : A partir de la figure ci-dessus

1. Explique le fonctionnement d'une synapse à transmission chimique (Doc A).
2. Détermine la nature du message nerveux au niveau de l'axone et bouton terminal du neurone présynaptique (Doc A).
3. Détermine les conséquences de l'absence des ions Ca^{2+} dans l'organisme d'un sujet (Doc A).

Activité 11 : Synapses excitatrices et synapses inhibitrices

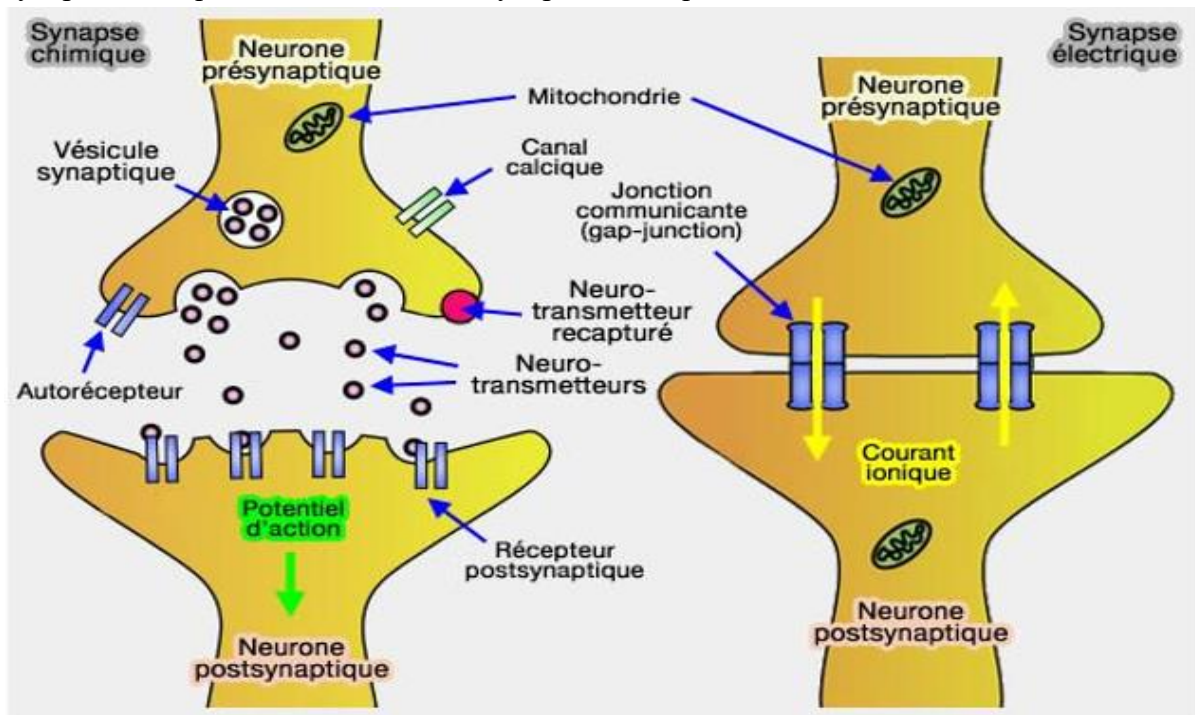


Consigne : A partir de l'exploitation des documents

1. Explique l'origine électrique du PPSI et PPSE.
2. Explique les mécanismes ioniques de PPSI et PPSE.
3. Détermine les conditions de naissance de potentiel d'action dans le neurone postsynaptique.

Activité 12 : Les différents types de transmissions synaptiques

Les documents suivants présentent le mode de transmission du message nerveux au niveau d'une synapse chimique et au niveau d'une synapse électrique.

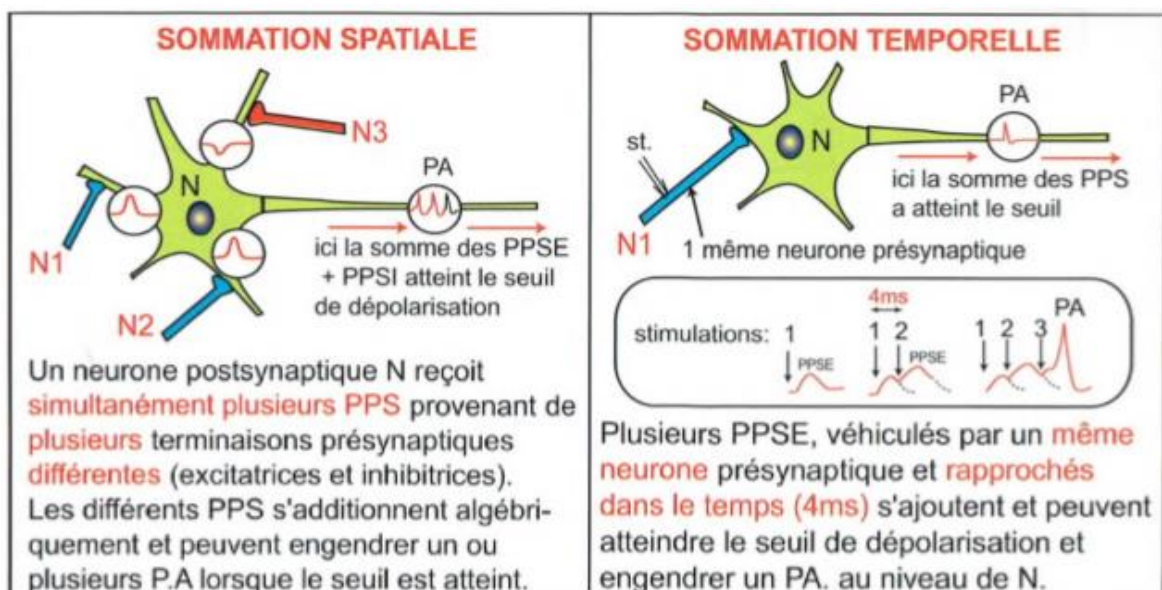


Consigne : A partir de l'exploitation des figures ci-dessus et de tes connaissances

1. Compare la structure des deux (2) types de synapses.
2. Détermine la synapse au niveau de laquelle la transmission du message nerveux est plus rapide. Justifie ton choix.

Activité 13 : Intégration du message nerveux

Un neurone est en contact avec de très nombreux autres neurones par des synapses. Il existe de deux modalités d'intégration des messages nerveux reçu par le neurone postsynaptique.

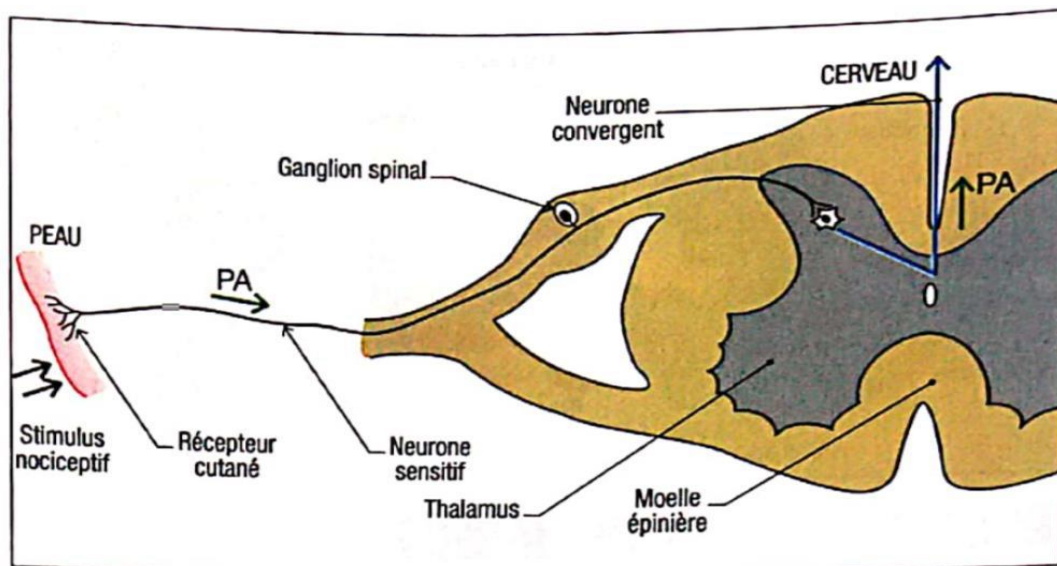


Consigne : A partir de l'exploitation des documents

1. Expliques-en quoi consiste une intégration neuronique.
2. Détermine à quel moment le potentiel postsynaptique globale déclenche un PA ou non.

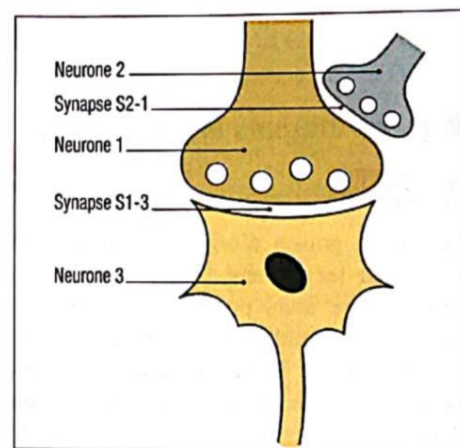
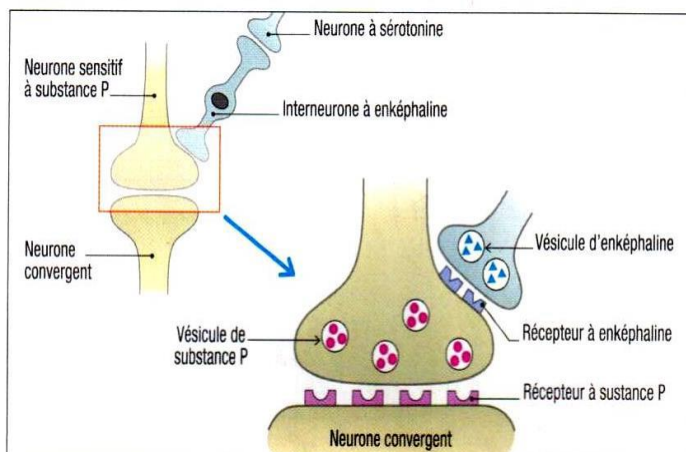
Activité 14 : Le fonctionnement des informations douloureuses

La douleur est une sensation partante de récepteurs sensoriels appelés nocicepteurs qui répondent à des stimulations d'intensité élevée. Ces récepteurs sont localisés dans le derme ainsi que dans les organes internes du corps. Ils sont formés par les extrémités libres de neurones sensitifs.



Document 30 : trajet suivi par les informations douloureuses.

Les neurones sensitifs responsables du transport des informations douloureuses ont une fibre C amyélinisée ou une fibre A delta faiblement myélinisée, qui conduit le message nerveux jusqu'au corps cellulaire localisé dans un ganglion rachidien. Dans la moelle épinière, le neurone sensitif est en contact avec un neurone appelé neurone convergent, qui se projette dans l'encéphale. (DOC1)



Doc2 : les neurotransmetteurs impliqués dans la transmission des informations douloureuses

Doc3 : une association de trois neurones

La stimulation électrique des fibres nerveuses sensibles n°1 entraîne une sensation de douleur. Une analyse fine réalisée avant et après la stimulation montre, au niveau de la synapse S1-3, une augmentation de la concentration en une substance : la substance P.

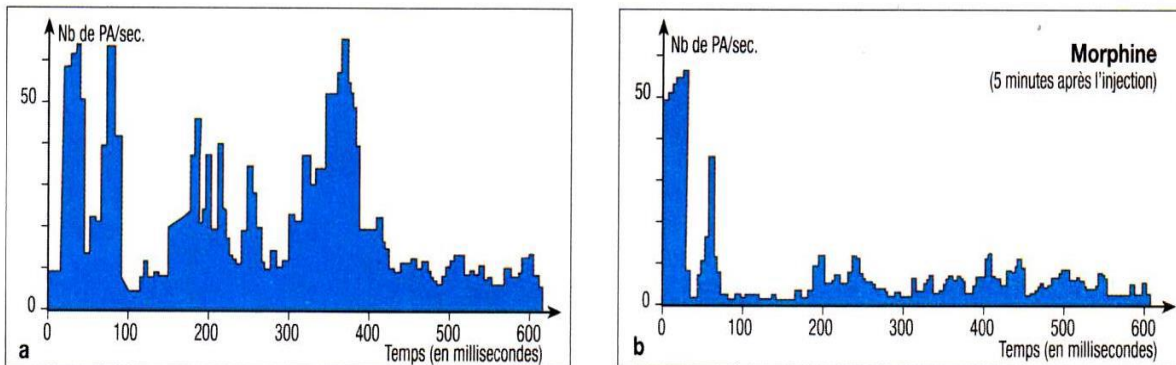
La stimulation du neurone n°2 issu d'une zone de l'encéphale, suivie de celle du neurone n°1 met en évidence d'abord une augmentation de la concentration d'une substance : les enképhalines au niveau de la synapse S2-1, suivie d'une diminution de la concentration en substance P dans la synapse S1-3 par rapport à l'expérience. On constate alors l'absence de douleur.

Les enregistrements des documents 4 a et b correspondent à la réponse du neurone n°3 exprimée en fréquence de potentiels d'actions envoyés vers le cortex cérébral :

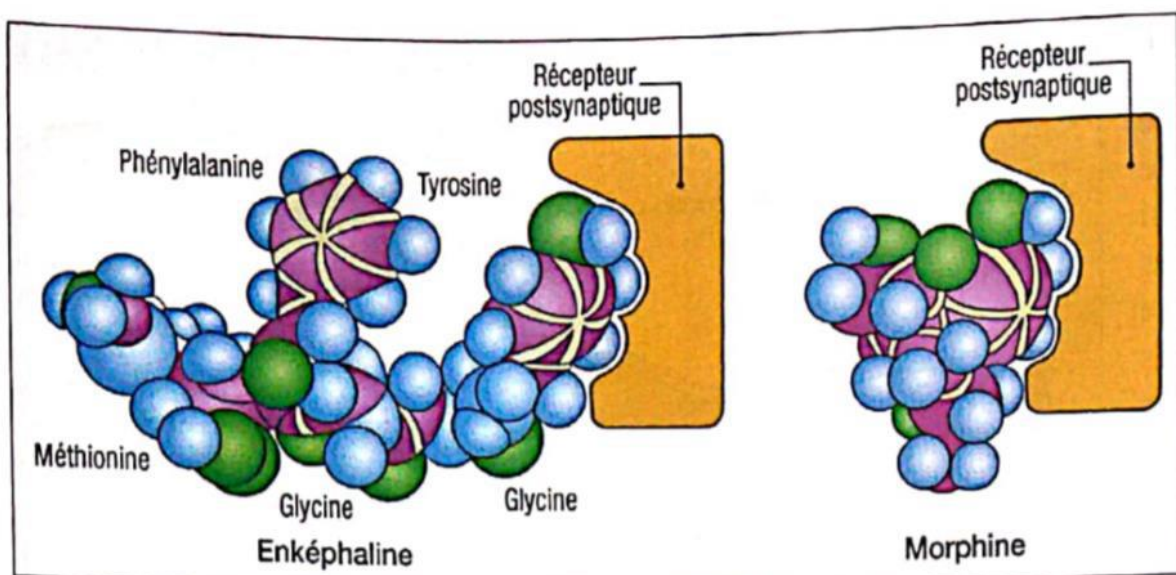
- Document 4 a : à la suite d'une forte stimulation des neurones n°1

- Document 4 b : 5 minutes après l'injection de morphine suivie de la même forte stimulation des neurones n°1.

Rémarque : la morphine n'est pas sécrétée naturellement par l'organisme



Doc4 : potentiels d'action envoyés vers le cortex par le neurone n°3



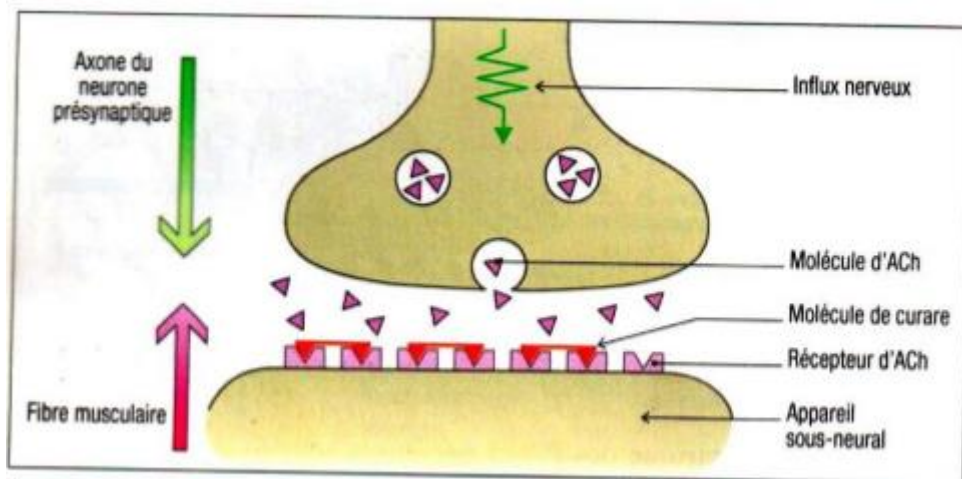
Doc5 : liaison de l'enképhaline et de la morphine avec le même récepteur postsynaptique

Consigne : A partir des documents mise à ta disposition.

1. Détermine le rôle de la substance P et de l'enképhaline.
2. Détermine le rôle de la morphine dans cette expérience et explique-le au niveau moléculaire
3. La morphine est une drogue utilisée en médecine. Dans quel cas peut-elle être utilisée ?

Activité 15 : Action de certaines substances sur les synapses

Le curare, poison d'origine végétale, était utilisé par les Indiens d'Amérique du Sud pour induire leurs pointes de flèches. Le gibier était rapidement paralysé. On sait maintenant que la molécule de curare est assez longue. A ses deux extrémités, elle mime grossièrement une molécule d'acétylcholine (ACh). L'acétylcholine est un neurotransmetteur qui permet la transmission du message nerveux de la fibre nerveuse à la fibre musculaire.



Doc1 : blocage des récepteurs à acétylcholine (ACh) par une drogue

Consigne : A partir de l'exploitation des documents ci-dessus

1. Décris le mode d'action du curare.
2. Explique pourquoi sous l'action du curare les muscles sont paralysés ?

CONCEPT GENERAL V : La relation de l'organisme avec le milieu extérieur

Sous-concept 2 : Quelques aspects du fonctionnement du muscle strié squelettique

Situation problème

Une reprise de volée au football est la résultante d'une coordination entre des mouvements de flexion et d'extension. Les muscles sollicités ont besoin de beaucoup d'énergie pour leur fonctionnement. Une partie de cette énergie est dégagée sous forme de chaleur.

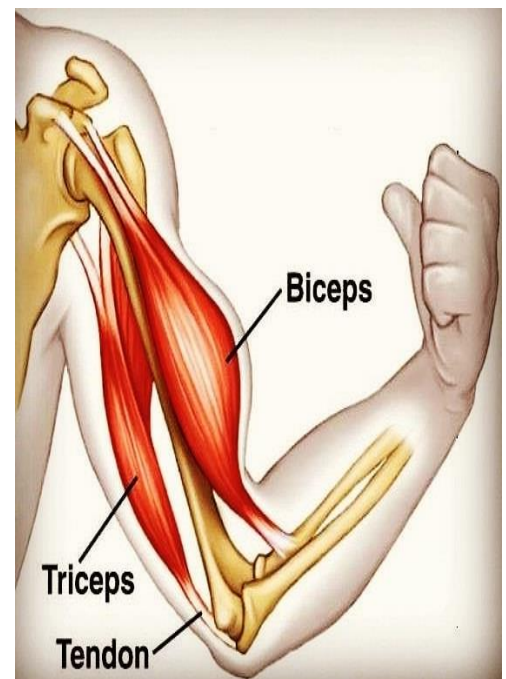
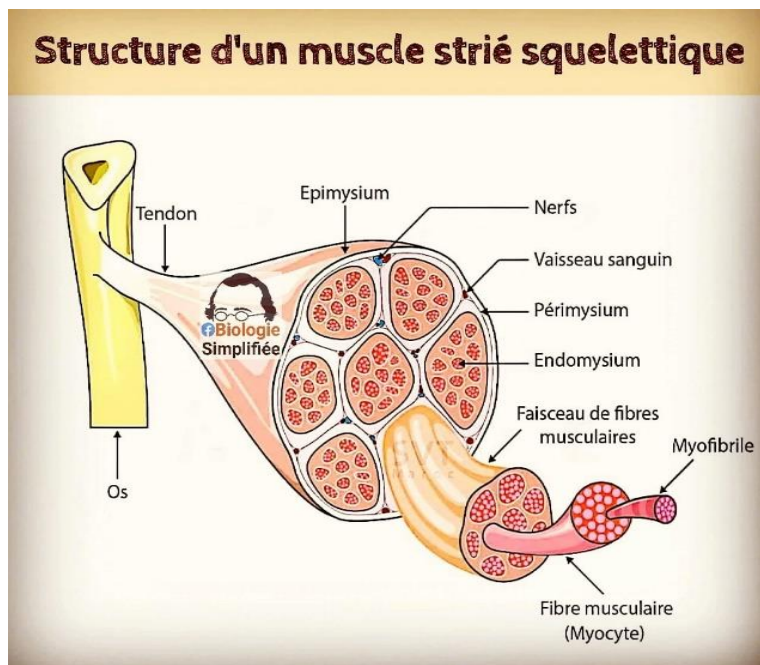
- Quel est le mécanisme de la contraction musculaire ?
- Quelle est la nature structurale qui fait de la fibre musculaire une cellule spécifique dans son fonctionnement ?
- Quels sont les aspects moléculaires et énergétiques de la contraction musculaire ?

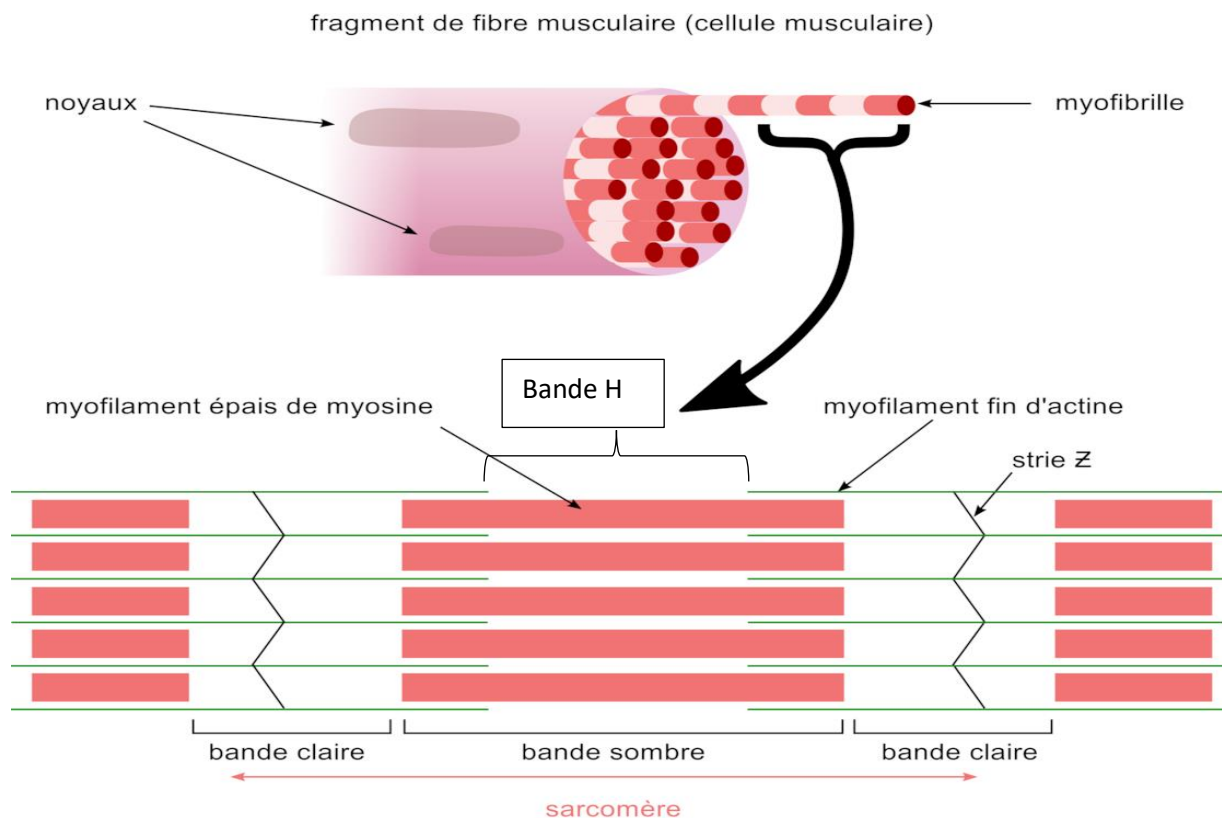
Activité 1 : la constitution d'un muscle strié squelettique

Les muscles squelettiques ont différentes formes. On distingue les muscles en ruban, en éventail, en fuseau, en ronds (orbiculaire des yeux).

Un muscle est formé d'un ensemble de tissus musculaires, ceux-ci sont formés des fibres musculaires. Une fibre musculaire est une grande cellule à plusieurs noyaux. Son diamètre varie de 50 à 150µm. Une fibre d'un muscle strié possède une membrane plasmique (le sarcolemme), un cytoplasme (sarcoplasme) et de faisceaux de fibrilles musculaires (myofibrilles), de plusieurs noyaux.

Les myofibrilles sont des cylindres allongés constitués alternativement de bandes sombres et des bandes claires.





Consigne : A partir des documents ci-dessus

1. Démontre pourquoi le biceps humain est qualifié de muscle strié et de muscle squelettique.
2. Décrit un sarcomère en mettant l'accent sur la constitution de ses différents compartiments.
3. Compare les différents aspects d'un sarcomère pendant la contraction et le relâchement d'un muscle.
4. Justifie l'utilisation de l'expression « unité motrice ».

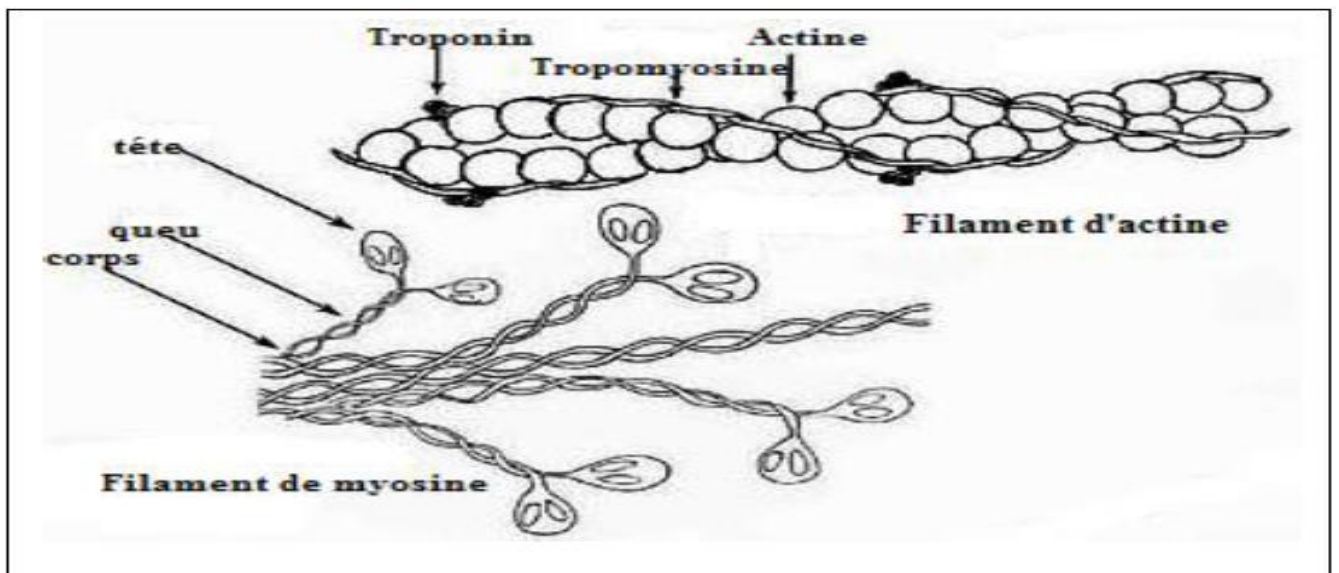
Activité 2 : le phénomène moléculaire liés à la contraction musculaire

Les myofilaments sont constitués de filaments de myosine et de filament d'actine. La contraction musculaire au niveau du sarcomère résulte du glissement des filaments d'actine sur les filaments de myosine. Cela entraîne le raccourcissement de la fibre musculaire (contraction).

Le filament de myosine est formé de deux têtes globulaires : une pour la fixation sur l'actine et l'autre pour celle de l'ATP.

Le filament d'actine possède deux protéines accessoires : la **troponine** et la **tropomyosine**. La troponine est fixée à la fois sur l'actine et sur la **tropomyosine**. Lorsqu'un muscle est au repos, les molécules de **tropomyosine** disposées sur un filament d'actine masquent les sites de fixation de la myosine sur l'actine. Ces sites de fixation de la myosine sur l'actine sont libérés avant la contraction musculaire par les ions Ca^{++} .

De même pour le nerf, on observe au niveau du muscle, un potentiel de repos. La stimulation efficace du muscle, soit par un stimulus extérieur, soit par un influx nerveux afférent, provoque également à la surface membranaire une dépolarisation qui conduit à la création du potentiel d'action. C'est le potentiel d'action du muscle qui conduit à l'établissement des ponts de myosine sur actine grâce aux ions Ca^{++} . La phase de relaxation musculaire se caractérise par le recaptage des ions Ca^{++} par le réticulum endoplasmique grâce au transport actif (nécessitant l'ATP).

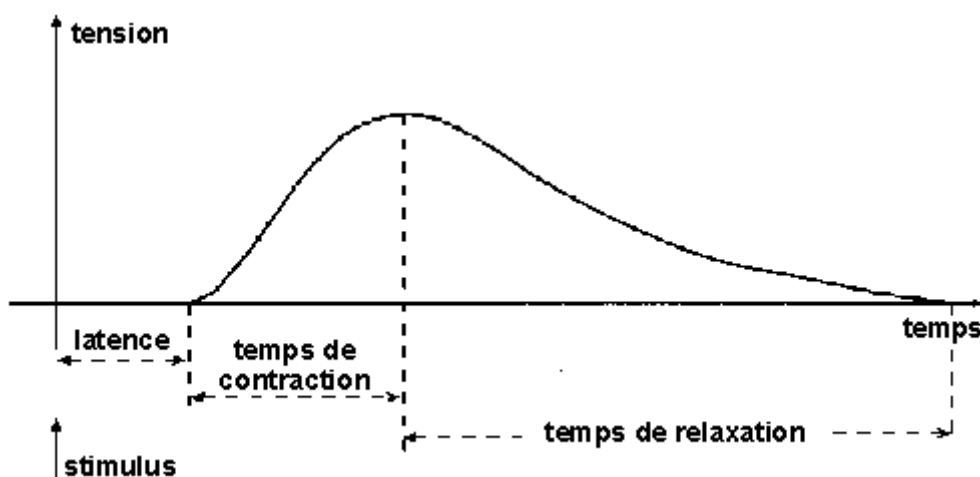


Consigne :

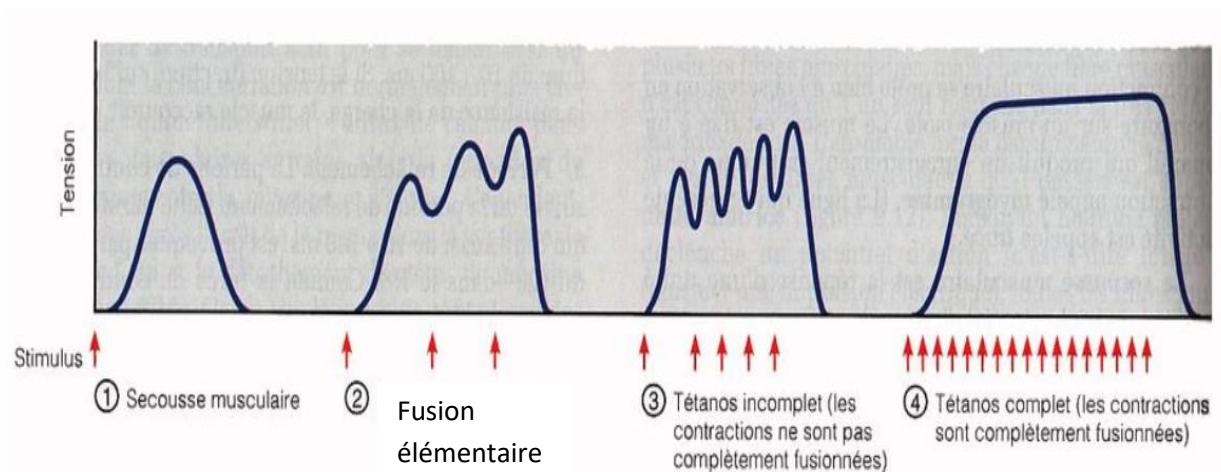
1. Etablis les relations fonctionnelles entre le potentiel d'action musculaire, les ions Ca^{++} et la contraction musculaire.
2. Explique comment le curare peut entrainer la paralysie des muscles et même la mort par asphyxie d'un individu.

Activité 3 : aspect mécanique et énergétique de la contraction musculaire

A l'aide d'un stimulateur, excitons le muscle. Il répond par une contraction élémentaire appelée secousse musculaire puis revient au repos. Le myogramme de la secousse musculaire obtenu peut être divisé en trois phases : phase de latence, phase de contraction et phase de relâchement. La forme du myogramme d'une secousse musculaire dépend de certains paramètres tels que la fatigue musculaire, la température et la structure du muscle. Les différentes secousses musculaires sont représentées dans le document suivant :



Une secousse musculaire



Consigne :

1. Compare les durées des différentes phases d'une secousse musculaire.
2. Quelle est la différence entre tétanos physiologique parfait et imparfait. Justifie cette différence.
3. Quelle est l'influence des fréquences de stimulation sur la contraction musculaire.

Activité 4 : Régénération des molécules d'ATP dégradées

Le tableau ci-dessous présente les résultats du dosage de certains constituants dans un muscle au repos et dans le même muscle après contraction dans diverses conditions expérimentales.

Conditions expérimentales	Observations	Produits dosés	Résultats du dosage	
			Avant la contraction	Après la contraction
Stimulation du muscle non traité	Contraction du muscle pendant 3 minutes	Glycogène Acide lactique ATP Phosphocréatine	1.62 1.5 2 1.5	1.21 1.95 2 1.5
Stimulation du muscle traité avec une substance bloquant l'utilisation du glycogène.	Contraction du muscle pendant 3 minutes	Glycogène Acide lactique ATP Phosphocréatine	1.62 1.5 2 1.5	1.62 1.5 2 0.4
Stimulation du muscle traité avec une substance bloquant l'utilisation du glycogène et de la phosphocréatine.	Contraction du muscle puis arrêt.	Glycogène Acide lactique ATP Phosphocréatine	1.62 1.5 2 1.5	1.62 1.5 0 1.5

Consigne : à partir de ce tableau,

1. Analyse et interprète les 3 expériences.
2. Conclure les différentes voies de régénération.

Activité 5 : Les types de fibres musculaires en fonction de leurs rôles

Caractéristiques	Fibre de type I (rouge)	Fibre de type II (blanche)	
Surface moyenne	4	5	5,3
Vitesse de contraction	Lente	Moyenne	Rapide
Mitochondries	+++	++	+
Capillaires par fibre	4-5	3-4	3
Myoglobine	+++	++	+
Glycogène	++	++	+++
Triglycérides	+++	++	+
Activité myosine ATPase	Faible	Elevée	Elevée
Métabolisme principal	Aérobie (phosphorylation oxydative)	Mixte	Anaérobie (glycolyse)

Consigne : à l'aide de ce tableau,

1. Compare les caractéristiques des fibres de type I et de type II.
2. Classe-les en fibres lentes et rapides.

CONCEPT GENERAL V : La relation de l'organisme avec le milieu extérieur

Sous-concept 3 : Les activités cérébrales et la motricité volontaire

Situation problème :

Ali fait des remarques sur le fonctionnement de son corps, il se rend compte qu'il peut contrôler les mouvements de certains muscles, d'autres non. On dirait que leur contraction est régulée de façon automatique. Cherchant à comprendre, il se pose la question suivante :

Pourquoi je ne peux pas contrôler la contraction de tous les muscles de mon corps ?

Aidez Ali, en répondant aux activités ci-dessous :

Activité 1 : Le comportement volontaire

Le siège de l'activité cérébrale est l'encéphale. Naît d'une intention définie et non d'un stimulus. Certains de ses facteurs sont : la motricité volontaire, les réactions émotionnelles, les états de vigilance, la pensée, le langage et le sommeil.

Une variation du diamètre de la pupille suivant la luminosité, le retrait brusque de la main au contact d'une plaque chauffante sont des réponses automatiques de l'organisme qualifiées de réactions réflexes.

Dans cette même catégorie, on peut citer : la régulation réflexe de l'activité cardiaque, les mouvements respiratoires, les mouvements de l'estomac, de l'intestin, etc. Tirer un ballon de football, décider de faire des abdominaux chaque matin au réveil sont des comportements intentionnels ou mouvements intentionnels qui implique la volonté de l'individu. Selon le cas, un même mouvement peut être à la fois volontaire et réflexe, par exemple le réflexe rotulien qui correspond à un mouvement qui correspond à un mouvement involontaire d'extension de la jambe provoqué par un coup sec en point précis en dessous de la rotule.

Ce résultat peut être obtenu volontairement par une personne qui décide de projeter sa jambe en position assise. Toutes ces réactions réflexes et volontaires entraînent la contraction des muscles. Certains gestes chez l'homme sont souvent précédés d'une succession de mouvements automatiques (le désir de boire de l'eau est précédé par prendre un verre, le remplir d'eau et ensuite le porter à la bouche). Chez l'animal, il est difficile de parler de motricité volontaire.

Consigne : lis attentivement le texte ci-dessus et à l'aide de tes connaissances sur les mouvements

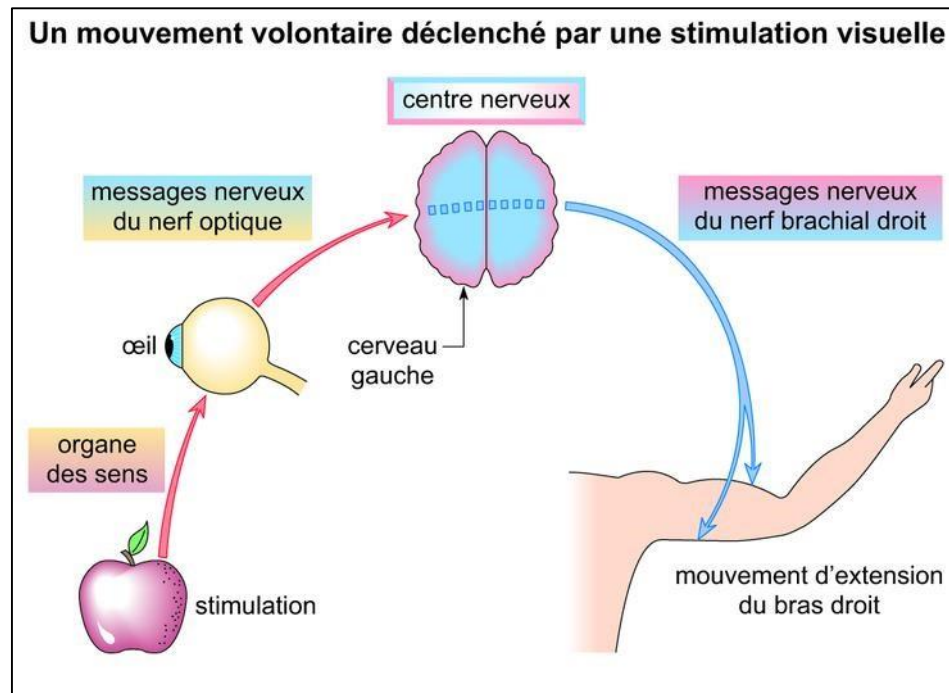
1. Explique pourquoi il est difficile de parler de motricité volontaire chez un animal (décris un exemple)
2. Cite les caractéristiques d'un mouvement volontaire. Quelle zone de l'encéphale commande la motricité volontaire ?

Activité 2 : Le trajet de l'influx nerveux dans un mouvement volontaire

L'influx nerveux moteur prend naissance au niveau du cerveau et passe par le bulbe rachidien pour atteindre la moelle épinière. De la moelle épinière, l'influx nerveux moteur emprunte un motoneurone médullaire qui le conduit jusqu'à un organe effecteur.

Les voies motrices sont croisées c'est-à-dire que l'aire motrice située dans l'hémisphère cérébral gauche commande les muscles situés dans la moitié droite du corps et vice versa.

Les voies sensibles sont aussi croisées : les messages sensoriels qui proviennent des organes de sens de la moitié gauche du corps arrivent dans les aires sensibles de l'hémisphère cérébral droit par exemple



Consigne : A l'aide du texte ci-dessus et de tes connaissances

1. A l'aide d'un schéma bien annoté, décris le trajet de l'influx moteur dans la réalisation d'un mouvement intentionnel.
2. Dresse sous forme d'un tableau le bilan de l'initiation à l'exécution d'un mouvement.

SYNTHESE GENERALE

INTRODUCTION :

Les mouvements volontaires sont ceux qui nécessitent l'intervention de notre volonté. Ils ne sont pas automatiques. Ils sont commandés par l'écorce grise du cerveau ou cortex cérébral. Le cerveau est donc le centre nerveux qui commande les mouvements volontaires.

I. LE MOUVEMENT VOLONTAIRE OU MOUVEMENT INTENTIONNEL

Le mouvement volontaire contrairement au mouvement involontaire nécessite l'intervention du cerveau pour son exécution. Sa réalisation met en jeu des mécanismes de contrôle par le système nerveux central. L'organe du mouvement est le muscle squelettique qui est relié aux os par les tendons. Il diffère donc du mouvement involontaire qui est un acte réflexe automatique qui nécessite la présence

d'un stimulus extérieur pour son déclenchement. Parfois la distinction entre l'activité réflexe et la motricité dirigée n'est pas facile dans la mesure où la motricité dirigée peut aussi déclencher une succession de mouvements automatiques à la suite des apprentissages.

II. LE TRAJET DE L'INFLUX NERVEUX DANS UN MOUVEMENT VOLONTAIRE

Le message nerveux moteur sort des aires corticales motrices par des voies nerveuses efférentes. Les voies doivent aboutir dans la moelle épinière où sont les motoneurones de la commande de la contraction musculaire. C'est aussi la moelle épinière qui assure la transmission aux muscles des commandes motrices élaborées par les centres encéphaliques.

- Les voies directes : elles sont directement connectées aux aires motrices. Elles constituent la voie pyramidale avec peu de relais synaptiques qui intervient dans la commande des mouvements fins et précis.
- Les voies indirectes : la connexion avec les aires corticales motrices est indirecte. Elles constituent les voies extra pyramidales qui sont plus lentes que les premières. Elles interviennent dans la commande des mouvements d'ensemble et le contrôle des postures.

La voie pyramidale est directement connectée aux motoneurones médullaires reliés aux muscles alors que la voie extra pyramidale ne peut atteindre les mêmes motoneurones qu'après des relais synaptiques dans la base de l'encéphale.

CONCLUSION :

La réalisation d'un mouvement intentionnel est complexe et passe par :

- L'élaboration d'un message nerveux par l'aire corticale motrice ;
- L'identification du but à atteindre ;
- La stimulation de l'aire corticale motrice (centres corticaux responsables de la prise de décision et centres corticaux responsables de la programmation des mouvements) par des fibres afférentes sensorielles internes et externes.

CONCEPT GENERAL IV : LA REGULATION HORMONALE ET NERVEUSE SOUS-CONCEPT 1 : La régulation du taux des hormones sexuelles

Situation problème

Un jour, maman **Mariama** appelle sa fille **Alima** âgée de 14 ans dans sa chambre afin de lui donner conseils.

Elle s'adresse à sa fille en ces termes : « **tu sais ma fille tu es sur la voie devenir une femme.**

Ton corps va subir des changements : tes seins vont commencer à pousser, tu vas avoir des poils pubiens et au niveau des aisselles et tu vas voir tes règles etc. Fais attention, lorsque ces signes apparaitront tu seras désormais en mesure de tomber enceinte »

Ayant écoutée avec attention, les explications superficielles de sa maman, la jeune **Alima** se pose les questions suivantes :

- **Qu'est ce qui est à l'origine de ces changements corporelles ?**
- **Quel phénomène est responsable de l'apparition des règles ?**

A partir des activités ci-dessous, aidez **Alima** à mieux comprendre.

ACTIVITES

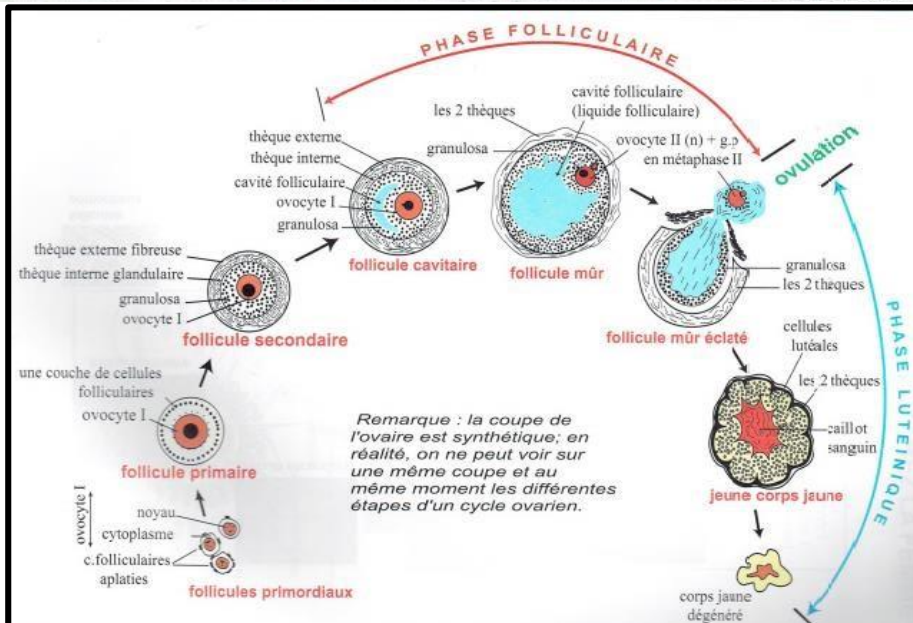
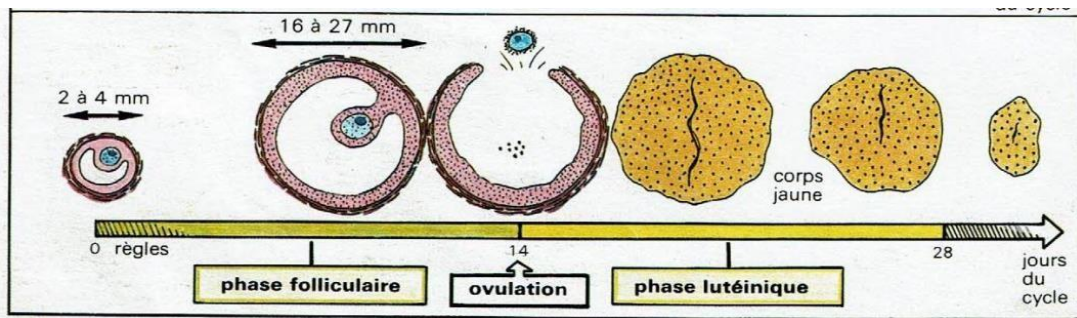
Activité 1 : Le cycle menstruel chez la femme

L'appareil génital de la femme est caractérisé par un fonctionnement cyclique qui débute à la puberté et s'achève à la ménopause (entre 45 et 55 ans). Le cycle génital, dont la durée moyenne est de 28 jours (elle peut varier de 24 à 32 jours selon les femmes). A chaque cycle menstruel se répète une série de transformation complexes qui concernent plusieurs organes. On peut distinguer un cycle des ovaires

(cycle ovarien), mais aussi un cycle de l'utérus (cycle utérin). Ces cycles sont parfaitement synchronisés.

A. Cycle ovarien :

Au début de chaque nouveau cycle menstruel, un follicule ovarien grossit et subit une maturation qui le transforme en follicule de De Graaf. Parallèlement, l'ovocyte I qui était au repos depuis la naissance termine sa transformation en ovocyte II (c'est l'ovogenèse). Le document suivant est un cycle ovarien. Les documents ci-après représente un cycle ovarien.



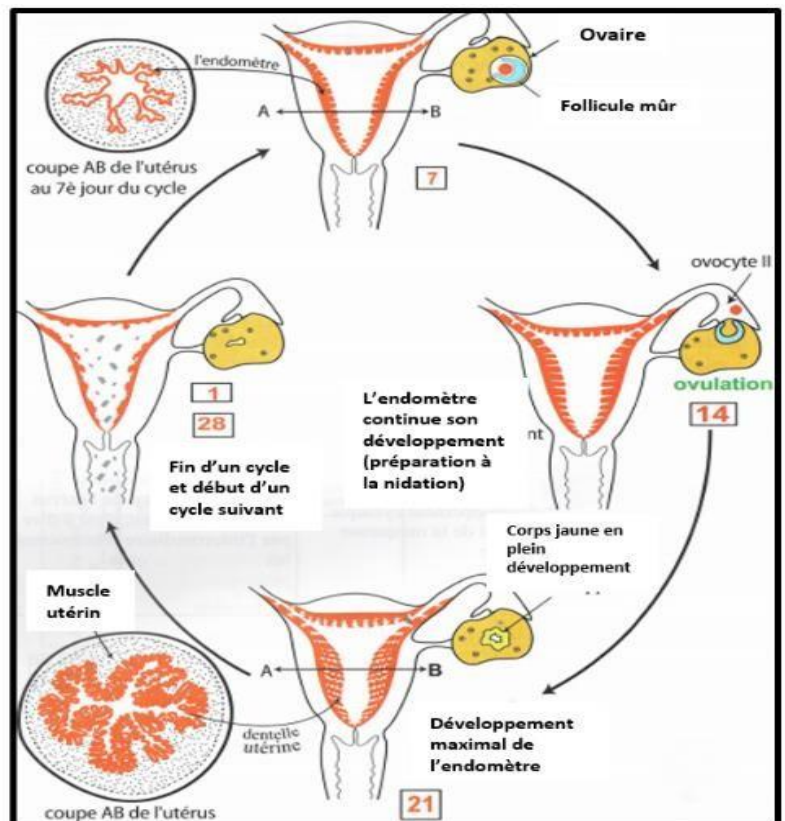
Consigne A : A partir des documents ci -dessus

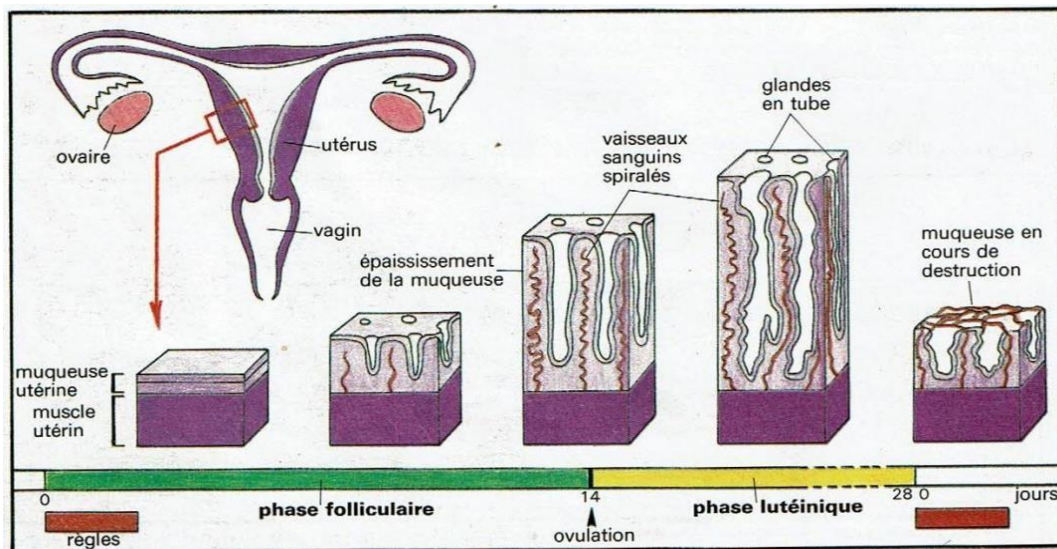
1. Cite les différentes phases du cycle ovarien.
2. Précise les caractéristiques de chaque phase.

B. Cycle utérin :

L'utérus est formé d'une tunique musculaire lisse doublée intérieurement d'une muqueuse; la muqueuse utérine, encore appelée endomètre, est formée d'une lame conjonctive (chorion) richement vascularisée, recouverte d'un épithélium glandulaire. L'endomètre subit des transformations au cours du cycle.

Les documents ci -contre indiquent des manifestations affectant l'utérus lors d'un cycle menstruel





Consigne B : A partir des documents ci-dessus

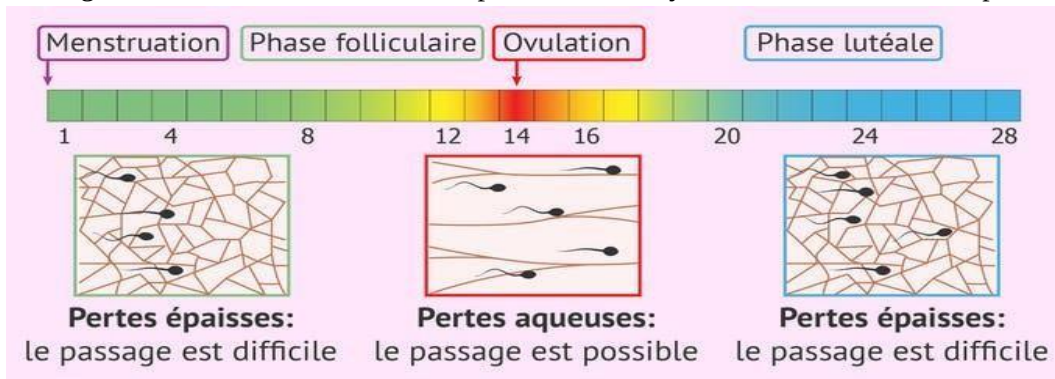
1. Précise la partie de l'utérus concerné par ces manifestations.
2. Explique les modifications subies par l'utérus d'une femme au cours d'un cycle

C : Le cycle de la glaire cervicale :

La glaire cervicale est une sécrétion de glycoprotéines par les cellules glandulaires du canal de la paroi du col de l'utérus dont les propriétés et la quantité sécrétée varient au cours du cycle menstruel.

En période d'infécondité : la glaire cervicale obstrue le col, son maillage est serré de filaments

En période de fécondité : elle devient perméable aux spermatozoïdes grâce à une détente du maillage, mais arrête tout de même les spermatozoïdes ayant des malformations importantes



Consigne : A partir du document et du texte

1. Décris le comportement des mailles de la glaire cervicale au cours du cycle.
2. Sachant que la glaire cervicale est un facteur essentiel pour la fécondation, précise les rôles qui lui sont attribués.

Activité 2 : L'activité testiculaire et son contrôle

hormonal

A. Rôle des testicules et de la testostérone :

A partir de la puberté, les testicules produisent des spermatozoïdes (tubes séminifères) et de la testostérone (cellules de Leydig). Pour comprendre le fonctionnement des testicules et sa régulation des expériences et leurs résultats sont consignées dans le tableau ci-dessous.

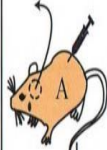
expériences	expérience 1: castration bilatérale d'un rat impuère	expérience 2: rat adulte castration bilatérale	expériences	expérience 3: rat adulte greffe de testicule OU extraits testiculaires	expérience 4 : irradiation aux RX cellules de Leydig détruites
résultats	* stérilité à l'âge adulte * non apparition des caractères sexuels secondaires * appareil génital infantile (atrophie)	* stérilité * régression des caractères sexuels secondaires * atrophie du tractus génital	résultats	* stérilité dans les 2 cas * restauration et développement des C.S.S	* stérilité (tubes séminifères vides) * régression des caractères sexuels secondaires

Consigne A : A partir des tableaux

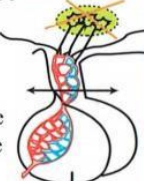
1. Interprète chaque expérience et tire une conclusion.
2. Donne les deux fonctions des testicules.

B. Rôle de l'hypophyse et de l'hypothalamus :

L'atrophie des testicules est associée à des signes cliniques variés : stérilité, absence ou faible développement des caractères masculins. Ces cas sont souvent dus à un déficit d'origine hypophysaire. Des expériences réalisées et leurs résultats sont consignées dans les tableaux ci-après.

L'HYPOPHYSE CONTROLE LES TESTICULES					
expériences	expérience 1 extraction de l'hypophyse rat mâle adulte hypophysectomisé 	expérience 2: animal hypophysectomisé puis injection d'extraits hypophysaires 	expérience 3: injection de FSH seule à concentration adaptée 	expériences extraction de l'hypophyse injection de LH seule 	expérience 5: injection de FSH + LH ensemble à concentration adaptée 
	résultats * regression des testicules * arrêt de la spermatogenèse (doc.1 ci-dessous) * régression des tubes séminifères et des cellules de Leydig (arrêt de production de testostérone).	résultats * reprise du fonctionnement du testicule (spermatogenèse et production de testostérone). * restauration des caractères sexuels secondaires.	résultats * ↑ de la masse des testicules * il y a certaines étapes de la spermatogenèse (doc.2) * les cellules interstitielles sont peu développées et la testostérone très peu importante . * régression des caractères sexuels secondaires.	résultats *restauration des cellules de Leydig *augmentation du taux circulant de testostérone * pas de reprise de la spermatogenèse (tubes séminifères non fonctionnels).	résultats *retour à la normale: *augmentation du taux circulant de testostérone *la spermatogenèse reprend *les caractères sexuels secondaires sont restaurés.

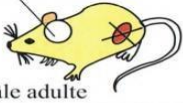
RÔLE DE L'HYPOTHALAMUS

expériences	Expérience 1	Expérience 2	Expérience 3	Expérience 4
	lésion de certains noyaux gris de l'hypothalamus ou ligature de la tige pituitaire 	on extrait l'hypophyse puis on la greffe ailleurs dans le corps  rat mâle adulte	micro-injections discontinues d'extraits hypothalamiques au niveau de la tige pituitaire sectionnée	micro-injections continues d'extraits hypothalamiques au niveau de la tige pituitaire sectionnée
résultats	*atrophie des testicules (stérilité) *baisse de la production de gonadostimulines (FSH et LH) et de la testostérone (doc.1)	*atrophie des testicules (stérilité) *arrêt de la production de gonadostimulines (FSH et LH)	*reprise de la production de gonadostimulines (FSH et LH)	*La reprise de la production de gonadostimulines (FSH et LH) ne se fait point.

Consigne B : A partir de ces expériences

1. Identifie les hormones sécrétées par l'hypophyse et l'hypothalamus, ainsi que leurs cibles et leurs effets.

C. Rétrocontrôle chez le mâle

Expériences	Résultats
expérience 1 hypophyse castration hypertrophiée bilatérale  rat mâle adulte	* stérilité * hypertrophie de l'hypophyse * sécrétion massive de LH et de FSH (doc.2A)
expérience 2 castration puis injection de testostérone  rat mâle adulte	* chute rapide du taux de LH avec arrêt des pulses de cette hormone (doc.2B) * stérilité

expérience 3 - Injection de testostérone au niveau de l'hypothalamus	* Chute du taux de GnRH avec diminution des pulses.
--	---

Consigne C : A partir des expériences

- Identifie les actions des hormones testiculaires sur le complexe hypothalamo-hypophysaire.
- Réalise un schéma de régulation des hormones masculin.

Activité 2 : La régulation des cycles chez la femme

A. Relations entre les ovaires et l'utérus : Pour comprendre le fonctionnement hormonal chez la femme on réalise des séries d'expériences dont les résultats sont consignés dans les tableaux ci-après.

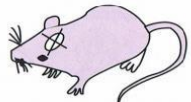
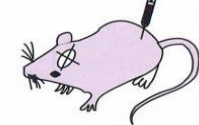
Expériences	Résultats
constat 1: ratte témoin	* cycles ovariens et utérins normaux
Expérience 2: ablation de l'utérus chez une ratte pubère 	* arrêt de la menstruation * les ovaires ont une activité cyclique normale * pas d'effet sur les caractères sexuels féminins
Expérience 3: ablation des 2 ovaires (ovariectomie bilatérale ou castration)  ratte adulte	* arrêt des cycles utérins * atrophie de l'utérus * régression de certains caractères sexuels féminins

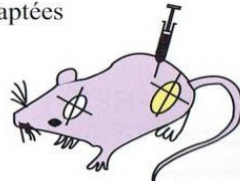
Expérience 4: chez une femelle castrée, on greffe un ovaire sous la peau 	* développement cyclique normal de la muqueuse utérine
Expérience 5: chez une femelle castrée, on fait une injection d'extraits ovariens 	* l'utérus se développe et l'endomètre prolifère mais son activité ne devient cyclique que si les doses d'hormones sont bien adaptées

Consigne A : A partir des résultats de ces résultats

- Détermine les relations entre les ovaires et l'utérus.
- Utilise le dernier document pour préciser les structures ovariennes qui sécrètent ces hormones.
- Précise les actions de ces hormones sur l'utérus.

B. Le rôle de l'hypothalamus et de l'hypophyse

expériences	résultats
Expérience 1: ablation de l'hypophyse (ratte hypophysectomisée pubère) 	* pas d'activité ovarienne (ni sécrétions hormonales ni ovulation) * atrophie de la muqueuse
Expérience 2: ovaires intacts ablation de l'hypophyse puis injection d'extraits hypophysaires 	* correction des troubles causés par l'hypophysectomie: - développement des ovaires et de l'utérus. - reprise des cycles ovariens et utérins.

Expérience 3: ovariectomie et hypophysectomie puis injection d'extraits hypophysaires (FSH-LH) à doses adaptées 	* les injections ont un effet sur les structures ovariennes mais n'ont aucun effet sur l'endomètre (pas de développement).
---	--

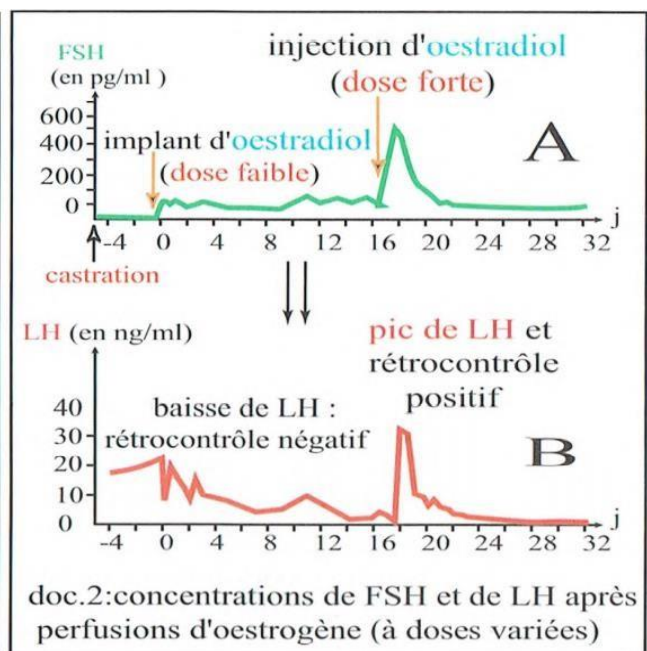
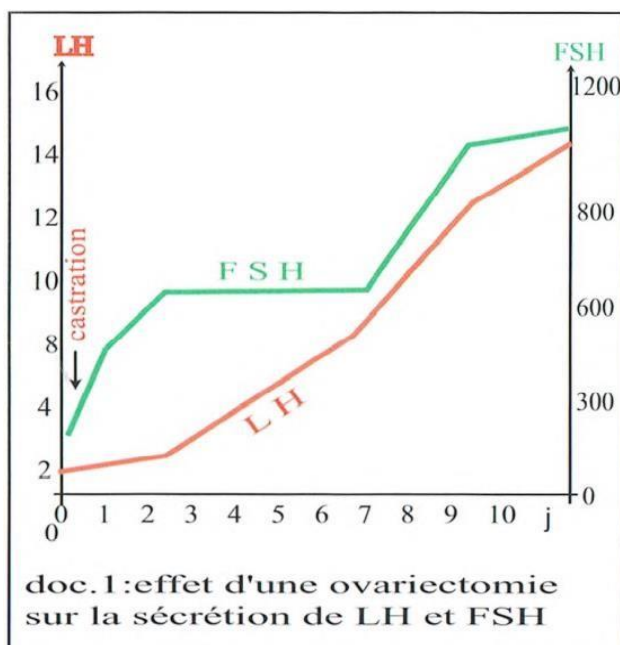
Consigne B : A partir des résultats de ces expériences

- Déterminer les relations entre l'hypothalamus, l'hypophyse et les ovaires.

C. Le rétrocontrôle ovarien sur le complexe hypothalamo-hypophysaire

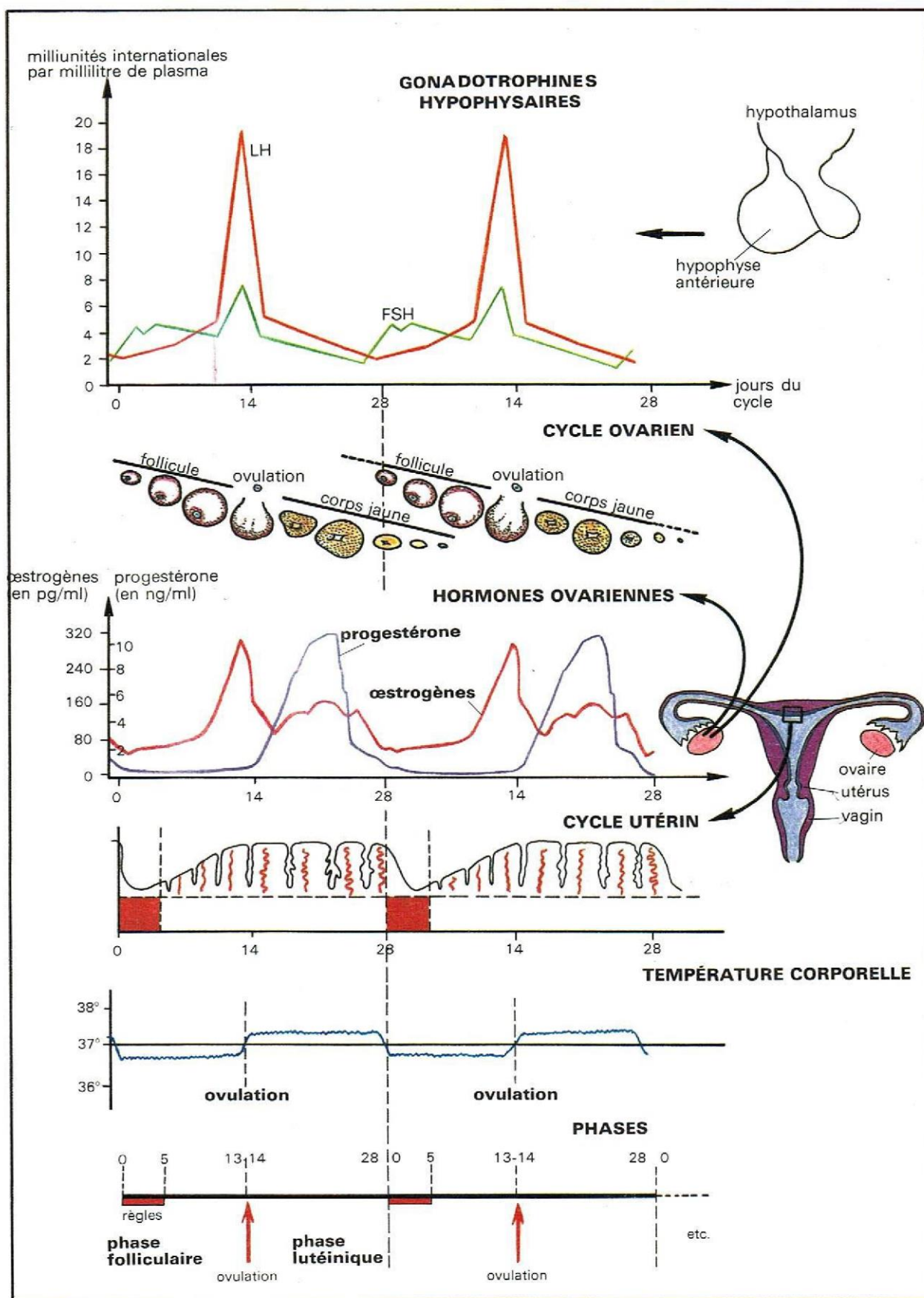
Expérience 1 : extraction des 2 ovaires d'une rate adulte	* augmentation des taux sanguins des gonadostimulines (FSH et LH) doc.1
Expérience 2 : injection d'une faible dose d'oestradiol (celle du début de la phase folliculaire)	* diminution des taux de FSH et de LH (doc.2A)

Expérience 3 : injection d'une forte dose d'oestradiol (celle de la fin de la phase folliculaire)	* augmentation des taux sanguins de LH surtout. * il y a ovulation après un pic de LH (doc.2B).
Expérience 4 : injection d'une forte dose de progestérone (seule ou associée à des oestrogènes à + ou - grande concentration) ; voir doc.3 page suivante.	* baisse du taux de LH * disparition du cycle ovarien * blocage de l'ovulation (pas de pic de LH).



Consigne C : A partir des expériences ci-dessus

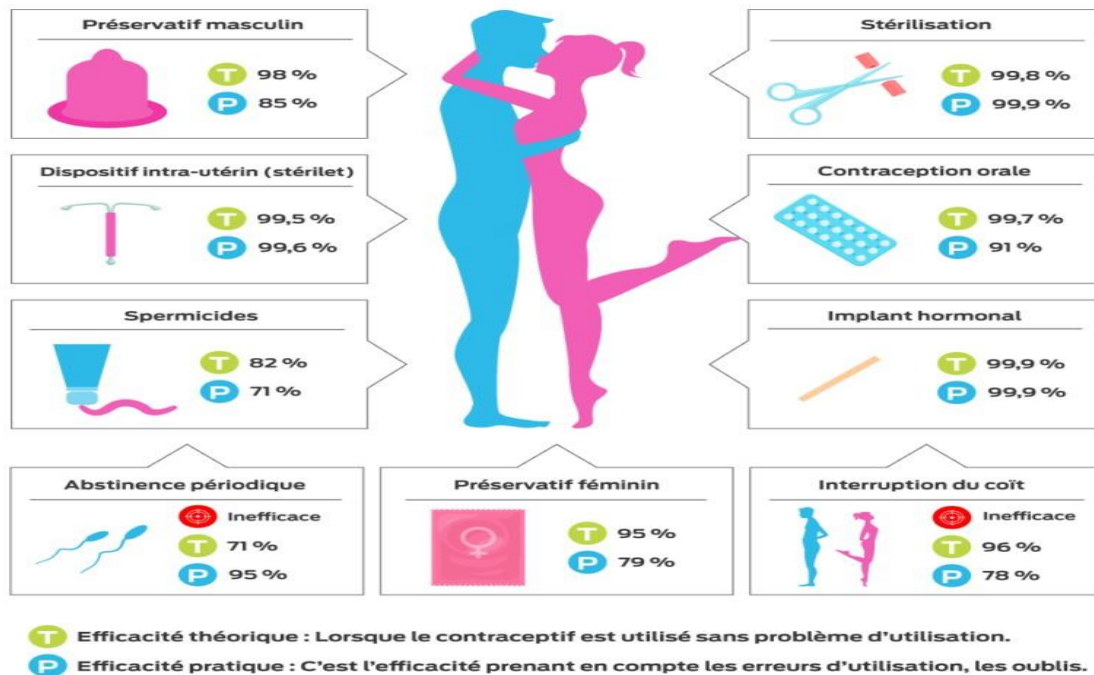
1. Interprète chacune de ces expériences
2. Tire une conclusion
3. Réalise un schéma complet de la régulation des hormones sexuelles chez la femme.



Activité 3 : La maîtrise de la reproduction

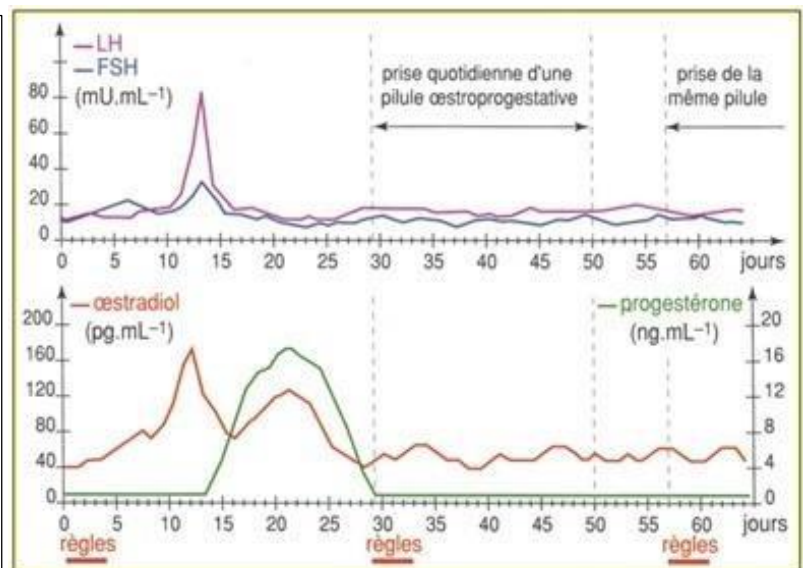
Les échanges amoureux entre deux partenaires de sexe opposé le désirent peuvent, aboutir à une grossesse. Dans ce cas, il y a naturellement transmission des cellules reproductrices d'une personne à l'autre, et possibilité d'une fécondation, à moins que les partenaires n'interviennent volontairement pour l'éviter. Il existe plusieurs types d'interventions possibles pour éviter le développement d'un nouvel être humain.

A. Des méthodes qui empêchent la rencontre des cellules reproductrices : ce sont des méthodes contraceptives. Il en existe bien chez les hommes que chez les femmes comme le montre le document suivant.



Concentration sanguine des hormones ovariennes et hypophysaires chez une femme prenant ou non une pilule combinée.

Ce contraceptif contient un progestatif et un œstrogène de synthèse (éthynylestradiol). Il est efficace à 97%. Seul le dosage des hormones ovariennes naturelles est ici figuré.



Consigne A : A partir des documents mis à votre disposition

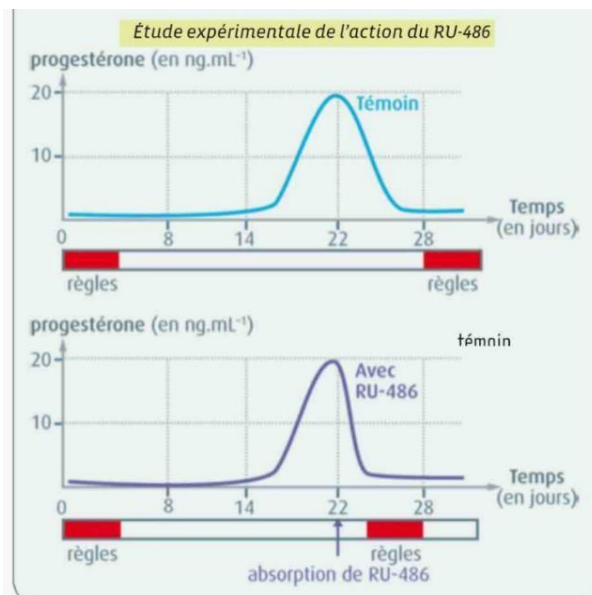
1. Définis la contraception.
2. Précise les méthodes naturelles, chimiques, mécaniques et chirurgicales.
3. Explique le mode d'action de la pilule œstroprogestative.

B. Des méthodes qui empêchent une cellule-œuf de s'implanter dans l'utérus, s'il y a eu une fécondation, méthodes dites contraceptives, empêchent la gestation.

L'interruption volontaire de grossesse, ou IVG, est une intervention médicamenteuse (à l'aide du RU-486) qui vise à supprimer une grossesse débutante. Selon la loi, on ne peut pas recourir à l'IVG médicamenteuse à l'aide du RU-486 au-delà de 7 semaines d'absence de règles (14 semaines pour l'IVG chirurgicale).

Le RU-486 a une action anti-progestative sur l'utérus. Cette molécule provoque :

- Un ramollissement du col de l'utérus ;
- Une augmentation de la contractilité du muscle utérin ; - Un décollement plus facile de l'embryon.



protocole	Lot 1	Lot 2	Lot 3
Injection intraveineuse	Œstradiol	Œstradiol puis progestérone	Œstradiol progestérone
Absorption orale de RU 486	Non	Non	Oui : 20 mg kg ⁻¹
Aspect, en coupe, de l'utérus à la fin du traitement	muqueuse	muqueuse	muqueuse

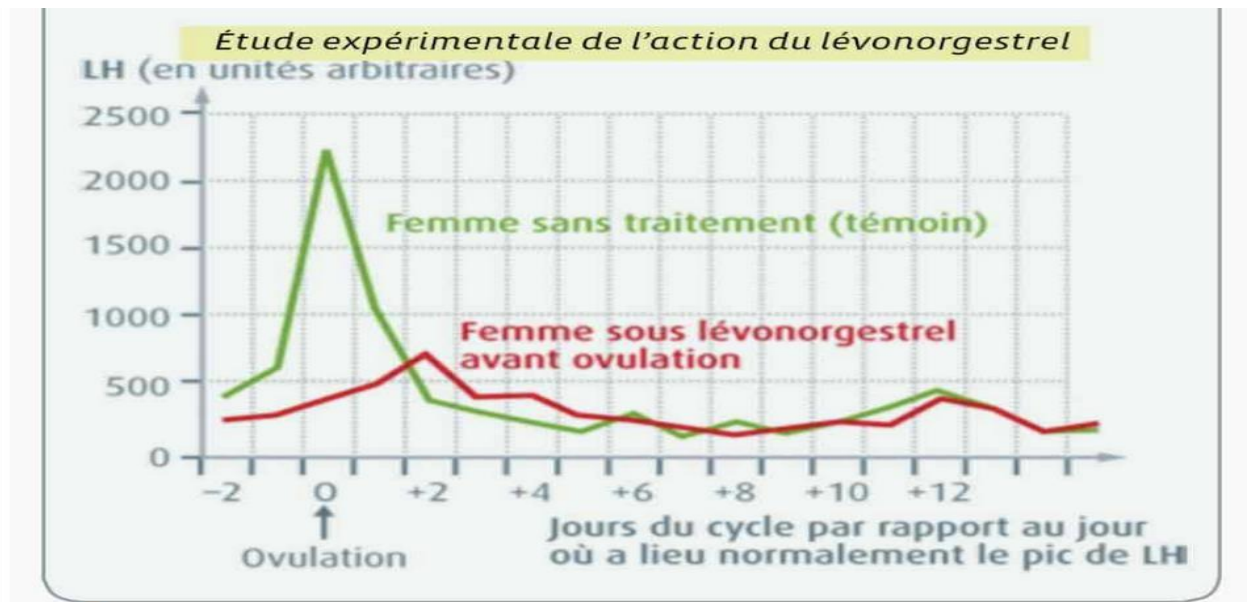
La pilule du lendemain ou lévonorgestrel est un médicament, fortement dosé en progestérone, qui agit différemment selon le moment où elle est prise

- **Si le rapport sexuel a eu lieu avant l'ovulation :**

Modification du développement de l'endomètre et perturbation des conditions d'implantation ;
modification de la glaire cervicale en le rendant impropre au passage des spermatozoïdes ;
assurer une inhibition ou un retard de l'ovulation -

Si le rapport sexuel a eu lieu après l'ovulation :

Les deux premiers effets précédents restent probables, ainsi qu'un retard de la formation et de la persistance du corps jaune.



Consigne : A l'aide des documents proposées.

1. Définis la contraception.
2. Explique les modes d'action de ces deux pilules.
3. Identifie les risques liés à la prise de ces médicaments

SYNTHESE GENERALE

Introduction :

A la puberté, les gonades mâles et femelles (testicules et ovaires) ont pour rôle la production des gamètes et la sécrétion des hormones sexuelles. Ces hormones sexuelles sont responsables du développement et du maintien des caractères sexuels primaires et secondaires. Le fonctionnement de ces gonades est sous la commande de l'hypophyse et de l'hypothalamus.

Ces gonades ont une double fonction : la fonction exocrine et la fonction endocrine.

I. LA REGULATION DU TAUX D'HORMONES SEXUELLES CHEZ L'HOMME 1. Sécrétion et rôle de la testostérone

Les testicules ont 2 fonctions, la production des spermatozoïdes et la sécrétion de l'hormone sexuelle masculine : la sécrétion de la testostérone.

Le taux de concentration de cette hormone est constant durant la vie de l'individu. Elle est produite de manière continue, de la puberté jusqu'à la fin de la vie de l'homme et responsable du développement des caractères sexuels secondaires au moment de la puberté et agit localement sur la formation des spermatozoïdes dans la paroi des tubes séminifères.

2. Régulation de la sécrétion de testostérone :

a. Rôle de l'hypophyse sur l'activité testiculaire : le fonctionnement du testicule est stimulé par 2 hormones hypophysaires les gonadostimulines (glycoprotéines de composition voisine) :

- LH (Hormone Lutéinisante) : stimule les cellules de Leydig et donc la production de la testostérone

- FSH (Hormone Folliculostimulante) : active indirectement la spermatogénèse, elle stimule, par l'intermédiaire des cellules de Sertoli, les cellules germinales, en les rendant réceptives à la testostérone.

LH et FSH sont donc nécessaires à un déroulement normal de la spermatogénèse

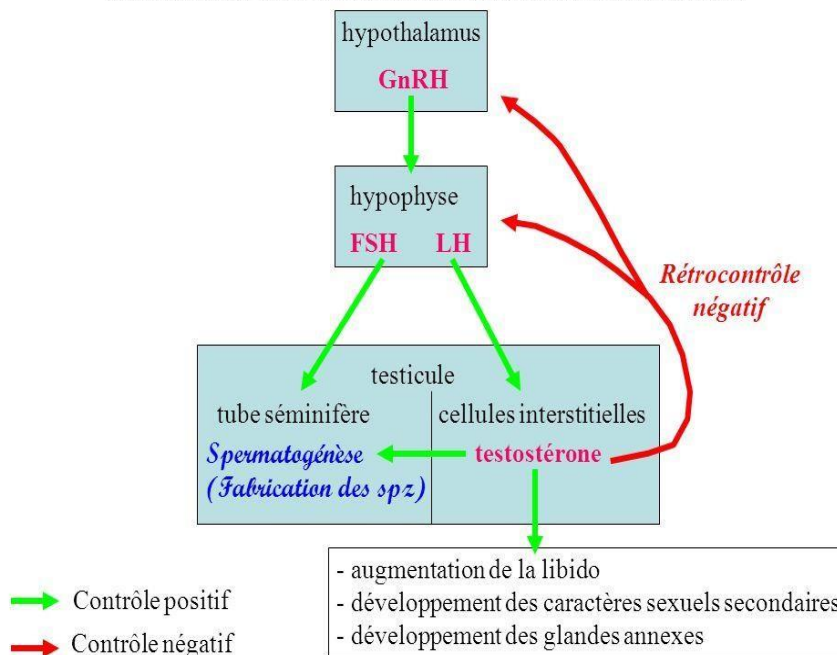
b. L'hypothalamus contrôle l'hypophyse

Les sécrétions hypophysaires sont elles-mêmes stimulées par une neuro-hormone produite par des groupes de neurones de l'hypothalamus : il s'agit de la GnRH qui est déversée dans le sang des capillaires de la tige hypophysaire de façon pulsatile : elle déclenche alors les pulses de FSH et de LH.

c. Le contrôle du complexe hypothalamo-hypophysaire exercée par la testostérone :

L'ablation bilatérale des testicules provoque une élévation des concentrations plasmatiques des gonadostimulines. On observe également un arrêt de sécrétions pulsatiles de GnRH, puis de FSH et de LH ; quand on injecte des fortes doses de testostérone à un individu. La testostérone exerce donc en retour une action inhibitrice sur le fonctionnement du complexe hypothalamohypophysaire. Une telle action est appelée rétrocontrôle négatif ; ainsi la testostérone reste constante.

Schéma bilan de la boucle de contrôle de l'activité testiculaire



II. LA REGULATION DU TAUX D'HORMONES SEXUELLES CHEZ LA FEMME a. Les cycles sexuels

Chez la femme, on observe une activité sexuelle typiquement cyclique contrairement à l'homme. C'est l'apparition périodique des règles qui est la manifestation la plus évidente de l'existence d'un cycle sexuel, d'où le nom de cycle menstruel donné au cycle sexuel féminin. Ce cycle sexuel est marqué par l'ovulation ou expulsion du gamète femelle par l'ovaire.

Modifications observées lors du cycle sexuel chez la femme : modification des follicules ovariens ; modification de la muqueuse utérine ; modification de la glaire cervicale ; modification de la muqueuse vaginale.

- **Le cycle ovarien** : correspond à l'ensemble des modifications qui touchent le fonctionnement de l'ovaire depuis la puberté jusqu'à la ménopause. La première partie du cycle ou phase folliculaire se caractérise par la croissance de l'un des follicules qui contient l'ovocyte I, les autres follicules dégénèrent pendant ce temps. Elle s'achève par l'ovulation.

Après l'ovulation débute la deuxième phase ou phase lutéale qui se caractérise par la transformation progressive du follicule éclaté en corps jaune producteur de progestérone. En cas de fécondation le corps jaune persiste ; si elle n'a pas eu lieu, le corps jaune régresse et la production de la progestérone est arrêtée, ce qui provoque le cycle suivant.

A chaque cycle, l'ensemble des transformations affectant l'ovaire et l'ovule se répète en préparant l'organisme à une fécondation et une grossesse éventuelle. Cela implique une parfaite synchronisation des cycles ovarien et utérin.

- **Le cycle utérin** : au cours d'un cycle, l'endomètre subit des modifications en réponse aux différentes hormones produites par l'ovaire.

Durant la phase pré-ovulatoire, la muqueuse utérine est lisse alors que durant la phase postovulatoire elle se développe, se plisse en prenant un aspect de dentelle, se différencie des glandes productrices de glycogène. Avec la chute du taux des hormones ovariennes à la fin du cycle, la muqueuse utérine se détruit, les vaisseaux qui la parcouraient se rompent et les menstruations ou règles apparaissent. Le cycle a une durée moyenne de 28 jours. Il commence avec l'apparition des règles et se termine au jour qui précède les règles suivantes.

- **Le cycle de la glaire cervicale** : le mucus sécrété par la région du col utérin et obstruant l'orifice du col. Elle subit également une série de transformations au cours du cycle : hors période ovulatoire, le maillage des fibres protéiques constituant la glaire est serré ; en période ovulatoire, le maillage lâche permettant le passage des spermatozoïdes du vagin vers la cavité utérine.

III. LA REGULATION DES TAUX D'HORMONES OVARIENNES

1. Le rôle de l'hypophyse sur la sécrétion des hormones ovariennes

Etant donné que l'ablation de l'hypophyse provoque un arrêt de croissance des ovaires ou leur activité, on en déduit que l'hypophyse joue un rôle stimulateur sur les follicules ovariens et le corps jaune. Ainsi :

- La FSH provoque la croissance des follicules de Graaf, en favorisant la multiplication des cellules de granulosa et des thèques à l'origine de la production des œstrogènes. Chez la femme, le taux de FSH est diminué par l'inhibine produite par les cellules de la granulosa et par l'action des stéroïdes ovariens.
- La LH, dont le pic est produit sous contrôle hypothalamique, déclenche l'ovulation. Après cette ovulation, la LH déclenche la transformation du follicule de de Graaf en corps jaune. Chez la femme, la sécrétion pulsatile de ces hormones est cyclique.

2. Action de l'hypothalamus sur l'hypophyse

Expériences		Résultats
Ablation de l'hypophyse		Arrêt de l'activité ovarienne
Chez l'animal hypophysectomisé	Transplantation d'une hypophyse dans une région quelconque	Arrêt de l'activité ovarienne
	Transplantation d'une hypophyse dans sa région d'origine	Arrêt de l'activité ovarienne
Chez l'animal normal non hypophysectomisé	Lésion des cellules neurosécrétrices des noyaux basoventraux de l'hypothalamus	Reprise de l'activité ovarienne

	Stimulation des cellules neurosécrétrices des noyaux basoventraux de l'hypothalamus	Ovulation brutale
--	---	-------------------

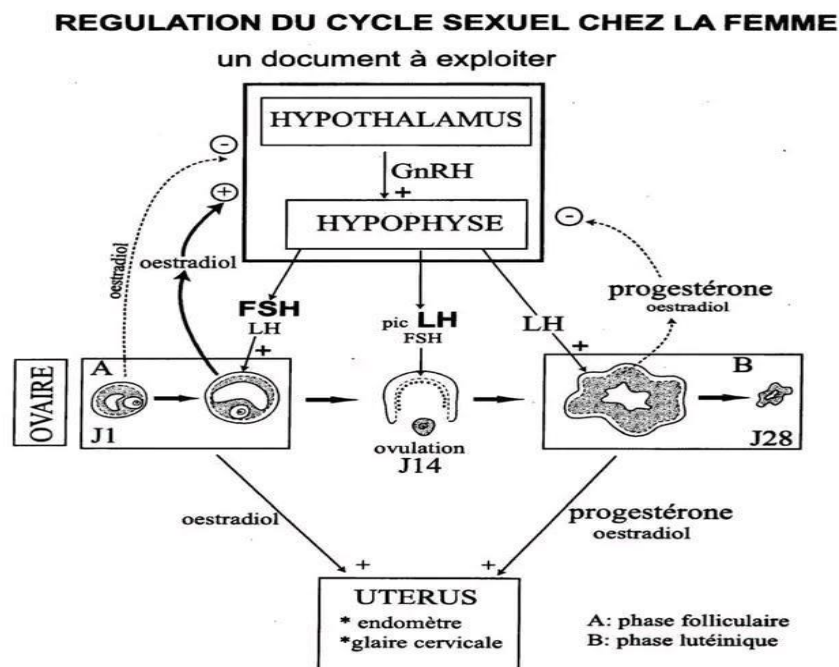
Conclusion :

□ L'hypophyse ne fonctionne que lorsqu'il est à proximité de l'hypothalamus

- L'hypothalamus agit sur l'hypophyse par l'intermédiaire d'une substance sécrétée par les cellules neurosécrétrices : il s'agit d'une neurohormone (GnRH).

3. Rétrocontrôle des hormones ovariennes sur le complexe hypothalamo-hypophysaire

- **Rétrocontrôle négatif (durant la phase folliculaire) :** durant cette phase le taux d'œstrogène augmente progressivement et inhibe la sécrétion de LH et FSH par l'hypophyse. Cette hormone exerce donc un rétrocontrôle négatif sur la sécrétion de LH et FSH.
- **Rétrocontrôle positif à l'approche de l'ovulation :** en fin de la phase folliculaire vers le 10^{ème} jour, l'augmentation du taux d'œstradiol en liaison avec la croissance des follicules, avertit le complexe hypothalamo-hypophysaire que le follicule dominant est arrivé à maturité. L'hypophyse agit par une sécrétion abondante des gonadostimulines déclenchant ainsi le pic de FSH mais surtout de LH. Il s'agit d'un rétrocontrôle positif, c'est le pic de LH qui est responsable de la ponte ovulaire.
- **Rétrocontrôle négatif (pendant la phase lutéale) :** après l'ovulation, le follicule éclaté, qui devient le corps jaune, produit de la progestérone et un peu d'œstradiol. Ces hormones inhibent la sécrétion de LH et de FSH. Il y a de nouveau un rétrocontrôle négatif des ovaires sur l'hypophyse.



IV. L'APPLICATION MEDICALE DE LA REGULATION DES HORMONES

SEXUELLES DANS LA MAITRISE DE LA REPRODUCTION :

1. Contraception hormonale :

- **Chez l'homme :** la contraception masculine a pour but de bloquer la spermatogénèse et de permettre la restauration de cette dernière à la fin du traitement.

- **Chez la femme :** on distingue plusieurs types de pilules : les pilules combinées normodosées, les pilules séquentielles, les micropilules. La contraception par voie orale empêche soit la fertilisation en perturbant la rencontre des gamètes ou en bloquant l'ovulation, soit la nidation, soit associé tous ses effets. La pilule a pour tâche de rendre la glaire cervicale infranchissable pour les spermatozoïdes en restaurant le maillage.

2. **Contraception hormonale :** La contraception est l'ensemble des méthodes s'opposant à la gestation.

- **La pilule du lendemain :** elle constitue un recours exceptionnel en cas de rapport sexuel sans précaution. L'administration, dans les 72 heures suivant l'acte, de cette pilule provoque la destruction de l'endomètre et empêche la nidation.

- **La pilule contraceptive :** la RU 486, molécule de mifépristone, possède un excellent abortif. C'est un stéroïde de synthèse qui a une forte affinité avec les cellules de l'endomètre. Il empêche l'action de la progestérone indispensable au maintien de l'embryon dans l'endomètre. Son résultat est l'élimination de l'embryon.

- **Autres aspects de la maîtrise de la reproduction humaine :**

Contraception naturelle : la méthode du retrait de la verge hors du vagin avant l'éjaculation ; la méthode de la température qui consiste à prendre la température de la femme tous les matins avant de se lever, la méthode Ogino consiste à s'abstenir des relations sexuelles pendant la période féconde. **Contraception mécanique :** ils sont : les préservatifs masculins (la capote qui se place sur la verge) ; préservatif féminin (le diaphragme qui se place dans le vagin avec une crème spermicide). En plus on utilise le stérilet qui se place à l'intérieur de la cavité utérine.

Contraception chimique : on utilise les spermicides qui sont des mousses gelées qui détruisent les spermatozoïdes. La prise de ces oestroprogestatifs doit être quotidienne durant 21 jours à partir du premier jour des règles une suivie d'un arrêt de 7 jours permettant les règles.

CONCEPT GENERAL IV : LA REGULATION HORMONALE

Sous -concept 2 : Régulation de la glycémie

Situation problème :

N'golo a un petit frère âgé de 6 ans chez qui le médecin a diagnostiqué le diabète. Et pourtant, N'golo a toujours appris dans son village que les personnes sujettes au diabète sont ceux qui mangent une quantité trop importante de sucre.

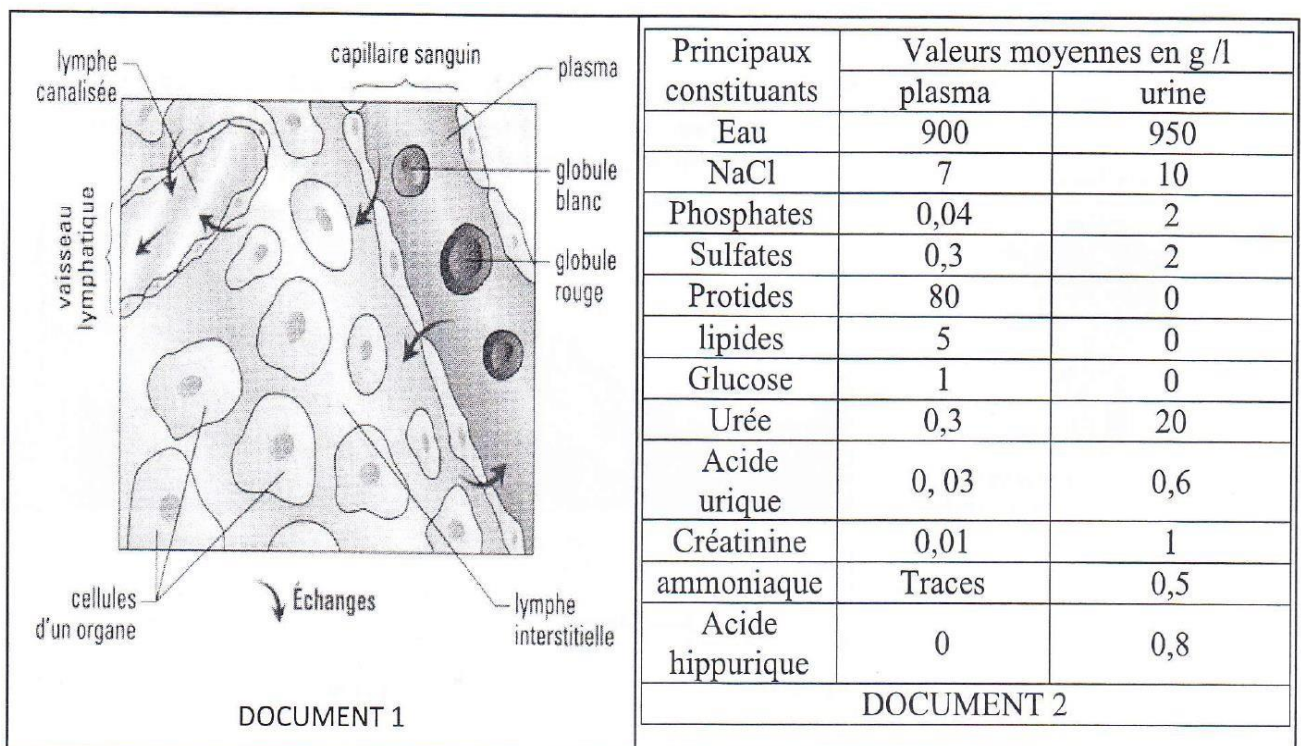
Cherchant à comprendre l'origine du diabète chez son petit frère, il se pose les questions suivantes :

- **Comment un enfant de cet âge peut être diabétique ?**
- **Quelle est la relation entre le sucre et le diabète ?**

Enfin d'avoir des réponses à ses questions, il sollicita l'aide de son prof de biologie qui lui donne les activités suivantes :

Activité 1 : le milieu intérieur

Toute cellule de notre organisme a conservé une vie aquatique et baigne dans un liquide aux propriétés relativement constantes. Claude Bernard a appelé ce liquide « milieu intérieur ». La figure du document 1 présente la composition du milieu intérieur. Par ailleurs, on a déterminé la composition du plasma et celle de l'urine afin de connaître le rôle du rein dans la régulation du milieu intérieur

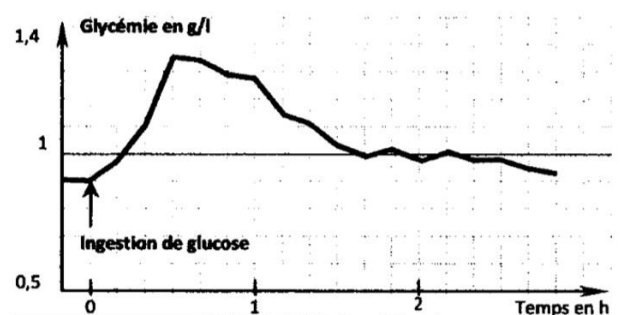


Consigne : A partir du document 1 et de tes connaissances :

1. Définis le milieu intérieur.
2. Cite les composants du milieu intérieur et donne son rôle.

Activité 2 : La glycémie un paramètre régulé

Expérience 1 : Un sujet normal à jeun, absorbe 200 ml de sirop contenant 75 g de glucose. On mesure par la suite, toutes les 30 minutes, sa glycémie. Les résultats obtenus sont traduits par la courbe ci-contre.

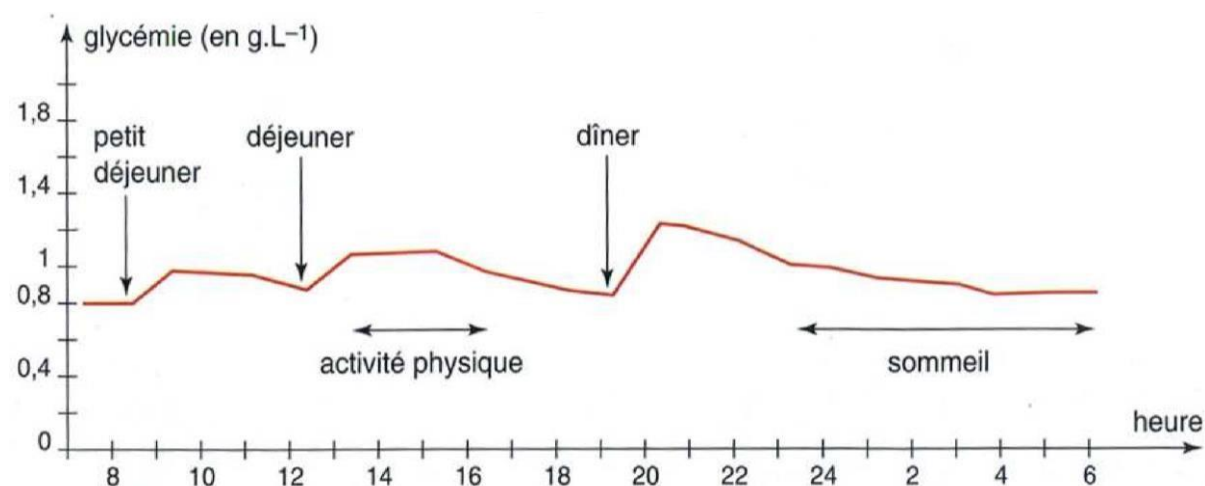


Consigne 1 :

Quelle conclusion peut-on tirer à partir de l'analyse de cette courbe ?

Expérience 2 : Fluctuations de la glycémie au cours de la journée

On mesure en continue, pendant une journée, la glycémie d'un sujet en bonne santé. Les résultats sont traduits par la 1 courbe suivante.



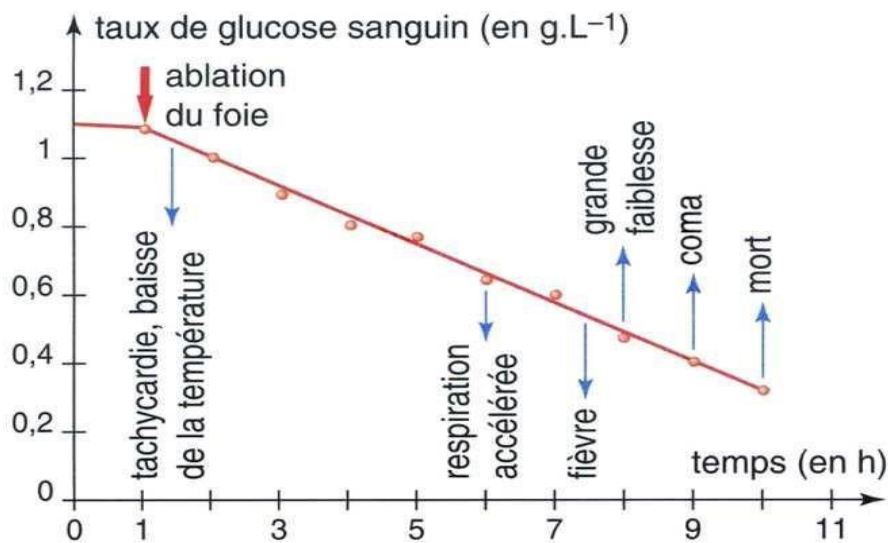
Consigne 2 :

Que peut-on déduire à partir de l'analyse de la courbe ?

Activité 3 : Le rôle du Foie dans la régulation de la glycémie :

a) **Expérience de l'ablation de Foie :**

Un chien ayant subi l'ablation du foie ne survit que très peu de temps ; auparavant il manifeste divers troubles. La perfusion d'une solution glucosée, pratiquée lorsque l'animal est en état de coma, permet un rétablissement spectaculaire, en 30 secondes l'animal sort du coma, mais il finit par mourir.



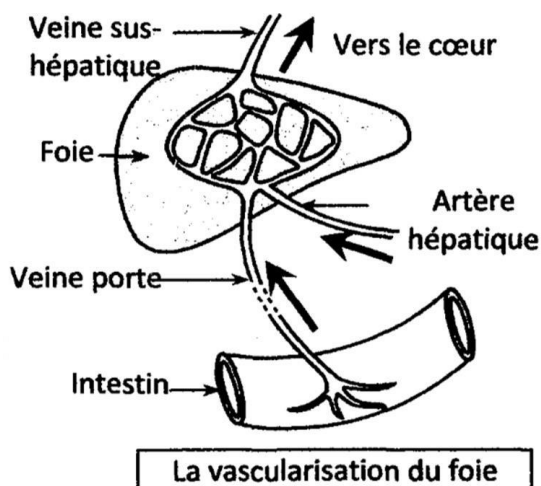
Consigne a : Que peut-on conclure à partir de l'analyse de la courbe ?

b) Expérience de foie lavé :

En 1855 s'effectue la célèbre expérience du foie lavé que Claude Bernard décrit en ces termes

« J'ai choisi un chien adulte, vigoureux et bien portant, qui depuis plusieurs jours était nourri de viande ; Je le sacrifiai 7 heures après un repas copieux de tripes. Aussitôt, le foie fut enlevé, et cet organe fut soumis à un lavage continu par la veine porte. Je laissai ce foie soumis à ce lavage continu pendant 40 minutes ; j'avais constaté au début de l'expérience que l'eau colorée en rouge qui jaillissait par les veines hépatiques était sucrée ; je constatais en fin d'expérience que l'eau parfaitement incolore qui sortait, ne renfermait plus aucune trace de sucre... »

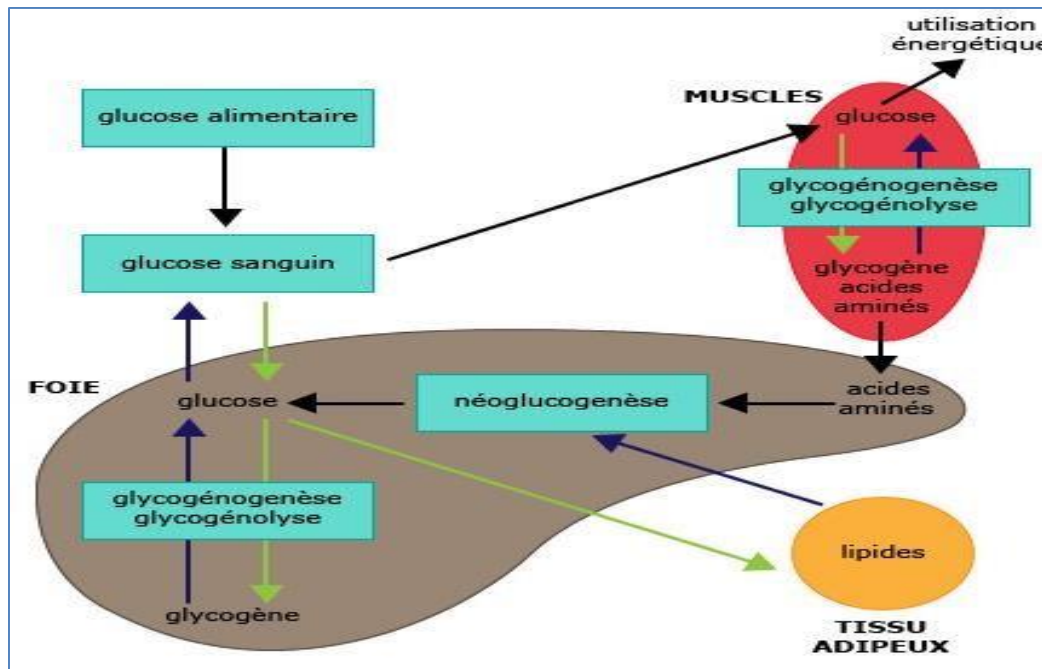
J'abandonnai dans un vase ce foie à température ambiante et, revenu 24 heures après, je constatais que cet organe que j'avais laissé la veille complètement vide de sucre s'en trouvait pourvu très abondamment... »



Consigne : Interprète les résultats de cette expérience.

Activité 4 : la forme de stockage du glucose par les organes du corps

L'expérience du foie lavé de Claude Bernard démontre la capacité du foie à produire du glucose. Le glucose y est stocké sous forme de glycogène. Cette molécule est un polymère de glucose, il existe donc un mécanisme qui permet de transformer les glucoses en glycogène et inversement en fonction des besoins de l'organisme. Le document ci-dessous illustre le mécanisme.



Document 5 : les organes stockant le glucose

Consigne :

Nomme les organes de stockage de glucose dans l'organisme.
Sous quelle forme le glucose est stocké dans ces organes.
Nomme la réaction de synthèse du glycogène et celle de sa transformation en glucose.
Nomme la réaction de synthèse du glucose à partir des composés non glucidiques.

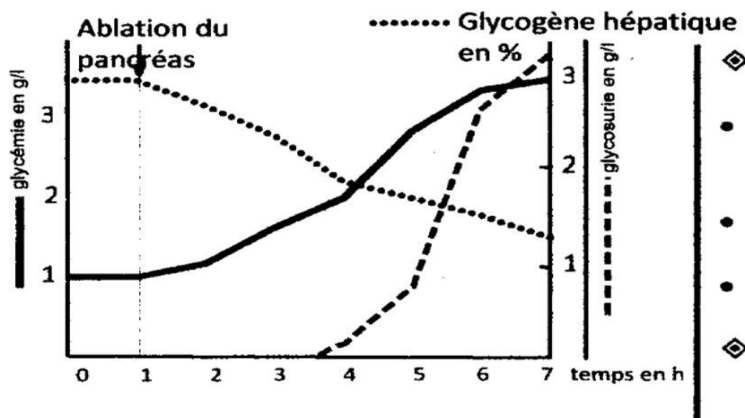
Activité 5 : Le rôle du pancréas dans la régulation de la glycémie :

A – Des expériences anciennes à l'origine de la découverte du rôle du pancréas :

Au siècle dernier, des physiologistes ont réalisé des expériences d'ablation du pancréas chez le chien. Ils ont constaté l'apparition de deux types de troubles :

- Des troubles digestifs dus à l'absence du suc pancréatique dont le rôle dans la digestion des aliments est très important.
- Une élévation rapide et importante de la glycémie.

En l'absence de traitement, la survie de l'animal opéré n'excède pas quelques semaines.

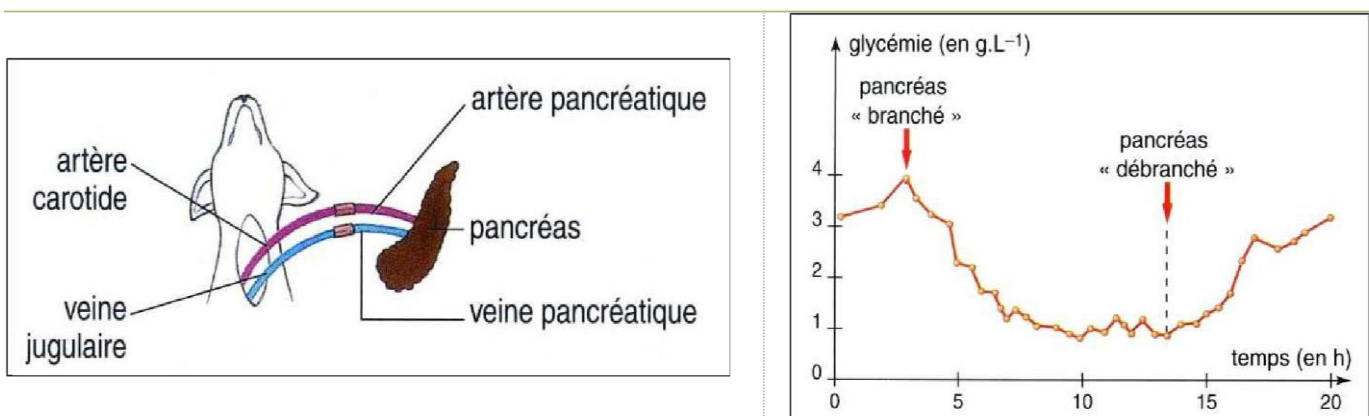


Document 1 : Expérience d'ablation du pancréas chez le chien

B. Greffe d'un pancréas après l'ablation

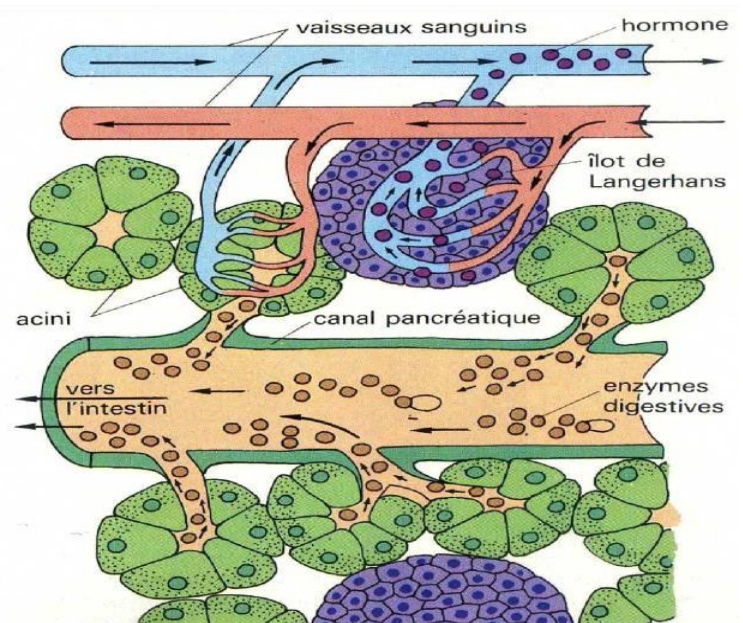
Chez un chien pancréatectomisé depuis quelques heures, on « installe » un pancréas en le raccordant à la circulation sanguine de la région du cou (l'artère pancréatique reçoit le sang de l'artère carotide, et la veine pancréatique « se jette » dans la veine jugulaire). Chez un chien ainsi opéré, des prélèvements sanguins répétés permettent de suivre l'évolution de la glycémie pendant toute la durée de l'expérience. Après quelques heures, le pancréas est « débranché ».

Document 2 : évolution de la glycémie suite à une greffe de pancréas



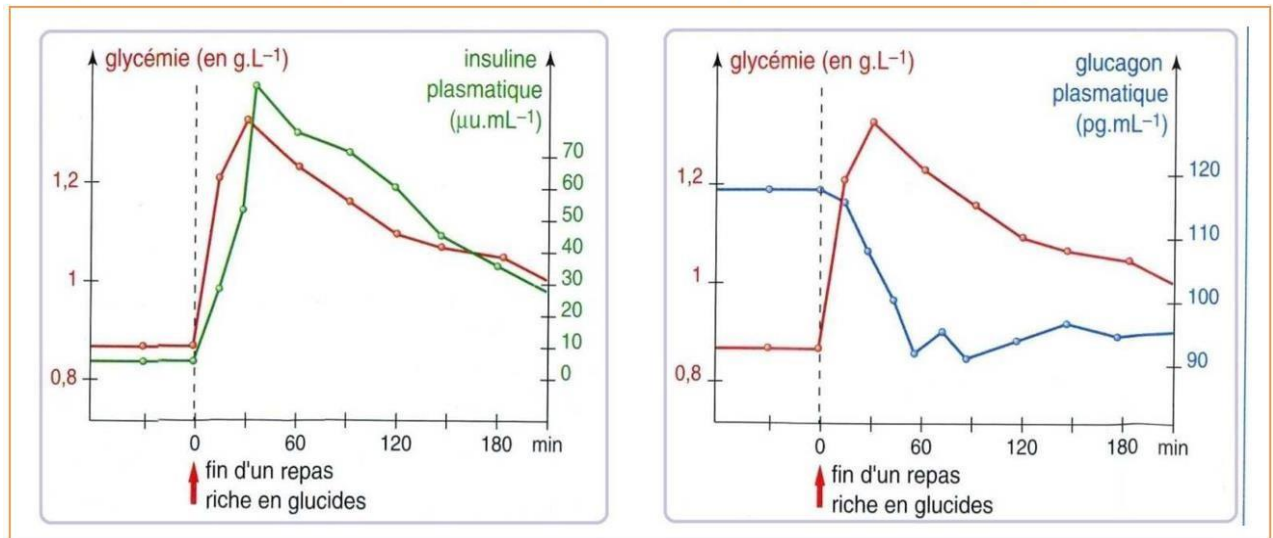
C : Diabète alloxanique : En 1943, Dunn et ses collaborateurs ont montré que l'alloxane (produit dérivé de l'urée) injecté à un lapin, provoque un diabète sévère. L'observation microscopique du pancréas des animaux traités à l'alloxane révèle qu'une petite partie seulement du pancréas est détruite : ce sont les cellules constituant les îlots

de Langerhans qui sont nécrosées, les autres cellules du pancréas restent intactes. Les troubles du diabète alloxanique sont comparables à ceux constatés à la suite d'une pancréatectomie à une différence importante près : Il n'y a pas de troubles digestifs, alors qu'ils apparaissent lors d'une pancréatectomie totale.



Document 3 : structure du pancréas

A – Sensibilité et réponse des cellules pancréatiques à « l'état » de la glycémie.

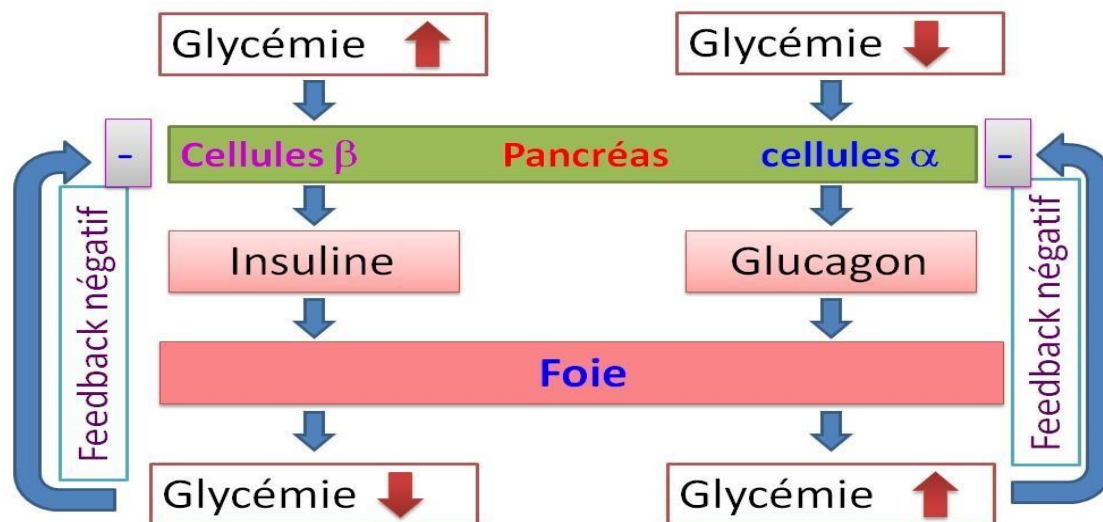


Doc 4 : Variation des taux sanguins du glucose et des deux hormones pancréatique suite à un repas riche en glucides

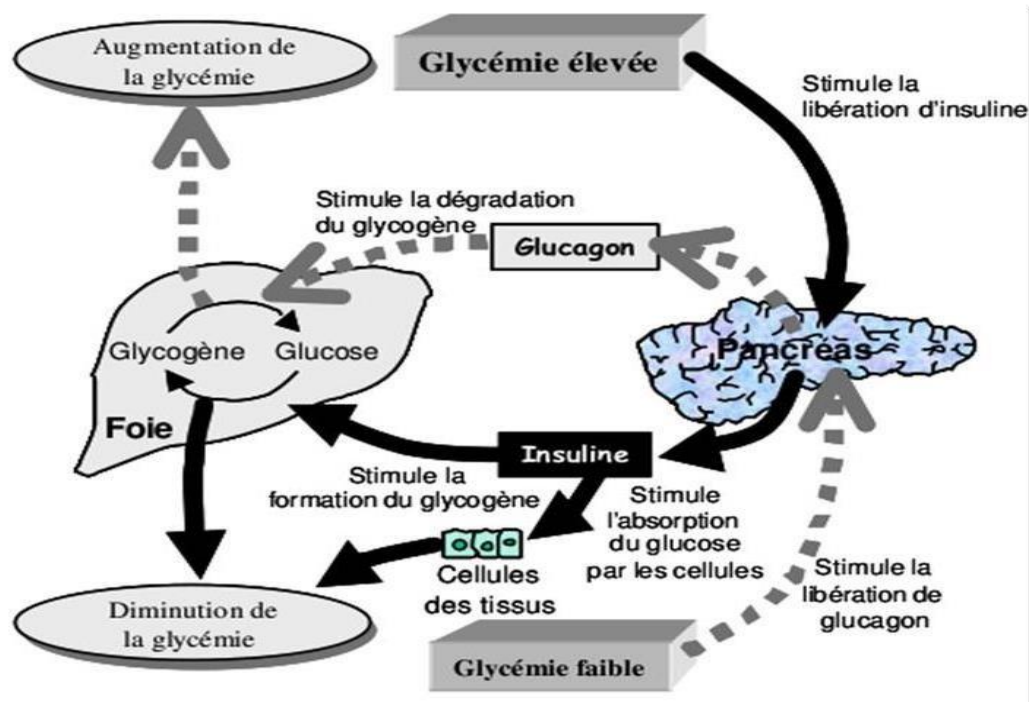
Consigne : A partir des documents 1, 2, 3 et 4 et de tes connaissances

- 1- Analyse et interprète les données expérimentales des documents 1 et 2 ; et tirez une conclusion.
- 2- Précise la double fonction du pancréas et les cellules intervenantes dans chaque fonction. DOC3
- 3- Précise les cellules sécrétrices de chaque hormone ainsi que leur cible et leur action. Doc 4

Activité 6 : La régulation hormonale de la glycémie



DOC 1



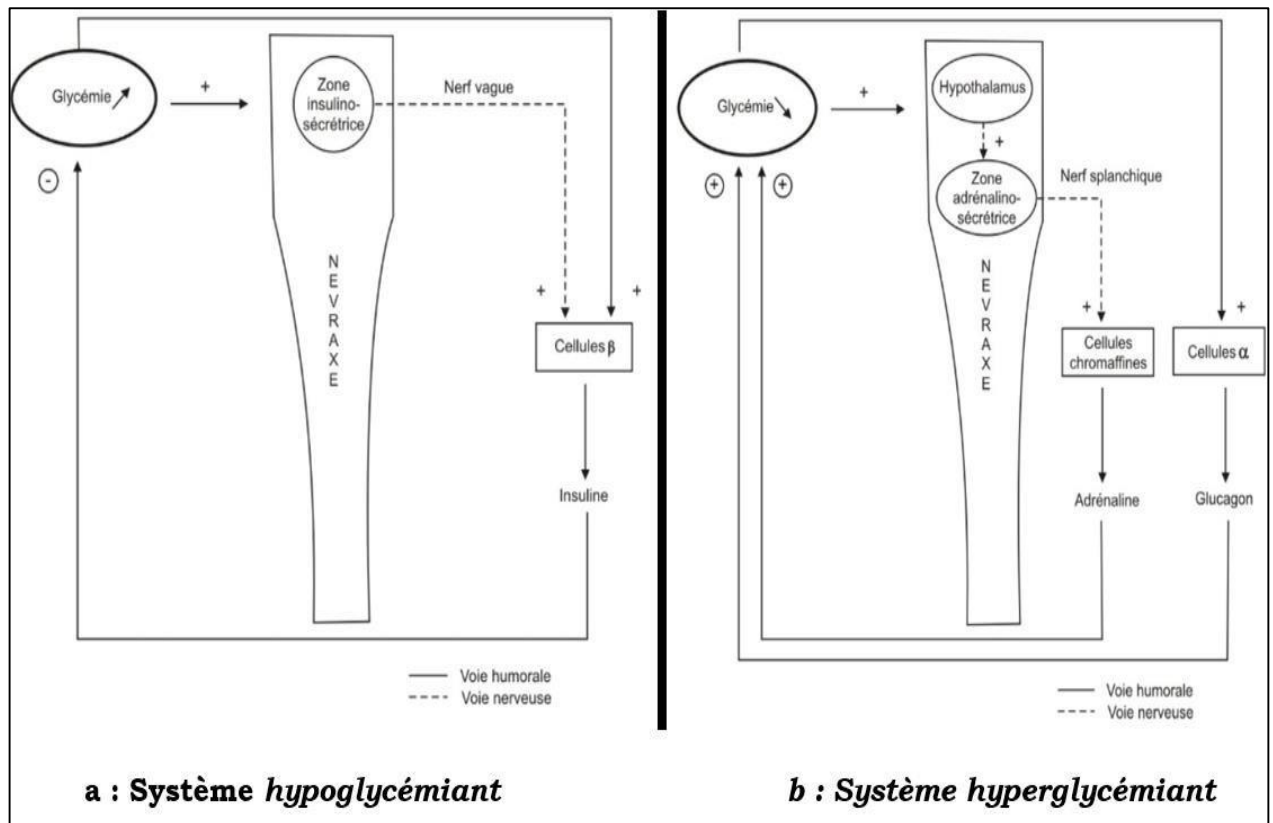
DOC2

Consigne : A partir des documents mis à ta disposition

Explique comment se fait la régulation hormonale en cas d'hypoglycémie et hyperglycémie

Activité 7 : Le rôle du système nerveux dans la régulation de la glycémie On distingue 2 systèmes régulant : hyperglycémiant et hypoglycémiant :

- En cas d'hypoglycémie : certaines cellules de l'hypothalamus sont sensibles au taux de glucose circulant et réagissent en envoyant des messages excitateurs vers la zone adrénalino-sécrétrice située dans le bulbe rachidien et connectée aux médullosurrénales par l'intermédiaire des nerfs splanchniques du système orthosympathique. Ce message provoque la libération d'une hormone hyperglycémiant appelée adrénaline.
- En cas d'hyperglycémie : certaines cellules du bulbe rachidien (zone insulino-sécrétrice) sont sensibles au taux de glucose sanguin et réagissent à l'hyperglycémie en envoyant un influx insulinosécréteur en direction des cellules β , par l'intermédiaire du nerf vague, ce qui entraîne la libération de l'insuline.



Document 11 : la participation du système nerveux dans la régulation de la glycémie

Consigne : A partir du document ci-dessus

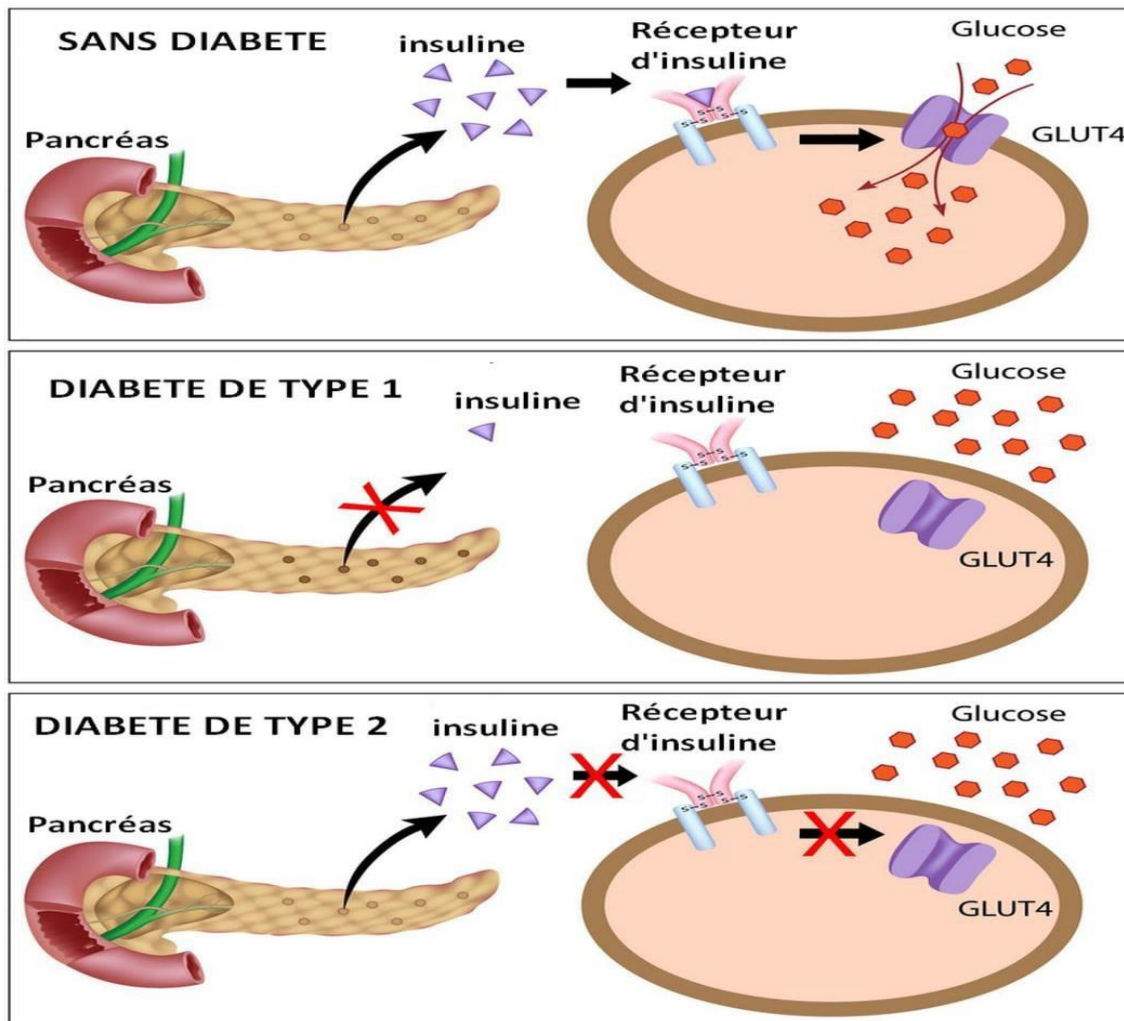
Nomme le système régulé, les capteurs d'information, le système de commande et les effecteurs pour les deux cas. Tu préciseras le rôle de chaque effecteur.

Précise l'insuline participe au maintien de la glycémie à sa valeur de référence ?

Activité 8 : Le diabète

Chez certaines personnes, la glycémie est anormalement élevée, on parle de diabète sucré, c'est une maladie définie comme un état d'hyperglycémie chronique, avec à jeun, une glycémie supérieure à 1,26 g/l. Il existe 2 types de diabète :

- ❖ **Diabète de type 1** : diabète juvénile (10 à 20 % des cas), survient à la jeunesse et, caractérisé par les signes suivants : une perte de poids excessive ; la glycosurie (c'est le taux du glucose dans l'urine) ; la polyurie (c'est une élimination excessive des urines) ; la polyphagie (c'est un grand appétit) ; la polydipsie (consommation importante d'eau)
- ❖ **Diabète de type 2** : (80 à 90 des cas connus) : il affecte les adultes après la quarantaine et, est souvent associé à l'obésité et à un régime alimentaire riche en glucides et en lipides (diabète gras).



Doc1 : les causes des deux types de diabète

Consigne : A partir du texte et du document 1.

1. Explique l'origine des deux types de diabète.
2. Justifie les qualifications de DID pour le type 1 et DNID pour le type 2.
3. Explique la perte du poids chez le sujet atteint de DID.

SYNTHESE PARTIELLE

INTRODUCTION

Le milieu intérieur, milieu dans lequel vivent les cellules de notre organisme, est constitué de sang, de lymphe et du liquide interstitiel ce milieu possède des caractéristiques physicochimiques quasiment constantes. Il s'agit du pH, de la pression artérielle, de la pression osmotique, de la glycémie et autres.

La glycémie est le taux du sucre dans le sang. Cependant, ce paramètre supposé constant peut varier instantanément. Sa valeur normale varie entre 0,8 à 1g/l de sang.

I. LE ROLE DU FOIE DANS LA REGULATION DE LA GLYCEMIE

L'ablation du foie d'un animal entraîne des désordres physiologiques tels que la tachycardie, l'hypertension, la convulsion, le coma et la mort de l'animal par l'hypoglycémie.

Si à l'état comateux on pratique la perfusion de glucose, l'animal sort du coma et quelques minutes après retrouve un rétablissement normal. Mais le rétablissement n'est que temporaire : le foie maintient la glycémie à sa valeur normale.

Des expériences de Claude Bernard ont révélé que le foie est un organe de stockage du glucose si la glycémie à l'entrée du foie est supérieure à la valeur normale. En effet au moment des repas, le foie stocke le glucose sous forme de glycogène : c'est la glycogénogenèse suivant l'équation :

Remarque : d'autres tissus de l'organe jouent également ce rôle de stockage : les muscles qui stockent le glucose sous forme de glycogène et le tissu adipeux qui le stocke sous forme de triglycérides (lipides).

En dehors des périodes de repas (jeûne, activité physique...), la glycémie diminue et le foie libère du glucose en cas de besoin par hydrolyse du glycogène : c'est la glycogénolyse. Cette libération du glucose dans le sang n'est possible que grâce à une enzyme, le glucose 6 phosphatase que seul le foie produit.

De plus le foie est capable de transformer les substances non glucidiques (acide gras, acide aminé, acide lactique...) en glucose : c'est la néoglucogenèse.

Le foie est un organe de stockage et de stockage du glucose en vue de maintien de la constance glycémique.

II. LE ROLE DU PANCREAS DANS LA REGULATION DE LA GLYCEMIE

Seul le pancréas, glande endocrine constituée des îlots de Langerhans, intervient dans la régulation de la glycémie. Chaque îlot de Langerhans possède 2 populations de cellules : à la périphérie, des cellules α , et au centre des cellules β . Ces cellules sont des détecteurs d'écart de la glycémie et en même temps des centres de commandes.

- En cas d'hyperglycémie, les cellules β captent la variation et sécrètent une hormone hypoglycémiant, l'insuline, qui agit sur les cellules cibles. En effet, l'insuline favorise la pénétration du glucose et sa consommation dans les cellules, stimule la synthèse du glycogène et des graisses.
- En cas d'hypoglycémie, les cellules α captent cette variation et sécrètent une hormone hyperglycémiant, le glucagon, qui agit sur les cellules cibles. Ces dernières sont essentiellement des cellules hépatiques. Le glucagon stimule la glycogénolyse et la néoglucogenèse.

Le mécanisme de régulation de la glycémie est un mécanisme autorégulé à commande hormonale et nerveuse. En effet, le paramètre réglé déclenche la mise en route d'un système réglant. Le système réglant est constitué des capteurs d'information ou des détecteurs d'écart (le cellules α et β , les cellules glucosensibles de l'hypothalamus et du bulbe rachidien), d'un système de commande qui envoie des messages hormonaux ou

nerveux aux cellules cibles (les capteurs d'information constituent aussi le système de commande) et enfin des cellules cibles (cellules hépatiques, cellules musculaires, cellules adipeuses...)

III. LES CARACTERISTIQUES ET LES CAUSES DU DIABETE

Les diabètes résultent d'un mauvais fonctionnement de la régulation de la glycémie qui varie dans les proportions importantes avec une forte tendance à l'hyperglycémie. On distingue 2 grands types de dysfonctionnement :

1. **Le diabète de types 1 ou diabète insulino-dépendant ou juvénile** est une maladie auto-immune. Le système immunitaire de l'individu malade a détruit les cellules îlots de Langerhans. Par conséquent, l'individu ne sécrète plus d'insuline. Dans le même temps, les cellules α du malade produisent du glucagon, hormone hyperglycémisante. Le foie produit constamment du glucose qui n'est pas utilisé par les cellules cibles d'où une forte hyperglycémie.
 - **Les signes cliniques de la maladie sont :** apparition brutale et précoce, soif, vision floue, polyurie (une élimination excessive d'urine), polyphagie (faim importante), amaigrissement, fatigue importante. A long terme l'individu malade peut être sujet de lésions artérielles, veineuses, rénales.
 - **Les facteurs pouvant favoriser l'apparition de la maladie sont :** les facteurs génétiques (un parent atteint ou des facteurs de prédisposition), des facteurs environnementaux (les infections virales, des substances alimentaires et autres).
 - **Traitement :** pour suppléer au manque d'insuline chez les sujets atteints, on procède par des injections quotidiennes de cette hormone.
2. **Le diabète de types 2 ou diabète non insulino-dépendant ou diabète gras :** est une conséquence de la déficience de régulation de la glycémie. En effet chez l'individu pré-diabétique, l'ingestion de glucose s'accompagne d'une augmentation de l'insulinémie. Mais on note tout de même une augmentation de la glycémie alors qu'elle devrait retrouver sa valeur référentielle. Cela s'explique par le fait que chez l'individu pré-diabétique, l'insuline est moins efficace que normalement. Cette inefficacité de l'insuline devient plus importante chez l'individu diabétique. Les cellules cibles sont devenues insensibles à l'insuline.
 - **Les signes cliniques de la maladie sont :** Apparition progressive et tardive, glycémie à jeun supérieure à 1,26 g/l, obésité, des troubles semblables au diabète insulino-dépendant apparaissent tardivement.
 - **Les facteurs pouvant favoriser l'apparition de la maladie sont :** l'état nutritionnel (obésité), le comportement (sédentarité)...
 - **Traitement :** il n'est pas traité par l'insuline. Son traitement est complexe et a besoin d'un arsenal complet de médicaments thérapeutiques. Le malade doit adopter un régime alimentaire sain.

CONCEPT GENERAL 6 : LA REGULATION HORMONALE ET NERVEUSE

SOUS-CONCEPT 3 : L'activité cardiaque et la pression artérielle

Situation problème :

Le grand père de **Lassine** pique une crise qui le conduit à l'hôpital. Après quelques jours dans le coma,

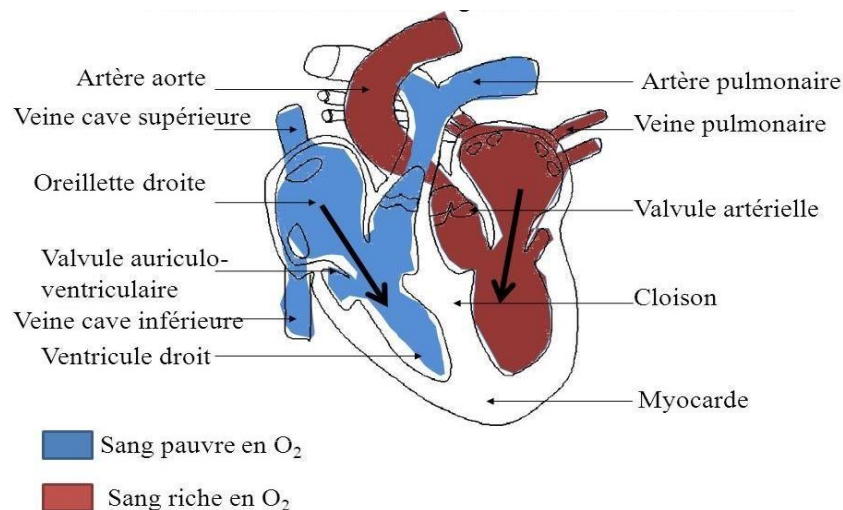
Lassine apprend le diagnostic du médecin à travers son père. Ton grand père a été victime d'une hypertension ; tout évidemment le mot hypertension est nouveau pour lui. **Lassine** se pose les questions suivantes :

- **C'est quoi l'hypertension ?**
 - **Quels sont les paramètres physiologiques pouvant aboutir à l'hypertension ?**
- Aidez **Lassine**, à travers les activités ci-dessous

Activité 1 : Le battement cardiaque

Le cœur est un organe musculaire situé dans la cage thoracique, derrière le sternum, et décalé légèrement sur la gauche chez la plupart des individus. Sa taille est environ 1,5 fois la taille du poing de la personne.

Une paroi épaisse divise le cœur en deux parties, gauche et droite. Chaque partie comporte deux cavités, une oreillette et un ventricule reliées par une valve.



Doc1 : Schéma de la circulation sanguine dans un cœur en diastole

Un battement cardiaque est une révolution cardiaque. Il comprend trois (3) phases : la systole auriculaire, la systole ventriculaire et la diastole

- ✓ La systole auriculaire (la contraction des oreillettes, le sang est chassé des oreillettes aux ventricules.

- ✓ La systole ventriculaire (La contraction des ventricules), le sang est lancé dans les artères.
- ✓ La diastole (un repos général), les oreillettes et les ventricules se relâchent.

NB : Un cœur humain fait 70 battements par minute.

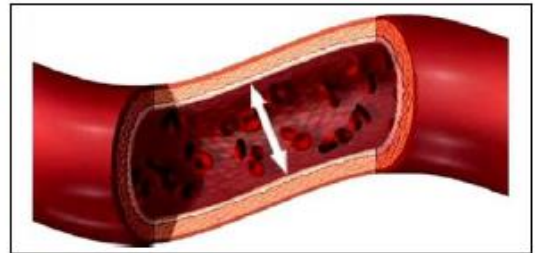
La fréquence cardiaque est le nombre de battements cardiaques par unité de temps.

Consigne : A partir de vos connaissances

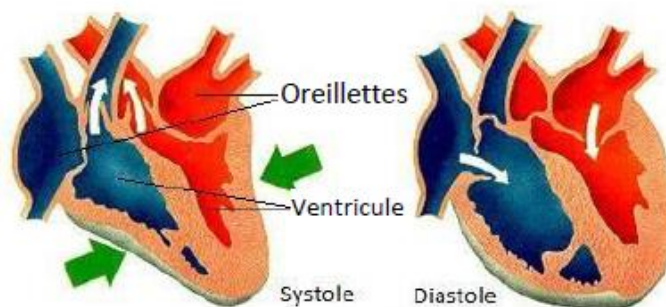
1. Explique le fonctionnement du cœur dans la circulation sanguine.
2. Définis : la fréquence cardiaque, le rythme cardiaque, la période cardiaque.

Activité 2 : La pression artérielle

La pression artérielle est la pression exercée par le sang sur la paroi des artères. La pression artérielle assure l'irrigation des organes et les échanges vitaux entre les cellules et le sang.



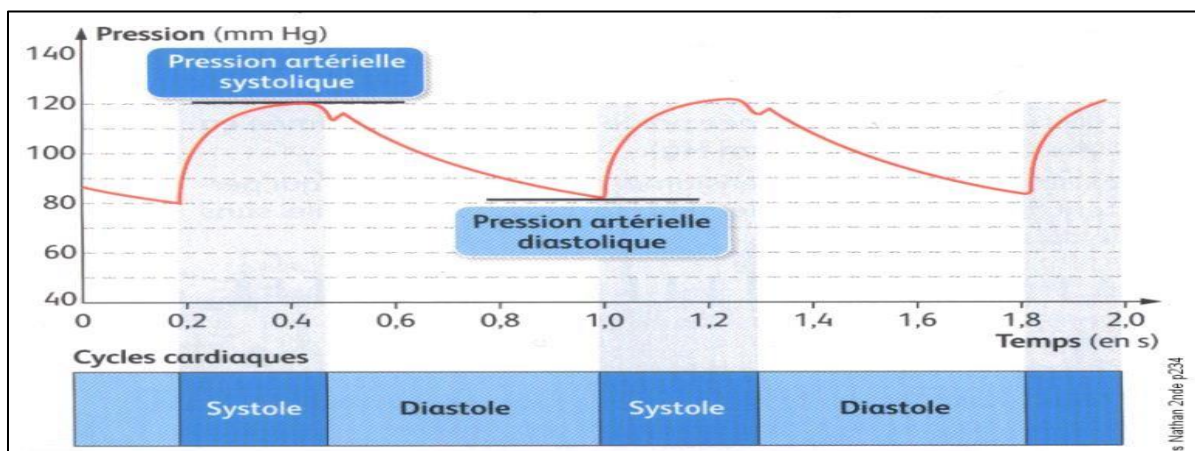
La pression maximale ou systolique est obtenue au cours de la contraction des ventricules



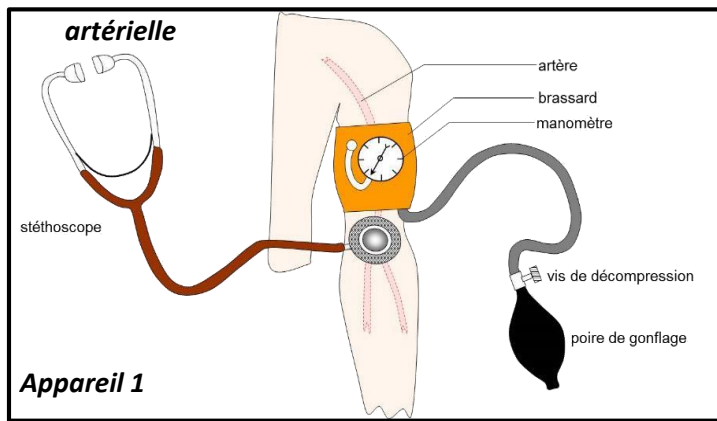
La pression minimale diastolique obtenue au cours de la diastole (relâchement) générale

Les valeurs de la pression artérielle peuvent être obtenues avec des enregistrement continus.

La pression oscille entre deux valeurs, la pression diastolique et la pression systolique.



Doc2 : enregistrement continu de la pression



Doc3 : Mesure de la pression artérielle

Consigne : A partir des documents mis à ta disposition

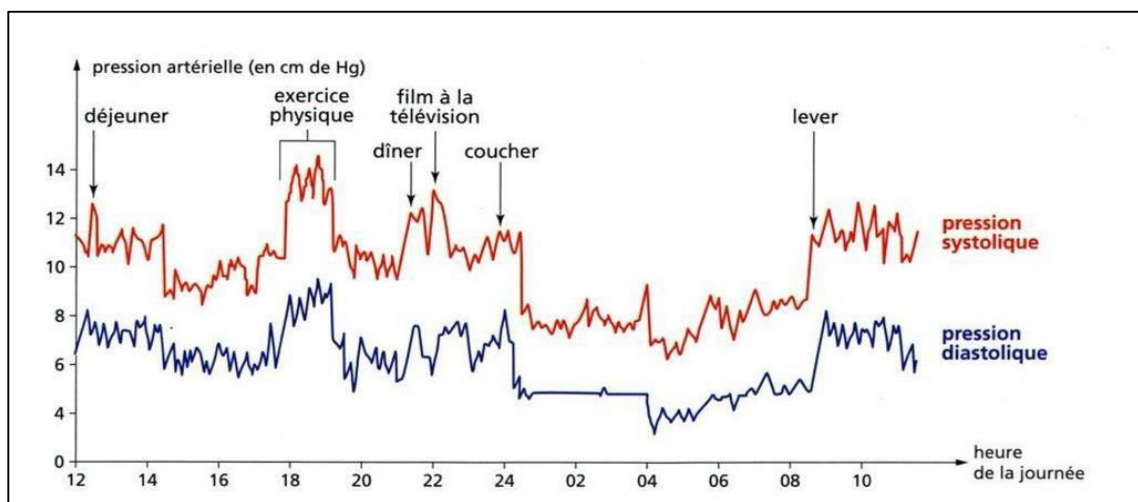
1. Détermine les valeurs normales de la pression artérielle.
2. Comment mesure-t-on la pression artérielle ?
3. Comment fonction l'appareil 1 ?
4. Qu'indique les deux valeurs sur l'appareil 2 ?

Activité 3 : La variation de la pression artérielle

La pression artérielle est variable au cours d'une journée, mais toutes les perturbations sont rapidement corrigées ce qui confirme la présence d'un système de régulation de la pression artérielle.

Plusieurs facteurs entraînent la modification du rythme cardiaque et donc la variation de la pression artérielle :

- Une hémorragie entraîne une diminution du volume sanguin et du débit cardiaque suivie d'une diminution de la pression artérielle : **hypotension**.
- Le stress, l'activité physique, l'émotion ... provoquent une accélération du rythme cardiaque (**tachycardie**) et une élévation de la pression artérielle : **hypertension**.



Doc4 : variation de la pression artérielle au cours de la journée

On parle d'hypertension Artérielle (HTA) si la pression artérielle est supérieure à 140/90 mm Hg. C'est l'une des maladies les plus répandues dans le monde et constitue l'un des trois facteurs majeurs du risque cardiovasculaire. L'hypotension artérielle (pression systolique <100

mm Hg) n'est pas une maladie mais le symptôme d'autres troubles : problème neurologique, effet secondaire d'un médicament ou de drogues, déshydratation, etc.

Consigne : A partir de tes connaissances du texte et du document 4

1. Pourquoi la pression artérielle doit être maintenue à sa valeur de consigne ?
2. Nomme quelques activités journalières à l'origine de la variation de la pression artérielle
3. Nomme une maladie avec comme symptôme, hypertension.

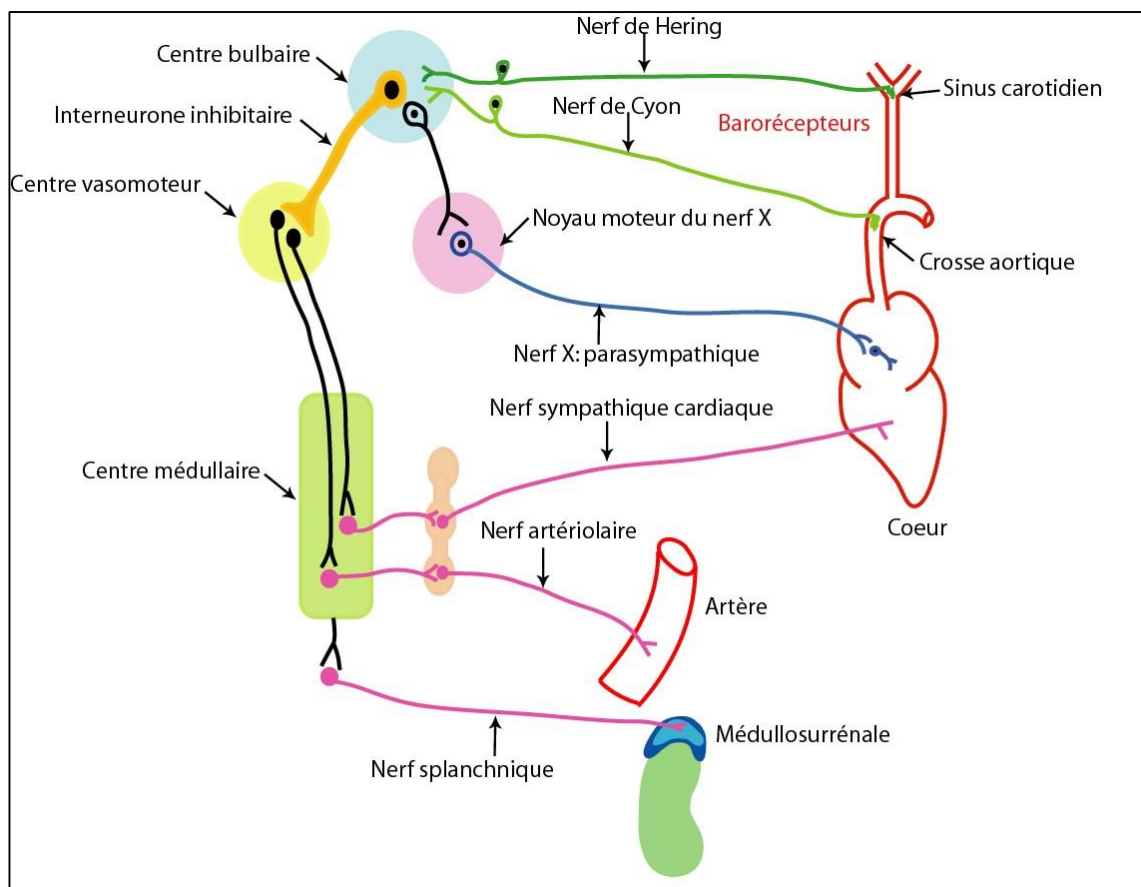
Activité 4 : La régulation nerveuse de la pression artérielle

On se propose d'étudier les innervations du cœur. Pour cela on réalise les expériences suivantes

Expérience 1 : Après section des nerfs de Herring et de Cyon, l'excitation des bouts centraux des nerfs de Herring et Cyon entraîne une bradycardie. L'excitation des bouts périphériques ne donne aucune réponse.

Expérience 2 : Après section du nerf X (nerf parasympathique), l'excitation des bouts centraux des nerfs de Herring et de Cyon n'entraîne plus de bradycardie.

Expérience 3 : La baisse de la pression artérielle au niveau de la crosse aortique provoque une tachycardie. La section des nerfs orthosympathiques supprime cette tachycardie. L'excitation du bout de ces nerfs rétablit la **tachycardie**



Doc 5 : Régulation nerveuse de la pression hormonale

Consigne : A partir des expériences ci-dessus et de tes connaissances

1. Tire une conclusion pour chacune des expériences.
2. Pourquoi dit-on que le sinus possède des barorécepteurs.
3. En vous basant sur toutes ces activités ; expliquez la régulation nerveuse de la pression artérielle en cas :
 - a) une hémorragie
 - b) un effort physique

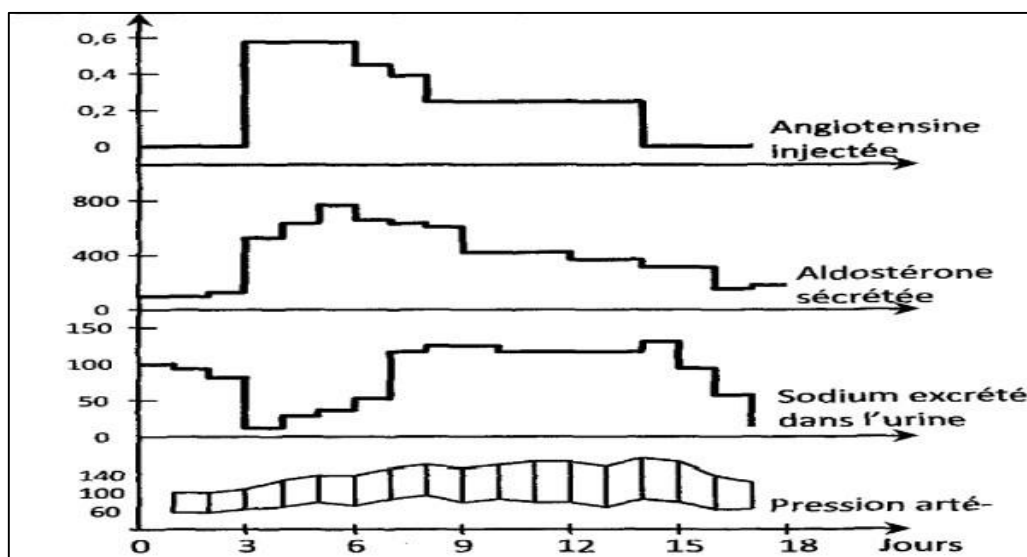
Activité 5 : La régulation hormonale de la pression artérielle

A. Rôle des corticosurrénales dans la régulation de la pression artérielle.

Chez un animal surrénalectomisé (ablation des surrénales), on constate une hypertension provoquée par une diminution de la volémie. En effet, le sujet manifeste une augmentation importante du volume d'urine élimé (polyurie) et de Na^+ . Une injection d'extrait de corticosurrénales à cet animal entraîne une baisse considérable de la polyurie et de la quantité de Na^+ éliminé dans l'urine. On a démontré que les extrait de corticosurrénales contiennent une hormone appelée aldostérone.

De plus, lorsqu'on soumet un mammifère à un régime pauvre en Na^+ , on note qu'il secrète beaucoup d'aldostérone. C'est l'effet contraire lorsque le régime est trop salé.

Des injections sont pratiquées chez un sujet normal. Les résultats sont représentés par le document suivant :

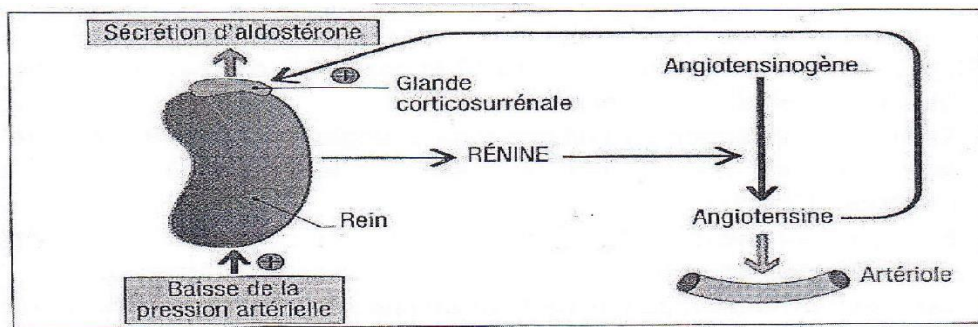


Document 6 : Résultats des injections de l'angiotensine chez un sujet normal

B. Le système rénine- angiotensine et régulation de la pression artérielle :

La rénine est une enzyme produite par les reins. La sécrétion de cette enzyme est stimulée par une baisse de la pression sanguine au niveau du rein. La rénine catalyse la transformation de l'angiotensinogène, protéine produite par le foie, en une hormone appelée angiotensine. Des

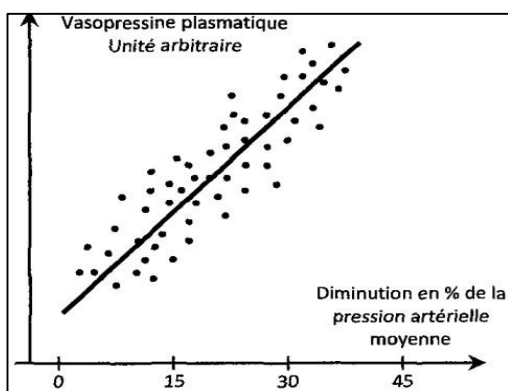
sections d'angiotensine (hormone produit par les reins) influencent la sécrétion d'aldostérone, l'excrétion du calcium et la pression artérielle.



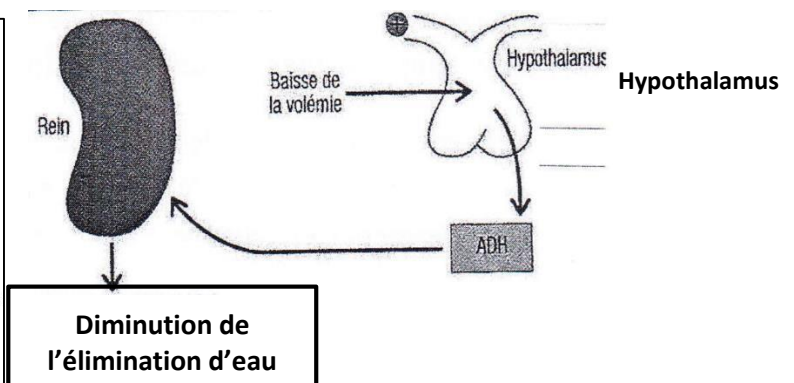
Document 7 : Action de la rénine

C. Rôle de l'hypothalamus dans la régulation de la pression artérielle

Le graphe ci-contre présente les variations de la concentration plasmatique moyenne de la vasopressine (ou ADH : hormone antidiurétique) produite par l'hypothalamus, en fonction de la diminution de la pression artérielle consécutive à une baisse de volémie (hémorragie par exemple).



Document 8 : Variation du taux plasmatique de l'ADH en fonction de la diminution de la P.A

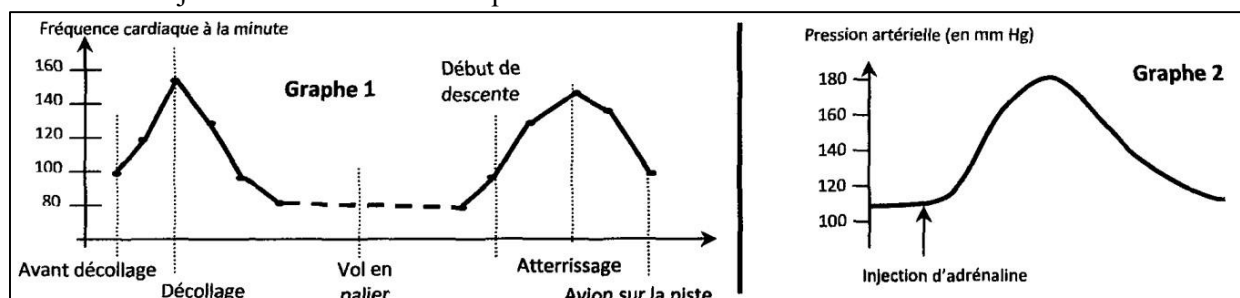


Document 9 : Mode d'action de l'ADH

D. Rôle des médullosurrénales dans la régulation de la pression artérielle

Le graphe ci-dessous présente les variations de la fréquence cardiaque d'un pilote d'avion à différentes phases du vol.

Chez la plupart des personnes, une forte émotion s'accompagne de manifestations physiologiques complexes. On constate notamment une augmentation rapide et brutale de la concentration plasmatique en une hormone médullosurrénalienne appelée adrénaline. Le graphe 2 représente les effets d'une injection d'adrénaline sur la pression artérielle d'un animal.



Document 10 : rôle de l'adrénaline dans la régulation de la P.A

CONSIGNE : A partir des documents 6 à 10 et des textes qui les accompagnent

1. Analyse le document 6 et donne l'action d'aldostérone sur le rein.
2. Explique l'implication du système rénine- angiotensine dans la régulation de la pression artérielle. Tu préciseras les effecteurs de cette régulation et leur rôle (doc.7).
3. Analyse le doc 8 et explique comment l'ADH intervient dans la régulation de la pression artérielle.
4. Analyse les graphes 1 et 2 ; en déduis le mode d'action de l'adrénaline et de la noradrénaline dans la régulation de la pression artérielle (doc 10).
5. Réalise le schéma de la régulation hormonale de pression artérielle.

SYNTHESE GENERALE

INTRODUCTION

La régulation est un mécanisme physiologique par lequel un paramètre physiologique, la pression artérielle par exemple, est maintenu à une valeur définie ou valeur consigne. La régulation fait intervenir plusieurs éléments : des récepteurs qui évaluent le paramètre régulé, un système de commande qui intègre et envoie les messages appropriés aux effecteurs.

I. LA PRESSION ARTERIELLE, UNE VARIABLE PHYSIOLOGIQUE REGULEE

La pression artérielle est la pression exercée par le sang sur la paroi des artères. Cette pression est fondamentale pour l'équilibre du corps.

La valeur de la pression artérielle oscille à chaque battement cardiaque entre deux valeurs :

- Une valeur maximale (pression systolique = 120 mm de mercure), conséquence de la contraction du ventricule gauche ;
- Une valeur minimale (pression diastolique = 70 mm de mercure) correspondant à un relâchement du cœur. Elle dépend de la vitesse d'écoulement du sang.

La valeur de la pression artérielle chez l'homme varie en fonction de l'âge, de l'état de santé, des activités physiques, de l'état émotionnel et de la position du corps.

La pression artérielle est liée au débit cardiaque, au diamètre des vaisseaux qui conduisent le sang, à la viscosité du sang. La modification de l'un des paramètres ci-dessus entraîne une variation de la pression artérielle. La pression doit donc s'adapter aux besoins de l'organisme : on dit qu'elle est régulée.

II. LA REGULATION NERVEUSE DE LA PRESSION ARTERIELLE

La régulation nerveuse de la pression artérielle est un réflexe inné dont les centres et voies nerveuses appartiennent au système nerveux autonome ou système nerveux neuro-végétatif.

1. En cas de la hausse de la pression artérielle

Lorsque la pression artérielle est anormalement élevée, les barorécepteurs captent ce signal (signal mécanique), le convertissent en signal électrique et l'envoie au centre nerveux via les nerfs de la voie afférente où il sera traité. Il s'en suit une forte stimulation du système parasympathique et une forte inhibition du système orthosympathique. Les nerfs de la voie afférente reliés à chaque système vont envoyer un message à l'organe effecteur le cœur, message qui correspond à

l'inhibition de ce dernier. Cette inhibition correspond à une diminution conjointe de volume d'éjection systolique et la fréquence cardiaque.

2. En cas de baisse de la pression artérielle

Les barorécepteurs de la crosse aortique et du sinus carotidien sont moins stimulés et par conséquent envoient un message nerveux peu intense au centre bulbaire cardio-modérateur. L'affaiblissement de l'activité du centre cardio-modérateur déclenche l'accélération du rythme cardiaque. De même les centres sympathiques cardio-accélérateurs vasomoteurs n'étant plus inhibés par les effets d'une hausse de la pression artérielle, participent aussi à l'accélération du rythme cardiaque et à la vasoconstriction (rétrécissement des vaisseaux des petites artères). Ces actions conjuguées concourent ainsi à la remontée de la pression artérielle afin qu'elle retrouve une valeur de consigne entre ses limites de référence.

III. LA REGULATION HORMONALE DE LA PRESSION ARTERIELLE

Cette régulation intervient à moyen et à long terme, c'est-à-dire quelques minutes à plusieurs jours. Dans l'organisme sont disséminés des capteurs de la variation de la pression artérielle, des capteurs des variations de la volémie (volorécepteurs situés dans l'oreillette gauche et dans la veine cave inférieure), des capteurs de la variation de la pression artérielle.

1. Le système rénal : le système rénine-angiotensine-aldostérone est une cascade de réactions permettant de réguler la pression artérielle.

Lorsque la pression artérielle baisse, les reins libèrent une enzyme, la rénine, dans la circulation sanguine. La rénine clive l'angiotensinogène, une grosse protéine circulant dans le sang, en plusieurs fragments ; l'un de ces fragments est l'angiotensine I

L'angiotensine I est relativement inactive et est fragmentée par l'enzyme de conversion de l'angiotensine en l'angiotensine II, une hormone très active.

L'angiotensine II provoque la constriction des parois musculaires des petites artères augmentant ainsi la pression artérielle. Elle provoque également la sécrétion d'une hormone, l'aldostérone, par les glandes surrénales, et de la vasopressine (hormone antidiurétique) par l'hypophyse.

L'aldostérone et la vasopressine provoquent une rétention de sodium par les reins. Il provoque également l'excrétion de potassium par les reins. Le sodium provoque une rétention aqueuse, augmentant ainsi le volume sanguin et la pression artérielle.

- 2. Le système hypothalamo-hypophysaire :** Il possède des osmorécepteurs. Une augmentation de la pression osmotique est liée à une diminution de la volémie et une importante présence de sel dans le plasma. La réaction du système hypothalamo-hypophysaire consiste à la sécrétion d'une hormone, l'ADH (hormone antidiurétique) ou vasopressine qui est une hormone produite par les cellules hypothalamiques mais sécrétée au niveau de la post-hypophyse. L'ADH agit au niveau des néphrons du rein et empêche, comme son nom l'indique, une fuite d'eau au niveau des reins. Elle concourt à une augmentation de la volémie et à un retour de la pression artérielle à sa valeur consigne. La sécrétion de l'ADH est stimulée par l'angiotensine.
- 3. La médullo-surrénale** sécrète, en cas de stress ou de forte émotion, 2 hormones : l'adrénaline et noradrénaline. Ces deux hormones ont pour effet de préparer l'organisme à l'effort, provoquent une accélération du rythme cardiaque et de la vasoconstriction des artéioles. Ce sont des hormones hypertensives.

CONCEPT GENERAL VII : LES BIOTECHNOLOGIES ET L'AMELIORATION DES ESPECES

Sous-concept 1 : Définition et applications des biotechnologies

Activité 1 : Définition de la biotechnologie

Le terme biotechnologie est formé de deux mots : bios qui aboutit à la biologie vient du grec **bios** (la vie) et la technologie dérivant du grec **technologia** (**techne** + **logos**).

La biologie est la science qui étudie la vie alors que la biotechnologie fait l'étude des outils, des machines et des matériaux. La biotechnologie est une science de l'ingénieur (celui qui conçoit, organise) : elle utilise la matière vivante pour regarder, synthétiser et produire des matériaux (bioconversion, biosynthèses) en vue d'une activité agronomique ou industrielle avec une bonne faisabilité et un bon rendement économique.

Elle fait un large appel aux enzymes, aux microorganismes et aux structures cellulaires et subcellulaires actives (biocatalyseurs, antigènes, etc.), aux biocapteurs, aux bio-sondes. Il ne faudrait pas limiter ce terme uniquement à ce qui provient des développements de la biologie actuelle. Les travaux de Fleming (1929-1932) sur le *Penicillium notatum* conduisant à la production industrielle de la pénicilline. Ces antibiotiques ont constitué le point de départ de l'épanouissement de la biotechnologie, sans ignorer les fabrications des acides aminés (par exemple l'acide glutamique en 1956, la lysine en 1957). L'avènement de la biologie moléculaire a permis de mettre en œuvre des techniques du génie génétique. Le génie génétique est l'ensemble de procédés et méthodes consistant à l'introduction de changements dans la molécule d'ADN d'un organisme vivant, sans qu'il y ait intervention de moyens naturels de la reproduction, en vue d'orienter cet organisme vers une production de masse de substances intéressantes.

Consigne : A partir de la lecture du texte ci-dessus

- 1) Définis la biotechnologie et le génie génétique.
- 2) Nomme le phénomène commun à toutes ces fabrications.

Activité 2 : application de la biotechnologie

- A. Dans le domaine alimentaire :** Depuis longtemps, l'homme utilise les microorganismes dans le domaine alimentaire, pour la fabrication des yaourts, du fromage, des boissons alcoolisées et du pain par exemple

A.1. Technique de fabrication des yaourts :

Le lait renferme naturellement des germes non pathogènes (bactéries lactiques, bacilles et streptocoques). Pour préparer les yaourts, il est nécessaire de sélectionner tout d'abord les souches de bactéries, car certaines donnent des yaourts « très doux », d'autres des yaourts « très acides ». Un mélange de souches permet d'obtenir des yaourts avec l'acidité recherchée. Après le choix des

souches de bactéries, on stérilise le lait (destruction non seulement des microorganismes indésirables, mais aussi des bactéries lactiques).

Le lait ainsi stérilisé estensemencé avec les bactéries sélectionnées et l'ensemble est placé dans une enceinte à une température de 42°C pendant quelques heures.

A.2. Technique de fabrication du fromage :

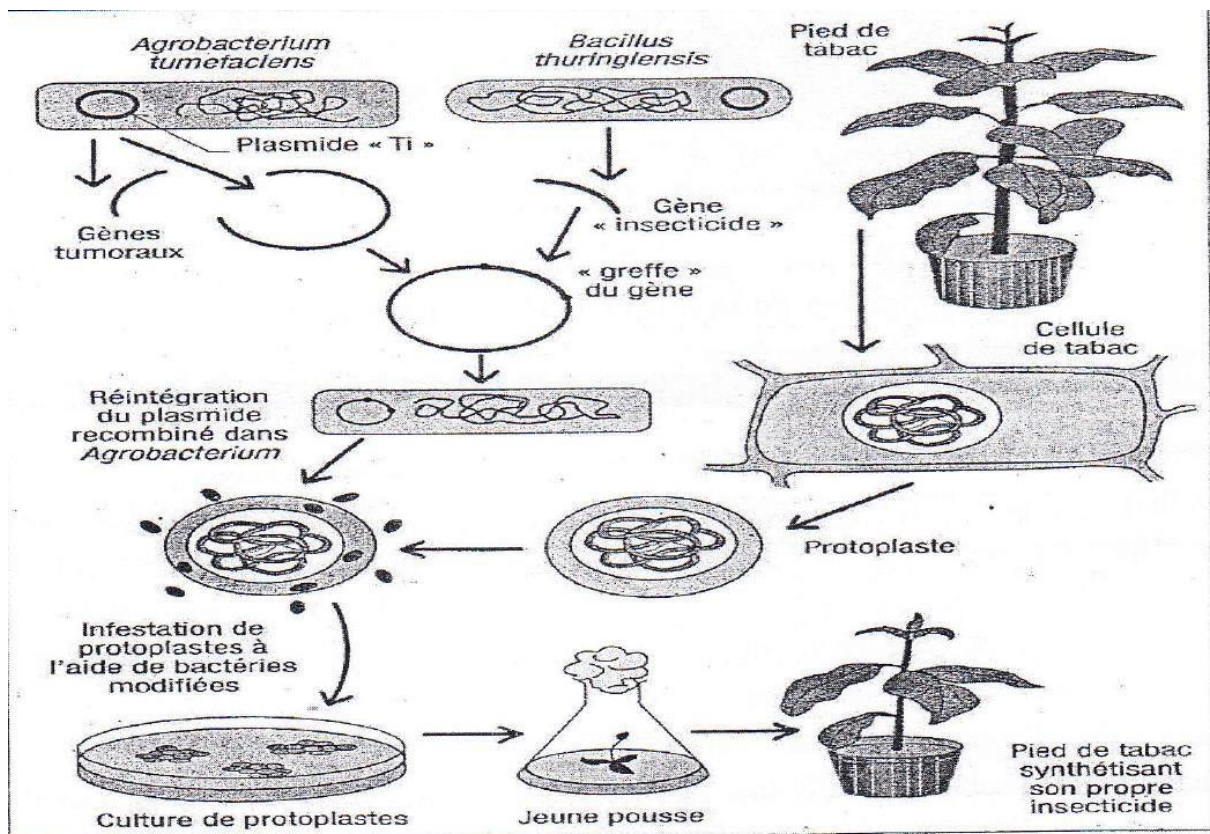
Elle comporte trois étapes :

- La coagulation du lait par addition de la présure (enzyme) ;
- L'égouttage (élimination du petit-lait et obtention du caillé) ;
- L'affinage qui modifie la composition, l'aspect et la consistance de la pâte fromagère.

Application des biotechnologies en agronomie

Une bactérie, *Bacillus thuringiensis* possède un gène commandant la synthèse d'une substance toxique pour certains insectes, en particulier les chenilles, mais elle n'est pas toxique pour l'Homme.

Le document 1 indique la technique de transfert ce gène à une plante de tabac.



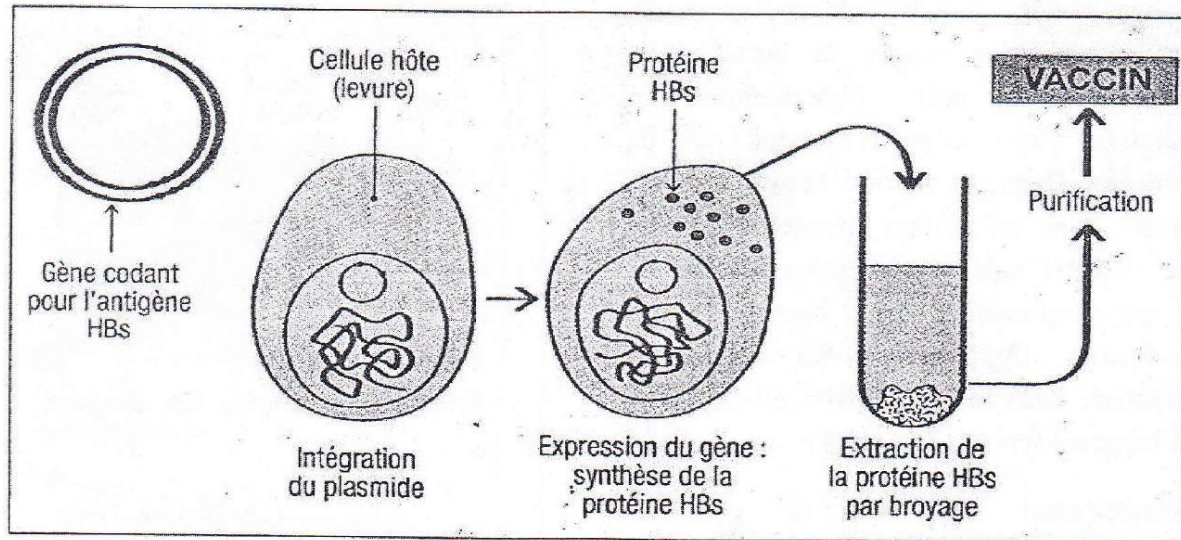
Document 1 : Technique de transfert du gène responsable de la synthèse d'une substance insecticide

Consigne : A partir du document 1 et des textes qui l'accompagnent

1. Explique à l'aide de tes propres mots la technique de transfert de gène d'une bactérie à une Plante.
2. Quel nom donne-t-on à ce gène ?
3. Quel nom donne-t-on à la plante réceptrice ?

Activité 3 : Production de vaccins par des méthodes de biotechnologies

La fabrication traditionnelle du vaccin contre l'hépatite B est couteuse à long terme et son utilisation présente quelques risques. Par génie génétique, on produit depuis 1988 aux Etats -unis un vaccin qui ne contient qu'une protéine de surface de la capsule virale (la protéine HBs) et non le virus entier. La protéine HBs possède des propriétés antigéniques. Le vaccin ainsi obtenu est plus sur et peu coûteux.



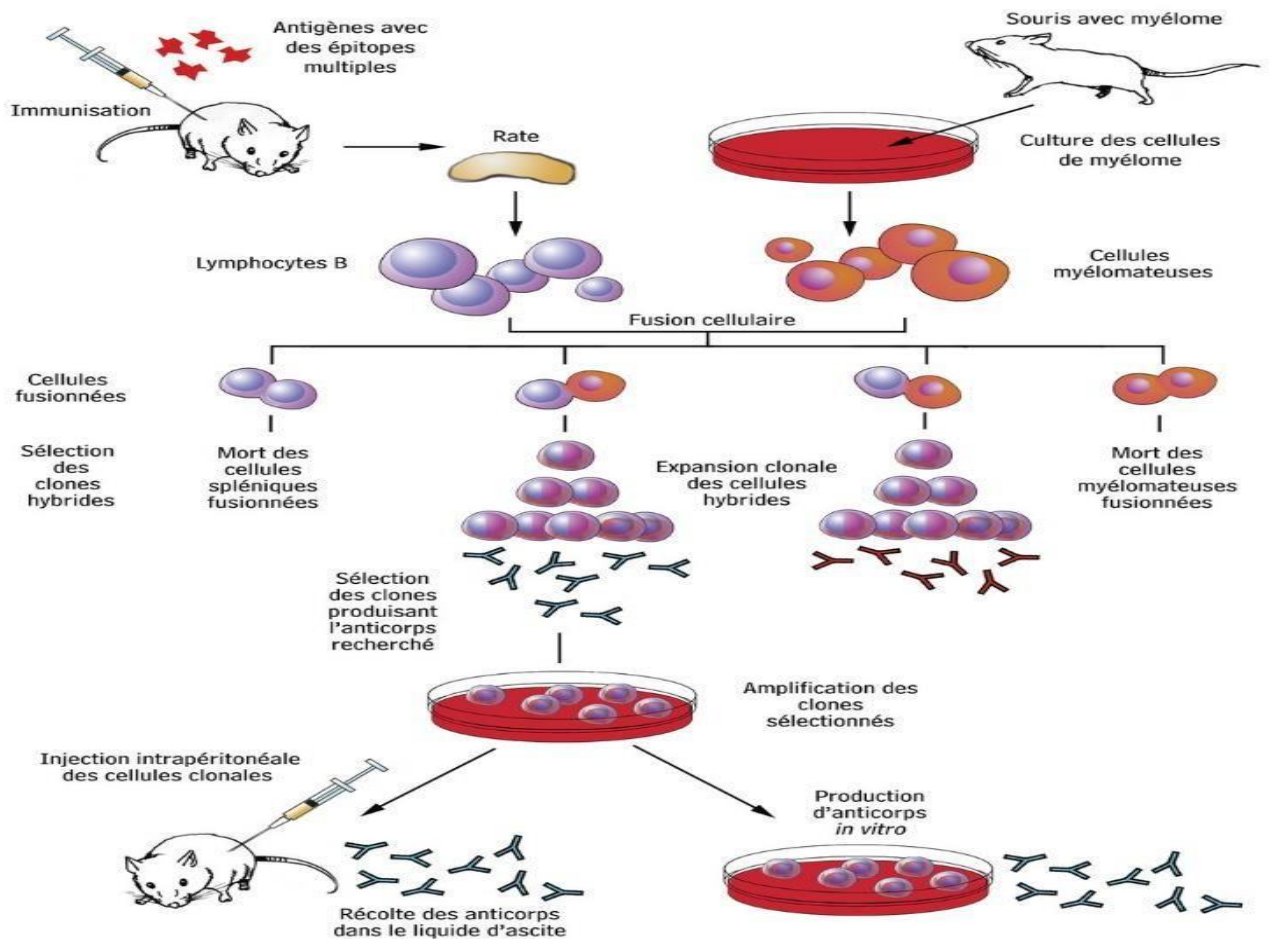
Document 2 : Principe de production du vaccin anti hépatite B.

CONSIGNE : A partir de l'exploitation du document 2 ci-dessus et de tes connaissances

1. Décris la méthode utilisée pour obtenir le gène à transférer dans le cas de la fabrication du vaccin contre l'hépatite B par génie génétique
2. Avec cette méthode, on assiste à un greffage génétique ; identifie alors le greffon, le porte greffon, la cellule hôte
3. Trouve l'intérêt de cette technique microbiologique

Activité 4 : fabrications des anticorps monoclonaux par génie génétique

Un antigène introduit dans l'organisme active autant de souches ou clones de lymphocytes B qu'il possède des déterminants antigéniques. Les anticorps ainsi produits sont qualifiés de polyclonaux. Par contre, les anticorps qui sont sécrétés par un seul type de lymphocytes B sont qualifiés d'anticorps monoclonaux. Les lymphocytes B ont une durée de vie limitée, alors que les lymphocytes cancéreux ont une durée de vie presque illimitée. Les techniques biologiques ont permis d'obtenir une cellule qui, non seulement produit des anticorps spécifiques, mais aussi a une longue durée de vie. Cette cellule hybride aux qualités exceptionnelles est appelée hybridome. Le principe d'obtention de l'hybridome est résumé dans le document ci-contre.



CONSIGNE : A partir de l'exploitation des documents ci-dessus et des figures y afférant

1. Explique la technique de fabrication des anticorps monoclonaux.
2. Quels sont les avantages recherchés dans la formation des hybridomes en immunologie ?
3. Le transfert des avantages des deux cellules de départ à l'hybride est-il la conséquence d'un transfert de gènes ? justifie ta réponse.

SYNTHESE GENERALE

Le génie génétique est l'ensemble des techniques permettant le transfert d'un gène d'une espèce à une autre, réalisant ainsi la modification du patrimoine génétique de cette dernière. Il implique à la fois technique et caractère inventif des chercheurs. Il s'applique aux gènes constitués d'ADN, support de l'hérédité.

Le génie génétique nécessite une technique et des outils appropriés. Il a de nombreuses applications.

1. Le principe du génie génétique :

A. Les outils utilisés par les chercheurs :

Les chercheurs utilisent un ensemble d'outils variés.

a- Les enzymes:

L'ADN étant le principal matériel sur lequel travaille le chercheur, ce dernier pour le manipuler a besoin d'un certain nombre d'enzymes :

. Les enzymes de restriction permettant de couper la molécule d'ADN,

. Les ligases permettant d'assembler les morceaux,

Les transcriptases inverses permettant de synthétiser de l'ADN à partir d'un modèle d'ARN.

b- Des sondes:

Ce sont des fragments d'ADN à seul brin complémentaire de celui de la partie du gène que l'on voudrait localiser. Un élément radioactif est associé à la sonde afin de la suivre dans la cellule et repérer le gène auquel s'est associée grâce à la complémentarité des bases.

c- Des appareils pour la synthèse des acides nucléiques:

La synthèse des gènes dépend des acides nucléiques.

B. Les étapes du transfert d'un gène

Le transfert de gène se fait en trois

étapes : **a. La recombinaison in vitro**

des ADN

Ces ADN proviennent de cellules différentes. Des enzymes spécifiques permettent de greffer des segments d'ADN d'une cellule « donneuse » dans un plasmide d'*Escherichia coli*.

b. Le clonage du gène

Les plasmides recombinés sont introduits dans des bactéries que l'on cultive. On identifie le clone ayant incorporé et multiplié le gène recherché à l'aide d'une sonde moléculaire/

c. L'expression du gène dans la cellule hôte

Elle se fera grâce à l'addition d'autres séquences d'ADN nécessaires à sa transcription en ARNm.

2. Les applications des biotechnologies.

Les applications du génie génétique sont nombreuses **a. Dans le domaine de la santé** : il y a la fabrication

- Des nouveaux vaccins,
- La synthèse en grande quantité d'antigènes vaccinant par des bactéries ou des levures ayant reçu le gène microbien correspondant,
- L'obtention de virus non pathogène recombinés possédant un pouvoir immunisant,
- L'atténuation du pouvoir pathogène d'un microbe par manipulation du gène responsable de l'activité pathogène,
- L'isolement du déterminant antigénique vaccinant et son association à une molécule porteuse.
- De l'insuline ayant les mêmes propriétés que l'insuline humaine,
- De l'hormone de croissance humaine, - D'anticorps monoclonaux (hybridomes).

b. Dans le domaine agroalimentaire :

- La fabrication des yaourts, des fromages, etc.
- La fabrication des boissons alcoolisées, etc.
- La pâtisserie.

CONCEPT GENERAL VII : LES BIOTECHNOLOGIES ET

Sous-concept 2 : AMELIORATION DES ESPECES

Activité 1 : les caractères qualitatifs et quantitatifs des espèces

Une espèce est constituée d'un ensemble d'individus présentant des ressemblances, partageant le même milieu de vie et qui sont inter féconds. Les caractères de l'espèce sont transmis de façon héréditaire. Les différences entre les individus d'une même espèce peuvent aussi être héréditaires lorsqu'ils sont les expressions des gènes. Pour améliorer les espèces ; il faudrait au préalable identifier ceux de ces caractères héréditaires ayant un intérêt économique ; ensuite les améliorer par des moyens ou des techniques appropriés.

On peut ranger les différents caractères qui distinguent les espèces les unes des autres en deux catégories.

- Les caractères qualitatifs consécutifs des mutations spontanées qui peuvent survenir dans un élevage d'animaux ou dans une culture des plantes. Très stables, leur transmission est héréditaire et échappant à la sélection naturelle, ils participent à l'établissement des races.

- Les caractères quantitatifs permettent de qualifier si un individu est performant ou pas.

En matière de population ; ces caractères sont soumis à la sélection naturelle (condition des élevages des animaux ou des pratiques de cultures des plantes). Généralement, ces caractères présentent un grand intérêt économique. Leur expression serait gouvernée par plusieurs gènes à la fois et les individus de la descendance les possèderaient de façon variable.

Soit le tableau suivant présentant quelques caractères des animaux et des végétaux :

Animaux	végétaux
Présence ou absence de cornes;	Teneur en sucres, en protéines des fruits ou des grains ;
Quantité et composition du lait;	Forme et couleur des fleurs, des fruits;
Teneur en matières grasses de la Viande,	Aptitude à la greffe, au bouturage; Résistance à
Poids à la naissance;	la sécheresse
Intervalle entre les Portées; Taille des portées;	Date de floraison; Date de maturité
Poids des œufs ; Comportement maternel,	Nombre de rameaux; Nombre et Poids des
Vitesse de croissance; Couleur de la robe et des	fruits;
Plumes; Sensibilité aux maladies.	Rendement à l'hectare; Sensibilité aux maladies

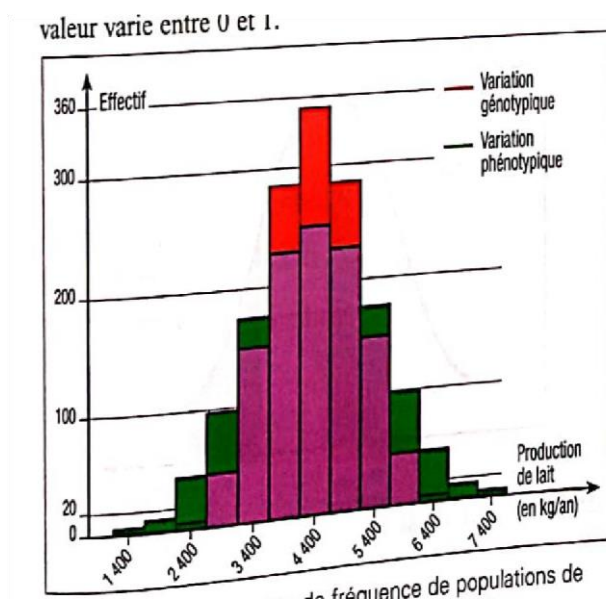
Document 1 : tableau des variations observables chez les animaux et les végétaux.

Malgré la complexité de l'étude des caractères quantitatifs, l'amélioration des espèces à préconiser est l'amélioration génétique des espèces. Elles permettent de maîtriser la variation phénotypique, par exemple, pour des animaux élevés dans les mêmes conditions du milieu ou dans des milieux différents.

Compte tenu de la dépendance des caractères quantitatifs vis-à-vis des conditions du milieu au sein d'une population dont on veut étudier la variabilité, Les performances d'une race d'animaux seront fonction des facteurs génétiques et de ceux du milieu.

On définit l'héritabilité comme étant le rapport entre la variabilité génétique et variabilité phénotypique (somme de la variabilité génétique et de la variabilité du milieu) sa valeur varie entre 0 et 1.

Ce graphe représente la production d'une génération de vache laitière issue du croisement d'un même taureau avec des vaches de même race qui doivent produire 4.400kg de lait par an.



Espèces	Caractères	Héritabilité
Bovins	Composition du lait	0,5
	Intervalle entre mises bas	0,05
	Temps de traite	0,3
	Poids à la naissance	0,3
	Quantité de carcasse	0,5
Porcs	Taille de la portée	0,15
	Vitesse de croissance	0,3
	Pourcentage de gras	0,6
Vigne	Rendement à l'hectare	0,3
	Teneur en sucre des grains	0,55
Pêcher	Date de floraison	0,4
	Date de maturité	0,84
	Productivité	0,08
	Fermeté du fruit	0,13
Haricot vert	Présence de « fils »	0,66

Document 3 : quelques valeurs d'héritabilité.

Quand on dit que l'héritabilité de la production laitière est de 0.3 cela signifie que 30% de la variabilité constatée est due au fait que les vaches ont des patrimoines génétiques dont L'expression est différente.

Consigne : A partir des documents et les textes y afférant :

1. Cite à l'aide du document 1 quelques caractères qualitatifs et quantitatifs chez les animaux ou les végétaux. Compare les caractéristiques de ces deux types de caractères.
2. Analyse le document 2 qui représente la production d'une génération de vaches laitières issu du croisement d'un même taureau avec des vaches de même race. Les vaches devaient produire 4 400kg de lait par jour. Explique par des arguments la phrase suivante : «la variabilité phénotypique est la somme de la variabilité génétique et de la variabilité du milieu ».
3. Que confirme les valeurs de l'héritabilité contenu dans le document 3.

Activité 2 : Améliorations des espèces

Depuis les débuts de l'agriculture, l'homme a cherché à améliorer les espèces animales et végétales qu'il cultivait et élevait par rapport à des critères de qualité ou de rendement correspondant à ces besoins.

Comme les animaux et les végétaux ne peuvent pas posséder tous les critères de performances attendus de l'homme, ce dernier a pensé à pratiquer l'hybridation et la sélection génétique.

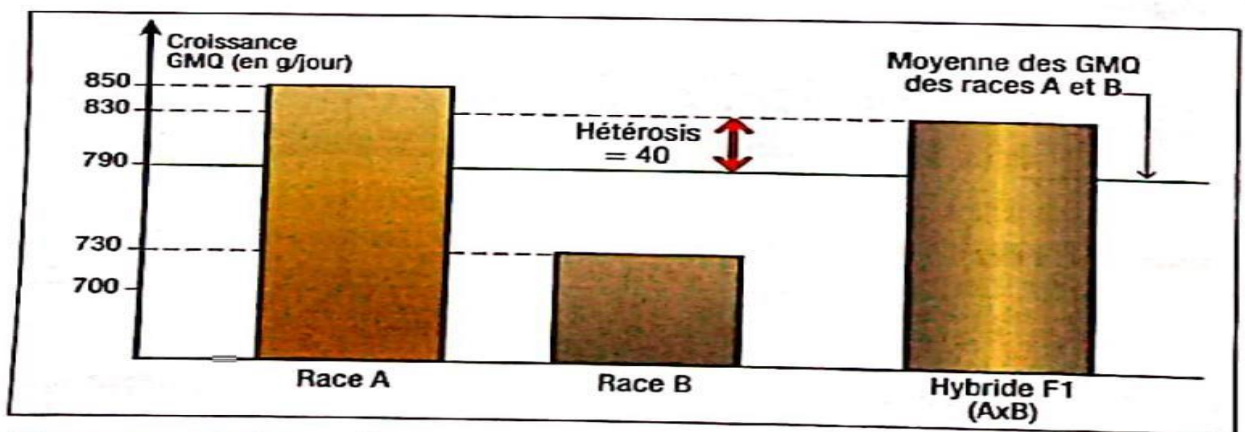
La sélection génétique et l'hybridation reposent sur la propriété essentielle de la reproduction sexuée, à savoir produire grâce au brassage génétique des individus nouveaux et originaux.

L'amélioration génétique des espèces passe par ces deux étapes.

□ L'hybridation :

L'hybridation est la technique qui permet de produire des hybrides plus vigoureux et qui réunissent les caractères recherchés.

Par des croisements des races d'animaux et de plantes aux caractéristiques différentes, on a pu créer de nouvelles variétés combinant un certain nombre de caractères intéressants ou performances qui existaient isolément chez les parents. Les hybrides retenus devraient présenter les critères suivants : une valeur économique élevée et une vigueur hybride ou hétérosis élevée. Il est indiqué de limiter leur valeur génique à la première génération afin de diminuer la dispersion des caractères dans la descendance. Il a été constaté que la performance de l'hybride est généralement supérieure à la moyenne des performances des parents (valeur hybride).



Document 4 : croissance moyenne des hybrides comparée à celle des races porcines A et B.

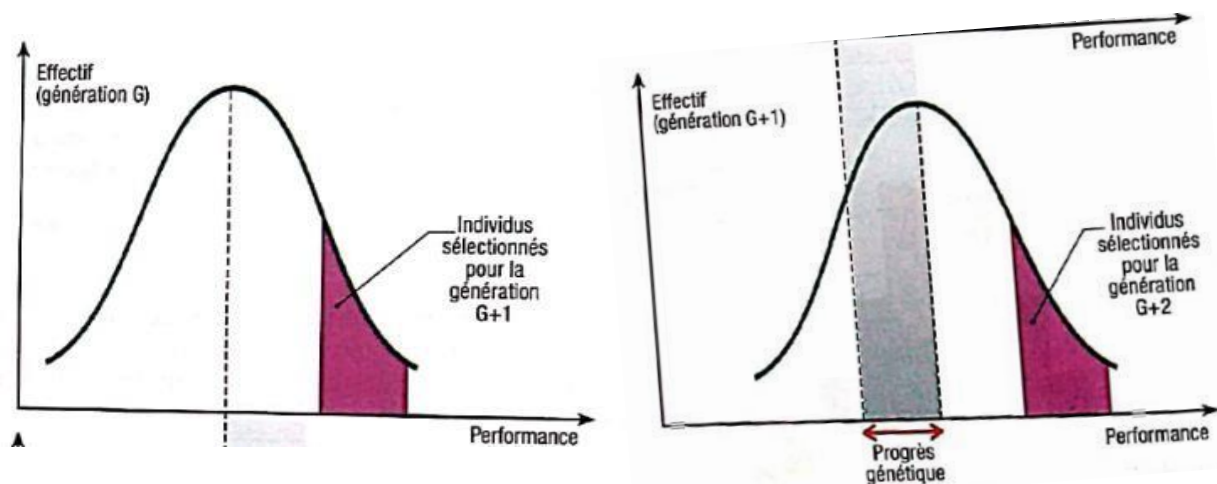
Sur le document 5 : Les races porcines A et B ont des vitesses de croissance différentes.

Les vitesses de croissance sont mesurées en termes de gain moyen quotidien (Q G M).

Cette technique est fréquemment pratiquée dans les élevages domestiques (le porc charcutier à grande valeur commerciale est le résultat de l'hybridation).

Pour les plantes qui se reproduisent par autofécondation ou autogamie, l'hybridation n'est possible qu'avec la castration.

Par exemple, si l'on cultive deux variétés de maïs côte à côte, X et Y, le croisement pour l'obtention des hybrides X et Y implique nécessairement la suppression de toutes les fleurs mâles X pour pouvoir fixer sur ces pieds X des épis aux graines hybrides X et Y.



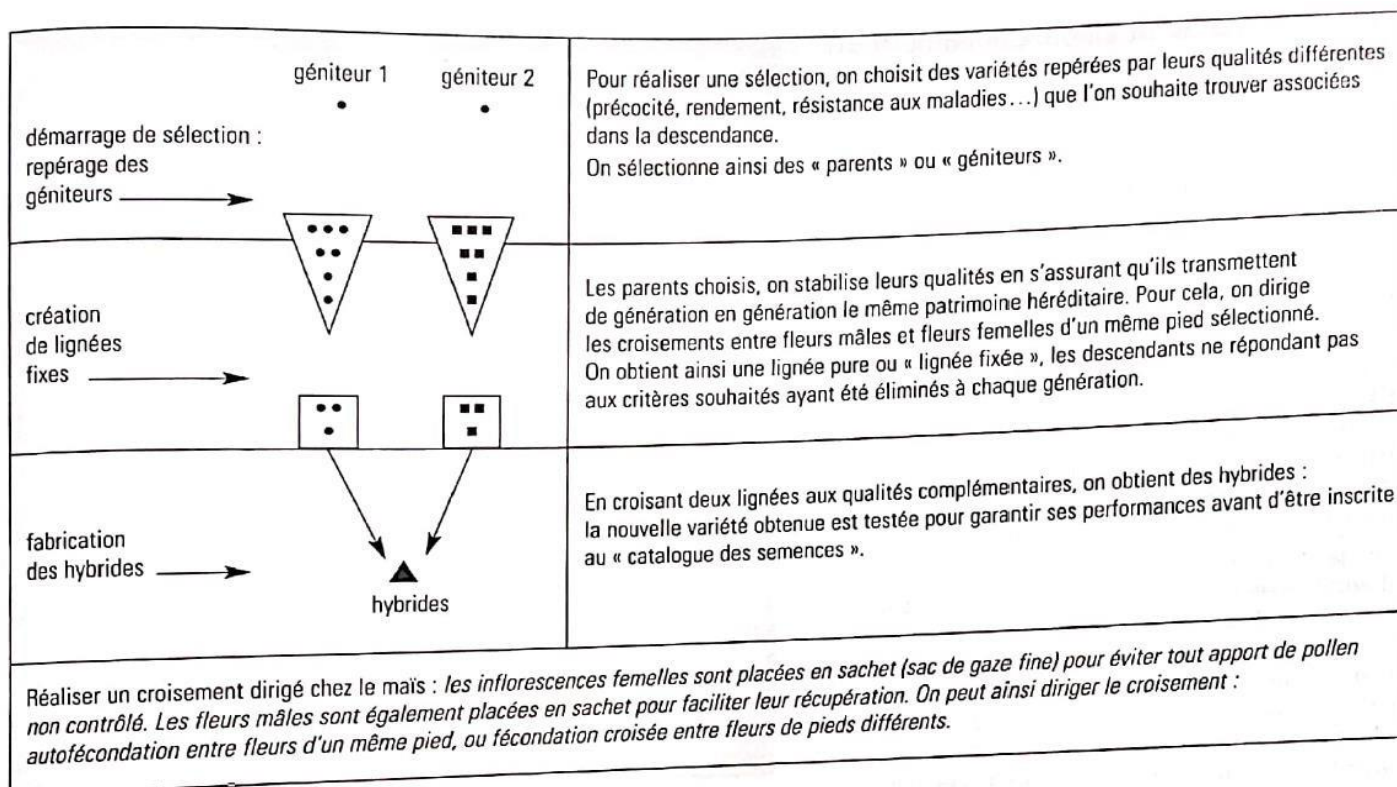
Document 5 : principes et méthodes de sélection et d'hybridation

Les courbes de fréquence pour une performance donnée permettent de choisir les individus qui seront sélectionnés pour la génération suivante.

La castration à grande échelle est très difficile pour une production en masse d'où les limites de cette technique. La sélection

La sélection est la technique qui fixe les variétés parentales qui possèdent isolement des caractères recherchés. C'est elle qui améliore les performances de génération en génération.

La différence entre les performances moyennes de deux générations s'appelle les progrès génétiques. Il est fonction de l'hérédité est forte, plus le progrès génétique est élevés. Le processus de sélection des espèces animales ou végétales données s'achève avec l'obtention d'individus stables (création des nouvelles espèces) : **c'est la sélection conservatrice.**



Document 6 : croissance chez le maïs

CONSIGNE : A partir de l'exploitation des documents ci-dessus et des figures y afférant En analysant les documents 1 à 6.

1. Compare tes caractères qualitatifs et quantitatifs en citant deux exemples de caractères par catégorie et espèces.
2. Analyse le document 2 et explique la dépendance du phénotype vis-à-vis des génétiques et du milieu (utilise aussi tes connaissances).
3. A l'aide du document 4, expliques comment on arrive à affirmer que la croissance moyenne des hybrides était supérieure à celles des deux races porcines A et B.

Activité 3 : Intérêt de l'hybridation et de la sélection Pour l'amélioration des espèces

L'hybridation conduit à des combinaisons qui sont sélectionnées dans la descendance, stabilisées par la suite et multipliées. Ces techniques créent des espèces animales et végétales nouvelles qu'on peut produire en masse. Mais ces techniques sont très longues et impliquent beaucoup de matériel végétal ou animal. De plus ; on peut être confronté à des difficultés telles que l'incompatibilité entre espèces différentes, morphologie de la fleur rendant l'hybridation difficile, hybrides interspécifiques généralement instables, etc.. . .

Le développement des biotechnologies cellulaires et moléculaires permet de contourner toutes ces difficultés. ..

Avec le développement du génie génétique qui est à l'origine des transferts de gènes d'une espèce à une autre, on sait réaliser la culture d'organes et des tissus des végétaux ; par exemple l'obtention des nouvelles plantes à partir du bouturage jusqu'à la régénération, en utilisant des groupes d'organes, un organe, un fragment d'organe ou même une seule cellule somatique ou reproductrice.

A. Les plantes fixatrices d'azote :

Les légumineuses et les plantes de leur famille présentent au niveau de leurs racines des renflements appelés : nodosités.

Ces nodosités contiennent des bactéries qu'elles trouvent dans le sol ou elles sont cultivées.

Elles vivent en association avec ces bactéries. On dit qu'elles vivent en symbiose. Pour le soja par exemple, les bactéries devant vivre en symbiose avec lui ne se trouvent pas dans le sol. Il faut pour cela mettre les graines en contact avec les bactéries de souches appropriées avant le semis (c'est l'inoculation des semences). L'azote dont a besoin la formation de ces composés azotés lui est fourni par les bactéries dont le rôle est de fixer l'azote de l'air. La présence de ces bactéries dans les légumineuses leur permet de vivre dans les sols dépourvus d'azote.

De nos jours, cette propriété des bactéries est assurée par d'autres micro-organismes, capables de fixer l'azote atmosphérique et vivre en symbiose avec la plante.

Ce sont les bactéries, du genre rhizobium, qui vivent en association avec les légumineuses. Pour améliorer les espèces de légumineuses cultivées, on a pensé à la création de synthèses nouvelles pour améliorer leur efficacité (détermination des rôles respectifs des partenaires de la symbiose et les conditions de formation des nodosités) et la sélection des souches bactériennes plus performantes (recensement d'autres souches de rhizobium susceptibles d'augmenter la quantité d'azote fixée).

On peut aussi créer de nouvelles symbioses avec d'autres plantes légumineuses ou d'autres bactéries fixatrices d'azote en dehors des rhizobiums qui peuvent s'associer avec des plantes non légumineuses. On peut aussi penser à la création des plantes chlorophylliennes capables de fixer directement l'azote de l'air comme *Escherichia coli*.

CONSIGNE 1 :

1. A l'aide de tes connaissances antérieures à ce chapitre, explique le mécanisme de symbioses entre les légumineuses et les rhizobiums.
2. Explique comment on peut traiter les plantes chlorophylliennes et par quelle technique on peut les rendre aptes à fixer directement l'azote de l'air.
3. En quoi consiste l'inoculation des semences ?

B. La fusion des protoplastes.

C'est une hybridation somatique. Les cellules végétales banales sont isolées sous l'action des enzymes appropriées et débarrassées de leur paroi cellulosique qui rend toute manipulation impossible. Elles sont totipotentes car elles possèdent tous les pouvoirs pour régénérer une nouvelle plante, les cellules devraient être traitées au préalable par des agents enzymatiques.

Dans cet état, il est facile manipuler la cellule (réalisation des fusions somatiques, introduction du matériel génétique exogène, etc....).

Des protoplastes sont mis dans un milieu complexe et riche en régulateur de croissance (ce qui est primordial pour la reconstitution des parois et l'initiation des premières divisions). Les structures obtenues sont du genre cal ou embryon ou même mélange. Le déroulement de la culture s'effectue ensuite de façon classique jusqu'à la régénération des plantes. La fusion des protoplastes correspond à la réunion dans la même cellule des noyaux et du cytoplasme de deux variétés voire même de deux espèces différentes. Il y a une hérédité cytoplasmique transmise par divers éléments du cytoplasme et que contiennent de petites quantités d'ADN tel que :

Les mitochondries porteuses d'un gène entraînant stérilité male chez certaines espèces (ceci favorise l'hybridation dans certaines conditions) ;

certaines chloroplastes porteurs du gène qui dégrade certains herbicides ;

Dans le cas où la fusion des protoplastes se traduit par mélange des informations génétiques des noyaux et du cytoplasme.

Le colza est une plante qui offre deux modes reproduction (croisée et autofécondation). C'est grâce à la fusion des protoplastes qu'on a obtenu « un protoplasme hybride », mélange du noyau de colza et du cytoplasme de rad. La stérilité male est apportée par les mitochondries radis. La résistance du colza male à herbicide de gène par fusion avec un protoplasme de navet, porteur de gène à l'origine de la résistance.

L'incorporation du gène dans les plantes.

Cette technique conduit à la transformation de la cellule végétale par l'introduction dans le génome de celle-ci d'un fragment d'ADN exogène. Nous allons utiliser un vecteur naturel spécifique, le plasmide d'*Agrobacterium tumefaciens*.

Agrobacterium tumefaciens est une bactérie pathogène du sol qui provoque au niveau de la zone de l'infection une tumeur. Cette maladie des plantes est connue sous le nom de « galle du collet » ou « crown galle ». Cette bactérie porte un grand plasmide Ti (Tumorinducing) dans lequel la bactérie n'est plus infectieuse. L'ADN du plasmide comporte une centaine de gènes.

Une portion de cet ADN le T-DNA (T pour transfert) ; se retrouve dans les cellules tumorales de la plante.

La bactérie a ainsi transféré ce segment s'intègre dans les chromosomes perturbe le métabolisme cellulaire et est responsable des propriétés tumorales des cellules transformées.

Cette bactérie possède un processus naturel de transformation végétale. Cette propriété a été mise à profit pour transférer à la plante un site choisi du T-DNA au sein de la région codante pour une protéine indispensable à la multiplication bactérienne (opine), dont on conserve le début comme promoteur et la fin comme signal de fin de transcription, après l'avoir dénaturé le gène responsable de la prolifération cellulaire puis d'introduire le plasmide ainsi modifié dans une cellule de la plante. Celle-ci doit pouvoir régénérer une plante saine possédant le gène fonctionnel. C'est ainsi qu'on a pu transférer au tabac un gène « emprunte » à bacillus thuringien sis qui commande la synthèse d'une protéine toxique pour certains insectes. Les plantes de tabac ainsi transformées peuvent fabriquer ainsi leur propre insecticide. C. La production des animaux transgéniques.

La technique de transfert des gènes a été aussi expérimentée chez des animaux en vue de l'amélioration de la vitesse de croissance des animaux d'élevage tel que les souris.

L'introduction dans un œuf de souris d'un gène humain responsable de la synthèse d'une hormone de croissance conduit après fécondation in vitro et injection des copies du gène cloné à la cellule œuf des souris géantes. Ce résultat prouve que l'intégration ou insertion du gène étranger (gène humain) a eu effectivement lieu. Le patrimoine génétique contient dorénavant le gène humain qui sera transmis à la descendance.

Le génome de la souris s'est enrichi d'un gène étranger qui peut être à l'origine de certaines anomalies.

CONSIGNE 2 :

1. La technique de fusion de protoplastes est l'une des techniques nécessitant beaucoup de précautions dans la manipulation des cellules et organismes impliqués dans le processus.
 - a) Explique brièvement ce processus.
 - b) Justifie l'intérêt économique de ce processus.
2. En comparant l'application des manipulations génétiques chez les végétaux et les animaux, quelle conclusion peux-tu en tirer ? justifie ta réponse.
3. Quel est d'après toi, l'impact de l'apport des biotechnologies sur l'amélioration des espèces par rapport aux techniques anciennes ?

SYNTHESE GENERALE

L'amélioration des espèces ne peut se faire sans la modification du patrimoine génétique, sans oublier l'intervention des facteurs du milieu où vivent ces espèces

Les caractères qualitatifs et quantitatifs des espèces

Tous les caractères d'une espèce donnée n'ont pas d'intérêt économique, ils ne sont pas mesurables, ce sont les caractères qualitatifs (forme, couleur, aspect). Ils peuvent être héréditaires et se limitent généralement à la définition des races. A côté de ceux-ci, il ya les caractères quantitatifs qui déterminent les performances des individus d'une espèce donnée (nombre de poulets produits, quantité de sacs d'arachides ou de maïs produit; etc...), ils sont mesurables et présentent le plus souvent un intérêt économique pour l'exploitant. C'est sur cette variabilité des caractères des individus d'une espèce que se forme l'amélioration des espèces parce que l'amélioration du génome en dépend. Il faudrait être capable d'identifier au préalable les caractères quantitatifs de l'espèce susceptibles d'être améliorés.

Les techniques d'amélioration des espèces

Les deux premières techniques qui ont fait leur preuve sont l'hybridation et la sélection

1. L'hybridation

C'est une technique qui permet d'obtenir des productions performantes et pour cette raison, les croisements réalisés entre individus d'une même espèce et génétiquement proche sont des croisements dirigés. Ces croisements ont pour but l'amélioration des caractères susceptibles de présenter un intérêt économique (les caractères quantitatifs). Le croisement dirigé est une technique qui permet d'assurer la reproduction sexuée contrôlée de deux individus choisis.

L'hybridation qui crée des variétés nouvelles a le mérite de combiner des caractères recherchés ou de compenser certains caractères défavorables pour l'espèce dès la première génération ; en effet, dans le croisement, chaque parent choisit à ses propres caractères.

Tous les hybrides produits ne sont pas retenus sauf ceux de la descendance ayant une vigueur remarquable leur conférant des performances supérieures à la moyenne de celles des parents, c'est l'effet hétérosis ou hybride. Ces hybrides sont considérés comme des producteurs performants par hybridation, il est aussi possible d'obtenir des produits directement utilisables (porc charcutier).

L'hybridation ne se limite pas à l'amélioration génétique des espèces mais aussi à l'augmentation de l'intérêt de ses produits.

2. La sélection

Le but de la sélection est aussi d'aboutir à des producteurs plus performants (variétés rechercher pour certains de leurs caractères). La sélection est fonction des caractères à améliorer et du mode de reproduction des individus de l'espèce.

La sélection généalogique est très longue (plusieurs années) et ne s'intéresse qu'aux individus plus performants par génération jusqu'à la stabilisation des caractères recherchés chez les individus. Quant à la sélection récurrente, il est question de faire des hybridations au cours du processus de

sélection. Le choix se porte sur les parents ayant produit des hybrides plus performants pour la suite des croisements.

III. Apport des biotechnologies

Toutes techniques susceptibles de participer à l'amélioration des espèces s'intéressent directement au matériel génétique et aux caractères des individus des espèces comme dans l'hybridation et la sélection. **La fusion des protoplastes :**

Cette technique illustre la notion de totipotence cellulaire. La culture des protoplastes a confirmé que toute cellule, même les plus spécialisées comme la cellule chlorophyllienne de feuille par exemple, possède <<tous les pouvoirs>> ou la totalité du programme génétique nécessaire à la construction ou régénération d'un végétal entier. Le matériel utilisé ici est très réduit, une simple feuille qui doit toutefois subir une transformation (dégradation de sa membrane cellulosique par des enzymes extraites des champignons et produites à l'échelle industrielle) pour devenir un protoplaste. Cette méthode utilise les informations contenues dans l'A.D.N des mitochondries et des chloroplastes. Cette fusion des protoplastes est une hybridation somatique.

Les résultats des expériences de manipulation génétique chez les végétaux et les animaux sont porteurs d'espoir. Le transfert de gène étranger accorde aux plantes qui les portent des propriétés leur permettant, par exemple, de résister mieux aux attaques des insectes, aux maladies et même aux herbicides courants.

Chez les animaux, les essais de transfert de gènes étrangers sont aléatoires.