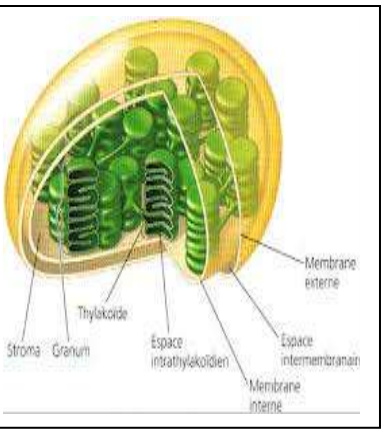
PREMIERE PARTIE

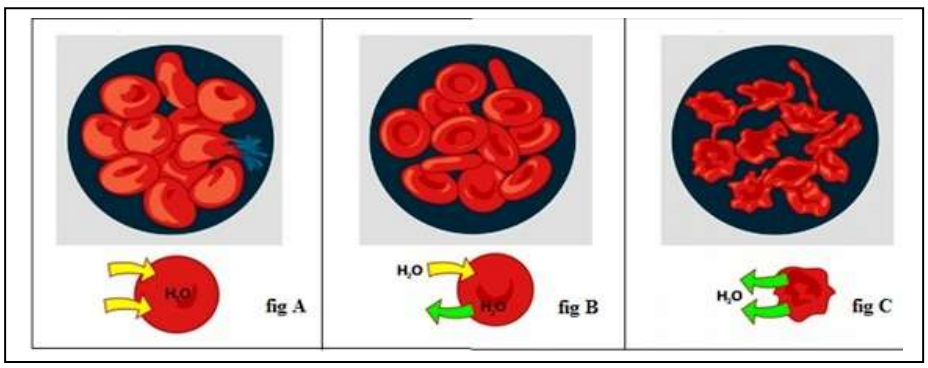
CONCEPT GENERAL :

La vie cellulaire (2 semaines)

LES SOUS-CONCEPT :

1. ***La structure de la cellule*** (1h)
2. ***Les échanges cellulaires*** (4h)
3. ***Le métabolisme énergétique*** (9h)





© Ouvrage élaboré par Aboubacar BOUARE & Issa COULIBALY /Professeur de SVT
79198269-65665696/76399806-66279590 Email: iss27coul@live.fr

2

SOUS-CONCEPT 1 : LA STRUCTURE DE LA CELLULE

SITUATION PROBLEME :

Tous les êtres vivants sont constitués de cellules. Certains sont constitués d'une seule cellule (ce sont les unicellulaires) et d'autres sont constitués de plusieurs cellules (ce sont les pluricellulaires). La cellule a des formes variées. Elle est l'unité structurale du vivant. Toute cellule est le résultat d'une division cellulaire (mitose) à l'exception de la cellule œuf issus de l'union de deux cellules sexuelles (ou gamètes) lors de la reproduction sexuée. A partir de ces connaissances sur la cellule, on peut se demander :

- **Comment les cellules vivantes sont-elles organisées ?**
- **Que présente la structure d'une cellule ?**
- **Que présente l'ultrastructure d'une cellule ?**

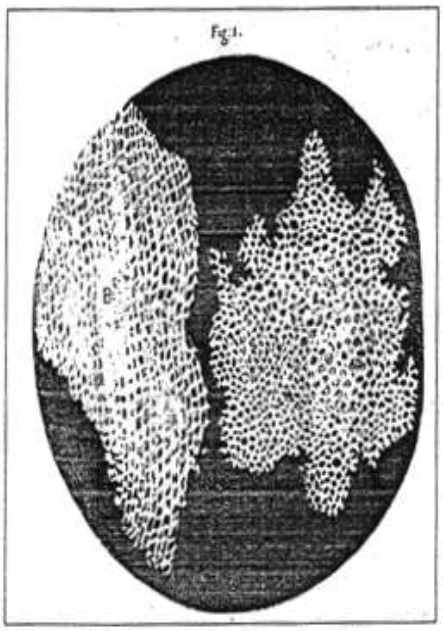
LES ACTIVITES

A. Historique de la découverte de la cellule

Activité 1 **De la découverte de la cellule a la notion de « théorie cellulaire »**

Les documents ci après retrace l'historique de la découverte de la cellule :

A. La découverte de la cellule



Document 1 : cellules de liège dessinées par Hooke. C'est le premier dessin des cellules.

L'existence des cellules est restée inconnue jusqu'au milieu du XVII[e] siècle. C'est en 1665 que le physicien astronome et naturaliste Robert Hooke (1637-1703) a observé une coupe fine de liège à l'aide d'un microscope simple formé de deux lentilles. Il décrivait le liège comme étant une boîte constituée de centaines de petites chambres vides, responsable de sa légèreté. Ces petites chambres vides avaient l'apparence d'un nid d'abeilles. Il nomme ces petites chambres vides les cellules.

Par la suite, le drapier autodidacte hollandais Antoine Van Leeuwenhoek (1632-1723), à l'aide d'un microscope qu'il avait fabriqué, observa les globules rouges, les spermatozoïdes, la levure de bière, etc. et découvrit les nombreuses cellules

Grâce à leurs découvertes, les deux chercheurs furent les précurseurs de la théorie cellulaire

B. La théorie cellulaire

Un siècle après la découverte des cellules, des progrès considérables ont été réalisés concernant la microscopie. De nouvelles lentilles microscopiques éliminent les aberrations précédemment observées. En 1830, le pouvoir était multiplié par 40.

Face à ces progrès, à la même époque, Bichat, célèbre médecin parisien, et Auguste Comte, philosophe, nièrent l'existence des cellules. Il a fallu attendre les publications du botaniste allemand Schleiden en 1838, sur la structure des végétaux, et plus tard, en 1839, celles de Schwann sur la structure des animaux, pour que l'existence des cellules soit confirmée.

En 1855, Virchow, affirmant fortement que toute cellule vient d'une cellule préexistante et non de substances non cellulaires. Est à l'origine des bases de la théorie cellulaire, qui peut être formulée ainsi :

- Les cellules sont les constituants des organismes vivants ;
- Les animaux et les végétaux sont formés de cellules ;
- Toute cellule vient exclusivement de la division d'une cellule préexistante ;
- Les cellules contiennent l'information héréditaire qui contrôle leur activité ;
- La cellule est l'unité fonctionnelle de la vie, du métabolisme (toutes les réactions chimique de l'organisme ont lieu dans les cellules) ;
- Lorsque les conditions sont favorables, la cellule est capable de se multiplier in vitro (dans les tubes à essai).

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

1) **Définis l'expression «théorie cellulaire »**
2) **Résume brièvement l'histoire de la découverte des cellules jusqu'à la naissance de la théorie cellulaire.**
3) **Détermine les raisons pour lesquelles les globules rouges semblent contredire la théorie cellulaire**

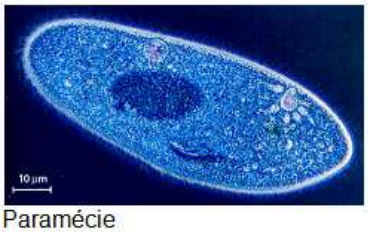
SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

© Ouvrage élaboré par Aboubacar BOUARE & Issa COULIBALY /Professeur de SVT
79198269-65665696/76399806-66279590 Email: iss27coul@live.fr

Activité 1.B Observation de cellule animale et végétale au microscope optique

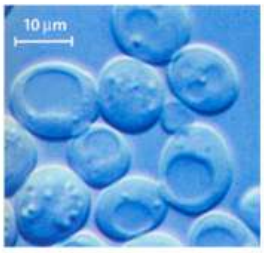
Le microscope optique ou photonique permet d'observer le matériel vivant ou fixe (inerte). Comme le grossissement ne dépasse généralement pas 1500 fois, on ne peut pas distinguer les détails de la cellule. Pour identifier certaines structures, on utilise des colorants peu toxiques, dits colorants vitaux. Les schémas suivant présentent les structures de certaines cellules étudiées en classe de dixième



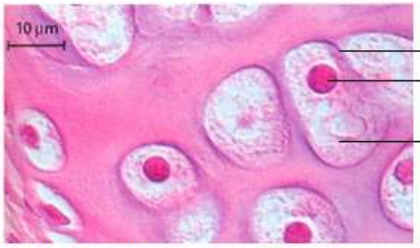
Paramécie



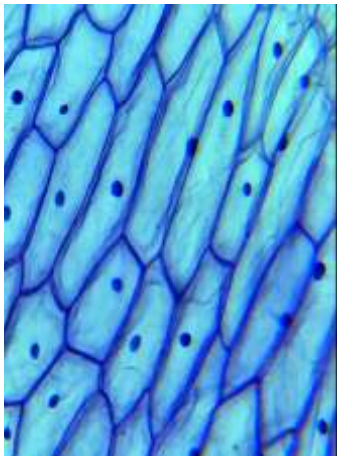
Épiderme d'oignon



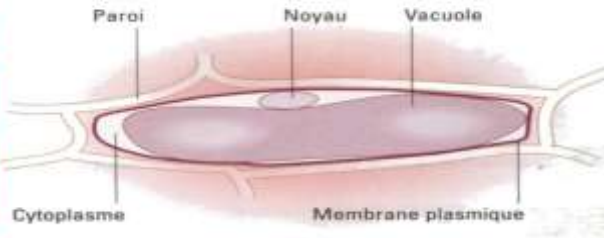
Levures de bière



Cartilage humain

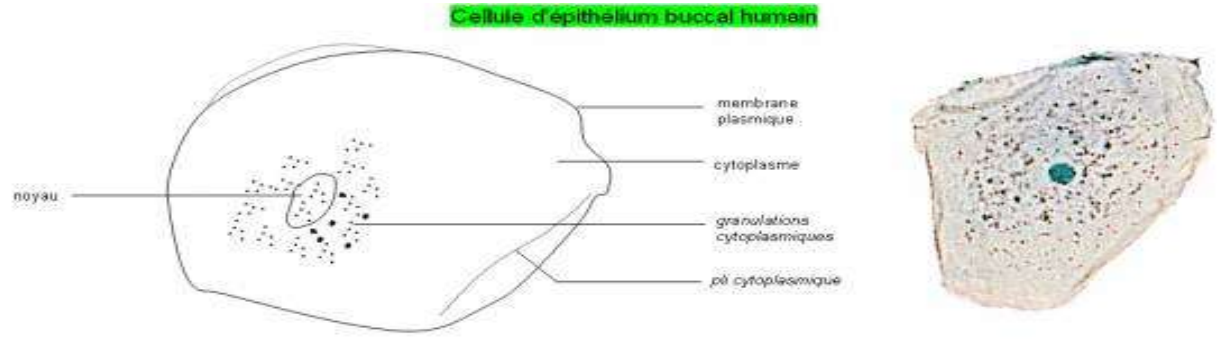

CELLULE D'EPIDERME D'OIGNON





b

a. Cellules de fragment d'épiderme de bulbe d'oignon rouge ;
b. Schéma interprétatif.
Sur la photo, le noyau est situé sous ou à côté de la vacuole.



Cellule d'épithélium buccal humain colorée à l'eau iodée, observée au microscope à fort grossissement (dimensions réelles ; H et L = 0,02 mm environ)

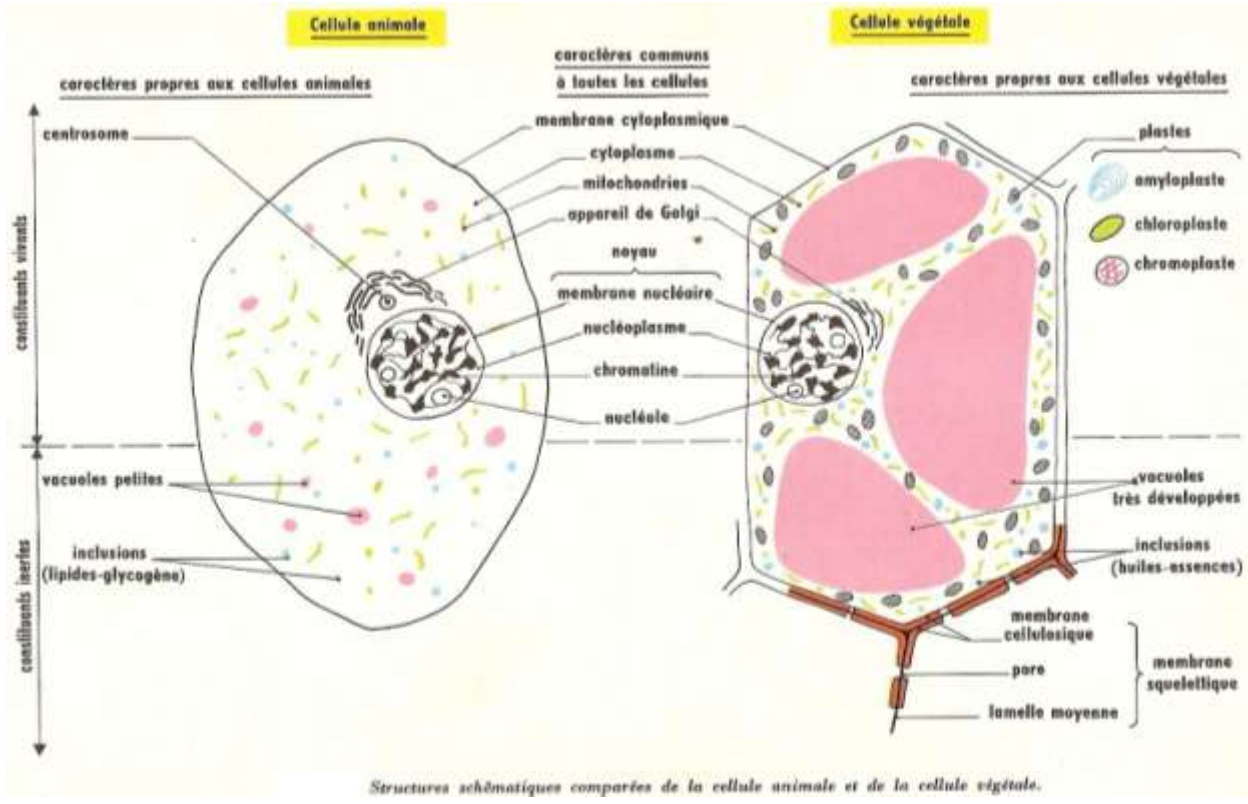
CONSIGNE : A partir de l'exploitation des documents ci-dessus et des figures y afférant

1) **Décris la structure d'une cellule animale et celle d'une cellule végétale**
2) **Identifie les constituants essentiels d'une cellule**
3) **Compare la structure d'une cellule animale à celle d'une cellule végétale**
4) **Dessine un schéma simplifié d'une cellule animale et le schéma d'une cellule végétale avec leurs constituants de base**

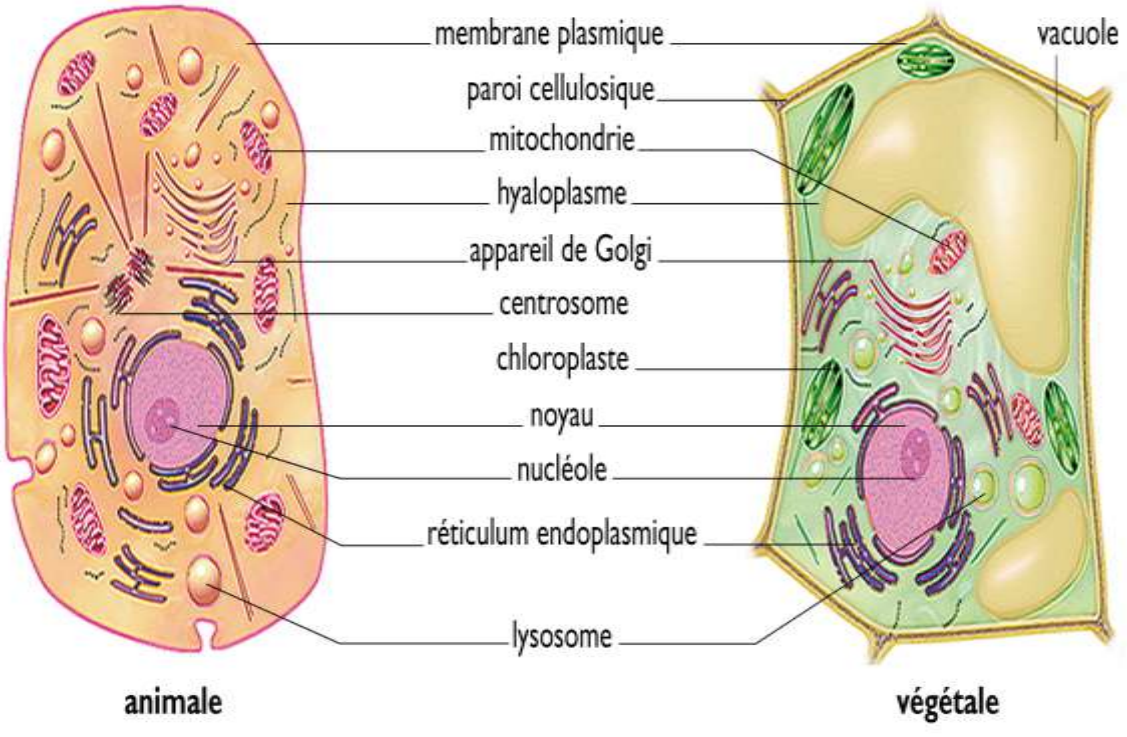
SYNTHESE PARTIELLE :

Activité 3 Observation de cellules animale et végétale au microscope électronique

Le microscope électronique permet des grossissements pouvant aller jusqu'à 500000 fois. Il permet d'observer l'ultrastructure de la cellule. Les figures des documents ci après présentent les structures détaillées des cellules animales révélée par le microscope optique (document 1) et par le microscope électronique (document 2)



Structures schématiques comparées de la cellule animale et de la cellule végétale.



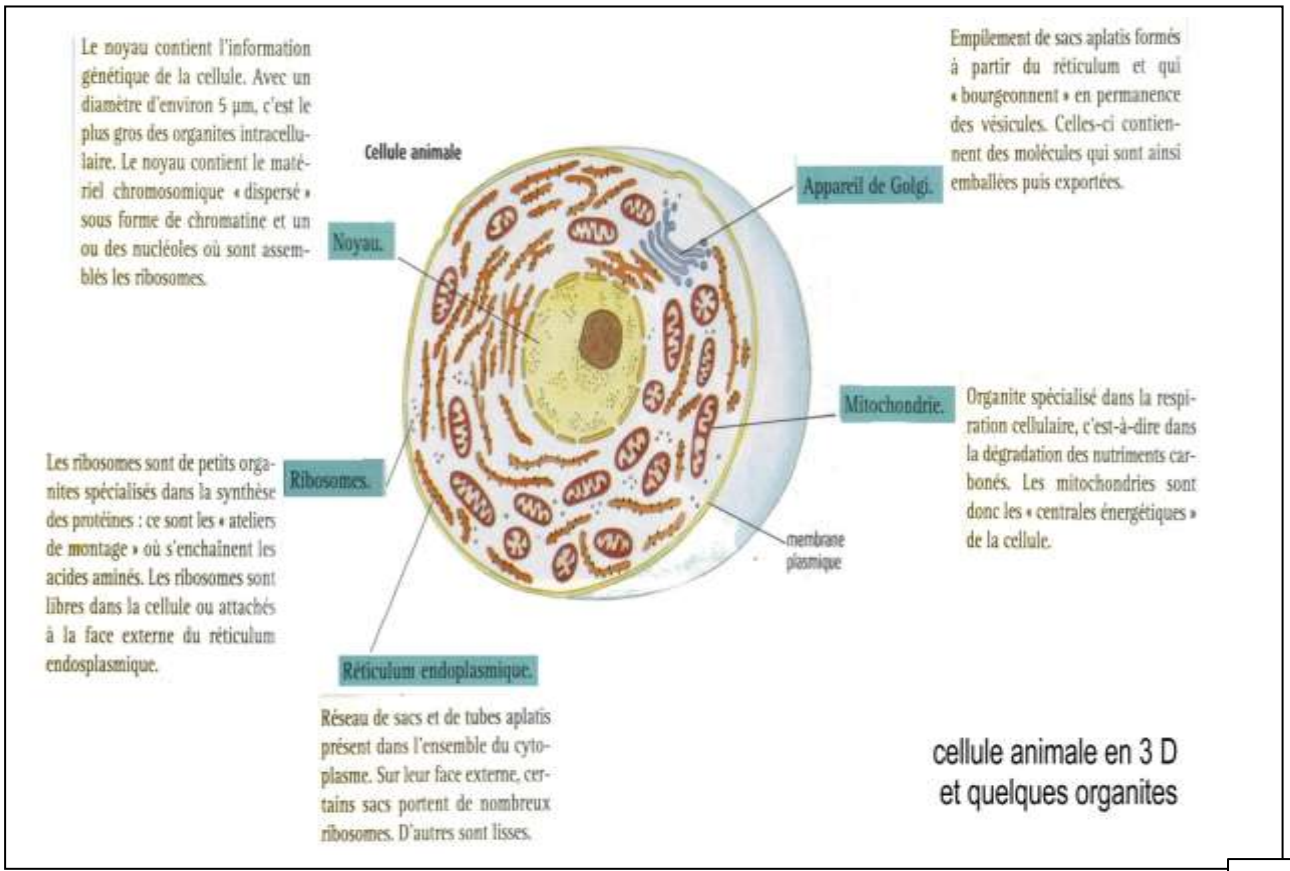
© Ouvrage élaboré par Aboubacar BOUARE & Issa COULIBALY /Professeur de SVT
79198269-65665696/76399806-66279590 Email: iss27coul@live.fr

CONSIGNE : A partir de l'exploitation des documents ci-dessus et des figures y afférant,
Réalise un tableau à trois entrées pour faire une comparaison de l'ultrastructure des cellules animales et végétales

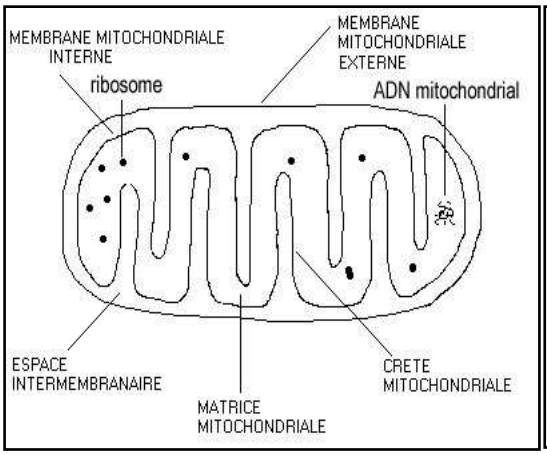
SYNTHESE PARTIELLE :

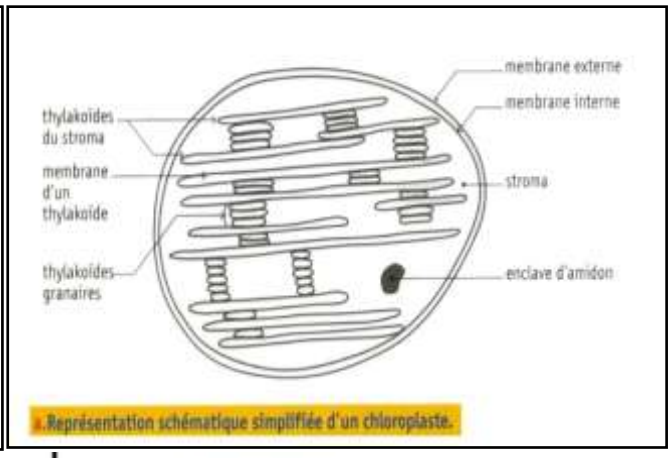
Activité 4 Rôle de certains organites cellulaires

Les documents ci-après présentent l'ultrastructure de cellules avec certains organites et leurs fonctions



© Ouvrage élaboré par Aboubacar BOUARE & Issa COULIBALY /Professeur de SVT
79198269-65665696/76399806-66279590 Email: iss27coul@live.fr





a.Représentation schématique simplifiée d'un chloroplaste.

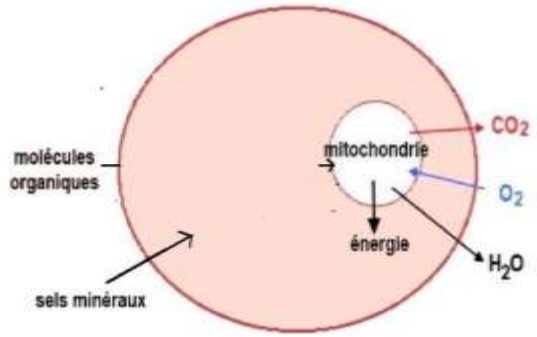


Schéma fonctionnel d'une cellule hétérotrophe

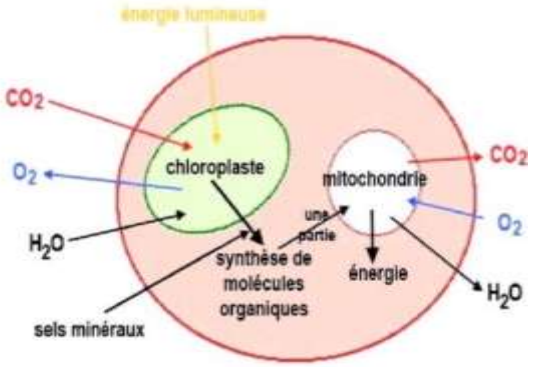


Schéma fonctionnel d'une cellule autotrophe

<u>CONSIGNE</u> : A partir de l'exploitation des documents ci-dessus et des figures y afférant

1. **Identifie les différents organites sur les schémas**
2. **En déduire le rôle de quelques organites**

<u>SYNTHESE PARTIELLE :</u>

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

© Ouvrage élaboré par Aboubacar BOUARE & Issa COULIBALY /Professeur de SVT
79198269-65665696/76399806-66279590 Email: iss27coul@live.fr

SYNTHESE GENERALE : BILAN DES ACTIVITES

1) La théorie cellulaire :

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) fondements :

- Tous les organismes vivants sont constitués d'une ou de plusieurs cellules
- La cellule est l'unité fonctionnelle de la vie.
- Toute cellule vivante dérive d'une autre cellule.

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

Exception à la théorie cellulaire :

- Le microscope électronique fausse la théorie cellulaire (elle a démontré que certaines cellules ont une double membrane
- Les tissus cardiaques et musculaires faussent la théorie cellulaire (présence de plasmodesme)
- Chez les végétaux, le sac embryonnaire est une cellule comportant plusieurs noyaux (huit (8) en tout)
- 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.

Les deux types de cellules possèdent en commun des organites: l'appareil de golgi, les vacuoles (très réduite chez la cellule animale). Les centrioles se trouvent dans les cellules animales, alors que les plastes, comme les chloroplastes, les aminoplastes ou les chromoplastes, sont des organites spécifiques des cellules végétales.

3) La cellule observée au microscope électronique.

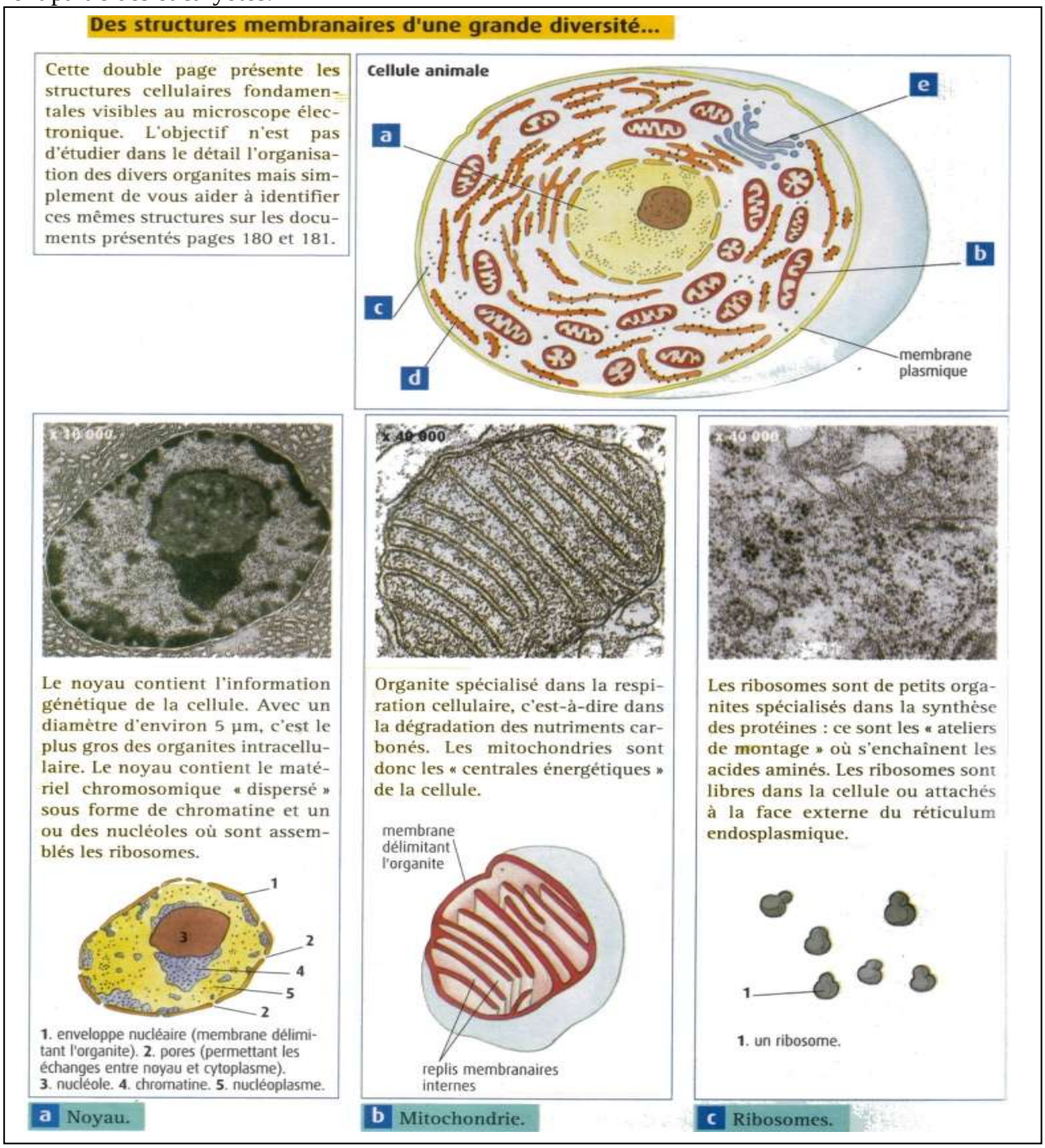
Le microscope électronique permet d'étudier en détails la structure de la cellule. Il permet de découvrir certains organites cellulaires tels que le réticulum endoplasmique qui, jusque-là n'était pas visible au microscope optique.

Les organites cellulaires jouent des rôles différents dans la cellule:

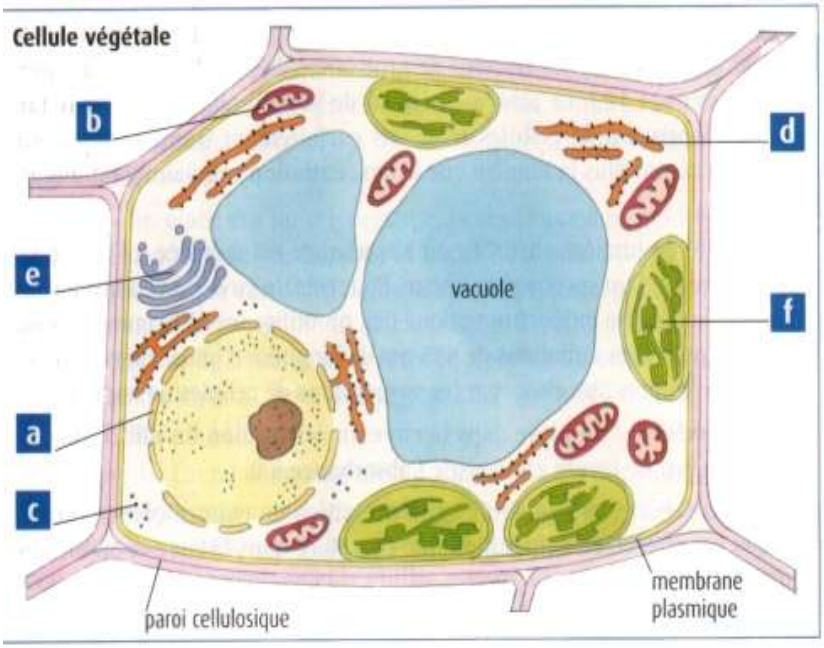
- ✓ **Le réticulum endoplasmique** forme un réseau de membranes aplaties et de canaux tubulaires. Grace à ces ribosomes, il est le siège de la synthèse des protéines ; le réticulum endoplasmique lisse (réticulum endoplasmique sans ribosomes) est le lieu de synthèse de nombreux composés lipidiques (phospholipides, cholestérol…).
- ✓ **L'appareil de Golgi**, formé d'une accumulation de saccules, est le lieu de maturation des protéines. Il intervient également dans l'emballage et la sélection de certaines substances.
- ✓ **Les vacuoles**, sacs membranaires destinés à mettre en réserve des substances, jouent un rôle très important dans les cellules végétales.
- ✓ **Les chloroplastes**, transforment au cours de la photosynthèse l'énergie lumineuse en une énergie chimique potentielle contenue dans les substances organiques.
- ✓ **Les mitochondries**, lors de la respiration cellulaire, transforment l'énergie chimique potentielle des substances organiques en A.T.P, molécule énergétique directement utilisée.
- ✓ **Le centrosome**, possède des structures responsables des mouvements cellulaires.

✓ **Conclusion:**

D'après **la théorie cellulaire**, tous les êtres vivants sont constitués de cellules. Certains sont unicellulaires et ne possèdent pas de véritable noyau. Ils forment le règne des procaryotes.
D'autres unicellulaires possèdent un véritable noyau et forme le règne des protistes.
D'autres êtres vivants sont pluricellulaires. On distingue le règne des champignons, celui des métazoaires (animaux) et celui des métaphytes (végétaux). Tous les pluricellulaires possèdent des cellules ayant un véritable noyau, délimité par une enveloppe nucléaire : ils font partie des eucaryotes.



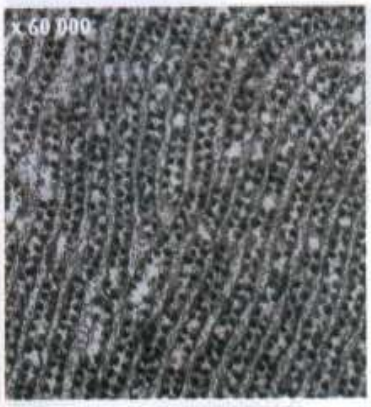
... qui délimitent des compartiments spécialisés.



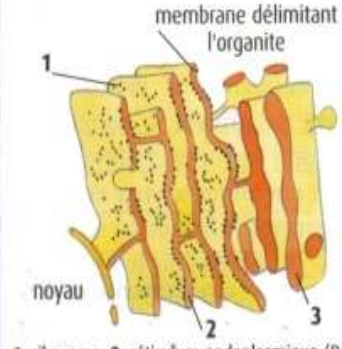
Cellules animales et cellules végétales possèdent en commun de nombreux organites : un noyau, un réticulum endoplasmique, un appareil de Golgi, des mitochondries...

Des structures sont caractéristiques des cellules végétales : les chloroplastes, la paroi cellulosique.

- Les chloroplastes ne s'observent évidemment que dans les cellules chlorophylliennes.
- La paroi cellulosique double extérieurement la membrane plasmique.



Réseau de sacs et de tubes aplatis présent dans l'ensemble du cytoplasme. Sur leur face externe, certains sacs portent de nombreux ribosomes. D'autres sont lisses.

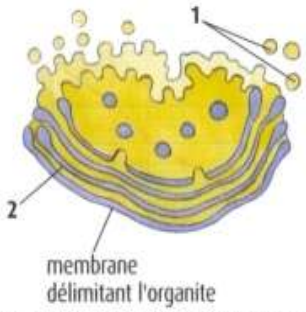


1. ribosome. 2. réticulum endoplasmique (R.E.) rugueux. 3. R.E. lisse (pas de ribosomes).

d Réticulum endoplasmique.



Empilement de sacs aplatis formés à partir du réticulum et qui « bourgeonnent » en permanence des vésicules. Celles-ci contiennent des molécules qui sont ainsi emballées puis exportées.

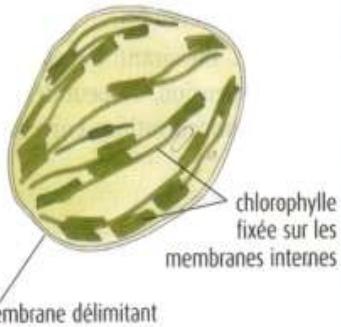


1. vésicule servant au transport des substances synthétisées. 2. empilement de sacs aplatis (saccules).

e Appareil de Golgi.



Organite caractéristique des cellules chlorophylliennes ; c'est le siège de la photosynthèse. La chlorophylle est fixée sur les membranes de sacs empilés à l'intérieur de l'organite.



f Chloroplaste.

2 SOUS-CONCEPT 2 : LES ECHANGES CELLULAIRES

SITUATION PROBLEME :

La cellule effectue des échanges permanents avec des cellules voisines, mais aussi avec le milieu ambiant. Pour les organismes aquatiques de petite taille, l'eau constitue le milieu ambiant ; chez les animaux et les organismes de grandes taille, aquatique ou non, le sang et la lymphe constitue le milieu ambiant.

Face à ce constat, on peut se demander,

- **Comment s'effectue les échanges entre la cellule et son milieu ambiant ?**

Mots clés :

LES ACTIVITES

A. Comportement des cellules dans des milieux de concentrations différentes

1) Observation du comportement des cellules dans des milieux de concentrations différentes

Activité 1 **comportement des cellules végétales dans des milieux de concentrations différentes**

On réalise une série d'expérience afin de comprendre le comportement des cellules végétales dans des milieux de concentrations différentes,

- **Expérience 1** : on prélève un fragment d'épiderme d'oignon et on le plonge dans une solution isotonique (solution ayant la même concentration que l'intérieur de la cellule) de concentration C= 9 ‰. Le fragment est ensuite monté entre lame et lamelle pour une observation microscopique. Les résultats de cette observation sont présenté par la figure a du document 1
- **Expérience 2** : on prélève un autre fragment d'épiderme d'oignon et on le plonge dans une solution hypotonique (solution ayant une faible concentration par rapport à l'intérieur de la cellule) de concentration C= 5 ‰. Le fragment est ensuite monté entre lame et lamelle pour une observation microscopique. Les résultats de cette observation sont présentés par la figure b du document 1
- **Expérience 3** : on prélève un dernier fragment d'épiderme d'oignon et on le plonge dans une solution hypertonique (solution ayant une forte concentration par rapport à l'intérieur de la cellule) de concentration C=20‰. Le fragment est ensuite monté entre lame et lamelle pour une observation microscopique. Les résultats de cette observation sont présenté par la figure c du document 1.

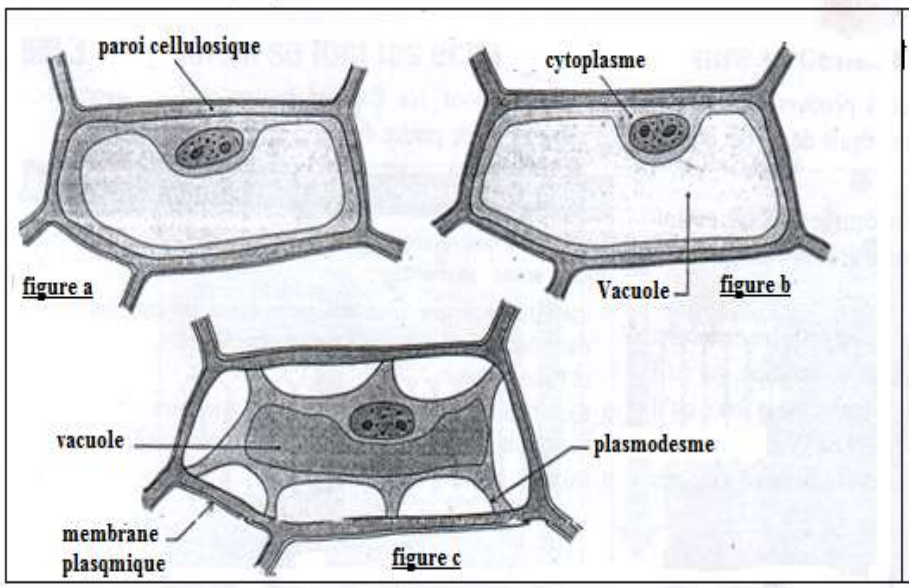


fig a: cellule à aspect normale dans une solution isotonique
C= 9 ‰

fig b: cellule en état de turgescence dans un une solution hypotonique
C= 5 ‰

fig c : cellule en état de turgescence dans un une solution hypotonique
C= 20 ‰

Document 1: aspects des cellules végétales dans des milieux de concentration différentes

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

1. Observe et décris le comportement de chaque cellule suivant le milieu dans lequel elle se trouve
2. Que se passera-t-il si on plonge à nouveau la cellule de la figure C dans une solution hypotonique. Nomme le phénomène observé.
3. Fais le schéma annoté d'une cellule plasmolysée, d'une cellule turgescente, d'une cellule à aspect normale (se trouvant dans une solution isotonique

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Activité 2 **comportement des cellules animales dans des milieux de concentrations différentes**

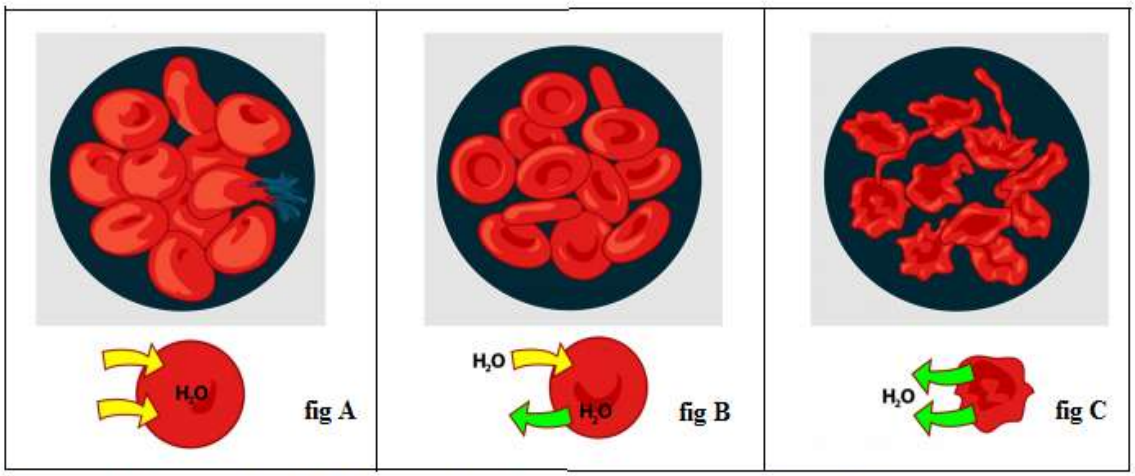
On réalise une série d'expérience afin de comprendre le comportement des cellules animales dans des milieux de concentrations différentes.

Expériences :

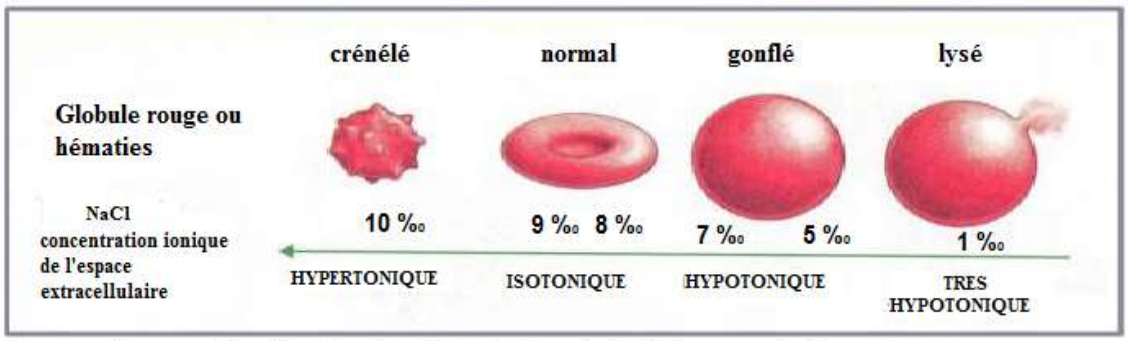
On dispose de six (6) tubes à essais de contenus différents :

- Le tube 1 contient une solution de NaCl de concentration **10 ‰**et du sang frais de mouton
- Le tube 2 contient une solution de NaCl de concentration **9 ‰** et du sang frais de mouton
- Le tube 3 contient une solution de NaCl de concentration **8 ‰**et du sang frais de mouton
- Le tube 4 contient une solution de NaCl de concentration **7 ‰** et du sang frais de mouton
- Le tube 5 contient une solution de NaCl de concentration **5 ‰**et du sang frais de mouton
- Le tube 6 contient une solution de NaCl de concentration **1 ‰** et du sang frais de mouton

Les résultats de l'observation microscopique d'un échantillon de chaque tube donnent l'aspect des hématies représenté par le document ci-après



Document 1: aspect des globules rouges dans des milieux de concentrations différentes
fig A: aspect des globules rouges dans un milieu hypotonique (hémolyse des hématies)
fig B: aspect des globules rouges dans un milieu isotonique (aspect normale)
fig C: aspect des globules rouges dans un milieu hypertonique (aspect crénélé)



Document 2: aspect des hématies dans des solutions de NaCl de concentration croissante

CONSIGNE : Après avoir observé les schémas expérimentaux ci-dessous, fais une analyse et une interprétation de chaque expérience

SYNTHESE PARTIELLE :

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

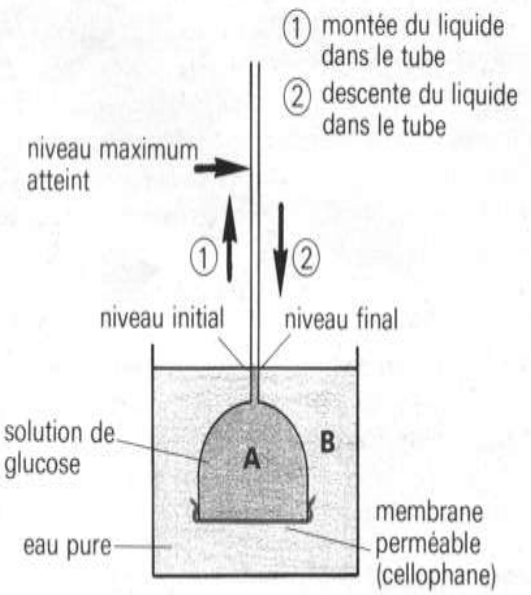
2) Mise en évidence du phénomène d'osmose et calcul de la pression osmotique

Activité 2.1 **Mise en évidence du phénomène d'osmose : Expérience de Dutrochet**

Le dispositif expérimental présenté ici est comparable à celui construit par Dutrochet en 1827 : la seule différence est l'emploi d'une feuille de cellophane à la place de la vessie de porc utilisée à l'époque.

Au début de l'expérience, les niveaux dans les récipients A et B coïncident. Ensuite on observe les faits suivants :

- Dans un premier temps, le niveau du liquide s'élève dans le tube et cette ascension peut durer plusieurs jours.
- Le niveau tend ensuite à se stabiliser puis redescend jusqu'à l'état initial : la descente dure également plusieurs jours.
- Pendant toute la durée de l'expérience, on peut constater, en le goûtant ou par des tests adéquats, que le liquide B contient du glucose. A l'équilibre final, un dosage montrerait que les concentrations en glucose sont égales de part et d'autre de la membrane.



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

1) **Décris le phénomène d'osmose**
2) **Donne la définition de l'osmose**

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Activité 2.2 Calcul de la pression osmotique

Le calcul de la pression osmotique nécessite des donnés expérimentaux ; pour cela, on utilisera les donnés de trois expériences décrites ci-dessous :

a) Des cellules de bulbes d'oignons sont placées dans une solution de saccharose de concentration 200 g/l à la température de 25°C.
b) Un autre fragment de bulbe d'oignon est immergé dans une solution de glucose à 4%
c) Des hématies sont placées dans une solution ionisée de chlorure de sodium (NaCl) de concentration i= 8,8g/l à la température t =37°C

CONSIGNE : **A partir de l'exploitation des donnés ci-dessus et des figures y afférant Calcul la pression osmotique (Po) qui s'exerce au niveau de la membrane cellulaire pour chaque expérience en appliquant la formule suivante :**

- **PO = π= n×α×T** ou **on donne : α= 0,082**
- **PO= π= n×α×T ×i** **T =t°+273**

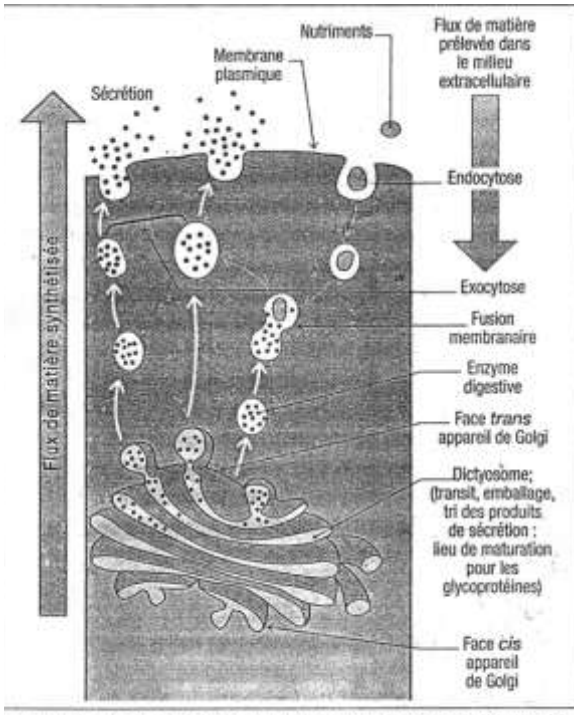
(Pour les solutions ionisées avec i=nombre d'ions formés) **n=$\frac{C}{M}$**

- **Saccharose :$C_{12}H_{22}O_{11}$** **n (C) =12 ;n (H) =1 ; n (O) = 16**
- **glucose :$C_6H_{12}O_6$** **n (Na) = 23 ; n(Cl) =35,5**

SYNTHESE PARTIELLE :

3) Mise en évidence du phénomène d'endocytose

activité 1 **Observation du phénomène d'endocytose**



ocument 4 : fusion membranaire : exocytose et endocytose.

De nombreuses cellules animales et végétales observées au microscope électronique, ont révélé une surface présentant un aspect plus ou moins festonné, et l'existence fréquente, près de la membrane plasmique, de vésicules ou invaginations de cette membrane.

Selon l'importance du phénomène d'endocytose, on distingue la phagocytose et la pinocytose. Lorsque la membrane plasmique capture par invagination de petit volume du milieu extracellulaire, c'est la pinocytose.

Lorsque le volume du matériel particulaire ingère est plus important, c'est la phagocytose.

De nombreuses cellules sont capables de ce type d'absorption. La substance qui va être absorbée se fixe dans un premier temps sur la surface cellulaire

Cette portion de substance est ensuite aspirée à l'intérieur de la cellule, et la cavité d'invagination s'étrangle pour former une vésicule intra cytoplasmique, ou vésicule d'endocytose. Un tel mécanisme fait intervenir non seulement la fluidité membranaire, mais aussi des déformations membranaires (invaginations) nécessitant un travail cellulaire et donc une dépense énergétique.

L'endocytose peut également assurer le transit de substances à travers la cellule.C'est ce qu'on observe, par exemple, au cours de l'absorption de graisses au niveau de l'épithélium intestinales. En effet, les gouttelettes de graisses sont capturées par les cellules intestinales dans les vésicules d'endocytose qui se forme à la base des microvillosités. Ces vésicules traversent les cellules pour aller se déverser sur la face opposée.

L'exocytose est la fusion d'une vésicule membranaire, dérivée des saccules golgiens, avec la membrane plasmique, puis la libération de son contenu dans le milieu extracellulaire. Ce processus est également lié à la structure membranaire. La sécrétion des enzymes digestives sécrétées par le pancréas, la sécrétion du lait et la libération de certaines substances virales ne provoquant pas la lyse

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

1) **Définis l'endocytose**
2) **Explique brièvement son mécanisme tout en indiquant le rôle des membranes**
3) **Identifie ses variantes**
4) **Cite au moins un phénomène biologique dans lequel intervient l'endocytose**

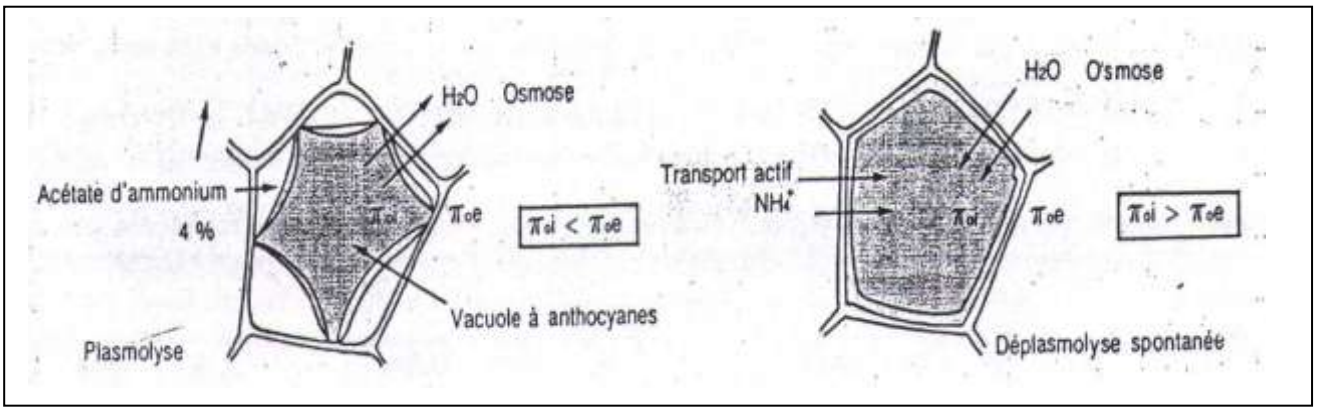
SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

4) Les échanges d'ions entre la cellule et le milieu ambiant

Activité 1 **Mise en évidence des échanges d'ions entre la cellule et le milieu ambiant**

On plonge un épiderme de pétale rouge ou de feuille de choux dans une solution d'acétate d'ammonium à 4 % (milieu hypertonique).
Après six (6) minutes, les cellules de la feuille sont plasmolysées et leurs vacuoles sont intensément colorées en rouge.
Après treize (13) minutes, les cellules sont turgescentes et leurs contenus sont colorés en bleu.
Les résultats expérimentaux sont présentés par les figures ci-dessous



Remarque : le pigment des vacuoles appelé anthocyane prend une coloration bleu en milieu basique et lorsqu'il se trouve en milieu acide, il prend la coloration rouge vif.

CONSIGNE : Fais une analyse de l'expérience décrite ci-dessus et interprète ces résutats expérimentaux

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Activité 2 **Accumulation de substance dans la cellule (coloration vitale avec le rouge neutre)**

Si on dépose un lambeau d'épiderme d'oignon non coloré dans une solution hypertonique rouge neutre de concentration 20%, on s'aperçoit au bout de quelques minutes que le lambeau est fortement coloré en rouge. Une observation microscopique des cellules montre la présence de rouge neutre dans les vacuoles. En plaçant ces mêmes cellules dans l'eau distillée ou dans une solution hypotonique, elles gardent le même aspect que précédemment et on ne constate par la sortie du rouge neutre

CONSIGNE : fais une analyse de l'expérience décrite ci-dessus et tire une conclusion

SYNTHESE PARTIELLE :

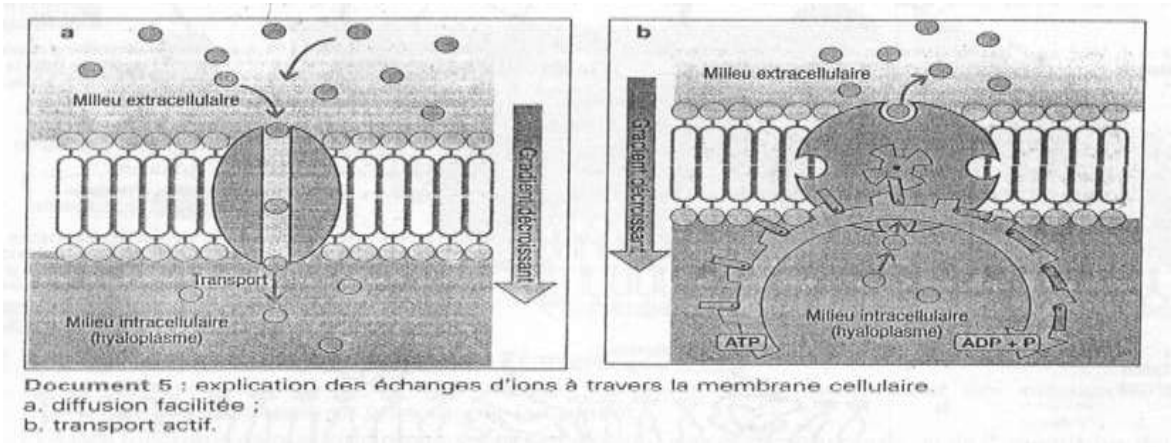
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Activité 3 Rôle de la membrane dans les échanges entre la cellule et son milieu ambiant

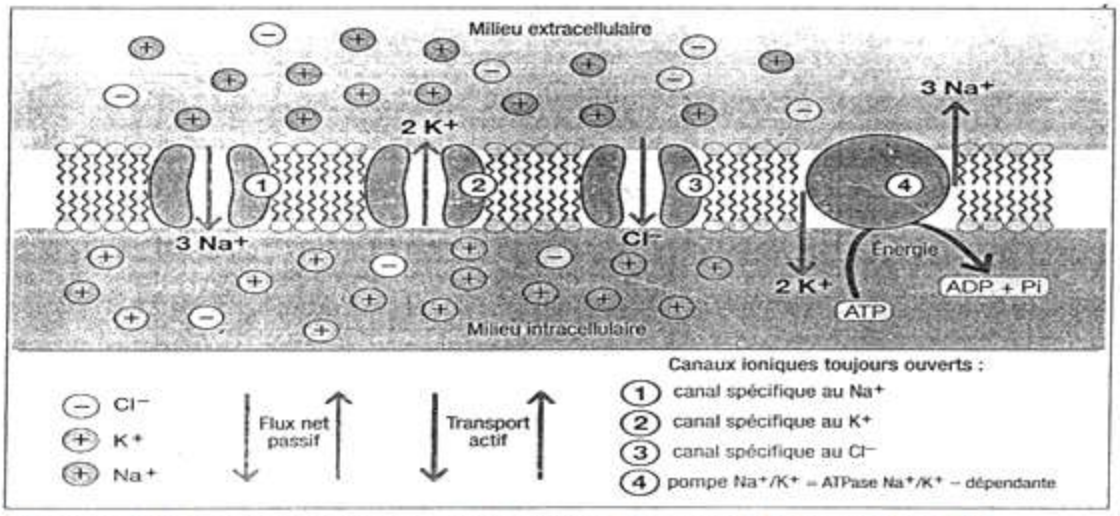
Les échanges d'ions comme ceux de certaines molécules se font de deux manières différentes :

- Par diffusion facilitée, grâce à l'intervention des protéines membranaires : les perméases, qui favorisent le passage de substances suivant un gradient décroissant de concentration. Il s'agit donc d'un phénomène passif, non purement physique, car il nécessite l'intervention de la membrane cellulaire.
- Par transport actif grâce à l'intervention des perméases couplées à une enzyme hydrolysant l'ATP (ATPase) et récupérant de l'énergie. Ces perméases agissent comme de vraies pompes responsables du transport actif de substances contre le gradient décroissant de concentration.

Dans ce cas, la cellule dépense de l'énergie, c'est pour quoi, on parle de transport actif.



Document 5 : explication des échanges d'ions à travers la membrane cellulaire.
a. diffusion facilitée ;
b. transport actif.



Document 6: un exemple très caracteristique de pompe : la pompe Na^+/K^+

L'intérieur des cellules animales par exemple est plus riche en ions K+ que l'extérieur ou sont concentrés les ions Na^+ et Cl^- de par et d'autre de la membrane plasmique. Cet état est la résultante de la diffusion par les canaux spécifiques toujours ouverts de ces ions suivant leur gradient décroissant de concentration et d'un transport actif fonctionnant en sens inverse pour les ions Na^+ et Cl^-. Ainsi, il entre autant de Na+ par diffusion qu'il en sort par transport actif, et il en sort par diffusion autant de K+ qu'il entre par transport actif

CONSIGNE: A partir de l'exploitation des documents ci-dessus et des figures y afférant ; décris et explique le rôle des membranes dans les échanges cellulaires

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

SYNTHESE GENERALE : BILAN DES ACTIVITES

En 1931 ***Wiliam Lewis*** décrivait un phénomène nouveau sur les cellules en culture. Labordure de leur cytoplasme montrait de multiples invaginations. Des vésicules enfermant desgouttelettes de liquides se formaient et s'enfonçaient dans le cytoplasme: par ce mécanismeappelé pinocytose la cellule boit.
L'endocytose ou phagocytose est le phénomène par lequel l'amibe absorbe des proies.
La cellule effectue alors des échanges avec le milieu extérieur ou environnement lors de sonalimentation et de sa respiration. Ces échanges entre la cellule son milieu de vie s'effectue auniveau de la membrane cytoplasmique.

I. Le comportement des cellules dans des milieux de concentration différentes:

Les cellules animales et végétales conservent leur aspect normal lorsqu'elles se trouvent dansune solution isotonique. Dans une solution hypertonique, la cellule animale se réduit, lavacuole des cellules végétales se rétrécit et la membrane plasmique se décolle de la paroi, saufen certains points appelés plasmodesmes.
La perte d'eau par une cellule placée dans un milieu hypertonique constitue la plasmolyse.
Dans une solution hypotonique, la cellule animale gonfle. Lorsque la pression d'eau est forte, la cellule peut s'éclater à cause de la fragilité de sa membrane. Dans les mêmes conditions, la vacuole de la cellule végétale gonfle, sa membrane plasmique est alors comprimée contre la paroi. C'est ce qui empêche la cellule d'éclater: Cet état de la cellule est la turgescence.

II. L'osmose:

La membrane cellulaire est sélectivement perméable. Elle contrôle l'entrée et la sortie de certaines molécules. Un petit nombre de molécules traversent la membrane par simple diffusion. On nomme osmose la diffusion de l'eau. La pression osmotique se définit comme étant la pression minimum qu'il faut exercer pour empêcher le passage du solvant d'une solution séparée d'une autre, moins concentrée par une membrane semi-perméable.

III. L'endocytose:

L'endocytose est un transport faisant intervenir un transit de molécules dans des vésicules membranaires. C'est aussi la capacité que possèdent certaines cellules (macrophages, granulocytes, etc.) à réaliser une invagination de leur membrane plasmique et à intégrer des particules extérieures à l'intérieur d'une vésicule formée à partir de la membrane plasmique.

IV. Les échanges d'ions entre la cellule et le milieu ambiant:

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

- Dans le transport passif, le transporteur ne fait qu'augmenter la vitesse de diffusion d'un soluté spécifique ; les ions sortent ou rentrent dans la cellule selon leur gradient décroissant de concentration. Dans ce cas, chaque apport d'énergie n'est requis.
- Dans le transport actif, le soluté traverse la membrane à l'opposé du gradient de concentration (d'une région à faible concentration à une région à forte concentration). Le transporteur doit être couplé à une enzyme hydrolysant l'A.T.P et donc conduisant o une production d'énergie chimique.

L'énergie sert à échanger la forme du transporteur afin que le soluté puisse traverser la membrane. Le transport actif exige donc une dépense d'énergie considérable car, contrairement à la diffusion, le soluté se déplace d'un milieu à faible concentration à un milieu à forte concentration.

Les végétaux chlorophylliens convertissent une partie de l'énergie lumineuse en une énergie chimique contenue dans les molécules organiques (A.T.P) qu'ils synthétisent. Ils réalisent une fonction capitale pour la survie des écosystèmes : la photosynthèse.

La capture des photons et la transformation de l'énergie lumineuse se font dans les organites cellulaires spécialisés appelés chloroplastes. Les molécules organiques obtenues libèrent leur énergie potentielle sous une forme directement utilisable par la cellule. Cette libération est faite grâce à la mitochondrie, autre organite cellulaire spécialisé.

3

SOUS-CONCEPT 3:LE METABOLISME ENERGETIQUE DE LA CELLULE

SITUATION PROBLEME : Toute manifestation de la vie exige de l'énergie, les végétaux chlorophylliens captent l'énergie solaire et la transmettent aux autres organismes sous forme de composés organiques : c'est la photosynthèse.
La respiration et la fermentation convertissent l'énergie contenue dans ces composés en ATP, molécule énergétique utilisée par les cellules.
À partir de ces constats, on peut se demander :

1) **Comment s'effectue la photosynthèse ?**
2) **Comment s'effectue la transformation en énergie des composés organiques dans la cellule ?**

LES ACTIVITES

A. La photosynthèse

Activité 1 **Les phases de la photosynthèse.**

a. Les chlorelles sont des algues vertes unicellulaires. Leur facilité d'obtention et d'emploi en fait un bon matériel pour les expériences sur la photosynthèse.

Une suspension de chlorelles fortement éclairée est placée dans une eau marquée par l'oxygène radioactif ($H_2{}^{18}O$). On constate alors :

- Que l'oxygène se dégage uniquement lorsque la suspension est éclairée ;
- Que l'oxygène qui se dégage est radioactif.

On poursuit l'expérience en faisant barboter du CO_2 radioactif ($^{14}CO_2$) dans la suspension.

On constate alors :

- Que la fixation du CO_2 ne nécessite pas la présence de lumière ; elle se poursuit à l'obscurité ;
- Que la fixation du CO_2 doit être précédée d'une phase lumineuse et elle cesse si l'obscurité est maintenue.

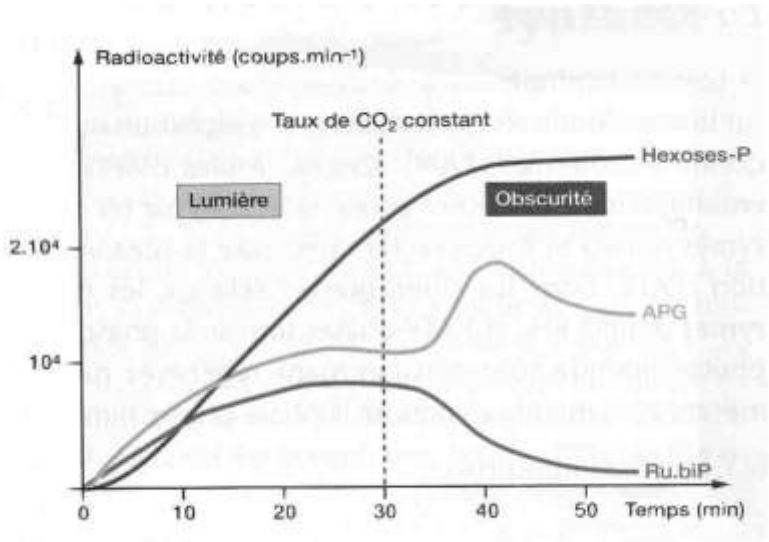
CONSIGNE : Analyse ces résultats expérimentaux et conclus quant aux étapes successives d'accomplissement de la photosynthèse.

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

b. Des chlorelles sont cultivées dans un récipient dans lequel barbote de l'air enrichi en $^{14}CO_2$ marquée(le taux de $C0_2$ est maintenu constant dans l'enceinte).La culture est normalement éclairée pendant 30 minutes puis transférée à l'obscurité.

Des prélèvements effectués périodiquement permettent de mesurer la radioactivité totale de quelques composées organiques (**document2**).



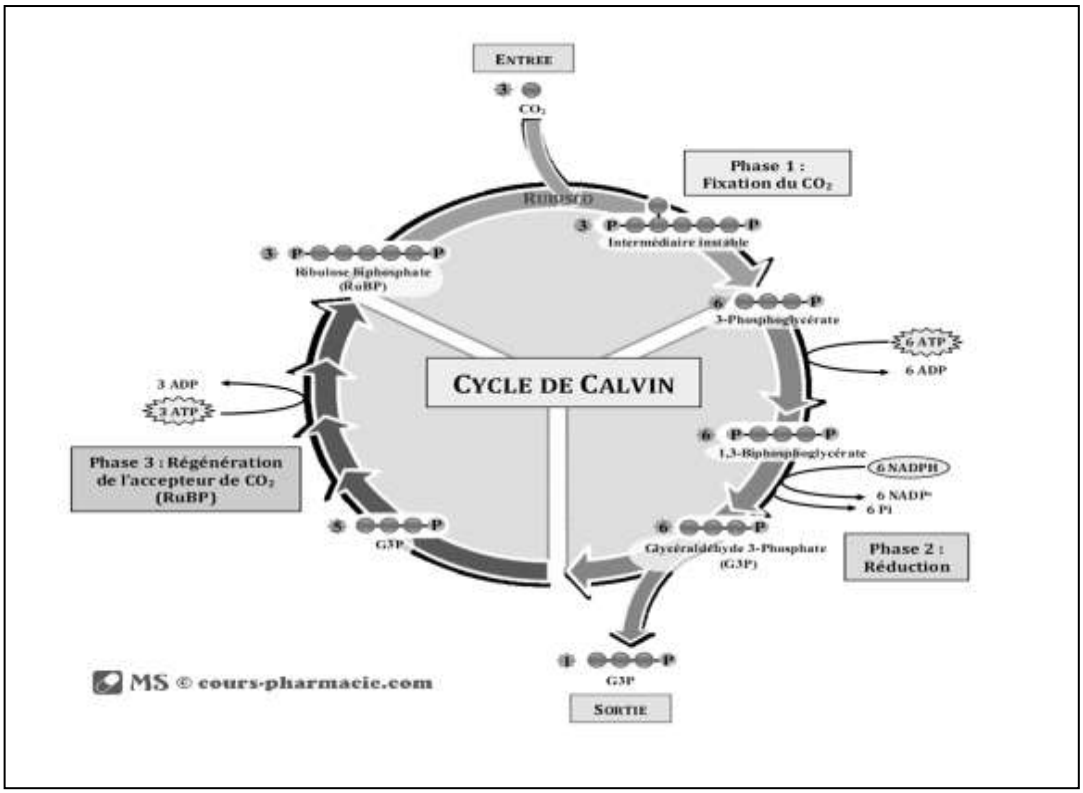
Document 2

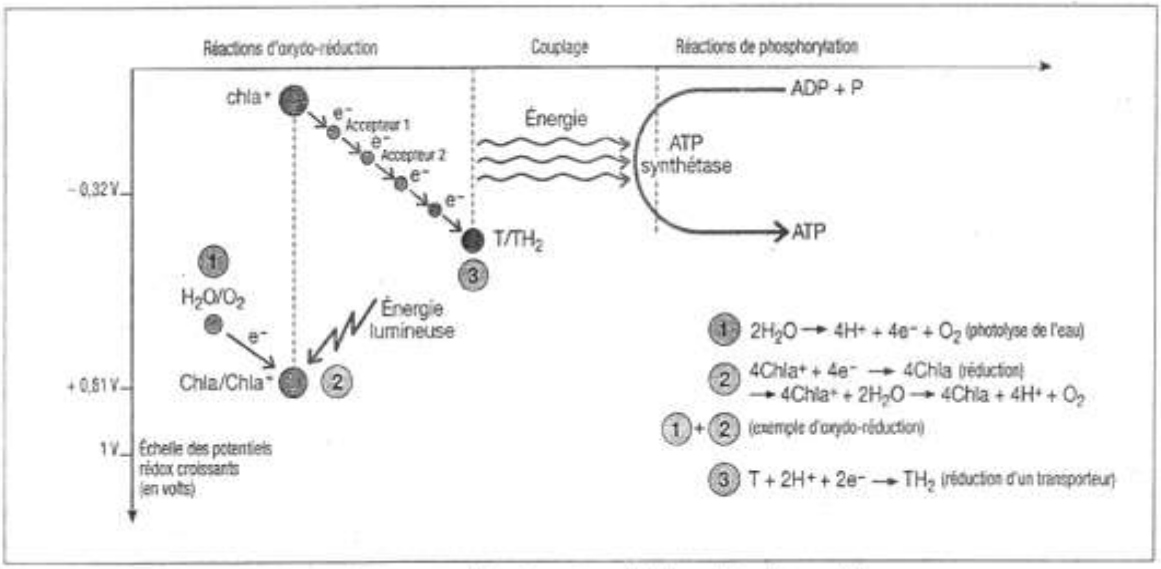
CONSIGNE : Analyse les courbes et déduire que cette expérience conduit à l'idée de couplage entre les 2 phases de la photosynthèse.

SYNTHESE PARTIELLE :

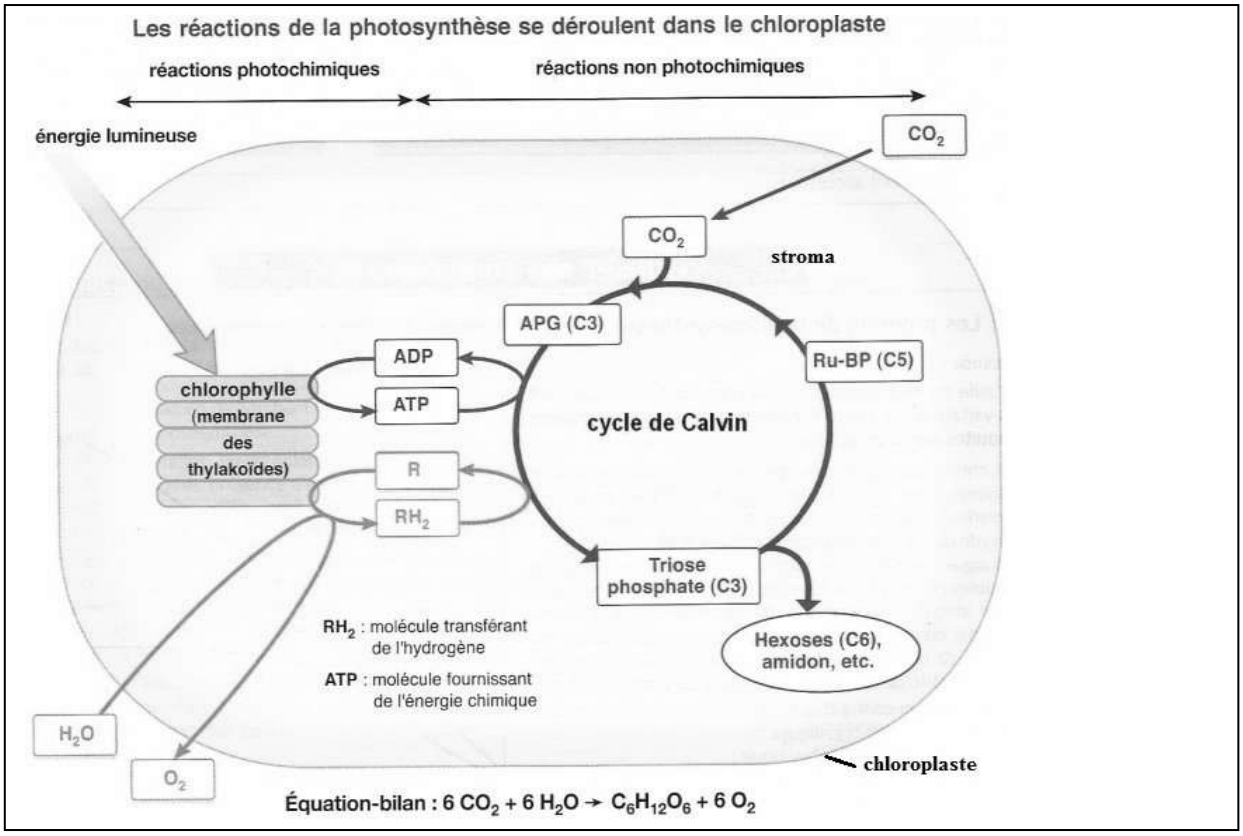
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

b. Les schémas du **document 2, 3 et 4** ci-après illustrent les deux phases de la photosynthèse.





Document 2 : réactions d'oxydo-réduction au cours de la phase photochimique de la photosynthèse.



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

1. **Identifie les différentes phases de la photosynthèse et détermine le lieu où se réalise chaque phase**
2. **Explique le mécanisme de chaque phase**
3. **Ecrire le bilan de la photosynthèse**

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Activité 2 Les oxydations cellulaires ou la respiration cellulaire

a. Expérience 1 :

- Des cellules de levures de bière placées dans un milieu riche en oxygène présentent beaucoup de mitochondries. Par contre les mêmes cellules placées en milieu dépourvu de dioxygène ne montrent pas de mitochondries ;
- Des mitochondries isolées et intactes obtenues par centrifugation différentielle sont capables d'effectuer « in vitro »certaines réactions comme :
  - dégradation d'un substrat organique ;
  - absorption d'oxygène ;
  - dégagement du CO_2.
- L'analyse chimique des mitochondries révèle l'existence d'un équipement enzymatique abondant et diversifié, de transports d'électrons et de protons, des molécules d'ATP.

CONSIGNE :

1. **Analyse les résultats des différentes expériences présentées.**
2. **Quel rôle peut-on attribuer aux mitochondries ?**
3. **La fermentation fait –elle intervenir ces organites ?**

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……

a. Expérience 2

Une fraction de culot de mitochondries diluée dans un tampon approprié est placée dans l'enceinte d'un bioréacteur. On mesure alors la teneur en oxygène en fonction du temps. Au temps t_1 (1min10s) on ajoute du glucose et au temps t_2 (2min 10s) on ajoute de l'acide pyruvique (issu du glucose par glycolyse).

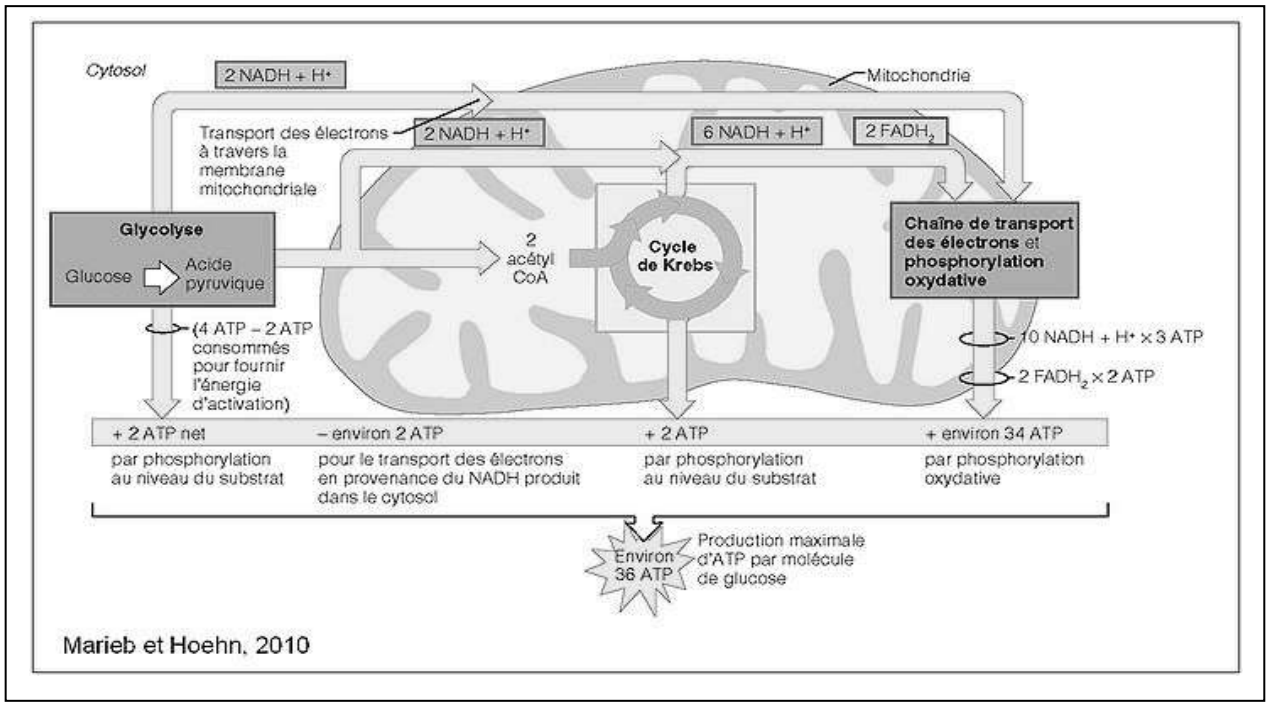
Résultats : L'addition du glucose dans le milieu ne modifie pas la consommation d'oxygène. L'addition d'acide pyruvique est suivie d'une augmentation importante de cette consommation.

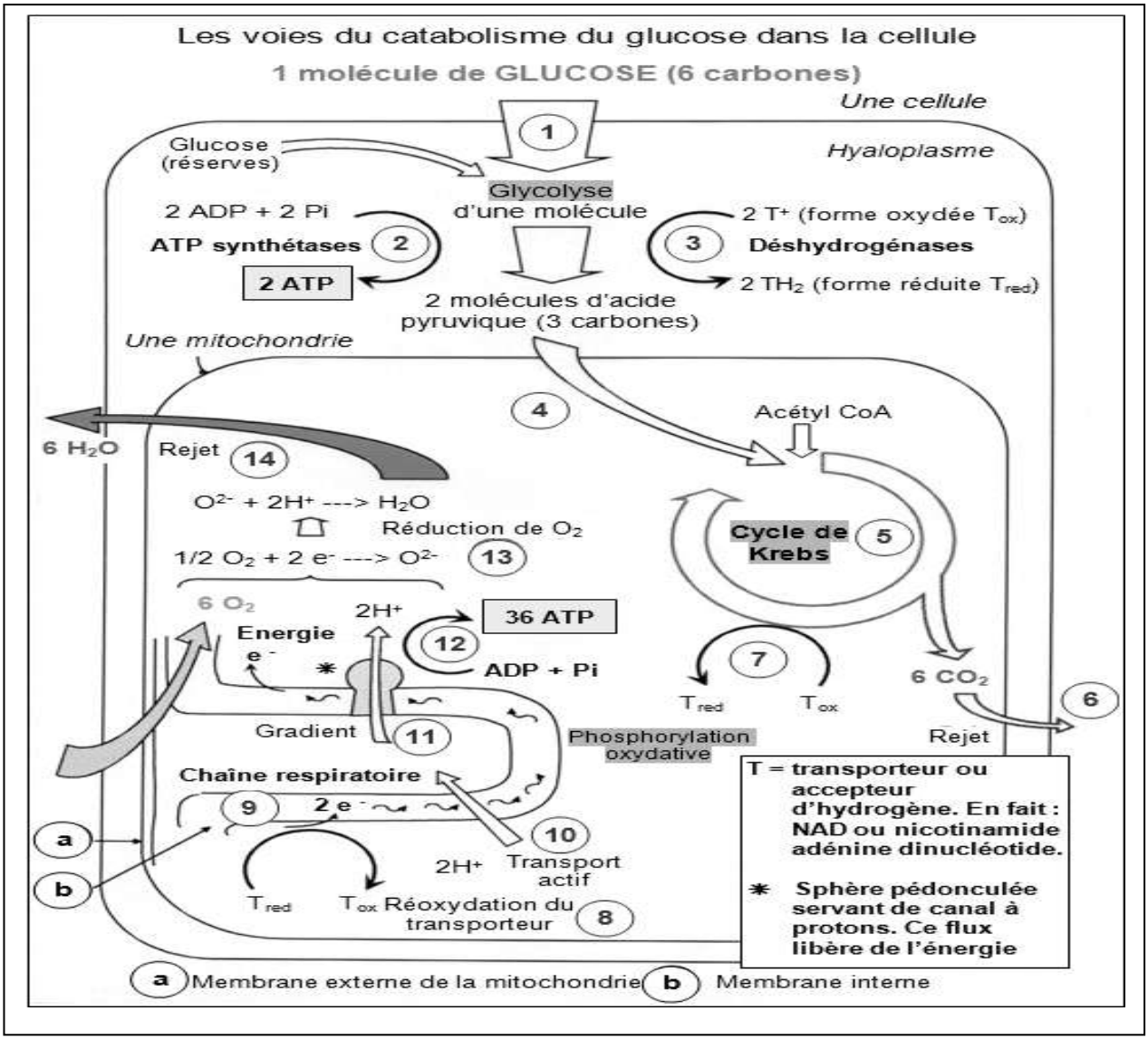
CONSIGNE : Analyse l'expérience ci-dessus et tire une conclusion

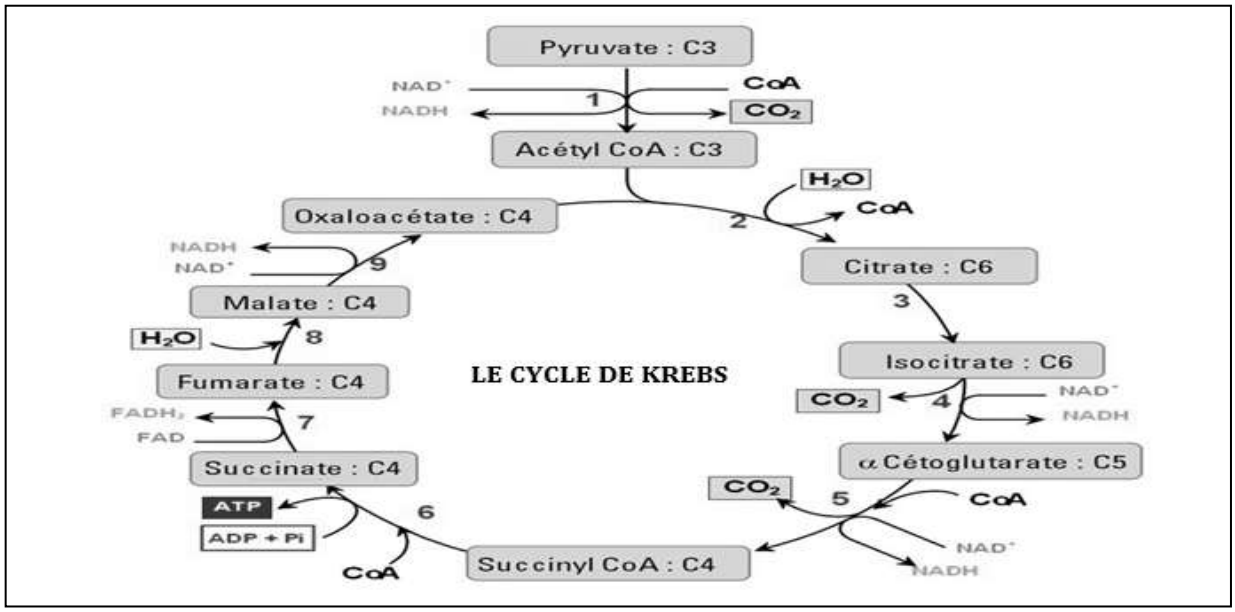
SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……

c. Les schémas **A** et **B** du **document 3**illustrent la fermentation et la respiration.




Les voies du catabolisme du glucose dans la cellule
1 molécule de GLUCOSE (6 carbones)
Une cellule
Hyaloplasme
Glucose (réserves)
Glycolyse d'une molécule
2 ADP + 2 Pi
ATP synthétases
2 ATP
2 T+ (forme oxydée Tox)
Déshydrogénases
2 TH2 (forme réduite Tred)
2 molécules d'acide pyruvique (3 carbones)
Une mitochondrie
Acétyl CoA
Cycle de Krebs
6 H2O
Rejet
O2- + 2H+ ---> H2O
Réduction de O2
1/2 O2 + 2 e- ---> O2-
6 O2
Energie
e-
2H+
36 ATP
ADP + Pi
Gradient
Phosphorylation oxydative
Chaîne respiratoire
2 e-
Transport actif
Tred
Tox
Réoxydation du transporteur
6 CO2
Rejet
T = transporteur ou accepteur d'hydrogène. En fait : NAD ou nicotinamide adénine dinucléotide.
Sphère pédonculée servant de canal à protons. Ce flux libère de l'énergie
a Membrane externe de la mitochondrie
b Membrane interne


Pyruvate : C3
NAD+
NADH
CoA
CO2
Acétyl CoA : C3
H2O
Oxaloacétate : C4
Citrate : C6
Malate : C4
Isocitrate : C6
Fumarate : C4
LE CYCLE DE KREBS
FADH2
FAD
α Cétoglutarate : C5
Succinate : C4
ATP
ADP + Pi
Succinyl CoA : C4

CONSIGNE : A partir de l'exploitation des documents :

1. Identifie les différentes phases de la respiration cellulaire et le site de réalisation de chaque phase
2. Donne le bilan de la glycolyse, de la phase transitoire et du cycle de Krebs
3. Ecris le bilan énergétique de la respiration cellulaire, sachant que chaque FADH libère 2 ATP et que chaque NADH libère 3 ATP.
4. Etablis l'équation bilan de la dégradation d'une molécule de glucose au cours de la respiration cellulaire (dans cette équation doit figurer : glucose, ADP, ATP, NAD, $NADH_2$, FAD, $FADH_2$, CO_2 et H_2O)
5. Calcul le rendement énergétique de la respiration en appliquant la formule suivante :

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

(chaque mole d'ATP libère 30,5 kj d'energie et chaque mole de glucose libère 2840 Kj)

6. Montre l'importance de la respiration cellulaire après avoir définis cette notion.

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Activité 3 Production d'énergie en anaérobiose : la fermentation

A. LA FERMENTATION LACTIQUE

Du lait frais, non stérilisé, abandonné à la température ambiante va plus ou moins rapidement « tourner », c'est-à-dire coaguler à la suite d'une acidification facile à constater en goûtant du lait caillé.

L'acidification est due à l'action de **bactéries** qui transforment le **lactose**, sucre du lait, en **acide lactique** au cours d'une oxydo-réduction **sans dégagement gazeux** ; les sucres en C_6 résultant de l'hydrolyse du lactose sont scindés en deux tronçons tricarbonés.

$$\underset{\text{lactose}}{C_{12}H_{22}O_{11}} \xrightarrow{\text{hydrolyse}} \underset{\substack{\text{glucose}\\ +\ \text{galactose}}}{2\,C_6H_{12}O_6}$$

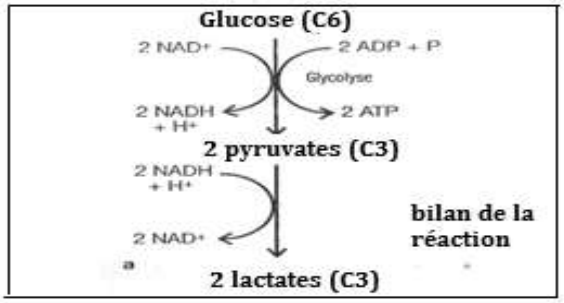
$$\underset{\substack{\text{glucose}\\ +\ \text{galactose}}}{2\,C_6H_{12}O_6} \xrightarrow[\text{lactique}]{\text{fermentation}} \underset{\text{acide lactique}}{4CH_3 - CHOH - COOH}$$

Cette réaction est réalisée industriellement pour la fabrication des yaourts en utilisant des souches sélectionnées de **bactéries lactiques** :

— des **bacilles lactiques**, en forme de « gélule », que l'on peut observer tant au microscope optique qu'au microscope électronique (photographies 1),

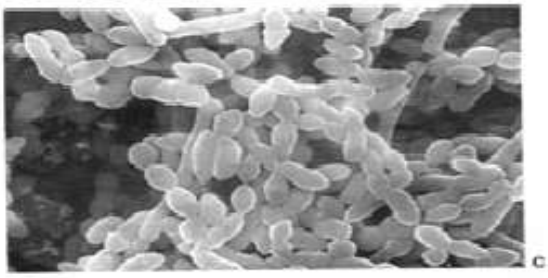
— des **streptocoques**, bactéries sphériques disposées en chaînettes.

Les bactéries lactiques interviennent également dans la fabrication des fromages







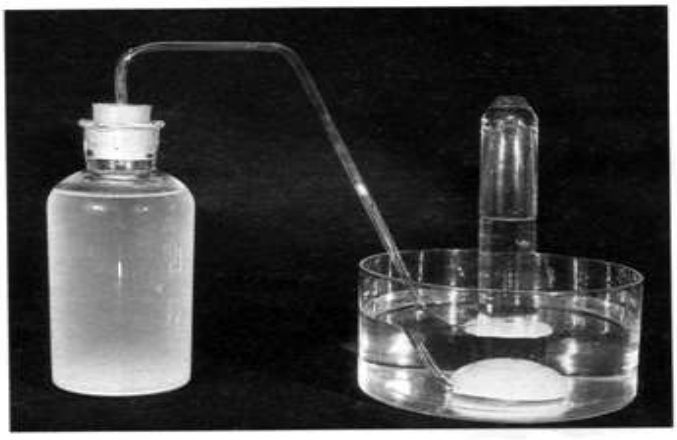


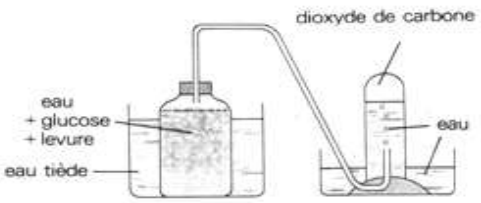
1 Bactéries lactiques. A - Observées au microscope optique (lactobacilles et streptocoques). B - Lactobacilles (au M.E.B.). C - Streptocoques (au M.E.B.).

B. LA FERMENTATION ALCOOLIQUE

1 *Des expériences facilement réalisables*

Le montage expérimental ci-contre permet de mettre en évidence les principaux caractères de la fermentation alcoolique. Dans un flacon contenant une solution de glucose à 5 grammes par litre par exemple, on délaye un peu de levure de boulanger ; rapidement, un bouillonnement apparaît.

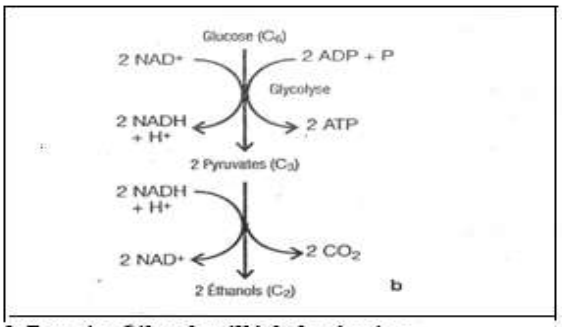




Le gaz qui se dégage est recueilli grâce à un dispositif simple, puis analysé ; c'est du **dioxyde de carbone**. Dans le flacon apparaît de l'**éthanol** qui peut être caractérisé par son oxydation en éthanal et acide éthanoïque. Cette oxydation est réalisée, en milieu acide, grâce aux ions dichromates ; au cours de la réaction, les ions dichromates ($Cr_2O_7^{2-}$), de couleur orange, sont réduits en ions chrome (Cr^{3+}), de couleur verte.

L'équation chimique globale de la fermentation alcoolique, définie dès 1810 par Gay-Lussac s'écrit :

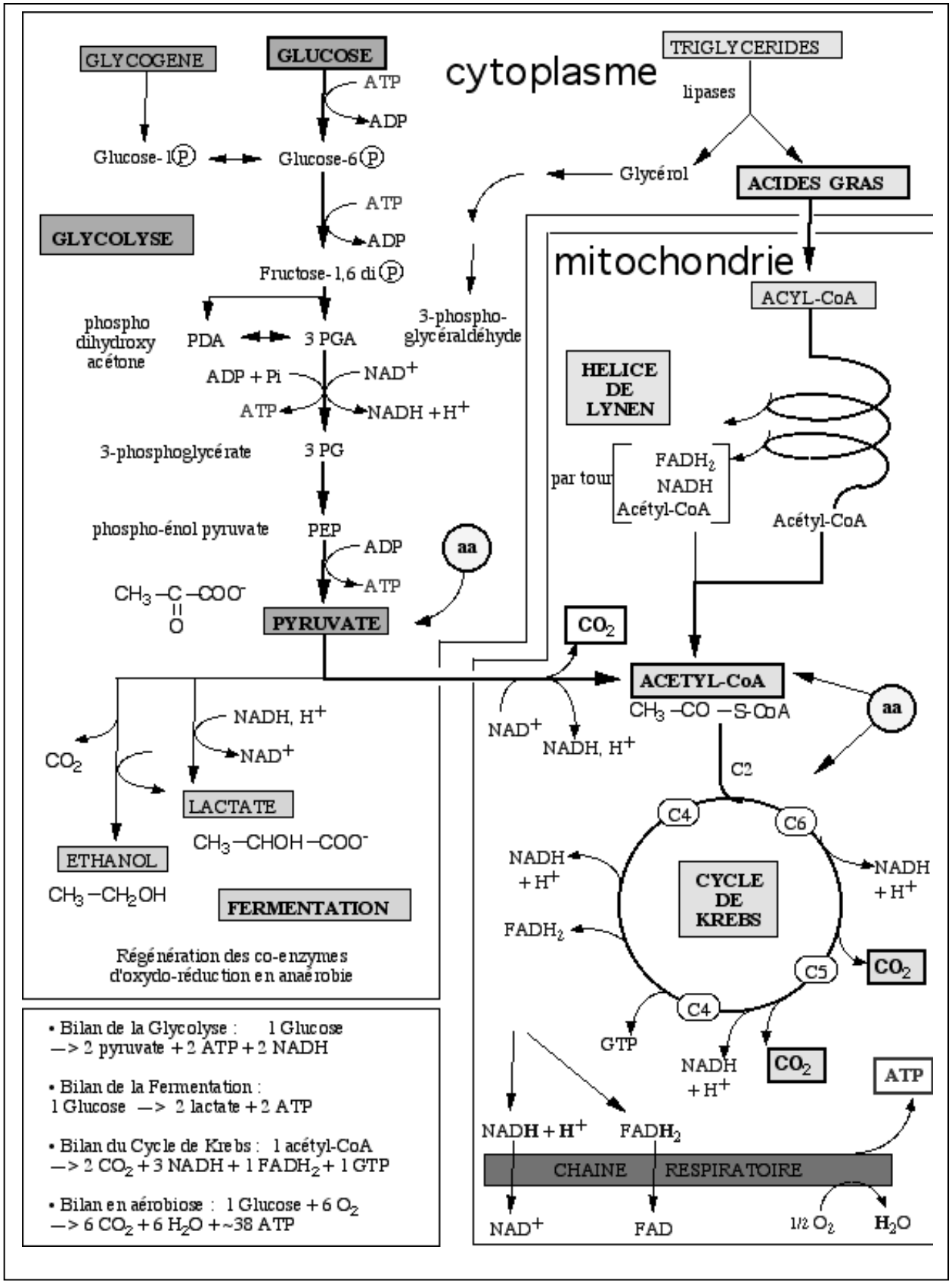
$$\underset{\text{glucose}}{C_6H_{12}O_6} \longrightarrow \underset{\text{éthanol}}{2\,C_2H_5OH} + 2\,CO_2$$



2. Equation bilan detaillé de la réaction

© Ouvrage élaboré par Aboubacar BOUARE & Issa COULIBALY /Professeur de SVT
79198269-65665696/76399806-66279590 Email: iss27coul@live.fr

La fermentation est une voie métabolique utilisé par les bactéries (procaryote unicellulaire) et par les pluricellulaires pour produire de l'énergie en l'absence d'oxygène c'est-à-dire en milieu anaérobique ; le document ci après présente le mécanisme de fermentation en comparaison avec celui de la respiration cellulaire.



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

1) Identifie les voies métaboliques permettant aux cellules de produire de l'énergie en anaérobiose
2) Etablis le bilan pour la transformation d'une molécule de glucose en éthanol, ou celle d'une molécule de glucose en acide lactique
3) Calcul le rendement énergétique de la fermentation à partir de la même formule que précédemment
4) Compare ce rendement à celui de la respiration et tire une conclusion
5) Définis la fermentation

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

SYNTHESE PARTIELLE : BILAN DES ACTIVITES

I. Le mécanisme de la photosynthèse:

Dans la le chloroplaste, la photosynthèse se réalise en deux phases:

a. La phase photochimique ou phase claire.

La chlorophylle a (chl a), molécule photoexitable, se trouve dans la membrane des thylacoïdes. Lorsqu'elle capte un photon, elle passe à l'état de chlorophylle excitée (chl a*). Sous l'impulsion d'un potentiel redox croissant, elle cède un électron à un transporteur d'électrons, premier d'une chaine de transporteurs et devient chl a^+. Une série de réactions d'oxydoréduction assure le transfert d'électrons de transporteur en transporteurs, jusqu'à l'accepteur final T situé dans le stroma. Les réactions d'oxydoréduction sont couplées à des réactions de phosphorylation oxydative de l'A.D.P en A.T.P. Elles se déroulent au niveau des sphères pédonculées (A.T.P synthétases) situées sur la membrane interne des chloroplastes.

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

$$\mathbf{2H_2O \rightarrow 4H^+ + 4e^- + O_2}\ \textbf{oxydation}$$

$$\mathbf{4Chl\ a^+ + 4e^- \rightarrow 4Chl}\ \textbf{réduction}$$

$$\mathbf{4Chl\ a^+ + 2H_2O \rightarrow 4Chl\ a + 4H^+ + O_2}\ \textbf{oxydoréduction}$$

Les protons libérés par la photolyse de l'eau s'associent au transporteur final T du stroma selon l'équation :

$$\mathbf{T + 2H^+ + 2e^- \rightarrow TH_2}$$

L'ensemble des réactions d'oxydoréduction se résume en un transfert d'électrons de l'eau au transporteur final T, et en la production d'A.T.P (molécules énergétiques). Tout cela n'est possible que grâce à l'énergie lumineuse.

b. Phase sombre ou phase d'assimilation du CO_2.

Elle présente deux voies différentes : la voie en C_3 propre aux plantes des zones tempérées, et la voie en C_4 propre aux plantes des régions chaudes et sèches. Dans l'une ou l'autre voie, on trouve le cycle de Calvin. Ce cycle comprend en résumé:

- Une carboxylation qui aboutit à la formation de deux molécules en C_3 (acidephosphoglycérique);
- Un couplage avec la phase photochimique qui permet la formation du 3 phosphoglycéraldéhyde (composé en C_3). On note ici l'intervention des TH_2 et des A.T.P.

Le cycle de Calvin permet donc la synthèse du 3phosph-glycéraldéhyde. Cette synthèse est traduite par l'équation globale suivante:

$$\mathbf{CO_2 + TH_2 + ATP \rightarrow Molécule\ organique + ADP + P}$$

C'est à partir du 3phosphoglycéraldéhyde que se forment les autres molécules organiques telles que les hexoses, les protides et les lipides.

II. La transformation de l'énergie des métabolites organiques en A.T.P:

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

a. La respiration cellulaire:

C'est une oxydation cellulaire complète d'un métabolite organique au cours de laquelle il ya production d'énergie et dégagements d'H_2O et de CO_2

La respiration cellulaire débute dans le cytosol par la glycolyse avec formation de pyruvate, d'A.T.P de TH_2 (transporteur réduit tel que $NADH_2$). Elle se poursuit dans la mitochondrie.

En effet, dans le stroma de cet organite spécialisé, le pyruvate rentre dans le cycle de Krebs et va subir un certain nombre de transformations :

- Des réactions de décarboxylation;
- Des réactions de déshydrogénation;
- Une réaction de phosphorylation à l'origine de la production d'A.T.P.

Les ions H* et les électrons issus des déshydrogénations sont pris en charge par un transporteur T (N.A.D ou F.A.D). Les $T.H_2$ formés vont céder leurs électrons à un accepteur d'électron présent dans la membrane interne des mitochondries. Les transporteurs T sont ainsi régénérés, permettant la poursuite des réactions dans la matrice (stroma) mitochondriale. Les électrons libérés vont circuler, grâce à des réactions d'oxydoréduction, d'accepteur en accepteur, jusqu'à l'accepteur final qui est le dioxygène. Les ions H^+ libérés participent avec l'ion O_{2-} à la formation de l'eau (H_2O). Les réactions d'oxydoréductions sont couplées à des réactions de phosphorisation oxydative de l'A.D.P en A.T.P, au niveau des sphères pédonculées de la membrane interne des mitochondries.

En moyenne, une mole de glucose dont la valeur énergétique est de 2860 kilojoules, produit grâce à la respiration 38 moles d'A.T.P de valeur énergétique égale à 1080 (36x30) KJ à 25°C. Le rendement énergétique de la respiration (rapport entre la quantité d'énergie de l'A.T.P produite et la quantité d'énergie du glucose) est de 38%. Une importante quantité d'énergie est dégagée sous forme de chaleur.

b. La fermentation ou respiration anaérobie:

C'est une oxydation cellulaire incomplète d'un substrat organique au cours de laquelle il ya formation d'un résidu organique riche en énergie chimique potentielle. Elle débute tout comme la respiration aérobie par la glycolyse. Les fermentations lactique et alcoolique se déroulent en anaérobiose. Les fermentations produisent de l'énergie nécessaire au fonctionnement cellulaire lorsque les conditions du milieu ne sont pas favorables à la respiration. Mais cette production est faible par rapport à celle de la respiration. Le rendement énergétique de la fermentation est d'environ 2%

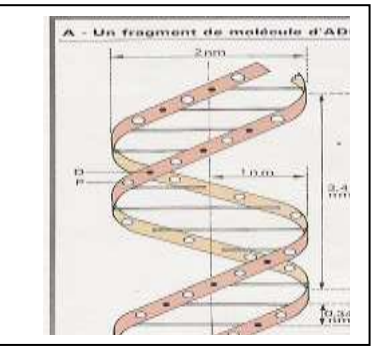
DEUXIEME PARTIE

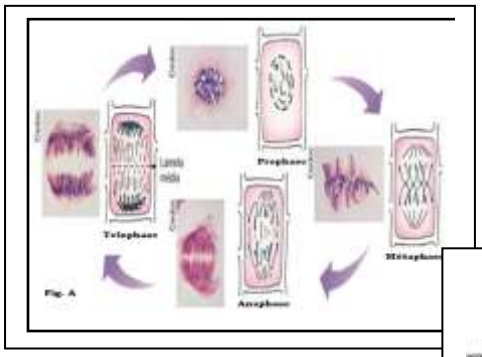
CONCEPT GENERAL :

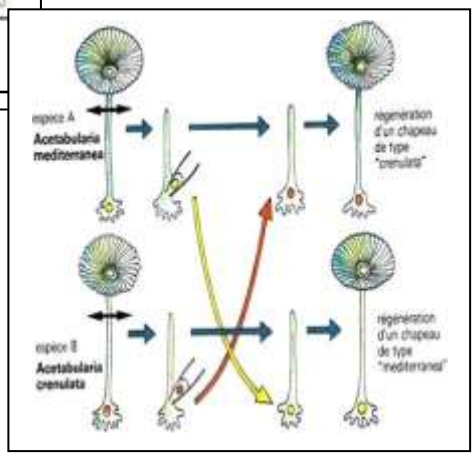
L'information génétique *(*3 semaines)

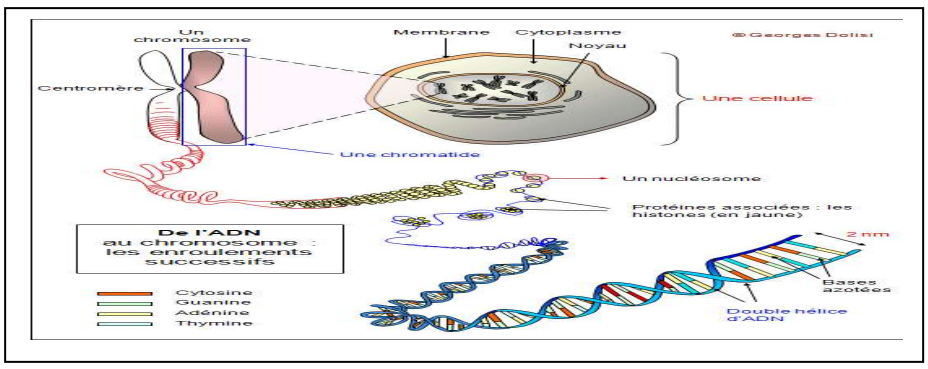
LES SOUS-CONCEPT :

1. ***Le support de l'information génétique*** **(5h)**
2. ***La transmission de l'information génétique au cours des divisions cellulaires*** **(8h)**
3. ***L'expression de l'information génétique dans la cellule*** **(8h)**









© Ouvrage élaboré par Aboubacar BOUARE & Issa COULIBALY /Professeur de SVT
79198269-65665696/76399806-66279590 Email: iss27coul@live.fr

1 SOUS-CONCEPT 1 : LE SUPPORT DE L'INFORMATION GENETIQUE

SITUATION PROBLEME :

Chez les êtres vivants, les caractères héréditaires sont transmis d'une génération à une autre. Cela suppose l'existence d'une information, véritable programme biologique, transmissible d'une génération à l'autre. Ce programme est appelé information génétique.

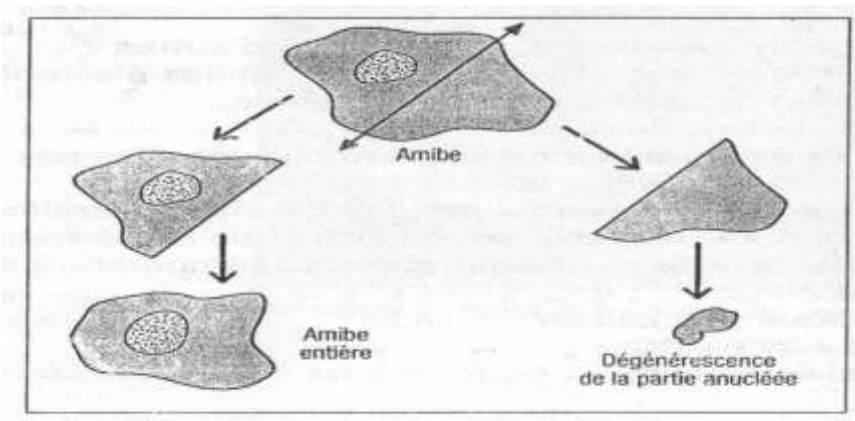
1) **Quel est le rôle du noyau de la cellule dans la transmission de l'information génétique ?**
2) **Quel est le support de l'information génétique ?**

LES ACTIVITES

A. Rôle du noyau

Activité 1 **Mise en évidence du rôle du noyau à partir de l'expérience de Mérotomie**

Une amibe est sectionnée en deux parties; l'une contient le noyau et l'autre est sans noyau. Le devenir de ces deux parties est présenté par la figure du document 1 ci-contre



Document 1 : mérotomie d'une amibe.

CONSIGNE : A partir de l'exploitation des documents ci-dessus et des figures y afférant
Explique pourquoi après sectionnement de l'amibe, une partie dégénère tandis que l'autre partie régénère et développe une vie normale

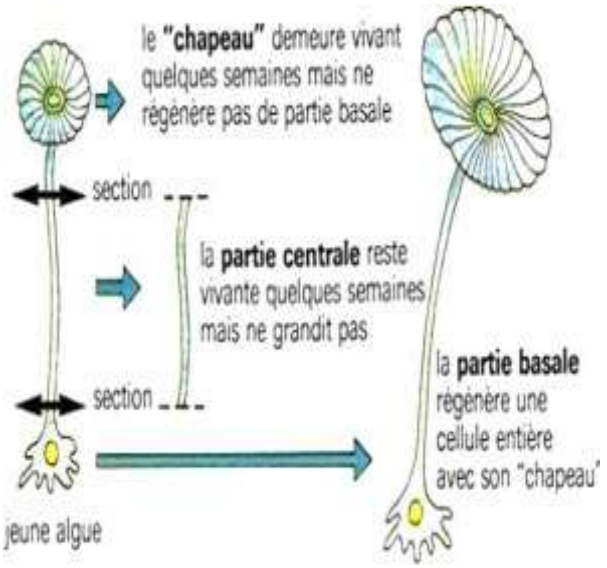
SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

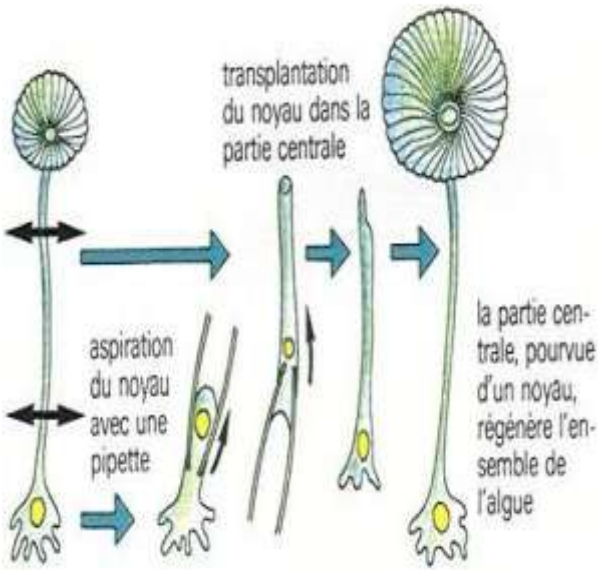
Activité 2 transplantation et greffe du noyau chez Acétabulaire (algue)

❖ Expérience 2 : expérience de dégénérescence et régénérations : transplantation et greffe du noyau chez Acétabulaire (algue)

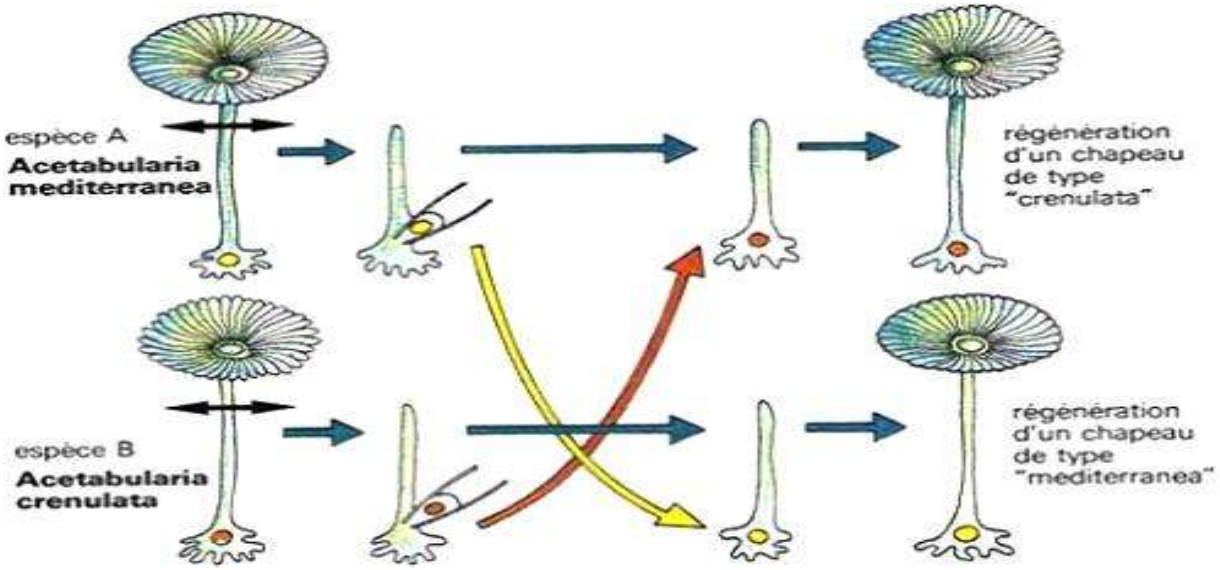
Expérience A : sections et régénérations



Expérience B : transplantation du noyau



Expérience C : greffe croisée de noyaux



<u>CONSIGNE:</u> A partir de l'analyse des documents ci-dessus et des figures y afférant, détermine le rôle du noyau dans chacune de ces expériences et tire une conclusion

© Ouvrage élaboré par Aboubacar BOUARE & Issa COULIBALY /Professeur de SVT
79198269-65665696/76399806-66279590 Email: iss27coul@live.fr

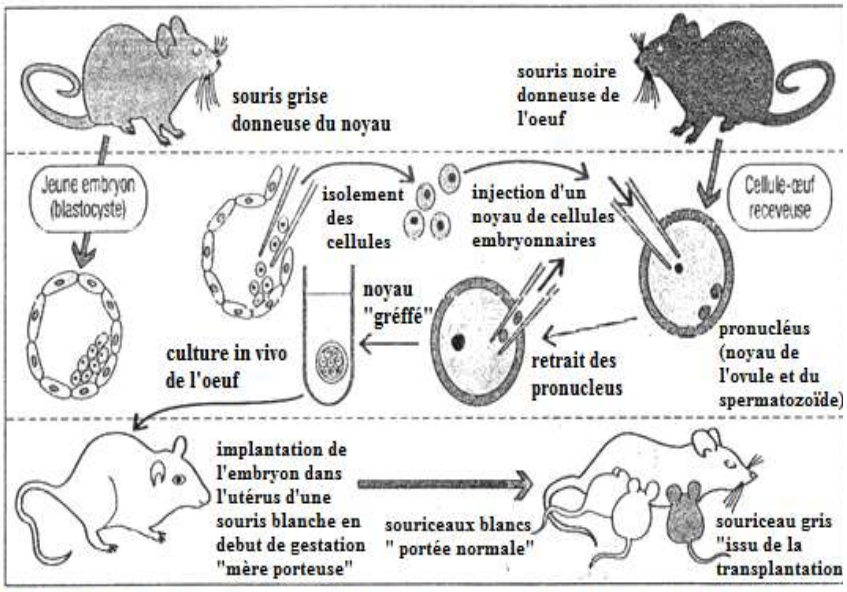
Activité 3 transplantation de noyau chez le bovin et chez la souris

L'expérience résumée ci-contre a été réalisée à partir de trois lignées pures de souris qui diffèrent par la couleur de leur pelage. Une lignée pure se caractérise par le fait que tous les descendants de génération en génération présentent la couleur du pelage de leurs deux parents à l'origine de la lignée.

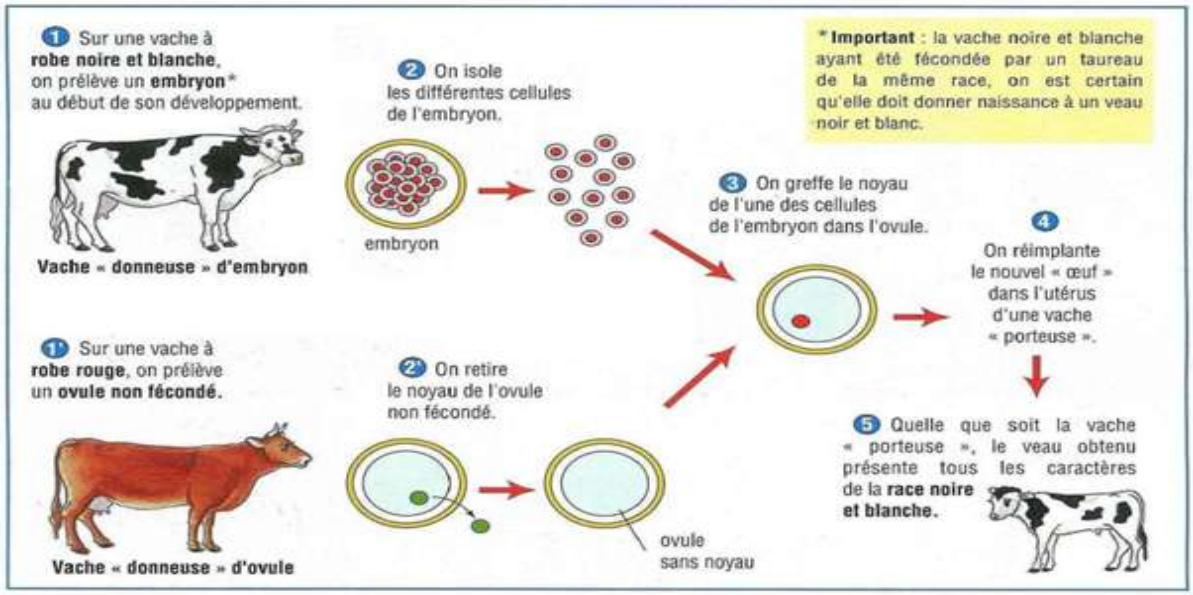
Les femelles noire, grise et blanche ; toutes de lignées pures ont été fécondées respectivement par des males de même lignée.

On transplante dans un œuf, de souris noire venant d'être fécondée et dont les noyaux de spermatozoïdes et d'ovule ont été éliminés, un noyau isolée prélevé d'une cellule isolée d'un jeune embryon de souris grise.

La cellule obtenue, constituée du cytoplasme de la souche noire et du noyau de la souche grise. Après culture in vitro de quelques jours, est implantée dans l'utérus d'une souris de souche blanche en début de gestation. La souris blanche porteuse donne naissance à un souriceau gris parmi les souriceaux blancs.



Document 3: expérience de transplantation de noyau cellulaire chez la souris



Document 4: principe de clonage par transplantation chez les bovins

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

1. **Explique l'origine des souriceaux gris obtenus à la fin de l'expérience du document 3**
2. **Détermine l'origine des caractères portés par un individu issu d'un clonage (transplantation)**
3. **Explique le principe du clonage à partir de l'expérience 2 et montre son importance dans l'élevage**

© Ouvrage élaboré par Aboubacar BOUARE & Issa COULIBALY /Professeur de SVT
79198269-65665696/76399806-66279590 Email: iss27coul@live.fr

SYNTHESE PARTIELLE DES ACTIVITES 2 ET 3 :

© Ouvrage élaboré par Aboubacar BOUARE & Issa COULIBALY /Professeur de SVT
79198269-65665696/76399806-66279590 Email: iss27coul@live.fr

activité 1.B **Détermination de la nature chimique de l'information génétique**

❖ **Expérience de Griffith :**

Griffith observe dans ses cultures de pneumocoques deux souches : les souches " dont les colonies d'aspect lisse (smooth) sont formées de bactéries entourées d'une capsule. Ces bactéries sont virulentes parce qu'elles sont capables de tuer une souris par la pneumonie.

La souche "R" dont les colonies d'aspect rugueux (rough) sont formées de bactéries dépourvues de capsule. Elles sont inoffensives.

Après avoir mélangé les bactéries "S" tuées par la chaleur et les bactéries "R" vivantes, Griffith injecte le mélange à une souris. La souris meurt de pneumonie. On extrait de son corps un mélange de bactéries "R" et de bactéries "S". Ces dernières, injectées à une autre souris provoquant sa mort.

L'expérience de Griffith démontre la transformation des bactéries "R" par une substance non identifiée issue de bactéries "S"

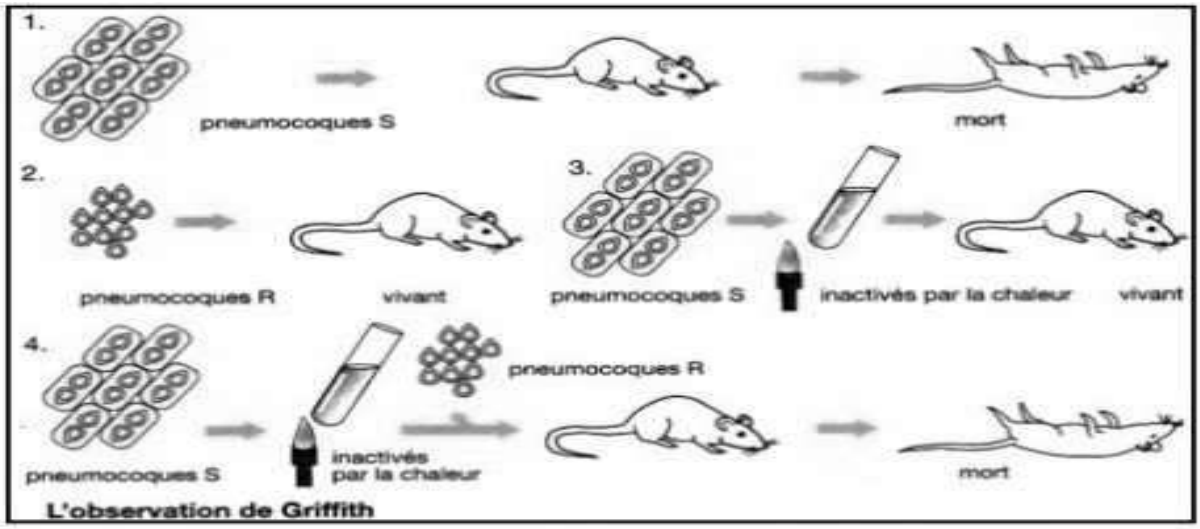
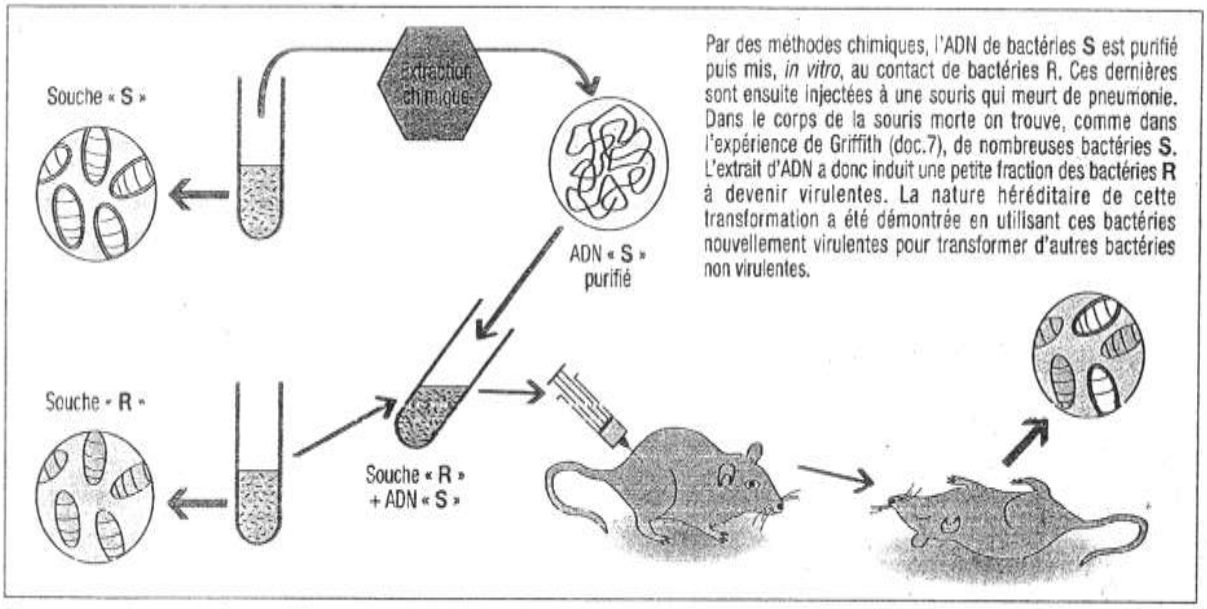


Figure 1 : Expériences de Griffith *D'après Atlas de poche de génétique*

❖ **Expérience d'Avery :**

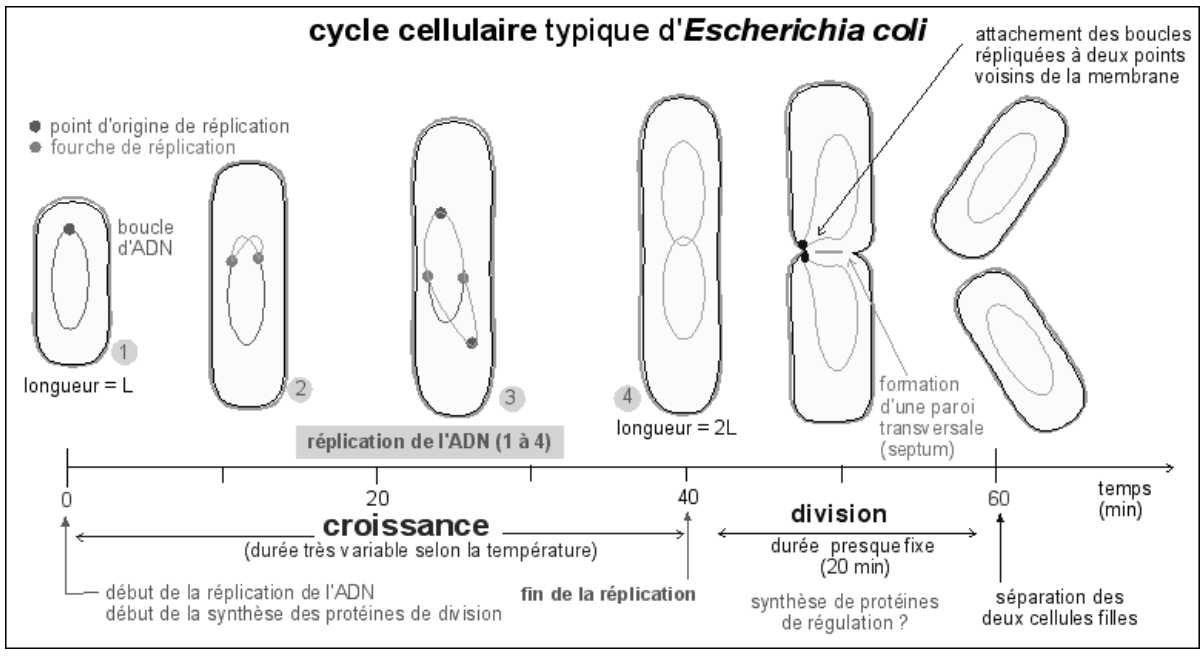
Avery et ses collaborateurs en 1944 identifie la substance transformante de l'information génétique par une série d'expériences.

a. L'ADN des bactéries "S" une fois extrait et purifié, est mélangé à des bactéries "R". injecté à une souris, celle-ci meurt des suites de pneumonie. Dans le corps de la souris morte, on retrouve de nombreuses bactéries "S"
b. D'autres extraits de bactéries "S" tels que les polysaccharides de la capsule, des protéines, des lipides et l'acide ribonucléique (ARN) sont utilisés comme dans l'expérience décrite en a ces extraits ne transforment pas les bactéries "R" en bactéries "S"



Document 8 : expérience d'Avery et ses collaborateurs.

❖ **Le document ci-après présente le mode de multiplication d'une bactérie**



<u>CONSIGNE :</u> A partir de l'exploitation des documents ci-dessus et des figures y afférant et de tex connaissances antérieures sur la cellule

1) **Fais la comparaison entre une cellule procaryote et une cellule eucaryote**
2) **Nomme l'élément contenu dans le noyau des cellules eucaryote et qui se retrouve dans le cytoplasme des cellules procaryotes**
3) **Fais une analyse et une interprétation des expériences de Griffith et d'Avery et trouve la substance qui induit la transformation des bactéries "R" e, "S"**
4) **Nomme l'inclusion cytoplasmique identifiable et présente dans toutes les cellules du clone (document 3)**

SYNTHESE PARTIELLE :

© Ouvrage élaboré par Aboubacar BOUARE & Issa COULIBALY /Professeur de SVT
79198269-65665696/76399806-66279590 Email: iss27coul@live.fr

C. Localisation et structure de l'ADN

Activité 1.C **Localisation de l'ADN**

On utilise deux plusieurs méthodes pour localiser les acides nucléiques (ADN et ARN) dans les cellules. Parmi ces méthodes, on distingue les méthodes des colorants et les méthodes radioactives

a) <u>Les méthodes des colorants :</u>

- Le test de Feulgen : des, coupes de racine sont soumises à une hydrolyse partielle en présence d'Hcl dilué. Le réactif de Schiff décoloré (fuchsine décolorée par le SO2) utilisée se colore en violet en présence de la fonction aldéhyde du desoxyribose (sucre) ; ce sucre n'existe que là où était l'acide désoxyribo nucléique (ADN) qui a été hydrolysé. A la fin du test, seul le noyau de la cellule se colore en violet
- Le test de Brachet : ce test utilise un mélange de colorant constitué de vert de méthyle (qui colore l'ADN en vert) et la pyronine (qui colore l'ARN en rouge ou en rose). Le tableau ci-après résume l'aspect de la préparation microscopique ayant ou non subit un traitement enzymatique préalable puis coloré par le double colorant (vert de méthyle-pyronine)

Lames Série N°	**Traitement avant coloration**	**Résultats à l'observation**		
		Chromatine	***Nucléole***	***Cytoplasme***
1	ADNase	Incolore	Rouge	Rouge
2	ARNase	Verte	Incolore	Incolore
3	Aucun	Verte	Rouge	Rouge

NB : L'ADNase détruit l'ADN et l'ARNase détruit l'ARN

b) La méthode radioactive :

Elle est basée sur l'utilisation des nucléosides radioactifs (thymidine et uridine). On sait que l'ADN a une affinité pour la thymidine et l'ARN pour l'uridine.

On fournit aux cellules des nucléosides radioactifs marqués par un isotope (tritium). Après utilisation de ces différentes substances par les cellules une radiographie montre la thymidine tritiée dans le noyau par contre l'uridinetritiée se retrouve dans le nucléole et le cytoplasme.

<u>CONSIGNE :</u>

1) **Fais une analyse de chaque test décris ci-dessus**
2) **Tire une conclusion sur la localisation de l'ADN et de l'ARN**

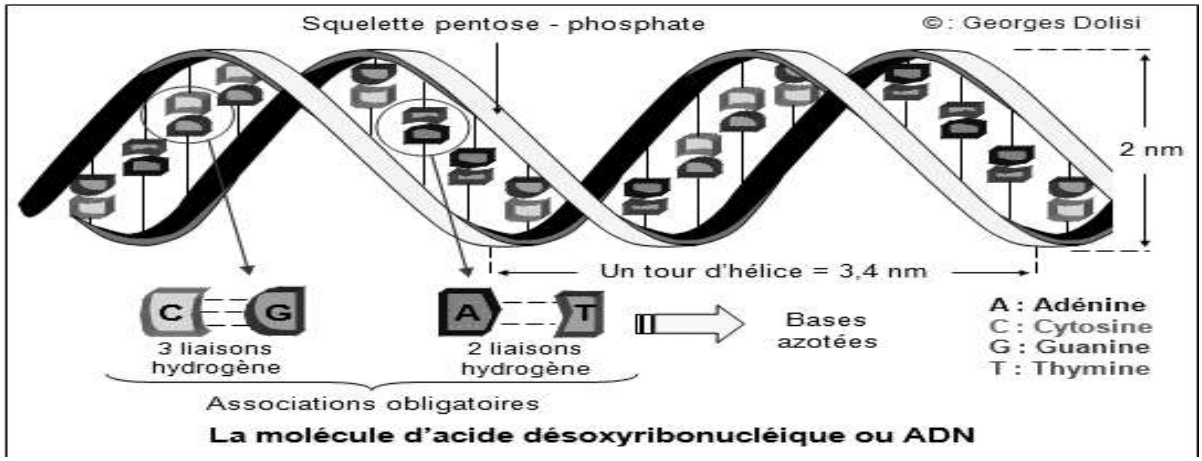
SYNTHESE PARTIELLE :

Activité 2.C Structure et composition de l'ADN

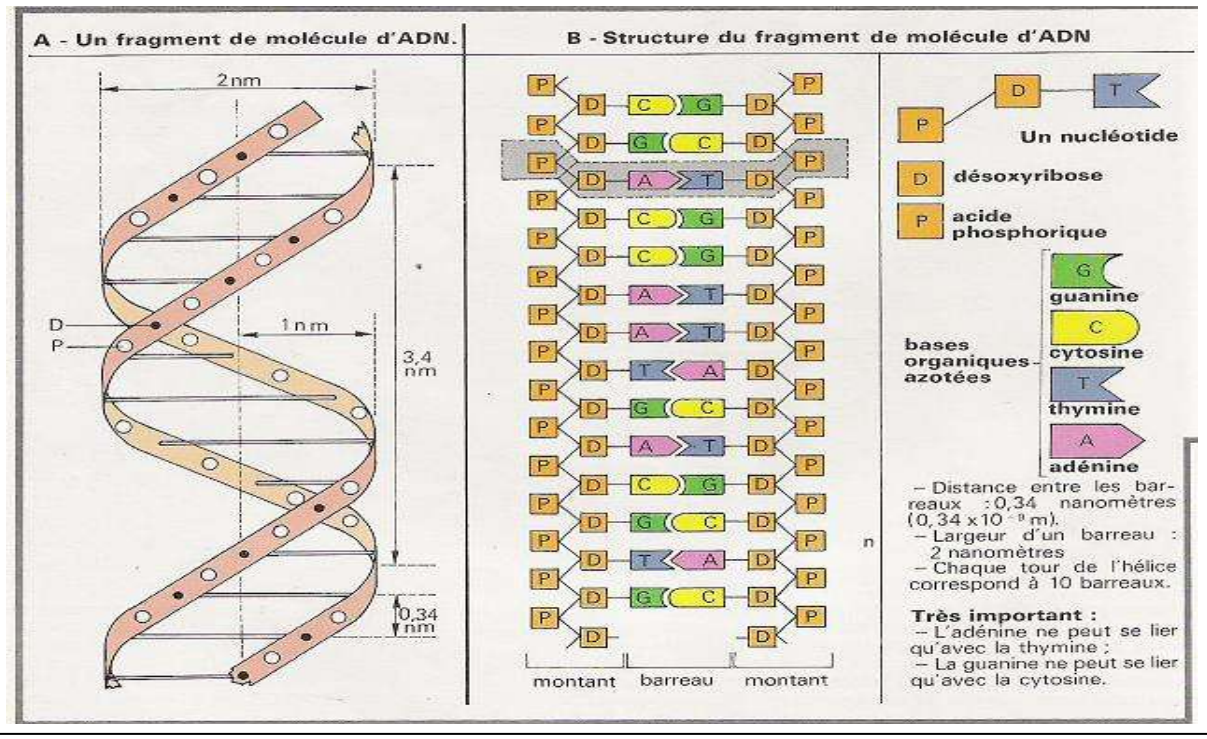
- Le tableau ci-dessus indique les proportions bases azotées chez quelque espèce

Origine de l'ADN	Adénine	Guanine	Cytosine	Thymine
Homme - Rat	10	7,2	7,00	10,1
Porc - Thymus	10	6,8	6,9	9,6
Oursin - Sperme	10	5,4	5,4	9,7
Blé - Germe	10	8,9	8,7	10,2

- En 1950, Chargaff a montré que dans une molécule d'ADN, la quantité d'adénine est égale à la quantité de thymine tandis que la quantité de cytosine est égale à celle de la guanine.
- En 1953, Watson et Crick ont démontré que la molécule d'ADN est formée de deux (2) chaines de nucléotide rigoureusement complémentaire. Chaque nucléotide est constitué d'un sucre (le désoxyribose), d'une base azotée et d'une molécule d'acide phosphorique (H3PO4). Il existe donc quatre nucléotides différents selon la nature des bases azotées.
- Les figures suivantes présentent la structure de l'ADN



La molécule d'acide désoxyribonucléique ou ADN



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

1) **Décris la structure de la molécule d'ADN**
2) **Donne ses composantes**
3) **Identifie le rapport qui existe entre l'adénine et la thymine et celle qui existe entre la cytosine et la guanine**
4) **Définis un nucléotide, un nucléoside (les représenter ci possible)**
5) **Dessine une molécule d'ADN comportant quatre nucléotides avec les bases azotées suivantes : (A, T, C, G)**

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

© Ouvrage élaboré par Aboubacar BOUARE & Issa COULIBALY /Professeur de SVT
79198269-65665696/76399806-66279590 Email: iss27coul@live.fr

SYNTHESE GENERALE : BILAN DES ACTIVITES

I. L'ADN support de l'information génétique sous forme de chromosomes:

a. Nature de l'information génétique: l'organismepossède un programme génétique qui lui permet de fabriquer toutes les protéines dont il a besoin. L'ensemble les plans de fabrication des protéines constitue l'information génétique. L'information génétique est contenue dans les chromosomes sous forme de gène. Le chromosome est formé d'ADN: on dit alors que l'ADN est le support de l'information génétique.

Les chromosomes localisés dans le noyau de chaque cellule sont le support de l'information génétique (caractères héréditaires). On nomme gène, les unités d'informations localisées dans les chromosomes.

Les chromosomes sont essentiellement formés d'ADN et la teneur est constante dans chaque noyau.

En plus de l'ADN, les chromosomes renferment des protéines spéciales: histones et protamines.

Le noyauest formé d'une membrane nucléaire, de chromatines et de nucléole.

L'ADN est le support matériel de l'hérédité et dirige la synthèse des protéines, l'ARN intervient dans cette synthèse.

C'est dans le nucléole que se déroule la synthèse des protéines.

b. Rôle génétique de l'ADN: La structure de l'ADN explique ses propriétés et son rôle génétique. En effet l'information élémentaire appelé codon correspond à un triplet de nucléotides. Le rôle génétique de l'ADN est lié à la séquence des nucléotides qui le constitue.

II. Les acides nucléiques ADN et ARN:

Les acides nucléiques sont l'ADN (acide désoxyribonucléique) et de l'ARN (acide ribonucléique).

1. Mise en évidence et localisation:

a. *Méthode des colorants:*

✓ Technique de Feulgen:

Elle utilise de HCl dilué à chaud ce qui provoque l'hydrolyse partielle de l'ADN contenue dans les cellules et ensuite on procède à un bain dans le réactif de Schiff (Fischine). Le réactif de schiff colore en rouge le noyau plus précisément la chromatine, alors que nucléole et cytoplasme restent incolores.

La technique prouve que l'ADN est entièrement contenu dans la chromatine qui se colore en rouge.

La coloration du réactif de schiff (la fischine) est due à la présence de la fonction aldéhyde du désoxyribose, ce sucre n'existant que là où était l'ADN qui a été hydrolysé.

✓ Technique de Brachet:

Elle permet grâce à double coloration (vert de méthyle et pyronine) de dire que: l'ADN est localisé dans le noyau (chromatine verte). L'ARN est localisé dans le cytoplasme et le nucléole (rouge).

ADN: acide désoxyribonucléique ($C_5H_{10}O_4$)

ARN: acide ribonucléique ($C_5H_{10}O_5$)

b. *Méthode radioactive:* Elle est basée sur l'utilisation de nucléotides (Thymine ou Uridine). On fournit aux cellules des nucléotides radioactives et on examine le résultat de cette incorporation sur des radiographies.

2. Composition chimique et structure des acides nucléiques:

a. Composition chimique:

L'hydrolyse complète des acides nucléiques, donne des bases organiques azotées (urique à double cycle et pyrimidine à simple cycle), de l'acide phosphorique et du sucre.

Base azotée, acide phosphorique et du sucre constituent un nucléotide.

ADN et ARN sont des poly nucléotides.

Base azotée + sucre = nucléoside.

Le tableau ci-après regroupe les résultats de l'hydrolyse.

Acides nucléique	**Acides phosphorique**	**Sucre (pentose)**	**Bases azotées dérivées de la**	
			Pyrine	**Pyrimidine**
ADN	H_3PO_4	Désoxyribose ($C_5H_{10}O_4$)	Adénine (A) Guanine (G)	Thymine (T) Cytosine (C)
ARN	H_3PO_4	Ribose ($C_5H_{10}O_5$)	Adénine (A) Guanine (G)	Uracile (U) Cytosine (C)

b. Structure des acides nucléiques ADN et ARN:

La molécule d'ADN est formée de deux brins: c'est une molécule **bicatenaire**. L'ADN est un poly nucléoside dont le sucre est le désoxyribose et les bases azotées : **A, T, G**, **C**. Les liens entre les bases sont **AT, TA, CG, GC**.

Concernant la structure de la molécule d'ADN plusieurs modèles ont été proposés parmi lesquels celui de J Watson et F Crick. Dans ce modèle l'agencement des nucléotides aboutit à la formation de deux chaines (brins enroulés en double hélices) deux brins ou chaines nucléotides sont réunies. Deux chaines ou nucléotides sont unies l'une à l'autre par des liaisons hydrogènes (plus facile à rompre que les liaisons covalentes). Les bases sont complètement 2 à 2 et l'appariement est exclusif (C ≡G et A=T).

L'ADN: Watson et Crick ont montré que l'ADN est formé d'une double chaîne spiralée. Chaque chaîne est formée de nucléotides comprenant :

- une molécule d'acide phosphorique ;
- un sucre, le désoxyribose ;
- une base organique azotée (adénine, guanine, thymine, cytosine).

Les deux chaînes de la molécule d'ADN sont reliées entre elles par des liaisons hydrogènes (fragiles).

L'ARN: comme l'ADN, l'ARN est formé de plusieurs nucléotides. Contrairement à l'ADN, la molécule d'ARN est formée d'un seul brin, c'est une molécule **monocaténaire**.

Il existe trois sortes d'ARN:

ARN messager (ARNm);ARN de transfert (ARNt) et ARN ribosomale (ARNr).

2 SOUS-CONCEPT : LA TRANSMISSION DE L'INFORMATION GENETIQUE AU COURS DES DIVISIONS CELLULAIRES

SITUATION PROBLEME :

La vie des cellules est caractérisée par un certain nombre de phénomène. Au nombre de ces phénomènes figure la division cellulaire.

Toute les cellules se divisent ; chez de nombreux unicellulaires, la division s'effectue de manière primitive et il ne semble pas y avoir de processus interne à identifier. Elles se coupent en deux, tout simplement : on appelle ce mode de division amitose.

Chez les pluricellulaires, les cellules se reproduisent en se divisant ; elles s'étirent en sens opposés, puis s'étranglent au centre jusqu'à une séparation complète ; cela entraine la formation de deux cellules filles identiques) à la cellule mère. Ce mode de division porte le nom de mitose. Avant d'effectuer la mitose, les pluricellulaires entame une phase de duplication du matériel génétiques qu'ils contiennent.

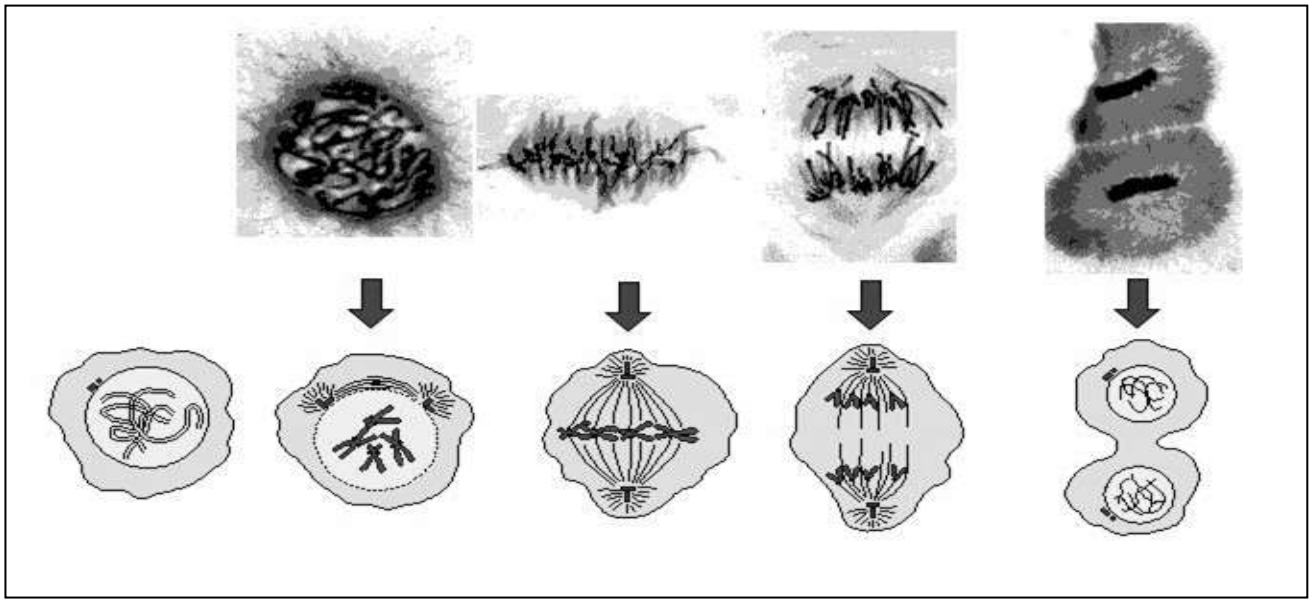
- **Quelles sont les étapes de la division d'une cellule animale ? d'une cellule végétale ?**
- **Quelle est le mécanisme de la division cellulaire ?**
- **Comment réalise-t-on un caryotype ?**
- **Quelle relation existe-t-il entre le cycle cellulaire et la quantité d'ADN ?**
- **Quelle est l'importance de la reproduction conforme des cellules dans le maintien du patrimoine génétique**

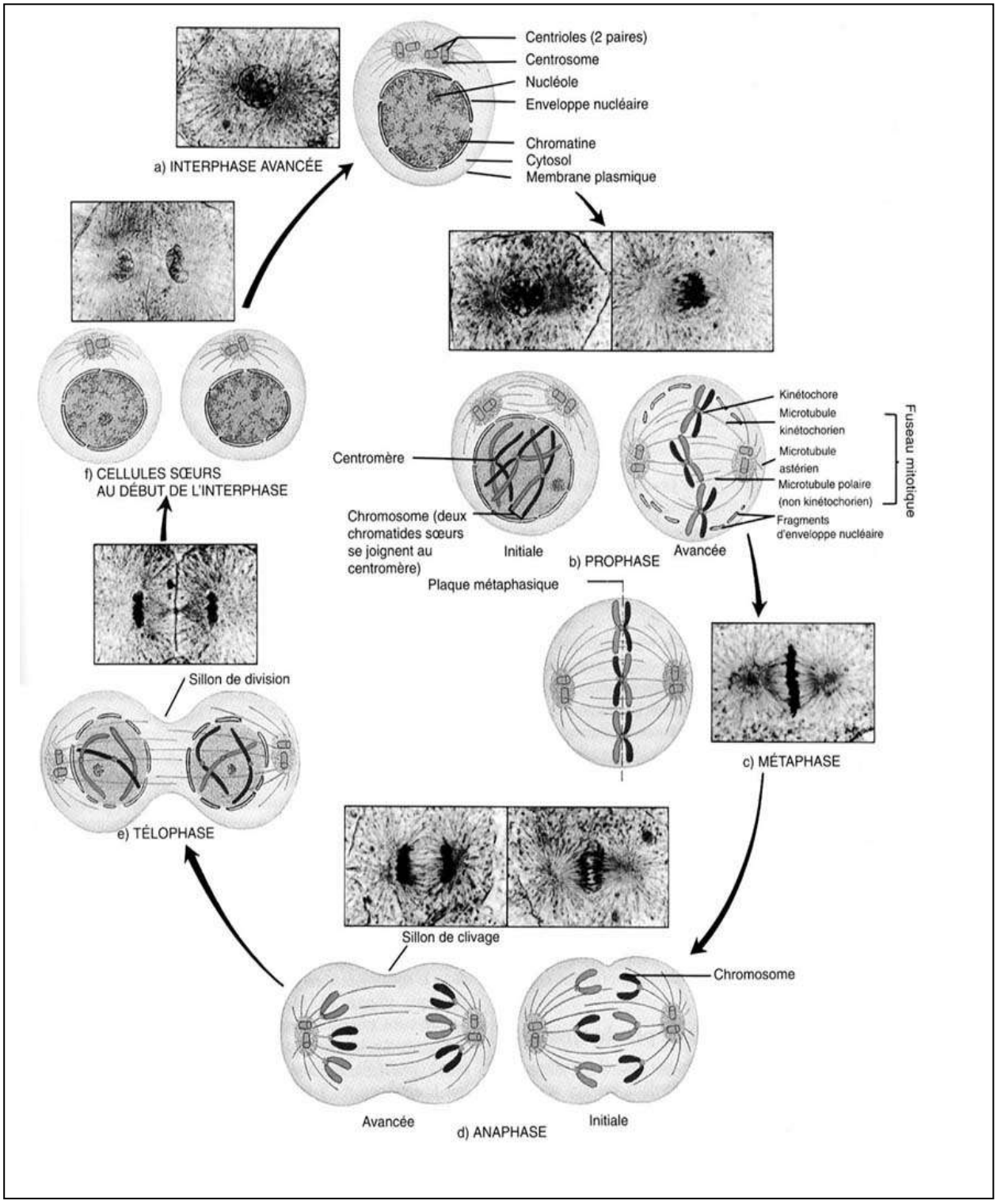
LES ACTIVITES

LES ETAPES ET MECANISMES DE LA DIVISION CELLULAIRE

Activité 1 les étapes de la division d'une cellule animale

Les documents ci après présente les différentes étapes de la division d'une cellule animale :





CONSIGNE : A partir de l'exploitation des documents ci-dessus

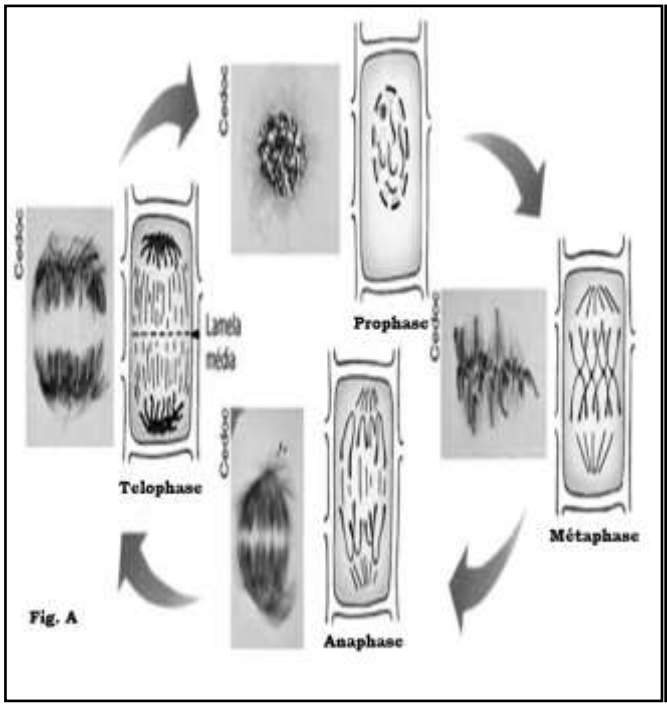
1. Définis la mitose
2. Identifie les étapes de la division d'une cellule animale
3. Décris les phénomènes qui se déroulent au cours de chaque étape

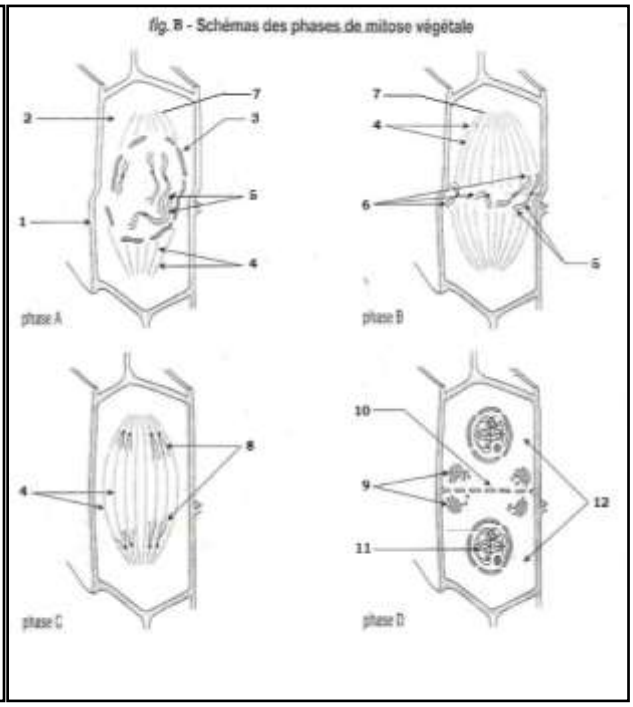
© Ouvrage élaboré par Aboubacar BOUARE & Issa COULIBALY /Professeur de SVT
79198269-65665696/76399806-66279590 Email: iss27coul@live.fr

SYNTHESE PARTIELLE :

Activité 2 Les étapes de la division d'une cellule végétale

Le document ci-dessous présente les différentes étapes de la division d'une cellule végétale





CONSIGNE : **A partir de l'exploitation des documents ci-dessus**

1. **Annote le schéma de la b ci-dessus**
2. **Identifie les étapes de la mitose végétale**
3. **Fais une Comparaison entre cette division cellulaire et la mitose animale**

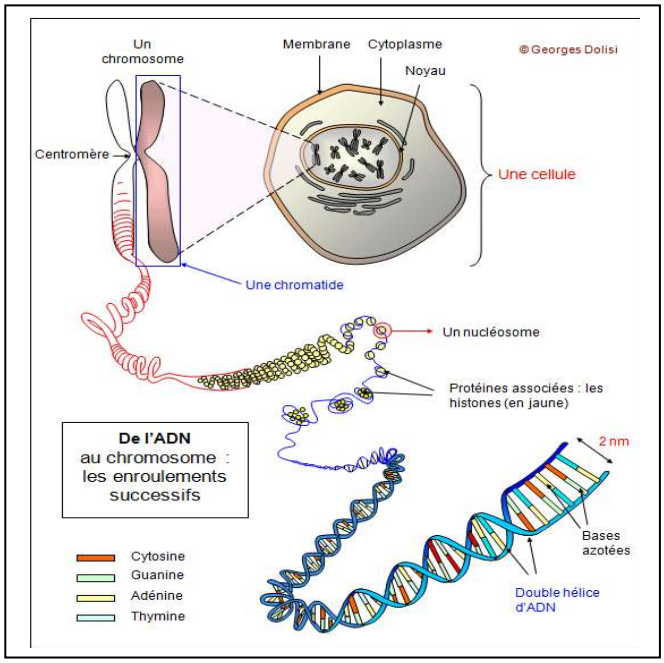
SYNTHESE PARTIELLE :

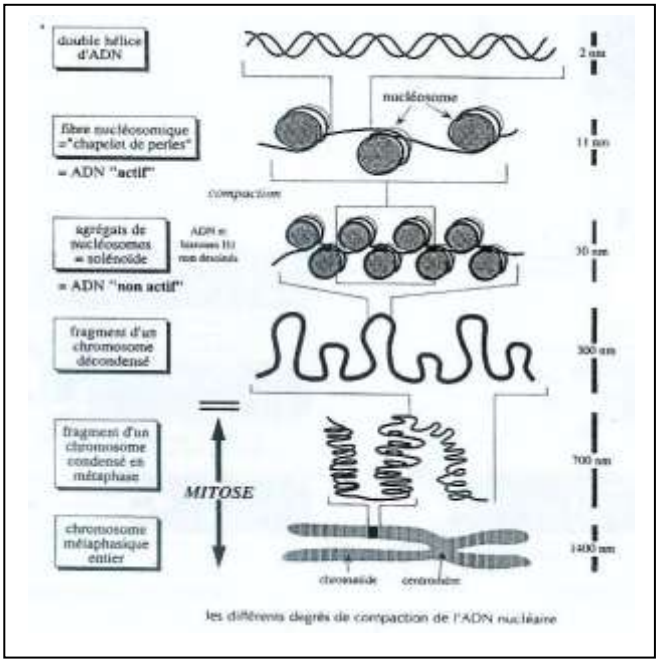
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Activité 3 Structure et nature chimique des chromosomes

Les chromosomes se forme à partir des fibres de chromatines qui se replient en une série de boucles dont totale varie entre 400 et 800µm. ces boucles sont au préalable empaquetées sous la forme de petites boules qui entourent un réseau de protéines : c'est le squelette du chromosome.

Les chromosomes ne sont visibles que dans une cellule en division. En effet, entre deux divisions (interphase) les chromatides se despiralisent et sont complètement visibles. Cette période est marquée par la duplication des chromatides. Les chromosomes sont constitués de long filament d'ADN porteuses de l'information génétique sont décondensées et constituent la chromatine





CONSIGNE : A partir de l'exploitation du texte ci-dessus et des figures y afférant

1) **Décris les différents éléments constitutifs d'un chromosome par un schéma annoté**
2) **Etablis sous forme d'un résumé de cinq lignes au plus la relation entre ADN, chromosome et chromatine de l'interphase à la fin de la mitose**

SYNTHESE PARTIELLE

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

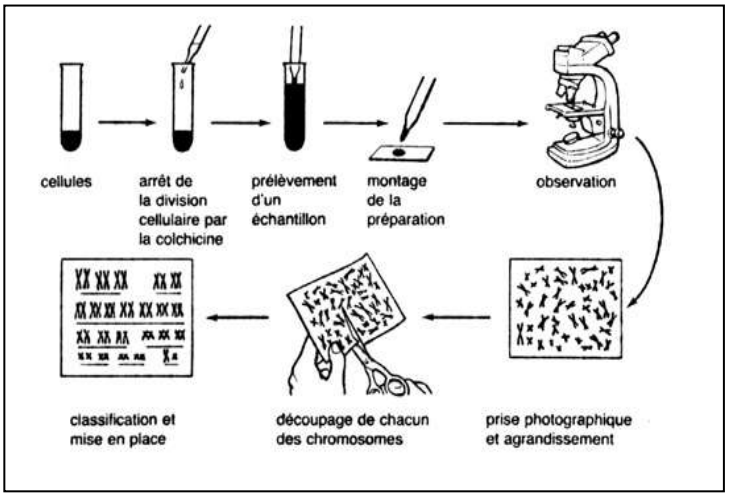
Schéma annoté d'un chromosome

Activité 4 Etablissement du caryotype dans une espèce donnée

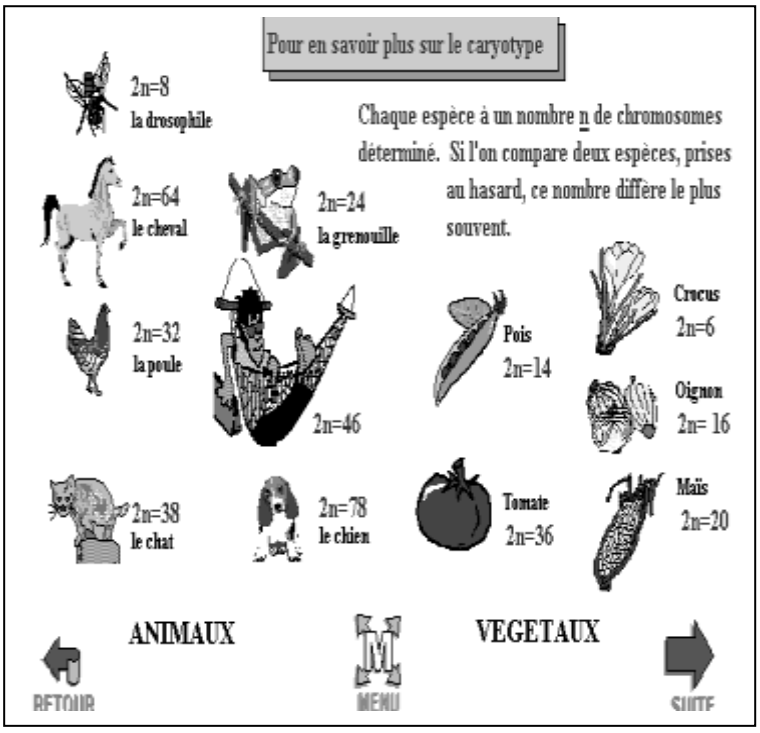
1. On prélève des globules blancs dans l'espèce humaine qu'on met en culture. On stimule leurs divisions et celle-ci sont bloqués à la métaphase avec l'usage de la colchicine au moment ou les chromosomes sont bien visibles. Les chromosomes sont alors rangés dans l'ordre décroissant de leurs tailles. (documents 1 et 2)

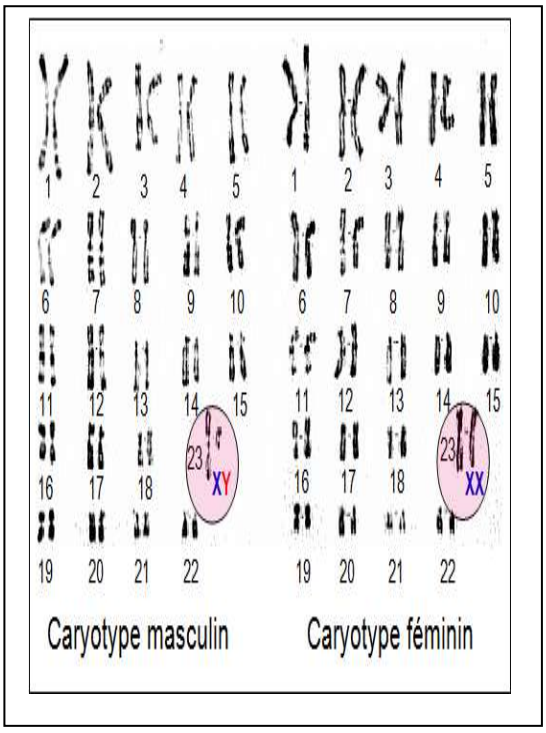


Document 6 : technique de réalisation du caryotype humain.



2. Les documents 3 et 4 présentent le caryotype de quelques espèces vivantes





3. le tableau ci-dessous donne le nombre de chromosome présent dans une cellule somatique (diploïde) et le nombre de chromosome d'une cellule sexuelle (haploïde)

Espèces / Cellule	homme	cheval	chien	Mais	tabac
Somatique (Diploïde)	46	64	78	20	48
Sexuelle (haploïde)	23	32	39	10	24

CONSIGNE : **A partir de l'exploitation des documents 1, 2 et 3 et des figures y afférant**

1. **Explique pourquoi les hématies ne sont pas utilisées dans la réalisation de caryotype humain**
2. **Explique pourquoi on établie le caryotype pendant la métaphase**
3. **Définis le caryotype**
4. **Identifie le caryotype de l'Homme**
5. **Compare le caryotype de l'homme à celui de la femme**
6. **Compare le caryotype de l'homme à celui du cheval, de la poule du mais et tire une conclusion**
7. **Définis la diploïdie, l'haploïdie, une cellule haploïde, une cellule diploïde**

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Activité 5 Le cycle cellulaire

La mitose n'est qu'une étape du cycle cellulaire qui comprend aussi l'interphase. Durant l'interphase, la cellule croît (phase G1), puis dédouble son matériel génétique (phase S) et subit une deuxième phase de croissance (phase G2) avant d'entrer dans la mitose.

Des techniques extrêmement fines ont permis de doser la quantité d'ADN continue dans le noyau d'une cellule au cours du temps. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

Temps (heures)	4	6	8	10	12	14	16	19	20	21
Quantité d'ADN ($\times 10^{-12}$ g)	7,3	7,3	7,3	7,3	8,80	11,30	14,6	14,6 / 7,3	7,3	7,3

CONSIGNE: A partir des données du tableau

1) **Trace la courbe de variation de la quantité d'ADN au cours d'un cycle cellulaire. On donne 3cm pour 7,3. 10^{-12} g et 1cm pour 2 heures**
2) **Place sur cette courbe les phases : G1 ; S et G2**
3) **Analyse et interprète la courbe tracée**

SYNTHESE PARTIELLE :

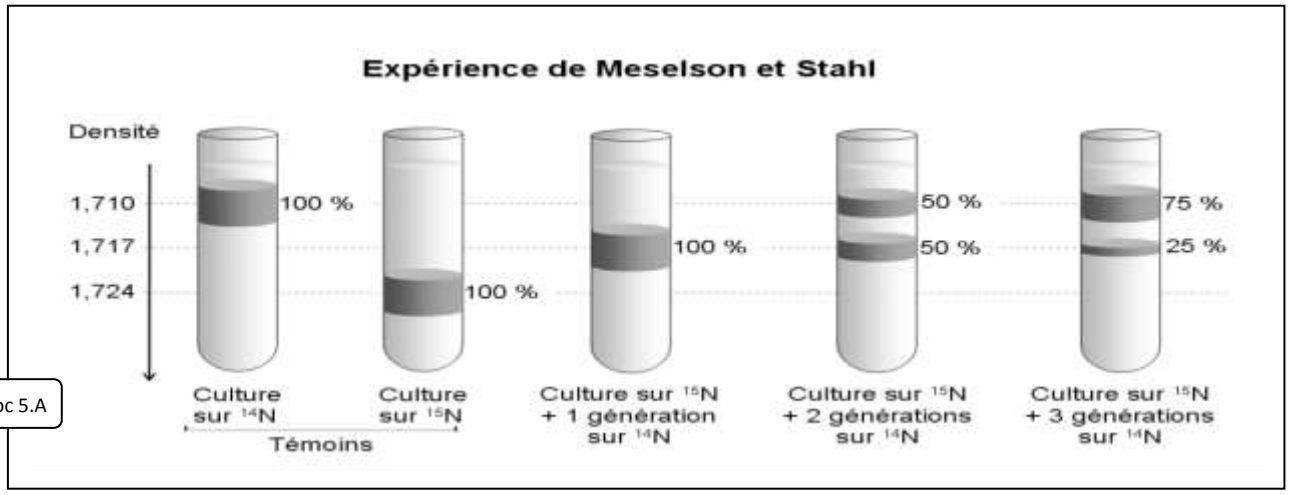
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Activité 6 Réplication de l'ADN et conservation de l'information génétique

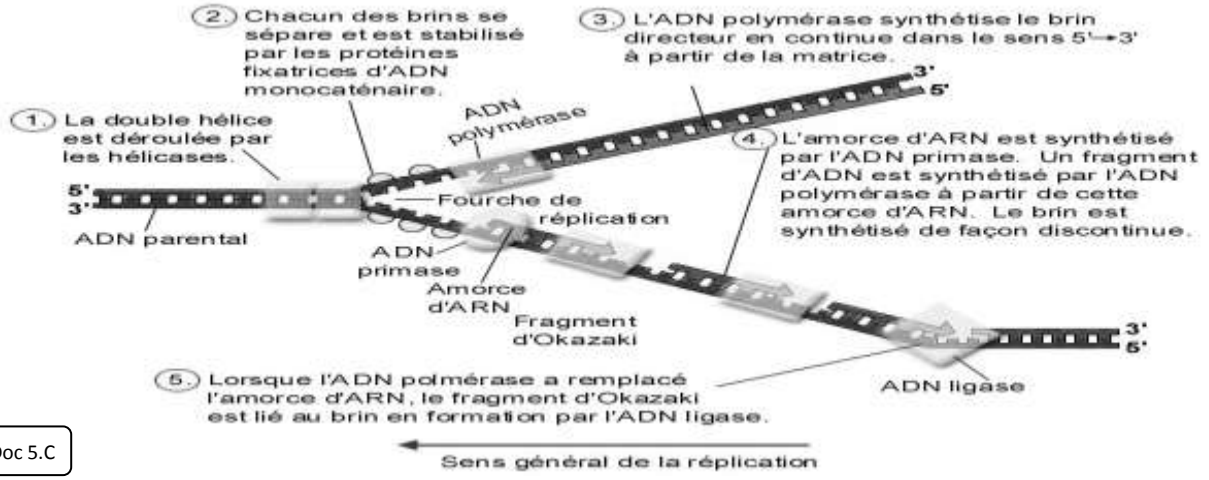
1. Meselson et Stahl ont réalisé l'expérience suivante pour confirmer la structure en double hélice imaginée par Watson et Crick. Ils cultivèrent des bactéries type colibacilles sur plusieurs générations sur milieu enrichi en azote lourd 15N. ces bactéries à ADN lourd sont ensuite placées dans un milieu à azote léger 14N (azote normal) sur 3 générations. Les résultats sont présentés par les documents 5.1 et 5.2 ci-dessous :

Doc 5.A

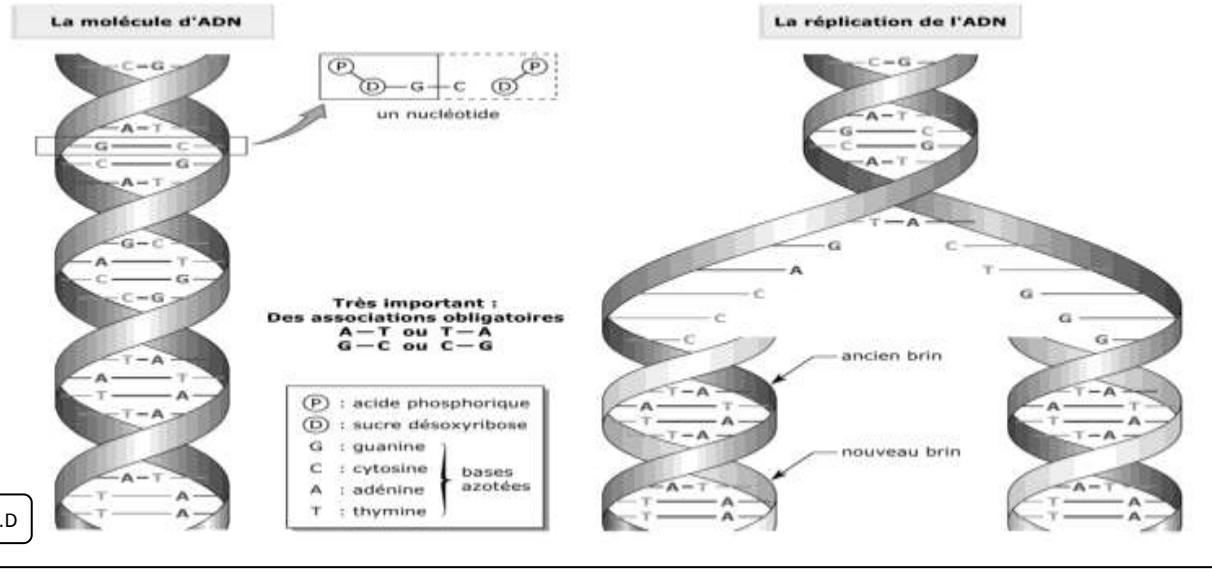


Doc 5.B

Générations	Culture des bactéries	observations
G0	Milieu à ^{15}N	ADN lourd 100%
G1	Milieu à ^{14}N	ADN Hybride 100 %
G2	Milieu à ^{14}N	ADN hybride : 50 % ADN léger : 50 %
G3	Milieu à ^{14}N	ADN hybride : 25 % ADN léger : 75 %



Doc 5.C



Doc 5.D

CONSIGNE :

1) **Fais une analyse de l'expérience de Meselson et Stahl et tire une conclusion**
2) **à partir de l'observation des figures des documents 5.C et 5.D explique le mécanisme de la réplication de l'ADN**

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

SYNTHESE GENERALE : BILAN DES ACTIVITES

La mitoseou division cellulaire s'effectue de façon continue. Elle s'effectue en 4 phases à savoir :

Prophase ; métaphase, anaphase, et télophase.

La mitose est précédée d'une phase de croissance cellulaire nommée **Interphase.**
L'ensemble interphase + mitose constitue **le cycle cellulaire**.

I. L'interphase.

L'Interphaseestla période comprise entre deux divisions cellulaires. Le noyau d'une cellule en interphase ne montre pas de phénomène visible de mitose. En effet la membrane nucléaire, nucléole et chromatine sont bien visibles.

II. Les étapes de la mitose:

1. La mitose de la cellule animale:

a. Prophase: Elle se caractérise par :

- Les chromosomes individualisés, dupliqués, spiralés sont disposés en vrac dans la cellule;
- Le centrosome se divise en deux asters, chacun se dirigeant vers un pôle. Les fuseaux achromatiques se mettent en place reliant les deux asters.
- Chaque chromosome a deux chromatides: les chromosomes sont attachés aux fuseaux achromatiques par un centromère;
- Enveloppe nucléaire, centrosome et nucléole disparaissent.

b. Métaphase: les chromosomes sont disposés en plan équatoriale (plaque équatorial). On peut ainsi dénombrer les chromosomes pour écrire la formule chromosomique et les classer pour établir le **caryotype**.

c. Anaphase: Elle se caractérise par le clivage des centromères qui entraine la séparation des chromatides sœurs. Les chromatides migrent aux pôles tirées par les fuseaux achromatiques: ascension polaire. A chaque pôle on a un lot de 2n chromosomes fils. Les deux chromosomes fils issus d'un même chromosome ne se retrouvent jamais dans le même lot.

d. Télophase: Elle se caractérise par:

- La division de la cellule mère en deux cellules filles identiques;
- La division du cytoplasme se fait des périphéries vers le centre:on dit que la cytodiérèse est centripète.
- Un nucléole, centrosome et une membrane nucléaire réapparaissent.

2. La mitose de la cellule végétale: les particularités de la cellule végétale

Les phases de la mitose sont les mêmes tants dans la cellule animale que dans la cellule végétale. Ce pendant on peut signaler les différences suivantes :

- Il n'existe pas de centrosome (situé à proximité du noyau présent seulement dans la cellule animale) dans la cellule végétale donc pas d'aster. En lieu et place des asters la cellule végétale présente des calottes polaires.
- La division du cytoplasme se fait du centre vers les périphéries de la cellule par la synthèse d'une membrane cellulosique: on dit que la cytodiérèse est centrifuge.

3. Définition et importance de la mitose:

3-1 Définition: la mitose est le mode de division par laquelle une cellule donne naissance à deux cellules filles identiques entre elles et identiques à la cellule mère en nombre de chromosomes.

3-2 Importance:

- La mitose assure la croissance, le développement de l'embryon et la formation d'un organisme pluricellulaire;
- Chez les animaux adultes, les cellules mortes sont remplacées par mitose;
- Chez les végétaux supérieurs, la mitose assure une croissance indéfinie de l'extrémité des racines et des tiges;
- La mitose permet de maintenir constant le nombre de chromosomes.

III. Le cycle cellulaire:

La mitose étant toujours précédée d'une phase de croissance cellulaire nommée **Interphase.**

L'ensemble interphase + mitose constitue **le cycle cellulaire**. L'évolution de la quantité d'ADN au cours d'un cycle cellulaire peut être expliquée comme suit:

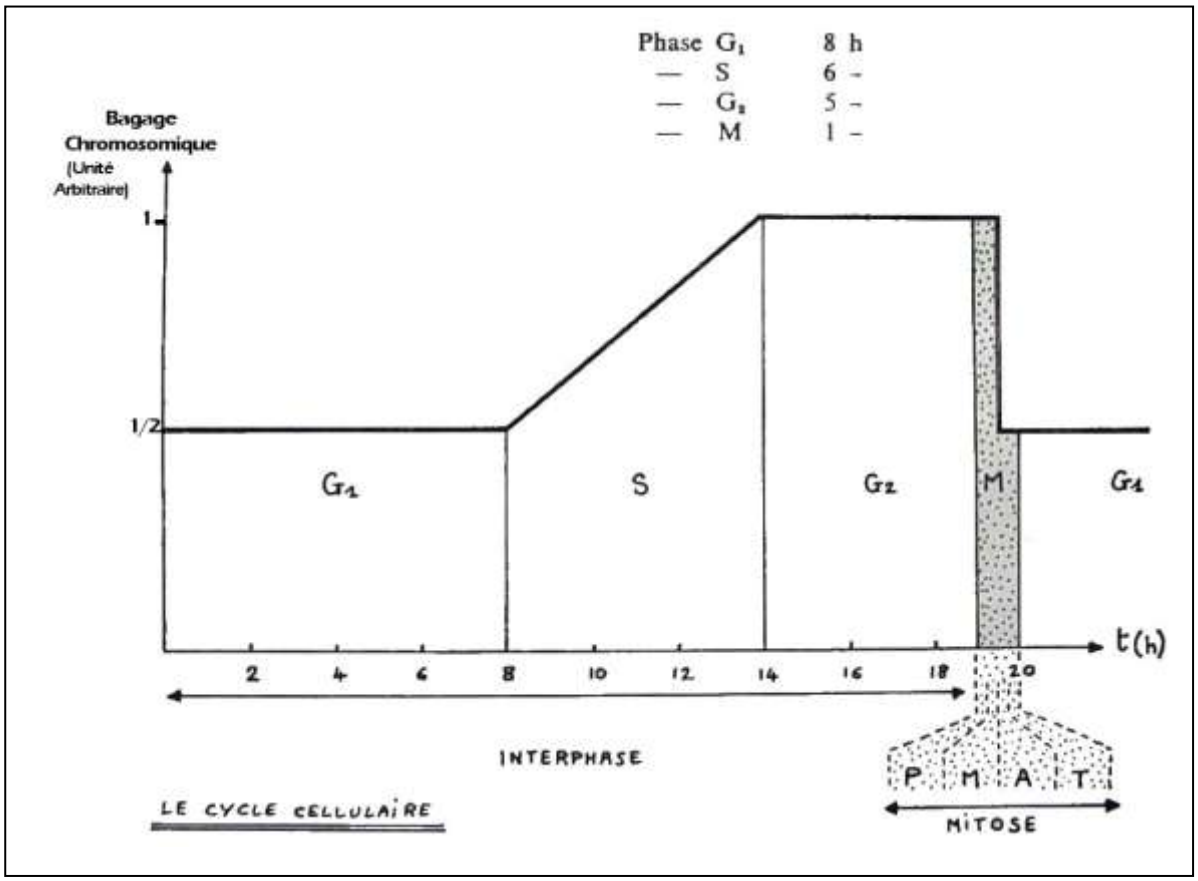
a. Phase G1: le taux d'ADN est égal à q. Chaque chromosome est formé d'un seul chromatide qui ne renferme qu'une seule molécule d'ADN:on parle de chromosomes simples. G1 est la phase de croissance cytoplasmique.

b. Phase S:la quantité d'ADN passe de q à 2q: c'est la phase où la deuxième molécule d'ADN est formée. Chaque chromosome est alors formé de 2 chromatides: on parle de chromosomes dupliqués.

c. phase G2: le taux d'ADN reste constant à 2q, les chromosomes sont toujours formés de deux chromatides sœurs reliés par le centromère.

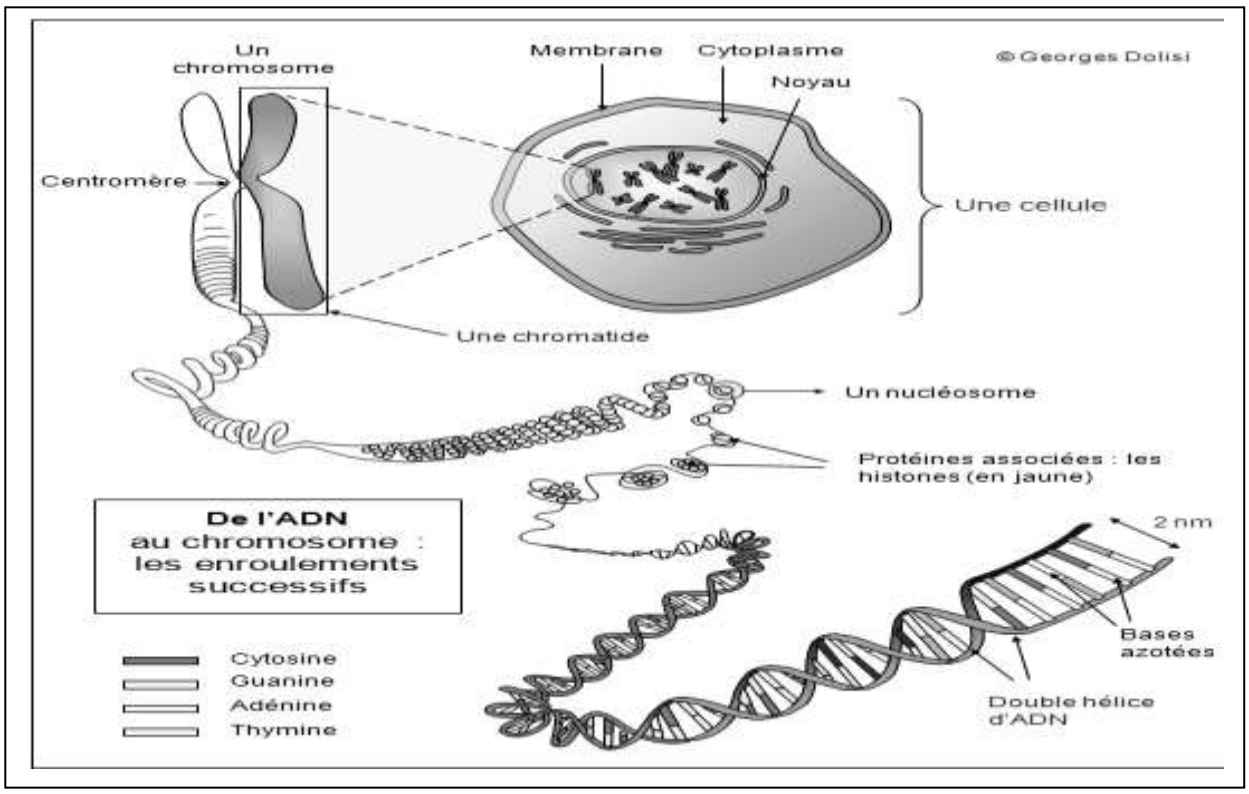
5-1-4 Mitose (M): la quantité d'ADN de 2q revient à sa valeur initiale q: c'est la séparation des chromatides sœurs.

La quantité d'ADN de la cellule mère est ainsi repartie rigoureusement entre les cellules filles ayant les même nombre de chromosomes que la cellule mère: on parle de **reproduction conforme.**

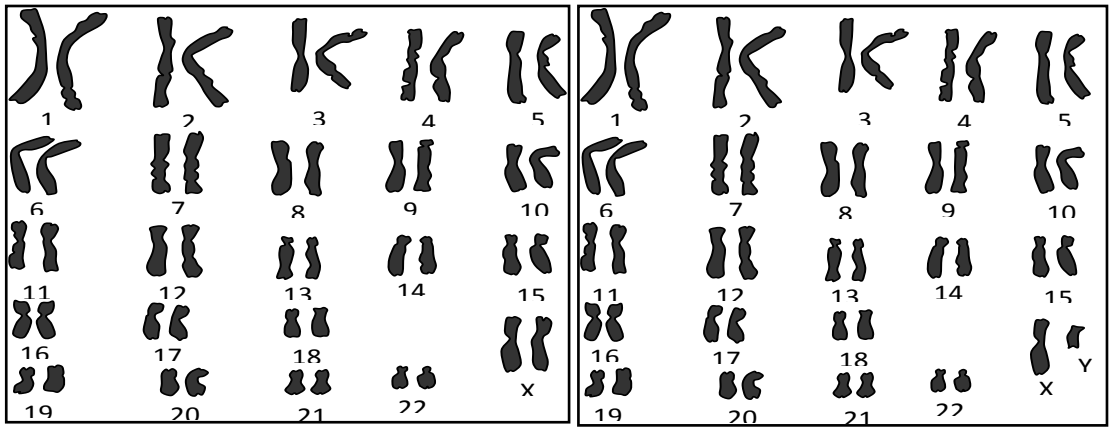


IV. Les Chromosome:

a. Forme:le chromosome présente toujours une zone distincte qui le partage en deux bras : c'est la **construction primaire ou centromère.**Une autre construction dite secondaire délimite par fois un renflement appelé **stellite**. On distingue ainsi les chromosomes en bâtonnet, les chromosomes en V et les chromosomes punctiformes (en forme de points).



b. Caryotype: Le caryotype est une présentation ordonnée décroissante des chromosomes d'une cellule étudiée en métaphase. Il est caractéristique de l'espèce. Ainsi tous les individus de la même espèce ont le même nombre de chromosomes. ***Exemple:***L'homme = 46 chromo ; Drosophile= 8 chromo ; sourie = 40 chromo ; Tomate = 24 chromo.



Caryotype femelle Caryotype mâle

Caryotype de deux drosophiles mâle et femelle:

L'analyse du caryotype normale montre que les chromosomes se ressemblent deux à deux. Les deux chromosomes identiques forment une paire de **chromosomes homologues.**

Dans les cellules somatiques chaque noyau renferme deux exemplaires de chaque chromosome soient 2n chromosomes, elles sont dites **diploïdes.**

Dans les cellules sexuelles chaque noyau ne renferme qu'un seul exemplaires de chaque chromosome soient n chromosomes: elles sont dites **haploïdes**.

Chez l'homme nous avons 23 paires de chromosomes dont 22 semblables ce sont les **chromosomes somatiques ou autosomes** et une paire différente ce sont les chromosomes **sexuelles** ou **gonosomes ou hétérochromosomes**.

- L'homme 44 autosomes + XY ;
- La femme 44 autosomes + XX.

Chez la drosophile, dans les caryotypes mâle et femelle on constate que parmi les 4 paires de chromosomes homologues seules 3 paires sont identiques dans les deux sexes. Ce sont des autosomes ou chromosomes non sexuels. La 4 éme paire est formée par des chromosomes semblables chez les femelles (XX) mais différents chez les mâles (XY): ce sont les chromosomes sexuels ou gonosomes ou hétérochromosomes.

Ainsi, la garniture chromosomique ou caryotype de la drosophile est 2n = 8. La formule chromosomique du mâle est 6A + XY celle de la femelle 2n = 6A = XX

Remarque:

Les formules chromosomiques détaillées sont:

2n = 1/1' + 2/2' + 3/3' + X/X pour la femelle

2n = 1/1' + 2/2' + 3/3' + X/Y pour le mâle

c. Structure et ultra-structure des chromosomes:

✓ **Structure:** L'observation au microscope optique montre que le chromosome est formé d'un centromère de deux bras et par fois d'un ou de deux satellites.

✓ **Ultra-structure:** l'observation au microscope électronique montre que le chromosome est constitué d'un filament très fin appelé **nucléo filament**. Ce filament s'enroule autour de protéines nucléaires appelé **histone**. L'ensemble **nucléo filament -**

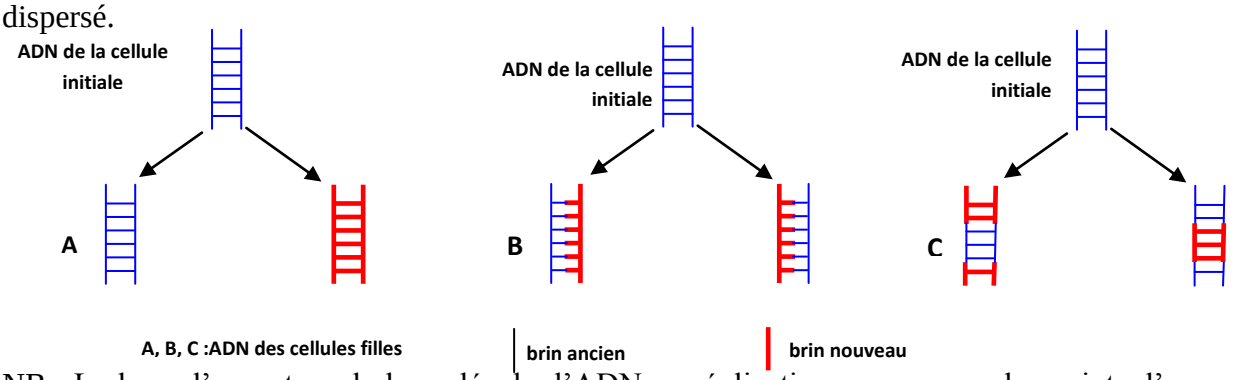
Histone constitue le nucléosome.

IV. Duplication du matériel chromosomique et réplication de l'ADN:

1. duplications du matériel chromosomique: Il est possible de doser l'ADN du noyau. Il est toute fois important de préciser que toutes les cellules de la même espèce animale ou végétale ont dans leur noyau la même quantité d'ADN.

La quantité d'ADN double avant la prophase de la cellule et se maintient jusqu'à l'anaphase où sa réduction de moitie correspond au partage des chromosomes. La faculté de se reproduire identiquement à elle-même que possède d'ADN est le phénomène de duplication.

2. mécanisme de la réplication de l'ADN:La réplication de l'ADN nous conduit à une **autoreproduction** de l'ADN: on parle de **réplication de l'ADN.** Jusqu'en ***1958***, trois (3) théories de la duplication de l'ADN s'affrontaient mais finalement <u>la théorie semi -conservative</u>: chaque cellule -fille hérite d'une molécule formée d'un brin ancien et d'un brin nouveau est retenue.Le mécanisme se fait selon le mode semi conservatif. Les deux chaines de la molécule d'ADN se séparent au niveau des liaisons hydrogènes reliant les bases. Chacune des chaines peut alors synthétiser la moitié qui lui manque en incorporant des nucléotides présents dans la cellule à l'état dispersé.



NB : Le long d'ouverture de la molécule d'ADN en réplication nous avons des points d'ouverture appelée œil de réplication.

Conclusion: La mitoseest le phénomène par lequel les cellules se multiplient. Cette multiplication s'effectue aussi bien chez les végétaux que chez les animaux. Elle réalise une répartition rigoureuse entre les cellules filles des macromolécules portant l'information génétique nécessaire au fonctionnement cellulaire. C'est au niveau du noyau que se déroule les phénomènes les plus importants d'où le nom de **caryocinèse** (noyau en mouvement) donné à la mitose.

3

SOUS-CONCEPT 3 : L'EXPRESSION DE L'INFORMATION GENETIQUE DANS LA CELLULE

SITUATION PROBLEME :

Les protéines sont des composés organiques azotées qui ont une importance capitale dans le fonctionnement cellulaire. Elles sont complexes de par leur composition et leur structure.

Les protéines jouent un rôle capital dans la vie de la cellule. Sans elles, la cellule ne peut pas croitre, se multiplier, digérer sa nourriture, produire son énergie, fabriquer ses constituants, ou se déplacer, etc.

A partir de ces observations, on peut se demander :

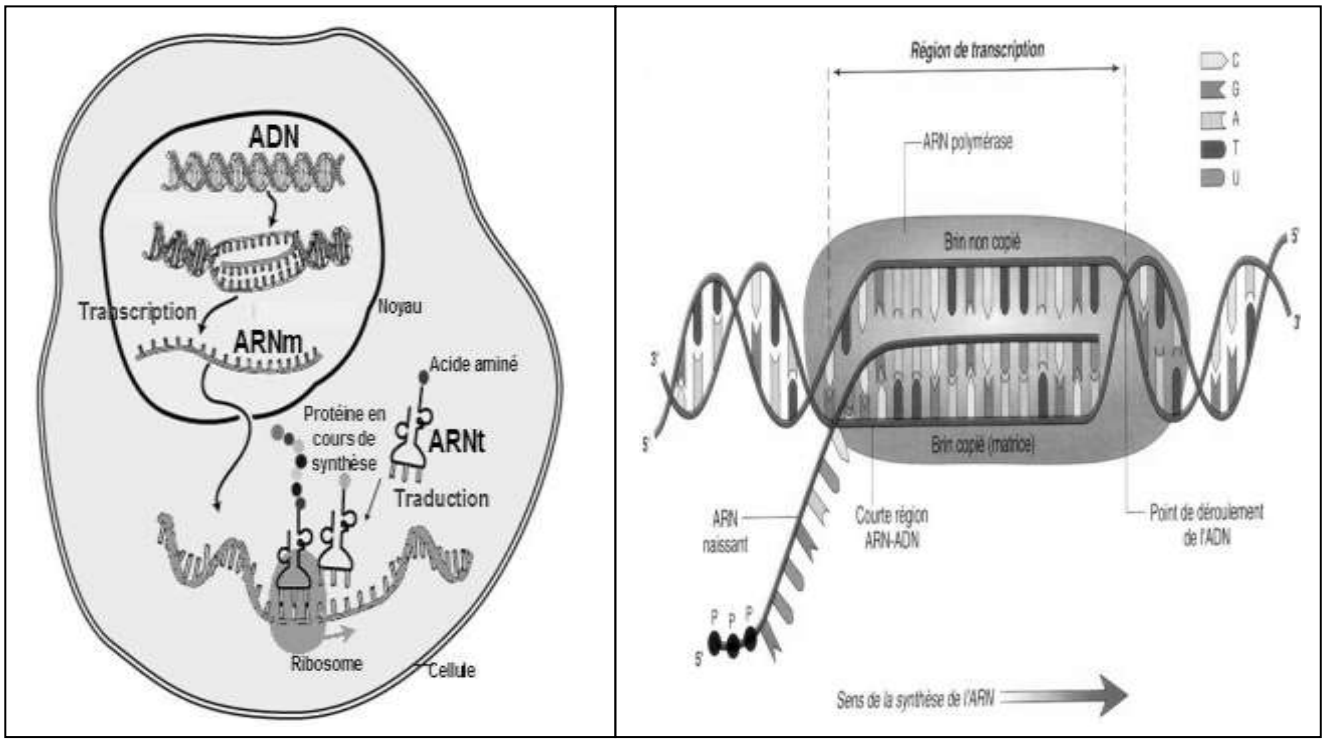
- **Comment s'élabore les protéines dans une cellule ?**
- **Comment se présente les structures des différentes protéines ?**
- **Que deviennent les protéines après leur synthèse ?**
- **Quelle est le rôle des protéines dans la structure des organes**

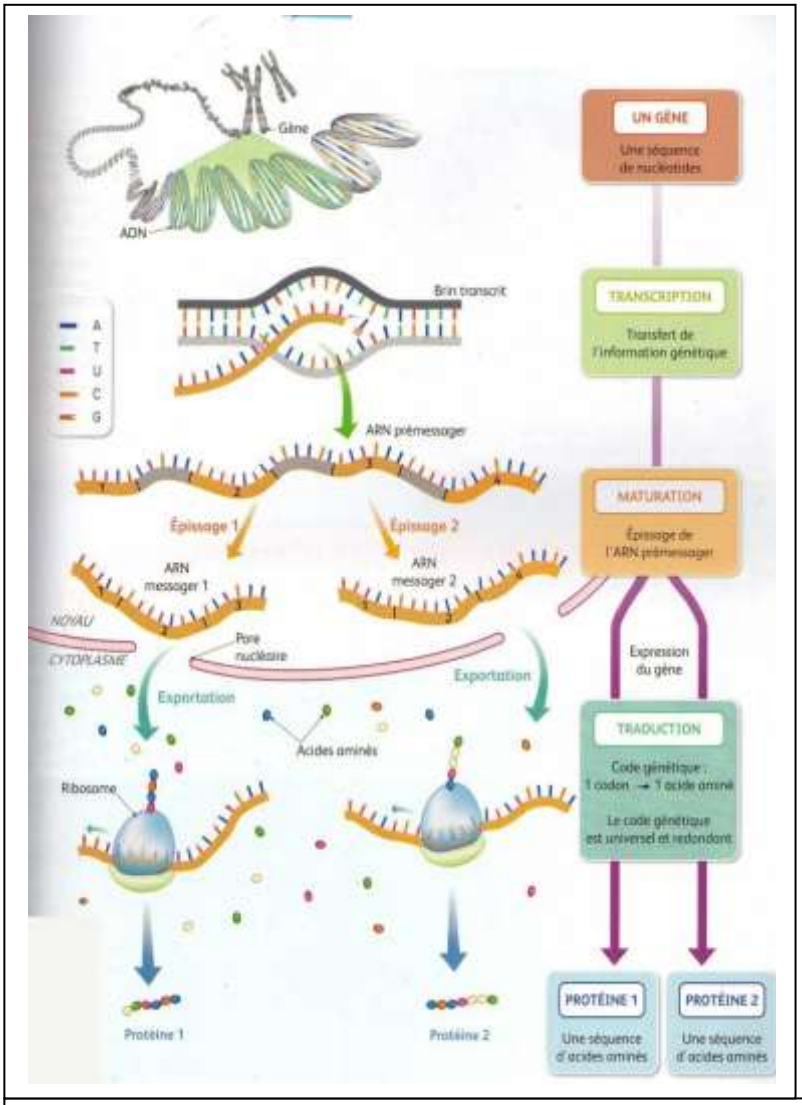
LES ACTIVITES

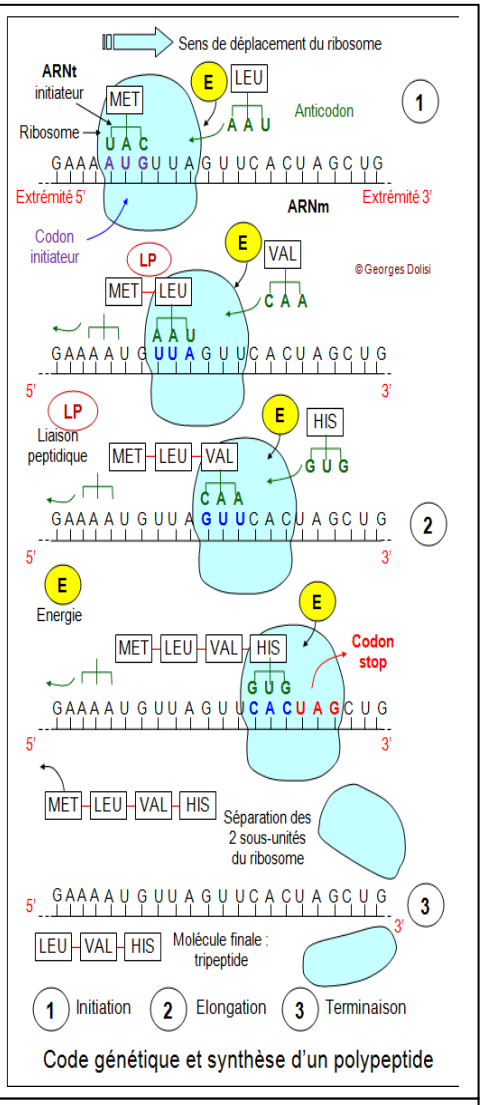
A. LA SYNTHESE DES PROTEINES

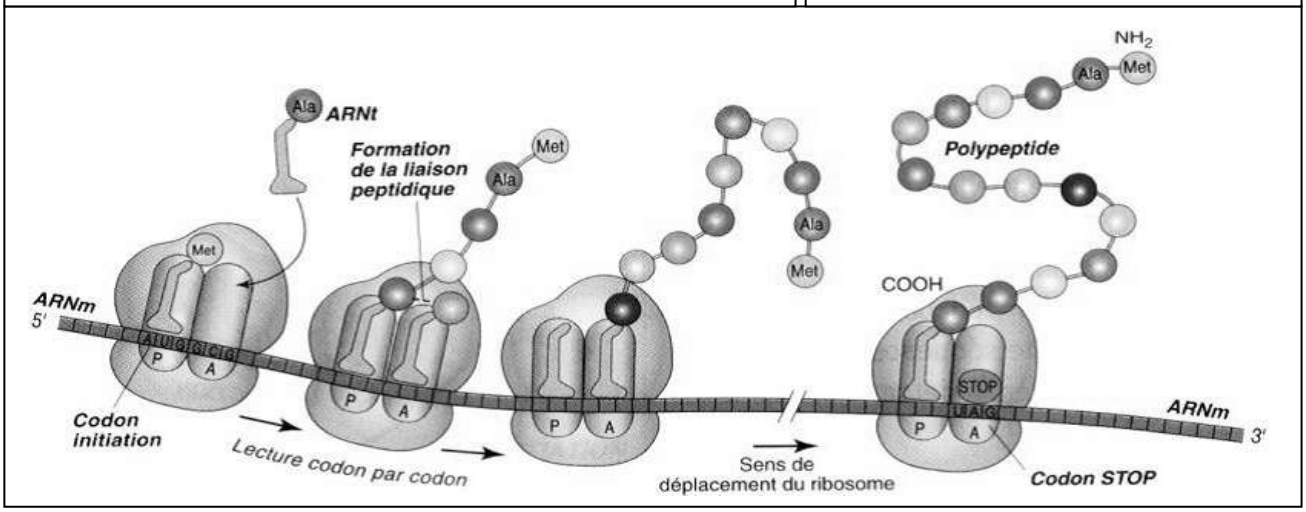
Activité 1 **les étapes et les mécanismes de la synthèse des protéines**

Les documents suivants présentent les différents évènements qui ont lieu au moment de la synthèse des protéines dans une cellule









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

1. Identifie les différentes phases de la synthèse des protéines
2. Nomme le lieu ou se réalise chaque phase
3. Cite les acteurs qui interviennent à chaque niveau
4. Explique en quelques lignes le mécanisme de la synthèse des protéines

SYNTHESE PARTIELLE :

Activité 2 Le code génétique et la synthèse des protéines

L'astrophysicien Galmow postulait que le patrimoine héréditaire de tout organisme (ADN) pouvait être assimilé à un mot (très long) écrit dans un alphabet à quatre lettres correspondant aux quatre nucléotides. Les protéines sont considérées comme des mots écrits dans un alphabet de vingt lettres.

Des lors, se posait le problème du décryptage qui permettait de passer d'un alphabet à un autre. De nombreuses expériences menées par Watson ; Niremberg, Matthaei et autres entre 1961 et 1965 permirent d'établir ce code appelé code génétique. (Doc1)

Une première étape consistait à voir les possibilités de correspondance entre les nucléotides et les vingt acides aminés. (Doc. 2)

Première lettre		*Deuxième lettre* U		*Deuxième lettre* C		*Deuxième lettre* A		*Deuxième lettre* G		*Troisième lettre*
	U	UUU	Phénil-alanine	UCU	sérine	UAU	tyrosine	UGU	cystéine	U
		UUC		UCC		UAC		UGC		C
		UUA	leucine	UCA		UAA	codons stop	UGA	codon stop	A
		UUG		UCG		UAG		UGG	tryptophane	G
	C	CUU	leucine	CCU	proline	CAU	histidine	CGU	arginine	U
		CUC		CCC		CAC		CGC		C
		CUA		CCA		CAA	glutamine	CGA		A
		CUG		CCG		CAG		CGG		G
	A	AUU	isoleucine	ACU	thréonine	AAU	asparagine	AGU	sérine	U
		AUC		ACC		AAC		AGC		C
		AUA		ACA		AAA	lysine	AGA	arginine	A
		AUG	méthionine	ACG		AAG		AGG		G
	G	GUU	valine	GCU	alanine	GAU	acide aspartique	GGU	glycine	U
		GUC		GCC		GAC		GGC		C
		GUA		GCA		GAA	acide glutamique	GGA		A
		GUG		GCG		GAG		GGG		G

Les 20 acides aminés

Acide glutamique	Glu	E
Acide aspartique	Asp	D
Alanine	Ala	A
Arginine	Arg	R
Asparagine	Asn	N
Cystéine	Cys	C
Glutamine	Gln	Q
Glycine	Gly	G
Histidine	His	H
Isoleucine	Ile	I

Leucine	Leu	L
Lysine	Lys	K
Méthionine	Met	M
Phénylalanine	Phe	F
Proline	Pro	P
Sérine	Ser	S
Thréonine	Thr	T
Tryptophane	Trp	W
Tyrosine	Tyr	Y
Valine	Val	V

CONSIGNE : A partir de l'exploitation des documents ci-dessus

1) **Explique le principe du code génétique**
2) **Le code génétique possède une particularité qui lui permet de limiter l'effet des mutations. Dégage cette particularité**
3) **Trouve les protéines synthétisées par le brin d'ARN messager suivant :**
   a) GCG ACA ACC CAA ACA ACC UAG GCA
   b) ACA ACC ACC CAG ACA CUA

SYNTHESE PARTIELLE :

Activité 3 Les mutations génétiques et leurs conséquences

Les protéines peuvent présenter des différences à la suite d'une mutation allélique. Cette différence a un impacte direct sur le phénotype moléculaire. Plusieurs types de mutations génétiques ont été décelés et leurs conséquences se manifestent directement sur la structure et l'organisation de molécules vivantes. Par exemple, Les Conséquences de mutations du gène de la bêtaglobine sur le phénotype moléculaire peuvent être du à :

- Une Mutation silencieuse (betavar) : le triplet mutant (CAT) est synonyme du triplet antérieur (CAC) du fait de la dégénérescence du code génétique (ils codent tous deux l'histidine). C'est souvent le cas pour les modifications affectant la troisième base d'un triplet. La mutation est donc sans effet.
- Une Mutation faux sens (drepcod) : le triplet mutant (GTG) code un acide aminé différent (valine) du triplet antérieur (GAG qui code l'acide glutamique) ce qui entraîne une modification de la séquence du polypeptide et peut provoquer une modification de ses propriétés. S'il n'y a pas de modification de propriétés on parle de mutation neutre.
- **Une Mutation non-sens** (tha1cod) : le triplet mutant (TAG) correspond (ou ne correspond plus) à un codon stop. La traduction est alors interrompue prématurément (ou poursuivie au delà de la normale). La mutation provoque une chaîne polypeptidique incomplète (ou trop longue) généralement non fonctionnelle.
- **La substitution**qui ne modifie pas le nombre de nucléotides et le cadre de lecture n'est pas affecté. Par contre**l'insertion** ou la**délétion** (tha4cod) modifient le cadre de lecture quand le nombre de nucléotides affectés n'est pas un multiple de trois. Dans ce cas tout le codage est affecté en aval de la mutation.

CONSIGNE : A partir de l'exploitation des documents ci-dessus

1) **Définis une mutation et décris les différents type de mutations**
2) **Soit la séquence des nucléotides d'un gène dont le seul brin transcrit est représentée ci dessous :**

C C A T A A C A A G T T C T T
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

a. **Donne, en vous aidant du tableau du code génétique la séquence des acides aminés correspondant à ce brin d'ADN**
b. **Quels sont les conséquences d'une mutation ponctuelle ou une molécule de guanine remplace la molécule d'Adénine en position 6 ?**
c. **Quels sont les conséquences d'une mutation ponctuelle ou une molécule de cytosine remplace une molécule de thymine en position 11.**
d. **Quels sont les conséquences d'une mutation ponctuelle ou une molécule de cytosine en position 13 par une molécule d'adénine ?**
e. **Une molécule de cytosine est intercalée entre l'Adénine en position 9 et la guanine en position 10. Quelle sera les conséquences de cette addition au niveau de la séquence des acides aminés.**

SYNTHESE PARTIELLE :

Activité 4 Les différentes structures et organisation des protéines élaborées

Après la traduction les acides animés formés établissent des liaisons qui confèrent à la protéine concernée sa structure finale. On distingue la structure primaire, la structure secondaire, la structure tertiaire et la structure quaternaire.

1. La structure primaire d'une protéine : On appelle « structure primaire d'une protéine », la séquence des acides aminés dans la chaîne peptidique, c'est-à-dire le nombre des acides aminés, leur nature, et la position exacte dans la chaîne. Une protéine porte un nom : exemple : insuline, qui a 51 acides aminés, la ribonucléase, 124 acides aminés, c'est-à-dire que chaque protéine comporte un nombre précis d'acides aminés qui se succèdent dans un ordre bien déterminé et c'est cela qui différentie les diverses protéines.

2. Les structures secondaires : Les structures secondaires répondent à deux critères :

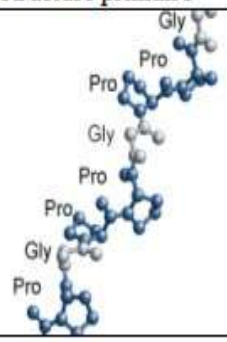
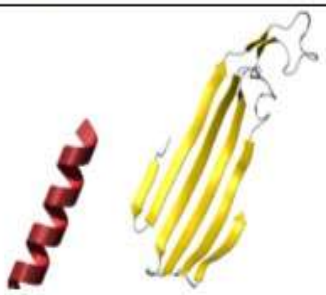
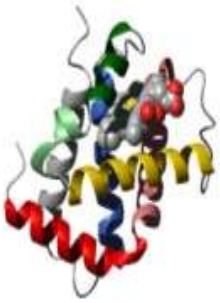
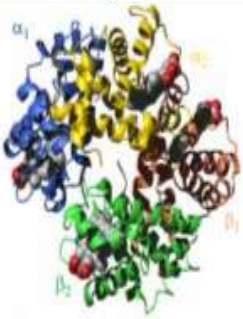
- Elles sont dues à des liaisons hydrogène à l'intérieur même de la chaîne,

- Les liaisons hydrogènes établissent exclusivement entre les groupements peptidiques COOH de la chaîne principale donc selon ce schéma :

La structure secondaire non-ordonnée : Dans ce genre de structure, les angles ψ et φ changent de valeur d'un acide aminé à un autre dans la chaîne. La chaîne peptidique prend dans l'espace une forme qui n'est pas régulière.

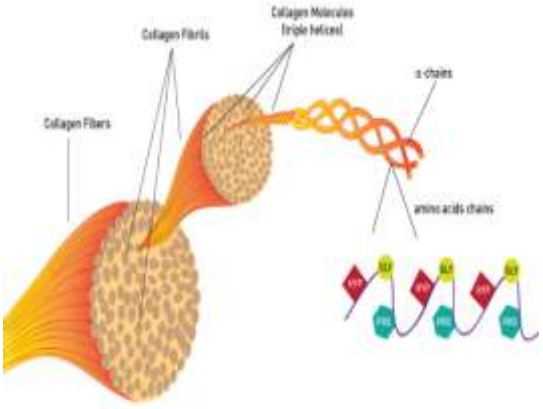
3. La structure tertiaire : Cette structure tertiaire va être déterminée par l'assemblage dans l'espace des formes de types α ou β ou des structures non-ordonnées, selon les trois directions de l'espace. Le tout étant stabilisé par des interactions qui s'établissent entre les groupements des chaînes latérales.

4. Structure quaternaire : Dans le cas où une protéine comporterait plusieurs chaînes peptidiques, le mode d'assemblage définirait sa structure quaternaire. Exemple : 4 chaînes :

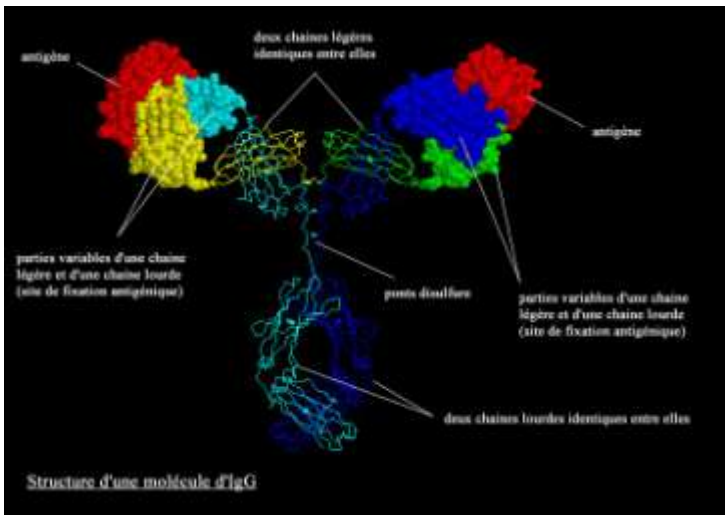
Structure primaire	Structure secondaire	Structure tertiaire	Structure quaternaire
			
La structure primaire est la séquence des acides aminés.	Les structures secondaires sont les motifs que forment les acides aminés. On reconnaît principalement les structures en hélice α et en feuillet β.	La structure tertiaire se rapporte aux relations dans l'espace des différentes structures secondaires, hélices et feuillets.	Les protéines qui contiennent plus d'une chaîne polypeptidique présentent un niveau supplémentaire d'organisation : on parle de structure quaternaire.

Les protéines présentent des structures spatiales différentes. Les moyens d'analyses récents ont permis de les appréhender et de construire des molécules. Deux modèles sont présentés par les documents 1 et 2 : celui du collagène et celui d'un anticorps

La molécule de collagène, constituant essentiel du tissu conjonctif, présente trois chaines protéiques s'enroulant les unes autour des autres. Chaque chaine est constituée d'un motif élémentaire comprenant trois acides aminés. Parmi les trois acides aminés, qui débutent chacune des trois chaines, l'un de deux premiers est la proline (Pro) et la troisième est la glycine (Glu) qui loge au centre de la molécule de collagène.



Un anticorps est une protéine constituée de quatre chaines d'acides aminés : deux chaines lourdes et deux chaines légères. Les quatre chaines s'agencent entre elles et forment dans l'espace un Y.



Structure d'une molécule d'IgG

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

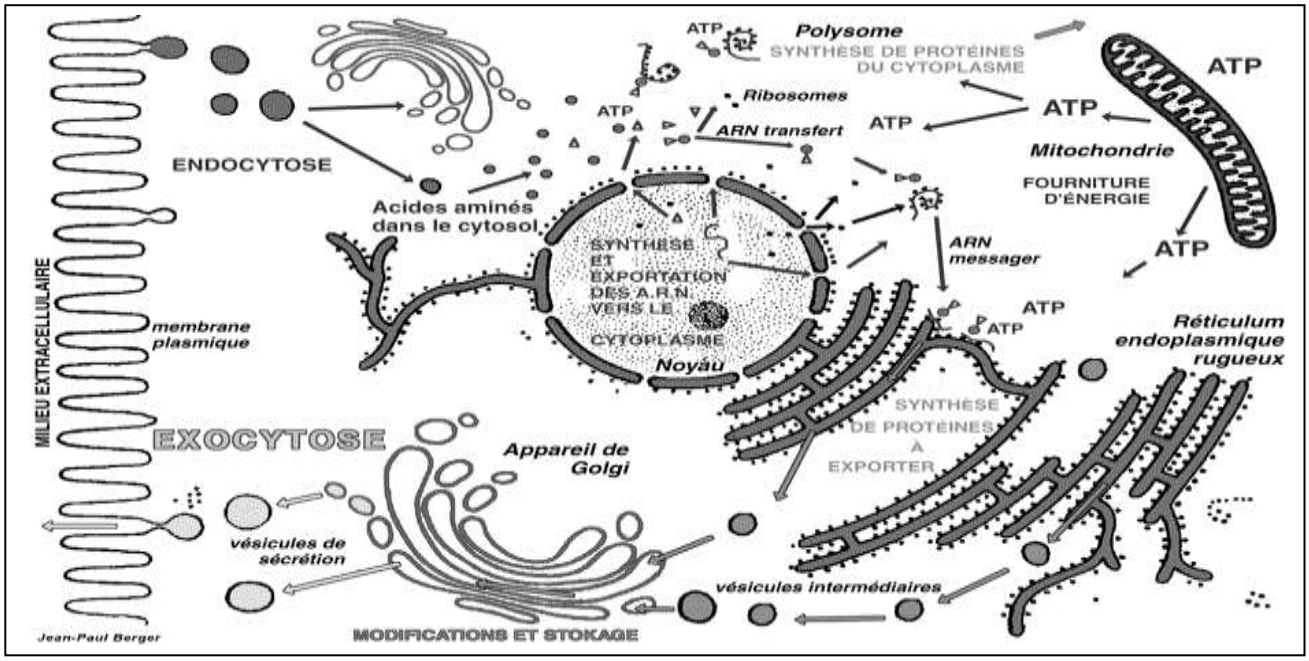
1) **Nomme les différentes structures observées chez les protéines**
2) **Etablis un rapport entre structures des protéines et celle des molécules organiques**

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Activité 5 Le devenir des protéines synthétisées

Les protéines formées dans les ribosomes sont transférées dans la cavité du réticulum endoplasmique, véritable réseau de communication extracellulaire. Certaines protéines sont conduites directement au lieu d'utilisation dans les cellules mais beaucoup transitent par l'appareil de Golgi. Des vésicules contenant des protéines naissent du réticulum endoplasmique et constitue des vésicules de transition. Ces vésicules fusionnent entre elles, formant des saccules qui constitue l'appareil de Golgi. Ces saccules sont les lieux de concentration et de modification des protéines et parfois de maturation des glycoprotéines. Les saccules émettent des vésicules de sécrétion qui servent à emballer et exporter des substances hors de la cellule. La sortie de ces vésicules constitue l'exocytose.



CONSIGNE : A partir de exploitation des documents ci-dessus et des figures y afférant ; explique le devenir des protéines après leurs synthèse dans les ribosomes

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Activité 5 — Influence des protéines sur le phénotype : le cas de l'hémoglobine (chez les drépanocytaires et les personnes saines)

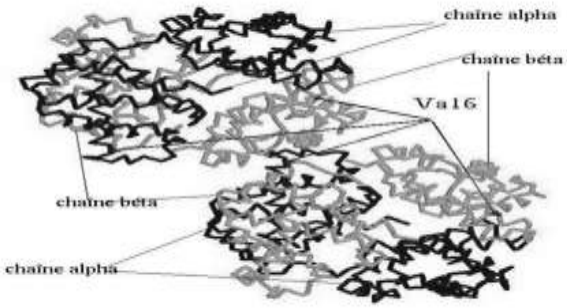
I. Le phénotype s'exprime d'abord à l'échelle moléculaire. Comme exemple, on a le cas de l'hémoglobine

L'**hémoglobine** est une molécule, contenue dans les globules rouges du sang ou **hématies**, qui a la propriété de se combiner rapidement, et de façon réversible, au **dioxygène**. Cela lui permet d'assurer le transport du dioxygène entre les alvéoles pulmonaires et les cellules.

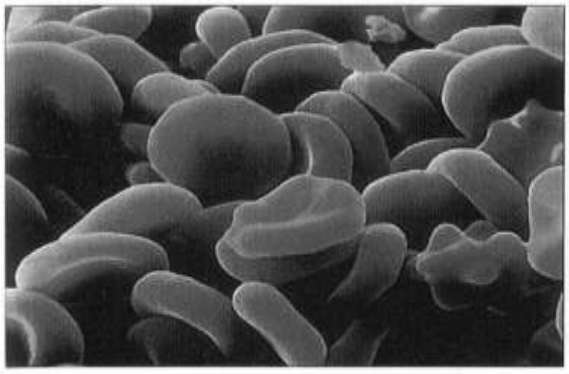
Au niveau moléculaire : une molécule d 'hémoglobine chez un individu drépanocytaire diffère d 'un acide aminé avec molécule d 'hémoglobine normale. Cette différence provoque l 'association en dimère (2 molécules) de cette hémoglobine HbS



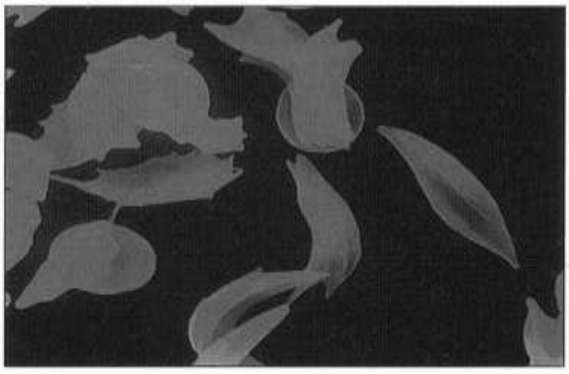
Hémoglobine HbA chez un individu sain



Hémoglobine HbS chez un individu dépanocytaire



1. Hématies d'un individu non atteint de drépanocytose : ces globules rouges présentent une forme de disque biconcave (MEB x 1 800, coloration artificielle). Les hématies contiennent une protéine, l'**hémoglobine**.



2. Hématies d'un individu atteint de drépanocytose : les globules rouges présentent fréquemment une forme en faucille (MEB x 1 800, coloration artificielle). Cette forme est due à une hémoglobine, qui, chez ces individus, devient fibreuse et déforme l'hématie.

Chaque hématie contient environ trois cents millions de molécules d'hémoglobine. L'hémoglobine est une protéine résultant de l'assemblage de 4 chaînes polypeptidiques*, 2 globines alpha de 141 acides aminés et 2 globines bêta de 146 acides aminés. Elle donne sa couleur rouge au sang.

chaîne β de l'hémoglobine HbA : (individu normal)

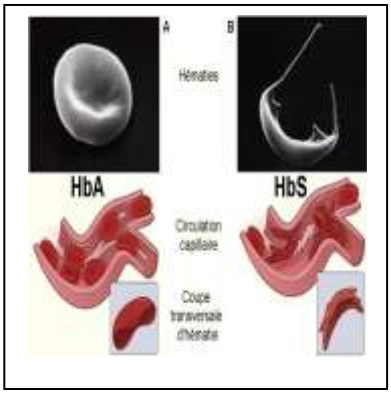
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Val	His	Leu	Thr	Pro	Glu	Glu	Lys	Ser

chaîne β de l'hémoglobine HbS : (individu atteint de drépanocytose)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Val	His	Leu	Thr	Pro	Val	Glu	Lys	Ser

Tous les autres acides aminés sont identiques.

II.A. Le phénotype moléculaire induit le phénoype cellulaire
Un phénotype cellulaire : les hématies



Hématies et circulation capillaire
Les hématies qui contiennent de l'**hémoglobine A** (2 images de gauche) sont **biconcaves** et ont un diamètre de 7 µm. L'HbA étant soluble, les hématies se déforment facilement et peuvent circuler dans les plus petits capillaires, dont le diamètre (4 µm) est inférieur au leur.
Les hématies qui contiennent de l'**hémoglobine S** (2 images de droite) sont **falciformes** (en faucille ou en croissant). En effet, les fibres d'HbS déforment les hématies et les rendent rigides et fragiles. Celles-ci ne peuvent plus circuler dans les plus petits capillaires et sont détruites en excès.

II.B. Le phénotype cellulaire induit le phénotype macroscopique
Un phénotype macroscopique : la drépanocytose

Radiographie de la main
L'altération de la circulation sanguine dans les os provoque une irrégularité de la croissance des doigts.



Les symptômes de la drépanocytose
La présence d'hématies falciformes dans le sang provoque un ensemble de troubles : la **drépanocytose** (du grec *drepnos*, faucille). C'est une maladie héréditaire liée à la présence d'**hématies falciformes**. Elle est particulièrement fréquente dans les populations d'origine africaine subsaharienne, des Antilles, d'Inde, du Moyen-Orient et du bassin méditerranéen. C'est la première maladie génétique en France (3000 cas), et probablement dans le monde (50 millions d'individus atteints).

CONSIGNE : Apartir de l'exploitation des documents ci-dessus et des figures y afférant Montre l'influence des protéines sur le phénotype des molécules organiques et le phénotype des organes

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

SYNTHESE GENERALE : BILAN DES ACTIVITES

I– Information génétique:

1-Nature, conservation et transmission de l'information génétique :

a. Nature de l'information génétique : La cellule possède un programme génétique qui lui permet de fabriquer toutes les protéines dont elle a besoin. L'ensemble les plans de fabrication des protéines constitue l'information génétique. L'information génétique est contenue dans les chromosomes sous forme de gène.

Les gènes, entités élémentaires situées dans les chromosomes, déterminent la présence de caractères anatomiques (queue, poils, muscles, coquille, etc.) et physiologiques (caractéristique du système immunitaire, de la fréquence des battements cardiaques, du mode de reproduction, etc.)

Etant donné que les chromosomes sont formés d'ADN: on dit que l'ADN est le **support de l'information génétique.**

b. Conservation: l'information génétique se conserve des générations durant grâce à la reproduction conforme. La conservation se fait au court de la réplication de l'ADN. L'information va d'ADN en ADN : on parle de **transfert de l'information génétique**.

c. Transmission : Par sa capacité de se répliquer, l'ADN assure la transmission de l'information génétique. Cette propriété est due à la complémentarité des bases azotées des deux chaines.

2- Expression de l'information génétique: Transcription et traduction

a. Transcription:

✓ **Définition:** La transcription est le mécanisme par lequel l'information portée par l'ADN se transmet à l'ARNm. La transcription est la synthèse de l'ARNm.

✓ **Mécanisme** : La double hélice s'ouvre sur une certaine longueur. Au contact de l'un des brins appelé brin codant, une molécule d'ARN se forme. Cet ARN nommé ARNm franchit l'enveloppe nucléaire par un pore et passe dans le cytoplasme.

La synthèse de l'ARN fait intervenir un complexe enzymatique nommé ***ARNpolymérase****. Une fois formée la molécule d'ARN se détache de l'ADN et passe dans le cytoplasme où a lieu la traduction.*

b. Latraduction:

✓ **Définition:** La traduction correspond à l'expression de l'information portée par l'ARNm (séquence de nucléotides) en une séquence d'acide aminé (protéine). La traduction est donc la synthèse des protéines.

✓ **Mécanisme**: A chaque triplet de nucléotide de l'ADN correspond un triplet de nucléotides situé sur l'ARNm appelé **codon**. Chaque codon correspond à un acide aminé. En lisant codon par codon, le message porté par l'ARNm, le ribosome a dans l'ordre les acides aminés correspondants aux codons et synthétise la protéine.

Le mécanisme de la traduction fait intervenir :

- L'ARNm qui transmet le message de l'ADN aux ribosomes;
- Le ribosome qui est le lieu de synthèse;
- L'ARNt qui joue le rôle d'intermédiaire entre l'ARNm et les acides aminés;
- Les enzymes et l'énergie sous forme d'ATP.

3- Les niveaux de transfert de l'information génétique : Il existe trois niveaux de transfert de l'information génétique à savoir :

- **ADN– ADN** : c'est la réplication qui a lieu dans le noyau;
- **ADN – ARN** : c'est la transcription qui se fait dans le noyau;
- **ARN – protéines** : c'est la traduction qui s'effectue dans le cytoplasme.

II – L'organisation des protéines:

Une protéine adopte sa structure secondaire lorsque les acides aminés voisins dans la chaîne (structure primaire forme entre eux des liaisons hydrogènes.

La structure tertiaire à trois dimensions de la protéine résulte de l'interaction entre les acides aminés en différents points de la structure secondaire en spirale.

Lorsque deux ou plusieurs chaînes de structure tertiaire s'associent pour former une molécule de grande taille, la protéine à une structure quaternaire.

III- Relation entre protéines et phénotype:

L'ensemble des gènes qui caractérisent un individu est appelé génotype, alors que l'expression des gènes, l'ensemble des caractères observables, s'appelle phénotype.

IV- Le code génétique:

1- Définition: Le code génétique est le système de correspondance entre la séquence des nucléotides d'une molécule d'ADN et la séquence des acides aminés d'une protéine.

Code génétique

Le code génétique joue un rôle primordial dans la synthèse des protéines, qui se fait à partir de l'acide désoxyribonucléique (ADN), par l'intermédiaire de l'acide ribonucléique (ARN messager).

Ci-dessous, la combinaison des trois bases, ou codons, situées chacune sur l'une des trois positions, 1, 2 ou 3, détermine l'apparition d'un acide aminé précis.

Par exemple, la tyrosine est codée par le codon UAU, chaque lettre correspondant à une base : U, uracile ; A, adénine ; C, cytosine ; G, guanine.

La succession des acides aminés dans un ordre précis correspond à une protéine précise.

Les «codons stop» provoquent l'arrêt de la synthèse protéique.

2- caractéristiques:

Il a les caractéristiques suivantes:

- **Le code génétique est redondance**: le code génétique est dit redondant (dégénéré) quand plusieurs codons désignent un même acide aminé: ce sont les codons synonymes;

GGU, GGC, GGA et GGG codent tous pour Glycine (GLY)

2- Tableau du code génétique (voir ci-dessou

LE CODE GÉNÉTIQUE

première lettre	deuxième lettre U	deuxième lettre C	deuxième lettre A	deuxième lettre G	troisième lettre
U	UUU, UUC : phénylanine ; UUA, UUG : leucine	UCU, UCC, UCA, UCG : sérine	UAU, UAC : tyrosine ; UAA, UAG : codons stop	UGU, UGC : cystéine ; UGA : codon stop ; UGG : tryptophane	U C A G
C	CUU, CUC, CUA, CUG : leucine	CCU, CCC, CCA, CCG : proline	CAU, CAC : histidine ; CAA, CAG : glutamine	CGU, CGC, CGA, CGG : arginine	U C A G
A	AUU, AUC, AUA : isoleucine ; AUG : méthionine	ACU, ACC, ACA, ACG : thréonine	AAU, AAC : asparagine ; AAA, AAG : lysine	AGU, AGC : sérine ; AGA, AGG : arginine	U C A G
G	GUU, GUC, GUA, GUG : valine	GCU, GCC, GCA, GCG : alanine	GAU, GAC : acide aspartique ; GAA, GAG : acide glutamique	GGU, GGC, GGA, GGG : glycine	U C A G

Ce tableau donne les diverses combinaisons possibles des 4 nucléotides pris 3 par 3 et leur « signification ».

- **Le code génétique est non ambigu:** C'est-à-dire qu'un codon donné correspond toujours à un seul et même acide aminé;
- **Le code génétique est non chevauchant:** C'est-à-dire qu'un même nucléotide ne peut appartenir à deux codons successifs;
- **Le code génétique est universel:** Il est un langage commun à toutes les cellules de tous les êtres vivants;

4 - Relation gène et polypeptide:

a. Définition d'un gène: Legène est la plus petite fractiond'ADN capable de diriger la synthèse d'une protéine. La séquence des bases d'un gène et celle des acides aminés de la protéine correspondante sont alignés : on dit que ces deux séquences sont **colinéaires**.

Exemple: UCU – AGU – UUU – AAG séquence des bases du gène.

Ser – Ser - Phé - Lys séquence des acides amines de la protéine.

b. Mutation: La mutation est une modification de la séquence des nucléotides de l'ADN.

Elle est source de **gènes nouveaux**.

Les principaux types de mutations géniques ponctuelles c'est-à-dire affectant un seul triplet de nucléotides de l'ADN sont:

- **La délétion**: c'est la perte d'un nucléotide.

Exemple : UCU – **A**GU – UUU – AAG gène normale

Ser - Ser - Phé - Lys Protéine normale

En laissant tombé A de la 4ème position nous aurons

UCU – GUU – UUA - AG gène muté

Ser - Val - Leu protéine mutée

- **L'insertion (Addition**): c'est l'introduction d'un nucléotide supplémentaire.

Exemple: UCU – AGU – UUU - AAG gène normal

Ser - Ser - Phé - Lys Protéine normale

Insérons le nucléotide G à la 2em position, on obtient :

U**G**C – UAG – UUU – UAA – G gène muté

Cys - acide aminé anormale.

Par insertion d'un nucléotide, on change le codon d'un acide aminé en un codon correspondant à un autre acide aminé.

- **La substitution**: c'est le remplacement d-un nucléotide par un autre.

Exemple: UCU – AGU – UUU – AAG gène normale

Ser - Ser - Phé - Lys Protéine normale

Remplaçons le nucléotide A de la 4em position par C, nous aurons:

UCU – **C**GU – UUU - AAG gène muté

Ser - Arg - Phé - Lys Protéine muté.

c. les types de mutations:

✓ **La mutation chromosomique: Le crossing- over**

Elle consiste à une réorganisation de segment de chromosome. Cette mutation est responsable des variations du phénotype (aspect visible de l'individu).

✓ **la mutation génétique:** Elle se traduit par une mutation du code d'un gène.

Cette mutation est responsable des variations obtenues dans le phénotype de l'individu.

✓ **la mutation germinale**: Elle entraine les modifications d'un gène du gamète et se transmet à la descendance.

✓ **la mutation somatique**: Elle correspond à une modification du gène d'une cellule somatique et ne se transmet pas à la descendance.

V-Le mécanisme de la traduction: la biosynthèse des protéines.

1- Rôle de l'ARN: la synthèse des protéines fait intervenir trois acteurs principaux à savoir :

- **L'ARNm**: Il dirige la synthèse des protéines car il porte les codons correspondant aux acides aminés à mettre en place pour former la protéine;
- **L'ARNt**: il assure la reconnaissance et mise en place des acides aminés correspondant aux codons lu;
- **Le ribosome**: il assure la reconnaissance entre le codon de l'ARNm et les anticodons de l'ARNt.

2- les étapes de la biosynthèse des protéines : La synthèse des protéines se fait en trois étapes à savoir **l'initiation, l'élongation et la terminaison**.

a. l'initiation: le codon initiateur est AUG, il désigne la méthionine. En effet c'est la méthionine qui commence toutes les molécules de protéines.

b. l'élongation: Après avoirfixé la méthionine, le ribosome lit le codon suivant et u, autre ARNt transporte l'acide aminé correspondant au codon lu. Cet acide s'unit à la méthionine par une liaison peptidique ainsi de suite. La méthionine se détache ensuite et une autre synthèse recommence.

c. la terminaison: lorsquele ribosome lit un codon stop ses deux sous unités se dissocient et la synthèse s'arrête.

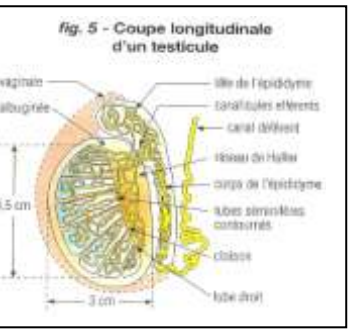
TROISIEME PARTIE

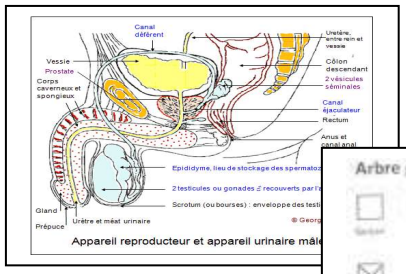
CONCEPT GENERAL :

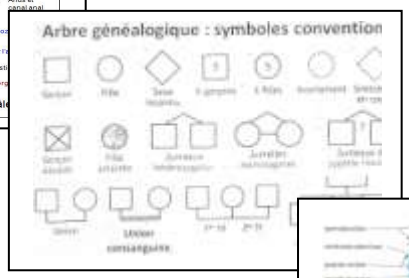
L'unicité des individus et la diversité génétique / 6 semaines

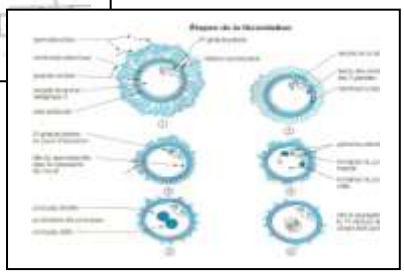
LES SOUS-CONCEPT :

1. ***Les mécanismes fondamentaux de la reproduction sexuée chez les mammifères et les spermaphytes*** **(12h)**
2. ***Le brassage génétique assuré par la reproduction sexuée et l'unicité génétique des individus*** **(16h)**
3. ***Diversité génétique d'une population*** **(6h)**
4. ***Quelques aspects de la génétique humaine*** **(8h)**











© Ouvrage élaboré par Aboubacar BOUARE & Issa COULIBALY /Professeur de SVT
79198269-65665696/76399806-66279590 Email: iss27coul@live.fr

1 SOUS-CONCEPT 1 : LES MECANISMES FONDAMENTAUX DE LA REPRODUCTION SEXUEE CHEZ LES MAMMIFERES ET LES SPERMAPHYTES

SITUATION PROBLEME :

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

- **La reproduction asexuée qui ne fait pas intervenir les cellules reproductrices ou gamètes ;**
- **La reproduction sexuée caractérisée par la formation des gamètes mâles et femelles**

Tout être vivant pluricellulaire provient d'une cellule unique appelée cellule-œuf issue de la fusion de deux gamètes (mâle et femelle).a partir de ces constats, on peut se demander :

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

LES ACTIVITES

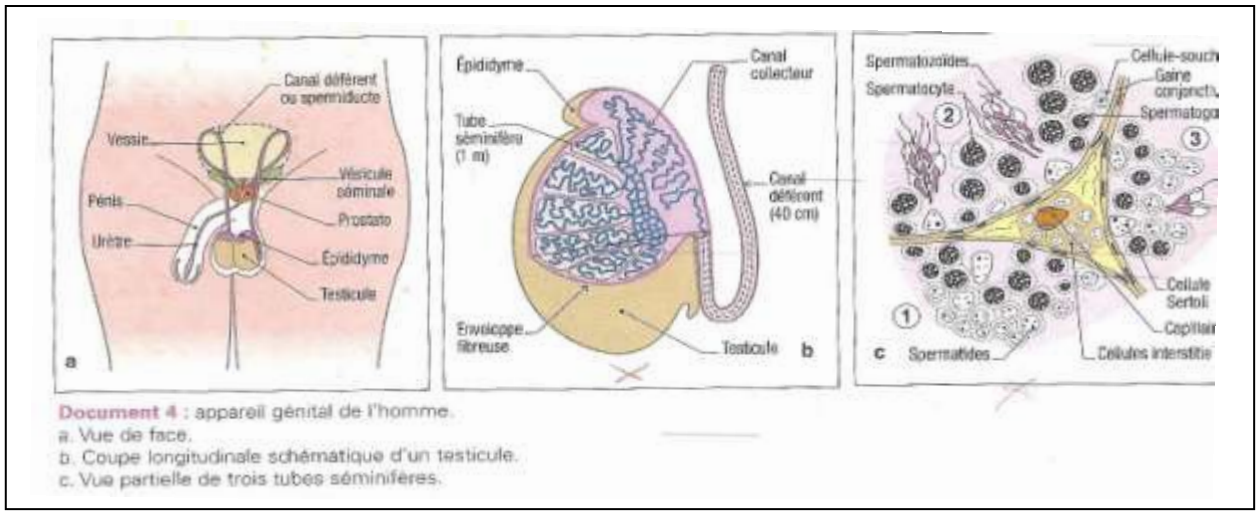
A. Structure et organisations des organes reproducteurs

Activité 1 **Observation de schéma des organes reproducteurs de l'Homme**

L'appareil génital de l'homme et celui de la femme sont constitués de glandes génitales, de conduits génitaux et de glandes annexes.

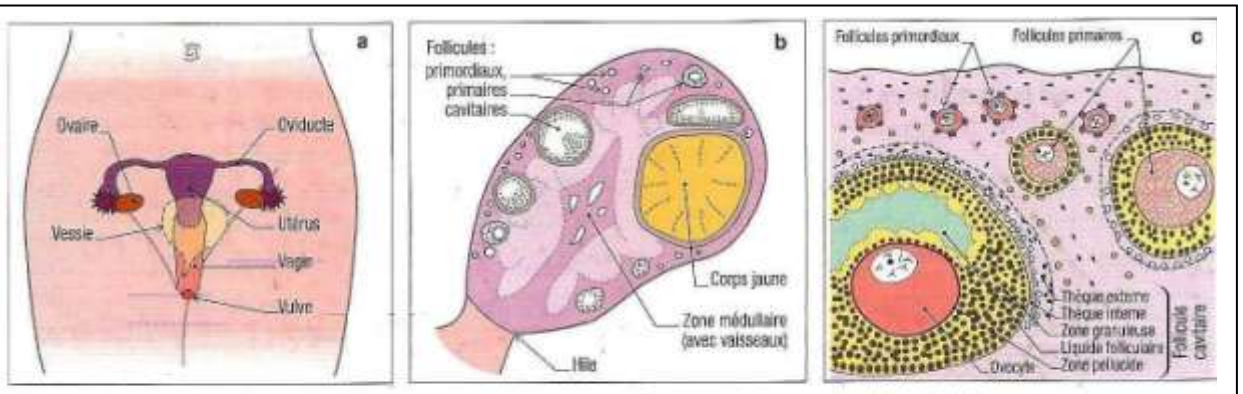
Les spermatozoïdes se forment dans les tubes séminifères des testicules.

La spermatogenèse a lieu dans les parois des tubes séminifères et s'effectue de la périphérie vers le centre encore appelée lumière du tube séminifère. Entre les tubes séminifères ; il y'a des capillaires sanguins et des cellules interstitielles ou cellules de Leydig productrice d'hormones male : la testostérone. Au voisinage de la gaine, nous avons une grosse cellule à rôle nourricier ; la cellule de Sertoli.



Document 4 : appareil génital de l'homme.
a. Vue de face.
b. Coupe longitudinale schématique d'un testicule.
c. Vue partielle de trois tubes séminifères.

Les ovaires sont situés dans la cavité abdominale de la femme. Une coupe dans un ovaire montre une zone corticale qui renferme les follicules et une zone médullaire riche en tissu conjonctif sans follicules.



Document 5 : appareil génital de la femme.
a. Vue de face.
b. Coupe transversale d'un ovaire de lapine.
c. Coupe partielle d'ovaire de lapine, très grossie.

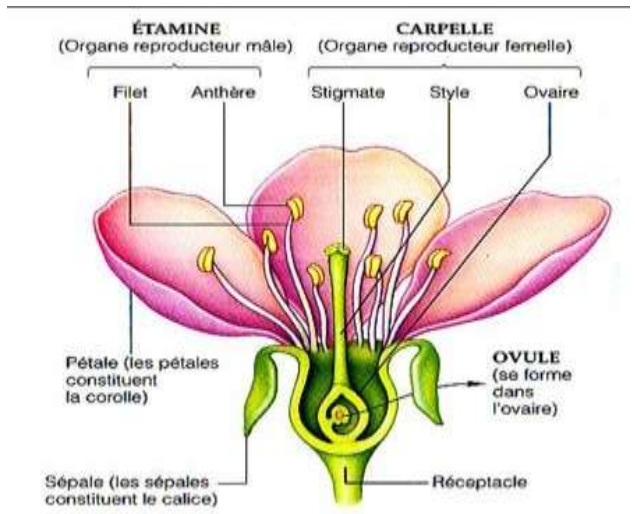
CONSIGNE : à partir de l'exploitation des documents ci-dessus et des figures y afférant Exploite les documents 4 et 5, puis lis le texte pour recopie et complète le tableau ci-dessous

	Organe producteurs de gamètes	Conduit génitaux	Glandes annexes
Homme			
Femme			

SYNTHESE PARTIELLE :

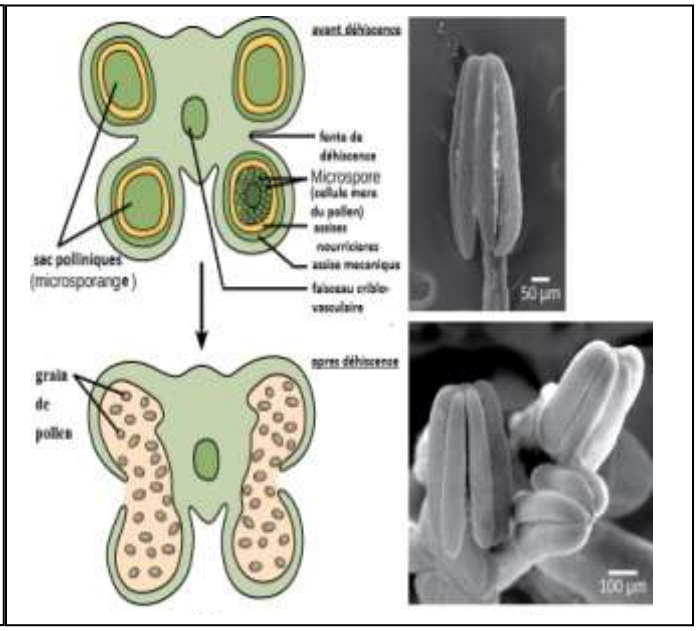
	Organe producteurs de gamètes	Conduit génitaux	Glandes annexes
Homme			
Femme			

Activité 2 Observation de schéma des organes reproducteurs des spermaphytes



Dans La plupart des cas, une fleur comporte des organes protecteurs, des organes reproducteurs male et/ou femelles. Une fleur qui ne possède que des organes reproducteurs male est une fleur male, celle qui ne comporte que des organes reproducteurs femelles est une fleur femelle. Une plante qui ne possède que des fleurs males et des fleurs femelles sur le même pied est une plante monoïque. Celle qui possède des pieds portant des fleurs uniquement males et des pieds différents portant des fleurs uniquement femelle est une plante dioïque.

La coupe de l'anthère présente quatre sacs polliniques distincts des autres tissus : épiderme à stomates, tissu banal ou parenchyme, faisceau conducteur. Dans l'anthère jeune, il y 'a eu contact de l'épiderme, la future assise mécanique faite de grandes cellules non différenciées ; au-dessus plusieurs assises de cellules nourricières ; au centre, les cellules mère du pollen.



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

1. **complète le tableau ci-dessous**

	Organe producteurs de gamètes	Organes producteurs de gamètes femelles	Organes protecteurs
fleurs			

2.

a. **Quel est le nom donné à l'ensemble des parties reproductrices femelles de la fleur ?**
b. **Quel le nom donné à l'ensemble des parties reproductrices males des fleurs ?**

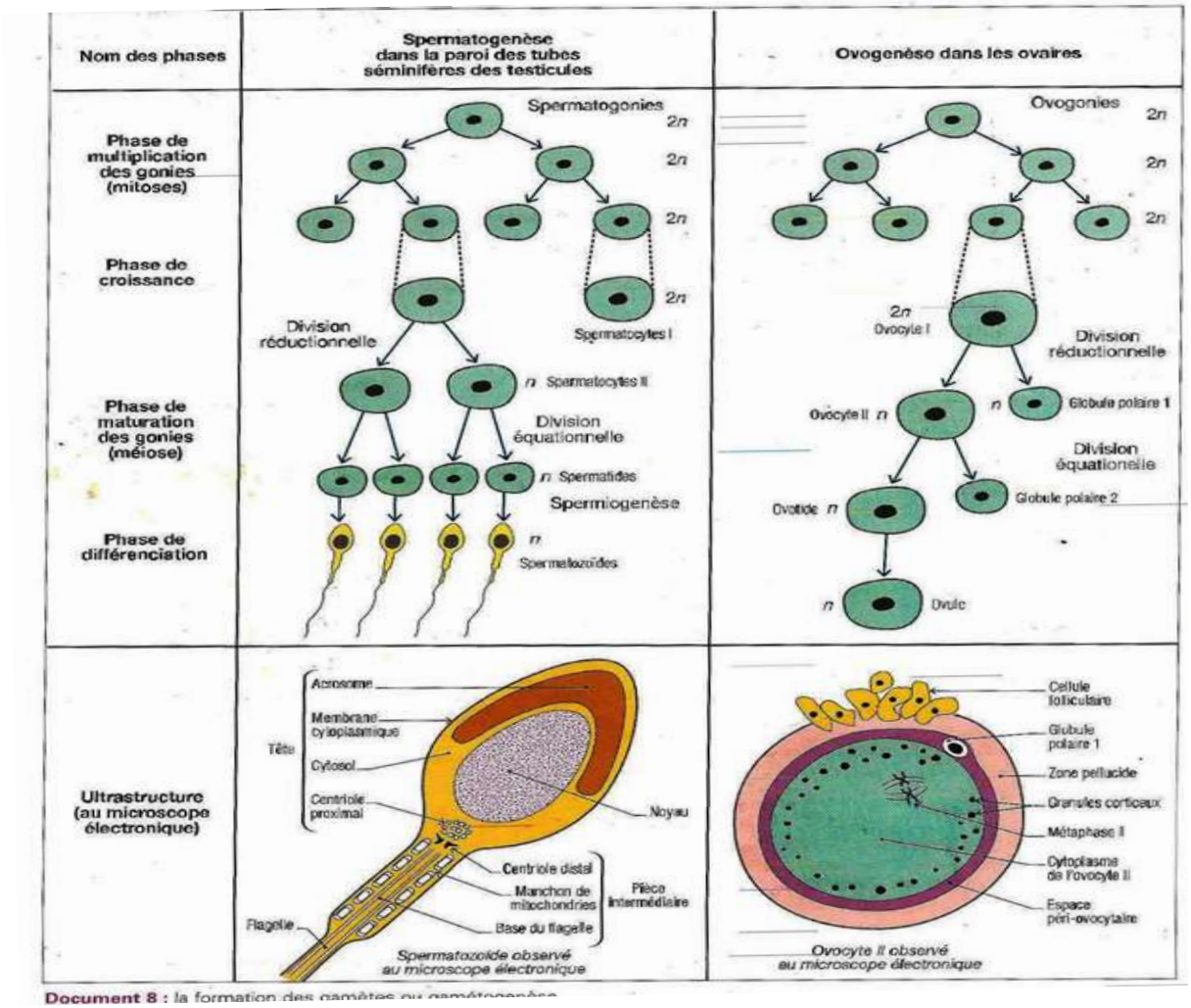
SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

B. Formation des gamètes ou gamétogenèse

Activité 1 Formation des gamètes chez les mammiferes

Les gamètes males (spermatozoïdes) et femelle (ovules) se forment au cours d'un phénomène appelé gamétogénèse chez l'homme, il s'agit de la spermatogénèse ; chez la femme, de l'ovogénèse. La gamétogénèse peut se subdiviser en phase ou étapes (document 8)



Document 8 : la formation des gamètes ou gamétogenèse

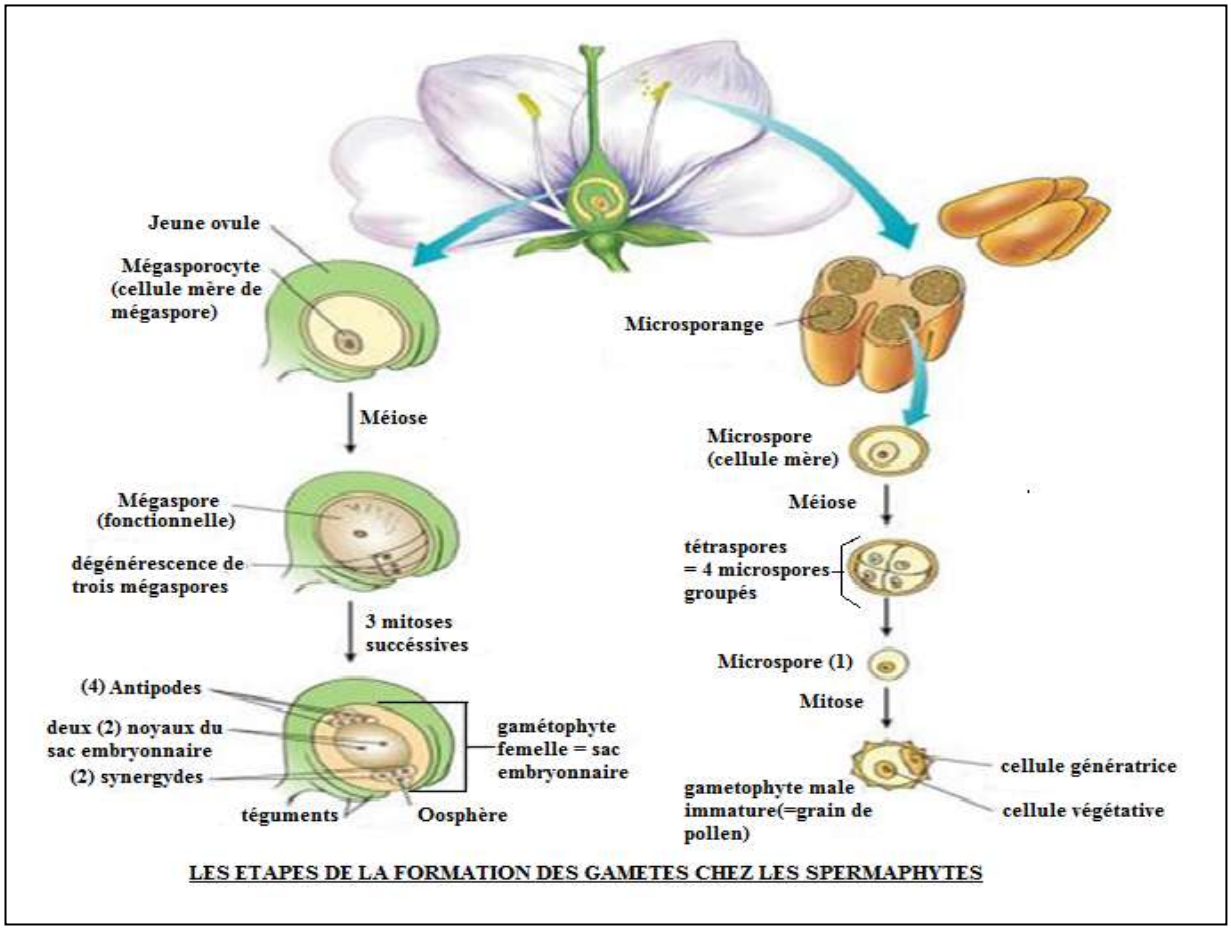
CONSIGNE : A partir de l'exploitation des documents ci-dessus et des figures y afférant

1. Définis la gamétogénèse, l'ovogénèse et la spermatogénèse
2. Nomme les différentes phases de la gamétogénèse
3. Compare de la spermatogénèse et l'ovogénèse
4. Compare les deux cellules reproductrices obtenues
5. Comment évolue le nombre de chromosomes au cours de la gamétogénèse ?
6. A quoi correspond le gamète femelle ?
7. Nomme le phénomène responsable de la réduction du nombre de chromosome au cours de la formation des gamètes.

SYNTHESE PARTIELLE :

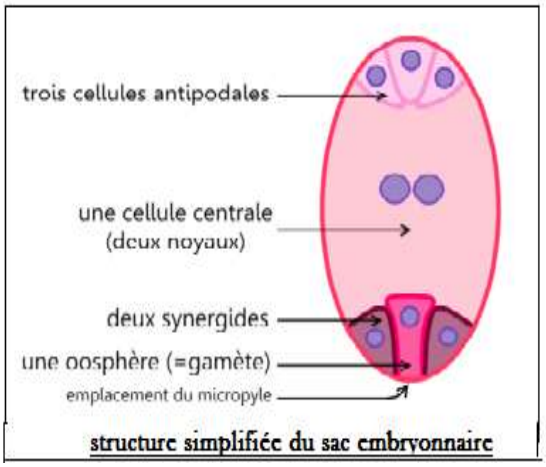
Activité 2 Formation des gamètes chez les spermaphytes

Le document ci-dessous présente les différentes étapes de la formation des gamètes chez les spermaphytes ainsi que les phénomènes qui s'y déroulent

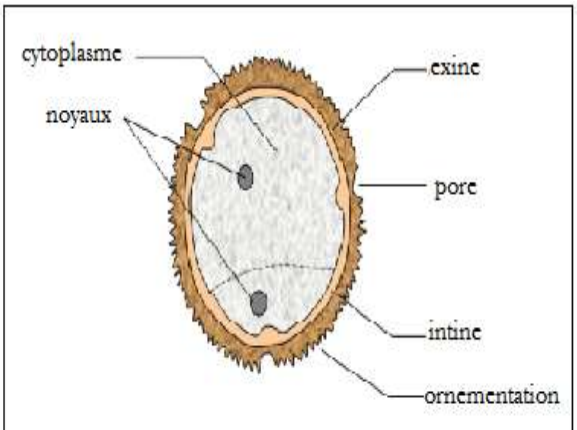


LES ETAPES DE LA FORMATION DES GAMETES CHEZ LES SPERMAPHYTES

Chez les spermaphytes, la gamétogénèse aboutit à la formation de deux types de gamètes qui sont présentés les figures du document ci-après



structure simplifiée du sac embryonnaire



structure simplifié du grain de pollen

SCHEMA DE LA STRUCTURE DES CELLULES REPRODUCTRICES CHEZ LES SPERMAPHYTES

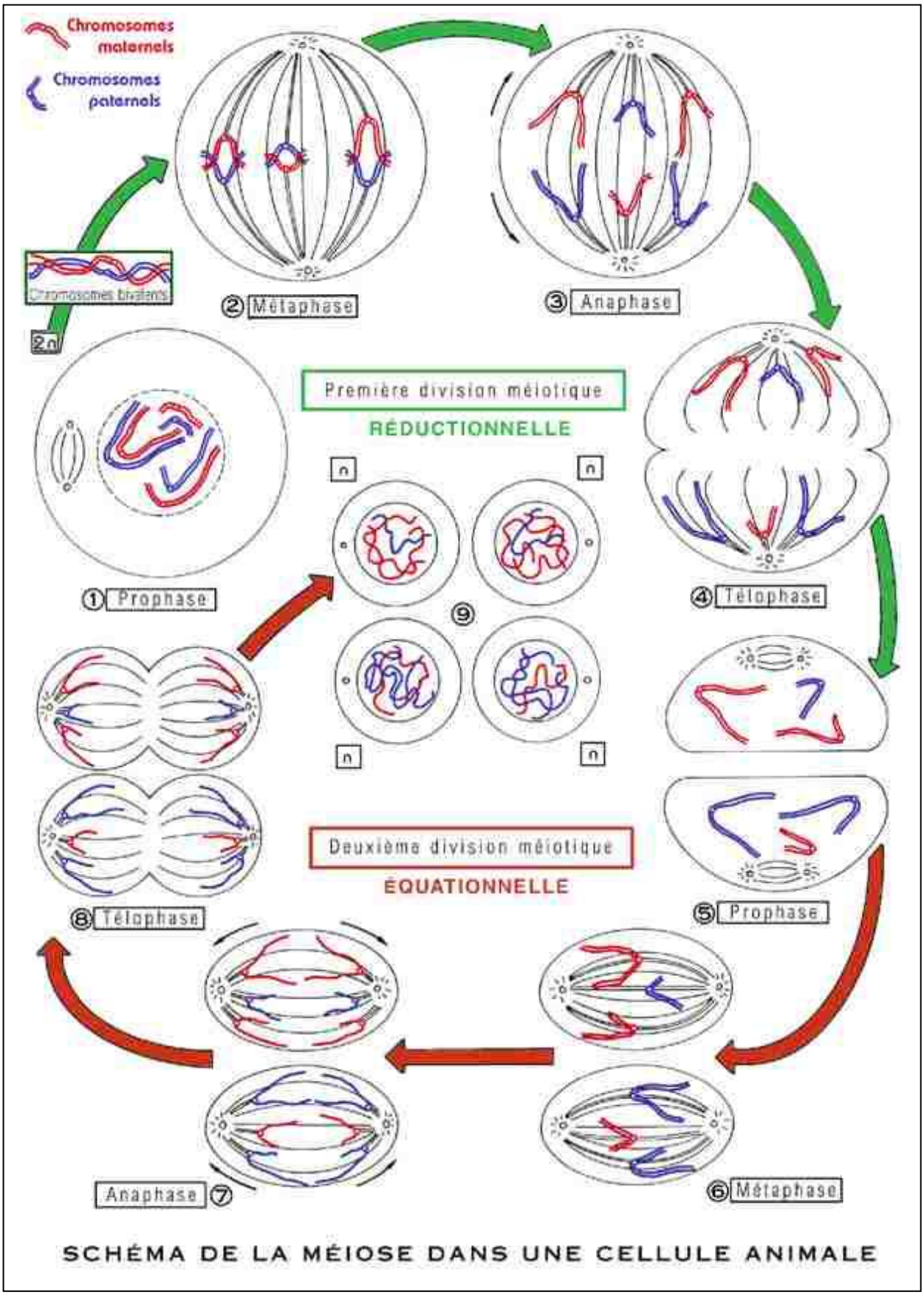
CONSIGNE : A partir de l'exploitation des documents ci-dessus et des figures y afférant

1. Compare la formation du sac embryonnaire à celle du grain de pollen
2. Explique comment évolue le nombre de chromosomes au cours de chacun de ces processus

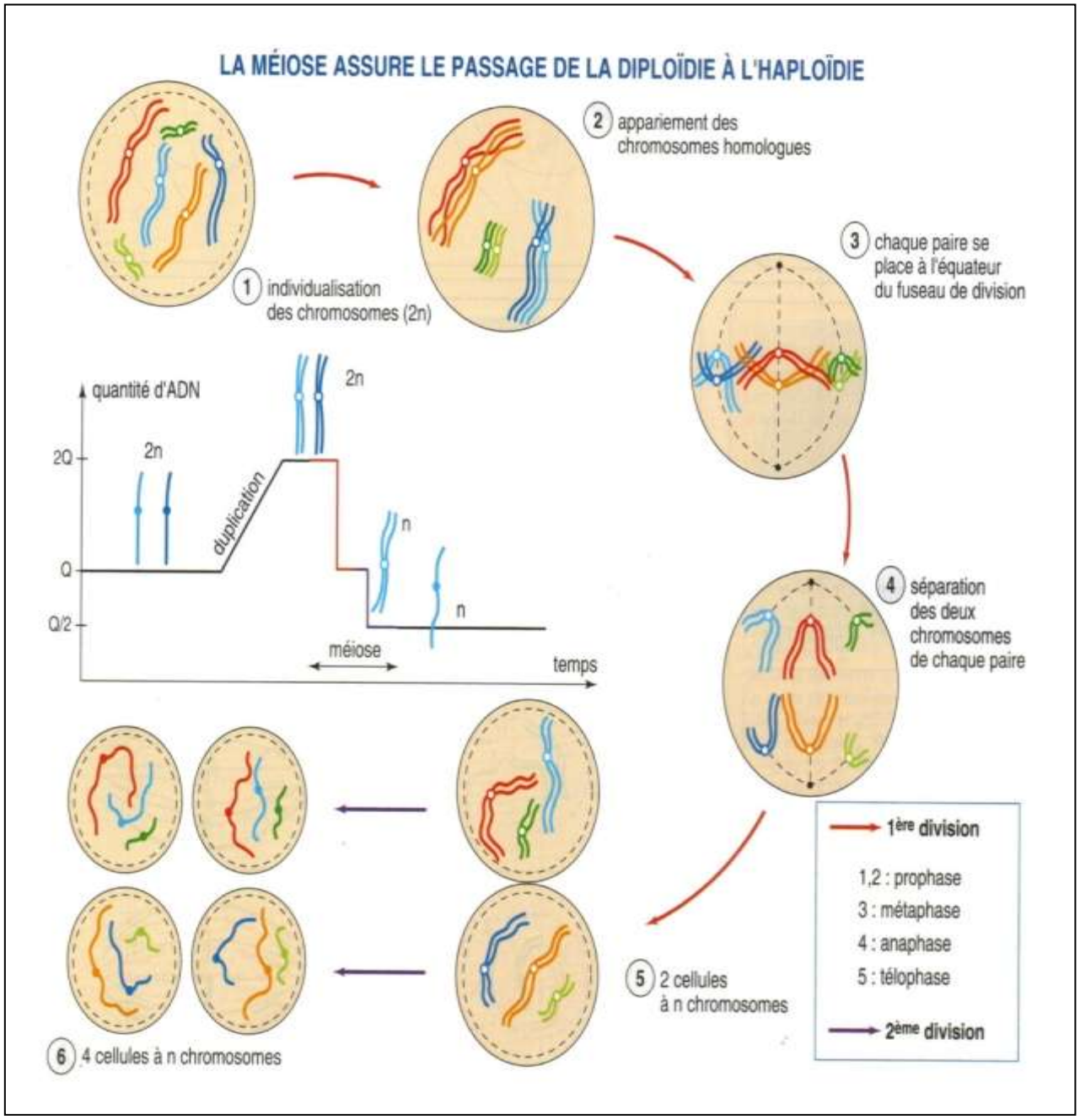
SYNTHESE PARTIELLE :

Activité 3 La méiose : division propre aux cellules sexuelles

Le document 1 ci-dessous présente le déroulement de la méiose qui aboutit a la formation des gamètes (cellules sexuelles)



Le document 2 ci- âpres présente l'évolution de la quantité d'ADN au cours de la méiose



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

1. **Identifie les différentes étapes de la méiose**
2. **Compare la première et la deuxième division de la méiose (nombre de chromosome, phase et quantité**
3. **Identifie la différence entre la prophase de la première division de méiose et celle d'une mitose normale (deuxième phase)**
4. **Compare l'anaphase de la première division de méiose et celle d'une mitose normale (deuxième division de méiose)**
5. **Définis la méiose**

SYNTHESE PARTIELLE :

Activité 1.C Les étapes de la fécondation chez l'Homme

Apres l'accouplement chez les mammifères, les organes mâles sont déposés dans les voies génitales femelles. Les gamètes femelles ou ovocyte II bloqué en métaphase II est entouré par plusieurs spermatozoïdes. Ces arrivent au contact de la zone pelliculaire.

La membrane de la tête du spermatozoïde libère des protéines qui se fixent sur les récepteurs de la membrane pellucide. Cette fixation facilite la progression des spermatozoïdes vers la membrane du gamète femelle.

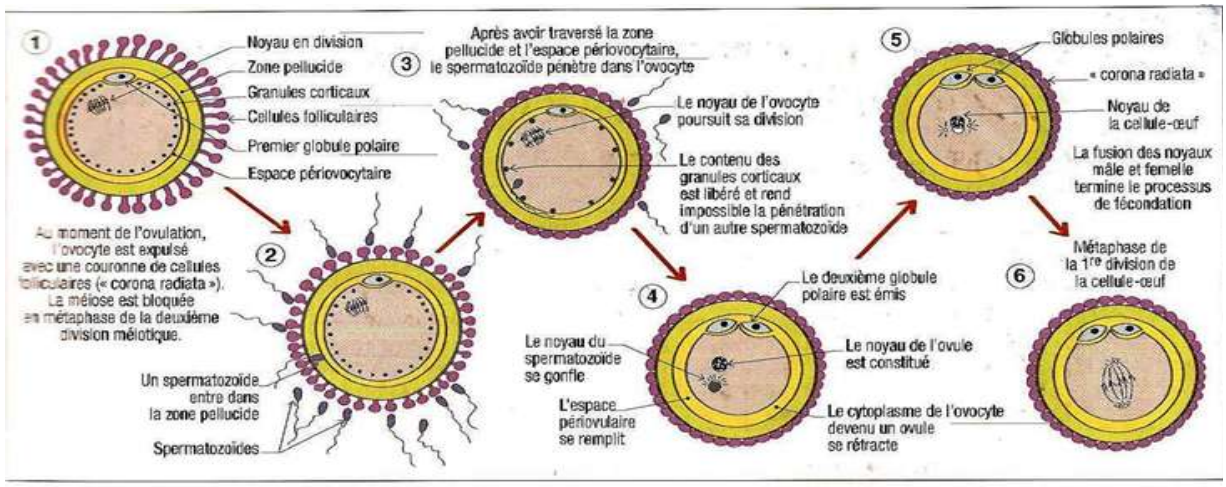
Un seul spermatozoïde arrivera au contact de la membrane du gamète femelle. Les enzymes libérées par les granules corticaux provoquent un endurcissement de la zone pellucide. Les cellules folliculaires se rétractent, permettant ainsi d'éviter la polyspermie. Le cytoplasme de l'ovocyte se rétracte et l'ovocyte reprend son activité métabolique : **c'est le réveil physiologique**

Le noyau du cytoplasme se gonfle et devient le pronucléus mâle. On assiste à la formation de l'espace péri-ovocytaire.

Le second globule polaire est formé.

Le pronucléus femelle est formé, les deux pronuclei migrent vers 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 : c'est la métaphase de la première mitose de la cellule œuf.



Document 1 : les étapes de la fécondation chez les mammifères.

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

1. **Compare l'étape 2 aux étapes 3 et 4 (document 1)**
2. **Explique pourquoi chez les mammifères, le gamète n'est généralement fécondé que par un seul spermatozoïde**
3. **Justifie l'affirmation suivante : « la pénétration d'un spermatozoïde provoque le réveil physiologique de l'ovocyte »**

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Activité 2.C Les étapes de la fécondation chez les spermaphytes

Le document 1 ci-dessous présente le déroulement de la fécondation observé chez les spermaphytes qui aboutit a la formation d'un nouvel individu

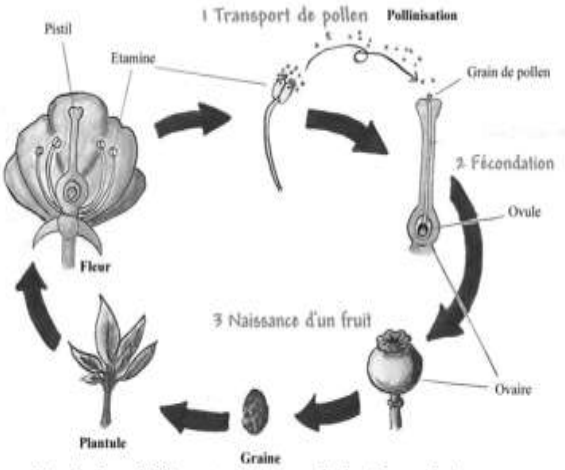


Fig 1: les différentes étapes de la fécondation



Fig 2: la germination du pollen sur le stigmate

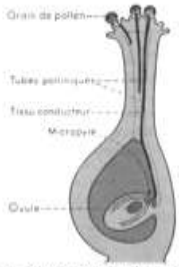


Fig 3: Chémin suivi par le tube pollinique jusqu'à l'ovule

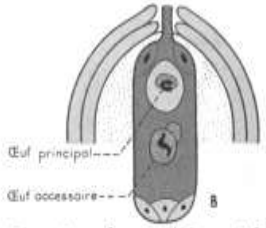


Fig 5: union des anthérozoïdes
- l'un avec l'oosphère
- l'autre avec les 2 noyaux du sac

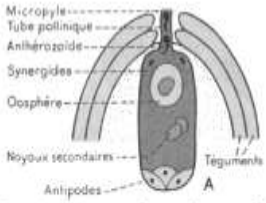


Fig 4: Déverselent des anthérozoïdes au niveau du micropyle

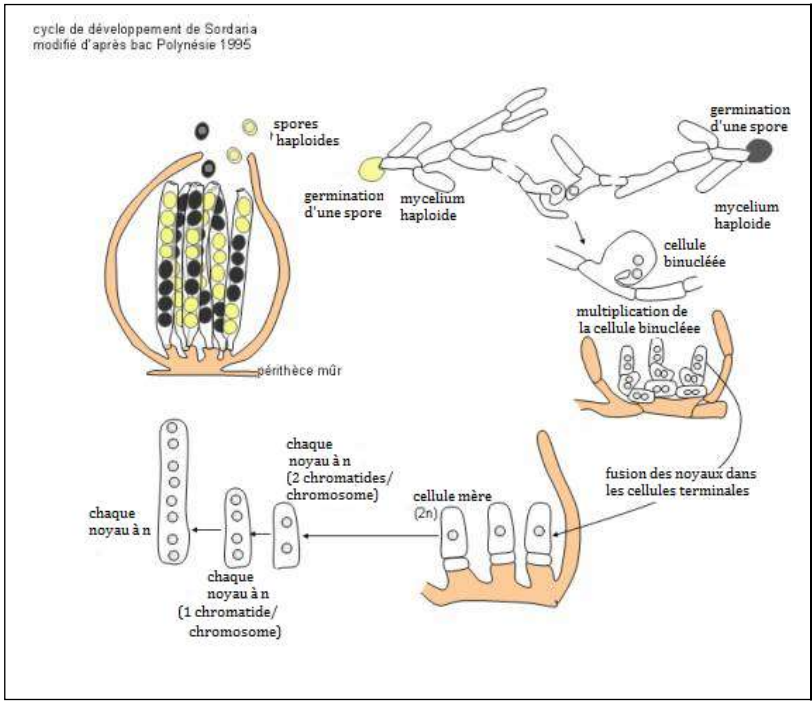
CONSIGNE: A partir de l'exploitation des documents ci-dessus et des figures y afférant

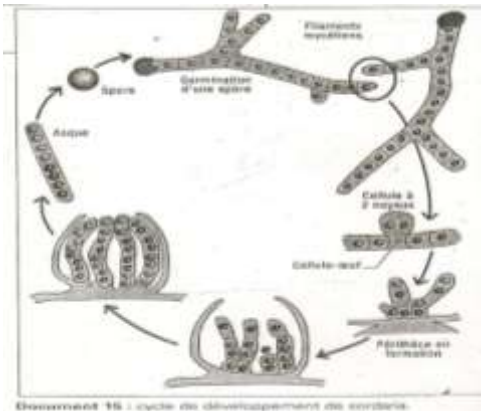
1. **Détermine les différentes étapes de la fécondation chez les spermaphytes**
2. **Explique le devenir de l'œuf après la fécondation**

SYNTHESE PARTIELLE :

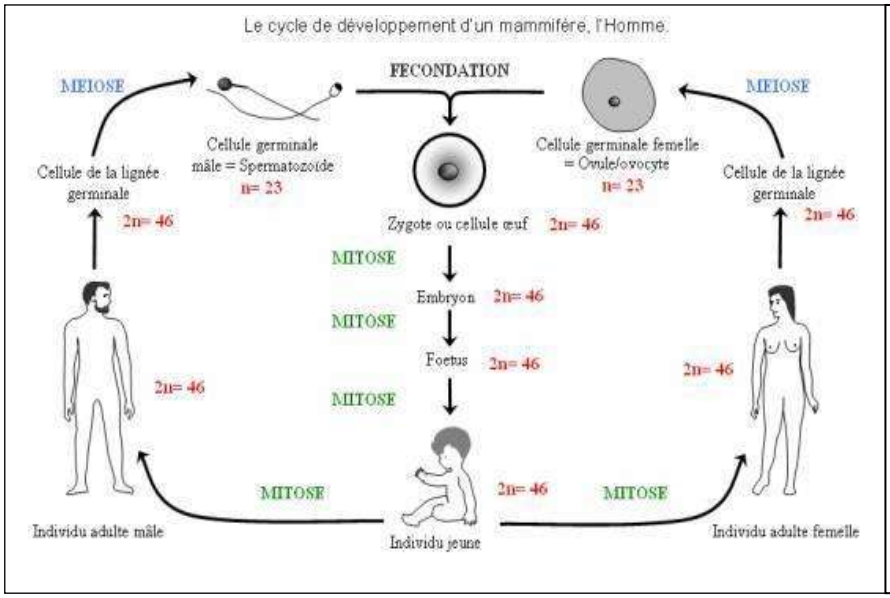
Activité 2.C La méiose et la fécondation dans le cycle de développement

Un cycle de développement de développement est une alternance de générations haploïde et diploïde. L'importance de chacune d'elle varie en fonction des espèces.

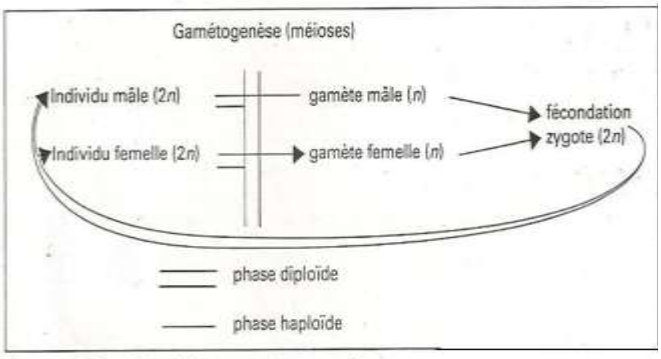




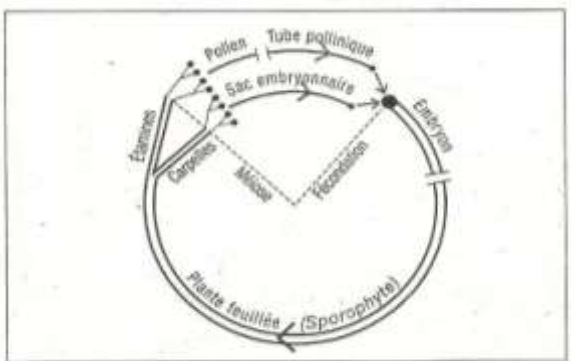
Dans le cycle de développement de sordidia, l'haplophase est plus importante que la diplophase qui se limite à la formation de la cellule œuf. Cette dernière subit immédiatement la méiose



Dans le cycle de développement d'un mammifère, la phase diploïde ou diplophase est plus importante que la phase haploïde (haplophase) qui ont une durée de vie plus courte que les individus male et femelle qui les produisent.



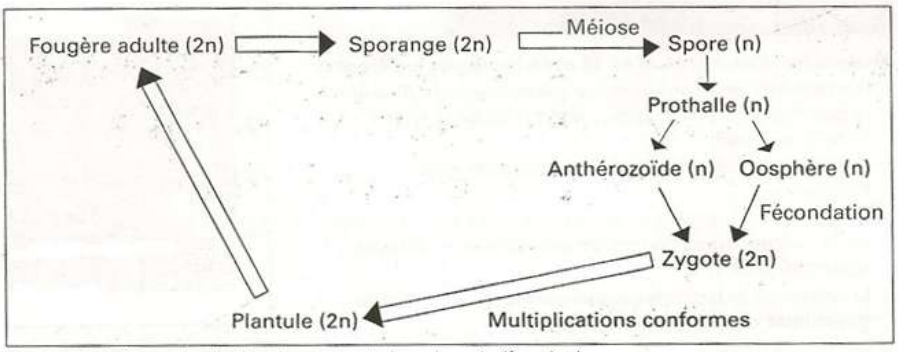
Document 13 : cycle de développement d'un mammifère.



Document 14 : cycle de développement des spermaphytes.

© Ouvrage élaboré par Aboubacar BOUARE & Issa COULIBALY /Professeur de SVT
79198269-65665696/76399806-66279590 Email: iss27coul@live.fr

Dans le cycle de développement du polypode, aucune phase (haploïde et diploïde) ne l'emporte sur l'autre.



Document 16 : cycle de développement du polypode (fougère).

Au cours de chacun des cycles de développement ci-dessus, la méiose et la fécondation interviennent comme deux phénomènescompensateurs. La méiose réduit de moitié le nombre de chromosomes d'une espèce lors de la formation des gamètes, et la fécondationrétablit et maintient le caryotype de l'espèce

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

1) **Précise l'importance de la diplophase et de l'haplophase dans chacun des cycles**
2) **Précise le type de cycle (diplophasique, haplophasique ou haplodiplophasique) dont il est question pour chacun des cycles représentés**
3) **Fais un résumé sur le cycle de développement chez les animaux et les végétaux**

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

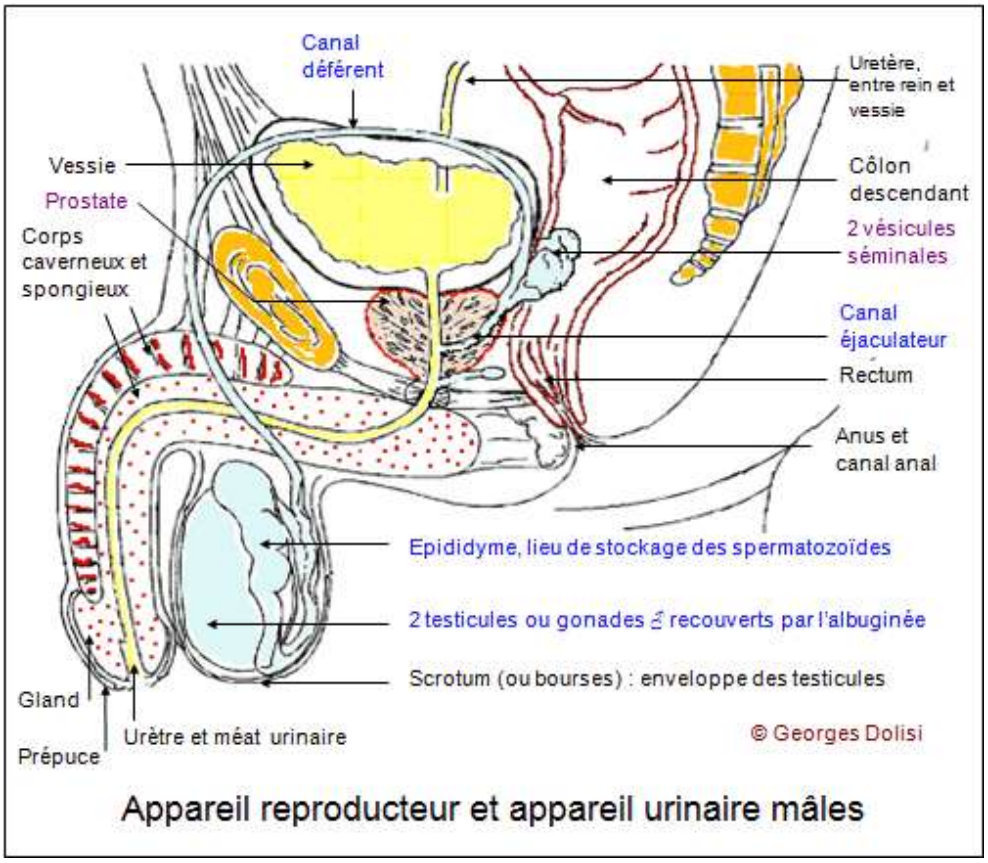
SYNTHESE GENERALE : BILAN DES ACTIVITES

Par la reproduction asexuée; soit par la reproduction sexuée. Il existe dans le règne animal ainsi que dans le règne végétal des individus à la fois mâle et femelle ou hermaphrodites. En dehors de ces cas rares dans une même espèce tous les individus sont unisexués (mâle ou femelle). Ainsi les individus sexués produisent des cellules sexuelles ou gamètes. Le gamète mâle est le **spermatozoïde** ou **anthérozoïde** et le gamète femelle est l'**ovule** ou **oosphère**.

A. Les appareils génitaux.

I- Organisation générale de l'appareil reproducteur de l'homme:

1- Anatomie de l'appareil génitale mâle:



a. Les glandes principales ou gonades: Les testicules.

Ils sont des glandes taille de forme ovale logés dans une poche appelée **scrotum** ou bourse. Il a deux fonctions: **la production de spermatozoïdes et l'élaboration des hormones.**

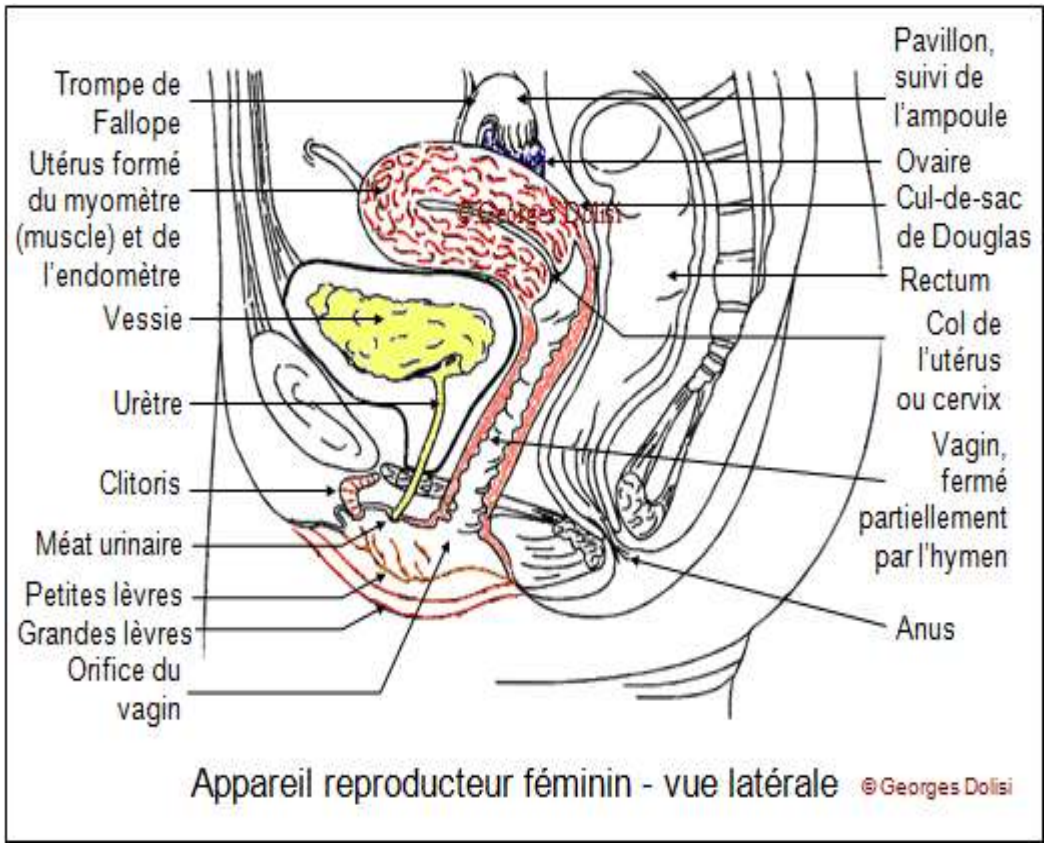
b. Les glandes annexes: les glandes annexes sont **la prostate** les **vésiculesséminales et les glandes de Cooper.**

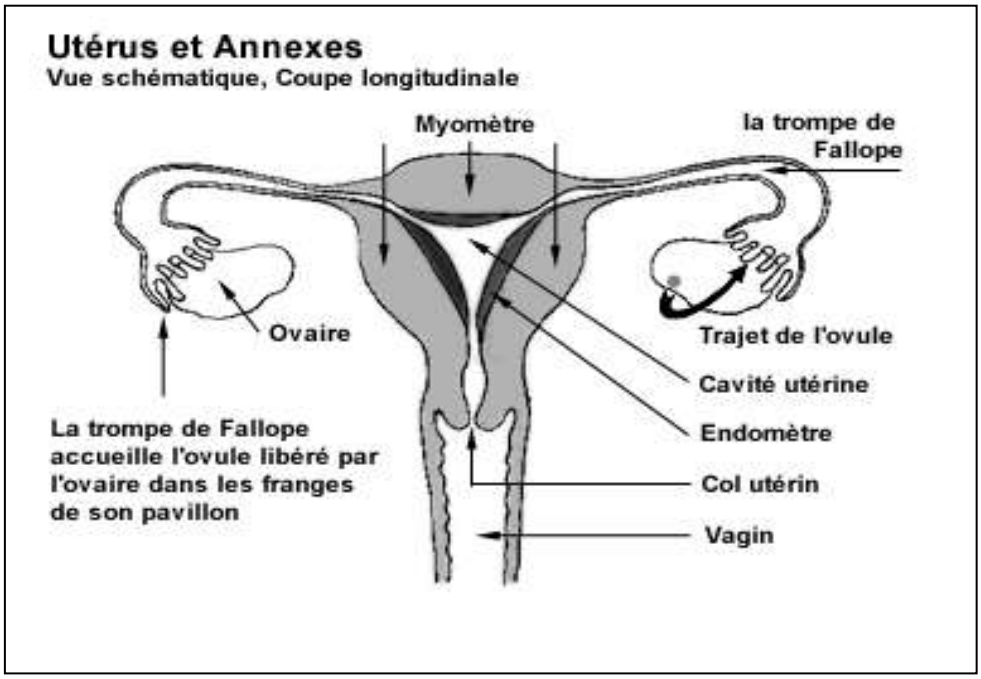
La prostate les vésicules séminales produisent le **liquide séminal**. Les glandes de Cooper neutralisent l'acidité de l'urine le long de l'urètre.

c. Les voies génitales: Il s-agit de l'épididyme ; les canaux déférents ou spermiductes et les urètres. Chaque testicule porte un épididyme qui se prolonge en un canal déférent. Les deux canaux déférents se jettent dans l'urètre à partir de la prostate. L'urètre est le canal commun à l'urine et aux spermatozoïdes.

d. L'organe copulateur: le pénis ou verge est l'organe copulateur chez l'homme. Il est constitué par le corps caverneux et les corps spongieux qui constituent les corps **érectiles**. Ces structures se remplissent de sang lors de l(érection. Le pénis se termine par un renflement appelé **gland** couvert à la naissance par une peau appelé **prépuce**.

2- Anatomie de l'appareil génitale femelle:





a. Les glandes principales ou gonades: les ovaires

Les ovaires de forme ovales sont situés légèrement dessus du pubis. Ils ont deux fonctions: la production des ovules et la sécrétion des hormones.

b. Les glandes annexes: ce sont les glandes de Bartholin situées dans lé pessaire des grandes lèvres. Elles secrètent le liquide d'accouchement qui humecte (mouille) le vagin.

c. Les voies génitales: Il s'agit des trompes de Fallope ou oviductes, l'utérus et du vagin. Chaque trompe se termine par un pavillon qui couvre l'ovaire et recueille les ovules. Le fœtus se développe dans l'utérus.

d. L'organe copulateur: Le **vagin** est l'organe d'accouplement chez la femme. C'est un organe élastique partiellement fermé à la naissance par une membrane appelée **hymen**.

e. Les organes externes: Ils sont représentés par la vulve qui comprend 4 lèvres dont 2 grandes lèvres épaisses et extérieures et 2petites lèvres membraneuses.

Le clitoris est l'organe érectile chez la femme. Il se situe au point de rencontre des lèvres.

NB: Au niveau de la vulve, la femme présente deux orifices: l'orifice urinaire et l'orifice génital.

3- Anatomie comparée des appareils génitaux male et femelle:

- Chez la femme l'appareil génital est totalement séparé de l'appareil urinaire : présence **d'orifice urinaire** et de **l'orifice génital ou vaginal**.
- Chez l'homme par contre les voies urinaires et génitales sont confondues à partir de la prostate : présence d'un seul orifice, **l'orifice uro-génitale**. Outre ces différences les deux appareils présentent des ressemblances sur le plan d'organisation générale.

Gonades	**Homme**	**Femme**
Glandes annexes	Prostate, vésicules séminales, glande de Cooper	Glande de Bartholin
Voies génitales	Epididyme, canal déférent (spermiductes), urètre.	Trompe de Fallope (oviductes), utérus, vagin.
Organe copulateur	Pénis	Vagin
Cellules reproductrices	spermatozoïde	Ovule

II. Organisation générale de l'appareil reproducteurd'une fleur:

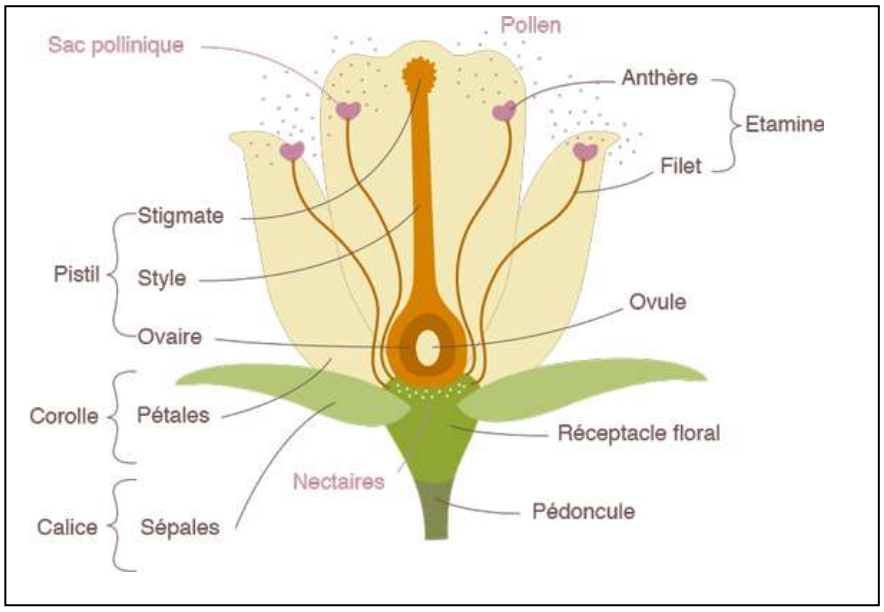
Une fleur est composée de deux verticilles essentiels:

1. Le verticille protecteur: Il s'agit de**:**

- Le calice formé par les sépales;
- La corole formée par les pétales.

2. Le verticille reproducteur: Il s'agit de:

- L'androcée formé par les étamines (organe reproducteur mâle);
- Le gynécée ou pistil (organe reproducteur femelle) provenant de soudure des carpelles.



B. Les organes reproducteurs ou producteurs de gamètes.

I. La structure des organes reproducteurs ou gonades chez l'homme:

a. Testicule: une coupe longitudinale de testicules montre au microscope la présence de nombreux**:** **lobules**. Chaque lobule renferme 2 à 3 tubes très fins appelés **tube séminifères**. Entre les tubes séminifères on trouve les tissus conjonctifs renfermant les vaisseaux sanguins et des **cellules**

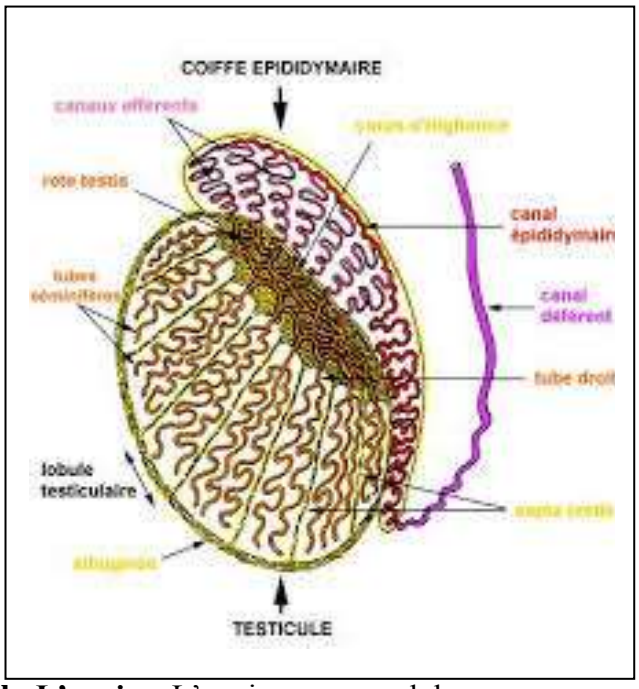
interstitielles ou cellules de Leydig. L'ensemble de ces cellules constituent la glande interstitielle qui secrète la **testostérone**.

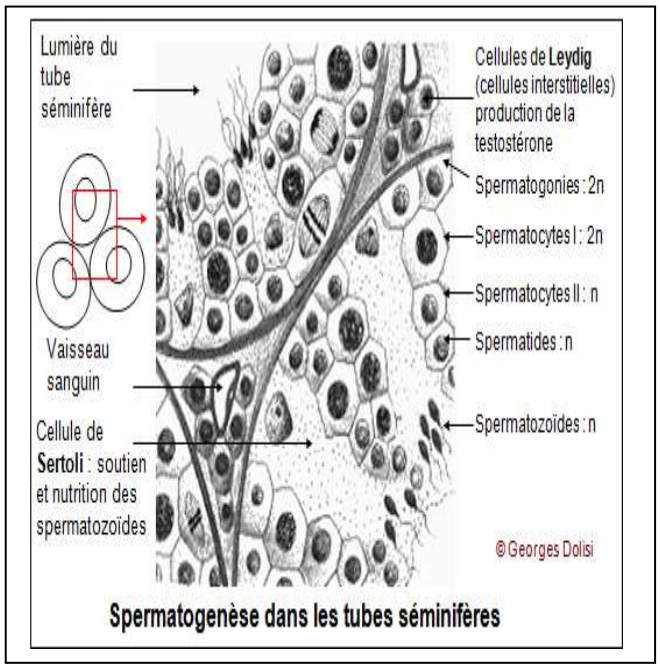
La sécrétion d'un tube séminifère montre de la périphérie vers le centre en un ensemble de cellules qui constituent la **lignée séminale ou germinale.** Ces cellules sont de taille et d'aspect différents. Les cellules arrondies sont les cellules souches ou **spermatogonies** par contre les cellules flagellées sont les **spermatozoïdes**. Le passage de spermatogonies aux spermatozoïdes se fait au cours de la **spermatogenèse**. Elle se fait de la périphérie vers le centre du tube : c'est un phénomène **centripète**.

NB : la cellule de la lignée germinale sont: **les spermatogonies, les spermatocytes I, les spermatocytes II, les spermatides et les spermatozoïdes**.

Dans les testicules impubères il n'y a que les cellules souches car la spermatogenèse ne commence qu'à la puberté.

La puberté est la période à partir de laquelle l'individu devient capable de procréer. Les signes visibles de la puberté sont les caractères sexuels secondaires (**CSS**).





b. L'ovaire: L'ovaire comprend deux zones; **une corticale et l'autre médullaire**.

Sur une coupe longitudinale réalisée sur un adulte, on distingue :

➢ la zone centrale ou zone **médullaire**;

➢ la zone périphérique ou zone **corticale** où évoluent les follicules. Les follicules sont à divers stade de leur évolution. Ainsi nous avons:

✓ les follicules primordiaux formés d'un ovocyte et de quelques cellules folliculaires;

✓ les follicules primaires formés d'un ovocyte entouré d'une couche régulière de cellules folliculaires;

✓ les follicules secondaires ou follicules pleins où l'ovocyte plus gros est entouré d'une couche appelée **granulosa.** En plus l'ovocyte est entouré d'une zone pellucide de deux thèques (thèque interne et thèque externe).

✓ les follicules tertiaire ou cavitaire : ici la granulosa est creusée d'une cavité appelée **antrome** remplie de liquide folliculaires;

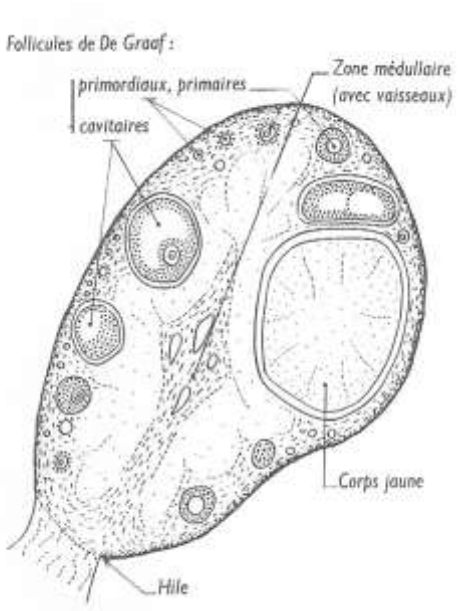
✓ les follicules murs ou de GRAAF.

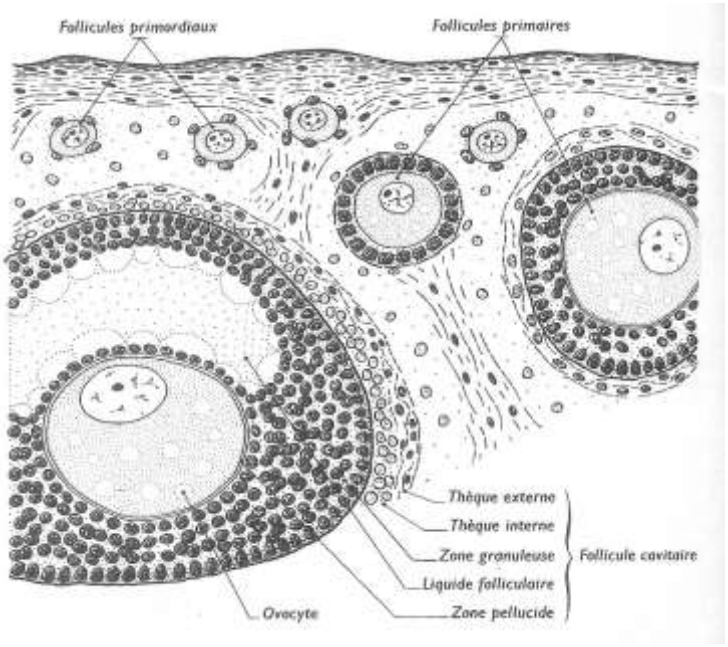
NB:

- les follicules secrètent l'**œstrogène** grâce aux thèques et la granulosa lors de leur évolution.

- Apres l'expulsion de l'ovocyte le reste du follicule se referme et s'organise pour donner le **corps jaune**.
- Le corps jaune secrète **la progestérone**.
- dans l'espèce humaine l'ovulation se fait de façon naturelle : on parle d'ovulation spontanée. Elle se produit en principe tous les 28 jours et cella de la puberté à la **ménopause** ;

La ménopause correspond au moment où l'ovaire devient incapable de mûrir des ovules. Elle se situe entre 45 et 50 ans et se traduit par l'arrêt des règles.





II. Structure des organes reproducteurs d'une fleur:

a. Organe mâle: l'étamine

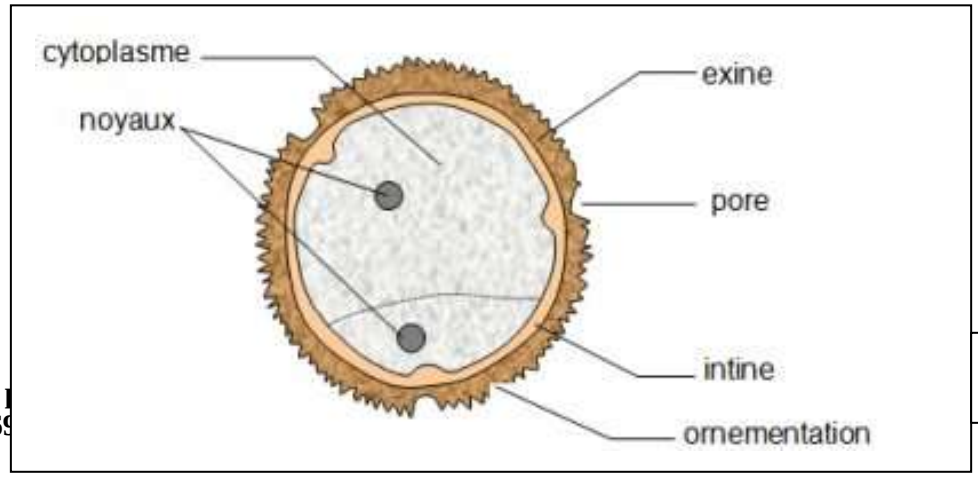
a.1. structure d'une étamine: dans l'étamine, on distingue deux parties : le filet et l'anthère. L'anthère est partagée en deux loges divisées, elles-mêmes, en deux sacs. Les quatre sacs renferment en maturité des petits grains de pollen. L'anthère s'ouvre suivant deux fentes de déhiscence qui se produisent sous l'action assise mécanique.

a.2. Structure du grain de pollen: en secouant une étamine mure sur une lame de verre, il tombe une poudre jaune. L'observation microscopique de cette poudre dans une goute d'eau sucrée à 10% montre des grains plus ou moins sphériques : les grains de pollen.

Ils présentent une paroi épaisse externe par fois perforée.

Si la préparation est réalisée dans une goute d'eau iodée, les grains de pollen s'éclatent et libèrent des éléments granulés dans lesquels on distingue une tache circulaire (le noyau végétatif) et tache allongée (le noyau reproducteur).

Le grain de pollen est entouré d'une double membrane externe, épaisse et perforée (exine). L'intine, très mince, renferme deux noyaux correspondant aux deux cellules emboitées dont les protoplasmes ne sont pas distinctes l'un de l'autre.



© Ouvrage élaboré p
79198269

b. Organe femelle: le pistil

b.1. Structure du pistil: carpelle

Un carpelle simple est formé de bas en haut par l'ovaire contenant les ovules, le style et stigmate. Le stigmate est revêtu de cellules émettant des prolongements (la papille stigmatique). Le stigmate est soit en relation avec la cavité ovarienne soit avec un canal rempli de secrétions ou bien un tissu plus ou moins gélifié appelé tissu conducteur ou tissu de transmission.

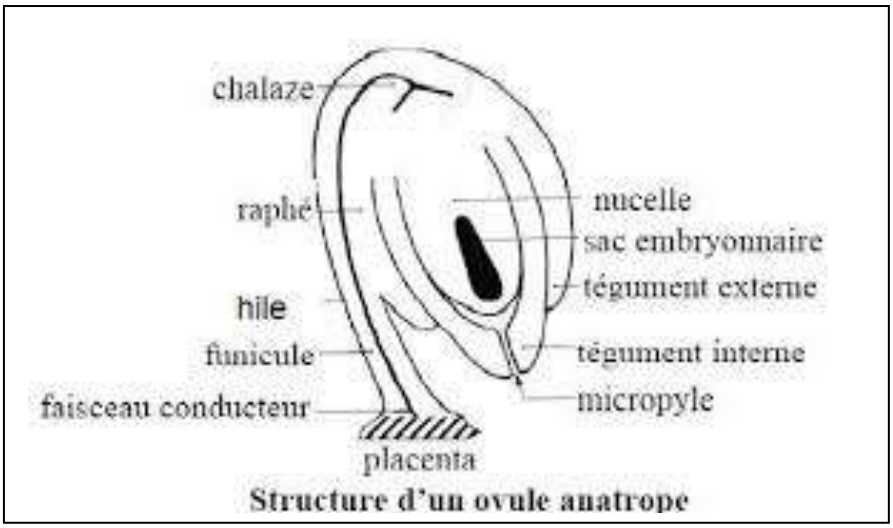
Les carpelles peuvent être libres ou soudés au niveau de l'ovaire et du style. Les ovules sont insérés sur le placenta.

b.2. structure d'un ovule:

La coupe longitudinale d'un ovule montre la masse principale de l'ovule ou nucelle qui renferme le sac embryonnaire, les téguments (primaire et secondaire), le micropyle.

Le pédicelle ou funicule unit l'ovule au placenta. Le point où le funicule se relie à l'ovule est appelé hile. Le hile est situé au voisinage du micropyle alors que la chalaze occupe le pôle opposé.

Dans l'ovule renversé entre le hile et la chalaze, les faisceaux conducteurs forment un arrêt saillant: le raphé.



Structure d'un ovule anatrope

b.3. différents types d'ovules:

En plus des ovules renversés, qui sont plus répandus, on rencontre les ovules recourbés et les ovules droits.

On distingue les différents ovules par les caractéristiques suivantes:

- Ovule renversé: hile situé prés du micropyle, embryon droit, raphé;
- Ovule recourbé: hile situé prés du micropyle, embryon courbé, pas de raphé;
- Ovule droit : hile situé loin du micropyle, embryon droit, pas de raphé.

C. la formation des gamètes.

I. La formation des gamètes chez l'homme: la gamétogenèse.

1- Les gamètes: ce sont des cellules sexuelles à n chromosomes dites cellules haploïdes.

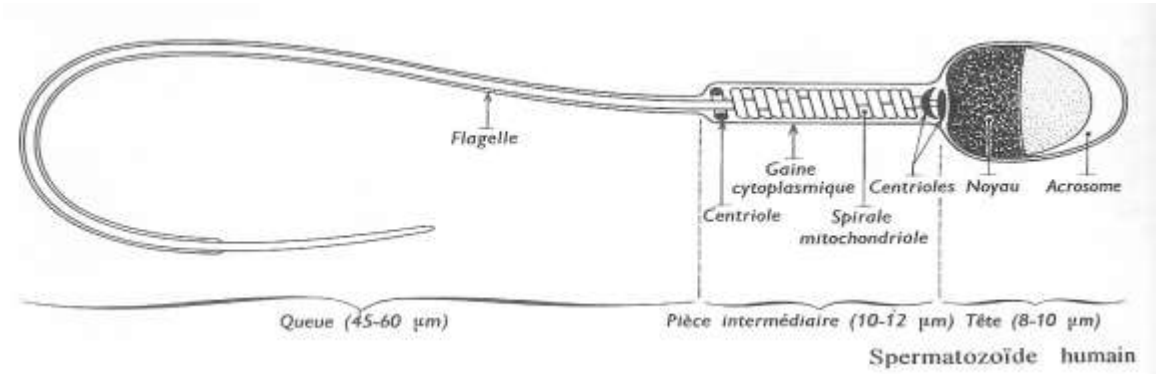
a. Le gamète mâle ou spermatozoïde: on le rencontre dans le sperme. En effet le sperme contient 10% de spermatozoïde et 90% de liquide. Il est formé de trois parties essentielles à savoir la tête, la pièce intermédiaire, la queue ou flagelle.

✓ **La tête:** Elle renferme l'acrosome et le noyau. Le noyau possède n chromosomes soit 23 chromosomes chez l'homme et porte le caractère héréditaires du mâle.

L'acrosome renferme des enzymes qui interviennent lors de la fécondation. Au pole opposé de l'acrosome se trouve près du noyau le centriole proximal.

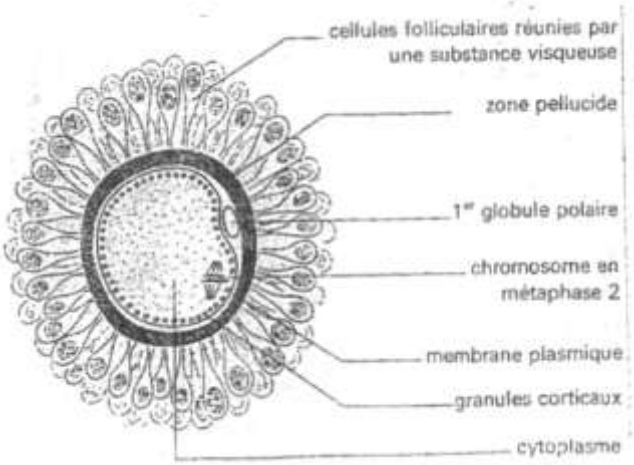
✓ **La pièce intermédiaire** : elle commence par le centriole distal et se termine par l'anneau. Elle contient des mitochondries enroulées en hélices le long des microtubules. Ces mitochondries fournissent de l'énergie nécessaire au déplacement du spermatozoïde.

✓ **La queue ou flagelle :** elle contient seulement des faisceaux de microtubules. Ce sont les ondulations des flagelles qui font avancés le spermatozoïde.



Spermatozoïde humain

b. Le gamète femelle ou ovule: l'ovule est formé d'un cytoplasme volumineux bourré de réserves nutritives appelés **vitellus**. Ces réserves seront utilisées lors de la fécondation et avant la nidation. Le noyau de l'ovule renferme n chromosomes soient 23 chez la femme et porte les caractères héréditaires de la femelle.



c. Comparaison des gamètes mâle et femelle:

Caractères	**spermatozoïde**	**Ovule**
Taille	Réduite	Importante
Cytoplasme	Très peu (mince couches)	Volumineux
Réserves nutritives	Pas de réserves	Réserves accumulées (vitellus)
Mobilité	Mobile grâce au flagelle	Immobile
Métabolisme	membrane perméable permettant des échanges avec le milieu extérieur	Membrane imperméable ne permettant pas les échanges
Nombre émis	Nombre considérables 35 millions par éjaculation chez l'homme	Nombre limité: 1 ovule par cycle chez la femme
survie	Relativement plus longue	Beaucoup plus faible

2- La gamétogenèse: **la méiose**

La gamétogenèse est la formation des gamètes. Elle commence à la puberté et se déroule dans les gonades.

a. La spermatogenèse: c'est la formation des spermatozoïdes. Elle se fait dans les tubes séminifères des testicules.

La spermatogenèse se déroule en quatre grandes phases qui sont : **la multiplication, l'accroissement, la maturation et la différentiation.**

✓ **la phase de multiplication:** Les cellules souches ou spermatogonies subissent des mitoses (3mitoses chez l'homme) pour renouveler le stock des spermatogonies (cellules à 2n chromosomes simples.

✓ **laphase d'accroissement:** Sansse diviser chaque spermatogonie subit un léger accroissement et devient spermatocyte I (cellule à 2n chromosomes dupliqués.

✓ **la phase de maturation: la méiose.** Chaque spermatocyte I se divise pour donner deux spermatocytes II qui sont des cellules à n chromosomes dupliqués. Chaque spermatocyte II se divise à son tour pour donner des spermatides qui sont des cellules à n chromosomes simples. Ces deux divisions étroitement liées constituent le phénomène de méiose.

✓ **la phase de différentiation**: Sansse diviser chaque spermatide se transforme en spermatozoïde qui est une cellule à n chromosomes simples. La transformation de la spermatide en spermatozoïde est la **spermiogenèse**.

NB: Au cours de la spermiogenèse les vésicules de l'appareil de golgi fusionnent n avant du noyau pour donner naissance à l'**acrosome.**

La transformation de la spermatogonie en spermatozoïde dure environ **74** heures.

b. Ovogenèse: C'est la formation des ovules. Elle se déroule dans les ovaires et présentequatre grandes phases qui sont **la multiplication, l'accroissement, la maturation et différentiation.**

✓ **la phase de multiplication:** La cellule souche ou ovogonie se multiplient par mitose simple. Cette multiplication a lieu avant la naissance dans les ovaires du **fœtus.** Les ovogonies sont des cellules à 2n chromosomes simples.

✓ **la phase d'accroissement:** Sans se diviser chaque ovogonie augmente considérablement de volume en accumulant des réserves. On obtient ainsi les ovotides de 1er ordres ou ovocytes qui sont des cellules à 2n chromosomes.

✓ **la phase de maturation ou méiose**:

➢ Au court de la 1ere division dite réductionnelle, l'ovocyte I donne deux cellules de tailles inégales : la grosse est l'ovocyte II et la petite, le 1er globule polaire. Ces deux cellules ont chacune n chromosomes dupliqués.

➢ La 2ème division dite équationnelle ne se produit chez la femme qu'au contact du spermatozoïde lors de la fécondation. Cette division se traduit par la libération du 2 ^{éme}globule polaire. Les ovocytes II deviennent ovotide.

c. Comparaison de la spermatogenèse et de l'ovogenèse:

Elles présentent les mêmes grandes lignes mais l'ovogenèse ne présente pas de phase de différenciation qu'au contact avec le spermatozoïde. Ainsi dans les deux cas la cellule souche ou gonie passe de l'état diploïde à l'état haploïde: il y a réduction de moitie du nombre de chromosomes.

➢ L'accroissement est plus importante chez l'ovogonie que chez la spermatogonie;

➢ La division de l'ovocyte I donne deux cellules inégales (l'ovocyte II et globule polaire) alors que celle du spermatocyte I donne deux cellules égales (les spermatocytes II);

➢ Le déroulement de l'ovogenèse est discontinu dans le temps alors que la spermatogenèse est un phénomène continu;

➢ Chaque spermatocyte I donne naissance à 4 spermatozoïdes alors que l'ovocyte I ne produit qu'un seul ovule.

II. Formation grain de pollen et sac embryonnaire.

1. Formation du grain de pollen: les anthères jeunes contiennent des cellules polyédriques volumineuses possédant un gros noyau sphérique : **la cellule mère du pollen.**

Chaque cellule mère diploïde subit une méiose en donnant quatre cellules haploïdes ou **microspores** qui demeurent emprisonner pour un temps dans la paroi cellulosique de la cellule mère en formant une tétrade.

Les quatre cellules haploïdes doublent leurs membranes en exine et intine, divisent leurs noyaux en noyaux reproducteurs et noyaux végétatifs, puis se chargent de réserve. Au cours de leur

maturation, les grains de pollen en tétrade se séparent les uns des autres, se déshydratent et entrent en vie ralentie. Ils sont libérés par déhiscence de l'anthère.

2. Formation de sac embryonnaire:

Dans les jeunes ovules, le nucelle ne contient pas de sac embryonnaire mais la cellule mère du sac embryonnaire qui est ovoïde, volumineuse et située au pôle micropylaire de l'ovule. Cette cellule diploïde subit une méiose en donnant quatre cellules haploïdes dont une seule se développe : c'est la **macrospore** ou **mégaspore**. Les autres cellules dégénèrent.

Aussitôt formée, la mégaspore s'accroît tandis que son noyau se divise en quatre puis en huit.

Dans le sac embryonnaire, les noyaux sont disposés de façon précise : oosphère et synergide au pôle micropylaire, les autres au pôle opposé ; les noyaux secondaires ou noyaux du sac, au centre.

NB: Dans la formation du sac embryonnaire, tout comme dans celle du grain de pollen, le fait important est la réduction chromosomique ou méiose que subie la cellule mère. Il en résulte que tous les noyaux du grain de pollen et du sac embryonnaire ne contiennent que n chromosomes.

III. La méiose:

a. définition: on appel méiose le mode de division par lequel une cellule mère à 2n chromosome donne naissance à des cellules filles à n chromosomes.

Elle comporte deux divisions successives qui sont : la division **réductionnelle** ou mitose **hétérotopique** et la division **équationnelle** ou mitose **homotypique**. Chacune de ces deux divisions comporte une prophase, une métaphase, une anaphase et une télophase. La première division est désignée par I et la seconde par II.

b. Les étapes de la méiose:

b.1. La division réductionnelle (Division I):

✓ **La prophase I**: les asters se forment. Les sont bien individualisés et fissurés en deux chromatides. La membrane nucléaire et nucléole disparaissent. Les fuseaux achromatiques se forment.

✓ **La métaphase I** : Les paires des chromatides fissurés migrent vers le centre de la cellule et forment la plaque équatoriale.

✓ **L'anaphase I** : les chromosomes fissurés s'éloignent l'un de l'autre en direction des pôles opposés de la cellule : on parle d'ascension polaire. Chaque pole de la cellule reçoit un lot de chromosomes fissurés.

✓ **La télophase I:** La membrane nucléaire se reconstitue au tour de chaque lot de chromosomes fissurés. Le cytoplasme de la cellule mère à 2n chromosomes (Spermacyte I) se divise entre les deux cellules filles à n chromosomes (les Spermacytes II).

La 1ère division réduit de moitié le nombre de chromosomes par cellule : c'est une division réductionnelle.

b.2. La division équationnelle (division II): Elle se déroule comme une mitose ordinaire d'où le nom de **mitose vraie** ou **mitose homotypique**.

✓ **La prophase II:** c'est une prophase normale. Il y a las un dédoublement de l'aster et à la formation du fuseau achromatique.

✓ **La métaphase II:** les chromosomes fissurés sont en plaque équatoriale.

✓ **L'anaphase II:** Le centromère se divise; les chromatides sœurs se séparent et migrent vers les pôles opposés de la cellule.

✓ **La télophase II:** Les chromosomes migrent vers les pôles de la cellule et se regroupent. La membrane nucléaire et le nucléole réapparaissent.

Chez l'homme le cytoplasme se divise en deux parties égales: on parle de division équationnelle et on obtient 4 cellules à n chromosomes chacun : il s'agit des spermatides qui se différencient en spermatozoïdes. Chez la femme la division du cytoplasme est inégale : on obtient l'ovotide et le 2ème globule polaire ayant le même nombre de chromosomes.

c. Variation du taux d'ADN au cours de la méiose:

➢ Le segment AB indique le début de l'interphase. La quantité d'ADN est constante et égale à Q. Chaque cellule possède 2n chromosomes simples ;

➢ Le segment BC est la phase S qui précède la méiose I. Il y a réplication de l'ADN. La quantité d'ADN passe de Q à 2Q car les chromosomes sont dupliqués ;

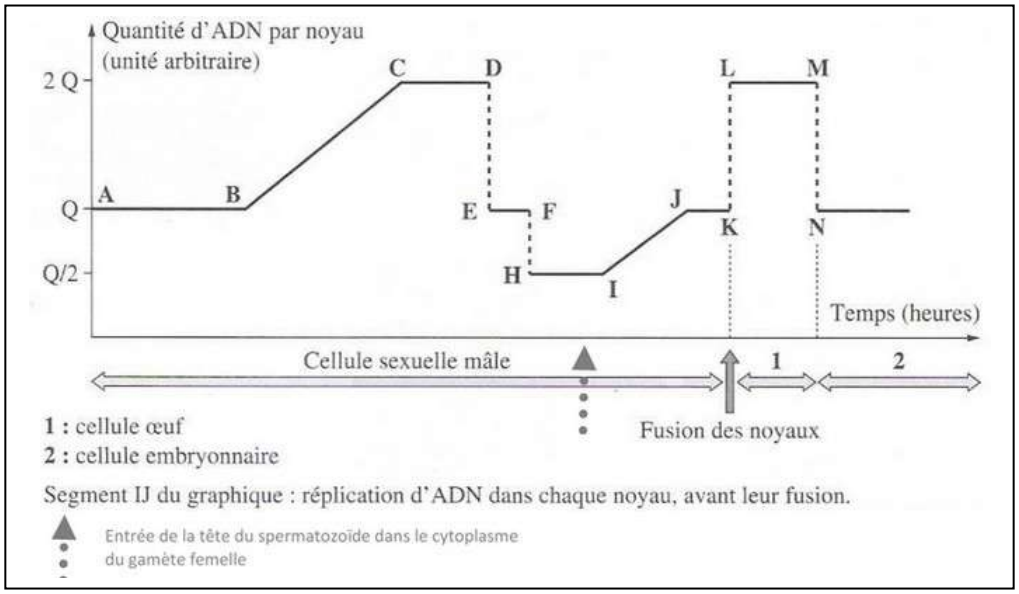
➢ Le segment CD : les chromosomes restent fissurés et les chromatides reliés par le centromère ;

➢ Le segment DE qui correspond à l'anaphase I : les chromosomes homologues fissurés se séparent, la quantité d'ADN passe de 2Q à Q ;

➢ Le segment EF qui correspond à une courte interphase précédant la 2em mitose. Les chromosomes restent dupliqués et la quantité d'ADN reste constante à Q ;

➢ Le segment FG qui correspond à l'anaphase II : le centromère se divise et les chromatides sœurs se séparent chacun refermant une quantité d'ADN = à Q/2 ;

➢ Le segment GH : le taux d'ADN est alors réduit de moitié et chaque cellule renferme Q/2 ADN.



d. Importance

d.1. Importance qualitative: La réduction chromosomique La méiose assure la réduction de moitié du nombre de chromosomes des gamètes : **c'est la réduction chromosomique**. C'est un phénomène complémentaire de la fécondation. En effet lors de la spermatogénèse ; les cellules sont à n chromosomes ce pendant il y a retour à l'état diploïdes lors de la fécondation: **la méiose permet de maintenir constant le nombre de chromosomes d'une génération à l'autre.**

d.2. Importance quantitative: La méiose est beaucoup moins importante que la mitose. La méiose se produit une seul fois dans la lignée et abouti à la formation des gamètes.

D. La fécondation

I. La fécondation chez les mammifères:

La fécondation est l'union d'un gamète mâle et d'un gamète femelle donnant un œuf ou zygote.

1. les étapes de la fécondation chez l'oursin: Chez l'oursin la fécondation est externe donc facile à étudier. Elle présente plusieurs phases :

a. Le rapprochement des gamètes: phase d'attraction des spermatozoïdes

Les expériences ont montré que les ovules attirent les spermatozoïdes grâce aux substances appelées **fertilisines.** Le phénomène est le chimiotactisme positif. La phase d'attraction correspond au regroupement des spermatozoïdes au tour de l'ovule : c'est la phase d'accumulation.

b. La fusion des gamètes: La pénétration du spermatozoïde

Un seul spermatozoïde pénètre dans l'ovule: c'est la **monospermie.** Les autres spermatozoïdes s'éloignent de lui et meurent. La pénétration du spermatozoïde entraine la formation d'un espace **perivitellin** ainsi la membrane de l'ovocyte prend le nom de membrane de fécondation.

c. La phase d'activation: la pénétration du spermatozoïde d'éclanche l'activation ou **réveil physiologique** de l'ovule. Cette activation a pour conséquence :

- Une brusque augmentation de l'intensité respiratoire de la cellule;
- Une augmentation de la perméabilité de la cellule à l'eau et aux sels minéraux;
- L'éclatement des granules corticaux avec libération d'un liquide périvitellin qui rend la zone imperméable pellucide imperméable aux autres spermatozoïdes évitant ainsi la polyspermie.

d. La fusion des noyaux ou caryogamie : le noyau femelle se gonfle et devient **pronucléus**femelle. De même le noyau mâle se gonfle à son tour et devient pronucléus mâle. Le centriole proximal du spermatozoïde donne l'aster. Les deux pronucléus progressent l'un vers l'autre au centre de la cellule. L'aster se double.

La rupture des enveloppes nucléaires facilite l'union des chromatines mâle et femelle : c'est la caryogamie ou **amphimixie** donnant ainsi un œuf ou zygote.

Par mitose successive l'œuf devient un massif cellulaire point de départ d'un nouvel individu.

NB: L'œuf issu de la fécondation est à 2n chromosomes. Ces chromosomes sont 50% d'origine paternelle et 50% d'origine maternelle. Ainsi la réduction chromatique intervenue lors de la méiose est récompensée.

2. La fécondation chez l'homme: bien que le phénomène de fécondation soit général dans sa globalité, il présente quelques particularités chez l'homme.

a. L'accouplement ou la copulation: chez l'homme la fécondation est interne et est précédée par l'accouplement qui permet le dépôt des spermatozoïdes dans les voies génitales femelles à proximité du col de l'utérus.

b. la migration des gamètes dans les voies génitales femelles:

✓ **La migration des spermatozoïdes:** Juste après le rapport sexuel les spermatozoïdes pénètrent dans le colle de l'utérus où ils lavés et sélectionnés par la glaire cervicale. Le transport des spermatozoïdes est assuré par les contacts de l'utérus et des trompes ainsi que le battement de leurs flagelles. Le long des voies génitales femelles les spermatozoïdes la capacitation sous l'action des sécrétions des voies génitales.

✓ **La capacitation** est l'ensemble des modifications structurelles et fonctionnelles des spermatozoïdes qui préparent la libération des enzymes de l'acrosome.

✓ **Migration du gamète femelle :** Dès sa libération par l'ovaire, le gamète femelle est aspiré par le pavillon. Grâce aux contacts des trompes et de battements des cils qui les tapissent, le gamète femelle descend le long de la trompe.

c. La rencontre des gamètes : La rencontre des gamètes se fait dans le tiers supérieur de la trompe. Les cellules folliculaires de l'ovocyte piègent les spermatozoïdes qui l'entourent. Il n'y a donc pas de chimiotactisme positif mais de piège.

NB: Compte tenu de la durée de vie du spermatozoïde(2 à 3 jours) et de celle de l'ovule (1 à 2 jours), on définie une zone de fécondité qui correspond à 2 à 3 jours avant l'ovulation et à 1 à 2 jours après l'ovulation.

d. la fusion des gamètes:

L'acrosome des spermatozoïdes, la capacitation, libère des enzymes qui dégradent localement la zone pellucide de l'ovocyte. Un seul spermatozoïde traverse cette zone et s'enfonce entièrement dans le cytoplasme de l'ovocyte : c'est la monospermie. Cette pénétration provoque le r éveil physiologique comme chez l'oursin.

NB : les particularités de la fécondation chez l'homme:

- La fécondation est interne et s'effectue dans le tiers (1/3) supérieur de la trompe.
- La sélection des spermatozoïdes par la glaire cervicale;
- Le transport des spermatozoïdes est assuré par la contraction des voies génitales (utérus, trompe);
- La capacitation;
- L'absence de chimiotactisme;
- La pénétration du spermatozoïde dans un ovocyte II.

3- Généralité de la fécondation :

Dans tous les cas, la fécondation consiste en une fusion complète d'un gamète mâle et d'un gamète femelle. Il en résulte un œuf ou zygote. Cet œuf se divise et donne naissance à un nouvel individu. La fécondation est donc un phénomène très général.

II. La fécondation chez les spermaphytes:

1. La pollinisation: c'est le transport du grain de pollen.

- La pollinisation est direct ou autopollinisation quand le pollen d'une fleur atteint le stigmate de la même fleur;
- Elle est indirecte ou croisée si le pollen atteint le stigmate d'une autre fleur;
- Le transport est assuré par le vent (anémophile), soit par les insectes (entomophile), soit par les animaux (zoophile).
- Chez certaines plantes aquatiques, l'eau est l'agent de transport;
- L'homme peut volontairement effectuer le transport : la pollinisation est dite artificielle.

2. La germination du pollen: le pollen est retenu à la surface du pistil par un épiderme papilleux et gluant. En conditions favorables, chaque grain de pollen absorbe de l'eau et entre vie active et germe en formant **un tube pollinique** qui s'enfonce dans le stigmate guidé et nourri par un parenchyme gélifié del'axe du pistil, puis par l'épiderme papilleux de la cavité carpellaire. Le tube atteint l'ovule au niveau du micropyle. Il traverse le nucelle et applique son extrémité contre le sac embryonnaire.

Le tube pollinique est attiré par des substances chimiques sécrétées par le stigmate, la cavité carpellaire de l'ovule : c'est le phénomène de chimiotactisme positif. Pendant que le tube grandit, le pollen se vide progressivement de son contenu.

3. La fécondation: au cours de la germination du grain de pollen, le noyau végétatif se place à l'extrémité du tube et semble diriger sa croissance d'où son nom. Mais dés que celui-ci termine, il se désorganise et disparait.

Le noyau reproducteur engagé lui aussi dans le tube pollinique atteint le sac embryonnaire :

- l'un des anthérozoïdes s'unit à l'oosphère (gamète femelle) et donne un œuf diploïde : **œuf principal ou œuf embryon;**
- l'autre anthérozoïde s'unit aux noyaux du sac en donnant une cellule polyploïde : **œuf accessoire ou œuf albumen.**

La double fécondation ainsi observée est caractéristique des angiospermes.

4. Le fruit et la graine:

a. transformation de l'ovaire en fruit:

Deux excitations sont à l'origine du fruit :

- la première est due au tube pollinique riche en substances favorisant sa croissance. Ces substances provoquent une hypertrophie de l'ovaire.
- La seconde excitation est due au développement de l'embryon. En effet, après la fécondation, la cellule unique se divise activement. Cette multiplication de la cellule entraine une hypertrophie de l'ovaire.

b. structure de la graine:

Après la double fécondation, synergide et antipode disparaissent. Il ne reste plus au sein du sac embryonnaire que deux œufs dont le développement entraine la transformation de l'ovule en graine. Cette dernière s'accompli en trois temps :

- L'œuf accessoire se divise en donnant un tissu de réserve, l'albumen qui s'agrandi au dépend du nucelle ;
- L'œuf principal se divise aussi mais plus lentement et donne un massif cellulaire comprenant un suspenseur et un embryon. L'embryon comprend une petite racine, la radicule et un bourgeon terminal, la gemmule ;
- La maturation de la graine se traduit par un arrêt complet du développement. L'embryon se déshydrate et passe à l'état de vie ralentie.

5 - la vie ralentie et germination de la graine:

a. la vie ralentie de la graine: après la maturité, la graine entre en vie ralentie. La maturation de la graine résulte d'une déshydratation importante de l'organe, une accumulation des réserves et la transformation des vacuoles en grain d'alvéole.

Une déshydratation artificielle avec séjour dans le vide supprime toute manifestation de la vie sans pour autant la tuée.

La graine est considérée comme morte si elle ne peut plus germer. La longévité de la graine varie avec l'aspect et les conditions du milieu.

Les graines de haricot peuvent vivre 2 ans ; ceux du blé, 25 ans. Le record actuel de longévité serait de 200 ans pour certaine légumineuse arborescentes.

b. Germination de la graine:

b.1. Conditions:

- La graine ne peut germée que si elle est saine;
- Elle ne doit pas être trop vielle car toute graine perd son pouvoir germinatif en vieillissant;
- Elle doit être mur et avoir un temps de repos;
- Le milieu de germination doit être humide mais pas en e excès;
- L'aération du sol doit permettre la respiration de la graine;
- La température doit être favorable.

b.2. Manifestation: la graine absorbe de l'eau et se gonfle. Ce gonflement entraine la déchirure du tégument. La radicule s'allonge de haut en bas (géotropisme positif) tandis que les cotylédons s'écartent légèrement. La graine utilise ses propres réserves et produit de la chaleur.

b.3. type:

Il existe deux types de germination :

- La germination épigée quand les cotylédons sont soulevés au dessus du sol (épi = sur ; gé = terre). Ex le haricot.
- La germination hypogée quand les cotylédons restent sous terre (hypo= sous ; gé = terre).

E. La notion de cycle chromosomique chez les mammifères et les spermaphytes.

D'une génération à l'autre, il y a alternance de 2 phases :

- Une phase haploïde au cours de laquelle les cellules sont à n chromosomes qui correspond aux cellules sexuelles ou gamètes uniquement;
- Une phase diploïde au cours de laquelle les cellules sont à 2n chromosomes; elle correspond à l'individu tout entier, sauf les cellules sexuelles.

La fleur qui porte les organes reproducteurs donne naissance aux gamètes misent en contacte par la pollinisation et la germination du grain de pollen.

Tous les individus provenant des parents se ressemblent d'une génération à l'autre. Ainsi le nombre de chromosomes doit rester constant.

A cet effet l'anthérozoïde (n chromosomes) et l'oosphère (n chromosomes) qui s'unissent pour donner un œuf (2 n à n chromosomes).

Le cycle est ainsi partagé en deux parties par deux phénomènes compensateurs ; **réduction chromosomique et fécondation**:

- La phase à n chromosomes ou haplophase représentée par le grain de pollen d'une part et le sac embryonnaire d'autre part (les gamétophytes);
- La phase à 2 n chromosomes ou diplophase représentée par l'œuf, la graine et la plante feuillée (sporophyte).

2 SOUS- CONCEPT 2 : LE BRASSAGE GENETIQUE ASSURÉ PAR LA RÉPRODUCTION SEXUÉE ET L'UNICITE DES INDIVIDUS

❖ **SITUATION PROBLEME :**

L'information génétique d'un individu est contenue dans la molécule d'ADN possédant une séquence précise. L'expression de cette information génétique passe par la synthèse d'une protéine spécifique. La séquence des acides aminés de la protéine synthétisée est imposée par celle des nucléotides. Les mutations qui affectent la molécule d'ADN peuvent entrainer des modifications sur l'apparence extérieure (phénotype) d'un individu. Le développement des êtres vivants est fonction de leurs caractères héréditaires, les caractères qui déterminent le fonctionnement de l'organisme peuvent ce conserver d'une génération à l'autre bien que les descendants d'une espèce différent les uns des autres. La transmission de ces caractères a lieu au cours de la reproduction sexuée

- **Comment définir les notions de gène, d'allèle, de dominance, de récessivité et de codominance.**
- **Comment les caractères se transmettant – ils d'une génération à une autre ?**
- **Quels sont les différents mécanismes de la reproduction sexuée qui expliquent les brassages génétiques ?**
- **Quelles sont les conséquences des mutations sur le phénotype ?**
- **Pourquoi parle-t-on de diversité et d'unicité des individus ?**

❖ **LES ACTIVITES D'APPRENTISSAGES**

A. LE MONOHYBRIDISME

ACTIVITE 1	PREMIER CAS DE MONOHYBRIDISME

Chez la plupart des êtres vivants, chaque individu possède 2n chromosomes répartis par paires sur ces chromosomes se trouvent des portions d'ADN qu'on appelle gène porteur de caractères.

Nous dirons alors que chaque être vivant possède **deux versions** ou allèles du même gène. Les deux gènes se trouvent au même position ou locus sur les deux chromosomes homologues

Un individu diploïde possède pour chaque paire deux gènes homologues (chromosomes) à un mêle locus ou emplacement ou position donné (**son génotype**) et ces gènes peuvent avoir le même état allélique ou même version (**homozygote**) ou non (**hétérozygote**). On appelle chaque version d'un gène un **allèle** (par exemple long et court).

Le génotype des individus s'écrit alors avec 2 lettres $\frac{L}{L}$ ou (L, L) ou $\frac{L}{l}$ (Ll) ou $\frac{l}{l}$ Le génotype des gamètes s'écrit avec une lette *(L) ou (l)*

Le phénotype s'écrit avec une seul lettre en crochets [L] ou [l]

Un individu de race pure (homozygote) donne une seule sorte de gamète

Un hybride (hétérozygote) donne deux sortes de gamètes

On a deux types de monohybridtsme: monohybridisme avec dominance et monohybridisme sans dominance (co-dominance ou intermédiaire).

A. → EXPERIENCE 1:

En croisant un pois à tige longue et un pois à tige courte, Mendel obtient une première génération (appelée F_1) de pois qui ont tous une tige longue.

B. → EXPERIENCE 2:

On travaille maintenant avec l'individu F_1 obtenu précédemment.

Mendel croise ensuite entre eux les pois de cette première génération (appelée F_1), qui ont tous une tige longue. Il obtient une seconde génération (appelée F_2). Cette

seconde génération n'est pas uniforme: certains pois ont une tige longue, d'autres une tige courte.

CONSIGNE:

1. Les parents diffèrent de combien de caractères ? le ou lesquels ? S'agit-il d'un monohybridisme ? justifie ta réponse.

2. Quel est le caractère qui ressort à la première génération ? Comment on l'appelle ?

3. Quel est le caractère qui a disparu à la première génération ? Comment l'appelle-t-on ?

4. Que remarques-tu sur la première génération (F_1). En déduis la première loi de Mendel.

5. F_1 s'agit-il d'un hybride ou d'un individu de race pure.

6. Présente les résultats de F_2 sous forme d'un tableau à double entrés (échiquier de croisement ou échiquier de Punnet) voici un exemple.

Gamètes ♂ / Gamètes ♀	L	L
L	Génotype de l'individu Phénotype de l'individu	Génotype de l'individu Phénotype de l'individu
L	Génotype de l'individu Phénotype de l'individu	Génotype de l'individu Phénotype de l'individu

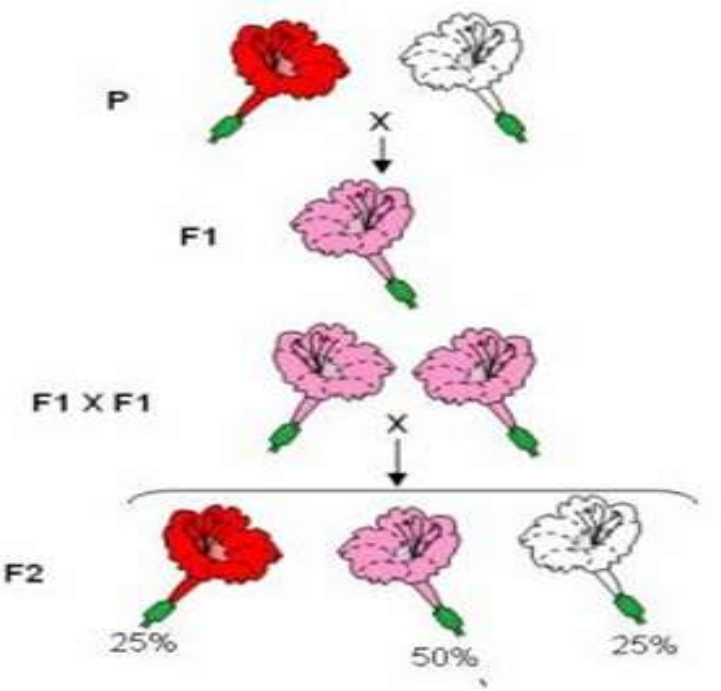
7. Présente les résultats sous forme d'équation avec les génotypes et ensuite avec les phénotypes.

SYNTHESE PARTIELLE :

ACTIVITE 2 **DEUXIEME CAS DE MONOHYBRIDISME**

Le croisement de belle de nuits à fleurs blanches avec des belles de nuits de rouges donne :

- Première génération (F_1) toutes les plantes sont à fleurs roses.
- Deuxième génération(F_2). Les hybrides F_1 croisées entre eux donnent une génération F_2 composite.



CONSIGNE:

1. Que remarques-tu sur la première génération (F_1). La première loi de Mendel est-elle confirmée ? généralise alors la première loi de Mendel.

2. De quel type (blanc, rose ou intermédiaire) est l'hybride obtenu en F_1? ressemble t-il à un parent ? comment l'appelle-t-on ?

3. Présente les résultats de F_2 sous forme d'un tableau à double entrés (échiquier de croisement ou échiquier de Punnet) voici un exemple.

Gamètes ♂ / Gamètes ♀	B	R
B	Génotype de l'individu Phénotype de l'individu	Génotype de l'individu Phénotype de l'individu
R	Génotype de l'individu Phénotype de l'individu	Génotype de l'individu Phénotype de l'individu

4. Présente les résultats de F_2 sous forme d'équation avec les génotypes et ensuite avec les phénotypes.

5. S'agit-il d'un monohybridisme comme dans l'activité précédente. Donne un nom à ce type de monohybridisme.

6. Définis un homozygote, un hétérozygote.

SYNTHESE PARTIELLE :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

ACTIVITE 1 **PREMIER CAS DE DIHYBRIDISME**

Chez la plupart des êtres vivants, chaque individu possède **deux versions** du même gène (autrement dit chaque gène présent deux versions). On appelle chaque version un **allèle**.

Dans ces activités, on s'intéresse à deux gènes à la fois (donc à 4 versions de gène étant donné que chaque gène présente deux versions).

Dans le cas où les gènes étudiés sont portés par des chromosomes différents, on a le dihybridisme sans linkage qui n'est que superposition de deux monohybridismes.

Les deux gènes sont l'un pour l'aspect (lisse, rugueux) et l'autre pour la couleur (jaune, verte)

On considère que pour l'aspect lisse (L) domine rugueux (L)

On considère que pour la couleur jaune (J) domine verte (J).

Le génotype des individus s'écrit avec quatre lettres exemple (LL, JJ) ou $\frac{L}{J}\frac{L}{J}$

Le génotype des gamètes s'écrit avec deux lettres exemple (L, J)

Le phénotype s'écrit avec deux lettres entre crochets exemple [LJ]

Un individu pur (homozygote) fourni un seul type de gamète

Un hybride (hétérozygote) fourni quatre type de gamètes (25%) chacun

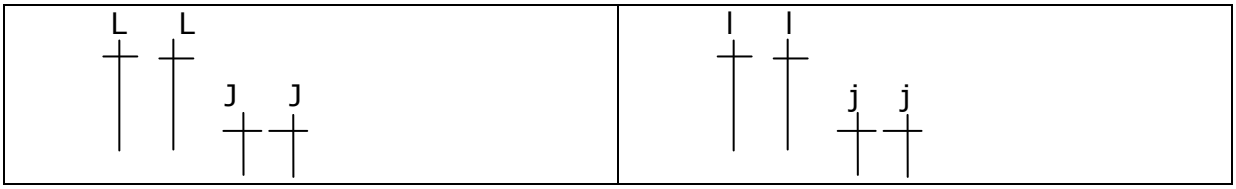
Un hétérohomozygote (pur à moitié) fourni deux types de gamètes (50%) chacun.

A. → EXPERIENCE 1: Nous avons deux gènes, qui codent pour la couleur (jaune et verte) et deux autres gènes qui codent pour l'aspect (lisse, ridé).

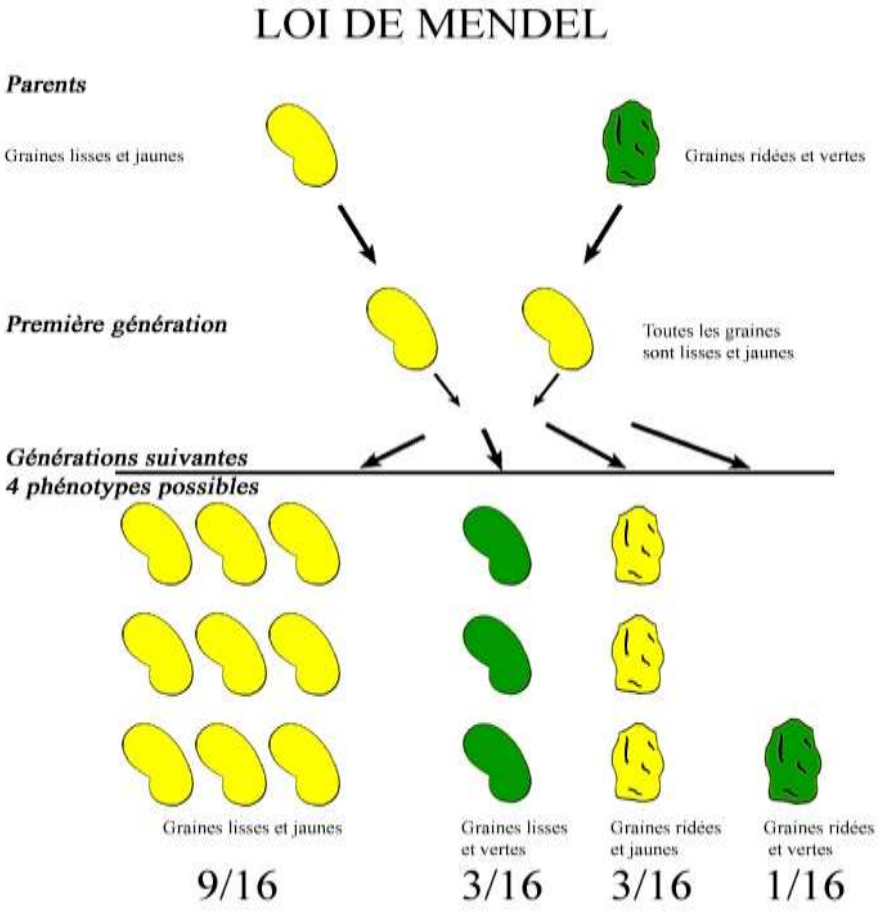
Autrement dit, le gène codant pour la couleur de la graine présente deux allèles: l'allèle codant pour la couleur jaune est J, celui codant pour la couleur verte noté j.

De même, le caractère lisse est codé par un allèle appelé L, et le caractère ridé par un allèle appelé l.

Les deux gènes (aspect et couleur) étudiés sont portés par des chromosomes différents



Lorsque l'on croise une variété de pois à graines jaunes et lisses (LL, JJ) avec une variété à graines vertes et ridées (ll, jj), les hybrides obtenus en première génération (F_1), produisent tous des graines lisses et jaunes de génotype (Ll, Jj) et de phénotype [LJ].



B. → <u>EXPERIENCE 2:</u>

On travaille avec les hybrides de F_1 obtenus précédemment.

En croisant les hybrides de F_1 (Ll, Jj) entre eux, on obtient une génération F_2 comprenant quatre types de graines: des graines lisses et vertes, des graines lisses et jaunes, des graines ridées et vertes et des graines ridées et jaunes.

<u>CONSIGNE:</u>

1. Les parents diffèrent de combien de caractères ? le ou lesquels ? s'agit-il d'un monohybridisme ou d'un dihybridisme ? justifie ta réponse.

2. Y-a-t-il un aspect dominant et un aspect récessif. Justifie.

3. Présente les résultats de F_2 sous forme dans un tableau à double entrés (échiquier de croisement ou échiquier de Punnet) voici un exemple.

G ♂ / G ♀	LJ	Lj	lJ	lj
LJ	Génotype Phénotype	Génotype Phénotype	Génotype Phénotype	Génotype Phénotype
Lj	Génotype Phénotype	Génotype Phénotype	Génotype Phénotype	Génotype Phénotype
lJ	Génotype Phénotype	Génotype Phénotype	Génotype Phénotype	Génotype Phénotype
lj	Génotype Phénotype	Génotype Phénotype	Génotype Phénotype	Génotype Phénotype

4. Présente les résultats sous forme d'équation avec les génotypes et ensuite avec les phénotypes.

5. Donne les proportions de chacun de ces types de graines (lisses, vertes), (lisses, jaunes), (ridées, vertes) et (ridées, jaunes).

SYNTHESE PARTIELLE :

ACTIVITE 2 **LE DIHYBRIDISME AVEC DOMINANCE**

On plante une plante à fleurs blanches et à fruit longs et une plante à fleur rouge et à fruits courts.

- Première génération (F_1) toutes les plantes sont à fleurs roses et à fruit ovales.
- Deuxième génération(F_2). Les hybrides F_1 croisées entre eux donnent une génération F_2 composite.

CONSIGNE :

1. **De combien de caractères étudie- t- on la transmission ? Nomme alors le croisement.**
2. **Les parents croisés sont ils impurs ou purs ?**
3. **Ecris l'équation de croisement correspondant en faisant intervenir les mots et expressions suivants : parents, gamètes parentaux, fécondations et méiose**
4. **En déduire la F_2 en faisant ressortir les phénotypes et les proportions**

SYNTHESE PARTIELLE :

ACTIVITE 3	ETUDE D'UN GENE LIE AU SEXE

Le caractère œil blanc chez la drosophile est fréquent chez le mâle .La transmission de ce caractère œil blanc est récessif par rapport au caractère œil normal (N).

Premier croisement :

On croise un mâle de drosophile aux yeux blancs avec une femelle aux yeux normaux, la F1 est constituée uniquement des drosophiles aux yeux normaux

Deuxième croisement :

On croise un male de drosophile aux yeux normaux avec une femelle aux yeux blancs, la F1 est formée de drosophiles males aux yeux blancs et des drosophiles femelles aux yeux normaux

CONSIGNE :

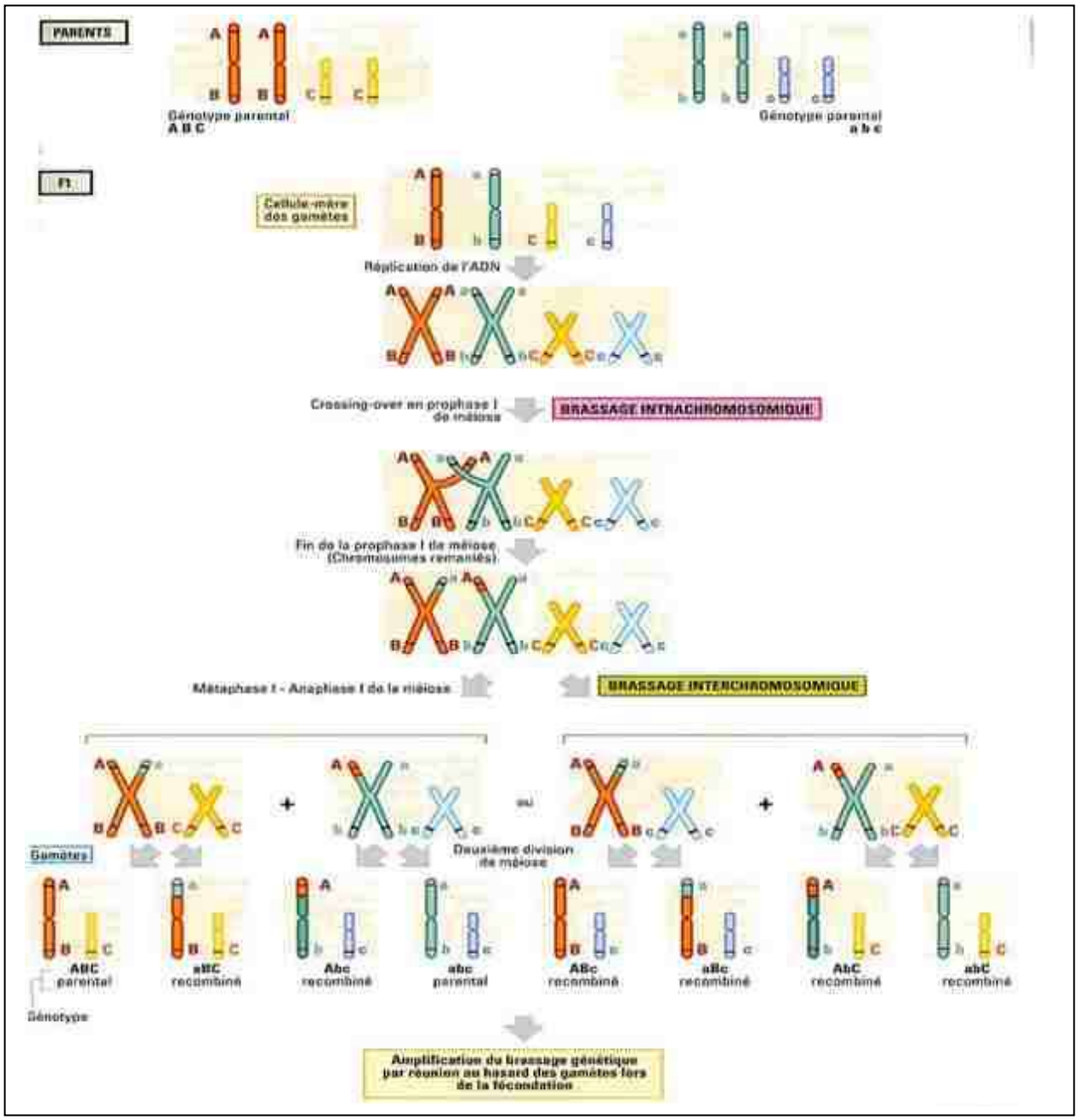
Interprète ces résultats

SYNTHESE PARTIELLE :

Activité 1.B **Brassages intra et inter-chromosomiques.**

1. Mise en évidence du brassage intra-chromosomique :

En prophase de la première division de méiose, les chromosomes homologues appariés échangent des portions de chromatides en réalisant des **chiasmas** : on obtient des chromosomes recombinés. Ce phénomène est le ***crossing-over*** à l'origine d'un brassage intra-chromosomique entre les allèles des paires homologues. En outre, a la fin de la méiose, la distribution des chromosomes de la cellule initiale à travers les cellules filles en cours de formation donne lieu à un brassage inter-chromosomique ; ces différents phénomènes sont représentés dans le schéma ci-dessous :



CONSIGNE : A partir de l'observation de la figure ci-contre

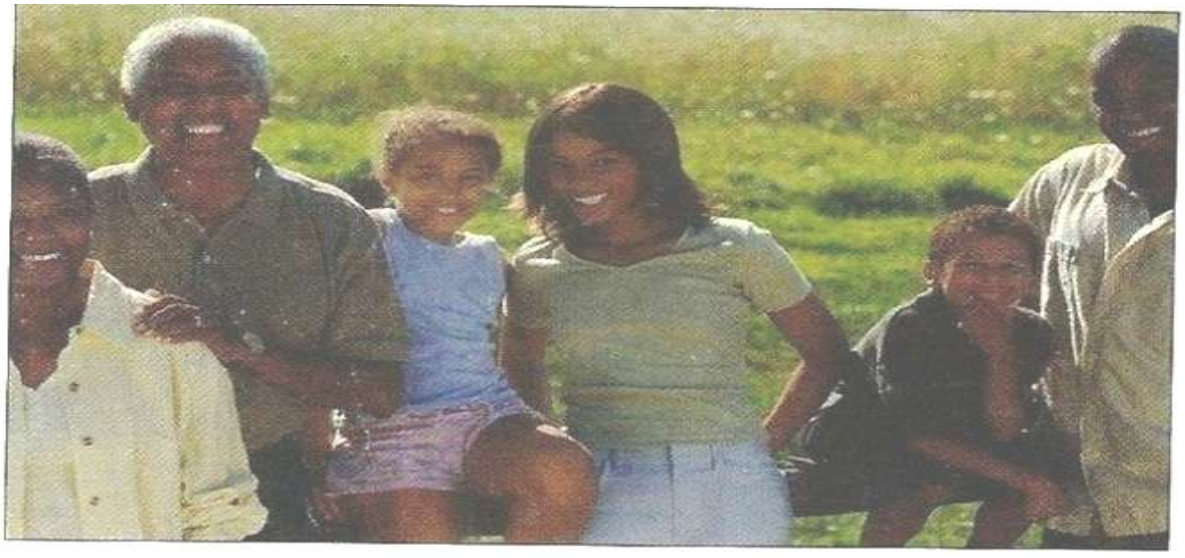
1) Explique en quoi concerne le brassage inter chromosomique
2) Explique en quoi concerne le brassage inter chromosomique
3) Dite pendant quel phénomène a lieu ces différents brassage
4) Quels sont les conséquences de chacun des deux phénomènes

SYNTHÈSE PARTIELLE :

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Activité 2.B **La diversité et l'unicité génétique des individus**

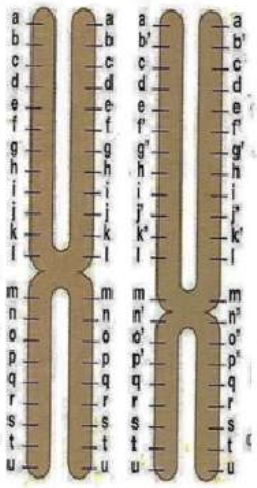
Les appartenant à une même espèce possèdent chacun une combinaison originale des allèles des gènes de l'espèce



Document 16 a : les enfants d'un même couple sont

Pour presque tous les gènes, il existe plusieurs allèles qui diffèrent par leurs séquences de nucléotides. Ces allèles ont une fréquence différente au sein d'une population et la fréquence d d'un allèle varie suivant les populations considérées.
Par conventions, on dit que, dans une population, un gène est polymorphe lorsqu'il existe au moins deux allèles ayant une fréquence supérieure à 1%.
Un gène peut être polyallélique sans être polymorphe: dans ce cas, un des allèles a une fréquence supérieure à 99%.
Certains gènes sont très polymorphes et environ 30% des gènes d'une espèce sont polymorphe. Le polymorphisme au niveau de l'individu est évidemment beaucoup moins accusé qu'au niveau de l'espèce. On estime que, dans l'espèce humaine, chaque personne est hétérozygote pour 6 à 7% des gènes; sur une base de 50 000 gènes pour l'ensemble du génome humain, cela signifie que tout Homme est hétérozygote pour environ 3 000 gènes. Comme il y'a que 23 paires de chromosomes, cela signifie que chaque paire porte de très nombreux gènes représentés par deux allèles différents sur les chromosomes homologues.
Par l'association des allèles des gènes qu'il possède, un chromosome diffère génétiquement de son homologue; il diffère également de son homologue ; il diffère également de tous les chromosomes correspondants des individus de la même espèce.

Document 16 b : polymorphisme et hétérozygotie



Document 16 c: représentation schématique de l'information génétique de deux chromosomes chez deux individus

CONSIGNE :

1. **Pourquoi les chromosomes homologues sont-ils génétiquement différent ?**
2. **Pourquoi les enfants d'une même couple sont-ils génétiquement différent ?**
3. **Justifie l'expression : « unicité de l'individu ».**

SYNTHÈSE PARTIELLE :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

SYNTHESE GENERALE : BILAN DES ACTIVITES

Le gène est l'unité fondamentale de l'hérédité, présent en deux copies par cellule et qui détermine un caractère. L'**hérédité** (du latin *hereditas* qui veut dire héritage) est la transmission au cours de la reproduction sexuée de certains caractères (comme la couleur des yeux chez l'homme ou la forme des feuilles chez les plantes) des parents à la descendance.
La **génétique** est la science de l'hérédité. L'ensemble des **gènes** d'un individu est appelé le **génotype**. Il est noté entre parenthèses ( ).
L'ensemble des caractères visibles d'un être vivant est appelé le **phénotype**. Il est noté c'est entre crochets [ ]. Chaque **génotype** détermine un **phénotype** particulier.
L'**hybridation** est le croisement entre individus de races (couleur graine par exemple) différentes appartenant à la même espèce. L'**hybride** est l'individu né de ce croisement.
On appelle allèle (autre version), une des multiples formes que peut prendre un gène.
On appelle locus l'emplacement précis ou l'endroit où se positionne le gène.

Chez la plupart des êtres vivants, chaque individu possède **deux versions** du même gène. On appelle chaque version un **allèle**.
Les chromosomes étant alors présents par paires (chromosomes homologues), chaque gène existe alors en deux exemplaires, ou allèles.
Lorsque les deux exemplaires du gène ou allèles sont identiques on dit dans ce cas que l'individu est homozygote.
Lorsque les deux exemplaires du gène ou allèles sont différents l'individu est dit hétérozygote.

I. Monohybridisme

Définition : étude de la descendance de parent qui diffèrent par un seul caractère (couple d'allèle)
Résultats statistiques :

❖ Monohybridisme avec dominance

- En F_1 : tous les hybrides sont semblables entre eux et ressemblent à l'un des parents. F1 est uniforme (homogène).
- En $F_2 = F_1 \times F_1$: on obtient les proportions **3.1** c'est-à-dire :

¾ d'individus à phénotype dominant
¼ d'individus à phénotype récessif.
Ces deux phénotypes correspondent à trois génotypes.

❖ Monohybridisme sans dominance (= codominance)

- En F_1 : 100% d'hybrides semblables entre eux et ne ressemblant à aucun parent
- En $F_2 = F_1 \times F_1$: on obtient les proportions **1.2.1** soit :

¼d'individus purs : 1er type parental
½ d'hybrides
¼ d'individus purs : 2e type parental
Ces trois phénotypes correspondent à trois génotypes.

BACK CROSS : croisement retour
Croisement entre un sujet de type F_1 hétérogène de génotype connu et un sujet de type parental homozygote.

- Hybride F_1 x parent dominant ⟶ 100% d'individus à phénotype dominant
- Hybride F_1 x parent récessif ⟶ 50% d'hybrides et 50% d'individus récessifs.

LE TEST- CROSS ou croisement test est le croisement d'un sujet dont le génotype n'est pas connu avec un sujet homozygote récessif pour caractère pris en considération :

- Individus de F_2 à phénotype dominant x sujet récessif ⟶ 100% l'individu de F_2 est homozygote
- Individus de F_2 à phénotype dominant x sujet récessif ⟶ 50% et 50% l'individu de F_2 est hétérozygote

Le test- cross permet de connaitre le génotype d'un individu à phénotype dominant.
NB : dans le monohybridisme le génotype des individus s'écrit avec deux lettres, celui des gamètes, une lettre ; un individu homozygote fournit un seul type de gamètes (à 100%), un individu hétérozygote fournit deux types de gamètes (50% chacun)

II. Dihybridisme :

Définition : étude de la descendance de parents qui diffèrent par deux caractères (deux couples d'allèles)
Résultats statistiques :

1. Dihybridisme avec dominance :

- En F_1 : tous les hybrides sont semblables entre eux et ressemblant à l'un des parents. F_1 est uniforme (homogène)
- En $F_2 = F_1 \times F_1$: on obtient 4 classes phénotypiques dans les proportions de **9.3.3.1** (le rapport des différents nombres avec le plus petit nombre donne ces proportions dans le cas du dihybridisme avec ségrégation indépendante)

2. Dihybridisme sans dominance (= codominance)

Chaque parent possède un allèle dominant et un allèle récessif :

- En F_1 : 100% d'hybrides semblables entre eux et ne ressemblent à aucun parent

- En $F_2 = F_1 \times F_1$: on obtient 4 classes phénotypiques dans la proportion de **9.3.3.1**

❖ **Dominance pour un caractère et codominance pour l'autre :**

- En F_1 : 100% d'hybrides ne ressemblant à aucun parent (phénotype intermédiaire d'une part et dominant d'autre part)
- En F_2 : 6 classes phénotypiques dans les proportions de **6.3.3.2.1.1** (ségrégation indépendante)

❖ **Codominance pour les deux caractères :**

- En F_1 : 100% d'hybrides ne ressemblant à aucun parent (phénotype intermédiaire)
- En F_2 : 9 classes phénotypiques dans les proportions de **4.2.2.2.2.1.1.1.1**

BACK-CROSS :hybride F_1 x parent récessif donne 4 classes équiprobables à ¼ (=à 25%).

NB : dans le dihybridisme le génotype des individus s'écrit avec 4 lettres, celui des gamètes 2 lettres ; un individu homozygote fournit un seul type de gamètes (à 100%), un dihétérozygote fournit 4 types de gamètes (à 25% chacun), un homohétérozygote donne deux catégories de gamètes à 50% chacune

3. Lois de Mendel:

a. Première loi de Mendel:

Dans le monohybridisme comme le dihybridisme avec ou sans dominance, la première génération F_1, présente seulement le (les) caractère (s) dominant (s).

Il ya donc une uniformité de F_1. **C'est la loi d'uniformité des hybrides de la première génération F_1 appelée première loi de Mendel (notion de caractère dominant)**.

b. Deuxième loi de Mendel:

En inspectant les F_2 provenant du croissement de $F_1 * F_1$, Mendel constate que les caractères présents chez l'hybrides (lisse ou ridée, blanche ou rouge) sont transmis à la descendance séparément (ségrégation) l'une de l'autre. Il ya alors une disjonction ou ségrégation ou séparation des caractères chez l'hybrides de la deuxième génération F_2.

Sinon Lisse serait toujours associé à Jaune et ridée serait toujours verte.

Mais contre toute attente, on observe des (Lisse, verte) mais aussi (ridée, Jaune).

C'est la loi de disjonction des caractères chez les hybrides appelée seconde loi de Mendel

c. Troisième loi de Mendel:

Dans le cas du dihybridisme avec linkage, on constate que les caractères présents sur le même chromosome sont interdépendance c'est-à-dire transmis solidairement:

C'est la loi d'interdépendance des caractères appelée troisième loi de Mendel.

Cette loi est attribuée, à tort, à Mendel, car en réalité la découverte a eu plus tard.

4. Interprétation chromosomique des lois de Mendel:

Enfin, en 1933, Thomas Hunt Morgan démontre que les gènes sont des unités des chromosomes, situées à des places bien précises (locus) sur ces derniers.

Ainsi, chaque caractère visible d'un être vivant est déterminé par un ou plusieurs gènes. Les gènes sont portés par les chromosomes qui se trouvent à l'intérieur des cellules. Chaque gène détermine un caractère précis, de la même façon que dans le langage, un mot a un sens précis et pas un autre.

Les chromosomes portant les facteurs héréditaires sont au nombre de deux**: les autosomes et les gonosomes.**

Si le gène est situé sur un autosome (chromosome non sexuel) on parle d'hérédité **autosomale**

Si le gène est situé sur un gonosome (chromosome sexuel ou hétérochromosome) on parle d'hérédité **gonosomale** ou lié au sexe.

a. Hérédité autosomale:

Les gènes sont portés par les autosomes, chromosomes non sexuels et les résultats ne varient pas en fonction du sexe.

b. Hérédité gonosomale:

Les gènes sont portés par les gonosomes, chromosomes sexuels et les résultats varient en fonction du sexe.

5. Analyse des résultats statistiques non conformes à la ségrégation indépendante des caractères:

a. Linkage:

Le linkage est le groupement de deux ou plusieurs gènes voisins sur le même chromosome et transmis solidairement.

Le linkage peut siéger sur un chromosome somatique ou sur un chromosome sexuel.

b. Crossing-over:

Morgana mis en évidence des échanges d'allèles (formes différentes d'un gène) entre chromosomes d'une même paire (phénomène d'enjambement, ou crossing-over).

6. Principe d'établissement d'une carte factorielle:

En confrontant deux à deux tous les gènes connus portés par un chromosome donné, Morgan et ses élèves ont pu établir la carte factorielle ou carte génétique de ce chromosome. Le crossing-over permet de trouver la distance entre les gènes sur un chromosome et établir la carte. On calcule le pourcentage de recombinaison ou taux d'enjambement.

On détermine la distance entre les gènes, elle correspond au nombre qui exprime le pourcentage de recombinaison et est exprimée en unité centimorgans (CM)

On place sur un chromosome les gènes et la distance qui les sépare.

Distance en centimorgans

$$\% R = \frac{\text{Nombre de gamètes récombinés}}{\text{Nombre total de gamètes}} \times 100$$

7. Les brassages génétiques:

a. Brassage intra-chromosomique (entre deux chromosomes d'une même paire)

Le brassage intra chromosomique ou le crossing-over ou enjambement se déroule pendant la méiose au moment de leur séparation, les chromatides des deux chromosomes homologues échangent accidentellement des segments.

b. Brassage inter-chromosomique (entre des chromosomes différents)

Les chromosomes d'origine paternelle et ceux d'origine maternelle se mélangent et provoquent un brassage au cours de la méiose.

8. La diversité génétique et l'unicité des individus.

1. La nature du génome (chez les procaryotes et chez les eucaryotes)

a. La nature du génome chez les procaryotes (bactéries et virus):

Les bactéries sont des Procaryotes. Elles ne possèdent pas d'enveloppe nucléaire. Leur matériel génétique comprend un chromosome unique fait d'une longue chaîne d'ADN refermée sur lui-même, auquel s'ajoute parfois de petites chaînes d'ADN appelées plasmides. La bactérie la plus utilisée par les généticiens est le Colibacille, Escherichia coli dont le chromosome renferme quelques trois millions de paires de bases et mesure près de 1 mm en longueur.

Les virus, caractérisés par une structure infra cellulaire, ne possèdent pas toutes les propriétés des êtres vivants. Ce sont des parasites obligatoires des cellules animales, végétales ou bactériennes. La particule virale, ou virion, comprend essentiellement une chaîne d'ADN (plus rarement d'ARN) entourée d'une capside protéique. Au moment de l'infection, la chaîne d'ADN pénètre seule dans la cellule hôte où elle se réplique un grand nombre de fois tout en programmant aux dépens de la victime un nombre équivalent de capsides.

b. La nature du génome chez les eucaryotes:

Chez les **Eucaryotes**, la structure des chromosomes est plus complexe et la longueur totale des chaînes d'ADN est beaucoup plus grande. Chez l'Homme, le nombre de paires de bases serait de 3 à 4 milliards pour une longueur totale de 1mètre. Une telle information suffit théoriquement pour coder plus de 3 millions de protéines, alors que le nombre de celles-ci, difficile à évaluer, semble compris entre 30.000 et 150.000. Une fraction importante de l'ADN demeure donc inutilisée, ce qui, dans l'état actuel des recherches, n'a pu être expliqué.

2. La diversité et l'unicité des individus.

Les brassages inter et intra chromosomiques qui se déroulent à la méiose et à la fécondation créent de nouveaux assortiments d'allèles (nouveaux gènes) à l'origine de l'unicité génétique des individus sur laquelle joue la sélection naturelle.

Ces brassages est à l'origine de la diversité des individus. On estime généralement qu'un homme pris au hasard est hétérozygote au niveau de plusieurs millions de locus. Il est pratiquement impossible que deux (2) individus, même s'agissant de deux (2) enfants d'un même couple héritent d'un gène identique. Chaque individu est généralement identique.

3 SOUS-CONCEPT 3: DIVERSITE GENETIQUE D'UNE POPULATION

SITUATION PROBLEME :

Les gènes sont les sous unité d'information génétique disposés de manière linéaire sur les chromosomes. L'ensemble des chromosomes, groupés par paires et par ordre de tailles décroissant, constitue le caryotype d'un individu. Certains gènes occupent le même emplacement ou locus sur le chromosome homologue : ce sont des gènes allélomorphes.

Les informations génétiques peuvent être identiques ou différents et relatives au même caractère. Elles déterminent l'expression de caractères. Leurs diversités est à l'origine de la diversité génétique au sein d'une même population. Face à ces observations, on peut se demander

- **Comment se manifeste la diversité génétique au sein d'une population?**
- **Comment évolue la diversité génétique à l'échelle des populations ?**

LES ACTIVITES

A. Le polymorphisme au sein d'une population

Activité 1 **Observation de la variabilitéphénotypique**

1) Les travaux de Mendel

Grégor Mendel, moine autrichien, père de la génétique, croise deux variétés de pois. Il s'est assuré par des cultures répétées que celles-ci sont de races pures, pour les deux caractères étudiés. Les caractères choisis concernent :
– la couleur de la graine : jaune ou verte ;
– la forme de la graine : lisse ou ridée.
Il croise une variété à graines lisses et jaunes avec une variété à graines ridées et vertes. Après fructification, l'examen des gousses montre qu'elles contiennent des graines hybrides lisses et jaunes. Ces dernières constituent la première génération ou F_1.
Tous les individus de F_1 sont donc identiques.
Il sème les graines de F_1 et laisse les fleurs s'autoféconder. Après fructification, il récolte les graines de la génération F_2. Il constate qu'il y a quatre types de graines, donc quatre phénotypes :
– des graines lisses et jaunes ;
– des graines lisses et vertes ;
– des graines ridées et jaunes ;
– des graines ridées et vertes.

Document 1 : description des travaux de Mendel et de ses résultats.

2) Un cas de variabilité phénotypique chez les escargots



3) Un cas de polymorphisme observé chez l'Homme : le cas du système ABO

Le polymorphisme existe également au niveau biochimique. Les différences phénotypiques observées au niveau de la population sont dues à l'existence d'enzymes différentes codées par des allèles du même gène qui est donc polyallélique.

À titre d'exemple :

– Le gène ABO gouverne la synthèse d'une enzyme régissant l'une des étapes de la synthèse des marqueurs membranaires du système du groupe sanguin ABO.

– Les gènes du système HLA codent les protéines présentes dans la membrane de toutes les cellules nucléées de l'organisme.

– Le gène C.F.T.R. code une protéine membranaire qui régit la perméabilité membranaire.

– Le gène alpha antitrypsine (αAT) inactive une protéase destructrice du tissu pulmonaire.

– Le gène L.H. code la protéine L.H. (Hormone luthéinisante) intervenant dans la reproduction.

Un gène est dit polymorphe, lorsqu'il possède plusieurs allèles ou lorsqu'il existe deux allèles de ce gène ayant une fréquence supérieure à 1 %.

Gène	αAT	ABO	HLA	CFTR (certains allèles de la mucoviscidose)	LH
Nombre d'allèles	> 75	> 30	41	environ 400	4
Fréquence allélique (%)	M*1 : 20-43 M1 : 44-59 M2 : 14-19 M3 : 10-11 S : 2-4 Z : 1-2 Null 1 : traces Null 2 : traces	**A : 28,5** A101 : 4,4 A102 : 23,4 A103 : 0,2 A104 : 0,1 **B : 27,1** B101 : 26,3 B102 : 0,6 B103 : 0,2 **O : 44,5** 0101 : 19 0102 : 0,6 0103 : 0,2 0201 : 23,5 0202 : 1 0203 : 0,2	A1 : 14,6 A2 : 20,9 A3 : 13,6 A11 : 5,7 A23 : 2,8 A24 : 9,5 A25 : 2,5 A26 : 4,2 A28 : 5,5 A29 : 6,1 A30 : 2,1 A31 : 3,4 A32 : 4,2 AW33 : 2,8 AW34 : 0,6 AX : 1,1 Ablk : 0,8	Le plus fréquent : 98,7 DF508 : 1 Tous les autres : G85E, G542, G458V, V520F... : 0,3	Allèle fonctionnel 99,99 G236-237 T288C : 0,01

AX : un ou plusieurs allèles en cours de définition. Ablk : fréquence d'allèles non détectée.

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

Observe le document 1

1. Combien de niveaux de population se dégage –t-il de cette expérience de Mendel?

2. Quels sont les allèles et les phénotypes de chacune d'elles ?

3. Compare la population de F_1 à celle de F_2. Tire une conclusion à cette comparaison

4. La population de F_2 est polymorphe: par un croisement simple entre les individus de F_1, expliques le polymorphisme observé en mettant un accent sur le brassage chromosomique lors de la formation des gamètes et l'amplification de ce brassage pendant la fécondation.

Observe attentivement le document 2

5. Relève les différents caractères que présente cette population.

6. Dégage les différents allèles relatifs à chacun de ces caractères.

7. Pourquoi cette population est-elle qualifiée de polymorphe ?

Observe le document 3

8. Analyse le document 3 et indiques les gènes polymorphes et les gènes polyallèliques.

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

B. Variation des frequences alleliques au sein d'une population

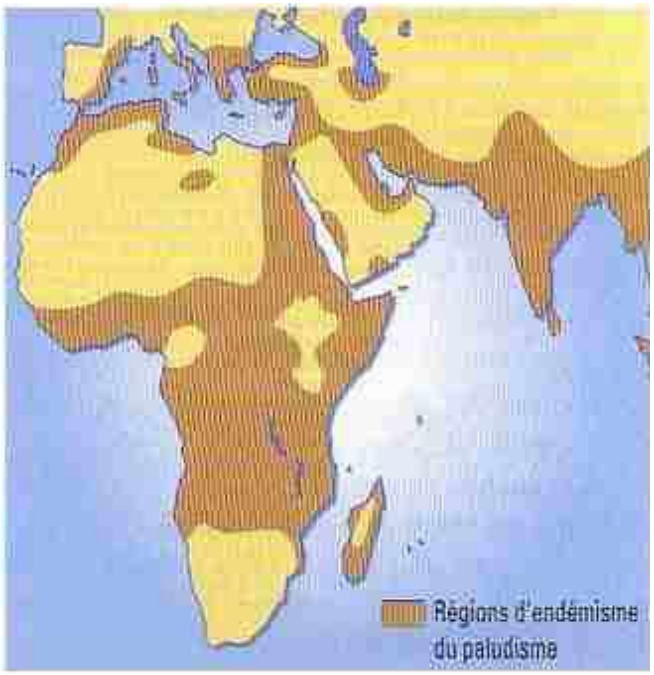
Activité 1 **Influence de la sélection naturelle sur les variations des fréquences alleliques**

La drépanocytose ou anémie falciforme est une anomalie qui atteint de nombreux individus en Afrique. Le gène codant la synthèse de l'hémoglobineexiste sous deux formes alléliques A et S. l'allèle A code la synthèse de l'hémoglobine A (HbA). L'allèle S code la synthèse de l'hémoglobine S (HbS).

Les individus dont le génotype s'écrit A//A sont des sujets normaux homozygotes. Chez ces derniers, les deux allèles A et S (codominants) s'expriment, et dans leurs hématies se trouve soit l'hémoglobine A, soit l'hémoglobine S. ces sujets ne présentent aucun signe caractéristique de la drépanocytose, ils sont apparemment normaux. Une minorité de sujets possède uniquement de l'hémoglobine S. toutes les hématies sont falciformes. Ces individus sont homozygotes et leur génotype s'écrit S//S.

Ils se reproduisent difficilement d'où la fréquence faible de l'allèle S, moins de 5 %. En plus, ces individus atteignent difficilement l'âge adulte et présentent des difficultés à mener une vie normale.





Le paludisme est causé par un micro-organisme protozoaire : le plasmodium dont le vecteur est l'anophèle femelle.

Transmis d'un individu à l'autre après piqure par l'anophèle, le plasmodium entre dans les hématies et s'y développe provoquant ainsi la destruction de ces dernières.

Le plasmodium se nourrit d'hémoglobine. Les individus A//S résistent mieux au plasmodium responsable du paludisme que les individus A//A

	Nombre total d'individus décédés de paludisme (n)	% d'hétérozygotes dans la population (p)	Nombre de décès d'hétérozygotes attendus (n x p)	Nombre de décès d'hétérozygotes observé
Kinshasa (RDC)	23	26	6	0
Katanga (RDC)	21	29	6,1	1
Ibadan (Nigeria)	27	24	6,5	0
Accra (Ghana)	13	8	1	0
Kampala (Ouganda)	16	19	3	0

Résultats d'une étude relative au nombre de décès causés par le paludisme dans quelques villes africaines.

Document 6 : espérance de vie des individus hétérozygotes A//S en cas de paludisme.

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

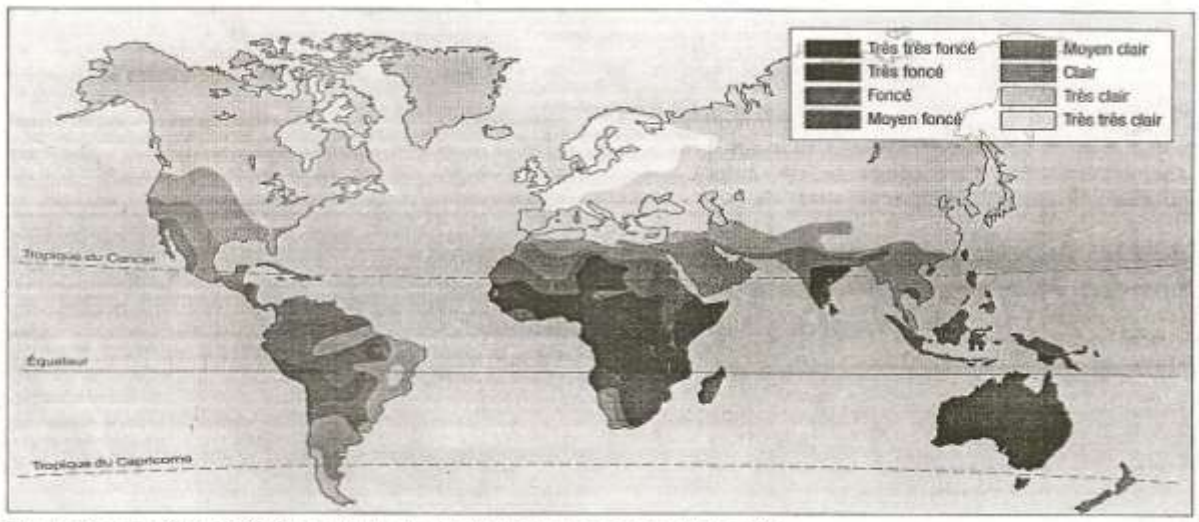
1) **Relève les régions du monde ou sévit la drépanocytose.**
2) **Quel est le continent le plus touché ?**
3) **Compare la carte de la distribution de la drépanocytose à celle du paludisme. Que constates-tu ?**
4) **Explique pourquoi la fréquence de l'allèle S (HbS) est supérieure à 14 % dans les régions ou sévit le paludisme**
5) **Etablis une relation entre les régions ou la fréquence de l'allèle S est élevée et les facteurs de l'environnement**

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Activité 2 Influence des migrations sur la variation de la fréquence alléliques

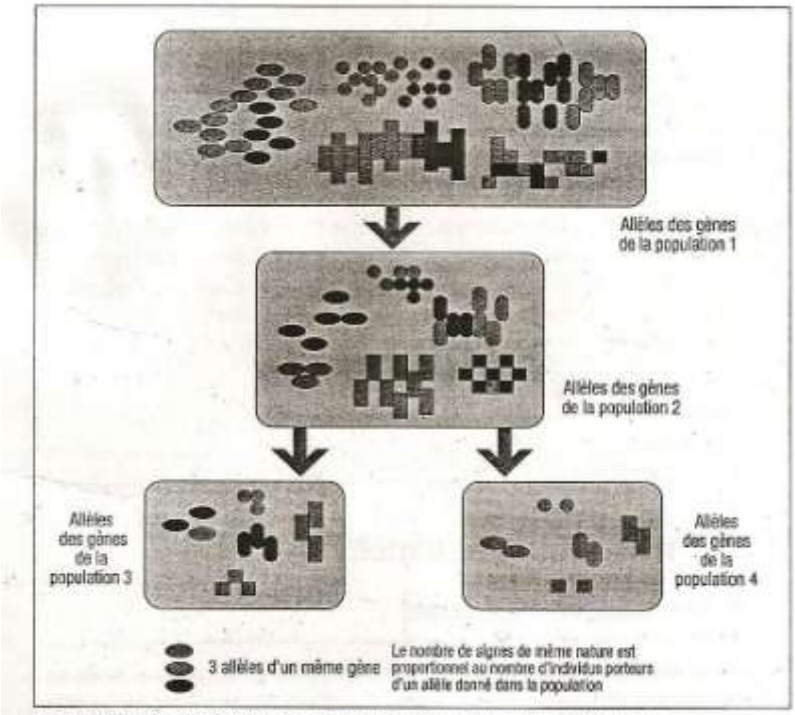
La couleur de la peau résulte de la présence de divers pigments. Le plus important de ces derniers est la mélanine, molécule de couleur brun foncé présente dans la peau. La quantité de mélanine et sa répartition dans les cellules de la peau déterminent la couleur de cette dernière : les peaux foncées résultent des pigments de grosses tailles et dispersés dans les cellules. Les peaux plus claires résultent des pigments plus petits et regroupés dans les cellules. Le document 7 montre la répartition de la couleur de la peau dans le monde avant 1942. Cette répartition est contradictoire à l'histoire du peuplement de la terre. On estime également qu'a cette époque,il y' aurait déjà une continuité dans les variations de la couleur de la peau depuis les zones intertropicales jusqu'aux latitudes élevées. On a l'impression qu'il y' a homogénéisation de la couleur de la peau au sein des populations humaines. Ce constat ne peut être expliqué que par les migrations.



Document 7 : répartition des couleurs de la peau dans le monde avant 1942.

L'histoire de l'humanité nous révèle que des groupes d'individus pour des raisons diverses (famine, conflits, catastrophes etc.) avaient été amenés à se séparer des populations plus vastes auxquelles elles appartiennent. Le document 8 illustre l'influence que ces migrations ont sur la variation génique de la population.

On considère une population de départ ou population mère P1. Un petit groupe d'individus se sépare de cette population, migre vers un territoire isolé de celui de P1 et fonde une nouvelle population P2.
Le petit groupe isolé est appelé groupe fondateur ou population fondatrice. Les allèles présents dans ce groupe représentent un échantillon de ceux de la population P1. C'est à partir du pool génétique particulier de la population que se forme le pool de la population P2.
De la même manière, c'est-à-dire par migration, nous pouvons obtenir à partir de la population P2, deux populations filles P3 et P4 ?



Document 8 : explication des diversités génétiques des populations.

A chaque génération, un échantillonnage d'allèles est transmis au hasard parmi la variété infinie des combinaisons possibles. Cette sélection des allèles au hasard d'une génération à la suivante est appelée « dérive génétique ». Elle peut encore être définie comme étant une variation des fréquences alleliques et génotypiques d'une génération à la suivante à une petite population. La dérive génétique et l'effet fondateur ne sont pas importants que si les populations séparées demeurent isolées les unes des autres.

CONSIGNE : **A partir de l'exploitation des documents 7 et 8 ci-dessus et des figures y afférant**

1) **Etablis une relation entre la latitude et la variation de la couleur de la peau.**
2) **Explique l'influence des migrations sur la variation de la couleur de la peau.**
3) **Compare le pool génétique de la population mère à celui de la population P2 au niveau du document 8**
4) **Compare le pool génétique de la population P2 à celui des populations P3 et P4.**
5) **Calcul la fréquence alleliques de la population P1 et de la population P2, compare les. Trouve une explication au constat fait après comparaison.**
6) **Explique l'absence de certains allèles caractéristiques de la population P1 dans les populations P2**

SYNTHESE PARTIELLE :

SYNTHESE GENERALE : BILAN DES ACTIVITES

I. La diversité génétique au sein d'une population

On appelle population, un ensemble d'individus appartenant à la même espèce, vivant dans un espace défini (biotope) et susceptibles de se croiser entre eux.

Les chênes d'un massif forestier, les Carpes d'un étang constituent des populations.

Toute population est formée de nombreux génotypes présentant entre eux tous les degrés d'hybridation (croissement).

On est ainsi conduit à définir un génome collectif, ou pool génétique, dont chaque individu ne possède qu'une partie.

Chez les individus à reproduction sexuée, le brassage génétique qui a lieu pendant la formation des gamètes et la fécondation aboutit à la diversité génétique au sein des populations. Par conséquent, le brassage génétique a pour finalité l'unicité génétique de l'individu. La présence, dans une population à reproduction sexuée, d'individus génétiquement identiques (vrais jumeaux) en est une exception.

La variation des phénotypes au sein d'une population c'est-à-dire, la présence au sein d'une population d'individus de phénotypes différents est déterminée par la diversité génétique appelée polymorphisme. Le polymorphisme existe aussi bien au niveau morphologique qu'au niveau biochimique. Ces différences phénotypiques sont dues à l'existence des enzymes différentes, codées par des allèles différents du même gène. Un gène de ce type est qualifié de gène polyallélique, il est donc polymorphe.

La plupart des gènes existant dans une espèce donnée sont uniques (1 seul allèle). En s'exprimant ils sont traduits en une protéine qui se retrouvera identique chez tous les individus de l'espèce considérée: ces gènes sont des gènes monomorphes

Quelques gènes peuvent exister sous plusieurs formes qu'on appelle les allèles: c'est ainsi que dans le système ABO des groupes sanguins, le gène responsable existe sous deux formes alléliques: A et B. Ces gènes sont polymorphes

II. La variation des fréquences alleliques au sein d'une population

Chaque gène présent dans la collectivité a une fréquence relative dont la valeur est une donnée statistique caractéristique de la population.

Un locus est réellement polymorphe s'il existe au moins 2 allèles mais aussi que l'allèle le moins fréquent a une fréquence **≥ 0,05**

On peut alors calculer le **taux de polymorphisme (P)** = $\frac{\text{Nombre de locus polymorphes}}{\text{Nombre de locus étudiés}}$

1. L'influence de la sélection naturelle sur la variation des fréquences alléliques

La sélection naturelle est un phénomène par lequel certains individus de certaines espèces survivent et d'autres sont éliminés, et qui conduit à une évolution et à la conservation des caractéristiques adaptatives de ces espèces. Charles Darwin et Alfred Russel Wallace ont reconnu les premiers, chacun de son côté, l'importance de la sélection naturelle. Ils ont comparé le mécanisme de cette sélection à la culture de souches de plantes soigneusement choisies qui, au cours de leur développement, modifient leur matériel génétique et s'adaptent à l'environnement pour survivre et se multiplier avec un taux de réussite variable. Herbert Spencer définit ce phénomène en une formule célèbre : « la survie du plus apte ». La fréquence allélique ou proportion d'un allèle dans une population est le rapport du nombre de cet allèle sur le nombre d'allèles de l'ensemble des individus de la population pour le gène considéré. La sélection naturelle est l'avantage pris par certains génotypes par diminution relative de la fécondité et/ou de l'espérance de vie d'autres génotypes de la population, sous l'influence des facteurs du milieu. Cela revient à dire que dans une population donnée, seuls les individus les plus aptes, les plus avantagés par leurs génotypes survivent dans un milieu déterminé. S'agissant par exemple du cas de la drépanocytose, beaucoup de drépanocytaires homozygotes (S/S) meurent précocement. Cependant, chez les populations

africaines où sévit le paludisme, la fréquence de l'allèle S atteint presque 15%. L'explication réside dans le fait que les individus A/S résistent mieux au parasite du paludisme que les individus A/A. Ils ont donc une probabilité plus grande de survie dans les régions qui favorisent le développement du plasmodium. Cet avantage des hétérozygotes dans certaines conditions environnementales montre bien que le devenir d'un allèle varie suivant les caractéristiques du milieu de vie de la population. La fréquence des allèles du génotype favorable va augmenter d'une génération à une autre, alors que celle des allèles des génotypes d'individus éliminés par le milieu (ou défavorables) va diminuer d'une génération à une autre. Les facteurs du milieu agissent différemment d'une population à une autre. La sélection naturelle accentue donc les différences alléliques entre les populations. Ce raisonnement explique le fait que le pool de gènes (les gènes et leurs différents allèles d'une population) d'une population lui soit propre.

2. L'influence des migrations sur la variation des fréquences alléliques

Les migrations entre populations distinctes (mais même espèce) créent un transfert plus ou moins important de gènes entre elles, ce qui modifie les fréquences alléliques et amoindrit les différences alléliques entre leurs pools de gènes. En d'autres termes, on assiste à un mélange de pools de gènes qui a tendance à provoquer leur uniformisation. Cette uniformisation des pools de gènes est d'autant plus importante que les populations concernées sont proches géographiquement. Les migrations peuvent aussi être à l'origine de la création de populations nouvelles. En effet, lors de la formation d'une nouvelle population par un petit nombre d'individus constituant la population fondatrice, la totalité des allèles se trouvant dans la population de départ n'est pas présente entièrement dans la population fondatrice. C'est l'effet fondateur ou l'effet fondation. Les prévisions en génétiques humaine ne se limitent pas à calculer la probabilité pour que le futur enfant d'un couple soit détenteur de tel ou tel allèle, mais amènent aussi les spécialistes de la santé à prévenir certaines maladies héréditaires dans la descendance d'une population fortement indexée.

Le fait d'observer des individus aux phénotypes très différents capables de se reproduire justifie le fait que tous les humains appartiennent à la même espèce (Homo sapiens, l'homme qui pense). Toutes les populations humaines partagent les mêmes gènes et les mêmes allèles. Il n'existe pas un gène, un allèle spécifique d'une population donnée.

Les populations diffèrent par la fréquence des allèles. La principale cause de ces différences de fréquences génétiques est la distance géographique. Cela suggère que toutes les populations humaines actuelles dérivent d'une petite population (quelques dizaines de milliers) vraisemblablement africaine (la plus grande diversité alléliques observée). /.

4 SOUS-CONCEPT 4 : QUELQUES ASPECTS DE LA GENETIQUE HUMAINE.

SITUATION PROBLEME :

Un gène, molécule ou portion de molécule d'ADN responsable de la détermination d'un caractère est situé sur un site chromosomique bien précis (locus), possède différentes versions appelées allèles.

La méiose et la fécondation sont deux phénomènes complémentaires dans un cycle de développement et participent à l'obtention d'individus uniques au sein d'une population.

Au sein de la majorité des populations africaines vivant dans les régions où le paludisme est considéré comme une maladie endémique, sévit la drépanocytose (anémie falciforme). Elle se caractérise par la présence dans le sang du malade d'hématies en forme de faucille, déformation due à une hémoglobine anormale ou hémoglobine S.

L'hémoglobine S est déterminée par l'allèle S de la drépanocytose, alors que l'hémoglobine normale A est déterminée par l'allèle A.

Ces deux allèles sont co-dominants (l'allèle normale A domine l'allèle anormale S), les individus hétérozygotes (A/S) pour les deux allèles sont résistants au paludisme par rapport aux homozygotes (A/A) normaux. Les individus homozygotes (S/S) malades sont sujets à des crises très graves d'anémie dont les conséquences socio-économiques au sein des familles concernées sont catastrophiques.

- **Comment déterminer la probabilité d'apparition d'un phénotype comme celui de la drépanocytose dans la descendance d'un couple humain ?**
- **Comment prévenir les maladies héréditaires ?**

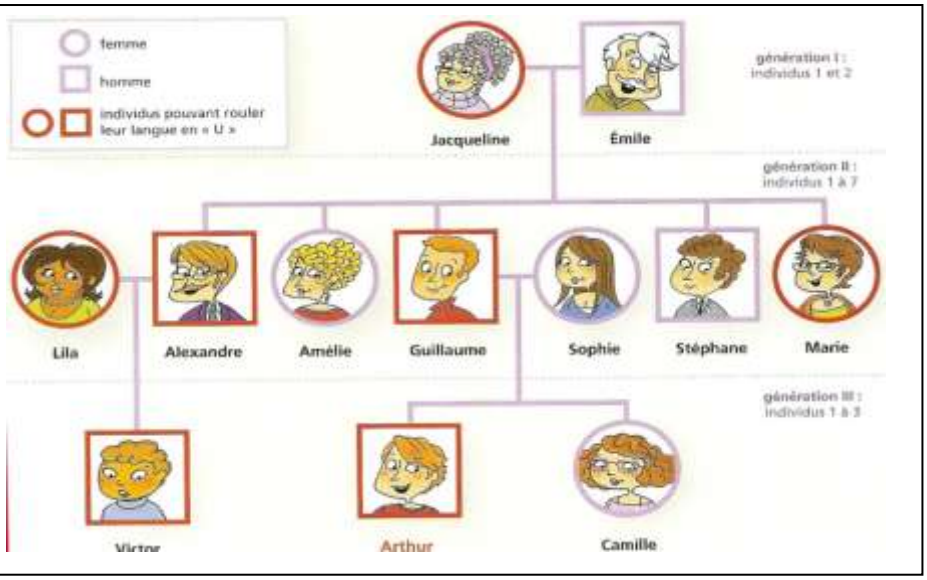
LES ACTIVITES

A. Le mécanisme de la transmission des gènes

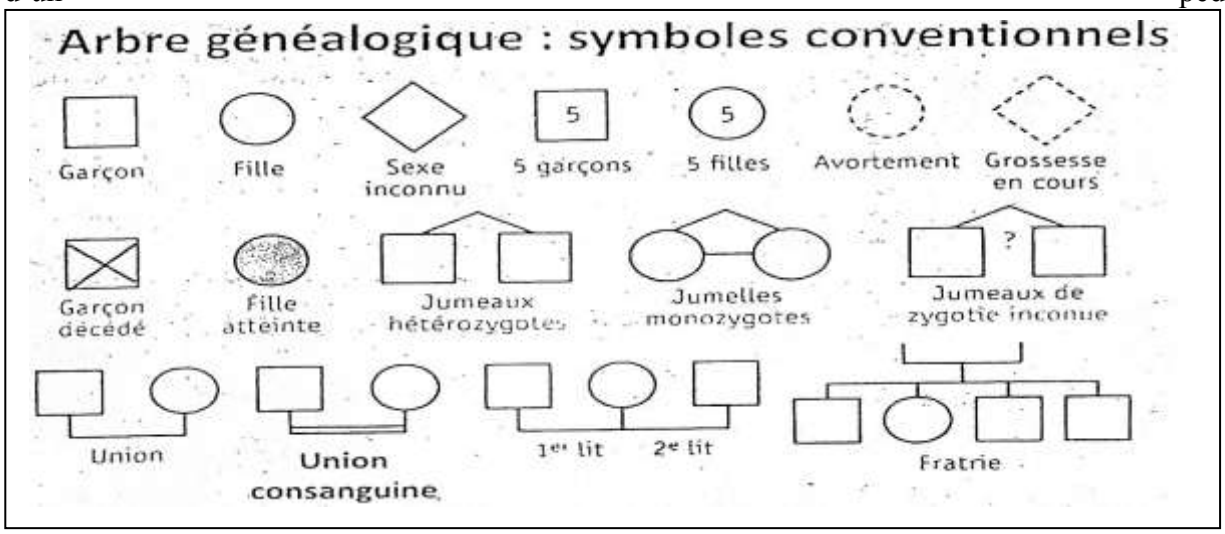
1. Notion d'arbre généalogique

Activité 1 **Observation de l'arbre généalogique d'une famille**

La figure ci-contre présente l'arbre généalogique d'une dans laquelle certains membre peuvent rouler leur langue en « U » et d'autre non. Sur ce pédigrée, on observe la transmission de ce caractère dans trois générations



Le document suivant présenteun certains nombre de signes conventionnels utilisé pour l'élaboration d'un pédigrée



Le daltonisme est une affection caractérisée par la confusion des couleurs (rouge et verte). Cette affection est héréditaire et liée au chromosome X ; l'allèle « d » responsable de cette maladie est récessif par rapport à l'allèle normal « N ».

Un homme daltonien épouse une femme à vision normale. Ils ont trois enfants : John daltonien, Marie daltonienne et Jeanne à vision normale. John qui épouse une femme à vision normale, a trois enfants : un garçon et deux filles tous à vision normale. L'une de ses filles épouse un homme daltonien, elle donne naissance à cinq enfants : trois garçons et deux filles dont aucun n'est daltonien

CONSIGNE : A partir du texte ci-dessus

1. **Représente le pédigrée ou arbre généalogique de cette famille**
2. **Donne le génotype :**
   a. **De la mère de John**
   b. **Du père des enfants de Marie**
   c. **De la femme de John et ceux de ses enfants.**
3. **Explique pourquoi les enfants de John sont à vision normale ?**

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

2. La transmission des caractères liés aux autosomes

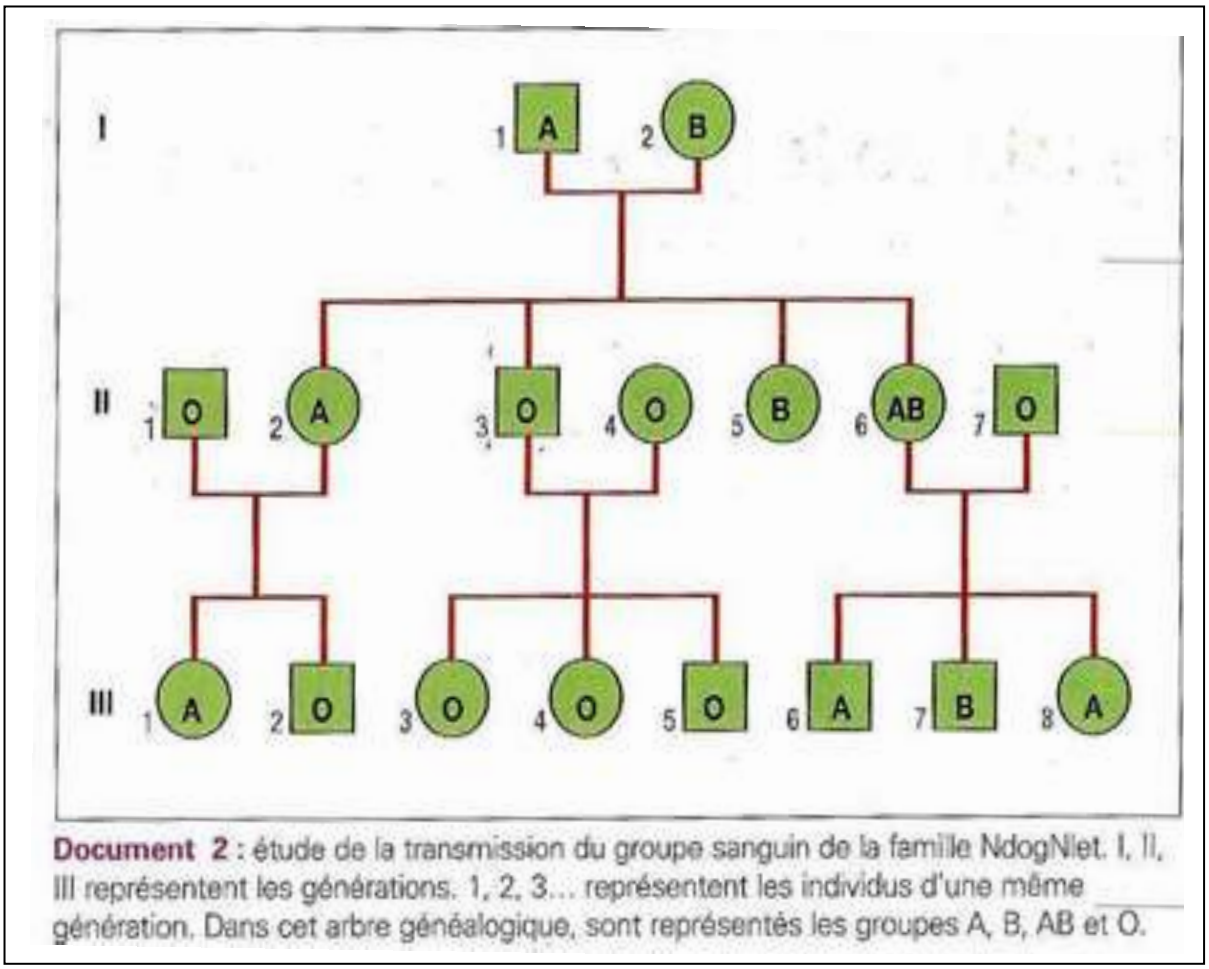
Activité 2 Etude d'un cas de transmission des caractères liés à des autosomes

Le groupe sanguin est un phénotype d'individus humains correspondant à la présence de différents types de glycoprotéines, marqueurs localisés sur la membrane des hématies. Dans la vingtaine de principaux groupes sanguins existants, nous allons nous appesantir sur le système ABO. Dans ce système, il y a (3) trois allèles A, B et O correspondants à un gène. Dans une population le brassage entre ces trois allèles permet d'obtenir quatre phénotypes [A], [B], [AB] et [O].

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.
- Lorsqu'un enfant est sain alors que tous ces deux parents sont malades, alors l'allèle responsable de ce caractère est dominant.
- S'il arrive qu'un enfant atteint ait au moins un de ses deux parents malade: le gène responsable est soit récessif, soit dominant.
- Si le gène est récessif, tout individu atteint est homozygote, ce qui 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 d'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.

Soit l'arbre généalogique suivant :



Document 2 : étude de la transmission du groupe sanguin de la famille NdogNlet. I, II, III représentent les générations. 1, 2, 3... représentent les individus d'une même génération. Dans cet arbre généalogique, sont représentés les groupes A, B, AB et O.

CONSIGNE : A partir de l'analyse de l'arbre généalogique du document 2 et des informations du document 1

1. Détermine les allèles dominants, les allèles récessifs et les allèles codominants du système ABO. (la dominance ou la récessivité est par rapport à un autre allèle).
2. Détermine les génotypes des individus I_1, I_2, II_2, II_3, II_6, III_3 et III_7
3. Calcule la probabilité pour que le couple I_1 et I_2 Ait un enfant du groupe O, du groupe B et du groupe AB.
4. Calcule les proportions phénotypiques de la descendance issue de l'union de l'I_1 d'avec II_2.
5. Quelle est la probabilité pour que le couple II_3 et I_4 ait un enfant du groupe O ?

SYNTHESE PARTIELLE :

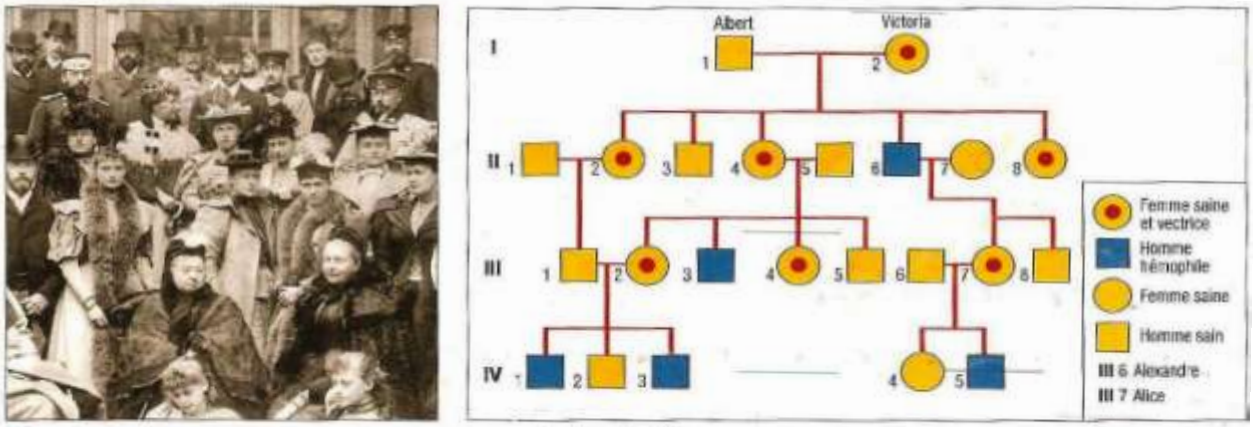
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………

© Ouvrage élaboré par Aboubacar BOUARE & Issa COULIBALY /Professeur de SVT
79198269-65665696/76399806-66279590 Email: iss27coul@live.fr

3. La transmission des caractères liés aux gonosomes ou chromosomes sexuels

Activité 3 Etude d'un cas de caractères liés aux gonosomes ou chromosomes sexu

L'hémophilie est une maladie qui se traduit par un trou de la coagulation du sang. Il est déterminé par un allèle récessif porté par le chromosome X et se manifeste par des hémorragies qui s'arrêtent difficilement.



Document 3 : a. Photographie de la Reine Victoria entourée de sa famille.
b. Transmission de l'hémophilie dans une partie de la famille de la reine Victoria d'Angleterre.

CONSIGNE: Après avoir analysé le pédigrée du document 3

1. **Détermine le sexe touché par cette maladie**
2. **L'allèle responsable de la maladie est- il dominant ou récessif ? justifie ta réponse.**
3. **Explique par des croisements simples dans l'arbre généalogique ci-dessus, que l'allèle responsable de l'hémophilie est gonosomal ou non autosomal**
4. **Trouve la probabilité pour que l'enfant d'Alexandre et d'Alice soit**

a. **Un garçon**
b. **Un malade**

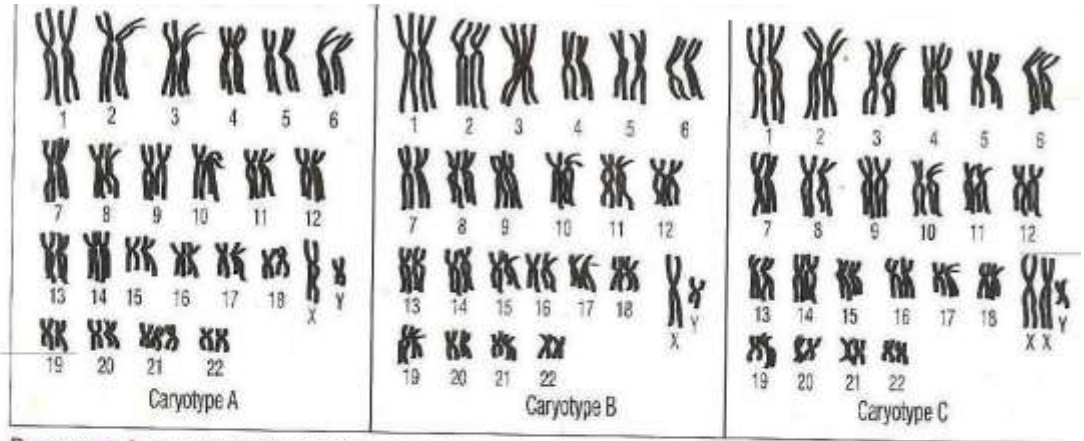
SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

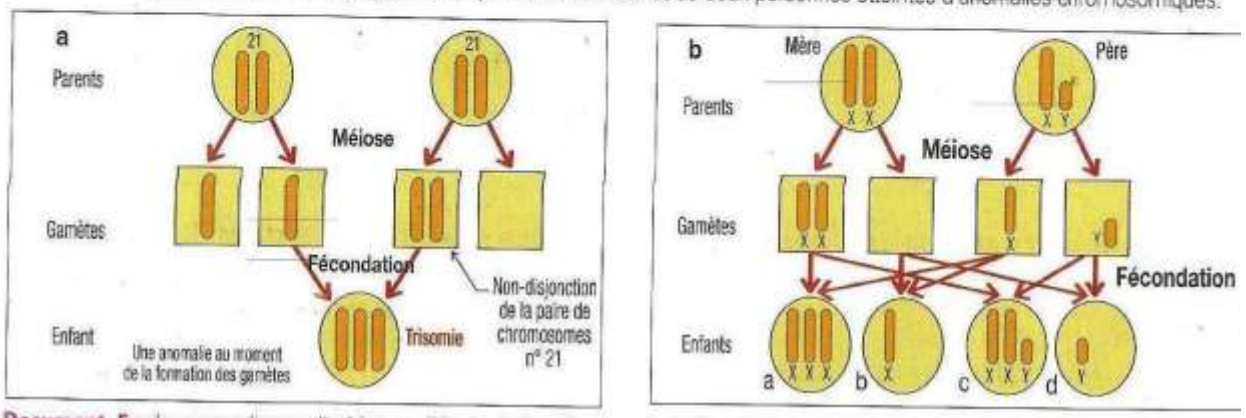
Activité 4 L'identification du caryotype d'un sujet atteint d'une aberration chromosomique

On distingue plusieurs types d'anomalie chromosomiques parmi lesquelles nous pouvons citer les trisomies (syndrome de klinefelter, 21, 18, 19, etc.), les monosomies (syndrome de Turner), etc. le type le plus fréquent dans l'espèce humaine est la trisomie 21. Ces anomalies ont en général, pour cause ou origine la non disjonction des chromosomes au cours de la méiose chez l'un ou chez l'autre des deux parents. La conséquence en est la production chez l'un ou l'autre des deux parents de gamètes possédant pour certain un chromosome surnuméraire et le manque d'un chromosome dans d'autres gamètes.

La plupart de ces anomalies sont éliminées car les embryons formés ne sont pas viables. Ceci constitue d'ailleurs une cause importante d'avortement spontané.



Document 4 : caryotypes d'une personne normale et de deux personnes atteintes d'anomalies chromosomiques.



Document 5 : des anomalies explicables par l'étude de la méiose et de la fécondation.

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

1. **Compare les caryotypes humains A et B, B et C représentés ci-dessus (document 4)**
2. **Détermine le caryotype d'une personne morale et ceux des personnes atteintes d'aberrations chromosomiques.**
3. **Explique à l'aide documents 5a et 5b, l'obtention de chacun des caryotypes anormaux.**

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……

B. Les applications et les implications des connaissances en génétique humaine

Activité 1.B **Les applications et les implications des connaissances en génétique Humaine**

Des techniques de diagnostic prénatal peuvent être envisagées dans le but de découvrir d'éventuelles anomalies avant la naissance.

La première de ces techniques est l'amniocentèse. Elle consiste à prélever du liquide amniotique dans la cavité amniotique, par ponction à travers la paroi abdominale de la mère, sous contrôle échographique afin de réaliser le caryotype et de déceler d'éventuelles anomalies chromosomiques ou génétiques. L'amniocentèse se pratique à partir de la quinzième semaine d'absence des règles. Dans le liquide amniotique se trouvent les cellules du fœtus.

Une autre technique (biopsie du trophoblaste) consiste à prélever un très petit fragment du tissu qui entoure la poche amniotique et le fœtus : le trophoblaste qui va devenir le placenta au cours du premier trimestre de grossesse. Une autre technique consiste à prélever le sang fœtal dans le cordon ombilical (doc 6). Le prélèvement est réalisé sous échographie vers 18 à 20 semaines de grossesse.

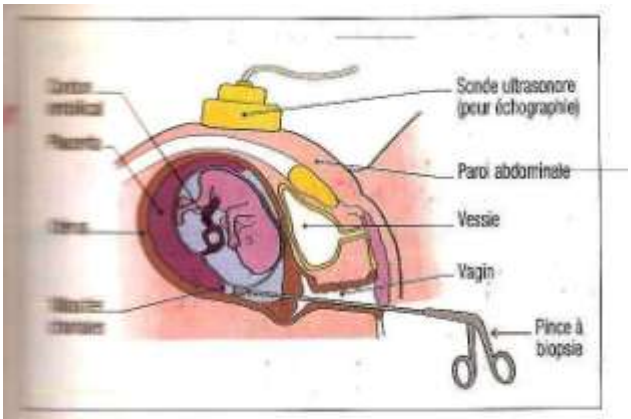
Enfin, une autre technique, la biopsie de villosité choriales la plus récente peut être utilisée. Elle consiste à prélever les amas cellulaires.

La phénylcétonurie

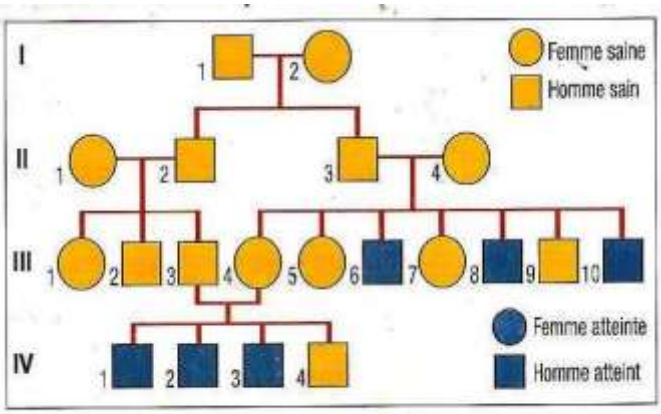
La phénylcétonurie (PCU) est une maladie héréditaire due à un allèle codant pour une forme non fonctionnelle de la phénylalanine hydroxylase, une enzyme qui transforme la phénylalanine en tyrosine. Faute de sa transformation correcte, la phénylalanine est métabolisée en sous-produit, l'acide phénylpyravique, éliminée dans les urines. Cette substance serait responsable de l'arriération mentale (troubles psychomoteurs) qui caractérise cette maladie.

NB : un régime alimentaire spécifique permet d'éviter l'arriération mentale qui résulte des troubles métaboliques.

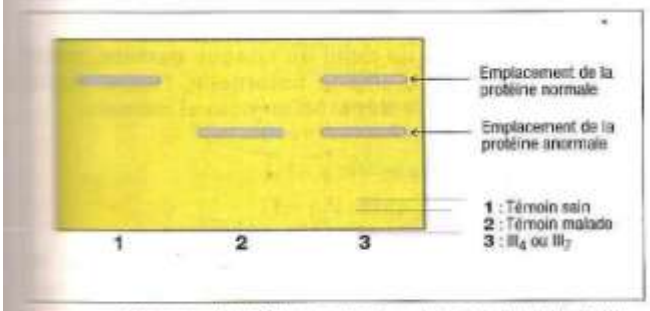
Le gène impliqué dans la maladie s'exprime dans l'embryon. Il gouverne la synthèse des protéines. Ces dernières peuvent donc être étudiées. On peut en particulier rechercher les protéines anormales codées par l'allèle responsable de la maladie. Ces protéines sont analysées grâce à la technique de l'électrophorèse. C'est un procédé qui consiste à faire migrer les protéines dans un gel sous l'influence d'un courant électrique. Les protéines migrent plus ou moins suivant leur masse. Il suffit ensuite de les repérer grâce à des marques.



Document 7 : prélèvement des villosités choriales sous échographie.



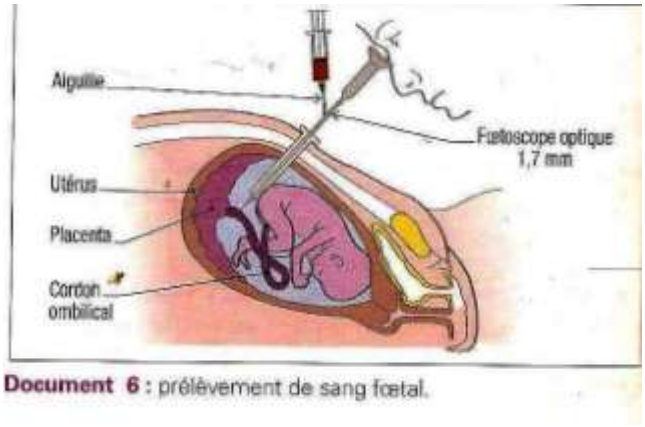
Document 8 : transmission de la phénylcétonurie dans la famille Leg MAHECK



Document 9 : résultat d'électrophorèse des individus III_4 et III_7 du document 8.



Document 10 : dépistage de la phénylcétonurie chez un nouveau-né.



Document 6 : prélèvement de sang fœtal.

CONSIGNE : A partir des documents et des textes ci-dessus

1. **Propose des techniques permettant de diagnostiquer les anomalies chromosomiques à l'origine de certaines maladies héréditaires.**
2. **L'arbre généalogique du document 8 représente une famille dans laquelle circule l'allèle responsable de phénylcétonurie. Quel est le mode de transmission de cette maladie (allèle dominant ou récessif) ? justifie ta réponse.**
3. **L'allèle responsable de cette maladie est-il porté par un chromosome X, Y ou par un autosome ? justifie ta réponse.**
4. **Les enfants III_4 et III_7 ont une teneur en phénylalanine supérieure à la normale. Cette constations est-elle en accord avec le résultat de l'électrophorèse du document 9 ?**
5. **La descendance des parents III_3 et III_4 était-elle prévisible ? justifie ta réponse.**

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

SYNTHESE GENERALE :

I. Mécanisme de la transmission des gènes

A. La transmission par les autosomes, exemple du système ABO :

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

Un agglutinogène est une glycoprotéine enchâssé dans la membrane des hématies. C'est lui qui définit le groupe sanguin. Les individus du groupe O n'ont pas d'agglutinogène sur leurs hématies.

- L'allèle A détermine l'agglutinogène A
- L'allèle B détermine l'agglutinogène B
- L'allèle O est incapable de gouverner la synthèse d'un l'agglutinogène.
- L'allèle O est récessif par rapport aux allèles A et B. les allèles A et B sont codominants.

Pour déterminer la probabilité pour qu'un couple ait un enfant de groupe sanguin O il est nécessaire de faire un échiquier de croisement, sur lequel nous indiquerons la probabilité de formation de chaque type gamète et la probabilité de formation de chaque génotype des individus de la génération concernée.

Exemple : La probabilité de donner un enfant un groupe sanguin O, A, AB, B est de ¼.

- Les phénotypes des parents [A] * [B]
- Les génotypes des parents A//O * B//O
- Gamètes des parents : A/ O/ B/ O/

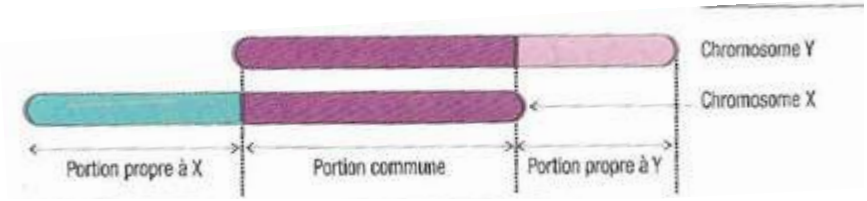
Gamète ♂ / Gamète ♀	**B/ 50% ou ½**	**O/ 50% ou 1/2**
A/ 50% ou 1/2	A//B 25% ou ¼	A//O 25% ou 1/4
O/ 50% ou 1/2	B//O 25% ou ¼	O//O 25% ou 1/4

Il ressort donc de cet échiquier de croisement que la probabilité pour que couple ait un enfant du groupe O est de 25% ou ¼.

Dans cadre de la transmission d'un gène autosomal, la probabilité de sa présence dans les deux sexes est égale.

B. La transmission par les gonosomes, exemple de l'hémophilie transmise par le chromosome X

Les allèles liés à un chromosome sexuel sont plus fréquents dans un sexe et rares dans l'autre sexe.



Une représentation des chromosomes sexuels permet de noter une nette différence entre les chromosomes X et Y (document ci-dessus). Ils possèdent une portion homologue. La transmission autosomale. D'où le nom d'hérédité des gènes situés sur cette portion propre au chromosome Y n'est transmis qu'aux garçons. Les gènes situés sur la portion propre au chromosome X, comme celui qui gouverne l'hémophilie sont transmis aussi bien aux filles qu'aux garçons. L'allèle responsable de l'hémophilie est récessif.

L'hémophilie est donc une maladie héréditaire déterminée par un allèle récessif porte 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 présente dans le plasma. Le traitement consiste à transfuser régulièrement ce facteur plasmatique pour diminuer les risques d'hémorragies.

Un garçon, qui a pour chromosomes sexuels X et Y, possède un génotype qui comporte un seul exemplaire du gène.

X_N Y génotype d'un garçon normal.

X_hY génotype d'un garçon hémophile.

N.B L'allèle porté par X, qu'il soit dominant ou récessif, se manifeste toujours sur le phénotype par ce que Y ne porte aucun allèle pouvant le masquer.

Une fille qui a pour chromosomes sexuels X et Y possède toujours dans son génotype deux allèles du gène.

X_NX_h génotype d'une fille normale vectrice transmet l'allèle hémophilique à sa descendance.

X_hX_h génotype d'une fille homozygote hémophile. Du fait que dans les arbres généalogiques des familles, on ne rencontre pas de fille atteinte d'hémophile, 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 ou plusieurs chromosomes, ou à présence d'un chromosome supplémentaire. C'est le cas de la trisomie 21 ou syndrome de Down et du syndrome de Klinefelter (activité 3).

Une anomalie génétique qu'on décèle dans une famille entraine des réactions variées des personnes intéressées :

- L'anomalie a peu de conséquences sur le futur individu, et rien n'est fait pour limite : les dégâts qui sont presque inexistants ;

- L'anomalie a des conséquences graves sur la vie futur individu. On peut alors selon les cas, envisager un avortement thérapeutique ou des solutions curatives s'il en existe (cas de la phénylcétonurie).

NB : la probabilité pour que l'enfant d'un couple soit atteint d'une maladie héréditaire dépend de la nature de la maladie (allèle récessif, allèle dominant, allèle lié à un chromosome sexuel, etc.) et du degré de parenté des conjoints. Il est démontré que les mariages consanguins (mariage entre les mêmes membres d'une même famille) favorisent la présence des allèles morbides dans leur descendance.

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

- La recherche d'aberration chromosomique par la réalisation de caryotypes fœtus à partir des cellules fœtales prélevées par amniocentèses ou par biopsie. l'amniocentèse consiste à ponctionner du liquide amniotique dans lequel se trouve des cellules fœtales. La biopsie est le prélèvement des villosités choriales (partie essentielle du placenta formée des cellules fœtales).
- 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 utilisé est celle de l'électrophorèse. Elle consiste à faire migrer les protéines dans un gel sous l'influence d'un courant électrique. Les protéines migrent plus ou moins loin selon leur masse. Pour les identifier, on utilise des marqueurs tels que les anticorps.

- La recherche d'une anomalie au niveau d'un gène utilise aussi la technique de l'électrophorèse. Les molécules qui vont migrer dans un gel sont des fragments d'ADN (cas de la drépanocytose).

Conclusion :

Les prévisions en génétique humaine sont des probabilités pour que l'enfant qui va naitre ait un caractère donné. Ce calcul est possible si le caractère est présent dans la famille concernée. Le plus souvent, on ne connait pas le génotype des parents. Pour y accéder, on passe par leur descendance et la prévision repose sur :

- La connaissance du phénotype des descendants
- La dominance ou la récessivité ou la codominance des allèles responsable du caractère
- La localisation du gène sur un chromosome. Ce chromosome peut être un autosome ou un gonosome

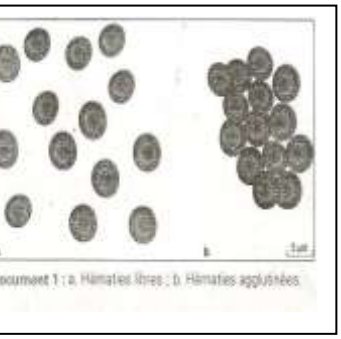
L'utilisation des connaissances en génétique humaine nécessite un contrôle bioéthique.

QUATRIEME PARTIE

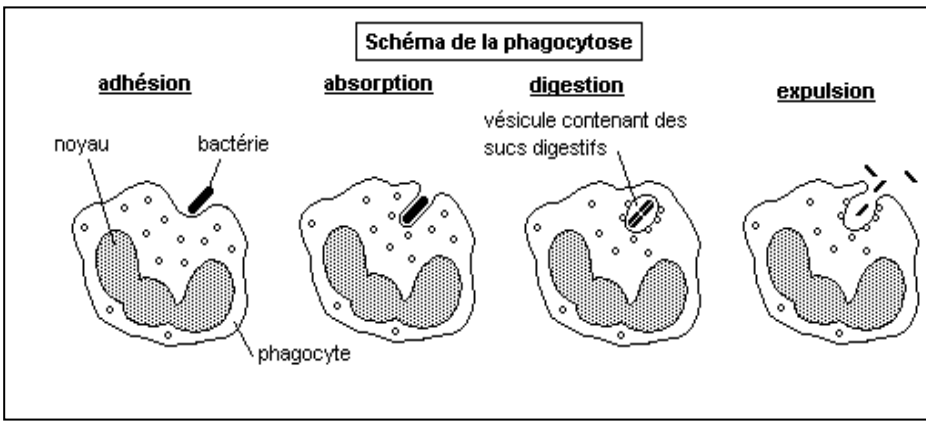
CONCEPT GENERAL :

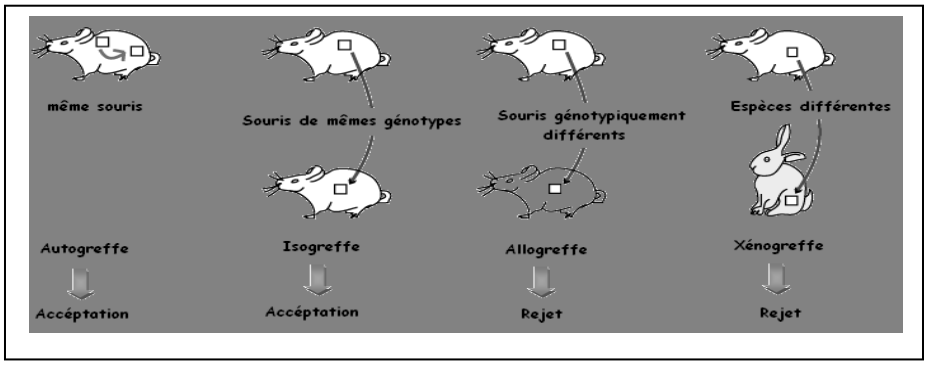
Les mécanismes de l'immunité / 5 semaines

LES SOUS-CONCEPT :



1. ***Le soi et le non-soi*** **(3h)**
2. ***Les bases de l'immunocompétence : les cellules intervenant dans la réponse immunitaire*** **(6h)**
3. ***Le déroulement de la réponse immunitaire*** **(10h)**
4. ***Le dysfonctionnement et les déficiences du système immunitaire*** **(10h)**
5. ***Les aides à la réponse immunitaire*** **(6h)**





© Ouvrage élaboré par Aboubacar BOUARE & Issa COULIBALY /Professeur de SVT
79198269-65665696/76399806-66279590 Email: iss27coul@live.fr

1 SOUS-CONCEPT 1: LE SOI ET LE NON-SOI

SITUATION PROBLEME :

L'organisme humain évolue dans un environnement hétérogène. On y trouve une multitude d'éléments étrangers et qui peuvent être à l'origine de diverses maladies.

Pour maintenir son intégrité, l'organisme mobilise des systèmes de défense qui distinguent ses propres constituants des éléments étrangers.

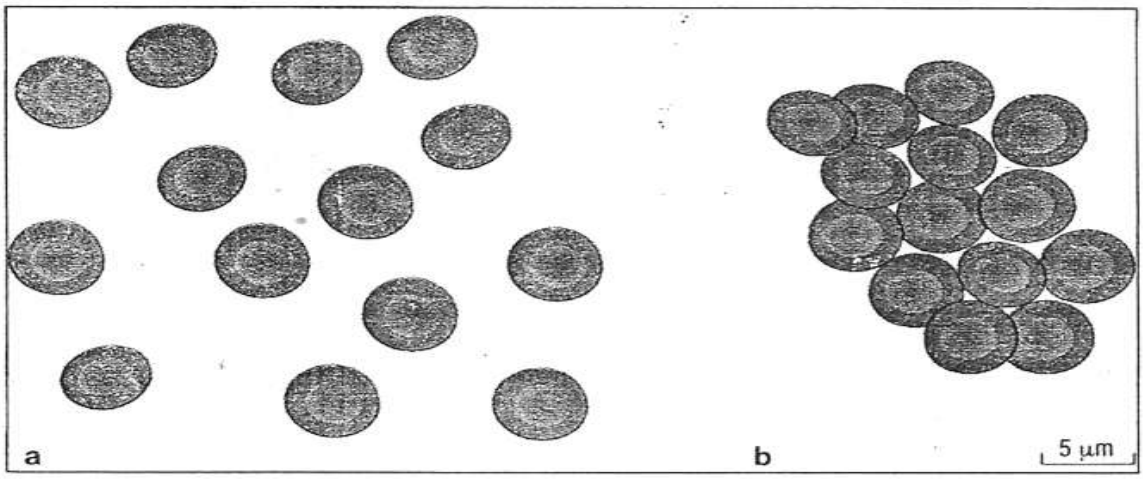
- **Quelle est la nature moléculaire du soi et du non-soi ?**
- **Comment l'organisme distingue-t-il un élément étranger de l'un de ses constituants propres ?**

LES ACTIVITES

A. Mise en évidence des cellules du soi

Activité 1 **Détermination de l'existence à partir de l'agglutination des hématies**

Lorsqu'on mélange in vitro du sang provenant de deux groupes sanguins différents A et B, on obtient l'agglutination des hématies (documents 1 b). Généralement cette agglutination est suivie de la lyse (destruction) des hématies.



Document 1 : a. Hématies libres ; b. Hématies agglutinées.

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 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 sanguin de même nom. Les marqueurs caractéristiques d'une hématie ou de toute autre cellule sont des antigènes.

Lorsque les marqueurs moléculaires d'une hématie sont reconnus le système de défense d'un organisme, celui-ci met en jeu un certain nombre de mécanisme pour éliminer l'élément qui est considéré comme étranger

Il existe des anticorps Anti A, des anticorps Anti B et des anticorps Anti AB. Le tableau du document 2 permet de reconstituer chaque groupe sanguin en déterminant les marqueurs moléculaires de ces hématies et les anticorps de son plasma.

Sérums-tests			Conclusions
Avec agglutinine anti-A	Avec agglutinine anti-B	Avec agglutinine anti-A et anti-B	
●	○	●	Groupe A
○	●	●	Groupe B
●	●	●	Groupe AB
○	○	○	Groupe O

○ Pas d'agglutination ● Agglutination

Phénotypes	Génotypes	Agglutinines = anticorps (dans le plasma)	Agglutinogènes = antigènes sur les hématies
[A]	A//A ou A//O	Anti-B	A
[B]	B//B ou B//O	Anti-A	B
[AB]	A//B	ni Anti-A ni Anti-B	A et B
[O]	O//O	Anti-A et Anti-B	ni A ni B

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

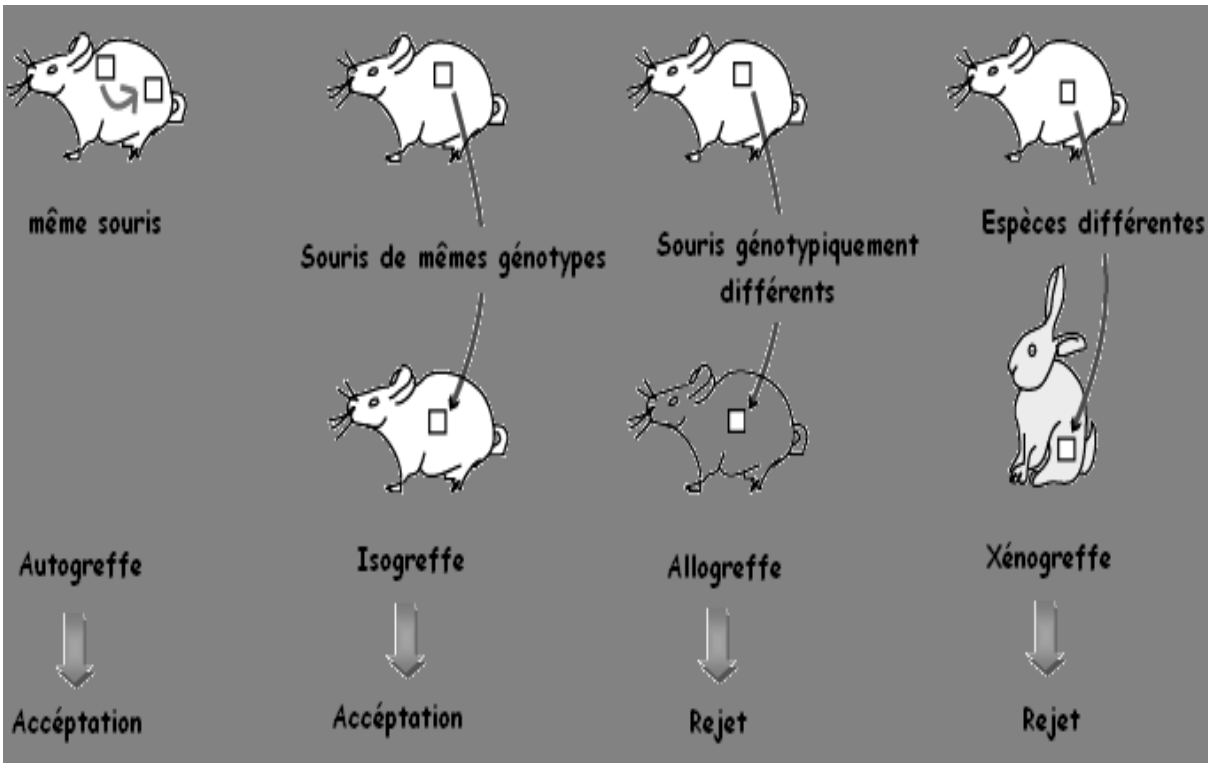
1) **Pour une personne d'un groupe sanguin, détermine les marqueurs moléculaires qui lui sont spécifiques et qui font partie du soi**
2) **Nomme les marqueurs de même type dans le groupe sanguin B.**
3) **Décris ce que déclenche la présence de marqueurs moléculaires du groupe A dans le sang d'une personne du groupe B.**
4) **Pour chaque groupe sanguin du système ABO, détermine les agglutinogènes (antigènes) et les agglutinines (anticorps)**

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Activité 2 Détermination de l'existence du soi à partir des greffes

Pour comprendre le mécanisme des greffes, On a réalisé les expériences ci-dessus :



Par ailleurs, au cours d'une expérience portant sur un échantillon de 40 individus, on réalise une greffe à partir d'un donneur génétiquement différent (allogreffe). Les durées de survie des greffons ont été relevées et groupées dans le tableau (a) du document 3. Trois semaines âpres, on réalise sur 18 individus de cet échantillon, une deuxième greffe de la peau provenant du même donneur que précédemment. Le tableau (b) du document 3 indique les durées de vie relevées. Le rejet de greffe se fait en plusieurs étapes

Durée de survie du greffon (en jours)	Nombre de cas observés
8	14
9	12
10	12
14	2
16	0
17	0
19	0

Tableau a

Durée de survie du greffon (en jours)	Nombre de cas observés
4	9
5	5
6	4

Tableau b

Document 3 : durées de survie des greffons.

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

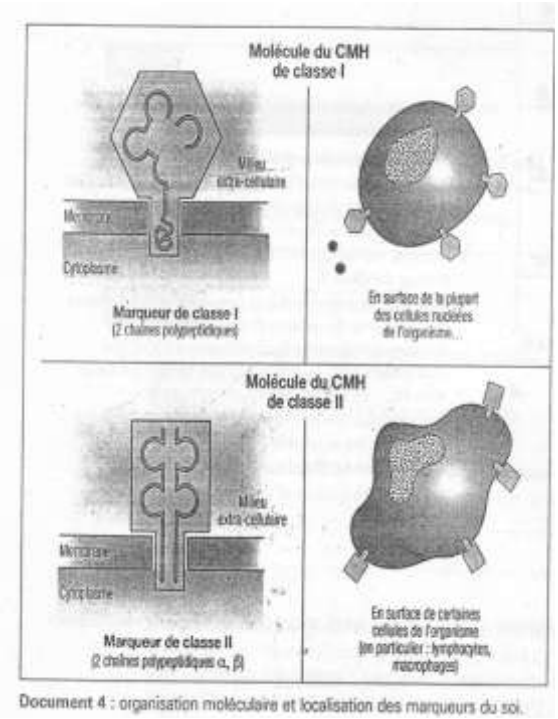
1) **Définis les expressions suivantes : greffes, autogreffes, isogreffes, allogreffes, xénogreffes**
2) **Etablis la différence entre une autogreffe et une isogreffe pour une espèce donnée.**
3) **Explique à l'aide de tes connaissances, pourquoi les autogreffes et les isogreffes de la peau réussissent toujours, alors que les allogreffes ne réussissent pas.**

SYNTHESE PARTIELLE :

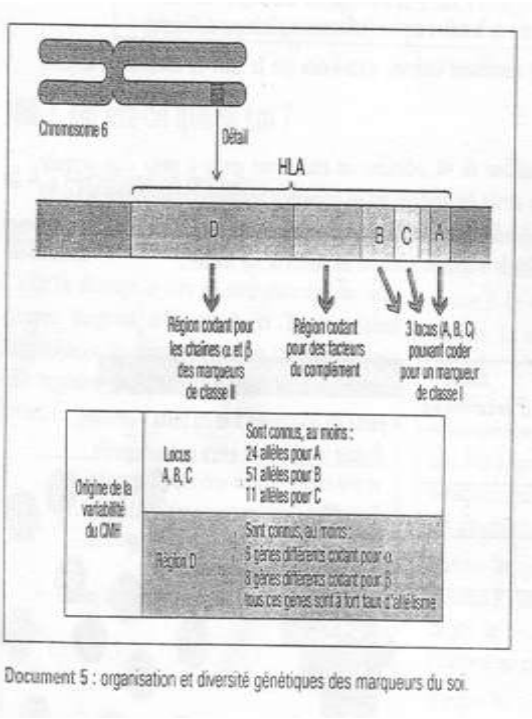
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Activité 3 La nature des marqueurs moléculaires du soi

Chaque cellule de l'organisme possède des marqueurs moléculaires du soi. Ce sont des molécules glycoprotéiques, expressions des gènes polymorphes localisés chez l'Homme sur le chromosome 6. L'ensemble de ces gènes constitue le complexe majeur d'histocompatibilité (CMH) encore appelé Human Leucocyte Antigen (HLA) chez l'Homme.
Les documents 4 et 5 ci-dessus représentent l'organisation moléculaire et la localisation cellulaire des marqueurs du soi d'une part, et d'autre part, l'organisation et la diversité génétique des marqueur du soi



Document 4 : organisation moléculaire et localisation des marqueurs du soi.



Document 5 : organisation et diversité génétiques des marqueurs du soi.

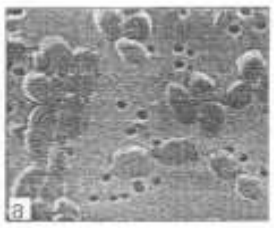
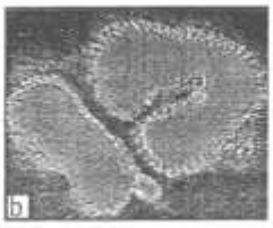
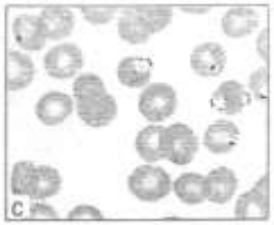
CONSIGNE : **A partir de l'exploitation des documents ci-dessus et des figures y afférant**

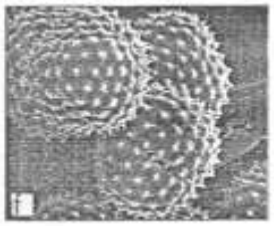
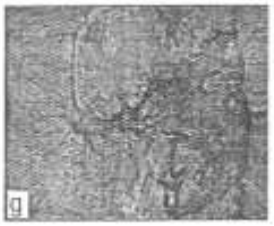
1. **Nomme les différentes classes de molécule du CMH. Détermine ce qui caractérise chacune d'elles.**
2. **Quels sont les différents gènes constitutifs du CMH ? il faudra spécifier les gènes codant pour les marqueurs de classe II.**
3. **Explique brièvement la diversité du CMH au sein d'une population.**

SYNTHESE PARTIELLE :

Activité — Détermination des éléments constitutifs du non-soi

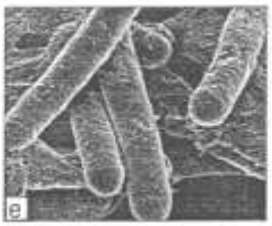
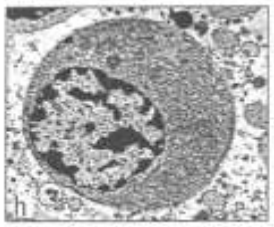
L'ensemble des éléments ne faisant pas partie d'un organisme sont considérés comme faisant partie du non-soi. On peut citer les micro-organismes, les grains de pollens, certains greffes, etc. d'autres résultent de la transformation des cellules de l'organisme, ils sont considérés comme le soi modifié. On considère le document 6 ci-dessous qui présente un certains d'élément appartement au non-soi :

Document 6 : les éléments du non-soi.

a. Les streptocoques responsables d'infections diverses (angine, otite) sont des bactéries pathogènes (x 4 000).
b. Virus de la grippe (x 120 000).

c. Hématies infectées par le plasmodium, protozoaire responsable du paludisme (x 400).
d. *Candida albicans* est un champignon microscopique responsable d'une mycose génitale (x 800).
e. Les toxines (en bleu) libérées par certaines bactéries sont responsables de graves toxémies.
f. Grains de pollen de graminées responsables de réactions allergiques.
g. Greffe de peau d'un donneur non compatible et rejetée en quelques jours par le receveur.
h. Cellule cancéreuse (x 4 000).

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

1. **Identifie les non-soi d'origine externe et les non-soi d'origine interne**
2. **A partir de tes connaissances, explique pourquoi ces éléments sont considérés comme faisant partie du non-soi.**
3. **Il existe des éléments de non-soi d'origine externe qui sont non pathogènes. Nomme quelques-uns de ces éléments**

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

SYNTHESE GENERALE : BILAN DES ACTIVITES

I. Le soi

1. Les marqueurs du soi:

Le soi d'un individu est défini par l'ensemble des molécules de l'expression du génome constituant les marqueurs de son identité: en particulier le HLA et les groupes sanguins.

Le soi d'un individu est défini non seulement par un système HLA, mais aussi par d'autres molécules protéiques. Parmi celles-ci, les marqueurs des groupes sanguins sont connus depuis longtemps en raison des accidents transfusionnels qui leur sont liés.

Les marqueurs sont la molécule A et la molécule B

La présence de marqueur A dans le sang d'une personne de groupe B déclenche une réaction immunitaire et la fabrication d'anticorps Anti-A.

Les marqueurs font partie du non-soi car une provoquent une réaction immunitaire.

Pour une personne du groupe A: l'organisme possède des marqueurs A et des anticorps Anti-B

Pour une personne du groupe B: l'organisme possède des marqueurs B et des anticorps Anti-A

Pour une personne du groupe AB: l'organisme possède les marqueurs A et B mais aucun anticorps (ni Anti-A, ni Anti-B)

Pour une personne du groupe O: l'organisme ne possède aucuns marqueurs mais possède les anticorps Anti-A et Anti-B.

2. L'agglutination des hématies:

Lorsqu'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 de l'eau et des 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 sanguin de même nom. Les marqueurs caractéristiques d'une hématie ou de toute autre cellule sont des antigènes.

Lorsque les marqueurs moléculaires d'une hématie sont reconnus (découvert, trouver) par le système de défense d'un organisme, celui-ci met en jeu un certain nombre de mécanismes pour éliminer l'élément qui est considéré comme étranger.

Il existe des anticorps Anti-A, des anticorps Anti-B (et des anticorps Anti-AB qui est un mélange des deux anticorps Anti-A et anticorps Anti-B).

Le tableau du document 2 permet de reconstituer chaque groupe sanguin en déterminant les marqueurs moléculaires de ces hématies et les anticorps de son plasma.

3. Les greffes:

Dans le cas d'un allogreffe, le tissu appartient à l'individu sur lequel il est greffé, tandis que dans une isogreffe, il appartient à son jumeau.

Les autogreffes et isogreffes réussissent, car le système immunitaire ne repère aucune différence entre le tissu greffé et le tissu de l'organisme.

4. La nature des marqueurs moléculaires du soi

Chaque cellule de l'organisme possède des marqueurs moléculaires du soi. Ce sont des molécules glycoprotéiques, expressions des gènes polymorphes localisés chez l'homme sur le chromosome 6.

L'ensemble de ces gènes constitue le Complexe Majeur d'Histocompatibilité (CMH) encore appelé Humain Leucocyte Antigen (HLA) chez l'homme.

Les documents 4 et 5 représentent l'organisme moléculaire et la localisation cellulaire des marqueurs du soi d'une part et d'autre part, l'organisation et la diversité génétique des marqueurs du soi.

Il existe deux classes de marqueur du soi (quelquefois, les molécules du complément sont considérées comme la classe IIII).

a. Les antigènes du CMH de classe I: sont constitués de molécules présentes dans la membrane de toutes les cellules nucléées de l'organisme. Ce sont les marqueurs du soi, ils constituent la carte d'identité biologique individuelle.
b. Les antigènes du CMH de classe II: sont constitués de molécules présentes uniquement dans la membrane plasmique de certaines cellules immunologiques (leucocytes), permettent la reconnaissance et la communication de ces cellules entre elles.
Il existe 4 gènes A, B, C et D comportant de nombreux allèles codent pour le CMH.
Les antigènes du CMH de classe II sont codés par le gène D.
Les antigènes du CMH de classe I sont codés par les gènes A, B et C.
La plupart des individus sont hétérozygotes pour tous ces gènes qui sont polymorphes (24 allèles connus pour A, 51 connus pour B, 11 connus pour C et 14 connus pour D).
Cette multitude d'allèles et de combinaisons possibles justifie la diversité des individus et leur originalité immunologique.
La synthèse des protéines se déroule en trois étapes: transcription de l'ADN n ARN, maturation du brin d'ARNm puis traduction du brin d'ARNm en un polypeptide.

II. Le non-soi

Le non-soi est constitué par toutes les molécules étrangères qui sont présentes dans l'organisme et déclenchent une réaction immunitaire.
La reconnaissance du non-soi se fait par les lymphocytes grâce à des récepteurs membranaires spécifiés. Chaque récepteur reconnait un antigène déterminé. Les récepteurs se fixent sur des motifs moléculaires de l'antigène, les déterminants antigéniques.

Chaque personne possède à la surface de ses cellules un jeu de protéines HLA, dit classique, qui lui est propre. Ce sont les protéines du soi. Les cellules d'un fœtus portent pour moitié les protéines HLA de sa mère et pour moitié celles de son père. Le fœtus est entouré d'un tissu appelé trophoblaste, qui l'isole du système immunitaire maternel. Les cellules de ce tissu ne portent aucune protéine HLA classique, mais nommée HLA-G, que l'on trouve qu'à leur surface et qui est la même chez tous les fœtus

2

SOUS-CONCEPT 2: LES BASES DE L'IMMUNOCOMPETENCE

SITUATION PROBLEME :

L'immunologie est la branche de la biologie qui s'occupe de l'étude du système immunitaire. Apparu très tôt dans l'échelle de l'évolution, ce système a évolué pour discriminer le soi du non-soi. Les réactions de défense de l'organisme face à un organisme pathogène - quelle que soit la nature de celui-ci, virus, bactérie, champignon ou protozoaires, les maladies auto-immunes, les allergies et le rejet des greffes forment l'aspect médical de cette science. Les mécanismes de synthèse et de maturation des anticorps, d'activation du système du complément, la mobilisation et la coordination des cellules de défense, forment l'aspect fondamental et mécanistique de cette science.

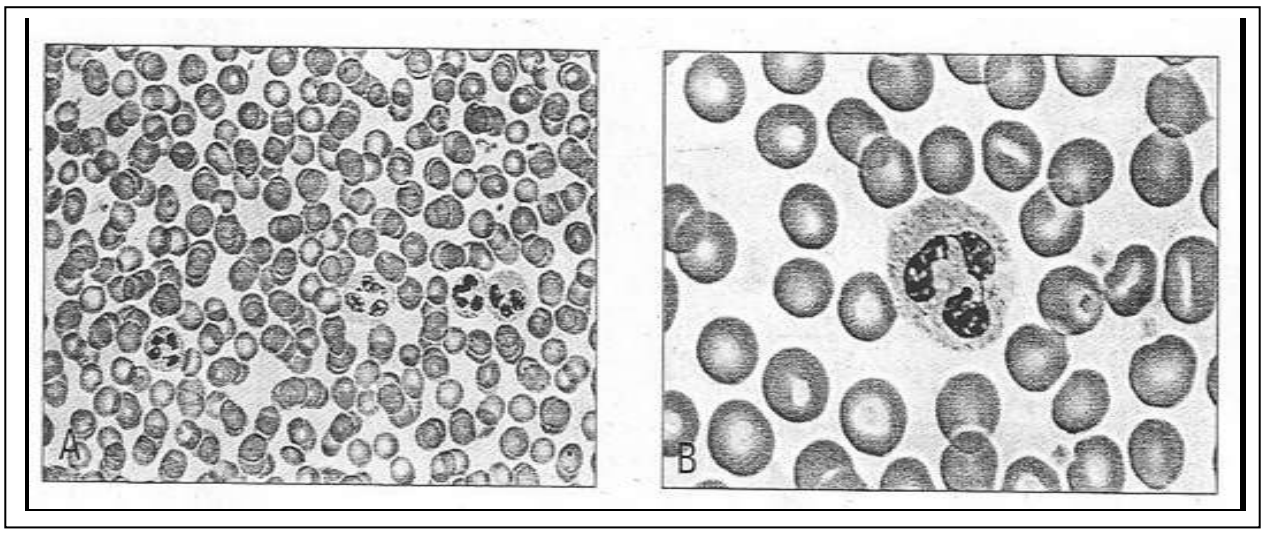
- **Quelles sont les cellules responsables des réponses immunitaires ?**
- **Quelle est l'origine des cellules immunitaires ?**
- **Dans quels organes acquièrent-ils leurs immunocompétences ?**
- **Quelle est la spécificité des lymphocytes B et T ?**

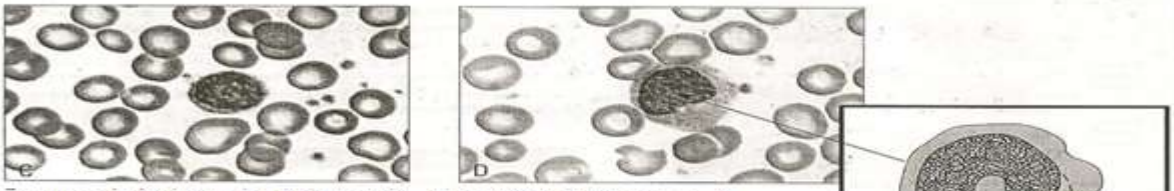
LES ACTIVITES

A. Les principales cellules immunitaires

Activité 1 **Observation et déterminations de quelques cellules immunitaires**

Laréalisation d'un frottis sanguin consiste à étaler une goutte de sang sur une lame avec une lamelle couvre-objet, de telle sorte qu'une trainée mince se forme sur la lame. L'observation de ce frottis au microscope permet de voir les hématies ou globules rouges en forme de disque et qui sont nombreux. Si on colore le frottis sanguin à l'aide de colorants spécifiques, on observe aussi des globules blancs ou leucocytes, moins nombreux dont le noyau apparait coloré. Hormis les leucocytes, l'observation d'un frottis sanguin permet également de voir les plaquettes sanguines. Les principales cellules de défenses de l'organisme sont présentées par le schéma du document ci-dessous





Document 1:frottis sanguin coloré, observé au microscope. A. Observé à faible grossissement.
B. Granulocyte (×400). C.Lymphocytes (×400). D. Monocyte (×400)

Immunité innée				Immunité adaptative
Granulocyte	Monocyte	Macrophage	Mastocyte	Lymphocytes B et lymphocytes T
10 à 15 µm	15 à 30 µm	20 à 70 µm	10 à 20 µm	10 µm

<u>CONSIGNE:</u>A partir de l'exploitation des documents ci-dessus et des figures y afférant

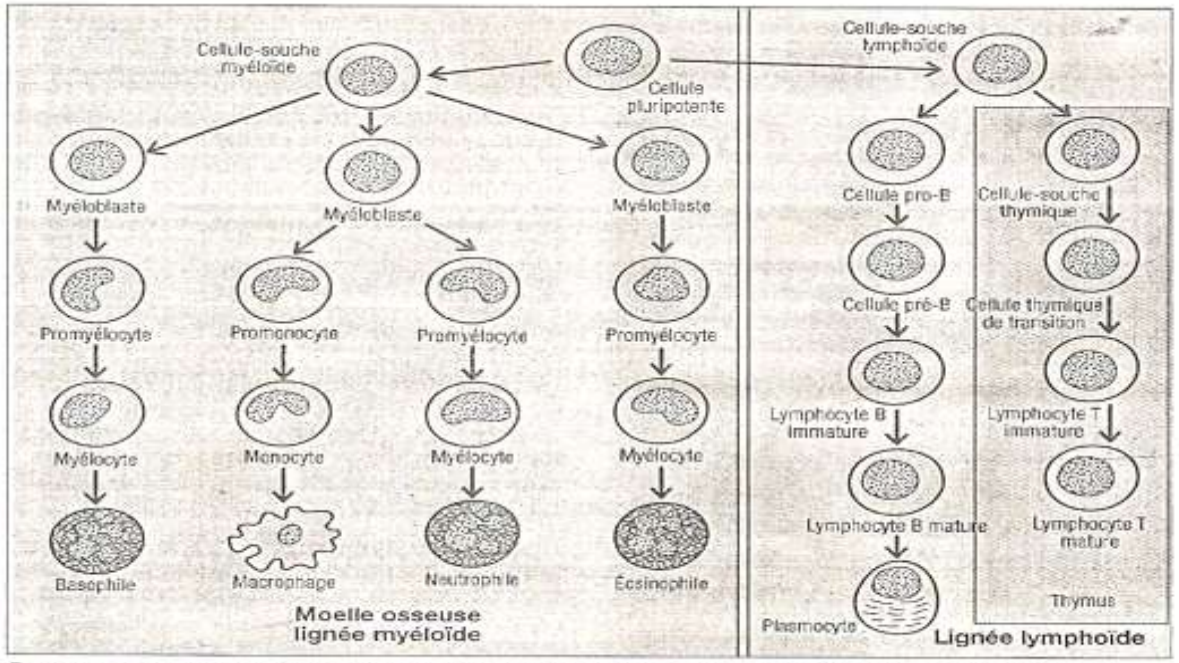
1. **Identifie et nomme les principales cellules immunitaires**
2. **Schématise chacune d'elles**
3. **Précise les caractéristiques ou les critères de reconnaissances des différentes catégories de leucocytes (formes, noyau, volume du cytoplasme [abondant, peu abondant, etc.], qualité du cytoplasme [granuleux, claire, etc.]**

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

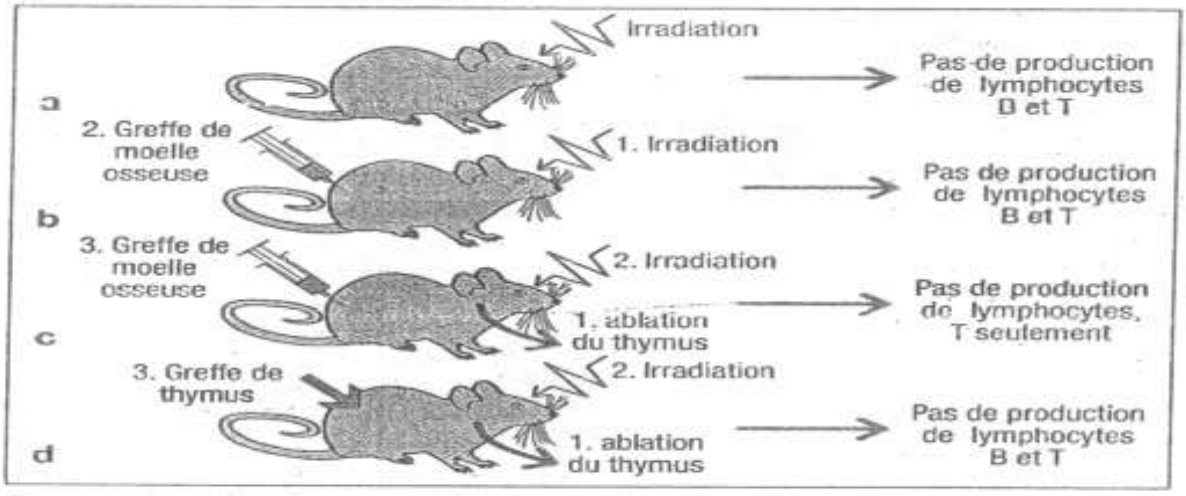
Activité 2 Mise en évidence de l'origine des cellules immunitaires

La leucopoïèse est la formation des leucocytes. Elle a lieu dans la moelle osseuse chez l'adulte. Cependant, la maturation des leucocytes n'a pas toujours pas lieu dans la moelle osseuse pour toutes les cellules immunitaires. Dans la moelle osseuse, une cellule unique dite 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. Le document 2 ci-dessous décrit la mise en place des cellules de défense de l'organisme



Document 2 : schéma indicatif des lieux de formation et de développement des rencontres.

On pratique des greffes de moelle osseuse et de thymus sur des souris dans les conditions indiquées par le document 3. L'irradiation consiste à exposer ces souris à des radiations énergétiques qui ont pour effet de détériorer plus ou moins les molécules supports de l'information génétique et, par conséquent, de détruire les cellules à multiplication rapide, notamment celles de la moelle osseuse



Document 3 : des expériences chez la souris montrant les lieux de maturation des lymphocytes B et T.

CONSIGNE : **À partir d'exploitation des documents ci-dessus et des figures y afférant**

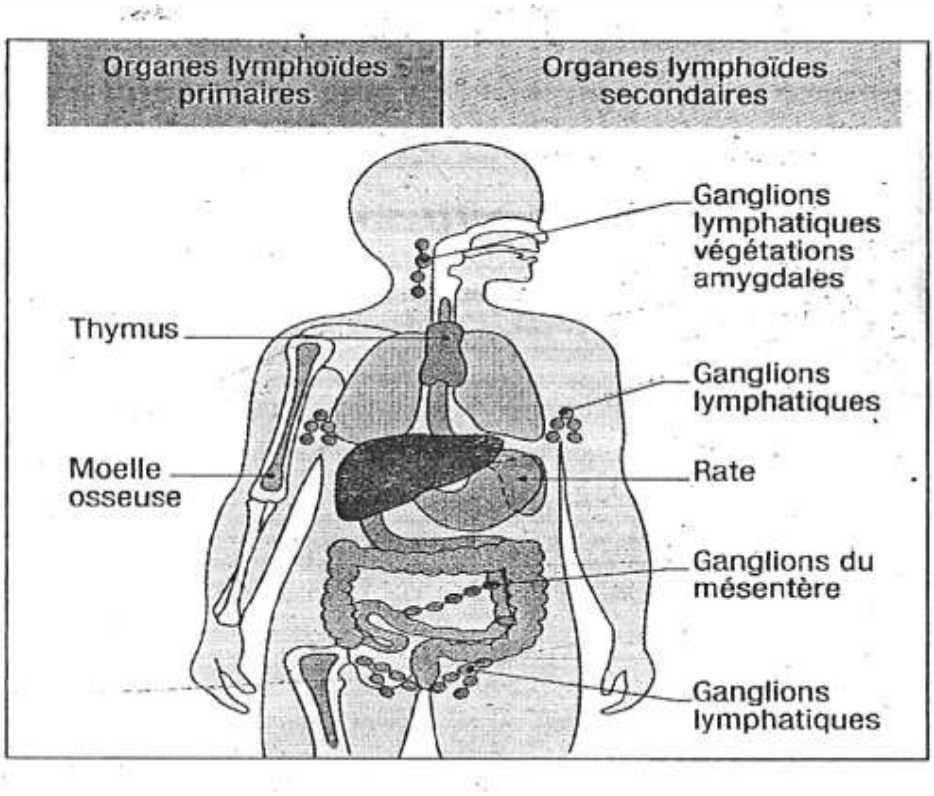
1. **Utilise le document 2 pour déterminer les lieux de formation de maturation des leucocytes**
2. **Interprète les résultats des expériences du document 3, et conclus en utilisant aussi la réponse de la question 1.**

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……

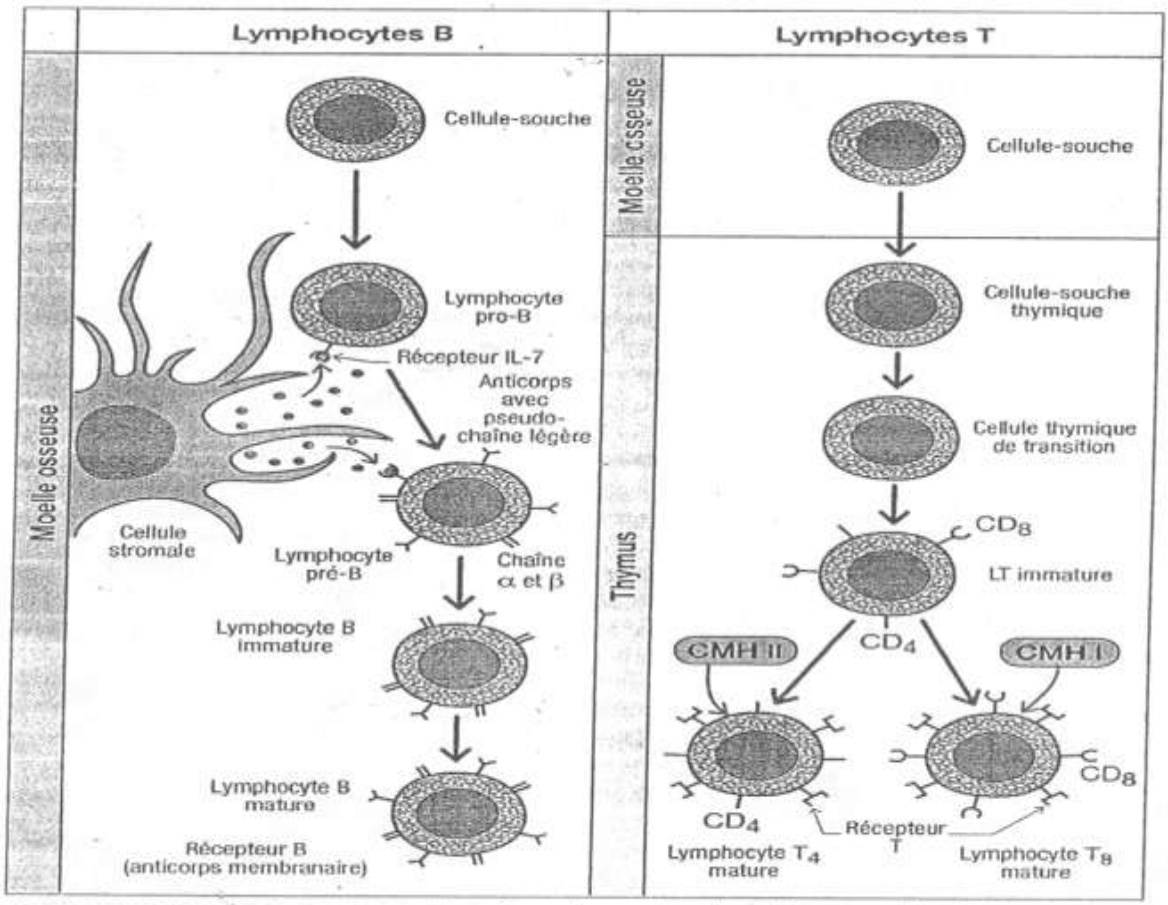
Activité 3 Détermination des structures de reconnaissance du non-soi

Chez l'Homme, les cellules assurant la défense de l'organisme sont localisées à des endroits spécifiques présentés par la figure 7 ci-dessous



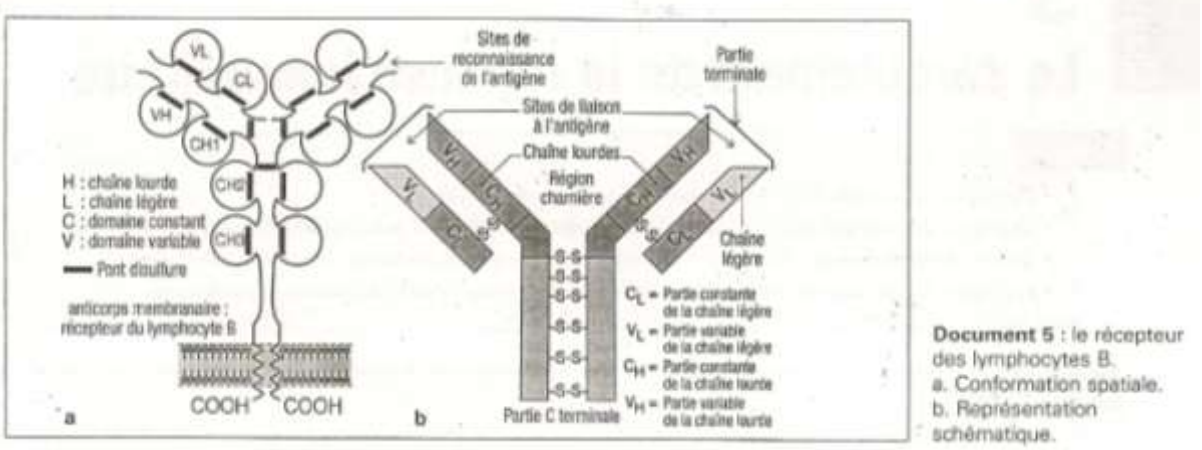
Document 7 : lieux de rencontre des lymphocytes et macrophages avec les antigènes

Les récepteurs des lymphocytes B et T sont mis en place dans organes lymphoïdes centraux, la moelle osseuse et le thymus avant tout contact avec l'antigène. Ce sont donc ces récepteurs spécifiques qui rendent les lymphocytes immunocompétents c'est-à-dire capables de reconnaitre l'antigène.



Document 4 : mise en place des récepteurs des lymphocytes B et T au cours de leur maturation.

Les lymphocytes présentent à leur surface des récepteurs d'antigènes ; ces récepteurs constituent les sites de fixations des agents pathogènes. Ces récepteurs différents en fonction du type de lymphocyte qui entre en jeu dans la défense de l'organisme. On considère les figures des documents 5 et 6 qui présentent la structure de ces différents récepteurs :



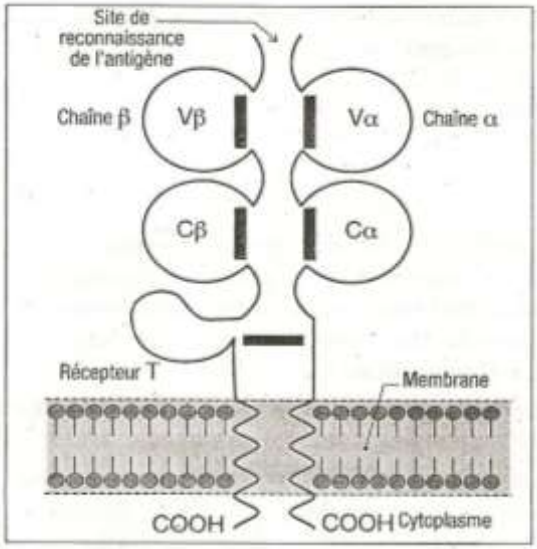
Document 5 : le récepteur des lymphocytes B.
a. Conformation spatiale.
b. Représentation schématique.

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

1) Détermine la différence entre les lymphocytes B et T.

2) Décris la structure des récepteurs membranaires des lymphocytes B et T.

3) Pourquoi tous les lymphocytes B ne peuvent-ils pas reconnaitre le même gène ?



Document 6 : les récepteurs des lymphocytes

SYNTHESE PARTIELLE :

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

SYNTHESE GENERALE : BILAN DES ACTIVITES

I. Les bases de l'immunocompétence

1. Les principales cellules immunitaires

Les leucocytes ou globules blancs sont les acteurs principaux des réactions immunitaires. Suivant leur aspect au microscope et leur rôle, on distingue:

- les Granulocytes encore appelés Polynucléaires car ils possèdent un noyau plurilobé et un cytoplasme abondant. Ils sont les plus nombreux. Il en existe trois types en fonction des propriétés tinctoriales (fixation spécifique de certains colorants): les éosinophiles, les neutrophiles et les basophiles.
- Les Lymphocytes, cellules à grand noyau rond et à cytoplasme clair et peu abondant. On distingue les lymphocytes B et les lymphocytes T.
- Les Monocytes et les Macrophages à cytoplasme abondant et granuleux, présentant un grand noyau incurvé. Les Monocytes peuvent se transformer en Macrophage et migrer dans les tissus.

2. L'origine des cellules immunitaires

Les Leucocytes naissent dans le foie chez le fœtus et dans la moelle osseuse chez l'adulte à partir des cellules souches pluripotentes. Leur différenciation et leur maturation ont lieu dans les organes lymphoïdes centraux:

- Les Lymphocytes B, les Granulocytes (Polynucléaires) et les Monocytes (Macrophages) se différencient et deviennent matures dans la moelle osseuse.
- Les lymphocytes T deviennent matures dans le thymus mais sont produits dans la moelle.

3. Les structures de reconnaissance des lymphocytes

Les lymphocytes acquirent leur immunocompétence au cours de leur maturation. Ils expriment à la surface de leur membrane des récepteurs spécifiques d'un déterminant antigénique donné.

- Pour les lymphocytes B, des anticorps ou protéines membranaires sont constitués de 4 chaînes dont deux lourdes et deux légères. Chaque chaîne comprend une région variable et une région constante. La région variable des quatre chaînes se situe dans la partie la plus externe de l'anticorps et elle peut fixer un déterminant antigénique précis par complémentarité. Chaque lymphocytes B qui vient de subir une différenciation est unique et exprime une seule catégorie d'anticorps. Il est spécifique d'un antigène donné. La combinaison des fragments de gènes dans chaque lymphocyte B pendant la maturation permet de générer une infinité d'anticorps.
- Pour les lymphocytes T, des récepteurs T sont des protéines constituées de deux chaînes. Chaque chaîne possède une partie constante et une partie variable qui se trouve dans la partie la plus externe de la cellule. La diversité des récepteurs T est aussi importante que celle des anticorps car leur mécanisme de synthèse est identique.

La partie variable possède une zone de reconnaissance d'un antigène et une zone de reconnaissance du système HLA.

Une population de lymphocytes T ou B portant le même récepteur spécifique constitue un clone. L'ensemble des récepteurs spécifiques portés par les différents clones des lymphocytes B ou T constitue le répertoire immunologique d'un individu.

Après leur maturation, les lymphocytes et les macrophages migrent vers les **organes lymphoïdes périphériques**: rate, ganglions lymphatiques, etc…lieux de rencontre avec les antigènes et points de départ des réactions immunitaires spécifiques.

La réponse immunitaire est la capacité que possède le système immunitaire à produire une réaction face à une agression. La réponse immunitaire est d'abord une réponse immunitaire non spécifique, puis une réponse immunitaire spécifique.

Cellules de la défense			Rôles
Lymphocytes	Lymphocytes T	LT_4	Induisent la réponse immunitaire par interleukine Créent l'inflammation par la mobilisation des cellules phagocytaires; les lymphokines véhiculent les messages destinés aux autres cellules effectrices.
		$LT_4(LT_S)$	Freine la réponse immunitaire
		LT_8	Détruisent par contact direct les cellules étrangères
		LT mémoires	Gardent le souvenir de la 1ère stimulation par les antigènes
	Lymphocytes B	Plasmocytes	Elaborent les anticorps
		LB mémoires	Gardent le souvenir de la 1ère stimulation par les antigènes
Monocytes et Macrophages			Assurent la phagocytose des cellules ou particules étrangères; ils élaborent aussi l'interleukine
Granulocytes ou Polynucléaires		Neutrophiles	Assurent un rôle bactéricide par la phagocytose
		Eosinophiles	Interviennent dans la phagocytose
		Basophiles	Déclenchent les réactions allergiques.

- les macrophages sont les formes de différenciation tissulaire des monocytes
- les mastocytes sont l'équivalent tissulaire des polynucléaires basophiles.

Organes lymphoïdes		Rôles
Organes lymphoïdes primaires ou centraux	Moelles osseuse	Produisent toutes les cellules de défense et sanguines
	Thymus	Attire certains lymphocytes produits par la moelle osseuse et assure leur différenciation en LT
	Bourse de Fabricius	Favorise chez les oiseaux la différenciation d'une partie des lymphocytes provenant de la moelle osseuse en LB
Organes lymphoïdes secondaires ou périphériques	Rate et ganglions lymphatiques	Constituent les lieux d'activation et de prolifération des lymphocytes et aussi de production d'anticorps par les plasmocytes.

Conclusion:

La défensespécifique:est assurée par tous les globules blancs, appelés aussi leucocytes. Ils sont répartis en 2 familles:Toutes ces cellules sont en circulation dans le sang, ce qui leur permet de se diriger sur le lieu du contact.

✓ **Les polynucléaires** qui sont des cellules phagocytaires capables de rentrer en contact avec le germe et de le phagocyter. Quand ces cellules meurent, elles forment le pus.

✓ **Les mononucléaires** qui comprennent les lymphocytes et les monocytes. Les lymphocytes vont organiser le combat en fabriquant des médiateurs chimiques ou anticorps.

3 SOUS-CONCEPT 3 : LE DEROULEMENT DE LA REPONSE IMMUNITAIRE

SITUATION PROBLEME :

L'entrée des éléments étrangers à l'exemple des microbes dans l'organisme déclenche des réactions de défense immunitaire. La phagocytose est la réaction inflammatoire. Elle est assurée par les leucocytes.

L'organisme peut également réagir lentement en présence de molécules étrangères ou antigènes soit en fabriquant les anticorps libérés dans le plasma sanguin, soit en ayant recours aux leucocytes particuliers qui détruisent les cellules reconnues comme étrangères. A partir de ces observations, on peut se demander :

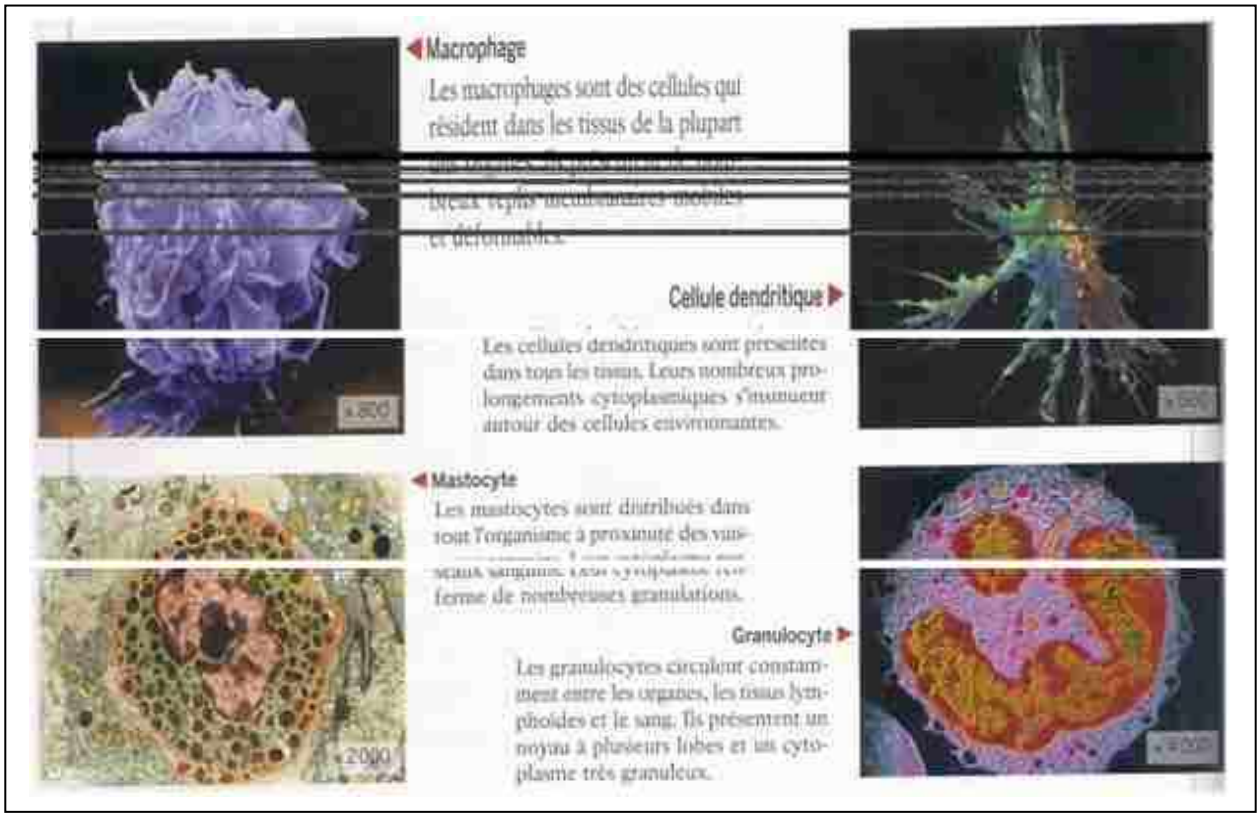
- **Quels sont les mécanismes qui assurent l'activation des lymphocytes et leur transformation en cellules effectrices de la réponse immunitaire ?**
- **Quels sont les mécanismes qui conduisent à l'élimination des antigènes ?**

LES ACTIVITES

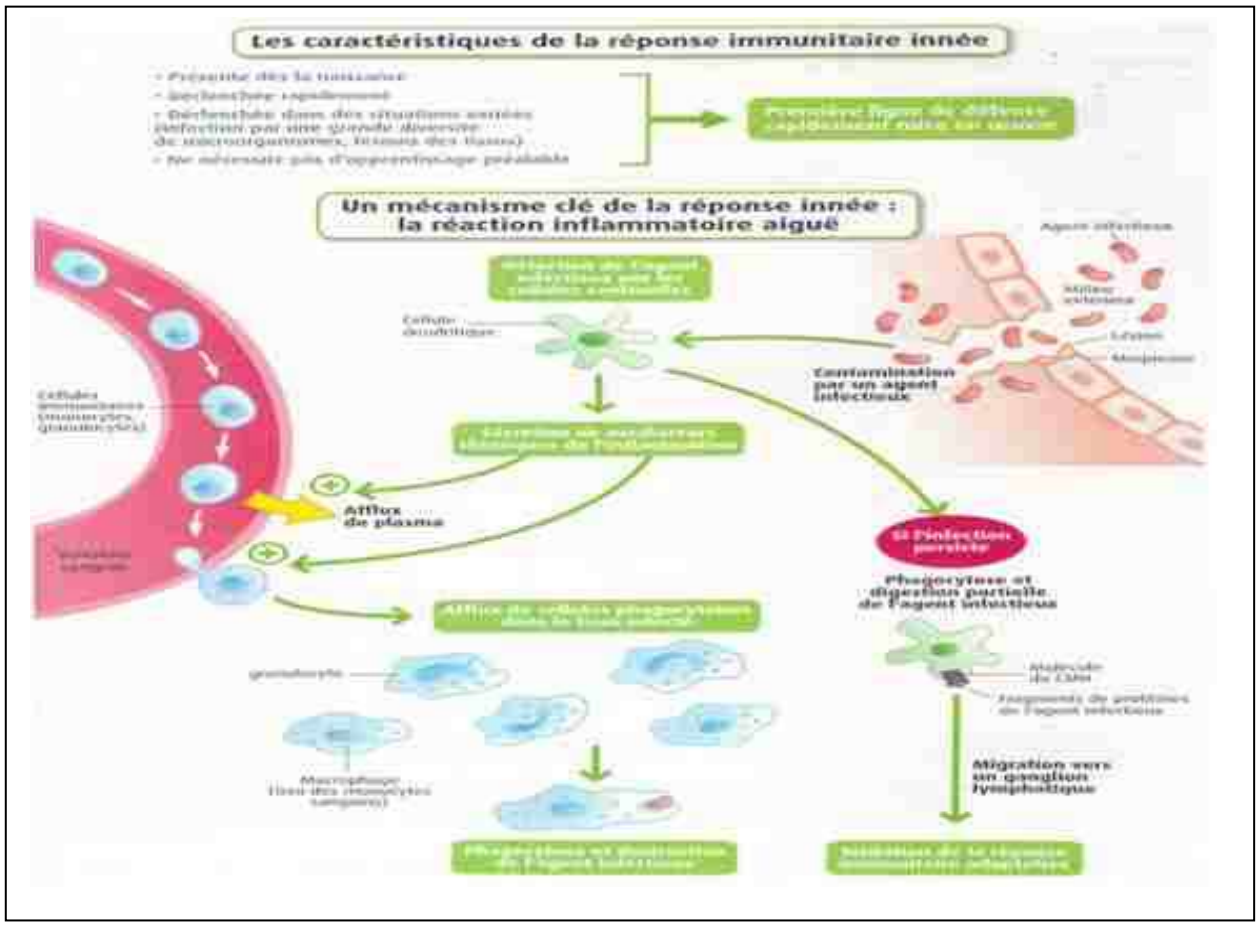
A. Déroulement de la réponse immunitaire non-spécifique

Activité 1 **Elimination des micro-organismes par phagocytose**

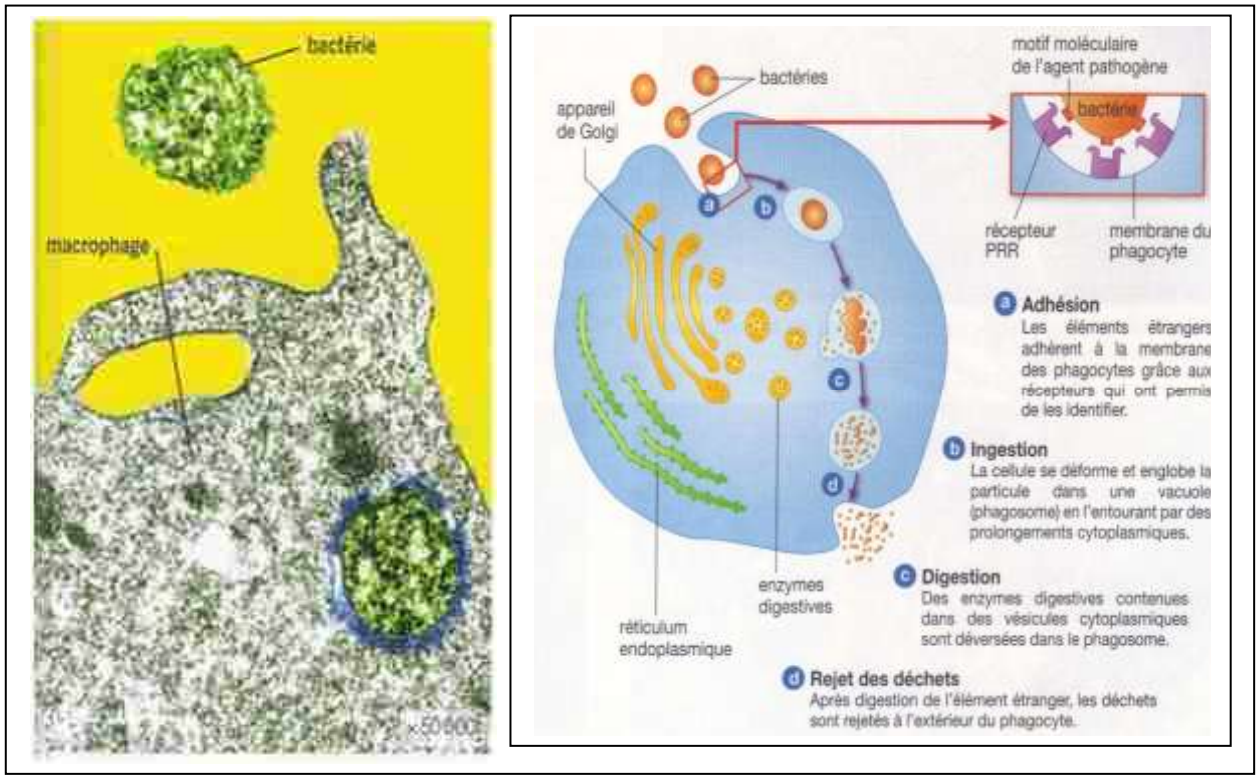
1. Les cellules phagocytaires attaquent indépendamment toutes sortes d'intrus (les cellules mortes, les microbes, les débris de toutes sortes…). La figure suivante présente quelques cellules intervenant dans la réponse immunitaire.



2. Le schéma du document 2 ci-après résume le mécanisme de la défense innée observé chez l'Homme



3. La phagocytose constitue la première réponse de l'organisme suite à l'introduction d'un agent étranger (bactérie, virus, etc.)



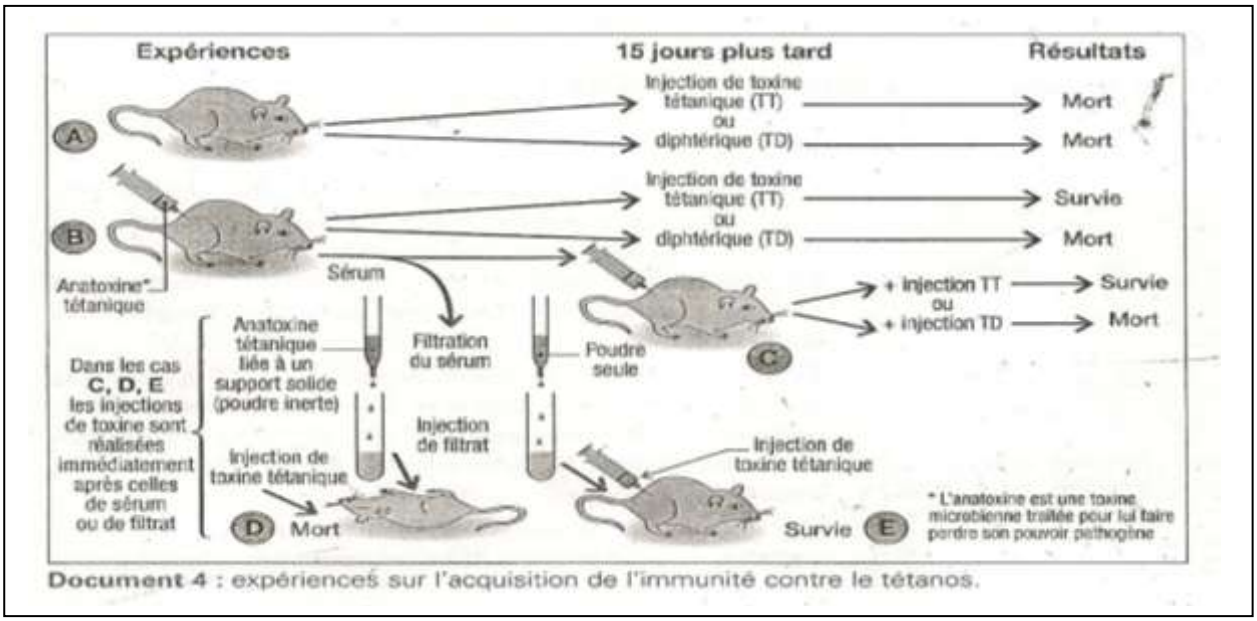
CONSIGNE : **A partir de l'exploitation des documents ci-dessus et des figures y afférant**

1. **Nomme quelques cellules phagocytaires**
2. **Décris chacune des étapes de la phagocytose en précisant les parties et/ou les organites cellulaires intervenant.**
3. **Isole, schématise et annote chacune de ces étapes en respectant la chronologie du déroulement de ce phénomène. A chaque étape, la cellule phagocytaire sera entièrement représentée.**
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.**

SYNTHESE PARTIELLE :

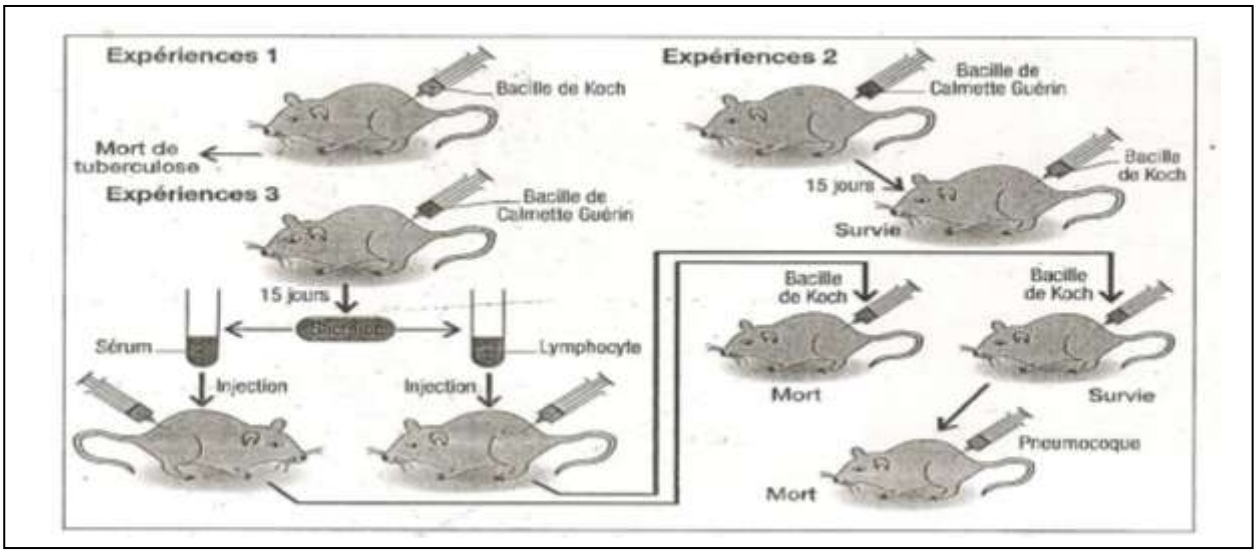
Activité 2 Déroulement de la réponse immunitaire spécifique

1. On réalise des expériences sur deux maladies bien connues à savoir la diphtérie et le tétanos. Ces deux maladies sont tous deux des toxines. Leurs microbes restent localisés dans le lieu d'inoculation et produisent une toxine qui est véhiculée dans l'organisme par le sang. Cependant, une injection d'anatoxine (toxine atténuée non virulente, dont le rôle est de stimuler la production d'immunoglobulines 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, c'est-à-dire une capacité à résister aux microbes, à limiter leur développement ou à s'en débarrasser.



Document 4 : expériences sur l'acquisition de l'immunité contre le tétanos.

2. 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 généralement dans le poumon. Le vaccin B.C.G (vaccin Billié de Calmette et Guérin) protège contre la tuberculose. On réalise les expériences ci-dessous afin de comprendre la réponse immunitaire développée par un sujet suite à une infection au bacille de Koch



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

1. **Interprète les résultats de l'expérience A.**
2. **Dégage des expériences du document 4, des arguments qui montrent que cette réaction immunitaire est spécifique.**
3. **Compare l'action du sérum à celle de l'anatoxine (expérience B et C). interprète ces résultats**
4. **Interprète les résultats des expériences D et E.**
5. **Interprète les résultats de l'expérience 3 (le cobaye ayant reçu les lymphocytes tirés du cobaye ayant reçu les lymphocytes tirés du cobaye vacciné survit alors que l'autre meurt).**
6. **Dans l'un des documents, la réponse immunitaire est humorale car elle fait intervenir les humeurs ou liquides extracellulaires alors que dans l'autre elle est à médiation cellulaire, faisant intervenir les cellules immunitaires particulières : les lymphocytes**
   Précise le type de réponse dont il est question dans chacun des documents

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Activité 3 La phase d'induction

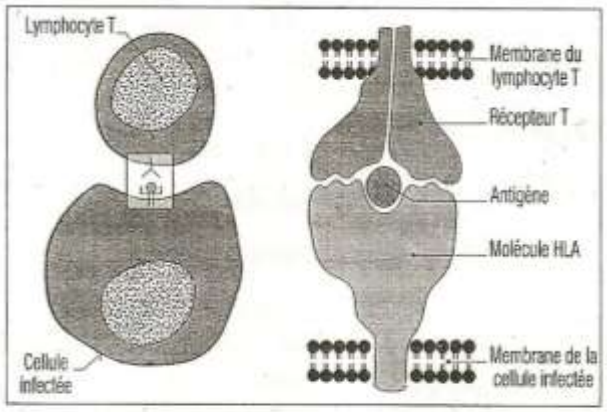
La phase d'induction correspond à la sélection clonale. Elle commence par la reconnaissance de l'antigène. Elle a lieu dans les organes lymphoïdes périphériques tels que la rate, les ganglions lymphatiques, lorsqu'un déterminant antigénique est reconnu par un des lymphocytes comptants.

Les lymphocytes T possèdent des récepteurs T spécifiques qui ne reconnaissent que des déterminants antigéniques présentés par les antigènes du CMH, des cellules telles que les macrophages, les lymphocytes B ou par une cellule infectée par un virus.

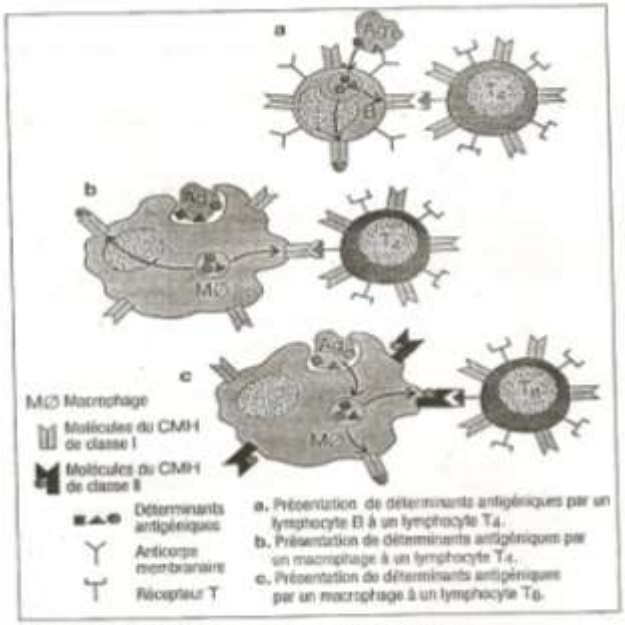
Un lymphocyte B porte sur sa membrane de nombreux anticorps tous identiques. Il ne reconnait un antigène que si son motif moléculaire ou déterminant antigénique présente une complémentarité de forme avec la région variable des deux chaines de l'anticorps.

Les lymphocytes ne sont pas **sélectionnés** que s'ils possèdent des récepteurs membranaires complémentaires d'un déterminant antigénique spécifique.

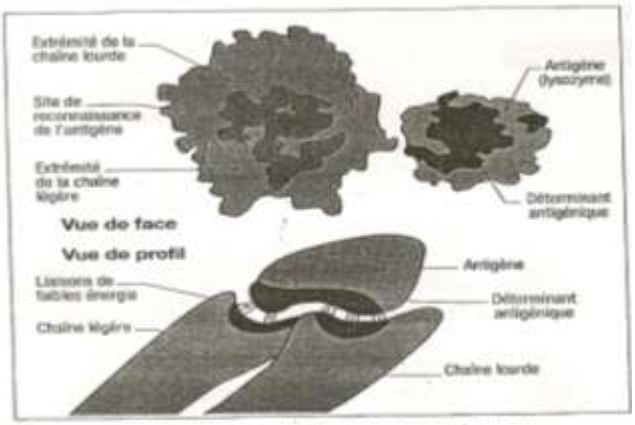
L'activation est la deuxième partie de la phase d'induction au cours de laquelle il y'a coopération entre les différentes cellules immunitaires. Cette coopération est à l'origine de l'activation des lymphocytes B et T. elle se fait par le contact directe entre les cellules et/ou par l'intermédiaire des messagers chimiques non-spécifique : les cytokines (interleukines, perforines, molécules activatrices des macrophages « MAF »)



Document 6 : schéma explicatif de la reconnaissance de l'antigène par les lymphocytes T.

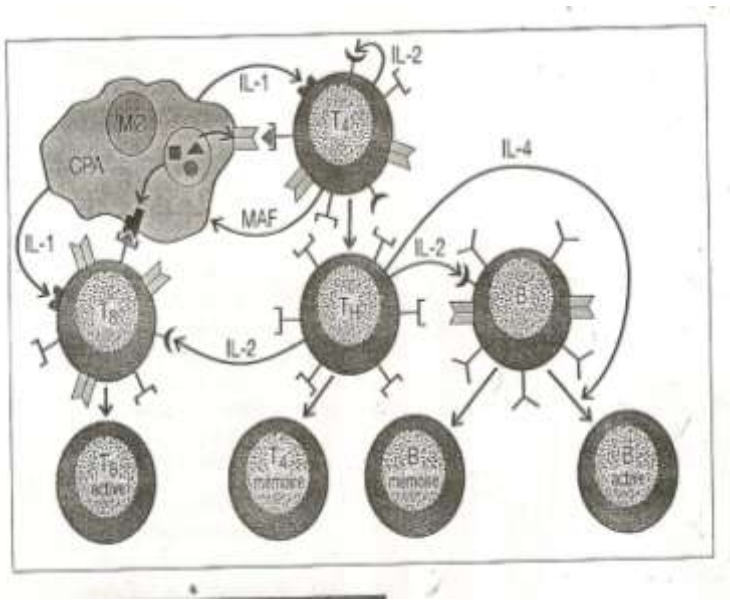


Document 7 : différentes cellules présentatrices des déterminants antigéniques aux lymphocytes T.



Document 8 : schéma explicatif de la reconnaissance de l'antigène par les lymphocytes B.

Lorsque les macrophages sont activés, ils secrètent l'interleukine 1 (IL-1) qui déclenche la mise en place des lymphocytes T4 et T8. La fixation d'un lymphocyte T4 sur la membrane du macrophage déclenche la sécrétion par les lymphocytes T4 d'interleukines 2 qui provoque la multiplication des lymphocytes B et T8 et la prolifération des lymphocytes T4 eux-mêmes. Cette fixation entraine également la production de MAF par les lymphocytes T4.



Document 9 : activation des lymphocytes

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

1. **Compare les modalités de reconnaissance des antigènes par les lymphocytes B et les lymphocytes T.**
2. **Explique pourquoi on dit que les lymphocytes T « réalisent une double reconnaissance »**
3. **Cite les exemples de coopérations cellulaires qu'on peut relever sur le document 9 et précise leur conséquence.**
   Pourquoi les lymphocytes T sont-ils considères comme des acteurs indispensable ou les pivots des réactions immunitaires spécifiques.

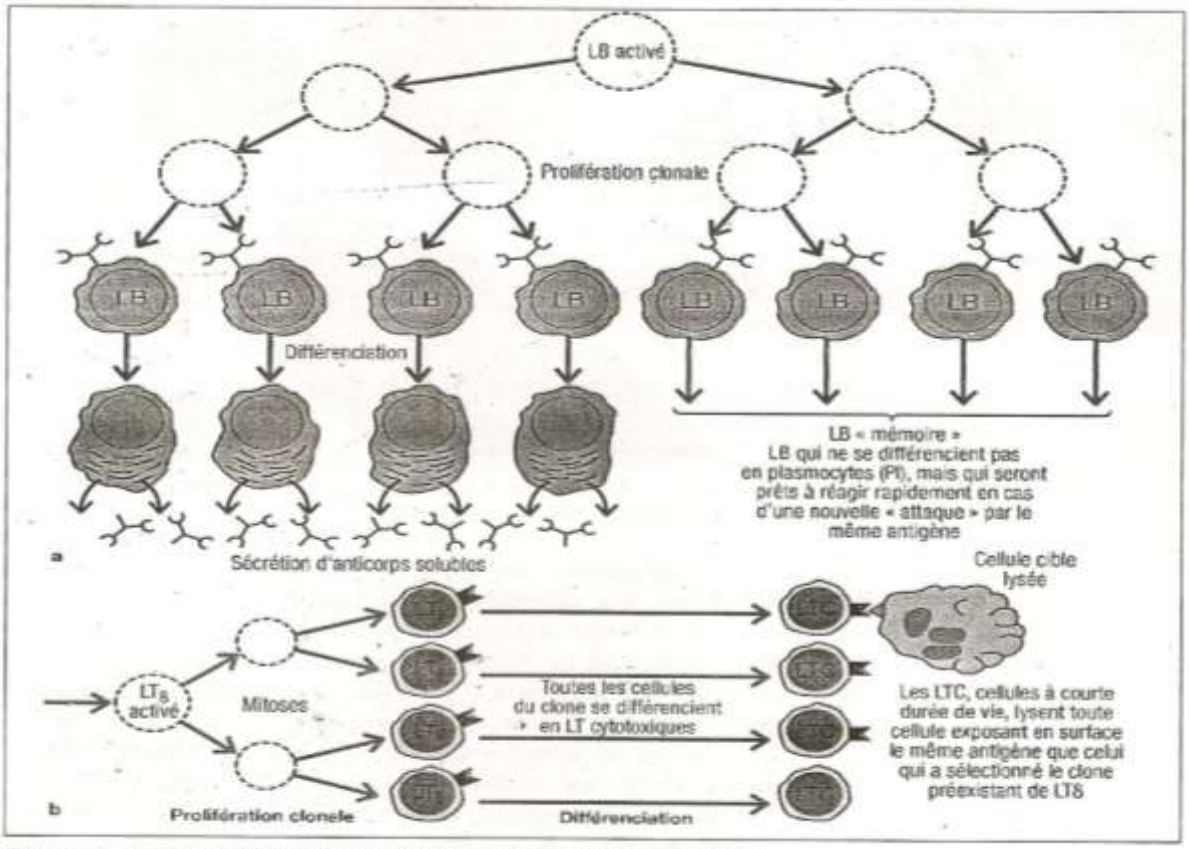
SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Activité 4 La phase d'amplification

Les lymphocytes T8 et les lymphocytes B activés se multiplient en grand nombre. Certains lymphocytes B ne se différencient pas et deviennent des lymphocytes B mémoires, il en est de même pour les lymphocytes T4.

La différenciation des lymphocytes T8 produit des cellules effectrices, les lymphocytes T cytotoxiques alors que celle des lymphocytes B produit des plasmocytes (PI) sécréteurs d'anticorps)



Document 10 : prolifération et différenciation des lymphocytes :

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

1. **Quels sont les types de lymphocytes T les plus impliqués dans cette phase de la réaction immunitaire**
2. **Relève la différence existant entre le devenir du clone de lymphocytes T8 activés et celui d'un clone de lymphocytes B activées.**

SYNTHESE PARTIELLE :

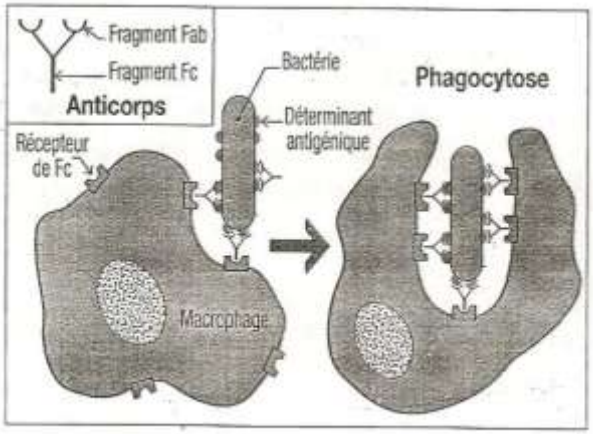
……
……
……
……
……
……
……
……

Activité 5 La phase effectrice

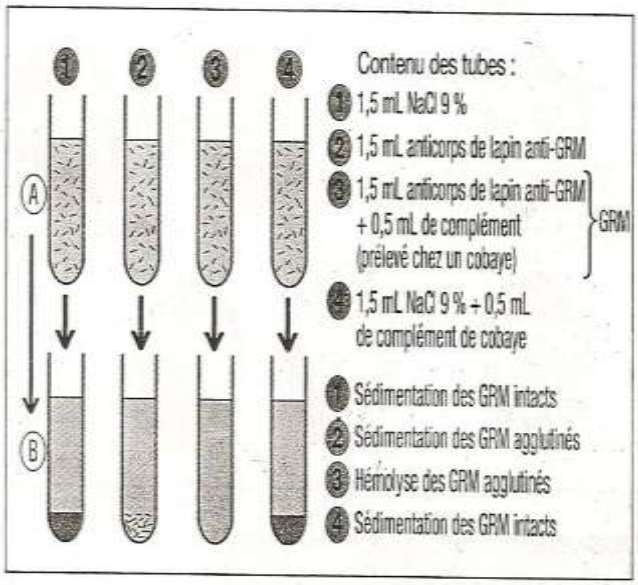
Le mécanisme de l'immunité comprend deux variantes qui sont la réponse immunitaire à médiation cellulaire avec formation d'un complexe immun antigène-anticorps et la réponse immunitaire à médiation cellulaire.

- **Elimination des complexes immuns**

Les anticorps libérés par les plasmocytes se fixent par leur partie variable à l'antigène. Ils forment avec ce dernier le complexe immun et le neutralisent. Par leur partie constante, ils se fixent aux récepteurs membranaires de la cellule phagocytaire. Cette fixation des antigènes sur les phagocytes facilite la phagocytose de l'antigène et sa destruction.



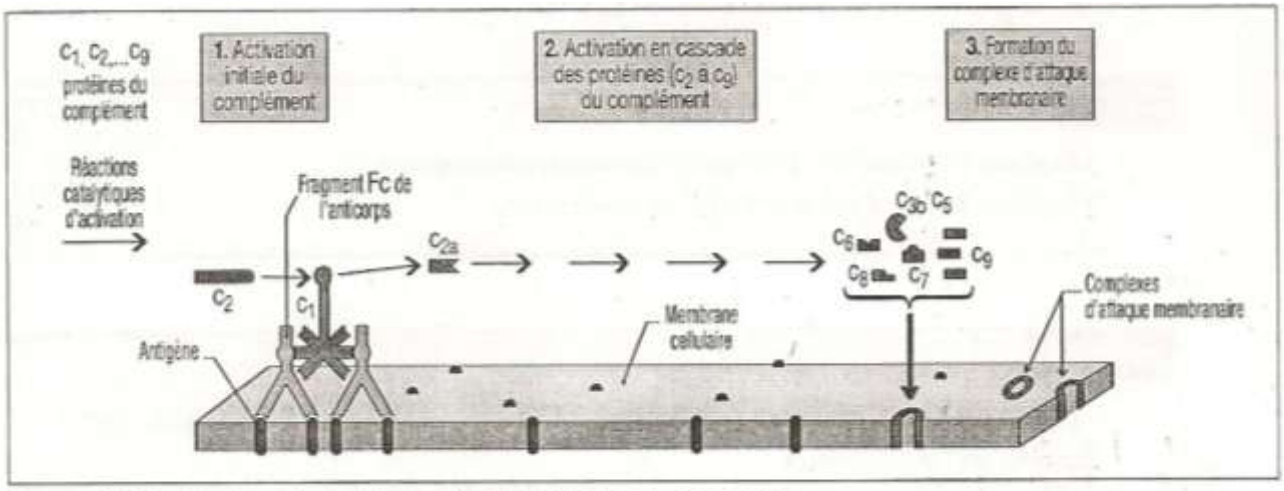
Document 11 : élimination du complexe immun.



Document 12 : protocole de mise en évidence du rôle du complément.

Le complément est un groupe de protéines dont neuf particulières sont présentes dans le plasma et représentent 10% de globulines. Afin de préciser le rôle du complément par rapport à celui des anticorps, on prépare quatre tubes à hémolyse (document 12) ; quatre milieux isotoniques ou on place des globules rouges de mouton auxquels on ajoute divers substances. Les tubes sont placés en étuves à 37 °C et observés deux heures plus tard.

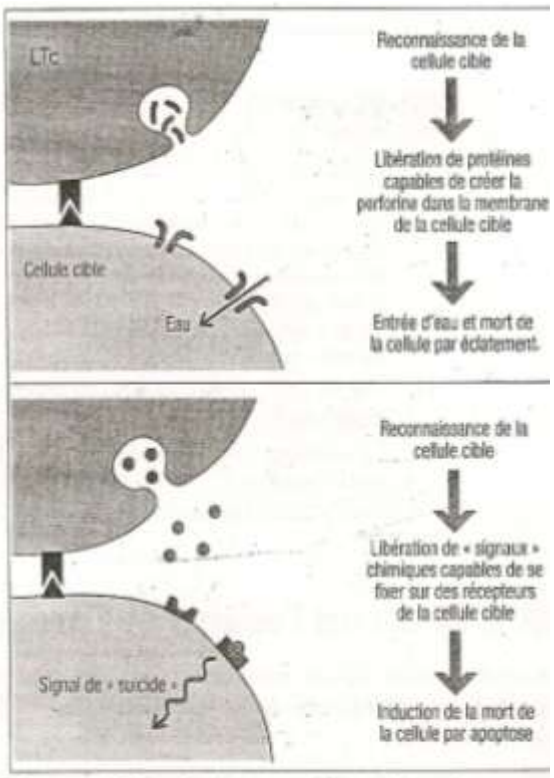
L'activation des protéines du complément est déclenchée par la modification de la partie constante de l'anticorps au sein du complexe immun. En effet, cette partie de l'anticorps possède un pouvoir catalytique dont le substrat est l'une des protéines du complément (C1). Cette protéine, à son tour, est capable de catalyser l'activation d'une autre protéine du complément. Il se produit ainsi une série de réactions d'activation à la fin desquelles une fraction du complément s'ajoute une à d'autres fractions pour former un complexe d'attaque membranaire qui perfore la membrane d'une cellule étrangère, la bactérie par exemple. Cette perforation entraine la fuite du contenu de la cellule qui finit par mourir (document 13)



Document 13 : mécanisme d'action du complément sur les cellules « étrangères ».

- **Elimination des cellules anormales par les lymphocytes T cytotoxiques**

Les cellules infectées expriment à leur surface des fragments peptidiques issus des protéines de l'agent pathogène. Les lymphocytes T cytotoxiques reconnaissent les cellules infectées et peuvent s'y fixer. Cette première étape déclenche un mécanisme d'élimination des cellules infectées. D'une manière générale, la destruction de la cellule cible par le lymphocyte T cytotoxique est marquée par la libération de substances (protéines, signaux chimiques, etc.) entraînant la mort soit par éclatement, soit par apoptose de la cellule cible (document 15). L'apoptose est un mécanisme d'autodestruction cellulaire programmé génétiquement et qui peut être mis en route lorsque la cellule reçoit des signaux de son environnement. Ce mécanisme se caractérise par une fragmentation de l'ADN et un bourgeonnement de la membrane plasmique qui forme des corps « apoptotiques », petites vésicules qui seront phagocytées par « les éboueurs » de l'organisme, c'est-à-dire les granulocytes et les macrophages, par exemple.



Document 15 : mécanismes conduisant à la mort de la cellule cible.

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

1. **Explique comment se forme le complexe immun (document 11)**
2. **Interprète les résultats obtenus dans les tubes 2,3 et 4 (document 12)**
3. **Détermine le rôle du complément dans la réponse immunitaire à médiation humorale ;**
4. **Explique les différentes modalités de destruction des cellules infectées (document 15)**

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

SYNTHESE GENERALE : BILAN DES ACTIVITES

I. Le déroulement de la réponse immunitaire:

1. 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'infection etc…

La phagocytose, une réponse immunitaire non spécifique.

Elle est due à l'action des cellules spécialisées ou phagocytes: les granulocytes neutrophiles (polynucléaires) d'une part, et les macrophages d'autre part. Ces derniers sont ceux qui interviennent le plus souvent et apparaissent suite à la transformation des monocytes sanguins.

Les phagocytes sont capables d'absorber des éléments étrangers ou anormaux (bactéries, débris cellulaires, cellules cancéreuses, complexes immuns, cellules infectées par un virus etc)

Dans tous les cas, le mécanisme reste le même. Il se déroule en plusieurs phases qui sont:

- l'adhésion au cours de laquelle le phagocyte émet des expansions appelées pseudopodes qui entourent le corps étranger.
- l'absorption au cours de laquelle le corps étranger est englobé dans une vésicule, le phagosome.
- la digestion de l'antigène dans les phagosomes au sein desquels les vésicules golgiennes (lysosomes) déversent les enzymes hydrolytiques.
- le rejet des débris résultant de la digestion hors du phagocyte ou leur association à une molécule du CMH dans l'appareil de Golgi (excrétion). Le phagocyte devient une cellule présentatrice de l'antigène.

2. les différentes phases de la réponse immunitaire spécifique:

La réponse immunitaire spécifique nécessite une reconnaissance particulière de l'antigène par certaines cellules immunitaires. Elles comprennent trois phases principales:

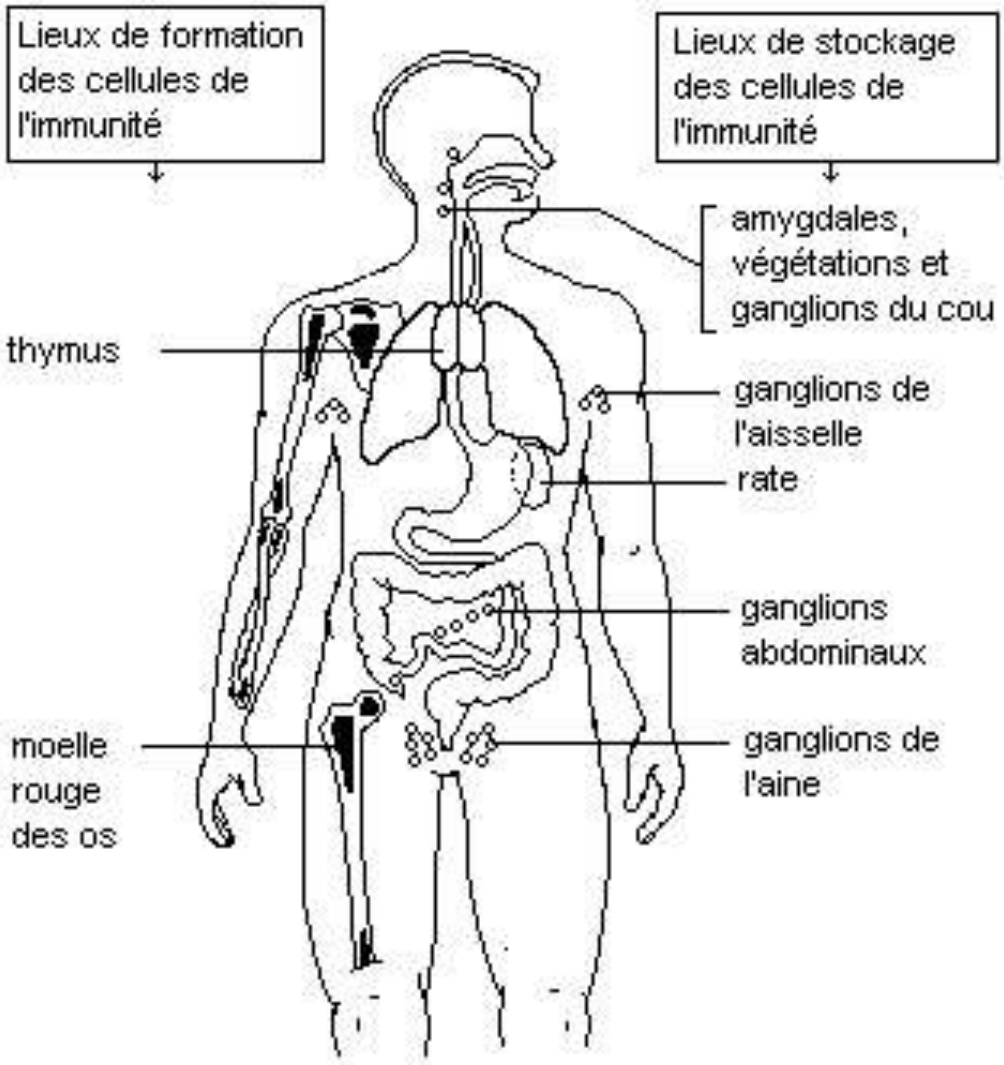
a. La phase d'induction:

Elle comprend la phase de reconnaissance et la phase d'activation.

La reconnaissance met en jeu des récepteurs spécifiques du soi modifié et /ou de l'antigène soluble et fait intervenir les lymphocytes B et T qui possède le récepteur approprié. Cependant les lymphocytes B reconnaissent directement le non-soi. Pour les lymphocytes T, il faut une cellule

présentatrice de l'antigène. Les lymphocytes T réalisent donc une double reconnaissance: une reconnaissance de l'antigène et celle de la molécule du CMH.
Ce choix des lymphocytes spécifiques qui possèdent le récepteur complémentaire du non-soi constitue la sélection clonale. Les lymphocytes ayant reconnu un antigène sont activés et s'engagent dans la deuxième phase de la réponse.
b. La phase d'amplification: Elle comprend la phase de prolifération et la phase de différentiation.La prolifération est marquée par la multiplication plus ou moins intense des lymphocytes T_8 et des lymphocytes B activés. Certains lymphocytes (B et T_4) qui ne se différencient pas deviennent les lymphocytes mémoires.
La phase de différenciation conduit à la formation des cellules effectrices, lymphocytes T cytotoxiques (lymphocytes T_8) et les plasmocytes (lymphocytes B).
c. La phase effectrice: C'est la phase qui conduit à l'élimination du non-soi. Elle comprend deux voies d'action suivant les éléments qui interviennent:
▪ Elimination des complexes immuns: par la formation du complexe immun (antigène-anticorps), l'antigène est neutralisé. Ce complexe est ensuite détruit par les phagocytes. Les complexes immuns sont donc éliminés au cours de la réponse humorale.
▪ Elimination des cellules anormales: par les lymphocytes cytotoxiques
Les lymphocytes cytotoxiques détruisent par contact direct les cellules étrangères au cours de la réponse cellulaire.
Conclusion:Généralisation des processus immunitaires
a. Les anticorps: agents du maintien de l'intégrité du milieu extracellulaire: La synthèse d'anticorps est la signature d'une réaction de l'organisme à la présence d'éléments étrangers. Les anticorps sont des effecteurs de l'immunité acquise. Ils agissent dans le milieu extracellulaire (ou milieu intérieur) en se liant spécifiquement aux antigènes qui ont déclenché leur formation. Les anticorps sont des immunoglobulines, protéines circulantes du milieu intérieur constituées d'une partie constante et d'une partie variable. La spécificité des anticorps est due à la partie variable. La liaison antigène-anticorps entraîne la formation de complexes immuns, favorisant l'intervention de mécanismes innés d'élimination de ces complexes. Les cellules phagocytaires (macrophages, polynucléaires), exprimant des récepteurs de la partie constante des anticorps, fixent par l'intermédiaire de ces récepteurs les complexes immuns et les éliminent par phagocytose. Les anticorps sont produits par des lymphocytes B sécréteurs ou plasmocytes. De très nombreux clones de lymphocytes B se distinguant par leurs anticorps membranaires qui servent de récepteurs pour l'antigène, préexistent avant tout contact avec celui-ci. La reconnaissance d'un antigène donné par un lymphocyte B porteur d'un récepteur spécifique de cet antigène entraîne la multiplication de ce lymphocyte et la formation d'un clone de lymphocytes B ayant la même spécificité. Les lymphocytes B obtenus se différencient en plasmocytes et en lymphocytes B mémoire.
b. Les lymphocytes T cytotoxiques (T_8): agents du maintien de l'intégrité des populations cellulaires: Les lymphocytes T cytotoxiques sont aussi des effecteurs de l'immunité acquise. Les cellules infectées expriment à leur surface des fragments peptidiques issus des protéines du pathogène que n'expriment pas les cellules saines. Les lymphocytes T, par leurs récepteurs T spécifiques, reconnaissent les cellules infectées. Cette reconnaissance déclenche un mécanisme d'élimination des cellules infectées par ces lymphocytes T cytotoxiques. La production de lymphocytes T cytotoxiques spécifiques à partir de lymphocytes T pré-cytotoxiques repose sur des étapes (sélection, multiplication, différenciation, intervention des lymphocytes T_4).
c. Les lymphocytes T_4: pivots des réactions immunitaires acquises: À la suite de l'entrée d'un antigène dans l'organisme, des lymphocytes T_4 spécifiques de cet antigène se différencient en lymphocytes T_4 sécréteurs de messagers chimiques (interleukines). Les interleukines stimulent la multiplication et la différenciation des lymphocytes B et des lymphocytes T sélectionnés.

Les principaux organes lymphoïdes de l'Homme



4 SOUS-CONCEPT 4 : LE DYSFONCTIONNEMENT ET LES DEFICIENCES DU SYSTEME

SITUATION PROBLEME :

Les bactéries, les virus et autres parasites sont des agresseurs potentiels de notre organisme. Ils sont définis comme éléments du non-moi. En effet, ils présentent à leur surface des antigènes, molécules reconnues spécifiquement par le système immunitaire. Ce dernier, en distinguant le soi du non-moi, permet à l'organisme de neutraliser et d'éliminer les éléments étrangers. Son fonctionnement n'est pas favorable à l'individu. Le système immunitaire peut être sujet à des dérèglements difficiles à soigner et dont les conséquences peuvent être une allergie, une maladie auto-immune ou un syndrome immunodéficience acquise (cas du SIDA)

- **Quel est le mécanisme de chacune des formes de dérèglement du système immunitaire mentionnées ?**
- **Comment le VIH provoque-t-il l'affaiblissement du système immunitaire et quelles en sont les conséquences ?**

LES ACTIVITES

A. Origine de l'immunodéficience ou déficit immunitaire

Activité 1 **Observation de déficits immunitaires primitifs**

Les déficits immunitaires primitifs sont observés chez les enfants ou les jeunes adultes des la naissance. On distingue :

a.Les déficits des lymphocytes :

- 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. l'individu concerné présente alors un déficit en lymphocytes et en anticorps. Il est fréquemment atteint d'infections d'origine bactérienne, virale ou fongique. L'évolution de ces déficits (déficits immunitaires combinés sévères : DICS) est fatale avant l'âge d'un an.
- 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 maladie de Bruton, présente une carence en lymphocyte B associée à un déficit en anticorps. Il souffre surtout d'infections bactériennes.
- Déficit des lymphocytes 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 deux types de déficits phagocytaires :

- 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 se caractérise par des défauts fonctionnels de type enzymatique. L'individu atteint de cette anomalie héréditaire est souvent victime d'infections bactériennes répétées (granulomatose septique chronique) 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. Ces déficits sont responsables chez l'individu des œdèmes répétitifs des extrémités, du tronc, de la face, des voies respiratoires (risques d'étouffement), des muqueuses digestives (douleurs abdominales).

CONSIGNE: A partir de l'exploitation des documents ci-dessus et de tes connaissances en immunologie ;

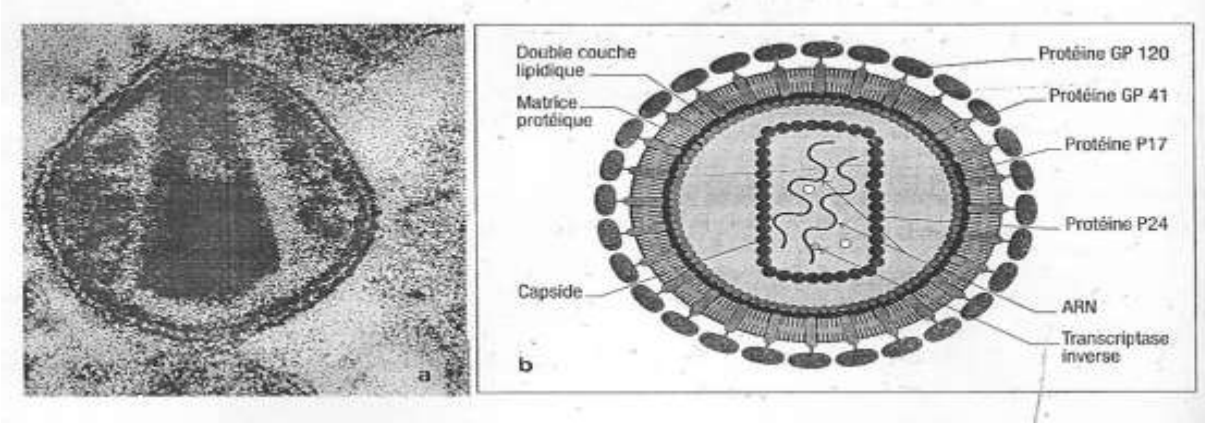
1) **Explique pourquoi la non-différenciation des cellules souches lymphocytaires provoque un déficit immunitaire combiné sévère**
2) **Explique pourquoi, en théorie, un individu atteint de la maladie de Bruton posséderait un système immunitaire défaillant dans sa réponse spécifique humorale.**
3) **Quelles sont les conséquences du déficit des polynucléaires dans l fonctionnement du système immunitaire, aussi bien dans la réponse spécifiqu que dans la réponse non-spécifique**

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Activité 2 Observation de deficit immunitaire spécifique : cas du SIDA

Le syndrome immunodéficience acquise (SIDA) est dû à une déficience du système immunitaire. Il est transmit à un individu grâce au virus de l'immunodéficience humaine (VIH) présenté par le document 1 ci-après



1. Représentation du VIH **document 1** : photographie (a) et schéma «robot » du VIH (b)

2. Nom : virus de l'immunodéficience acquise (VIH).

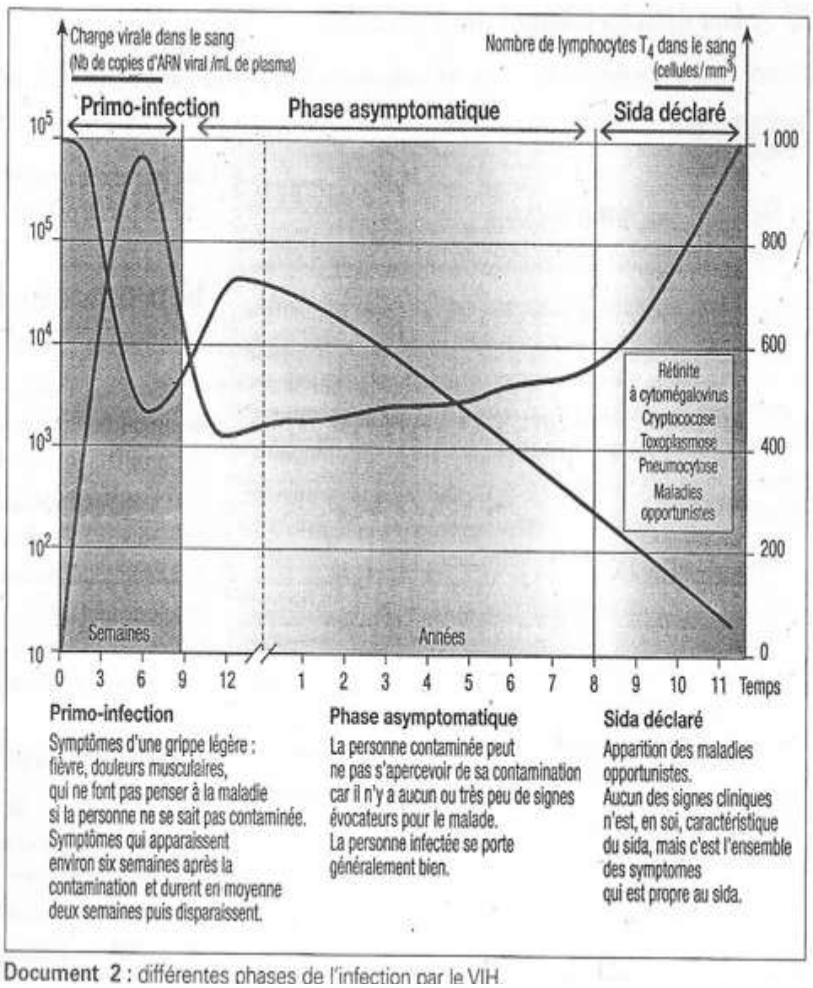
3. Date et lieu de son isolement : 20 mai 1983 à l'institut Pasteur.

4. Cellule hôte : lymphocyte T4 ou lymphocyte T portant un récepteur membranaire appelé CD_4. C'est un lymphocyte T auxiliaire qui joue un rôle capital dans la régulation du fonctionnement du système immunitaire.

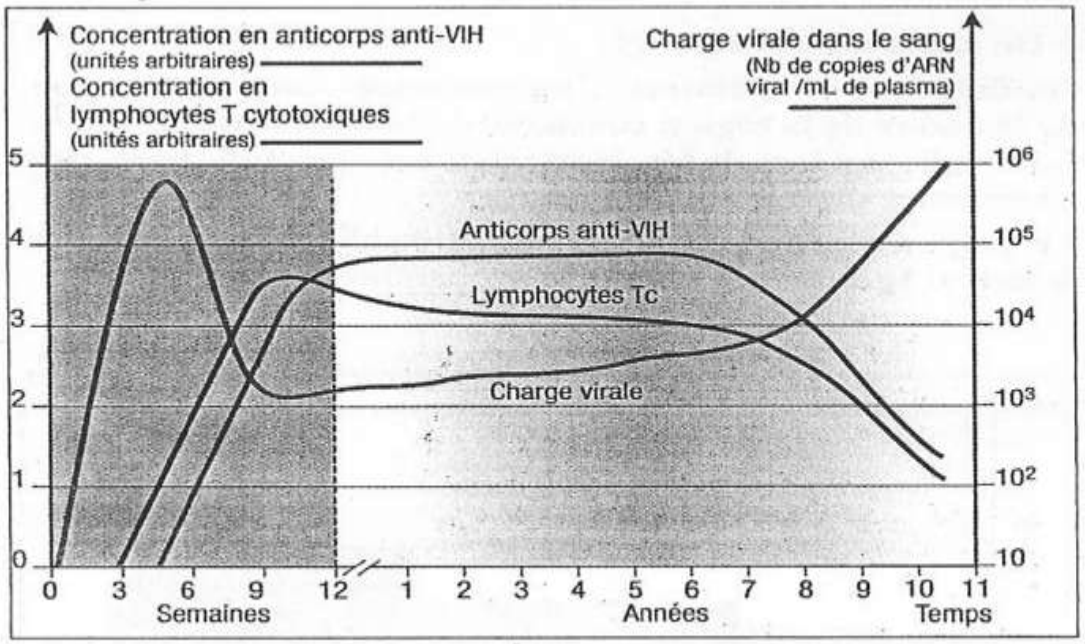
Les macrophages sont aussi des cellules cibles du VIH parce qu'ils possèdent le CD_4.

5. Particularités : 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.

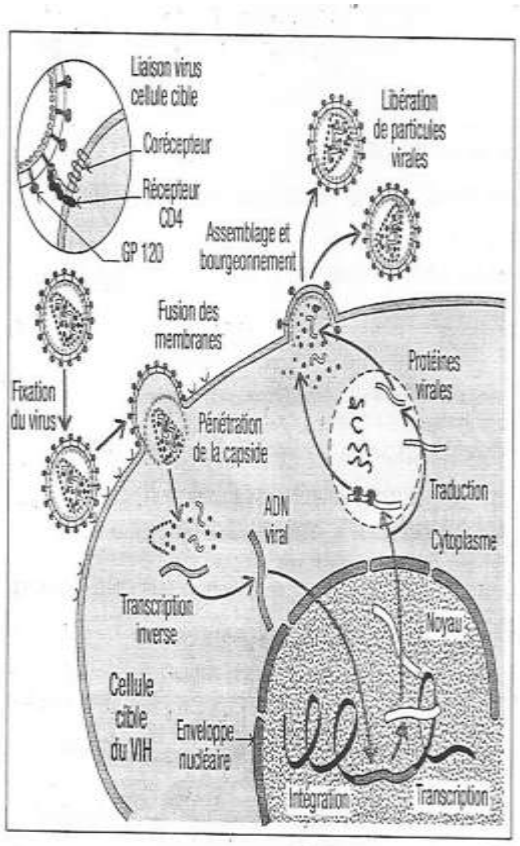
Il est fragile et ne résiste ni à la chaleur, ni aux antiseptiques courants.



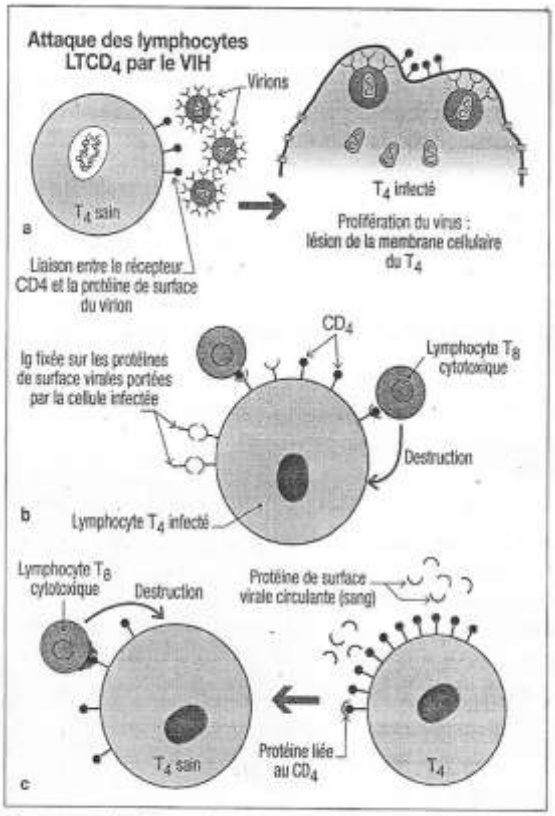
Document 2 : différentes phases de l'infection par le VIH



Document 5 : évolution au cours du temps des anticorps anti-VIH, de lymphocytes T cytotoxiques (LTC) et de la charge virale dans le sang d'une personne infectée par le VIH.



Document 3 : attaque des lymphocytes T_4 par le VIH.



Document 4 : destruction directe ou indirecte de lymphocyte T_4 par le VIH.

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

1) **Définis le terme rétrovirus**
2) **Détermine les différentes phases de l'infection par le VIH**
3) **Indique pourquoi le VIH ne parasite que les lymphocytes T4 et les macrophages**
4) **Décris comment l'information génétique virale s'incorpore dans l'ADN de la cellule cible**
5) **Explique pourquoi les lymphocytes T4 et les macrophages sont qualifiés de réservoirs à virus**
6) **L'explication que tu as proposée pendant la question par rapport à la diminution de la charge virale durant la phase asymptomatique correspond-elle à celle proposée par le document 5 ? Justifie ta réponse.**
7) **Quel est le devenir des lymphocytes T4 chez une personne infectée par le VIH et que devient son système immunitaire ?**

SYNTHESE PARTIELLE :

B. Le mécanisme de l'hypersensibilité

Activité 3 Observation de quelques manifestations de l'hypersensibilité

L'hypersensibilité est une réponse incontrôlée, inappropriée et le plus souvent violente à un antigène généralement inoffensif. Les allergies sont une forme d'hypersensibilité qualifiée d'hypersensibilité immédiate en raison de la rapidité de son intervention. Une allergie peut conduire au choc anaphylactique. Le terme anaphylaxie d'origine grecque signifie réaction contraire à la protection (ana = contraire et phylaxie = protection)

a. Le premier choc anaphylactique

En 1902, Richet et Portier observent le premier choc anaphylactique chez un chien. Son intervention avait nécessité d'abord une injection d'un extrait glycériné contenant des tentacules d'une anémone de mer à un chien, suivi d'un intervalle de temps d'environ trois semaines. Puis une deuxième injection de la même substance dite déclenchant qui, en 25 minutes, avait provoqué la suffocation et la mort de l'animal.

Chez l'Homme (espèce Humaine) le choc anaphylactique est rare, mais peut intervenir suite) à une piqure de guêpe ou d'abeille, à une injection de sérum d'animaux ou d'antibiotique, etc. il se manifeste par des frissons et une hypotension pouvant conduire à la mort.

b. Quelques manifestations cliniques des allergies :

L'allergie est une réaction d'hypersensibilité immédiate qui se traduit au niveau clinique par l'asthme, les rhinites, les eczémas, etc

- L'asthme est un syndrome de ventilation obstructif accompagné d'une hyperactivité bronchique. Il se traduit par la libération de substances broncho-constructives (mucus) qui diminuent le diamètre des bronches et empêchant l'arrivée d'air aux poumons.
- Les rhinites se manifestent pas l'écoulement nasal, des salves d'éternuements, la turgescence de la muqueuse nasale souvent accompagnée de conjonctivite, de toux, de pharyngite. Elle est provoquée par des poussières, du pollen, le poil des animaux, des acariens
- L'eczéma est une affection cutanée caractérisée par des rougeurs, des vésicules suintantes, la formation des croutes et de squames.

Les allergies sont provoquées par des antigènes appelés allergènes. Ils peuvent pénétrés dans le corps par différentes voies :

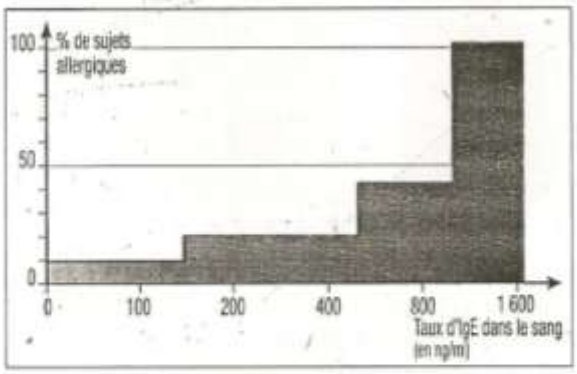
- La voie respiratoire par les pneumallergènes ;
- Les injections pour le cas des venins d'animaux et les médicaments

c. Les analyses biologiques de personnes atteintes d'allergies

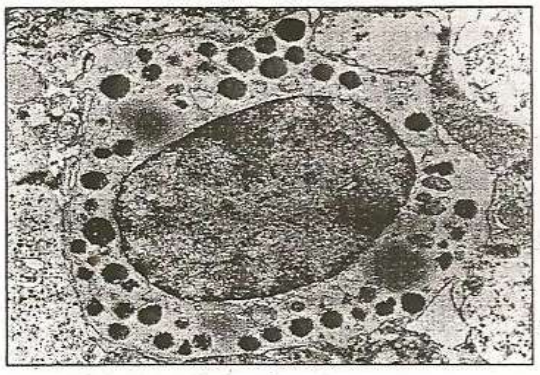
Les personnes atteintes d'allergies présentent des particularités dans les résultats d'analyses biologiques de leurs tissus :

- Un excès d'anticorps IgE

On distingue cinq classes d'immunoglobulines en fonction de la nature de la région constante de la chaine lourde : Ig A, IgD, IgE, IgG, IgM. Normalement, les IgE sont peu abondantes dansle sang. Le graphe du document permet d'établir la relation entre le taux d'IgE dans le sang et la probabilité d'être allergique.



Document 6 : relation entre le taux d'immunoglobuline E (IgE) dans le sang et les allergies.



Document 7 : le mastocyte (x 8 750).

- L'excès de certains médiateurs dans les tissus

Certains médiateurs, telle que l'histamine, sont en excès dans les tissus ou s'est introduit l'allergène. Les effets de l'histamine dans l'organisme sont les suivants :

- La vasodilatation ;
- L'augmentation de la perméabilité des capillaires au plasma et aux cellules ;
- L'activation des cellules sécrétrices de mucus ;
- La contraction des muscles lisses ;
- L'attraction de certains leucocytes ;
- La mobilisation des mastocytes

Les mastocytes, cellules de muqueuses et de tissus conjonctifs, sont présent dans la plupart des organes. Ils se caractérisent par un cytoplasme riche en granules contenant de l'histamine et d'autres médiateurs chimiques plus actifs. C'est la libération du contenu des granules par exocytose qui est à l'origine des allergies.

Les granulocytes neutrophiles (types de leucocytes) jouent le même rôle que les mastocytes

Le déficit en lymphocytes T suppresseurs

Ce déficit est constaté chez des sujets atteints d'eczéma et chez les nourrissons allergiques à certains laits en poudre

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

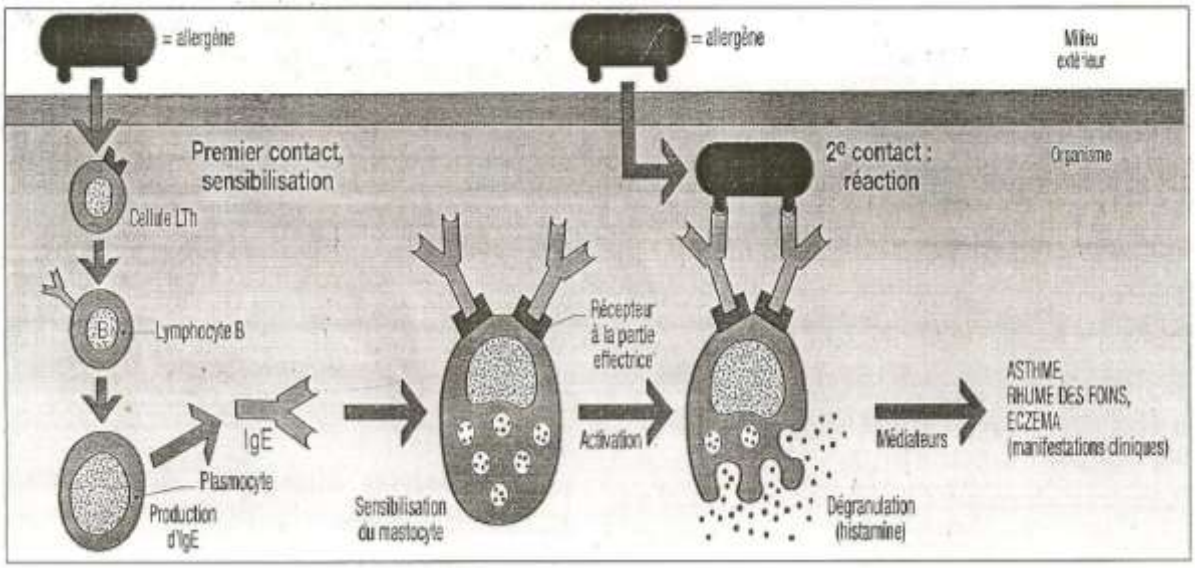
1. **On distingue l'hypersensibilité à médiation cellulaire et l'hypersensibilité à médiation humorale.**
   Dans quel type classe-ton les allergies ? Justifie ta réponse.
2. **Etablis un lien entre les résultats d'analyse biologique et les manifestations cliniques des allergies**
3. **Etablis une relation entre le taux d'IgE dans le sang et la probabilité d'être allergique.**

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

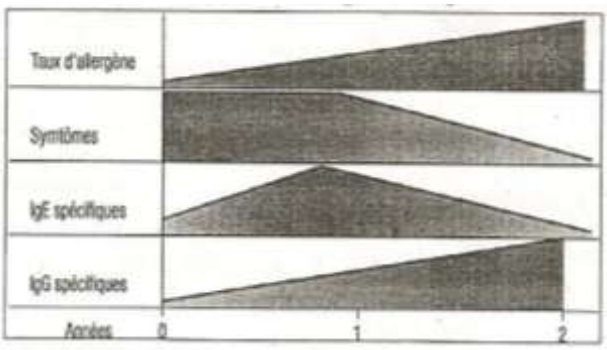
Activité 4 Observation de la mise en place de l'hypersensibilité immédiate

La mise en place de l'allergie se fait en deux phases prédominantes : la sensibilisation et la réaction. C'est l'existence dans l'organisme des cellules sensibilisées prêts à une réaction exagérée et rapide qui explique l'expression « hypersensibilité immédiate » attribuée aux allergies.



Doc 8 : schéma générale de la réaction d'allergie après introduction d'un allergène dans l'organisme

Pendant la phase de réaction se déroule un pontage (l'allergène regroupe les IgE voisines). Ce dernier entraine une entrée importante des Ca^{++} à l'origine des modifications de la perméabilité cellulaire. Le traitement de l'allergie se fait par désensibilisation. Celle-ci consiste à administrer des doses croissantes de l'allergène au sujet concerné afin de diminuer, dans le temps, la réaction d'hypersensibilité de son organisme à l'organisme à l'égard de l'allergène en question.



Doc 9 : évolution du taux d'immunoglobulines pendant un traitement de désensibilisation

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

1. **Décris le mécanisme de la sensibilité (première phase de la mise en place d'une allergie).**
2. **Décris le mécanisme de la réaction (deuxième phase de la mise en place d'une allergie).**
3. **Identifie dans l'allergie, ce qui fait partie d'un processus normal de réaction immunitaire ce qui l'en distingue.**
4. **Explique comment la désensibilisation à un allergène est considérée comme un traitement efficace à une allergie (document 9)**

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

C. Les maladies auto-immunes

Activité 5 Observation de quelques cas de maladies auto-immunes

Un organisme qui produit des anticorps et des lymphocytes orientés contre les déterminants antigéniques portés par ses propres cellules est atteint d'une maladie auto-immune (stimulation dans laquelle le système immunitaire de l'organisme malade réagit contre ses propres composants moléculaires).

1) Le diabète sucré juvénile : il est observé chez les individus jeunes. Dès le début de la maladie, on retrouve chez les sujets concernés, des anticorps qui provoquent soit l'altération des cellules des ilots de Langerhans (cellules du pancréas sécrétrices d'insuline), soit la non-libération de cette hormone. Ces anticorps sont appelés auto-anticorps.

L'insuline est une hormone secrétée par le pancréas et intervient dans la régulation de la glycémie (taux de glucose dans le sang). Le diabète sucré juvénile est un diabète insulinodépendant.

2) La myasthénie : c'est une maladie qui se caractérise par une faiblesse musculaire et une anomale fatigabilité à l'effort. L'analyse du sérum de personne malade révèle la présence des anticorps dirigés contre les récepteurs de l'acétylcholine des plaques motrices des muscles striés. L'acétylcholine est un médiateur chimique qui intervient dans la transmission des messages nerveux moteurs de la fibre nerveuse aux fibres musculaires en vue de leur contraction. Ces anticorps anti récepteurs de l'acétylcholine sont capables de franchir la barrière placentaire. C'est cela qui explique l'apparition de la masthénie néonatale chez les nouveau-nés des mères myasthéniques.

3) La thyroïde ou Hashi moto : c'est une maladie qui atteint les femmes d'âge mur. 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 des macrophages. L'analyse sérologique permet de mettre en évidence des anticorps produits contre des cellules thyroïdiennes et la thyroglobuline (protéine essentielle dans la synthèse des hormones thyroïdiennes)

CONSIGNE:A partir de l'exploitation des textes ci-dessus

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

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……

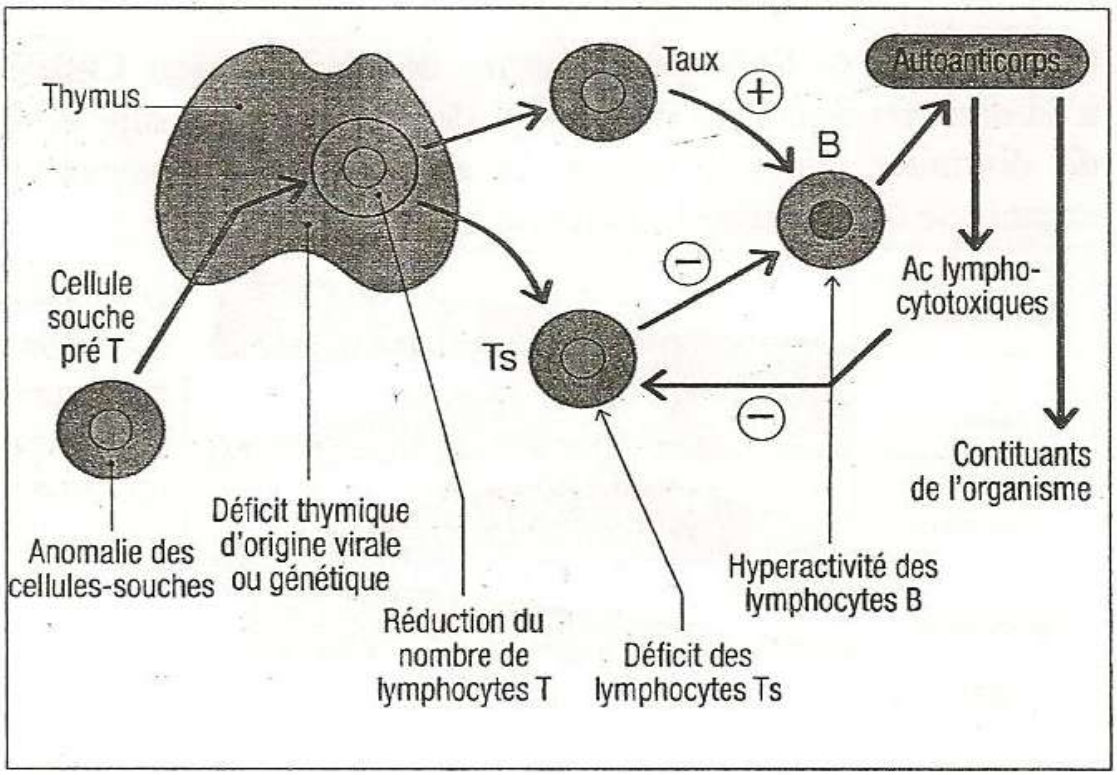
Activité 6 Mécanisme de l'auto-immunité

L'apparition des maladies auto-immunes chez un individu est une conséquence des influences diverses parmi lesquelles :

- Des influences génétiques mises en évidence dans des modèles expérimentaux chez les animaux ;
- Des influences environnementales. Le virus de la rubéole par exemple est fortement suspecté dans le cas de la polyarthrite rhumatoïde.

Le mécanisme à l'origine du dysfonctionnement du système immunitaire responsable de la mise en place d'une maladie auto-immune peut agir à des niveaux différents et provoquer :

- Le dysfonctionnement des lymphocytes T provoqué par une anomalie au niveau du thymus ou une anomalie des cellules souches de lymphocytes T ;
- Des anomalies de lymphocytes B. ces anomalies sont surtout des anomalies de stimulation ;
- Des anomalies de monocytes et de macrophages. Ces anomalies se traduisent par un déficit de l'expression des molécules HLA sur des cellules.



Document 11 : quelques mécanismes impliqués dans l'auto-immunité.

CONSIGNE : A partir de l'exploitation du document 11 ci-dessus et des figures y afférant, relève et explique quelques mécanismes impliqués dans l'auto-immunité

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……

SYNTHESE GENERALE : BILAN DES ACTIVITES

I. L'origine des déficits immunitaires ou Immunodéficiences

On va distinguer deux types d'immunodéficiences selon leur origine.

1. Les déficits immunitaires primitifs ou congénitaux.

Ils touchent l'enfant ou le jeune adulte dès la naissance. Ils sont d'origine génétique ou provoqués par des anomalies embryologiques. Lorsqu'ils affectent l'immunité humorale, l'organisme a un taux de lymphocytes B et de plasmocytes faibles. Par conséquent, la production des anticorps reste aussi faible. Lorsque ces déficits affectent l'immunité cellulaire, le taux de lymphocytes T devient faible ou presque nul.

2. Les déficits immunitaires secondaires ou déficits immunitaires acquis:

Leurs causes sont multiples. Ils peuvent être provoqués par la malnutrition (la carence en protéines par exemple entraine une baisse du taux des anticorps), les cancers pouvant affecter les cellules immunitaires, des modifications génétiques pouvant entraîner une aplasie médullaire (réduction ou disparition des cellules de la moelle osseuse), certains traitements (radiothérapie, chimiothérapie) affectant les acteurs des réactions immunitaires, des infections virales aiguës telle que le SIDA.

a) Exemple le sida ousyndrome de l'immunodéficience acquise.

C'est une affection provoquée par un virus appelé VIH (Virus de l'Immuno-Déficience Acquise).

Comme tout virus, c'est un parasite intracellulaire obligatoire, spécifique des cellules ayant un récepteur membranaire appelé CD_4. C'est le cas des lymphocytes T_4, des macrophages.

Par l'une des voies de transmission (relation sexuelle non protégées, voie sanguine, transmission mère séropositive-fœtus), le VIH entre dans la circulation sanguine. Il s'introduit dans une cellule à CD_4. La paroi du virus se rompt, mettant à nu l'ARN viral dans le cytoplasme de la cellule hôte. Une enzyme virale spécifique, la transcriptase inverse, est responsable de la transcription rétrograde de l'ARN viral en ADN. Par un mécanisme particulier, l'ADN viral s'introduit dans le noyau de la cellule hôte et s'incorpore dans son ADN. L'ADN viral devient ainsi une partie du patrimoine génétique de cette cellule.

Deux évolutions sont possibles:

a.1) L'ADN viral reste dormant pendant plusieurs mois, voire plusieurs années. Les cellules infectées continuent à vivre normalement. Par le sang et les sécrétions sexuelles, ces cellules peuvent être transmises à d'autres personnes.

a.2) L'ADN viral devient actif et commence à être traduit. Ce cycle se traduit chronologiquement par la synthèse d'ARN viraux, la synthèse des protéines virales, l'assemblage des ARN viraux et des protéines virales mais aussi la libération de nouveaux virus actifs. Cette libération se fera par bourgeonnement ou par éclatement de la cellule hôte. Quand un nombre de cellules à CD_4 détruites directement ou indirectement est important, l'individu présente alors un déficit immunitaire.

Les symptômes du SIDA vont alors apparaître.

Il est à remarquer qu'une fois le VIH introduit dans l'organisme, le système immunitaire lutte contre lui en produisant des anticorps anti-VIH, des lymphocytes T cytotoxiques.

II. Le mécanisme de l'hypersensibilité due à une trop forte réaction du système immunitaire

L'hypersensibilité du système immunitaire est une réponse incontrôlée, inappropriée et le plus souvent très violente contre un antigène généralement inoffensif. On va distinguer:

1. L'hypersensibilité immédiate à médiation humorale

Elle se manifeste par des allergies dont les troubles apparaissent très rapidement après le contact avec l'allergène.

La mise en place d'une allergie commence par une phase de sensibilisation au premier contact avec l'allergène. La réaction immunitaire à médiation humorale se met en place normalement. Les plasmocytes, issus de la transformation des lymphocytes B, sécrètent abondamment les anticorps IgE qui se fixent sur les mastocytes (les mastocytes sont l'équivalent tissulaire des polynucléaires basophiles) pour donner le complexe immun. Cette mise en place se poursuit avec la phase de réaction lors des contacts ultérieurs avec l'allergène. Ce dernier active les mastocytes déjà sensibilisés et provoque ainsi une dégranulation et la libération de médiateurs (histamine) responsable des troubles observées.

La réaction allergique (inflammation, sécrétion abondante de mucus, contraction des muscles lisses) peut se localiser dans la zone de pénétration de l'allergène ou se généraliser dans tout l'organisme grâce à la circulation sanguine.

Les effets de l'histamine dans l'organisme sont les suivantes:

- La vasodilatation,
- L'augmentation de la perméabilité des capillaires au plasma et aux cellules
- L'activation des cellules sécrétrices de mucus
- La contraction des muscles lisses
- L'attraction de certains leucocytes

▪ La mobilisation des mastocytes

2. L'hypersensibilité retardée à médiation cellulaire

Elle se manifeste par des formes d'allergies qui se limitent à des réactions cutanées.

L'allergène dans ce cas est une substance chimique qui se combine à des protéines de l'organisme pour provoquer une réaction immunitaire. On retrouve l'allergène dans les objets d'utilisation courante tels que les gants en caoutchouc, les bijoux contenant du nickel, des produits cosmétiques, etc…

Cette hypersensibilité se différencie de la première par:

▪ Le rôle prépondérant des lymphocytes T

▪ La réaction inflammatoire retardée (24 à 48 heures après le contact)

1. Elle est localisée à la zone de pénétration.

b) Les maladies auto-immunes.

Ces maladies sont dues au fait que le système immunitaire se retourne contre les propres composants de l'individu, contre les molécules du soi. L'analyse biologique du malade révèle dans son organisme des auto-anticorps, des lymphocytes cytotoxiques et phagocytes dont les cibles sont un organe ou une molécule propre à l'organisme.

Les causes de ces maladies sont d'origine génétique et environnementale.

© Ouvrage élaboré par Aboubacar BOUARE & Issa COULIBALY /Professeur de SVT
79198269-65665696/76399806-66279590 Email: iss27coul@live.fr

5 SOUS-CONCEPT : LES AIDES A LA REPONSE IMMUNITAIRE

SITUATION PROBLEME :

Même quand le système immunitaire n'est pas défaillant (fonctionnement normal), l'intervention de l'organisme face à une infection (ou agression microbienne) n'est pas immédiate. Entre l'entrée de l'agent pathogène dans l'organisme et la réaction de ce dernier, il s'écoule un certain temps qui peut favoriser la prolifération des microbes. Pour que l'intervention du système immunitaire soit efficace et immédiate des aides sont nécessaires, elles peuvent être préventives ou curatives. A partir de ces observations, on peut se demander :

- **Quelles sont les différentes techniques médicales capables de restaurer et d'amplifier le système immunitaire ?**
- **Comment expliquer les modes d'action de chacune de ses techniques ?**

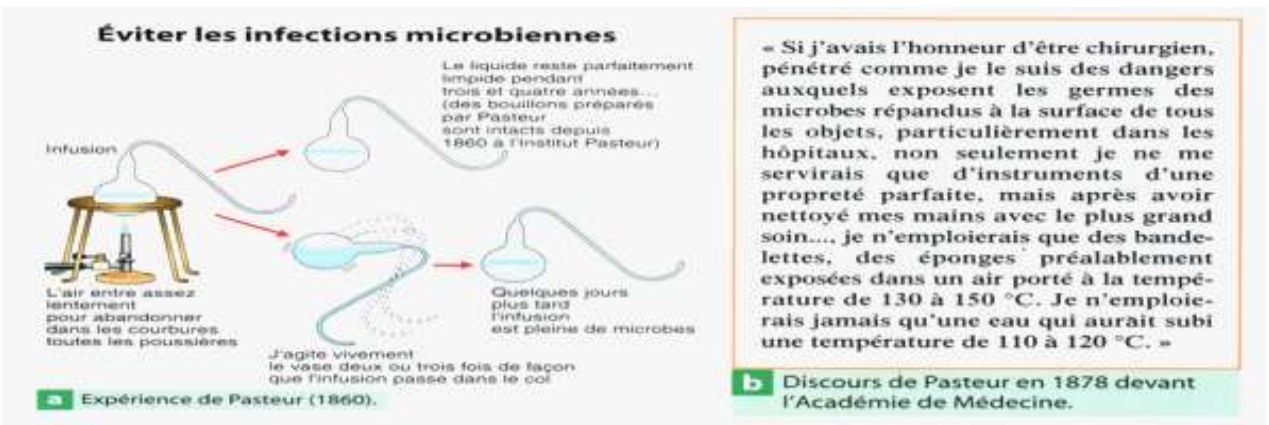
LES ACTIVITES

A. Quelques techniques médicales intervenant dans l'immunité

1) L'asepsie et l'antisepsie

Activité 1 **Observation de quelques cas d'asepsie et d'antisepsie**

On considère les documents ci-dessous relatifs à des moyens utilisés ou préconisé dans l'immunité artificielle



a Expérience de Pasteur (1860).

« 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 servirais que d'instruments d'une propreté parfaite, mais après avoir nettoyé mes mains avec le plus grand soin..., je n'emploierais que des bandelettes, des éponges préalablement exposées dans un air porté à la température de 130 à 150 °C. Je n'emploierais jamais qu'une eau qui aurait subi une température de 110 à 120 °C. »

b Discours de Pasteur en 1878 devant l'Académie de Médecine.

● L'**asepsie** est une méthode pour éviter la contamination de l'environnement.



c Un antiseptique, appliqué sur une plaie, détruit tous les microbes qui auraient pu s'y introduire.

● L'**antisepsie** est une méthode pour éliminer les micro-organismes responsables de l'infection. Parmi les antiseptiques les plus communément utilisés en application cutanée, on peut citer : l'eau oxygénée (diluée), l'eau de Javel diluée (Dakin)...



d Le préservatif est le seul moyen pour éviter la transmission des MST (maladies sexuellement transmissibles).

CONSIGNE: **A partir de l'exploitation des documents ci-dessus ainsi que des figures y afférant et vos connaissances**

1) **Identifie la méthode préconisée par Pasteur dans les hôpitaux**
2) **Cite les moyens permettant d'éliminer les micro-organismes**
3) **Définis l'asepsie et l'antisepsie**

SYNTHESE PARTIELLE :

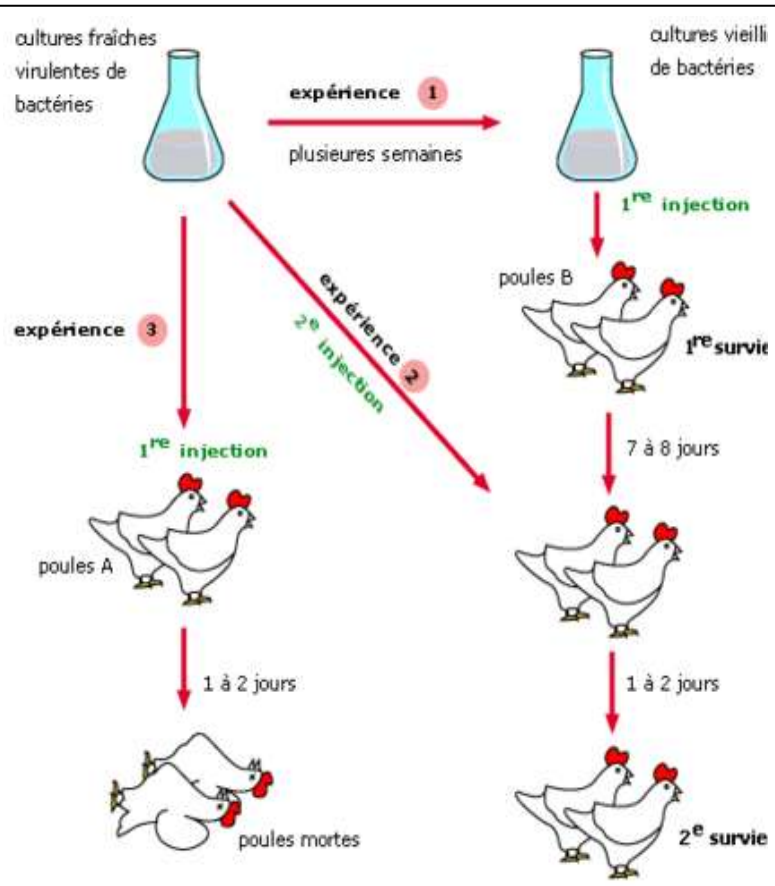
……
……
……
……
……
……
……
……
……

2) La vaccination :

Activité 1 **Observation d'un cas de vaccination : Experience de Pasteur**

La vaccination accélère la réponse immunitaire. Elle doit son existence aux travaux de deux scientifiques : le médecin anglais Jenner (1796) et Louis Pasteur (1876-1880). Pasteurs au cours de son expérience disposait de 80 poules.

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



Doc 2 : découverte du vaccin du choléra de poule

© Ouvrage élaboré par Aboubacar BOUARE & Issa COULIBALY /Professeur de SVT
79198269-65665696/76399806-66279590 Email: iss27coul@live.fr

CONSIGNE : **A partir de l'exploitation des documents ci-dessus et des figures y afférant,**

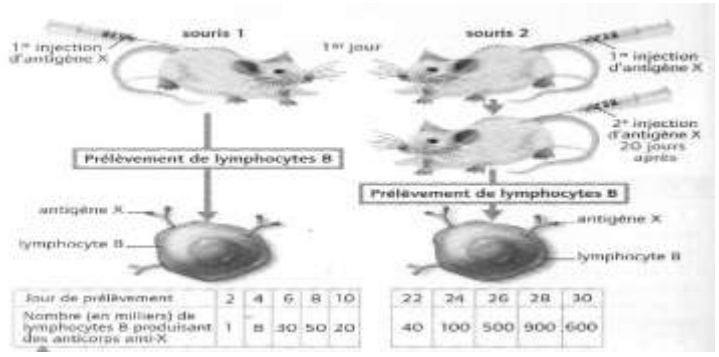
1) **Explique en quoi à consister la technique de Pasteur**
2) **Explique pourquoi Pasteur devait injecter aux poules rescapées la culture microbienne (virulente non atténuée)**

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……

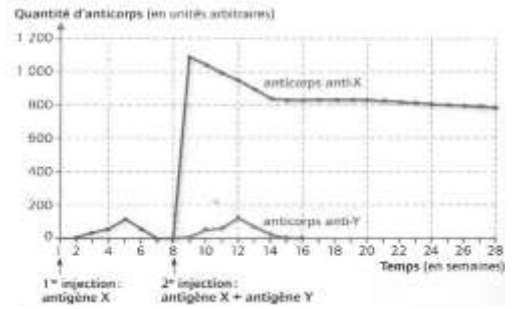
Activité 2 Mise en evidence du principe de la vaccination

Généralement, la vaccination fait acquérir des immunités spécifiques (cellulaires et humorales) mixtes. La réponse de l'organisme à une stimulation antigénique ne dépend pas du type d'immunité acquise, elle déclenche toujours la production de lymphocytes B ou T à durée de vie très longues appelées 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. Les expériences des documents ci-dessous permettent de comprendre le principe d'action des vaccins

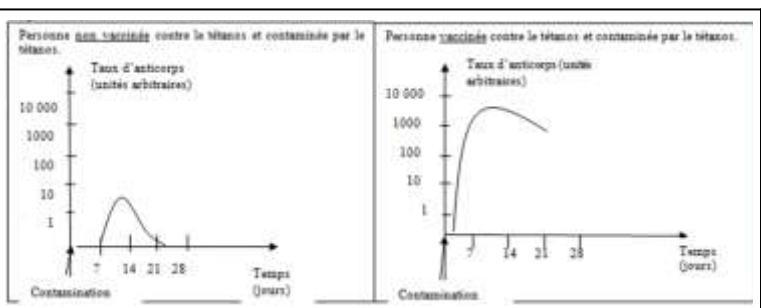


Jour de prélèvement	2	4	6	8	10	22	24	26	28	30
Nombre (en milliers) de lymphocytes B produisant des anticorps anti-X	1	8	30	50	20	40	100	500	900	600

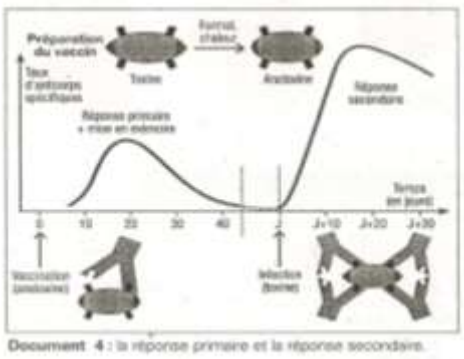
Doc. 2 : Des expériences pour mettre en évidence l'importance des LB dans la mémoire immunitaire – Belin 3ème



Doc. 1 : Evolution en fonction du temps de la quantité d'anticorps dans le sang d'une souris ayant subi deuxinjections d'antigènes – Belin 3ème



Doc. 3 : Evolution du taux d'anticorps en fonction du temps après contamination chez une personne non vaccinée et chez une personne vaccinée- Bordas 3ème



Document 4 : la réponse primaire et la réponse secondaire.

Depuis la découverte du vaccin par Pasteur et autres chercheurs, plusieurs autres vaccins ont été élaborés par des procédés dont certains sont présenté par le tableau ci-dessous :

Maladie	Inventeur du vaccin	Méthode de préparation du vaccin	Agent vaccinant
Rage	Pasteur 1885	Moelle épinière d'un lapin atteint de rage, conservée à l'air sec pendant 14 jours	Virus vivants atténués
Typhoïde	Wright 1892	Bacilles soumis à l'action de la chaleur et du formol	Bacille tué (inactivé)
Tuberculose	Calmette et Guérin 1908-21	Bacilles tuberculeux bovins obtenus après 13 ans de culture et 23 passages successifs sur des milieux imprégnés de bile de bœuf glycérinée	Bacille de Calmette et Guérin (BCG) vivant, atténué voisin du BK (bacille de Koch)
Diphtérie	Ramon 1923	Toxine diphtérique soumise à l'action du formol 4‰ et chauffée pendant un mois	Anatoxine (toxine neutralisée)
Pneumonie	Goebel 1943 (pour le principe)	Extraits de la capsule de 14 types de pneumocoques (commercialisé en 1980)	Extraits bactériens
Hépatite B	Institut Pasteur (1975-81)	Enveloppes de virus dépourvues de matériel génétique (virus prélevés dans le sang de porteurs « sains »)	Extraits viraux

Document 3 : tableau de préparation de quelques vaccins.

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

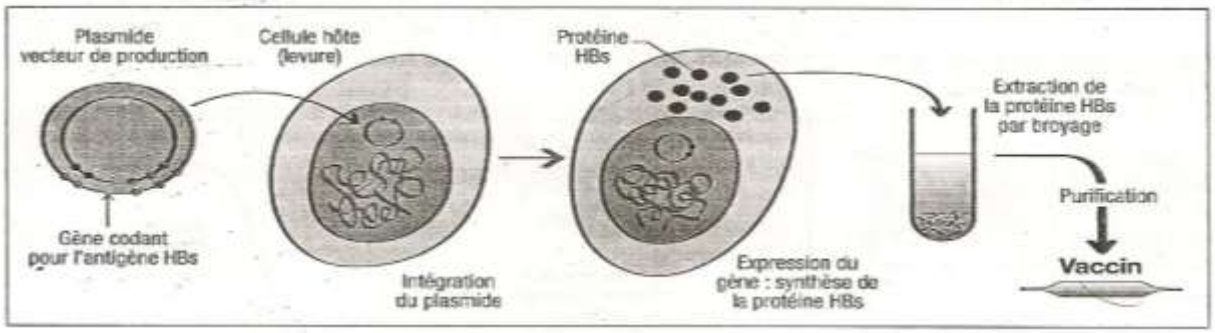
1) **Explique le principe d'élaboration des vaccins**
2) **Explique le principe d'action des vaccins**

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Activité 3 Observation de la production de vaccin par d'autres techniques

On est egalement possible de produire des vaccins par des techniques de genie genetique. Cette technique fait intervenir l'ADN. La premiere etape consiste à isoler des genes, à preciser la structure et à les introduire dans les cellules d'un organisme différent de celui de depart. La cellule hote va etre obligée de secreter la protéine pour laquelle code le gene parce qu'il a été introduit dans le patrimoine héréditaire de cette derniere. Cette technique a été utilisée pour la mise au point du vaccin contre l'hepatite B.



Document 5 : principe de la production d'antigènes vaccinants pour l'hépatite B.

Les hépatites virales sont des maladies tres repandues. Actuellement, beaucoup de personnes en souffrent. Les agents pathogenes sont des virus. La forme la plus grave est l'hepatite B qui se transmet par voie orale, sanguine et sexuelle. Le sang d'un malade contient en dehors des virus, des fragments d'enveloppe virale.

Le sang d'un porteur sain (seropositif) en contient aussi. Pour fabriquer le vaccin contre l'hépatite B, il faut isoler l'antigene de surface HBs. Cet antigene est ensuite inactivé et associé à un adjuvant (substance qui stimule non specifiquement les reponses immunitaires)pour le rendre efficace. La plupart des adjuvants naturels ou synthetiques sont toxiques pour l'Homme. C'est pour cette raison que l'on prefere produire les vaccins dits recombinants. Un morceau d'ADN codant pour un antigene de surface d'un agent pathogene. Le virus recombinant obtenu ne presente aucun pouvoir toxique. Il pourra etre utilisé comme un vaccin vivant.

On pourrait aussi fabriquer par la technique du genie genetique les vaccins synthetiques, créer des virus « hybrides » et meme alterner l'effet toxique des microbes par manupilation genetique.

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

1) **Explique le principe de préparation de vaccin par la méthode génie génétique**
2) **Explique le principe d'élaboration du vaccin de l'hépatite B**

SYNTHESE PARTIELLE :

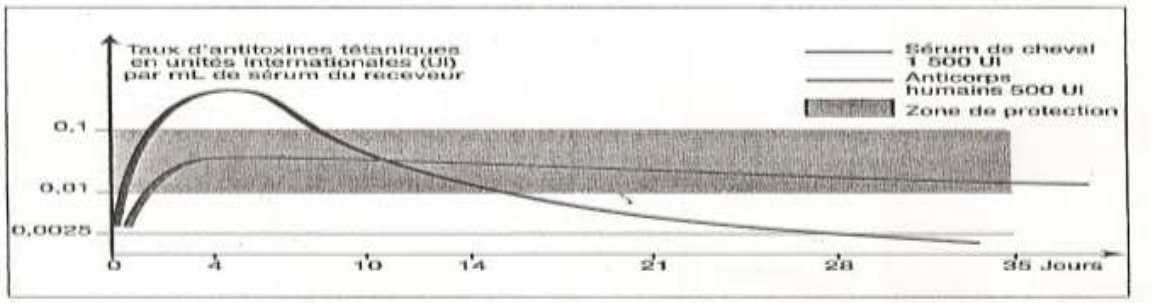
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

© Ouvrage élaboré par Aboubacar BOUARE & Issa COULIBALY /Professeur de SVT
79198269-65665696/76399806-66279590 Email: iss27coul@live.fr

3) Les autres moyens de défenses de l'organisme :

Activité 1 Mise en évidence de la defense immunitaire par sérothérapie

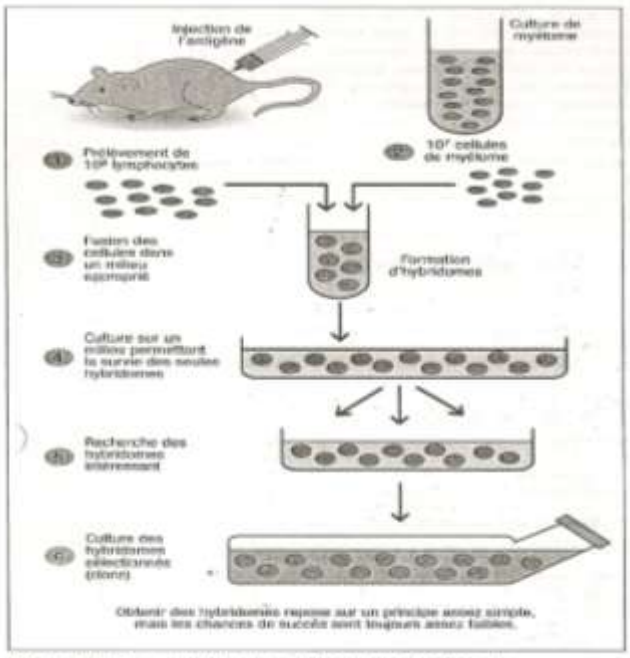
Lorsque l'infection ou la maladie est déclarée, une autre aide ou technique médicale doit être pratiquée pour guérir le malade : c'est la sérothérapie, qui fournit au malade les anticorps spécifiques, immédiatement disponibles, prélevés dans le plasma d'un organisme immunisé. Cette technique voit le 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 transfert les sérums ainsi obtenus aux enfants malades qui recouvrent ensuite leur santé.



Document 6 : évolution du taux des anatoxines tétaniques chez un sujet ayant reçu 1500 UI de sérum de cheval ou 500 UI d'immunoglobulines humaines.

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 (1mois) 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 (antiLT) 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 7 : synthèse des anticorps monoclonaux.

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

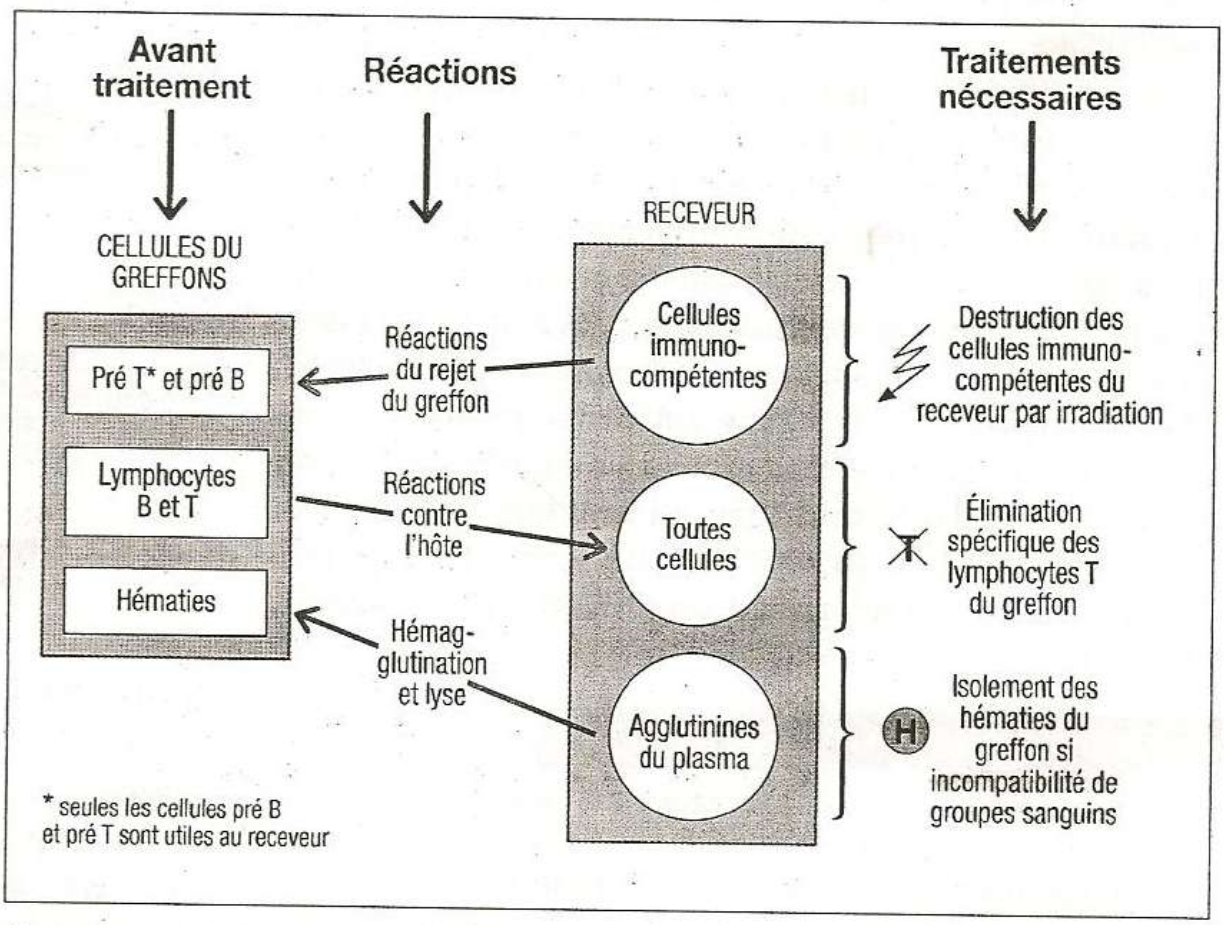
1) **Construis un tableau présentant les paramètres suivant : nature, utilisation, rôle, efficacité, action et durée pour comparer le vaccin et le sérum**
2) **Explique pourquoi la sérothérapie n'assure pas une protection à longue terme**
3) **Explique brièvement le principe de la sérothérapie.**
4) **Le document 7 décrit la synthèse des anticorps monoclonaux. Quel est l'avantage de cette technique utilisée en sérothérapie ?**

SYNTHESE PARTIELLE :

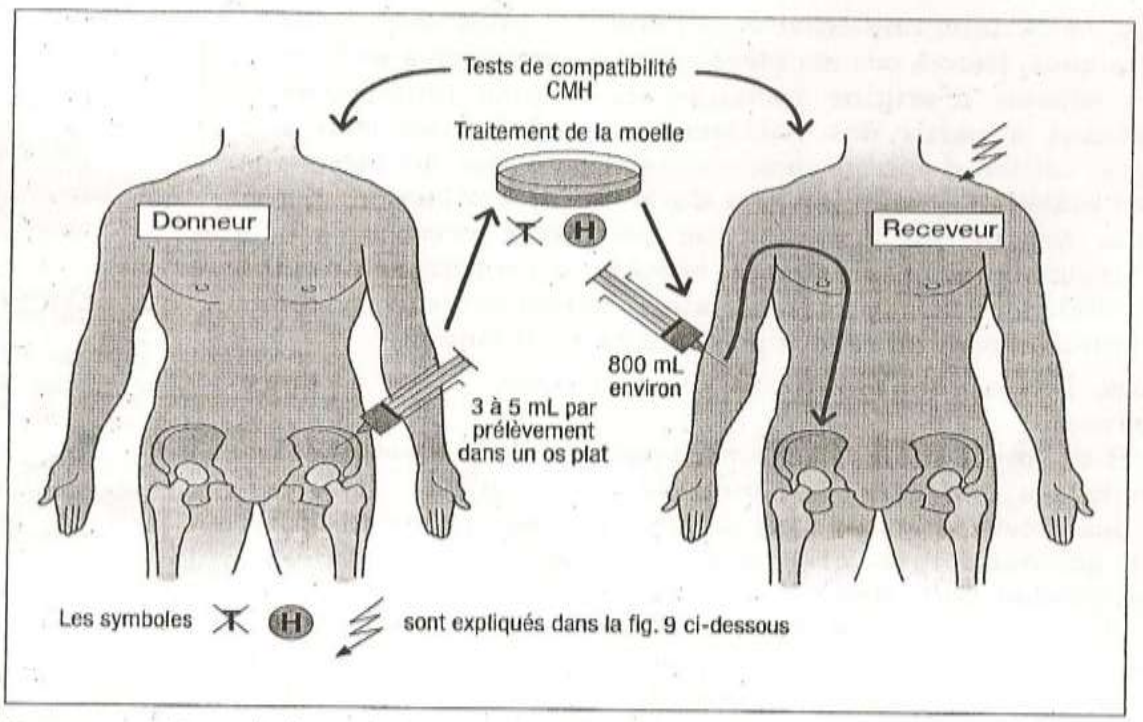
Activité 2 Observation de la technique de greffe de la moelle osseuse

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 production des cellules du sang et de la nymphe (l'aplasie). Elle est aussi mise en œuvre dans le cas de déficits immunitaires combinés sévères (DICS). La greffe de moelle osseuse vise à restaurer le système immunitaire. Elle consiste à prélever, par aspiration médullaire, sous anesthésie générale, des cellules de moelles osseuses à un donneur et à les injecter comme une transfusion à un receveur. Mais ceci ne garantit pas la réussite à 100% de l'opération. Le succès de cette opération nécessite qu'il existe entre le donneur et le receveur une compatibilité parfaite du système HLA ou CMH ; a cause de l'existence des antigènes mineurs d'histocompatibilité. Une précaution à prendre pour garantir le succès de la greffe de la moelle osseuse est la destruction des lymphocytes B et T matures du greffon pouvant reconnaitre chez le receveur des antigènes nouveaux par les anticorps spécifiques anti-lymphocytaires et entrainer le rejet de la greffe.

Le taux d'échec dans cette technique avoisine 5O%. Ce taux est aussi dû à l'infection qui peut survenir pendant le temps de reconstitution immunologique ou réaction du greffon contre l'hôte. Il



Document 9 : les diverses réactions possibles après une greffe de moelle osseuse.



Document 8 : technique de la greffe de la moelle osseuse.

E. La radiothérapie

Lorsque les cellules du soi changent de fonction, elles provoquent des cancers ou des tumeurs. Les cellules tumorales ont la propriété de se multiplier de façon anarchique. On note souvent la défaillance du système immunitaire face à cette prolifération.

La méthode médicale souvent utilisée est l'irradiation des cellules tumorales par les rayons X et gamma. L'inconvénient est que ce traitement doit être administré avec beaucoup de précautions.

F. Un exemple de chimiothérapie : l'antibiothérapie

Les antibiotiques sont des substances artificielles ou naturelles élaborées par des êtres vivants, champignons ou bactéries. Ils sont utilisés pour éliminer spécifiquement les bactéries pathogènes en bloquant leur développement au niveau des foyers infectieux de l'organisme. Un antibiotique n'est efficace que contre des espèces bactériennes définies. Ils n'ont aucune action sur les virus.

CONSIGNE :

1) **A l'aide de tes connaissances sur le mécanisme de l'immunité, explique le taux le plus élevé des grèves de la moelle osseuse par rapport à toutes les autres greffes d'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 milieu strictement stérile ? pour la même raison l'enfant qui vient de subir le greffe reste vulnérable. Explique comment.**
3) **La radiothérapie et l'antibiothérapie sont toutes les deux des méthodes curatives. Quelles sont les avantages.**

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

SYNTHESE GENERALE : BILAN DES ACTIVITES

I. Les aides à la réponse immunitaire

Les aides au système immunitaire sont dans la majeure partie des thérapies préventives et curatives.

1. L'asepsie et l'antisepsie

Ces méthodes médicales permettent de limiter les risques de contamination et d'infection.

a. L'asepsie

Elle empêche l'introduction des microbes dans les plaies saines. Elle nécessite la stérilisation absolue de tous les objets qui entrent en contact avec la plaie: compresse, file, seringue et les instruments de chirurgie.

b. L'antisepsie

Elle détruit les microbes des plaies infectées. Elle utilise des substances toxiques pour les microbes, ou antisepsie: éther, alcool, eau oxygénée, mercurochrome, teinture d'iode…

2. La vaccination

Elle utilise la capacité de mémoire du système immunitaire. En introduisant dans un organisme sain, des microbes rendus non pathogènes 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 ultérieur avec le microorganisme ou l'agent pathogène (réponse immunitaire de type secondaire). L'immunité acquise par vaccination est durable.

Beaucoup de vaccins (traditionnels) ont été préparés par le principe de la vaccination.

Les nouveaux vaccins sont fabriqués par les principes du génie génétique (exemple de la préparation du vaccin contre l'hépatite B) où la mise au point des vaccins de synthèse ou vaccins artificiels obtenus par l'isolement du déterminant antigénique ayant un pouvoir vaccinant et son association à une molécule porteuse.

3. La sérothérapie

C'est une méthode curative qui consiste à transférer l'immunité d'une personne à une autre, en injectant à un organisme infecté du sérum contenant une quantité importante d'anticorps spécifiques de l'élément pathogène et prélevé dans le sang d'un donneur.

L'immunité acquise est passive, immédiate et de courte durée. Les sérums peuvent être d'origine animale (cheval hyperimmunisé) ou d'origine humaine (placenta ou sang des donneurs bénévoles).

La sérothérapie peut être utilisée comme une méthode préventive (risque infectieux élevé) ou curative (maladie déclarée). La séro-vaccinothérapie est utilisée pour la prévention de quelques maladies comme la rage et le tétanos. Dans le cas de la diphtérie, le sérum agit dans immédiat en apportant des anticorps. La protection se poursuit après la guérison grâce à un vaccin.

Remarque:
Principales différences entre vaccin et sérum

	Immunité	Son action	L'injection se fait	S'emploie à titre
Vaccin	Active	Durable	Avant la maladie	Préventif
Sérum	Passive	Immédiate	Pendant la maladie	Curatif

L'antibiotique : Substance, produite, naturellement par certains organismes ou synthétisée chimiquement, qui tue les bactéries ou empêche leur multiplication (attention: ne tue pas les virus).

4. La greffe de moelle osseuse

Cette technique est basée sur la transplantation des cellules de moelle osseuse d'un donneur sain à une personne immuno-déficiente parce que sa production de cellules immunitaires est très insuffisante. Cette greffe est une reconstitution immunologique (restauration des réactions du receveur). Il est important que le donneur et le receveur appartiennent au même groupe tissulaire pour éviter le rejet des greffons. Cette méthode se pratique entre frères et sœurs histocompatibles (même CMH). Pour des enfants nés avec une immunodéficience reconnue, la greffe de la moelle osseuse est la seule thérapie recommandée, ainsi que pour les malades atteintes de leucémies et d'aplasies médullaires (arrêt du fonctionnement des tissus de la moelle). Cette méthode demande aussi de prendre certaines précautions telles que l'élimination des lymphocytes T dans le greffon qui risquent de réagir contre l'hôte. On pratique aussi la greffe de thymus pour un individu atteint du syndrome de Di-George (absence congénitale du thymus) par injection de thymus fœtal ou d'hormones thymiques.

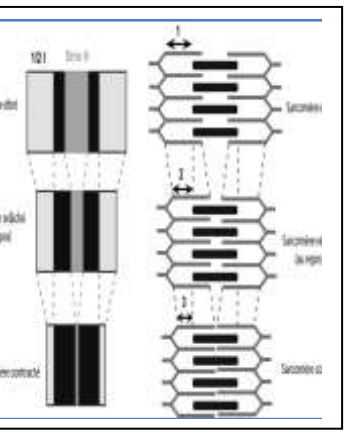
CINQUIEME PARTIE

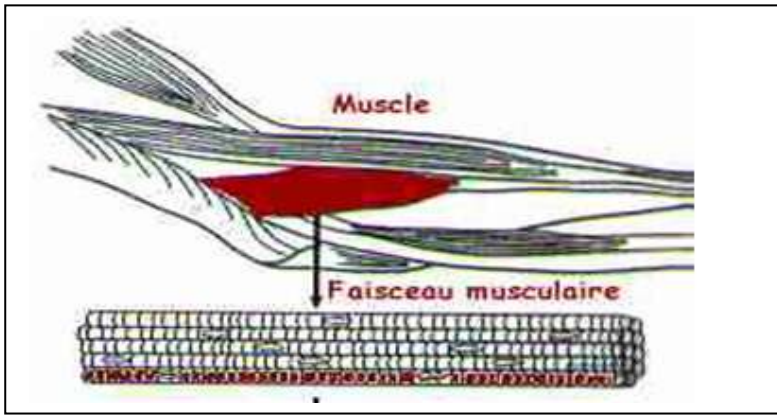
CONCEPT GENERAL :

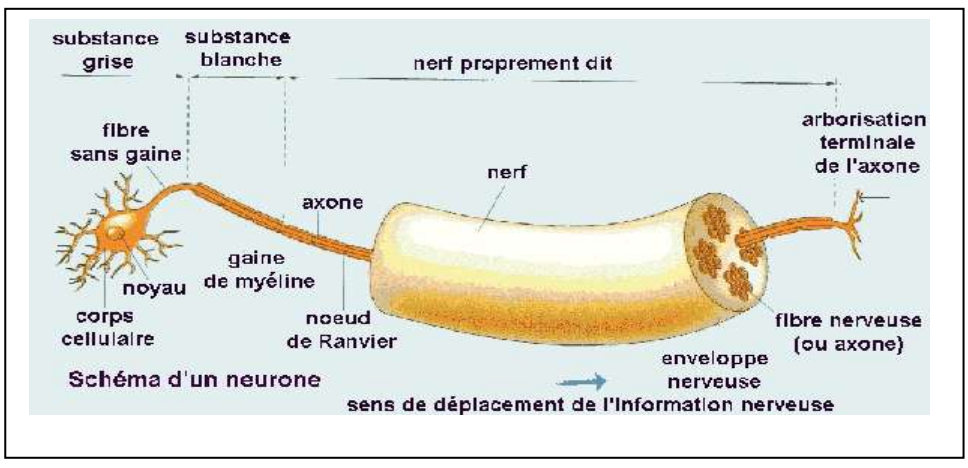
La relation de l'organisme avec le milieu extérieur / 2 semaines

LES SOUS-CONCEPT :

1. ***le fonctionnement des neurones***
2. ***Quelques aspects du fonctionnement du muscle strié squelettique (3h)***
3. ***Les activités cérébrales et la motricité volontaire (3h)***







© Ouvrage élaboré par Aboubacar BOUARE & Issa COULIBALY /Professeur de SVT
79198269-65665696/76399806-66279590 Email: iss27coul@live.fr

1 SOUS-CONCEPT 1: LE FONCTIONNEMENT DES NEURONES

SITUATION PROBLEME : L'étude des mouvements reflexes permet de distinguer deux types de messages nerveux :

- **Un message nerveux efférent qui prend naissance dans un organe récepteur et est transmis aux centres nerveux ;**
- **Un message nerveux efférentémis par un centre nerveux et transmis jusqu'à un organe effecteur (exemple les muscle).**

Du récepteur sensoriel à l'effecteur, on distingue un ensemble d'unités, les neurones, support cellulaire du message nerveux.

- **Quelle est la nature du message nerveux ?**
- **Comment se forme le message nerveux au niveau d'un neurone à une autre cellule ?**
- **Comment le message nerveux se transmet-il d'un neurone à une autre cellule ?**
- **Quelles sont les propriétés intégratrices des neurones ?**

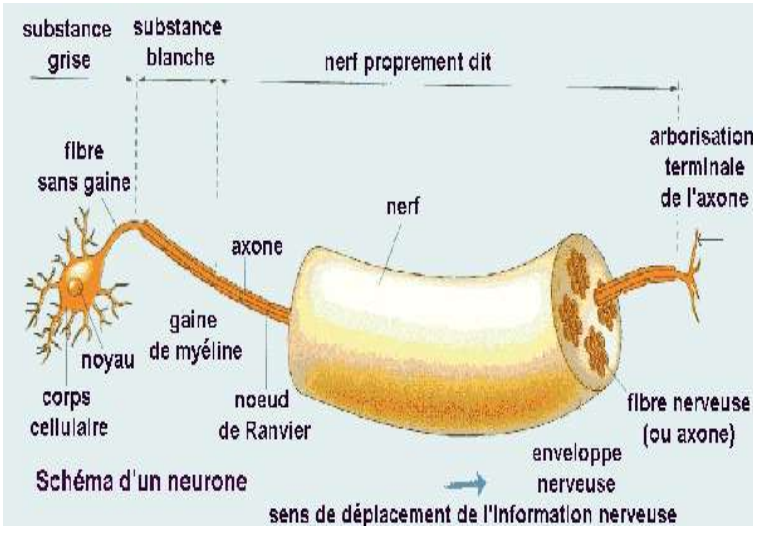
LES ACTIVITES

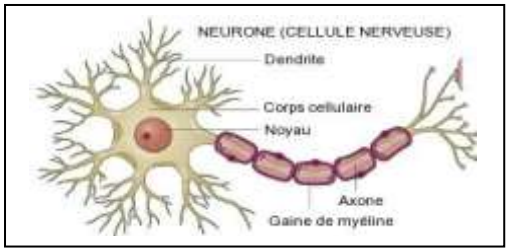
A. Organisation et fonctionnement d'un nerf et/ou d'un neurone

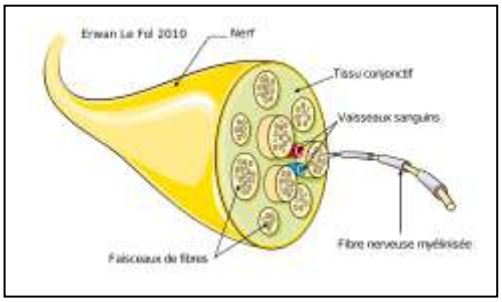
1) Organisation d'un nerf et/ou d'un neurone

Activité 1 **Observation de la structure du nerf ou du neurone**

Les figures ci-dessous présentent l'organisation d'un nerf et celle d'un neurone







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

1) **Rappel la définition d'un neurone**
2) **Réalise le schéma annoté d'un neurone**
3) **De quoi se compose le nerf ?**
4) **Trouve la fonction du nerf dans l'organisme**

© Ouvrage élaboré par Aboubacar BOUARE & Issa COULIBALY /Professeur de SVT
79198269-65665696/76399806-66279590 Email: iss27coul@live.fr

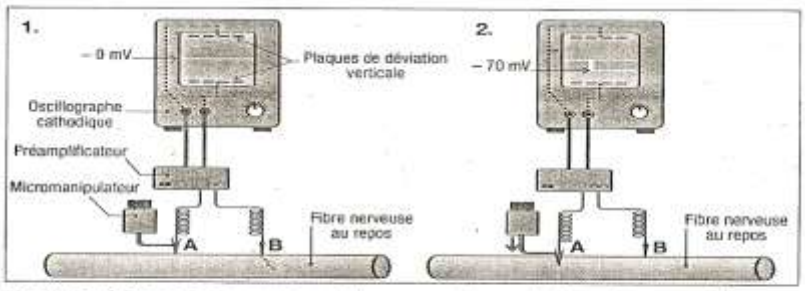
SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……

2) Les propriétés du nerf et du neurone

Activité 2.1 Mise en évidence du potentiel de membrane (oupotentiel de repos)

Sur une fibre (ou un nerf). On place deux é1ectrodes à la surface: on lit 0 mV sur l'oscilloscope. Puis, on laisse une électrode à la surface et on enfonce une microéledrode dans la fibre (ou le nerf). Il apparaît une différence de potentiel (ddp) de -70 mV



Document 2 : schéma expérimental pour mettre en évidence le potentiel de repos de la fibre nerveuse.
1. Les électrodes A et B sont à l'extérieur de la membrane de la fibre nerveuse.
2. L'électrode B restant à l'extérieur de la fibre, l'électrode A est introduite dans la fibre nerveuse.

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

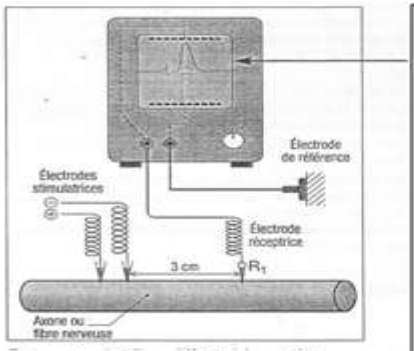
1) **Détermine la différence de charges électriques entre la surface et l'intérieur d'une fibre nerveuse ?**
2) **Détermine la valeur de la différence de potentiel (ddp) au repos, entre la surface et l'intérieur de la fibre nerveuse concernée.**
3) **Quelle serait la valeur de cette différence de potentiel si la surface et l'intérieur d'une fibre nerveuse avaient la même charge électrique ?**

SYNTHESE PARTIELLE :

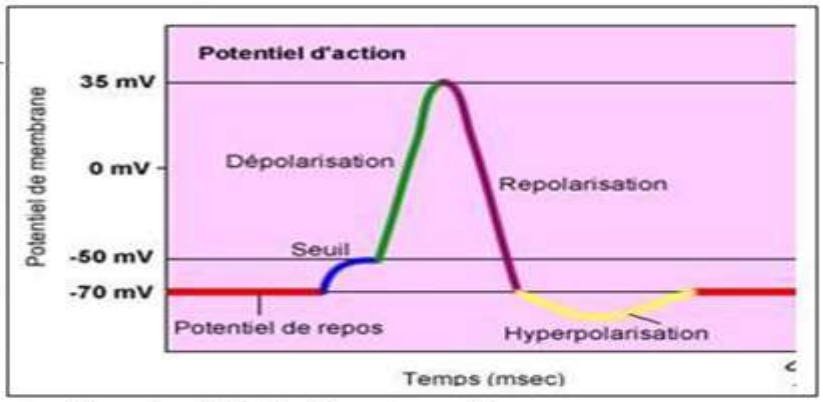
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Activité 2.2 Mise en évidence du potentiel d'action (PA) à partir d'une excitation

On applique à une fibre nerveuse une stimulation efficace et isolée. Au point excité, on enregistre l'artéfact de stimulation. A ce point apparaît une dépolarisation de la membrane plasmique (- à l'extérieur, + à l'intérieur) 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. monophasique (Doc.20). Si la repolarisation est suivie d'une hyperpolarisation, le P.A. est dit diphasique



doc 6: dispositif expérimental pour enregistrer le potentiel d'action d'un axone (fibre nerveuse)



doc 7: potentiel d'action du nerf

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

1) **Détermine la perturbation provoquée par le potentiel d'action de part et d'autre de la membrane cellulaire en R1.**
2) **Determine les différences phases d'une courbe représentant le potentiel d'action. Compare leurs durées**
3) **Schématise une portion de la fibre nerveuse sur laquelle est posée l'électrode réceptrice ayant enregistré le potentiel d'action. Représente les charges électriques de part et d'autre de la membrane au niveau de l'électrode R1 lors du passage du PA**
4) **Détermine les différences de charges électriques de part et d'autres de la membrane en un point donné pendant les différences phases du PA.**

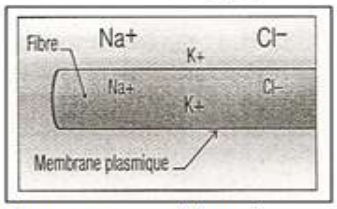
SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Activité 3.1 Observation de l'ultrastructure d'un neurone

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 3 ci-dessous. Par ailleurs, des analyses ont prouvés que la concentration de ces ions n'est pas le même à l'intérieur comme à la surface (document 4). En plus, chez une fibre nerveuse au repos, on a constaté des mouvements d'ions à travers des canaux spécifiques situés sur la membrane de ces structures (document 5)

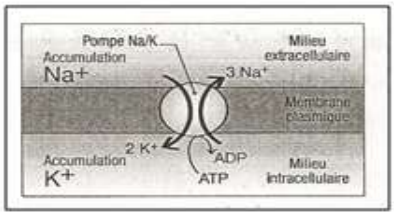
situation biologique: exemple pour un axone géant de calmar



doc 3: repartition des ions de part et d'autre de la membrane de la fibre nerveuse

ions	concentrations intracellulaires mmol. L^{-1}	concentrations extracellulaires mmol. L^{-1}
K^+	400	20
Na^+	50	440

doc 4: concentration des ions dans le milieux intra et extracellulaires



doc 5: mouvement d'ions grace à la pompe Na+/K+

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

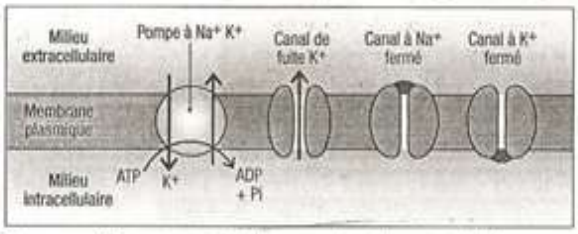
1) **Détermine pour chaque ion représenté dans les documents 3 et 4, le milieu dans lequel il est le plus concentré**
2) **Détermine le sens de transfert de cet ion à l'aide de la loi de la diffusion.**
3) **Analyse les documents 4 et 5 pour. Pour chacun d'eux, explique la différence de charge entre la surface et l'intérieur d'une fibre nerveuse**

SYNTHESE PARTIELLE :

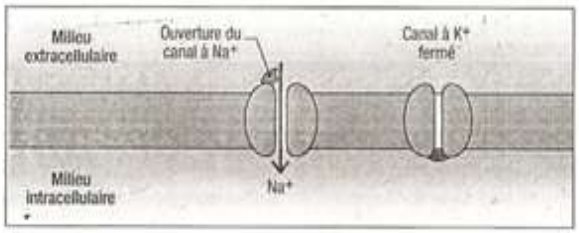
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Activité3.2 Mise en évidence du mécanisme ionique à l'origine du PA

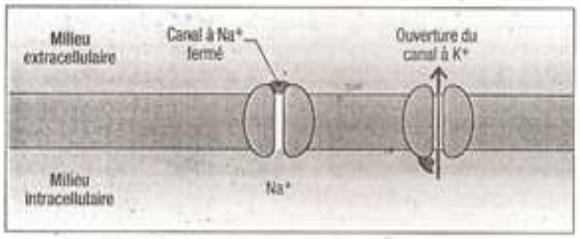
Les figures des documents ci-dessous mettent en évidence le rôle des différents ions présentent au niveau de la membrane et à l'intérieur d'une fibre nerveuse. Une observation de ces documents permet de comprendre le mécanisme du potentiel d'action,



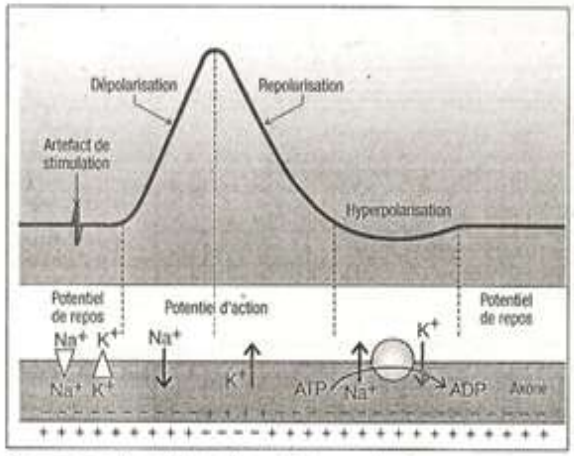
Document 8 : mouvement d'ions pendant le potentiel de repos.



Document 9 : mouvement d'ions pendant la dépolarisation.



Document 10 : mouvement d'ions pendant la repolarisation.



Document 11 : schéma de synthèse sur les mouvements d'ions pendant les potentiels de repos et d'action.

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

1) **Quelle est la polarité membranaire en un point donné d'une fibre nerveuse au repos**
2) **Que devient la répartition des charges électriques à la phase de dépolarisation d'un potentiel d'action obtenu après une excitation efficace isolée en ce point ? à l'aide du document 9, explique cette répartition.**
3) **Quelle est la répartition des charges électriques en ce même point à la phase de repolarisation ? explique à l'aide du document 10.**
4) **Que deviennent les ions Na+ et K+ pendant l'hyperpolarisation ?**
5) **A l'aide du document 11, explique pourquoi :**
   a) **L'hyperpolarisation est appelée phase de restauration du potentiel de repos.**
   b) **Le point excité devient très peu excitable pendant l'hyperpolarisation.**

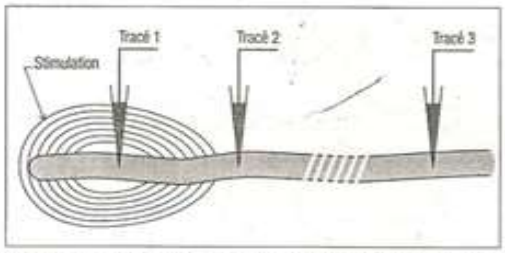
SYNTHESE PARTIELLE :

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

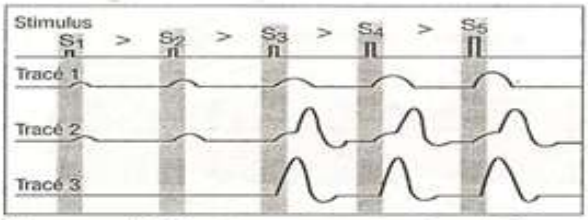
4) Naissance du message nerveux au niveau des récepteurs sensoriels

Activité 4.1 Mise en évidence de la naissance du message nerveux

Le dispositif du document 12 nous permet d'enregistrer les réponses de la fibre nerveuse contenue dans un corpuscule de Pacini à la suite de stimulations d'intensités croissantes appliquées à ce dernier. Chaque microélectrode est reliée à un oscilloscope cathodique. Le tracé 1 représente le potentiel de récepteur, le tracé 2 représente le site générateur et le tracé 3 se trouve au niveau de la fibre nerveuse sensitive. Ces trois tracés sont obtenus grâce à la microélectrode Nxx



Document 12 : dispositif pour enregistrer les réponses de la fibre nerveuse d'un récepteur sensoriel (corpuscule de Pacini).



Document 13 : 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

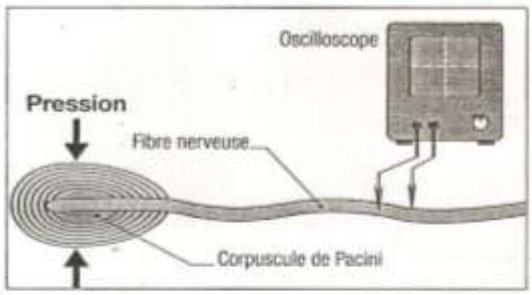
1) **Détermine le lieu de formation du potentiel de récepteur.**
2) **Comment évolue l'amplitude de ce récepteur ?**
3) **Le tracé 2 représente le potentiels de récepteurs et d'action ;**
   a) **Détermine le stimulus d'intensité minimale qui déclenche un PA.**
   b) **Détermine la relation qui existe entre le potentiel de réception et le PA.**
4) **Le tracé 3 représente les PA. Le potentiel de récepteur ne se propage pas tout le long d'une fibre nerveuse.**
   a) **Démontre cette affirmation à partir du document 12 et des tracés 2 et 3 du document 13.**
   b) **Explique pourquoi on affirme que le PA se propage le long d'une fibre nerveuse d'une part, et d'autre part qu'il se propage sans subir de modification quelques soit la longueur de la fibre.**

SYNTHESE PARTIELLE :

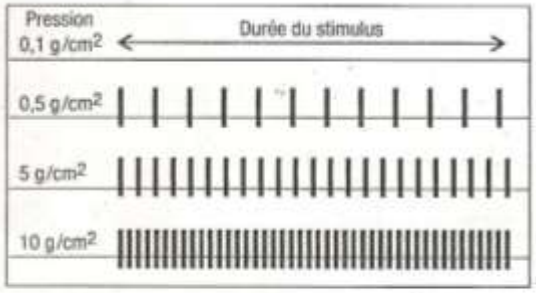
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Activité 4.2 **relation entre l'intensité du stimulus et le codage du message nerveux**

A partir du dispositif du document 14, on applique des pressions constantes sur le corpuscule de Pacini. A l'aide d'un oscilloscope cathodique, on enregistre les messages nerveux correspondants (document 15). Dans un message nerveux, un trait vertical représente un potentiel d'action.



Document 14 : enregistrement de l'activité du corpuscule de Pacini.



Document 15 : des messages nerveux enregistrés après stimulation des corpuscules de Pacini.

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

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) **Classer par ordre décroissant les messages nerveux en fonction de leur PA.**
4) **Détermine une relation entre la fréquence de potentiel d'action et l'intensité du stimulus (de stimulation)**

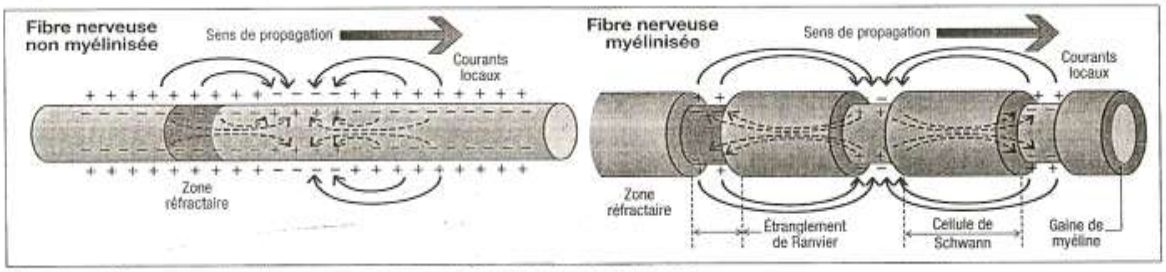
SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……

5) Conduction du potentiel d'action le long de la fibre nerveuse

Activité 5 **Observation du mécanisme de conduction du PA le long d'une fibre nerveuse**

Le neurone est l'unité de structure et de fonction du tissu nerveux ; il est constitué de corps cellulaires qui porte des dendrites et un axone. L'axone constitue la fibre nerveuse qui constitue les nerfs. Si l'axone est recouvert de gaines de myélines, on parle de fibres myélinisées ; au cas où l'axone n'est pas recouverte de myélines, on parle de fibres non myélinisées. Les documents 16 et 17 ci-dessous donnent des informations relativesà la transmission du message nerveux le long de différents types de fibres nerveuses :



Document 17 : propagation du message nerveux le long des fibres nerveuses.

Fibres nerveuses	Diamètre	vitesse mesurée
Fibres à myéline de mammifère	20 µm	120 m/s à 37° C
Fibres à myéline de mammifère	10 µm	60 m/s à 37° C
Fibres à myéline de mammifère	5 à 2 µm	30 à 12 m/s à 37° C
Fibres sans myéline de mammifère	1 µm	2 m/s à 37° C

Document 16 : vitesse de l'influx nerveux pour divers types de fibres nerveuses.

CONSIGNE : A partir de l'exploitation des documents 16 et 17

1) **Relève les différences anatomiques qui existent entre les fibres nerveuses (doc 16)**
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 plus rapide. Justifie ta réponse**

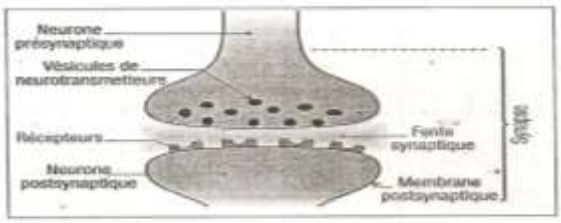
SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……

5. Organisation et fonctionnement d'une synapse

Activité 5.1 **Observation de la structure 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 les figures des documents ci-dessous



Document 18 : organisation d'une synapse à médiation chimique.

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

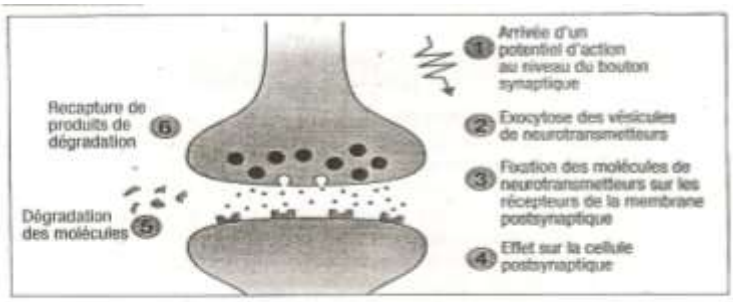
1) **Réalise le schéma du document 18 sur l'organisation d'une synapse chimique à une échelle permettant d'introduire d'autres données afin de le rendre fonctionnel.**
2) **Définis une synapse et précise sa fonction**

SYNTHESE PARTIELLE :

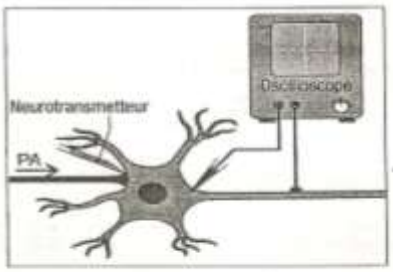
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Activité 5.2 Principe de fonctionnement d'une synapse

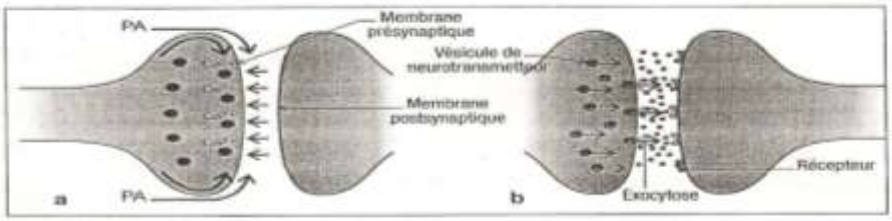
A l'aide du dispositif du document 21, on peut stimuler la cellule pré synaptique ou alors injecter le neurotransmetteur (dopamine) dans la fente synaptique. Le résultat, qui est le même pour les deux cas, est enregistré par l'oscilloscope cathodique et représenté par le document 22.



Document 20 : codage chimique du message nerveux.



Document 21 : dispositif expérimental.

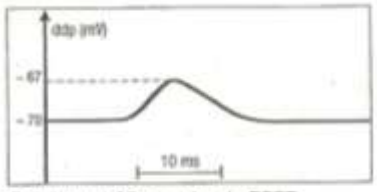


Document 19 : l'arrivée du PA sur l'élément présynaptique.

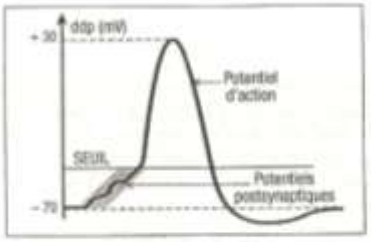
La dépolarisation obtenue appelée potentiel post-synaptique, est différente de celle du potentiel d'action par les caractéristiques suivantes :

- Son amplitude faible (2 à 5 mV contre 100mV pour le PA) ;
- Sa très faible propagation le long de la cellule post-synaptique (moins d'un millimètre contre plusieurs mètres) sans affaiblissement pour le PA

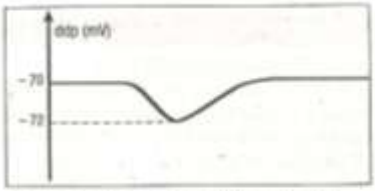
En un temps très court, on peut stimuler le neurone pré synaptique. Dans un cas, on observe sur l'écran de l'oscilloscope cathodique que le potentiels post-synaptiques obtenus s'additionnent et peuvent atteindre un seuil de dépolarisation à l'origine d'un potentiel d'action dans l'élément post synaptique.Dans d'autres cas (intervention du médiateur chimique appelé GABA), on enregistre une hyperpolarisation qui éloigne le potentiel membranaire post synaptique du seuil de dépolarisation (document 24)



Document 22 : graphe de PPSE.



Document 23 : potentiel d'action après stimulation de la mesure présynaptique.



Document 24 : graphe d'un potentiel postsynaptique inhibiteur (PPSI).

<u>CONSIGNE :</u> A partir de l'exploitation des documents ci-dessus et des figures y afférant

1) **Détermine les conséquences provoquées par l'arrivée du potentiel d'action sur l'élément pré synaptique (document 19).**
2) **Décris le devenir du médiateur chimique après fixation sur les récepteurs de la membrane post synaptique (document 20)**
3) **Détermine à partir de l'observation des documents 22 et 24 celui qui présente une dépolarisation excitatrice et celui qui présente une dépolarisation inhibitrice**
4) **Détermine la condition fondamentale pour qu'un potentiel d'action pré synaptique déclenche un potentiel d'action post synaptique.**

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

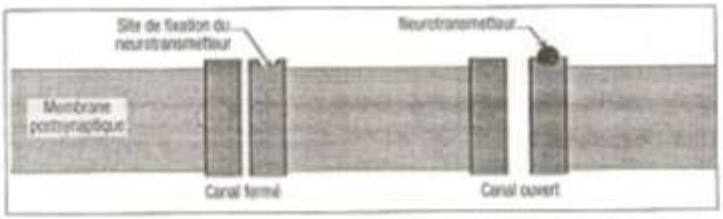
© Ouvrage élaboré par Aboubacar BOUARE & Issa COULIBALY /Professeur de SVT
79198269-65665696/76399806-66279590 Email: iss27coul@live.fr

Activité 5.3 Explication ionique des potentiels post synaptiques

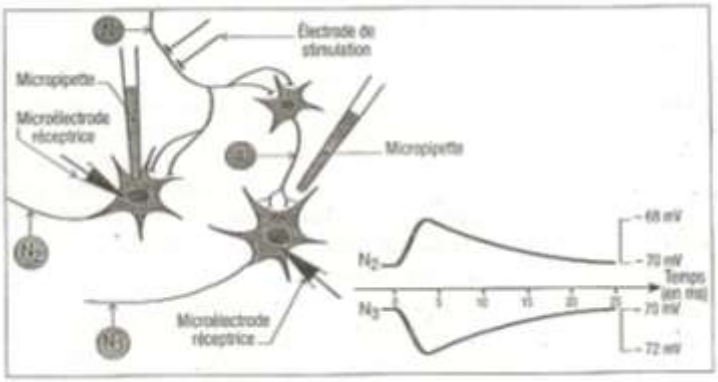
Les récepteurs membranaires à neurotransmetteurs du neurone postsynaptique sont des canaux ioniques à neurotransmetteurs dépendants. Ils sont fermés au repos et s'ouvrent pour laisser passer l'ion correspondant lorsqu'ils sont occupés par leur médiateur chimique.

Dans le cas des synapses excitatrices, les récepteurs membranaires postsynaptiques sont des canaux à Na^+. L'entrée des Na^+ dans la cellule postsynaptique provoque une dépolarisation excitatrice.

Dans le cas des synapses inhibitrices avec production de PPSI, les récepteurs membranaires postsynaptiques peuvent être des canaux de deux types d'ions :
– des canaux à Cl^-. Ils s'ouvrent sous l'effet du neurotransmetteur et l'entrée des Cl^- crée une hyper polarisation (surcroît de charges négatives à l'intérieur de la cellule) ;
– des canaux à K^+. Ils s'ouvrent sous l'effet du neurotransmetteur et la sortie des K^+ (plus concentrées dans le milieu intracellulaire) crée une hyperpolarisation (surcroît de charges négatives à l'intérieur de la cellule).



Document 25 : des canaux ioniques à médiateurs chimiques dépendants



Document 26 : dispositif d'enregistrement.

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

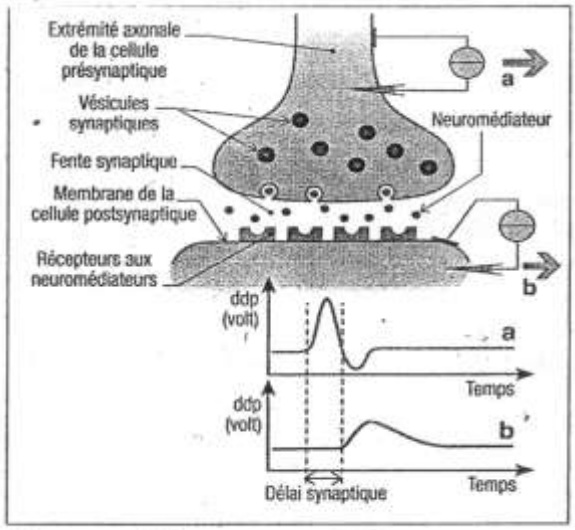
1) **Compare les enregistrements faits sur les neurones N_2 et N_3 et tire une conclusion.**
2) **Sachant que l'excitation d'un fuseau neuromusculaire déclenche la contraction du muscle contenant ce fuseau, précise en le nommant, le moto neurone relié au muscle extenseur**
3) **Explique en te servant de schémas, la formation du potentiel post synaptique au niveau du moto neurone de la question 2 et son implication dans la contraction du muscle extenseur.**
4) **Explique comment l'autre moto neurone joue un rôle antagoniste.**
   Conseil : les explications à donner aux questions 3 et 4 tiendront compte du rôle des canaux ioniques présents dans la synapse.

SYNTHESE PARTIELLE :

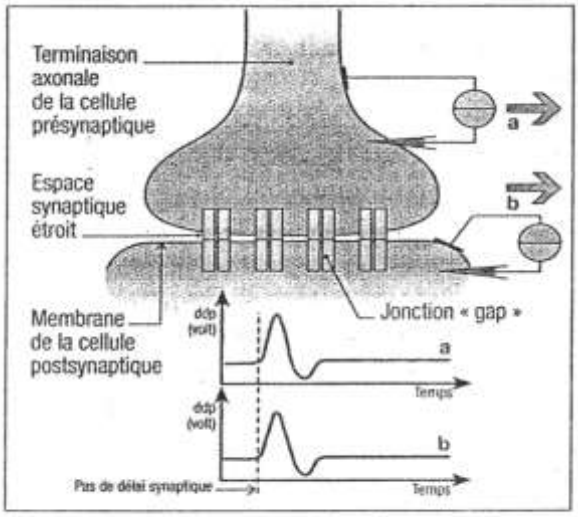
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Activité 5.4 Observation des synapses à transmission électrique

Les documents suivants présentent le mode de transmission du message nerveux au niveau d'une synapse chimique (document 27) et au niveau d'une synapse électrique (document 28)



Document 27 : synapse chimique.



Document 28 : synapse électrique

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

1) **Compare la structure des deux types de synapses des documents 27 et 28**
2) **Détermine la synapse au niveau de laquelle la transmission du message nerveux est plus rapide. Justifie ton choix.**

SYNTHESE PARTIELLE :

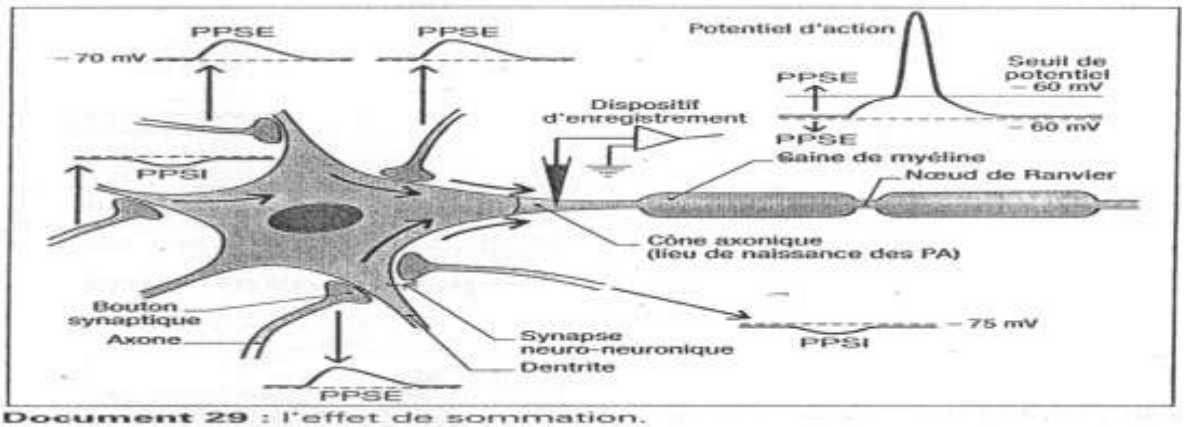
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Activité 5.5 Intégration neuronique

Un même neurone est en contact avec de très nombreux autres neurones par des synapses..
Si un même neurone reçoit à la fois des messages nerveux" différents générateurs de PPSE et de PPSI, il en résulte, au niveau du cône axonique. un PPS global = somme algébrique des PPSE et des PPSI reçus.
Cette somme peut être:

- Une dépolarisation <seuil, ou une hyperpolarisation ==> pas de PA.
- Unedépolarisation> seuil ==> Naissance d'un PA.

Le neurone réalise ainsi l'intégration des messages reçus



Document 29 : l'effet de sommation.

<u>CONSIGNE</u> : A partir de l'exploitation des documents ci-dessus et des figures y afférant

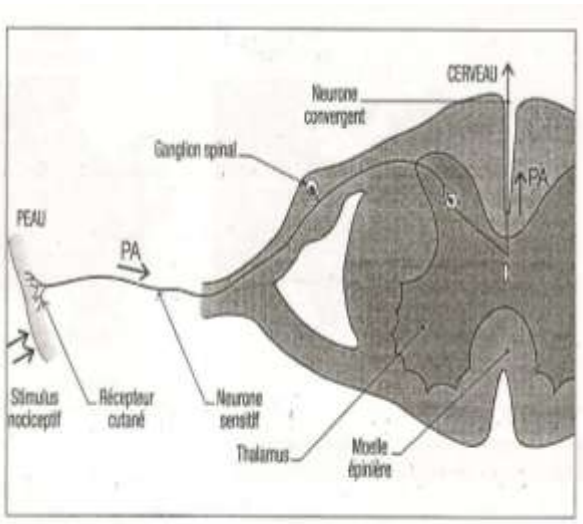
1) **Explique en quoi consiste l'intégration neuronique**
2) **Détermine à quel moment le potentiel post synaptique globale déclenche un PA ou non**

<u>SYNTHESE PARTIELLE :</u>

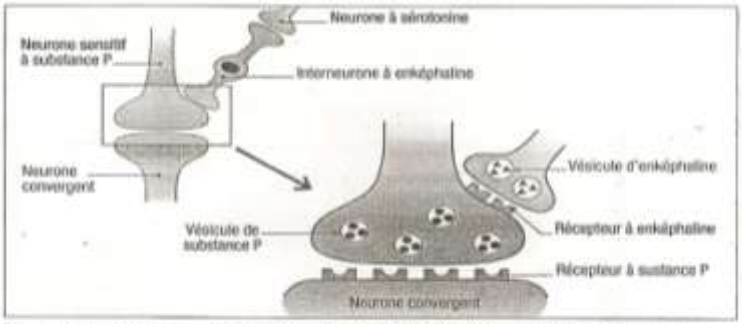
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Activité 5.6 Mode d'action de certaines substances sur la synapse

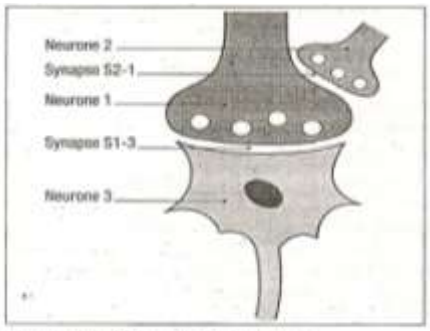
La douleur est une sensation partant de récepteurs sensoriels appelés *nocirecepteurs* qui répondent à des stimulations d'intensité élevée. Ces récepteurs sont localisés dans le derme ainsi que dans les organes internes du corps. Ils sont formés par les extrémités libres de neurones sensitifs. Les neurones sensitifs responsables du transport des informations douloureuses ont une fibre C amyélinisée ou 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.La stimulation du neurone convergent transmet au cerveau les informations douloureuses



Document 30 : trajet suivi par les informations douloureuses.



Document 31 : les neurotransmetteurs impliqués dans la transmission des informations douloureuses.



Document 32 : une association de trois neurones.

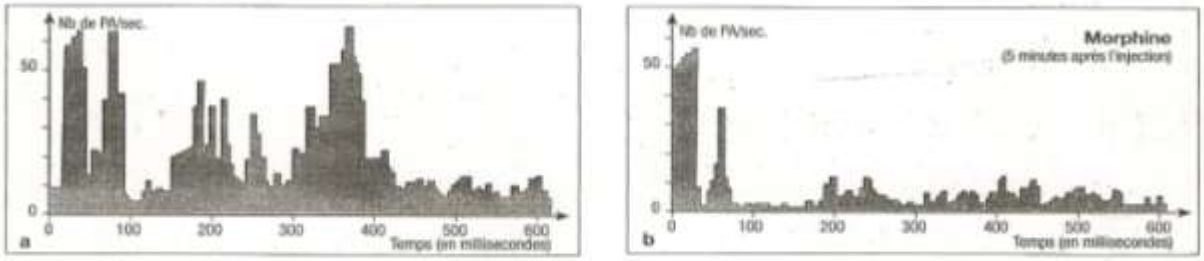
La stimulation électrique des fibres nerveuses sensitives n°1 entraine une sensation de douleur. Une analyse chimique fine réalisée avant et après la stimulation montre, au niveau de la synapse S1-3, une augmentation de la concentration en substance : la substance P.

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 concentration en substance P dans la synapse S1-3 par rapport à l'expérience. On constate alors l'absence de douleur.

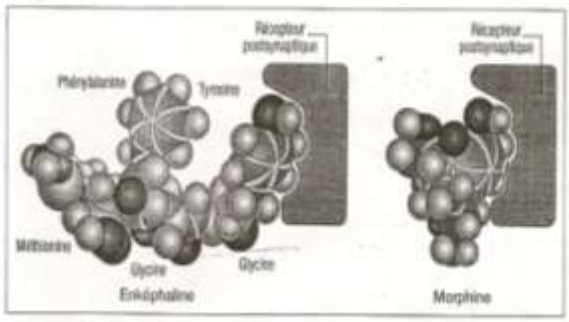
Les enregistrements des documents 33 a et b correspondent à la réponse du neurone n°3 exprimée en fréquence de potentiels d'action envoyés vers le cortex cérébral :

- Document 33 a : à la suite d'une forte stimulation des neurones n°1
- Document 33 b : 5 minutes après l'injection de morphine suivie de la même forte stimulation des neurones n°1

Remarque : la morphine n'est pas sécrétée naturellement par l'organisme



Document 33 : potentiels d'action envoyés vers le cortex cérébral par le neurone n°3.



Document 34 : liaison de l'enképhaline et de la morphine avec le même récepteur postsynaptique

CONSIGNE :

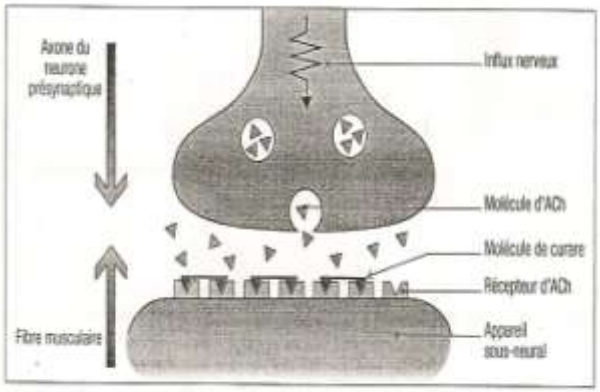
1) **Détermine le rôle de la substance P et de l'enképhaline.**
2) **Détermine le rôle de la morphine dans cette expérience et explique-le au niveau moléculaire**
3) **La morphine est drogue utilisé en médecine. Dans quel cas peut-elle être utilisée**

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Activité 5.4 **Action de diverses autres 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.



Document 35 : 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**

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……

SYNTHESE GENERALE : BILAN DES ACTIVITES

Le message nerveux est l'un des principaux modes de communication entre les organes d'un organisme. Il fait intervenir le système nerveux dans sa globalité (encéphale, moelle épinière, nerfs, chaînes ganglionnaires et ganglions).

Le message nerveux se propage le log des neurones, cellules spécialisées dans le transport de l'influx nerveux. Sa vitesse de propagation est de l'ordre de quelques dizaines de mètres par seconde. Par conséquent, il ne peut être assimilé à un courant électrique dont la vitesse de propagation est de l'ordre de 300.000 Km par seconde. L'émission d'un message nerveux à partir d'un récepteur sensoriel n'est possible que si l'intensité de la stimulation est au moins égale à l'intensité seuil.

I. Rappel: neurone, fibre nerveuse et nerf

a. Neurone:

Une cellule nerveuse ou neurone est formé du corps cellulaire,de la fibre nerveuse et de l'arborisation terminale.

b. Fibre nerveuse:

Lacoloration de la fibre nerveuse montre la structure suivante:

- Une partie axiale constituée par un filament appelée axone
- Une gaine constituée par la myéline. La myéline est entourée par la gaine mince et transparente: la gaine de Schwann possédant un noyau

➢ Un étranglement de Ranvier au niveau duquel la myéline disparait. Au niveau de ces étranglements peuvent partir des ramifications.

On distingue deux grandes catégories de fibres nerveuses:

- Les fibres nerveuses à myéline chez lesquelles l'axone est entouré d'une gaine de myéline.
- Les fibres nerveuses sans myéline ne présentent qu'une seule gaine, la gaine de Schwann ou tout simplement nus.

c. Nerf:

Le nerf est un cordon cylindrique blanchâtre formé de plusieurs fibres nerveuses qui assurent la transmission des informations entre le système nerveux central et les organes.

On peut donc dire que le nerf est un assemblage de fibres nerveuses.

II. Le potentiel de référence ou le potentiel de repos ou potentiel de membrane

a. Mise en évidence du potentiel de repos (PR):

Au repos et en absence de toute stimulation, il existe une différence de potentiel de **-70 mV** entre la surface de membrane externe électropositive et la surface interne électronégative. Cette différence de potentiel appelée potentiel de repos est liée à une perméabilité complexe des ions Na^+ et K^+ responsables de cette polarité membranaire.

En effet, les ions Na^+ sont concentrés dans le milieu extracellulaire et les ions K^+ plus concentrés dans le milieu intracellulaire.

La loi de la diffusion permet une entrée passive des ions Na^+ et une sortie passive des ions Ka^+ à travers les canaux ioniques de nature protéiques (canaux de fuite des ions Na^+ et Ka^+). Spontanément, ces différences de concentrations dans les deux milieux des ions Na^+ et K^+ devraient disparaître, à cause de l'équilibre chimique qui consiste à avoir autant d'ions de même nature de part et d'autre de la membrane. Cet équilibre ne sera jamais atteint dans une cellule vivante et la polarité membranaire est maintenue pour deux raisons:

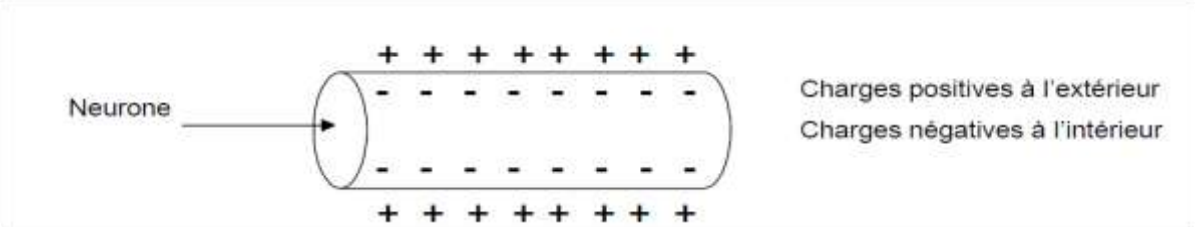
- La sortie passive des ions K^+ est plus importante que l'entrée passive des ions Na^+

(La membrane est plus perméable aux ions K^+qu'aux ions Na^+)

- Les pompes Na^+/K^+, situées sur la membrane responsable du retour des ions Na^+ et K^+ dans leur milieu d'origine, font entrer moins de K^+ et expulsent plus d'ions Na^+. Ce transfert d'ions se fait suivant un gradient croisant de concentration et exige pour cela de l'énergie sous forme d'ATP. C'est donc un transport actif.

Nous pouvons conclure que le potentiel de repos est lié à la polarité membranaire maintenue par la perméabilité sélective de la membrane aux ions Na^+ et K^+.

Le potentiel de repos n'est pas le propre des neurones. Il est enregistrable dans toutes les cellules vivantes.



b. Enregistrement du potentiel de repos (PR):

Un axone géant de calmar plongé dans une cuve renfermant du liquide physiologique.

L'électrode de référence de l'oscilloscope est placéeau niveau extracellulaire.

Quandl'électrode réceptrice est à la surface de cet axone: la ddp est de 0 mV.

Quand l'électrode réceptrice est introduite dans l'axone, on remarque: la ddp (différence de potentiel) est constante de l'ordre de - 70mv.Cette ddp constante entre la surface polarisée positivement et l'intérieur polarisénégativement est le potentiel de repos.

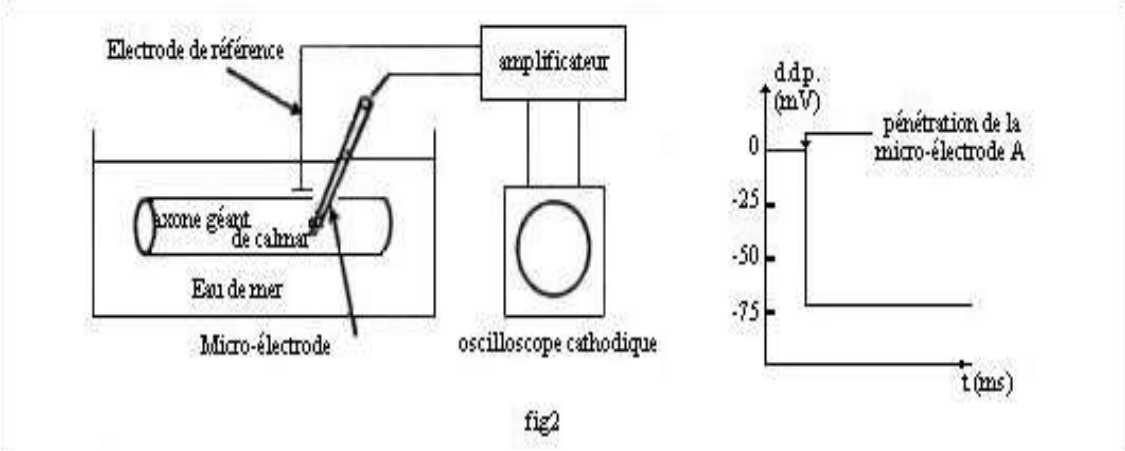


fig2

III. Le potentiel d'action

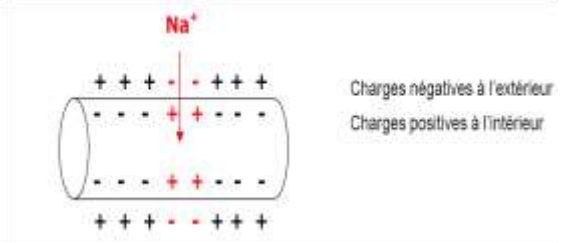
1. Mise en évidence et enregistrements du potentiel d'action (PA):

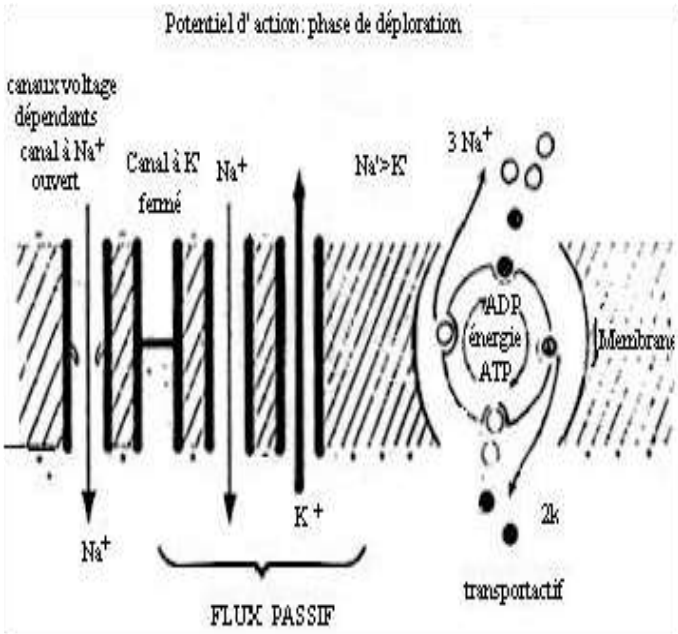
a. Mise en évidence du potentiel d'action (PA):

La stimulation efficace d'une cellule nerveuse permet la formation le long de l'axone d'un phénomène électrique particulier, qui se traduit sur l'écran d'un oscilloscope cathodique par une courbe dont les étapes sont les suivantes:

- L'artéfact de stimulation, parasite électrique provoqué par la stimulation. Il permet de déterminer le moment précis de la stimulation.
- La période de latence, temps nécessaire au potentiel d'action pour parcourir la distance comprise entre le point excité et le point d'enregistrement.
- La phase de dépolarisation, rapide, allant jusqu'à une inversion de la polarité membranaire. L'intérieur de l'axone est alors chargé positivement, l'extérieur est chargé négativement.

Ceci est dû à une pénétration massive et brève des ions **Na^+:** phase de dépolarisation





- La phase de répolarisation, plus lente, permet le retour au potentiel de repos.

Ceci est dû à une sortie massive de **K^+:** phase de répolarisation

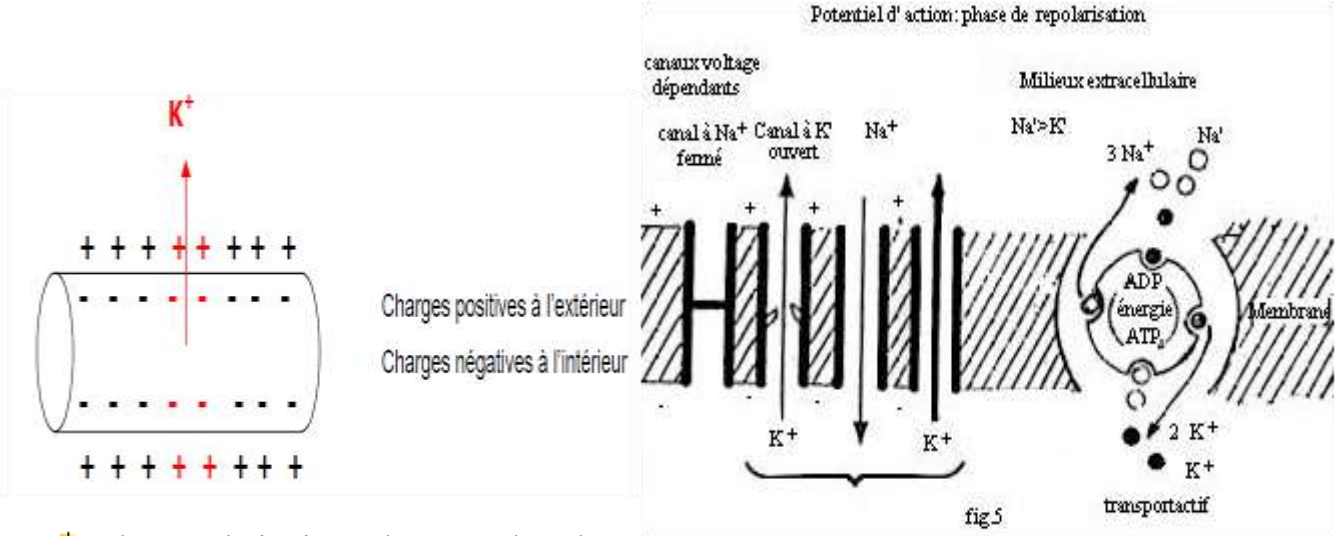


fig.5

L'hyperpolarisation, phase pendant laquelle la différence de potentiel membranaire devient légèrement inférieure à celle du potentiel de repos.

Pour un neurone, le potentiel d'action n'apparait que lorsque la stimulation provoque une dépolarisation membranaire au moins égale au seuil de dépolarisation. Une fois atteint, le potentiel d'action aura toujours la même amplitude, même si les stimulations deviennent plus fortes. Le potentiel d'action au niveau du neurone obéit à la **loi du tout ou rien**.

Toutes les cellules ne possèdent pas le même seuil de dépolarisation. Les cellules les plus sensibles sont celles qui ont un seuil de dépolarisation faible.

Pour ne nerf, formé de plusieurs fibres nerveuses, il n'y a pas la loi du tout ou rien. Une fois le seuil de dépolarisation atteint, l'amplitude du PA sera fonction d'une part de l'intensité, et d'autre part du nombre de fibres atteintes. Elle atteindra le maximum lorsque toutes les fibres nerveuses seront atteintes par la stimulation. **C'est l'effet de recrutement ou sommation**.

Le potentiel d'action se caractérise par une inversion locale de la polarité membranaire qui se propage tout le long de la fibre nerveuse. Cette inversion est provoquée par une modification brutale de la répartition des ions Na^+et K^+, conséquence de la modification de la perméabilité membranaire pour ces ions.

En effet, la stimulation efficace au niveau de la membrane est à l'origine de l'ouverture des canaux **Na^+voltage-dépendants**, provoquant ainsi une entrée massive des ions **Na^+**.

Le surcroît de charge positive dans le milieu intracellulaire est à l'origine de la dépolarisation. Lorsque la différence de potentiel atteint une certaine valeur (**+30mV**), les canaux **Na^+voltage-dépendants** se ferment, alors que les canaux **K^+ voltage-dépendants** s'ouvrent et favorisent la sortie des ions **K^+.** Cette sortie permet de rééquilibrer la charge du milieu extracellulaire qui redevient positive. C'est la repolarisation.

Suite à la dépolarisation et à la repolarisation, les concentrations en ions **Na^+** et **K^+** dans les milieux extracellulaires sont inversées. Toute stimulation sur le point concerné n'a d'effet que si les concentrations initiales sont rétablies. Ce qui explique l'existence d'une période réfractaire. Ce rétablissement est réalisé par les canaux à **Na^+** et **K^+** pendant l'hyperpolarisation ou phase de restauration du potentiel de repos.

b. Enregistrement du potentiel d'action (PA):

On travaille toujours avec l'axone géant de calmar (PR).

L'électrode réceptrice est implantée dans l'axone. On porte une stimulation efficace sur cet axone. On obtient l'enregistrement de l'électroneurogramme traduisant la variationbrusque du potentiel de membrane. Un potentiel d'action apparaît.

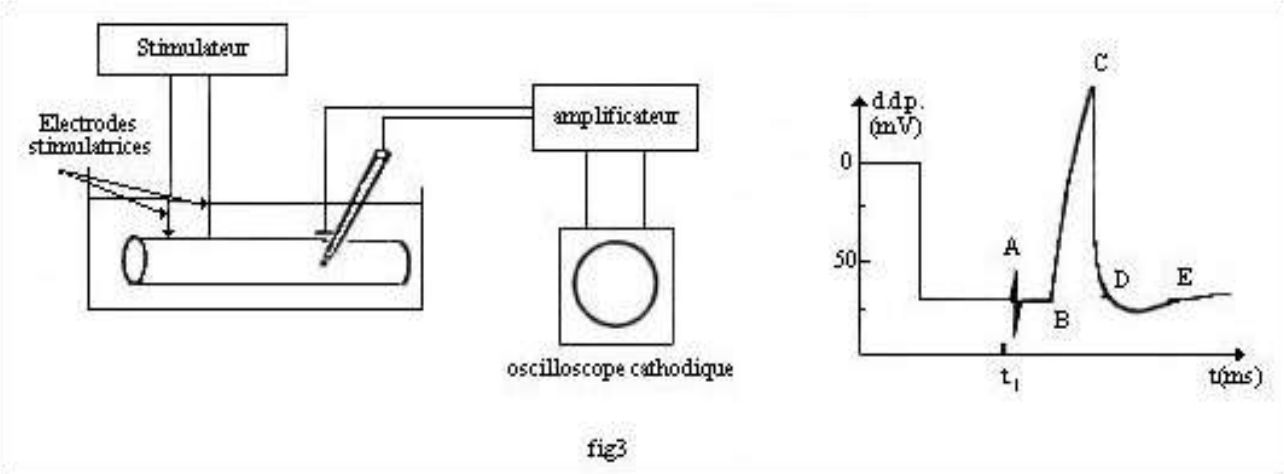


fig3

Remarque:

Une seule électrode réceptrice: potentielle d'action monophasique

Deux électrodes réceptrices éloignées: potentiel d'action diphasique symétrique

Deux électrodes réceptrices rapprochées: potentiel d'action diphasique dissymétrique

2. La naissance du message nerveux au niveau des récepteurs sensoriels

Un récepteur sensoriel est une cellule spécialisée qui traduit un stimulus pour lequel il est spécialisé, en un message nerveux: c'est la traduction. Il code également son intensité en fréquence de potentiel d'action. Suivant leur localisation, on peut distinguer:

- Des récepteurs sensoriels externes localisés à la surface du corps tels que les cellules visuelles des yeux, les cellules olfactives des fosses nasales, les cellules gustatives de la langue, les cellules réceptrices de l'oreille interne, les récepteurs spécialisées de la peau.
- Des récepteurs sensoriels internes situés à l'intérieur du corps tels que les fuseaux neuromusculaires, les récepteurs sensibles à la pression artérielle, des récepteurs sensibles à la teneur du sang en CO_2.

Appliquée à un récepteur, le stimulus qui lui correspond est traduit en une dépolarisation appelée potentiel de récepteur. L'amplitude du potentiel de récepteur augmente avec l'intensité de la stimulation. La réponse du récepteur est de type analytique (modulation d'amplitude). Pour que le potentiel de récepteur provoque une production d'un potentiel d'action, il faut qu'il atteinte un seuil de dépolarisation. Celui-ci varie d'un récepteur à un autre. Plus l'intensité de la stimulation est importante, plus rapidement le seuil de dépolarisation est atteint et plus grande sera la fréquence des potentiels d'action. C'est la fréquence des potentiels d'actions qui constitue le message nerveux. La réponse de type analytique (potentiel de récepteur) a été traduite en une réponse de type numérique (modulation de fréquence des potentiels d'action). Contrairement au potentiel d'action, le potentiel de récepteur ne se propage pas.

3. La conduction du potentiel d'action le long de la fibre nerveuse

La propagation du potentiel d'action est un résultat d'une succession de dépolarisations: la zone membranaire dépolarise les zones voisines. Si cette dépolarisation est suffisante et si la zone voisine est excitable, un nouveau potentiel d'action identique à celui qui est entrain de disparaître est engendré.

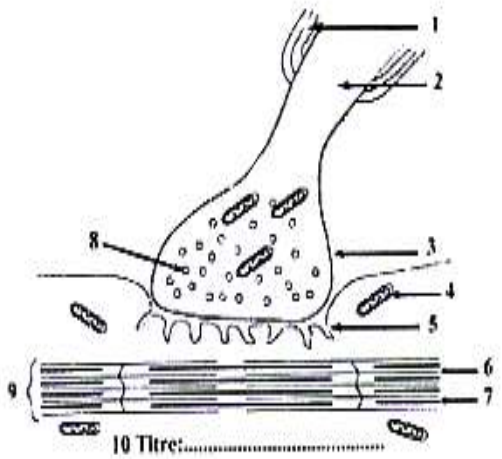
Le long d'une fibre nerveuse à myéline, les zones excitables sont localisées au niveau des étranglements de Ranvier. La propagation du message nerveux se fait d'un étranglement de Ranvier à un autre. C'est une propagation saltatoire. Elle est plus rapide que celle qui se fait de proche en proche le long d'une fibre sans myéline.

Pendant un temps très court, une zone membranaire qui vient de générer un potentiel d'action reste inexcitable. L'existence de cette période réfractaire explique que le potentiel d'action parcourant une fibre nerveuse ne puisse rebrousser chemin.

La vitesse du message nerveux est aussi fonction du diamètre de la fibre nerveuse, plus la fibre nerveuse est grosse, plus la vitesse de propagation de l'influx nerveux est grande.

IV. Le fonctionnement des synapses

1. Les éléments d'une synapse (schéma)



1-gaine de myéline
2-axone
3-bouton terminal ou bouton synaptique
4-mitochondrie
5-sarcolemme
6-filament d'actine
7-filament de myosine
8-vésicule synaptique
9-myofibrille
10-Titre : Plaque motrice

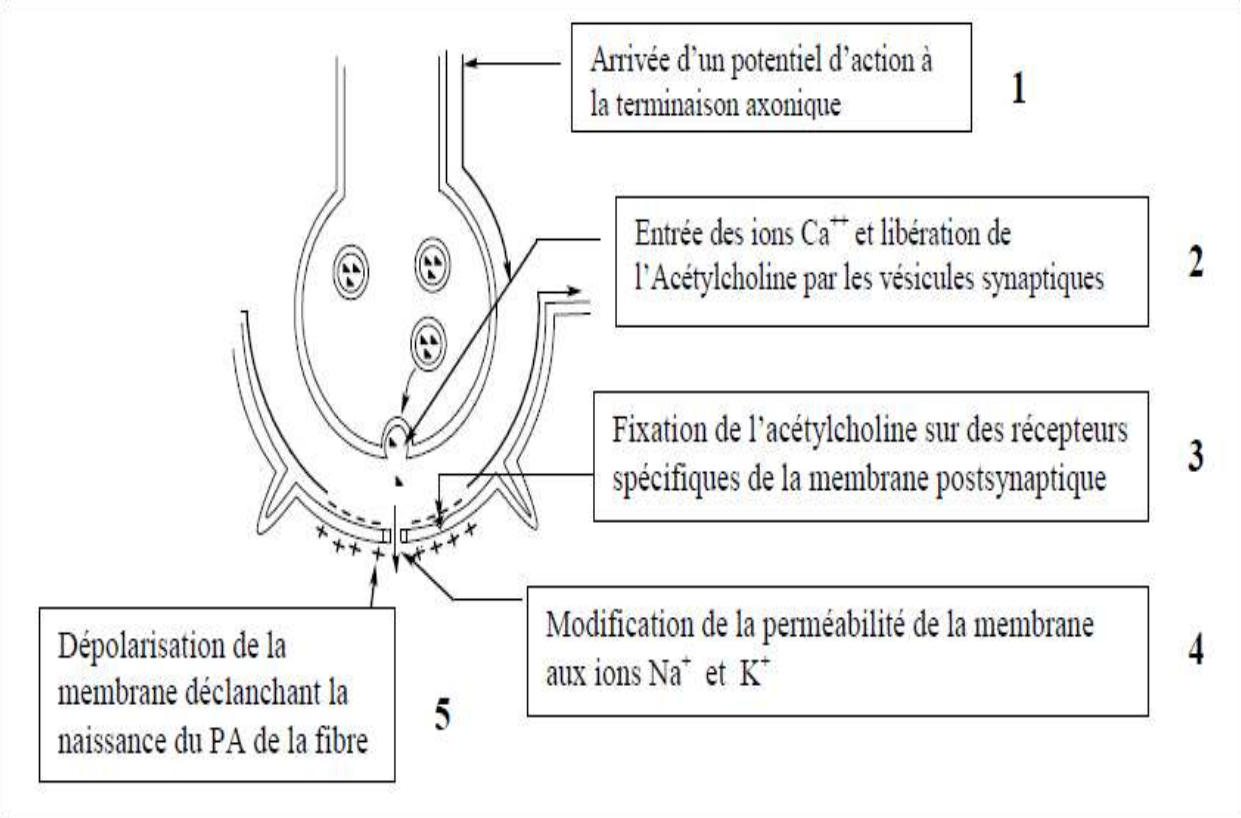
La synapse est une zone de contact entre l'arborisation terminale d'un neurone et une autre cellule (neurone, cellule musculaire, cellule glandulaire). Elle permet la transmission de la communication nerveuse dans un seul sens, de l'élément présynaptique vers l'élément postsynaptique.
On distingue deux types de synapses:

✓ **La synapse à transmission électrique:** elle se singularise par le fait que les membranes des deux cellules concernées sont effectivement en contact, ce qui permet une transmission directe des potentiels d'action.

✓ **La synapse à transmission chimique:** elle comporte en plus d'un élément présynaptique et d'un élément postsynaptique, une fente synaptique qui sépare les deux éléments précités. La transmission de potentiels d'action relativement lente, se fait par l'intermédiaire d'un neuromédiateur.

La transmission du message nerveux dans la synapse à transmission chimique se réalise de la manière suivante:

a. Arrivée d'un potentiel d'action au niveau du bouton synaptique.
b. Ouverture des canaux à Ca^{2+} voltage-dépendants et entrée des ions Ca^{2+}dans le cytoplasme de la cellule présynaptique.
c. L'entrée des ions Ca^{2+}entraine l'exocytose des vésicules présynaptiques qui répandre le neurotransmetteur dans la fente synaptique. Le message nerveux (fréquence de PA) a été traduit en message chimique (concentration en neurotransmetteur).
d. Fixation des molécules du neurotransmetteur sur les récepteurs spécifiques de la membrane postsynaptique et création d'un potentiel postsynaptique.
e. Dégradation rapide des molécules de neurotransmetteur par une enzyme appropriée qui libère ainsi les récepteurs et sonne la fin de la transmission.
f. Recapture des produits de la dégradation par l'élément présynaptique.



2. La création du potentiel postsynaptique

Lors de la libération des neurotransmetteurs, ceux-ci se fixent sur les récepteurs de la membrane postsynaptique, il se crée alors un potentiel postsynaptique. Suivant la nature du médiateur chimique, ce potentiel peut être une dépolarisation ou une hyperpolarisation. Un potentiel dépolarisant est qualifié de potentiel postsynaptique excitateur (PPSE) car il peut provoquer la formation d'un potentiel d'action au niveau de l'axe postsynaptique. La synapse est donc qualifiée de synapse excitatrice (exemple de synapse à glutamate, à dopamine).

En revanche, un potentiel hyperpolarisant est qualifié de potentiel postsynaptique inhibiteur (PPSI) car il empêche la formation d'un potentiel d'action. La synapse concernée est une synapse inhibitrice. Exemple, les synapses à GABA (médiateur chimique inhibiteur).

Le potentiel postsynaptique est différent du potentiel d'action parce qu'il est de faible amplitude et ne se propage pas.

Une interprétation ionique du potentiel postsynaptique nous permet de réaliser que les récepteurs membranaires postsynaptiques sont des canaux ioniques à neurotransmetteurs dépendants. Lorsque la molécule du neurotransmetteur occupe le site de fixation du récepteur, le canal s'ouvre à ion correspondant.

- Dans le cas des synapses excitatrices (formation de PPSE), les récepteurs postsynaptiques sont des canaux à Na^+. L'entrée des ions Na^+ provoque une dépolarisation.
- Dans le cas des synapses inhibitrices (formation de PPSI), les récepteurs postsynaptiques sont soit des canaux à Cl^-, soit des canaux à K^+. La sortie des ions K^+ provoque une hyperpolarisation (surcroît de charge négative dans le milieu intracellulaire). De même, l'entrée des ions Cl^- provoque une hyperpolarisant.

NB: La dépolarisation ne déclenche un potentiel d'action que si sa valeur est au moins égale au seuil de dépolarisation.

3. Le rôle intégrateur des neurones

Un neurone peut avoir des synapses avec de nombreux autres neurones afférents. Certains sont excitateurs (générateurs de PPSE), d'autres inhibiteurs (générateurs de PPSI). La capacité intégratrice du neurone récepteur consiste à faire la sommation de tous les PPS provenant des neurones qui afférent sur lui pour former un potentiel postsynaptique global. S'il atteint le seul de

dépolarisation, il se formera au niveau de l'axe postynaptique un message nerveux code en fréquence de PA.
On distingue la sommation spatiale de la sommation temporelle:
✓ La sommation spatiale est la somme algébrique des PSS provenant de neurones différents qui sont connectés au neurone récepteur (neurone postsynaptique).
✓ La sommation temporelle est la somme algébrique des PPS provenant du même neurone suite à une série d'excitations rapprochées.

4. Les effets de certaines substances sur la transmission synaptique

Certaines substances telles que les drogues peuvent dérégler le fonctionnement des synapses en agissant sur l'une ou l'autre étape impliquée dans la transmission synaptique:

- La perturbation dans la fabrication du neurotransmetteur;
- Le blocage de la libération du neurotransmetteur;
- L'empêchement de la fixation du neurotransmetteur sur les récepteurs (drogues à structure voisine de celle du neurotransmetteur et qui prend la place de celui-ci);
- Le blocage de la destruction du neurotransmetteur;
- Le blocage de la recapture du neurotransmetteur;

L'étude de l'activité cérébrale et de la motricité dirigée fait du mouvement intentionnel ou pas l'acte le plus complexe de la vie d'un être humain. Les comportements conscients que nous adoptons ne sont que l'expression de nos sensations, nos pensées et même nos émotions. Une information sensorielle est alors transformée en une réaction motrice grâce à une programmation motrice élaborée au niveau du cerveau.

2 SOUS-CONCEPT : QUELQUES ASPECTS DU FONCTIONNEMENT DU MUSCLE STRIE

SITUATION PROBLEME :
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.

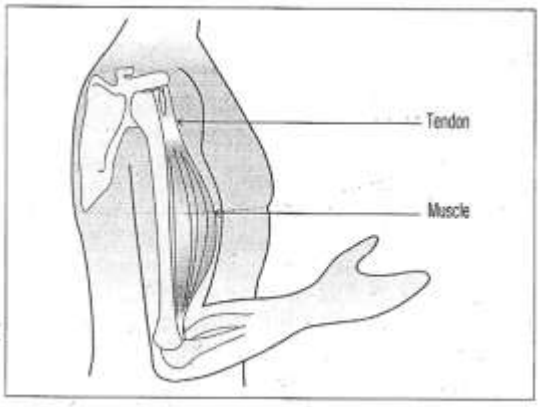
- **Quel est le mécanisme de la contraction musculaire ?**
- **Quelle est la nature structurale qui fait de la fibre musculaire une cellule spécifique dans son fonctionnement ?**
- **Quels sont les aspects moléculaires et énergétiques de la contraction musculaire ?**

LES ACTIVITES

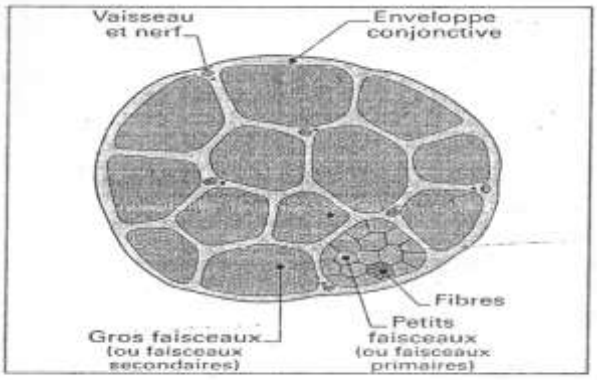
B. Anatomie et physiologie d'une fibre musculaire

Activité 1 **Observation de la structure et de l'ultrastructure d'un muscle strié squelettique**

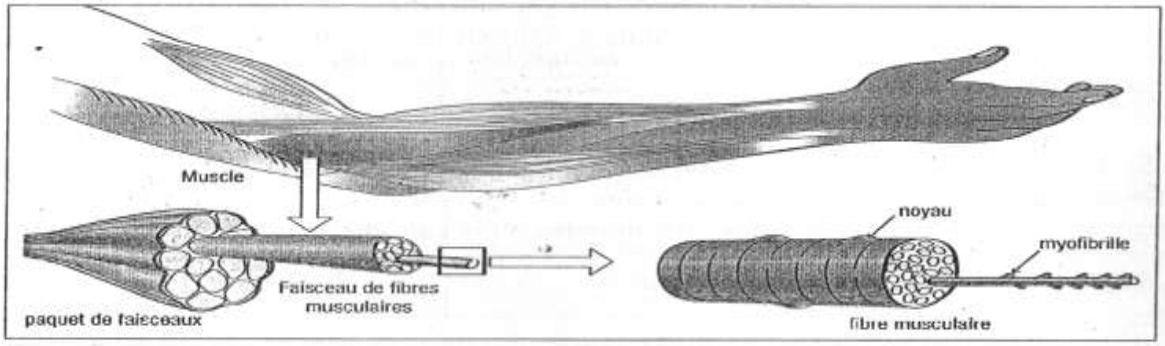
Le bras humains est formé d'un muscle appelé biceps (document 1) qui permet au bras d'effectuer tout mouvement ; ce muscle est formé d'un ensemble de tissus musculaires. Ce tissu a une structure fibreuse (document 3). Chaque fibre musculaire est en réalité constituée d'une grande cellule à plusieurs noyaux (un syncytium) dont la longueur dépasse le décimètre et le diamètre varie de 50 à 150 micromètre.



Document 1 : le biceps de l'homme.

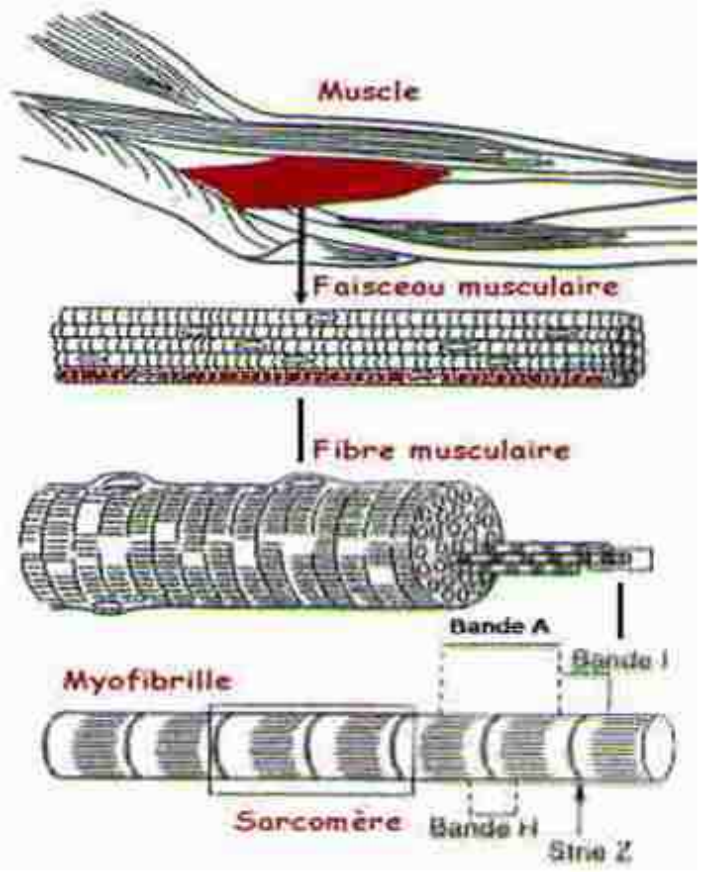


Document 2 : coupe transversale d'un muscle en fuseau.



Document 4 : la fibre musculaire est une cellule du muscle.

La fibre d'un muscle strié possède une membrane plasmique (le sarcolème), un cytoplasme constitué du sarcoplasme (partie homogène) et de faisceaux de fibrilles musculaires (myofibrilles), de plusieurs noyaux. Les myofibrilles sont organisées en structures répétitives qui donnent l'aspect striés à la fibre musculaire et au muscle.
Le sarcoplasme de la fibre musculaire contient un pigment rouge, la myoglobine, dont le rôle est de transporter le dioxygène dans cette cellule.





CONSIGNE :A partir de l'exploitation des documents ci-dessus et des figures y afférar

1) **Explique pourquoi le biceps est qualifié de muscle strié et squelettique**
2) **Détermine de quoi se compose le muscle strié squelettique**
3) **Quel le nom donné à l'unité de structure et de fonction de la fibre musculaire.**

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……

Activité 2 Les différents types de fibres musculaires et leurs caractéristiques

Les muscles striés squelettiques présentent deux types de fibres musculaires dont la distribution est variable selon le type de muscle : les fibres de type I et les fibres de type II. Le tableau ci-dessous présente ces différentes fibres et leur caractéristique

Caractéristiques	Fibres I (rouges)	Fibres II (blanches)	
Surface moyenne (lm²)	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	élevée	élevée
Métabolisme principal	Aérobie (phosphorylation oxydative)	mixte	anaérobie (glycolyse)
Exemple de répartition			
Soléaire (muscle de la jambe fixé au péroné)	85 %	15 %	
Vaste externe (muscle du côté externe de la cuisse)	53 %	47 %	
Triceps brachial	30 %	70 %	

Document 18 : principales caractéristiques des différents types de fibres musculaires.

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

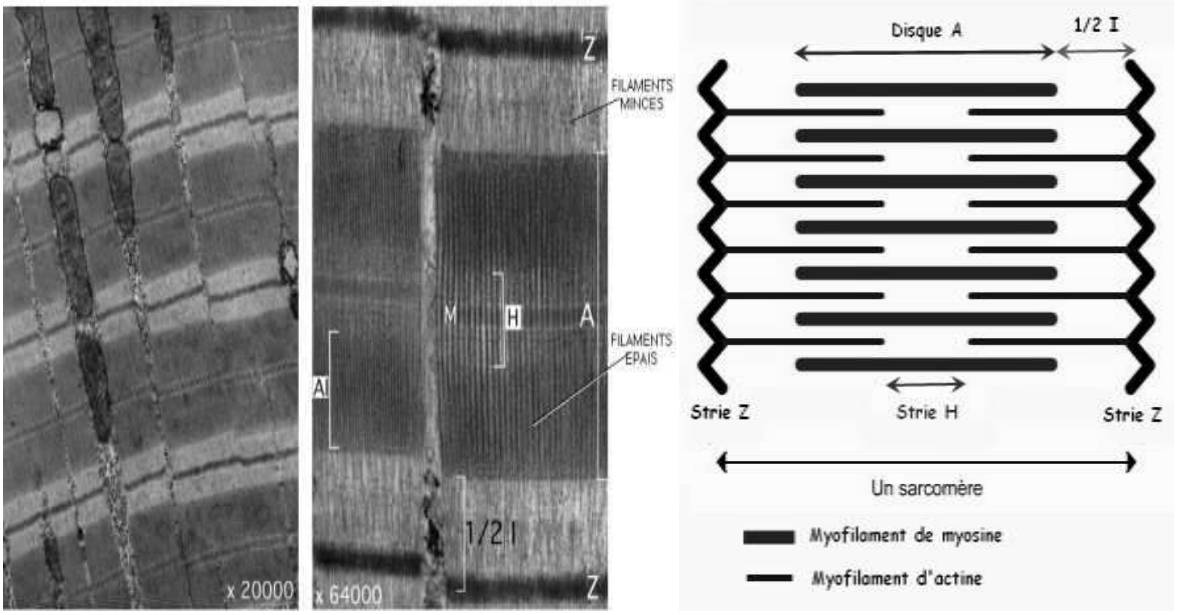
1) **Compare les caractéristiques des fibres de type I et de type II.**
2) **Classe-les en fibres lentes et en fibres rapides. Justifie ton classement**

SYNTHESE PARTIELLE :

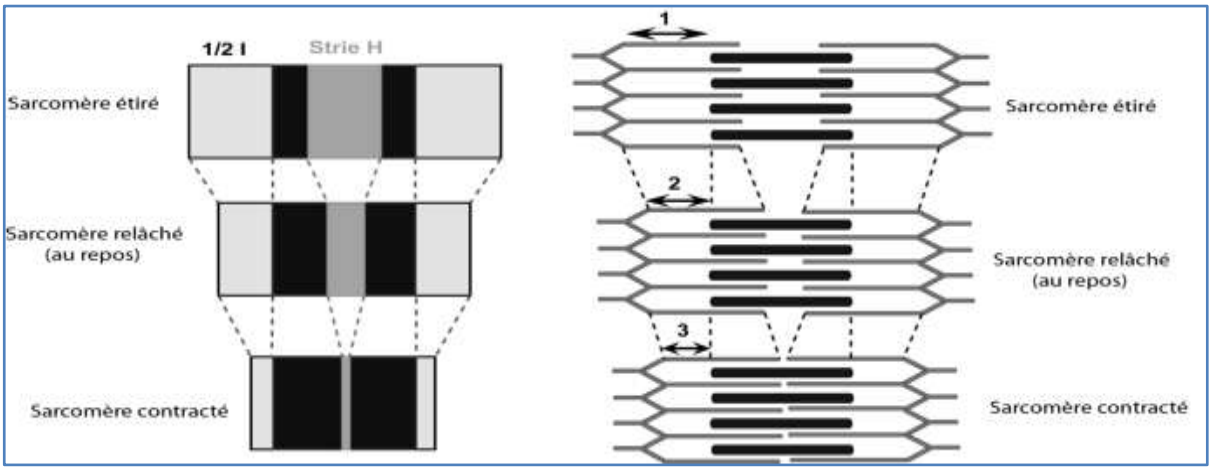
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Activité 3 Ultrastructure et fonctionnement d'un sarcomère

Les myofibrilles sont des cylindres allongés constitués alternativement de bandes sombres et de bandes claires. Le document ci-dessous permet de préciser l'ultrastructure des bandes claires (disques clairs) et des bandes sombres (disques sombres), permet de décrire le sarcomère qui est l'unité contractile d'une myofibrille.



Document 6 : ultrastructure d'un sarcomère



Les différents aspects d'un sarcomère au repos et en activité

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

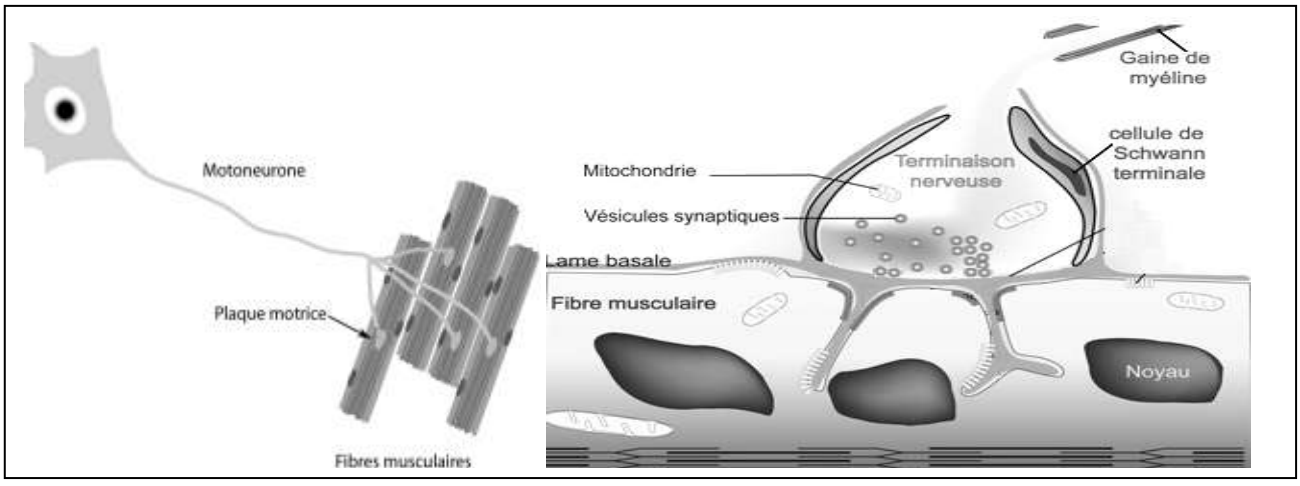
1) **Décris un sarcomère en mettant l'accent sur la constitution de ses différents compartiments (disques clairs et disques sombres)**
2) **Compare les différents aspects d'un sarcomère pendant la contraction et le relâchement d'un muscle**

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Activité 4 Structure et fonctionnement d'une plaque motrice

Le point de contact entre une fibre nerveuse et la fibre musculaire est appelé plaque motrice (ou synapse neuromusculaire). Au niveau d'une plaque motrice, le sarcoplasme est riche en mitochondrie et noyaux, dépourvu de myofibrilles. La gaine conjonctive de la fibre nerveuse se raccorde à la membrane cytoplasmique de la fibre musculaire. La gaine de Schwann et celle de la myéline s'interrompent. Généralement, c'est chacune des branches de l'arborisation terminale d'une fibre nerveuse qui forme une plaque motrice avec une fibre musculaire. La fibre nerveuse se trouve donc en contact avec un certain nombre de fibre musculaire. L'unité motrice est constituée de l'ensemble de toutes les fibres musculaires innervées par un même motoneurone.
Pour un muscle qui effectue des mouvements précis comme le muscle oculomoteur, le nombre de fibres musculaires d'une unité motrice est petit (13). Par conséquent, il est innervé par un grand nombre de fibres nerveuses. Par contre, les muscles volumineux comme le biceps, dont la commande exige peu de finesse, ont un nombre de fibres musculaires par unité motrice élevé (1000 à 1500). En moyenne dans l'organisme, une unité motrice possède environ 160 fibres musculaires.



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

1) **Définis une unité motrice, une plaque motrice, une synapse.**
2) **Explique le principe de fonctionnement d'une plaque motrice**
3) **Fais le schéma annoté d'une synapse**

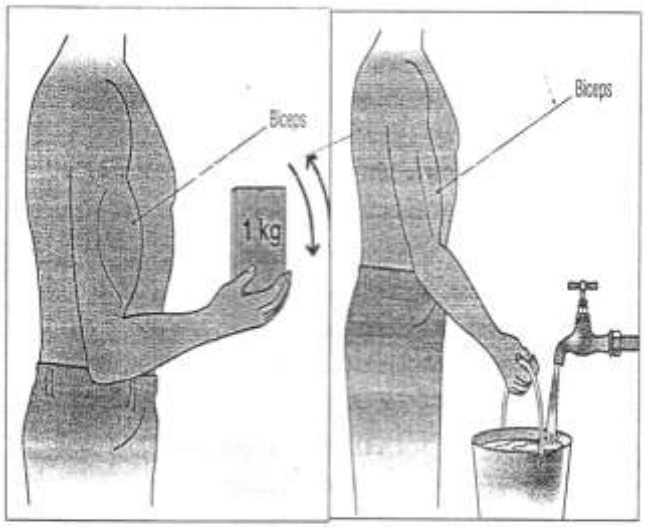
SYNTHESE PARTIELLE :

1. Aspect mécanique de la contraction musculaire

Activité 1 Observation de muscle en activité

Saisissons dans la main un poids de 1 Kg et faisons un mouvement de flexion. Le biceps devient plus dur et se raccourcit. Le poids soulevé exerce sur le muscle une force appelée charge, tandis que la contraction musculaire engendre une force qui s'oppose à la charge et permet de soulever l'objet. Cette force est appelée tension musculaire. Dans ce cas précis, la charge reste constante ; l'objet soulevé, la longueur du muscle varie en se raccourcissant. La tension musculaire reste constante. La contraction du muscle est dite isotonique.

Saisissons dans la main un sceau vide et remplissons-le sous le robinet. Au fur et à mesure que le sceau se remplit, le biceps devient dur, la tension musculaire augmente avec la charge, mais nous n'effectuons aucun mouvement. La contraction du muscle est dite isométrique (document 12)



Document 12 :
a. Contraction isotonique
b. Contraction isométrique

Laissons un bras pendu le long du corps, le biceps et le triceps ne sont pas flasques, mais sont dans un état de légère tension.

Dans l'organisme, la contraction des muscles peut être isotonique ou isométrique. Mais la plupart des contractions sont un mélange des deux

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

1) **Nomme la force développée par les muscles en cas d'activité**
2) **Identifie les différents types de contraction musculaires (dites ce à quelles occasion intervient chaque types)**

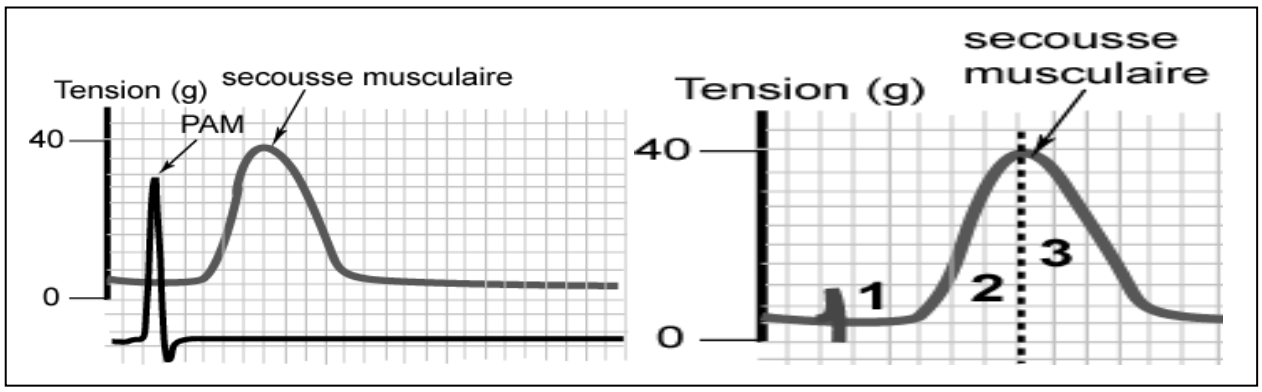
SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……

2. Phénomène électrique et contraction musculaire

Activité 2.1 Le potentiel d'action du muscle et la contraction musculaire

On observe au niveau du muscle, un potentiel de repos. On peut ramener cette observation au niveau cellulaire. La stimulation efficace du muscle, soit par un stimulus extérieur, soit par un influx nerveux afférent stimulateur, provoque également à la surface membranaire une dépolarisation qui exprime la création d'un potentiel d'action. Le potentiel d'action (PA) du muscle est très bref et intervient pendant la phase de latence de la réponse musculaire



CONSIGNE : A partir de l'exploitation des documents ci-dessus et des figures y afférant, donne une explication électrique à la contraction musculaire

SYNTHESE PARTIELLE :

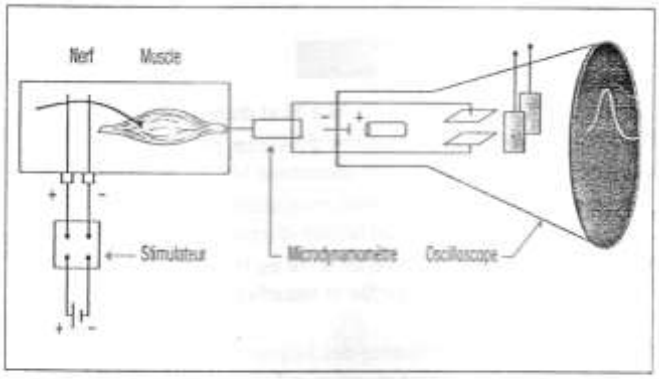
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

3. La myographie et la contraction musculaire

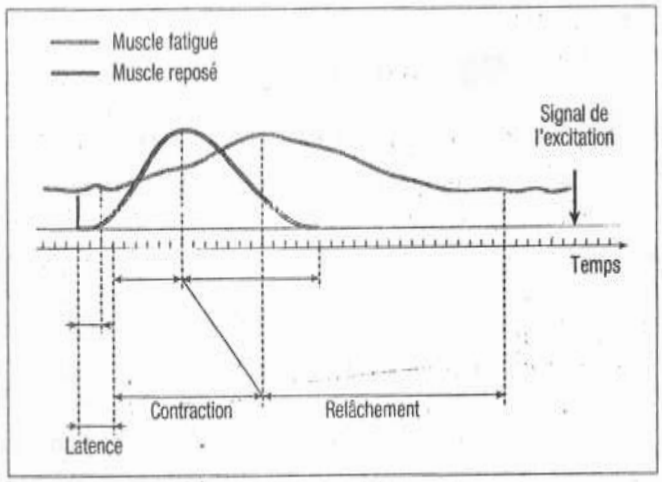
Activité 3.1 Détermination des différentes phases de la contraction musculaire

A l'aide du stimulateur de l'appareil représenté sur le document 13, excitons le muscle. Il répond à l'excitation isolée par une contraction élémentaire appelé secousse musculaire (document 14) puis revient au repos. Le myogramme de la secousse musculaire peut être décomposé en trois phases : une phase de latence, une phase de contraction et une phase de relâchement ou relaxation. La phase de latence définit la durée qui s'écoule entre la stimulation et le début de contraction. La secousse musculaire est très rapide. Sa durée varie entre 0,1 et 0,15 seconde. La forme du myogramme d'une secousse musculaire dépend de certains paramètres tels que la fatigue musculaire, la température, la structure du muscle.

Dans l'organisme, la contraction musculaire est provoquée exceptionnellement par une excitation unique. Généralement, elle est provoquée par un train de potentiels d'action.



Document 13 : un dispositif de myographie.



Document 14 : la secousse musculaire.

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

1) **Identifie les différentes phases d'une secousse musculaire**
2) **Compare les durées des différentes phases d'une secousse musculaire**
3) **Compare les secousses musculaires de muscle reposé et celles du muscle fatigué**

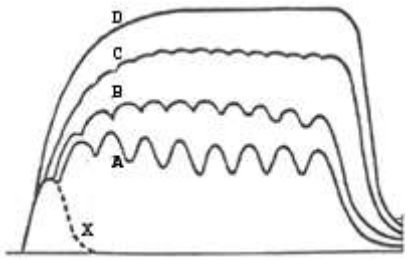
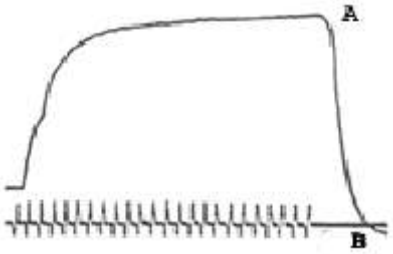
SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……

Activité 3.2 Observation de la réponse du muscle suite à une série de stimulation

La stimulation répétitive d'un muscle entraîne une fusion plus ou moins complète des contractions élémentaires (TETANOS IMPARFAIT et PARFAIT) dont l'amplitude est supérieure à celle d'une contraction unique maximale.

Lorsqu'on applique au muscle plusieurs stimulations à des fréquences de plus en plus rapides, on obtient les enregistrements suivants :

Schéma		
Titre	Tracé correspondant à un tétanos imparfait	Tracé correspondant à un tétanos parfait
description	Si la fréquence des excitations fait en sorte que la deuxième excitation arrive au muscle **pendant la phase de relâchement** de la secousse relative à l'excitation précédente, le myogramme obtenu ne donne que les secousses. On obtient un palier en dent de scie : c'est le tétanos imparfait.	Si la fréquence des excitations fait en sorte que la deuxième excitation arrive au muscle **pendant la phase de contraction** de la secousse relative à l'excitation précédente, la sommation étant totale, le myogramme augmente d'amplitude de façon régulière et présente un plateau régulier. c'est le tétanos parfait.

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

1) **Explique la notion de tétanos physiologique**
2) **Quelle est la différence entre les tétanos parfait et imparfait ? justifie cette différence.**
3) **Quelle est l'influence des fréquences de stimulation sur la contraction musculaire**

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……

……
……
……
……
……
……
……

Activité 3.3 Mécanismes moléculaires de la contraction musculaire

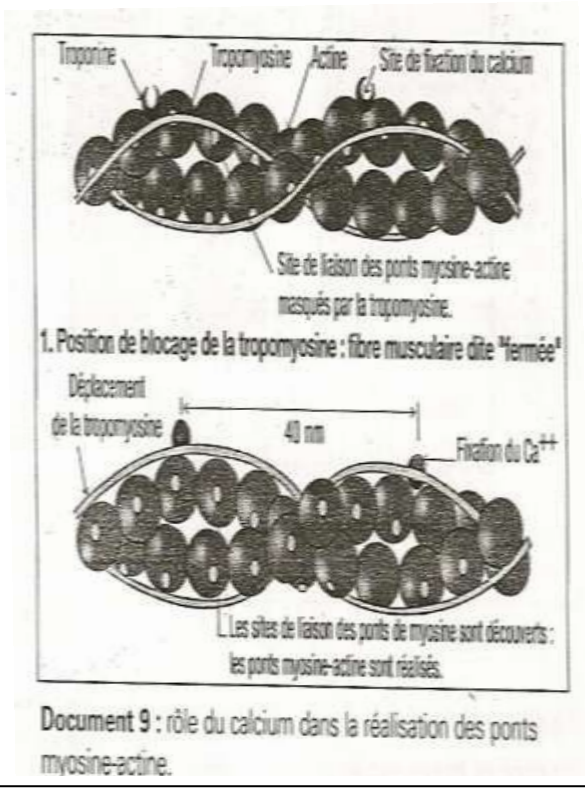
Le filament d'actine possède deux protéines accessoires : la troponine et la tropomyosine. La troponine est fixé à la fois sur l'actine et sur la tropomyosine. Lorsqu'un muscle est au repos, les molécules de tropomyosine disposées sur un filament d'actine masquent les sites de fixation de la myosine sur l'actine. Les molécules de la tropomyosine sont maintenues à cette position par les molécules de troponine.

Ces sites de fixation de la myosine sur l'actine sont libérés avant la contraction musculaire par les ions Ca++. Ces ions jouent un rôle déterminant dans le mécanisme de la contraction musculaire.

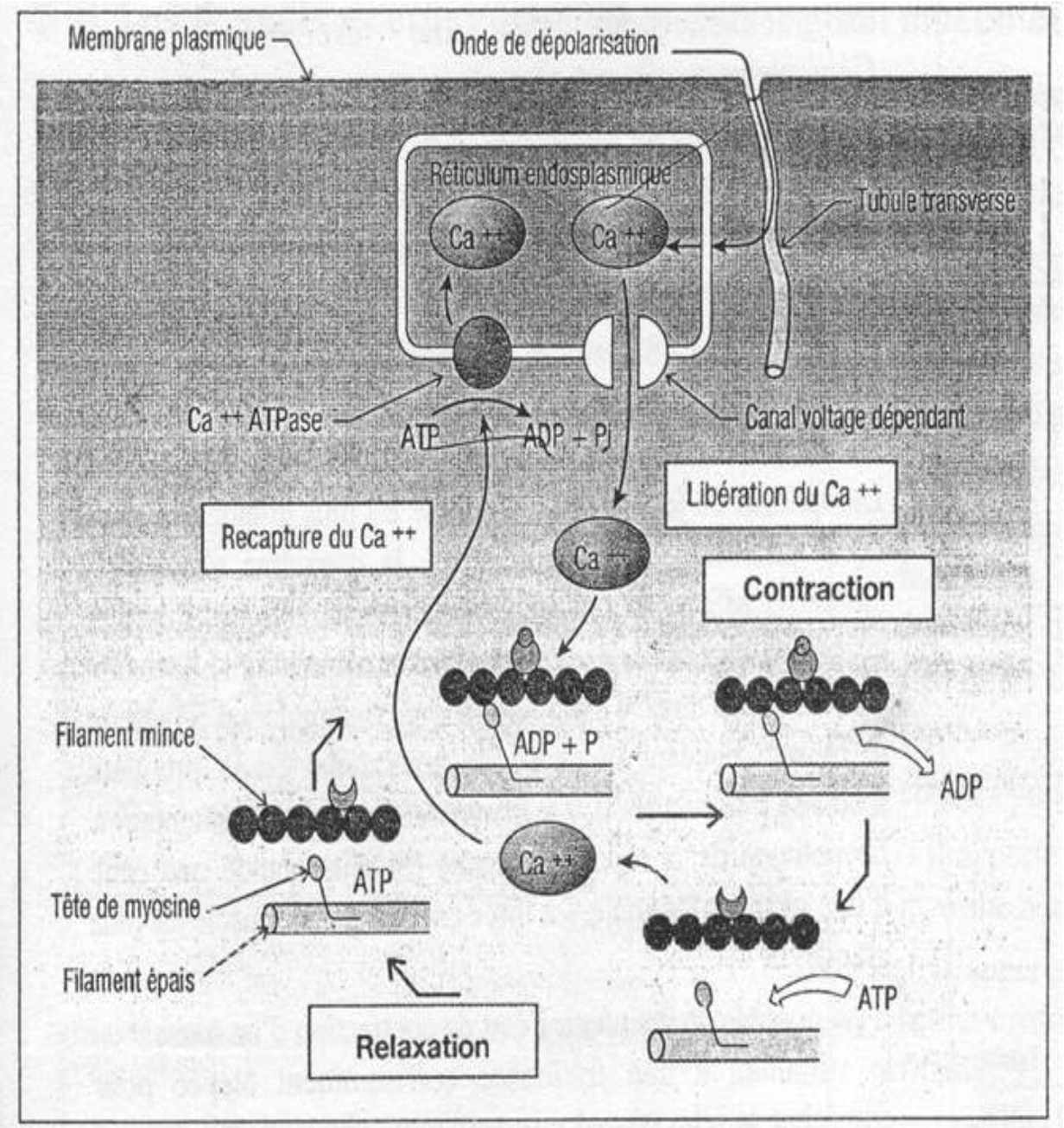
L'arrivée du potentiel d'action (PA) au niveau du muscle entraine l'établissement des ponts de myosine sur l'actine grâce au concours des ions Ca++. Les ions Ca++ sont libérés au niveau de la fibre musculaire par le réticulum sarcoplasmique.

La phase de relaxation musculaire se caractérise par le recaptage des ions Ca++ par le réticulum endoplasmique grâce au transport actif. Ce type de transport nécessite de l'énergie apportée nécessite de l'énergie apportée par les molécules d'ATP. La lenteur de la recapture est matérialisée par la durée plus importante de la phase de relâchement par rapport à celle de la contraction.





Document 9 : rôle du calcium dans la réalisation des ponts myosine-actine.



Document 11 : phénomènes moléculaires liés à la contraction musculaire.

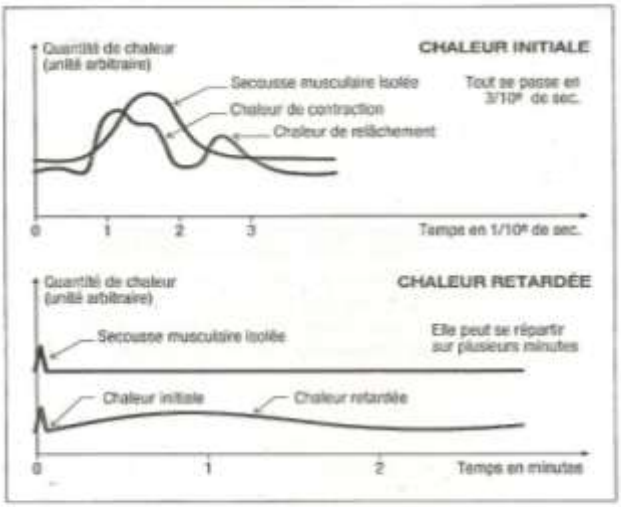
CONSIGNE : **A partir de l'exploitation des documents ci-dessus et des figures y afférant**

1) **Etablis en quelques lignes (10 lignes Maximum), la relation fonctionnelle entre le potentiel d'action musculaire, les ions Ca++ et la contraction musculaire**
2) **Le curare est un poison du système nerveux qui intervient au niveau de la plaque motrice. Il occupe les récepteurs de la fibre musculaire à la place l'acétylcholine, il n'est par détruit par l'acétylcholinestérase et ne déclenche pas l'ouverture des canaux ioniques. explique comment le curare peut entrainer la paralysie des muscles et même la mort par asphyxie d'un individu.**

SYNTHESE PARTIELLE :

Activité 2.5 Mise en évidence des aspects énergétiques de la contraction musculaire

Tous les organes respirent. L'intensité respiratoire d'un organe augmente lorsqu'il travaille. Pour ce qui est du muscle, il consomme beaucoup de glucose pendant qu'il travaille et sa réserve en glycogène s'épuise. L'énergie utilisée par le muscle provient de l'oxydation du glucose. Elle est sous la forme d'une molécule organique appelée *Adénosine triphosphate* (ATP).



Document 16 : la chaleur initiale et la chaleur retardée dégagées pendant l'activité musculaire.

Une partie de l'énergie chimique potentiel (ATP) utilisée par le muscle est convertie en chaleur. Cette émission de chaleur (document 16) se décompose en deux phases :

– une chaleur initiale (40 % de la chaleur totale émise) contemporaine de la contraction. Elle est produite en anaérobiose lors du transfert d'un groupement phosphate de la créatine phosphate à l'ADP ;

– une chaleur retardée (60 % de la chaleur totale émise) est produite après la décontraction lors de la régénération des molécules d'ATP pendant la respiration. Cette chaleur émise fait du muscle un des effecteurs de la régulation de l'équilibre thermique de notre corps.

L'ATP joue un rôle essentiel dans le mécanisme de la contraction-relaxation. Il intervient à trois niveaux différents :

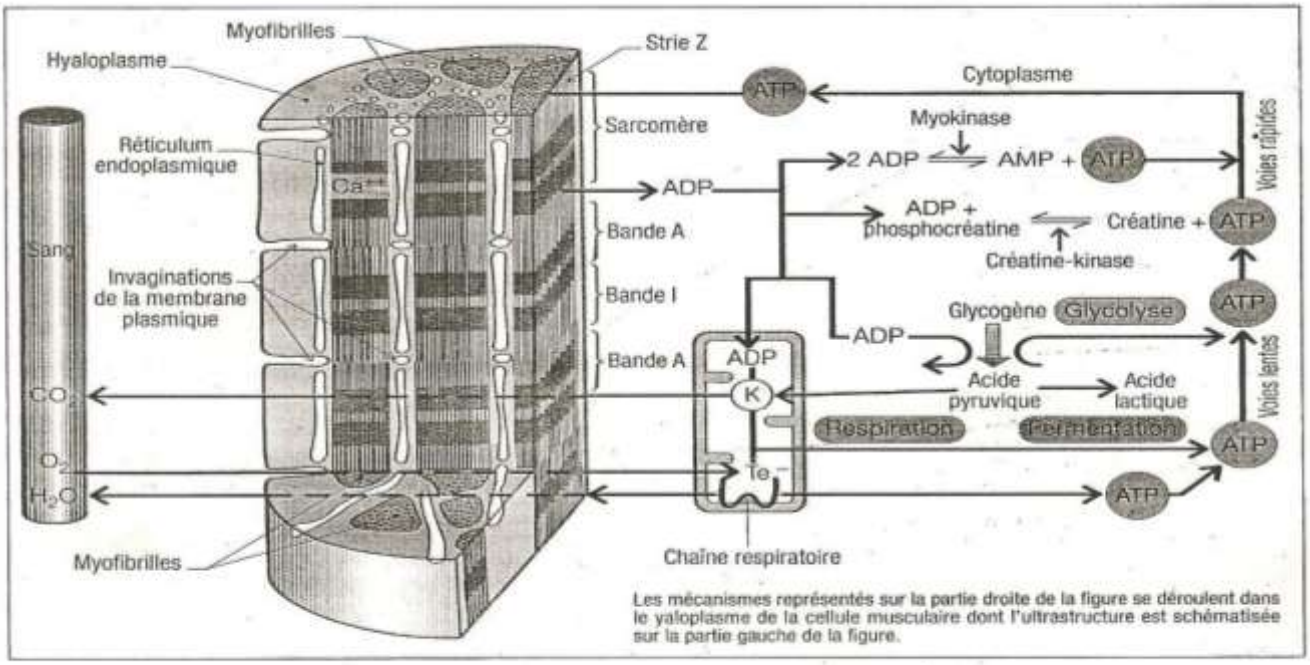
– il apporte de l'énergie couplée au mouvement des ponts myosine-actine ;

– il apporte de l'énergie nécessaire pour la dissociation actine-myosine à la fin de chaque cycle de glissement des filaments ;

– il apporte de l'énergie à la pompe à calcium qui assure le transport actif du Ca^{++} pendant la phase de relaxation.

Compte tenu de leur rôle, les molécules d'ATP doivent être régénérées aussi rapidement qu'elles sont dégradées. Pour cela, on distingue deux catégories de voies de régénération : les voies rapides et les voies lentes (document 17).

La régénération rapide de l'ATP se fait moins de 30 secondes après une contraction. La régénération lente se déroule pendant la glycolyse, la fermentation et la respiration.



Document 17 : les voies de régénération de l'ATP par la cellule musculaire

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

1) **Etablie la relation entre la chaleur dégagée pendant l'activité musculaire et la régénération de l'ATP.**
2) **Fais ressortir sur 10 lignes maximum l'importance de l'ATP dans l'activité musculaire**

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

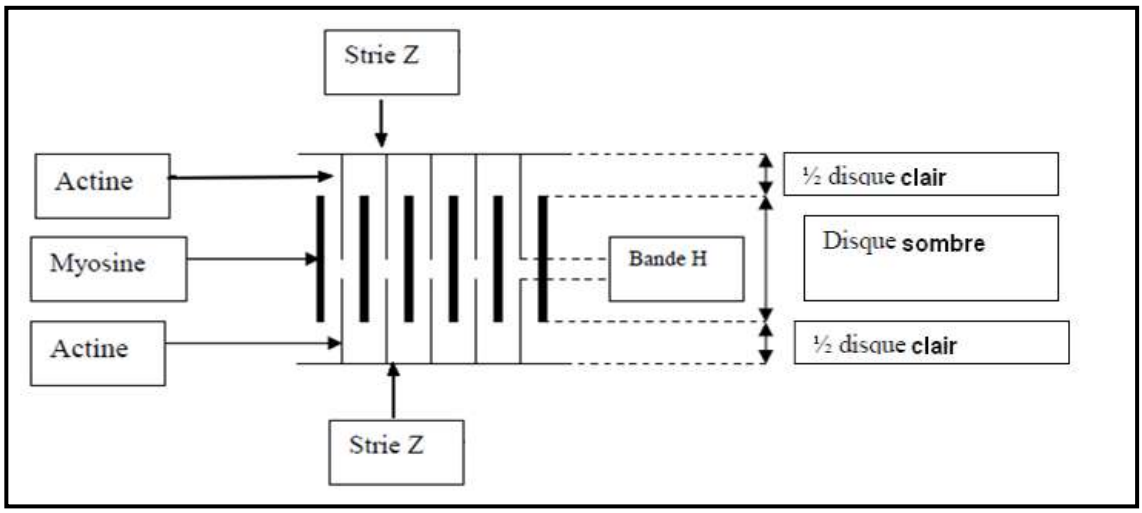
SYNTHESE PARTIELLE : BILAN DES ACTIVITES

I. La constitution d'un muscle strié squelettique

Un muscle strié squelettique est constitué de faisceaux de cellules géantes plurinucléées.

Dans le sarcoplasme de chacune, se trouvent de nombreuses myofibrilles. Chaque myofibrille est une répétition d'unités contractiles appelées sarcomères. Un sarcomère est formé d'une succession de filaments d'actine et de myosine. Cet ensemble est limité par deux stries Z.

Les myofilaments lourds de myosine forment la bande claire alors que les myofilaments légers d'actines représentent la bande claire. Lors de la contraction c'est la bande H qui se rétrécie.



II. Le phénomène de la contraction-relaxation

Les sarcomères se raccourcissent pendant la contraction; cela se fait par coulissage des myofilaments fins d'actine entre les myofilaments épais de myosine. Ce coulissage se réalise sous l'action d'un potentiel d'action. En fait, il y a une cascade d'évènements
entre l'arrivée du potentiel d'action et le coulissage des myofilaments:
Dans l'ordre chronologique, les différentes réactions qui interviennent pendant le phénomène de la contraction-relâchement sont les suivantes:

- La dépolarisation ou l'excitation de la membrane musculaire déclenche la libération des ions Ca^{2+} stockés par les citernes du réticulum sarcoplasmique dans le hyaloplasme.
- La fixation des ions Ca^{2+} sur les molécules d'actine provoquant le démasquement des sites de fixation de la myosine se trouvant sur les myofilaments d'actine mais occuppés par une protéine.
- La fixation du complexe ATP-myosine sur le site d'actine démasqué par les ions Ca^{2+} et augmente l'activité ATPasique de la myosine
- L'hydrolyse de l'ATP (du complexe ATP-myosine)qui s'accompagne d'un pivotement des têtes de myosine sur leur site de fixation se trouvant sur le filament d'actine.

Ceci quientraîne le coulissage des myofilaments d'actine avec libération d'une chaleur de contraction selon l'équation:

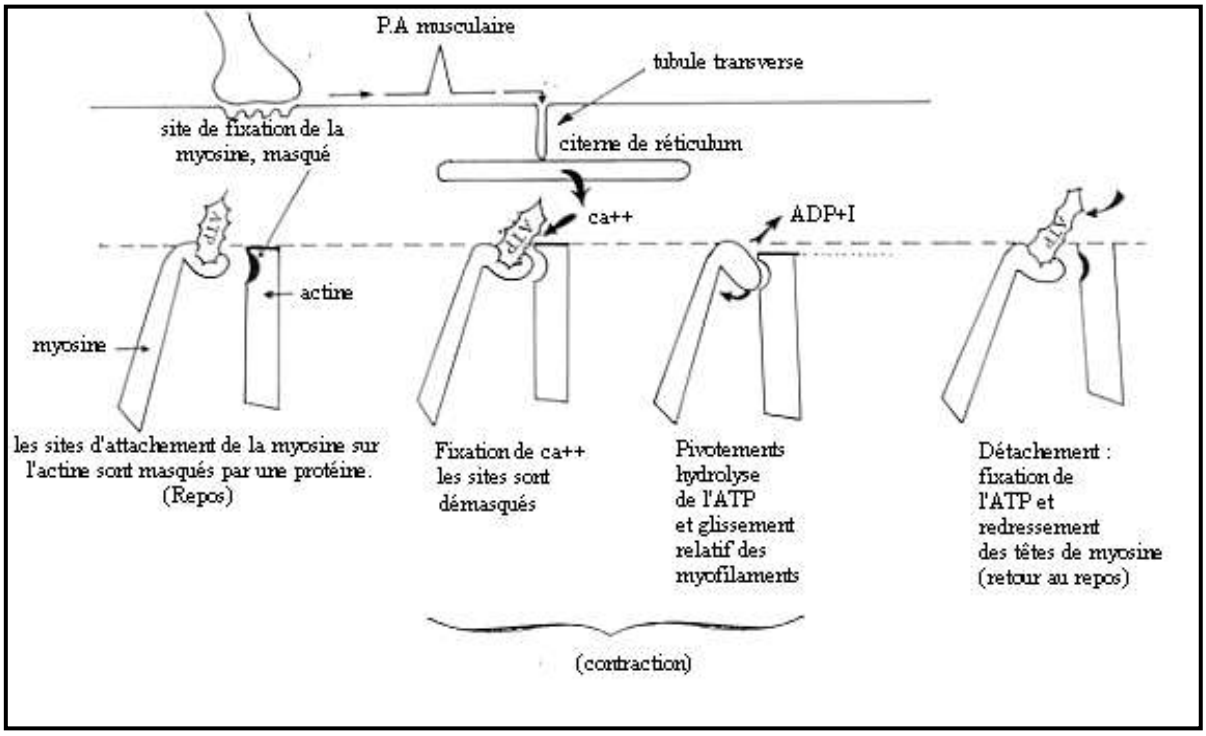
$ATP + H_2O \rightarrow ADP + Pi$ + énergie

- Le transfert de l'énergie issue de la dégradation des molécules d'ATP aux molécules de myosine
- Nouvelle liaison de l'ATP à la myosine (complexe ATP-myosine) et rupture des ponts actine-myosine
- Recapture et stockage des ions Ca^{2+} dans les citernes du réticulum endoplasmique. Cette recapture se fait par transport actif et retour à la position de repos.

Remarque: l'unité de fonctionnement du muscle dans la contraction-relaxation est l'unité motrice ou sarcomère.

La contraction du muscle est dite isotonique lorsque la tension musculaire reste constante.

La contraction du muscle est dite isométrique lorsque la longueur du muscle reste invariable.



III. La régénération des molécules d'ATP dégradées

La source primaire et immédiate de l'énergie musculaire est l'ATP (adénosine triphosphate). Elle est constamment reconstituée au fur et à mesure de son utilisation.

On distingue deux catégories de voies de régénération de l'ATP dégradées par le muscle:

▪ Des voies de régénération rapide à partir des composés phosphatés. Ce sont des réactions de phosphorylation en anaérobiose catalysées par la myokinase et la créatine phosphate.

(Phosphocréatine) = ACP + ADP $\xrightarrow{\text{créatine phosphate}}$ ATP + Créatine + chaleur

ADP + ADP $\xrightarrow{\text{myokinase}}$ ATP + AMP

▪ Des voies de régénération lente de la glycolyse, la fermentation et la respiration

- Glycolyse aérobie (s'il y a suffisamment d'O_2)

Glucose $\rightarrow$ 2 acides pyruviques + 2 ATP $\rightarrow CO_2 + H_2O$ + ATP

(au niveau du cytoplasme) (au niveau des mitochondries)

- Glycolyse anaérobie (s'il y a une insuffisance d'O_2)

Glucose $\rightarrow$ 2 acides pyruviques $\rightarrow$ 2 acides lactiques + 2 ATP

(au niveau du cytoplasme)

Remarque:

La glycolyse anaérobie complète la glycolyse aérobie

IV. Les types de fibres musculaires

On distingue deux types de fibres musculaires présentes de manière variable dans les différents muscles striés squelettiques du corps humain.

1. Les caractéristiques structurales:

Selon la structure nous avons

▪ Les fibres de type I, riche en myoglobine d'où leur couleur rouge vif.

▪ Les fibres de type II, pauvre en myoglobine d'où leur couleur blanche.

2. Les caractéristiques fonctionnelles

Selon le fonctionnement nous avons

▪ Les fibres de type I, à contraction lente, avec un mécanisme oxydatif (présence de beaucoup de mitochondries). Les fibres de type I interviennent lors des contractions de faible intensité

▪ Les fibres de type II, à contraction rapide, avec un métabolisme essentiellement glycolytique (présence de peu de mitochondries). Ces fibres interviennent lors des contractions de forte intensité.

3

SOUS-CONCEPT : LES ACTIVITES CEREBRALES ET LA MOTRICITE VOLONTAIRE

SITUATION PROBLEME :

Chaque individu se comporte différemment par rapport aux informations qu'il reçoit de son environnement et de son organisme. Ces deux types de comportement sont contrôlés par le système nerveux. Certains font appel à la volonté (motricité volontaire ou dirigée), d'autres non (réactions reflexes, spontanées et involontaires). Dans le cadre d'une motricité volontaire ou dirigée :

- **Comment définir un comportement volontaire ou encore un mouvement volontaire ?**
- **Quel (s) est (sont) le (s) organe (s) responsable (s) de la motricité volontaire ?**
- **Comment s'effectue la commande d'un mouvement volontaire ?**

LES ACTIVITES

D. Etude du fonctionnement des centres nerveux

Activité 1 **Etude d'un mouvement volontaire**

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 reflexes.

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 impliquent la volonté de l'individu. Selon le cas, un même mouvement peut être à la fois volontaire et reflexe, par exemple le reflexe rotulien qui correspond à un mouvement involontaire d'extension de la jambe provoqué par un coup sec en un point précis en dessous de la rotule. Ce résultat peut être obtenu volontairement par une autre personne qui décide de projeter sa jambe en position assise. Toutes ces réactions reflexes et volontaires entrainent 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 :

1) **Lis attentivement le texte ci-dessus et à l'aide de tes connaissances sur les mouvements, explique pourquoi il est difficile de parler de motricité volontaire chez un animal. (décris un exemple**
2) **Cite quelques caractéristiques d'un mouvement volontaire**

Activité 2 Rôle des aires corticales motrices

Par des interventions chirurgicales dans le cerveau, on a pu observer des lésions du cortex cérébral consécutives à des accidents ou à des maladies, qui s'accompagnent des troubles de la motricité. Ces troubles se rencontrent également chez une personne ayant subi l'ablation de certaines parties de son cerveau et dépendent de l'emplacement de la lésion.

Des expériences de stimulations électriques appliquées sur des zones précises des hémisphères cérébraux lors d'interventions chirurgicaux montrent que l'encéphale est responsable des mouvements volontaires. Cette responsabilité est également démontrée par des expérimentations pratiques sur des animaux de laboratoire, chez des hommes mais aussi par des connaissances approfondies de l'anatomie et de la structure de l'encéphale. Ces techniques ont permis d'établir des facilement et rapidement les relations entre les lésions et les troubles de la motricité.

La destruction de la région du lobe frontal en avant de la scissure de Rolando sur l'un des deux hémisphères cérébraux, l'altération du tissu nerveux à des endroits bien déterminés, la présence d'un hématome (épanchement du sang hors du vaisseau) entraînent une hémiplégie (paralysie étendue) controlatérale (contraction des muscles du coté opposé du corps) qui peut être partielle lorsqu' une partie seulement de cette région est détruite. L'origine de ce genre de lésion n'est pas musculaire, mais plutôt consécutive à l'oblitération d'un vaisseau sanguin. Il s'en suit l'arrêt de fonctionnement, voire la mort des neurones ravitaillés par ce vaisseau.

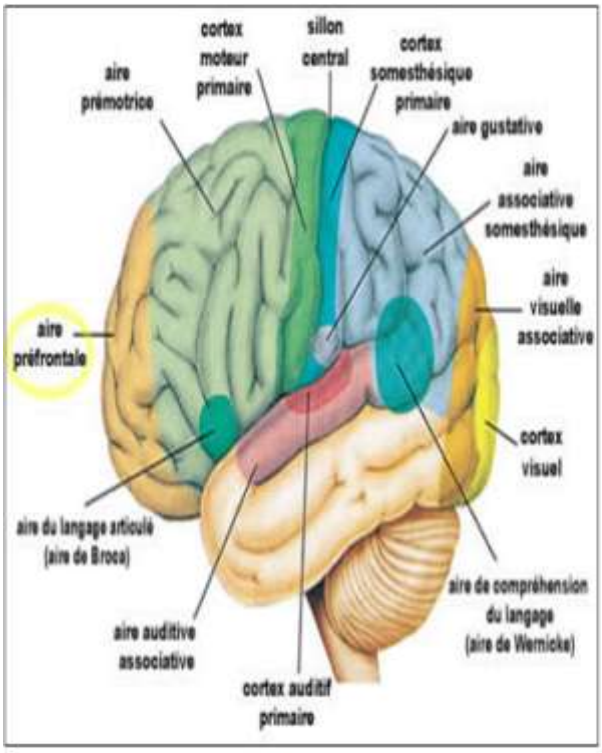
En confrontant les résultats des expériences de destruction et ceux des stimulations électriques localisées du cortex, on distingue deux centres corticaux :

- L'aire motrice principale ou aire de projection motrice. Située dans la circonvolution frontale ascendante, elle est caractérisée par la présence de grandes cellules pyramidales. A chaque région de la surface de l'aire motrice correspond un groupe de muscles d'une région du corps : d'où le nom de l'aire de projection motrice. Pour une même région du corps humain, le centre moteur et le centre sensitif sont situés approximativement à la même hauteur : les aires motrices et sensitives sont presque symétriques par rapport au sillon de Rolando ;
- L'aire prémotrice ou psychomotrice. Située en avant de la précédente, elle est dépourvue de cellules pyramidales, c'est aussi l'aire d'association. Elle intervient dans la programmation des gestes par la coordination des mouvements. Une lésion de cette aire entraîne l'oubli, voire l'impossibilité d'effectuer des mouvements complexes appris : c'est ***l'apraxie***. Les plus fréquents sont ***l'anarthrie*** (impossibilité d'articuler les mots) et ***l'agraphie*** (impossibilité d'écrire)

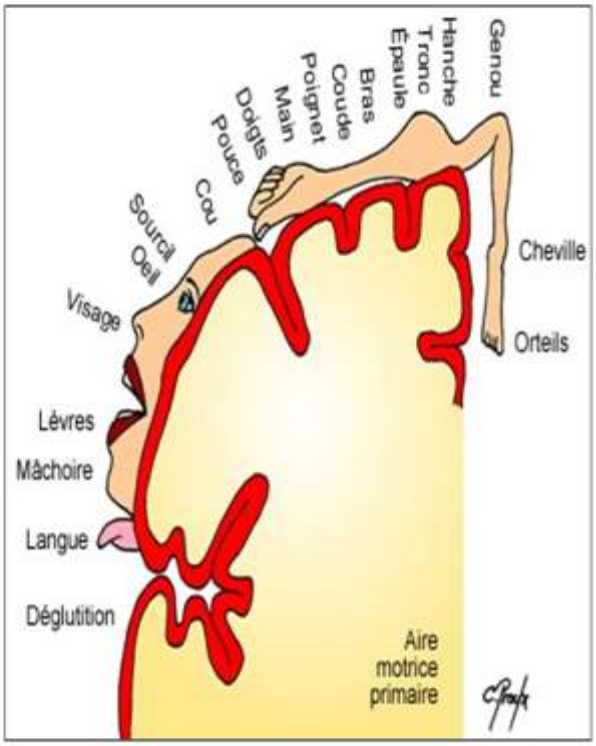
Les documents 4, 5 et 6 représentent les différentes aires décrites ci-dessus ainsi que les effets de lésions de certaines d'entre elle

aire corticale	effets de lésions	effets de stimulations
aire visuelle primaire	cécité	phosphènes : points brillants et immobiles dont la position spatiale dépend du point du cortex stimulé.
aire d'association visuelle	agnosie visuelle : le sujet a conscience de voir un objet, mais ne peut le reconnaître.	hallucinations : le sujet croit voir des objets ou même des scènes complexes quand le point de stimulation s'éloigne de l'aire visuelle.
aire motrice	paralysie : les muscles restent flasques. Il y a exagération des réflexes, en particulier des réflexes de flexion. La paralysie peut évoluer vers une parésie : les mouvements volontaires sont possibles, mais restent faibles.	mouvement localisé à un muscle différent selon le point stimulé, et du côté opposé à l'hémisphère stimulé.
aire prémotrice		mouvements complexes de posture, lents et soutenus.
aire motrice supplémentaire		vocalisation, ou arrêt de la parole.

Document 4 : troubles de la motricité consécutifs aux lésions des différentes aires corticales.



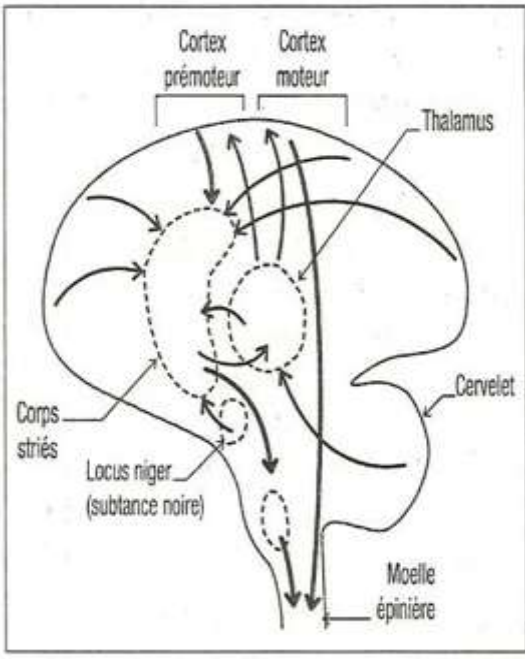
Document 5 : aires corticales chez l'Homme



Document 6: homoncule moteur : répartition corticales des aires motrices

Il convient de relever que l'influx moteur qui déclenche la contraction musculaire des motoneurones α (grands neurones multipolaires de la corne antérieure de la moelle épinière). Chaque motoneurone est reliée à un segment cutané de qui il reçoit l'influx sensoriel et un segment musculaire vers qui sont dirigés ses influx moteurs.

La formation réticulée qui s'étend sur toute la longueur du tronc cérébral) module plutôt l'activité des centres segmentaires qui commandent la contraction des muscles. Il en est de même des noyaux relais du tronc cérébral (noyaux du pont de varole, bulbe) et les noyaux gris de la base du cerveau (thalamus et corps striés) sans oublier le cervelet dont le rôle sera précisé plus loin.



Document 7: rôle des noyaux gris

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

1) **Décris les rôles des aires de projection motrice et prémotrice impliquées dans la commande de la motricité**
2) **Décris aussi le rôle d'autres structures encéphaliques impliquées dans cette commande**

SYNTHESE PARTIELLE :

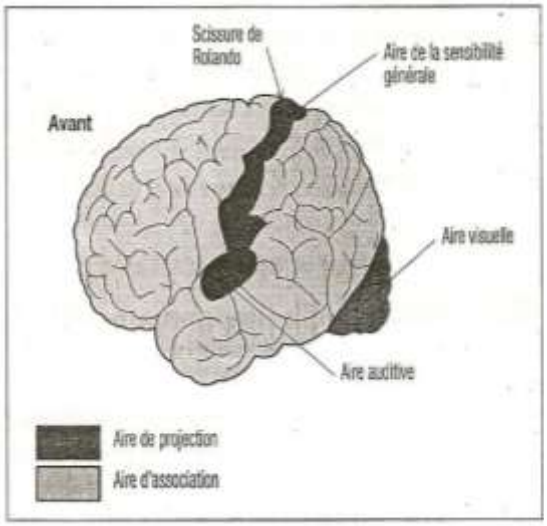
Activité 3 Rôle des aires corticales sensitives

Identifiées après les aires corticales motrices, elles sont des régions du cortex cérébral nécessaires aux sensations (arrivée du message nerveux dans l'écorce cérébrale) et aux perceptions (interprétation mentale des sensations physiques produites par des stimuli externes). Il a été démontré qu'à tout point de la surface corporelle correspond un point situé du coté opposé de la circonvolution pariétale ascendante : c'est l'aire de sensibilité générale. Son existence est aussi démontrée par la suppression de la sensibilité de la motricité du côté opposé du corps à la suite de la présence d'une lésion sur la zone située en arrière de l'aire de projection motrice. Sa structure est granulaire à cause de l'absence quasi-totale des cellules pyramidales.

La scintigraphie de cette aire montre qu'elle est formée de deux parties :

- L'aire de projection ou le corps se projette pour la seconde fois et correspond aux points d'arrivée des messages provenant des différents régions du corps ;
- L'aire d'association située en arrière de l'aire de projection sensorielle. Elle est connectée à de nombreuses régions du cortex cérébral. La présence des lésions sur cette aire n'entraîne pas de troubles de sensibilité, mais entraîne chez le malade des perturbations de l'ordre de l'incapacité à reconnaitre un objet par le toucher ;

A chaque fonction sensorielle de notre corps, correspond une aire corticale spécifique comportant chacune les deux aires sensorielles ci-dessus évoquées. L'activité de l'aire d'association dépend de la mise en activité de l'aire de projection. Elles sont complémentaires. C'est l'aire d'association qui relie l'aire de projection à de nombreuses régions du cortex cérébral.



Document 8 : aires corticales sensitives.

Consigne 3 *: a partir de exploitation des documents ci-dessus et des figures y afférant*

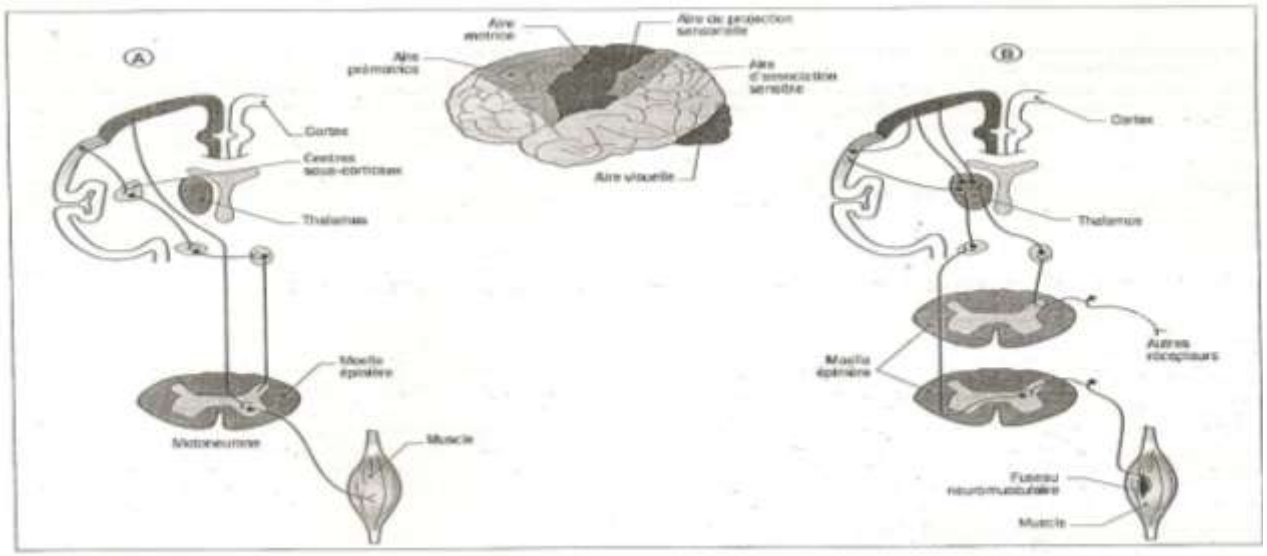
1) *Décris le role des aires corticales motrices*
2) *Compare leur rôle à celui des aires corticales sensitives*

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……

Activité 4 Le trajet de l'influx nerveux dans un mouvement volontaire

L'excitation du récepteur entraine la naissance d'un message sensoriel destiné au système nerveux central : c'est l'information afférente. Traitée par le système nerveux central, il y'a apparition d'un autre message transmis aux organes effecteurs (muscles, glandes) : c'est l'information efférente. Le trajet de l'influx dans la motricité dirigée est assurée par deux grandes voies : la voie afférente (système de la sensibilité) et la voie efférente (système de la motricité). En d'autres termes, l'information afférente est d'abord traitée au niveau des aires corticales sensitives, ensuite elle subit un second traitement au niveau des aires corticales motrices. Il en résulte une réponse motrice lorsque l'information efférente atteint les organes effecteurs.



Document 10 : une circulation croisée des messages est indispensable à l'affinement terminal du geste.

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

1) **Décris en quelques lignes le trajet d'un influx moteur dans la réalisation d'un mouvement intentionnel.**
2) **Dresse sous la forme d'un tableau le bilan ordonné de l'initiation à l'exécution d'un mouvement. Pense à faire figurer toutes les étapes**

SYNTHESE PARTIELLE :

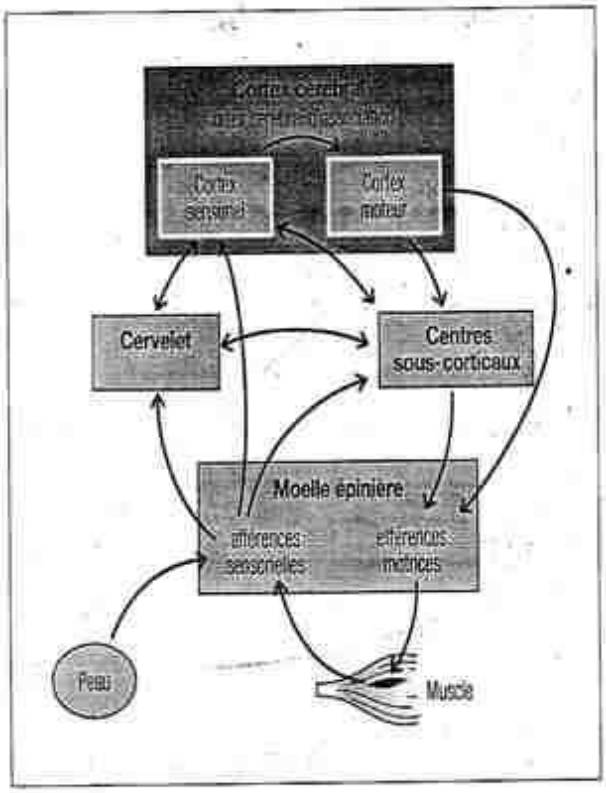
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Activité 5 Détermination des structures qui contrôle la motricité

Différents niveaux de contrôle assurent la précision du mouvement intentionnel. Sa programmation est centrale, mais son exécution nécessite en retour un contrôle permanent par des voies proprioceptives.

Experience

Des lésions du cervelet entraînent des troubles graves d'équilibre et de la coordination motrice. La paralysie totale apparaît avec les lésions du cortex moteur. Le cervelet joue le rôle de comparateur en recevant une représentation de l'activité du cortex et de la moelle aux muscles et, presque au même moment, une représentation du résultat de cette activité (mouvements volontaires). Il compare en permanence l'influx cortico-spinal (cortex plus moelle) avec les indications sensorielles en provenance des récepteurs tactiles et visuels. En d'autres termes, il doit en permanence adapter l'exécution du mouvement à l'intention. Son processus d'intégration des voies sensorielles lui permet de jouer le rôle d'initiation de correcteur du mouvement, d'initiateur du mouvement et d'interrupteur du mouvement. Le cortex du cervelet est riche en cellules de Purkinje, cellules aux dendrites arborescentes. L'intégration des informations est réalisée par les cellules de Purkinje.



Document 11 : mécanismes à l'origine du contrôle d'un mouvement volontaire.
De multiples mécanismes nerveux interviennent dans la réalisation et le contrôle d'un mouvement volontaire : l'exemple choisi est celui de la main qui saisit un objet.

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

1) **Quels sont les différentes structures impliquées dans le contrôle du mouvement intentionnel ?**
2) **Décris le rôle de chaque niveau de contrôle de la motricité dirigée.**

SYNTHESE PARTIELLE :

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

SYNTHESE GENERALE : BILAN DES ACTIVITES

I. Le comportement volontaire

1. Le mouvement volontaire ou mouvement intentionnel

Le mouvement volontaire contrairement au mouvement involontaire nécessite l'intervention du cerveau pour son exécution. Sa réalisation jusqu'à son exécution met en jeu des mécanismes de contrôle par le système nerveux central. L'organe du mouvement est le muscle squelettique qui est lié aux os par des tendons. Il diffère donc du mouvement involontaire qui est un acte automatique qui nécessite la présence d'un stimulus extérieur pour son déclenchement. Parfois la distinction entre l'activité réflexe et ma 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.

2. La commande de la motricité volontaire

Cette commande est assurée par le cerveau qui regroupe des milliards de neurones dont les trois quarts sont contenus dans le cortex cérébral. Au niveau du cerveau, les neurones sont aussi regroupés en aires et en noyaux aux fonctions spécifiques. Dans le cortex cérébral, deux aires interviennent dans la commande des mouvements volontaires:

- **L'aire de projection motrice:** La lésion étendue du cortex de la circonvolution frontale ascendante entraîne une hémiplégie (paralysie des muscles situés dans une moitié du corps). C'est donc dans cette région de l'hémisphère que se situe l'aire motrice principale. Une stimulation dans l'hémisphère cérébral gauche d'un point précis de cette aire provoque un message moteur qui entraine la contraction du muscle correspondant situé dans la moitié droite. Cette correspondance précise entre une région de l'aire motrice principale et un muscle donné permet d'admettre que cette aire est le point de départ des fibres nerveuses qui se projettent dans les muscles. L'obtention de la contraction des muscles du coté droit du corps lorsque la stimulation est portée sur l'hémisphère gauche montre que les voies nerveuses sont croisées.
- **L'aire prémotrice:** La lésion de la région du cortex du lobe frontal situé en avant de l'aire motrice principale n'entraîne pas la paralysie des muscles, plutôt des troubles dans la réalisation voire l'exécution même des mouvements: par exemple l'impossibilité du patient d'articuler ou d'écrire. L'écriture implique plusieurs gestes à la fois, ce sont les troubles de la coordination qui apparaissent avec la destruction de cette zone corticale. L'aire prémotrice est impliquée dans la programmation des mouvements dirigés.
- **Les aires corticales sensitives:** Les aires cérébrales sensitives où aboutissent les différentes voies nerveuses afférentes sont au nombre de deux: l'aire sensitive de projection et l'aire d'association. Elles sont complémentaires et forment l'aire de sensibilité générale. Toutes les informations sensorielles provenant des récepteurs musculaires, tendineux ou articulaires et des récepteurs des organes de sens sont reçus dans l'aire de projection par l'intermédiaire des neurones sensoriels. Ces informations sensorielles peuvent encore remonter jusqu'au cortex cérébral par des voies nerveuses qui se croisent comme dans le premier cas (aires corticales motrices). Le cortex moteur est aussi capable de modifier la réception des informations en agissant sur les récepteurs.

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 la voie extra pyramidale avec de nombreux relais synaptiques qui sont plus lents que les premières. Elles interviennent dans la commande des mouvements d'ensemble et le contrôle de la posture.

La voie pyramidale est directement connectée aux motoneurones médullaires reliés aux muscles alors que la voie extra pyramidale ne peut atteindre les même motoneurones qu'après des relais synaptiques dans la base de l'encéphale.

III. 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.

L'activité de ces deux centres corticaux favorise l'accomplissement des mouvements complexes par la coordination et la synchronisation des neurones de l'aire corticale.

Le contrôle des mouvements rapides est assuré par le cervelet, celui des mouvements lents et réguliers par les noyaux gris sous-corticaux.

▪ Le message nerveux moteur qui part de l'aire corticale moteur vers les motoneurones médullaires emprunte les fibres nerveuses motrices descendantes des voies pyramidales et extra pyramidales.

▪ La précision du mouvement est déterminée par le nombre de fibres musculaires par unité motrice (10 à 200 fibres musculaires) pour la contraction des muscles impliqués dans la commande motrice.

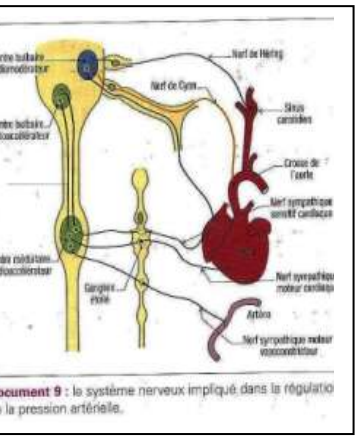
▪ On peut assister aussi au retour des informations sensorielles dans les muscles et dans des articulations vers le cervelet et le cortex. L'ajustement et l'affinement de la commande motrice du geste sont assurés par l'intégration des informations sensorielles et celles issues des récepteurs sensoriels périphériques (notamment les yeux et les oreilles internes).

CONCEPT GENERAL :

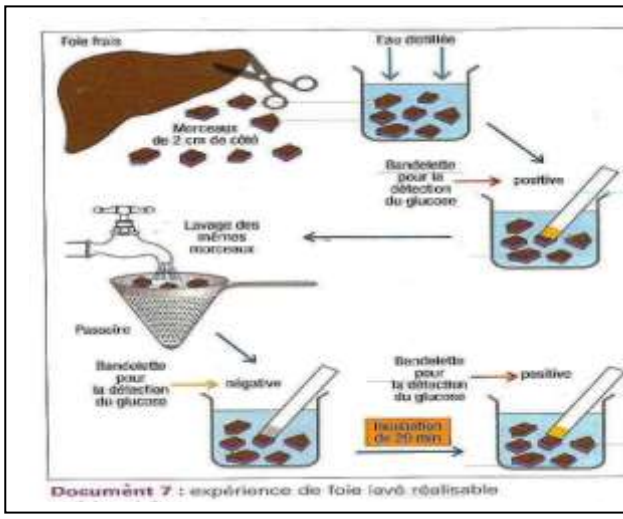
La régulation hormonale et nerveuse / 3 semaines

LES SOUS-CONCEPT :

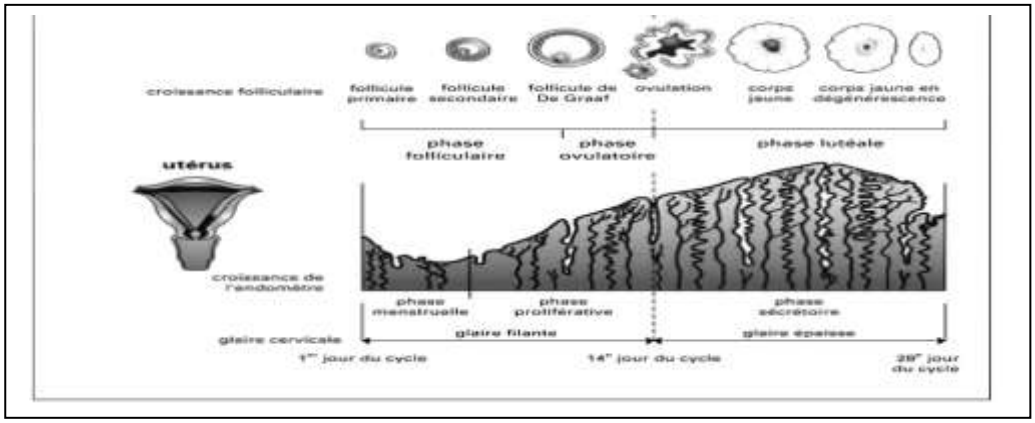
1. ***La régulation du taux des hormones sexuelles (9h)***
2. ***La régulation de la glycémie (5h)***
3. ***L'activité cardiaque et la régulation de la pression artérielle (7h)***



ocument 9 : le système nerveux impliqué dans la régulatio
la pression artérielle.



Document 7 : expérience de foie lavé réalisable



© Ouvrage élaboré par Aboubacar BOUARE & Issa COULIBALY /Professeur de SVT
79198269-65665696/76399806-66279590 Email: iss27coul@live.fr

1 SOUS-CONCEPT : LA REGULATION DU TAUX D'HORMONES SEXUELLES

SITUATION PROBLEME :

À la puberté, l'organisme subit des modifications à la fois morphologiques, physiologiques et psychologiques. Par exemple, chez la jeune fille, la puberté est marqué par l'apparition des glandes mammaires, des règles, des rondeurs… alors que chez le jeune homme, elle fait apparaitre des barbes, la voix grave, les premières éjaculations… A partir de la, l'individu acquiert sa maturité sexuelles, ses appareils et organes sexuels se modifient et il peut alors participer à la procréation. Suite à ces observations, on peut se demander :

- **Comment se fait la régulation de l'activité testiculaire ?**
- **Comment se fait la régulation de l'activité ovarienne ?**
- **Quelles sont les applications de la physiologie des appareils reproducteurs dans le domaine du contrôle des naissances ?**

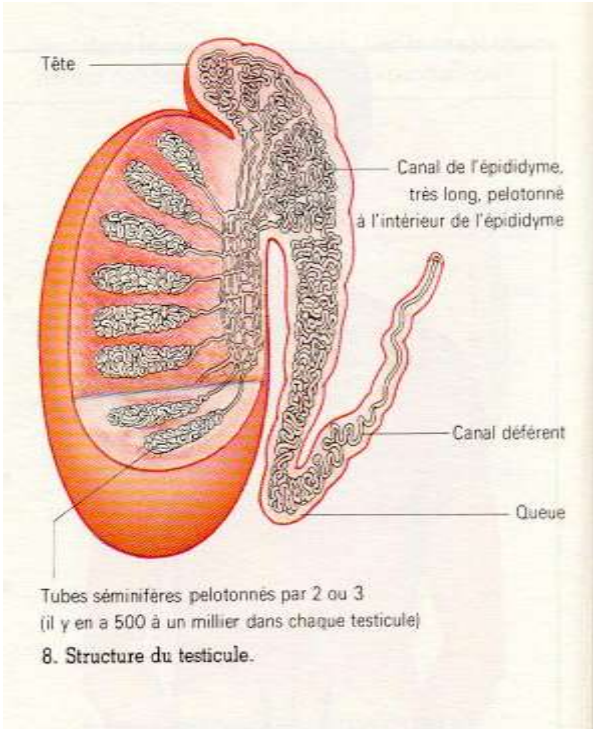
LES ACTIVITES

A. La sexualité chez l'homme

1. Rôle des testicules

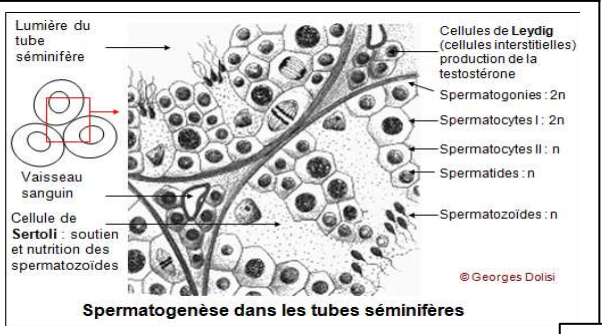
Activité 1 **Observation des testicules**

Expérience 1: une observation de l'appareil reproducteur de l'homme présente de nombreux organes dont deux testicules. Une coupe transversale d'un testicule (fig a) présente de nombreux tubes séminifères pelotonnés de 50 à 60 cm de long. C'est là que se déroule la production des spermatozoïdes, de manière continue depuis la puberté jusqu'à la mort. La formation d'un spermatozoïde dure 64 jours.



8. Structure du testicule.





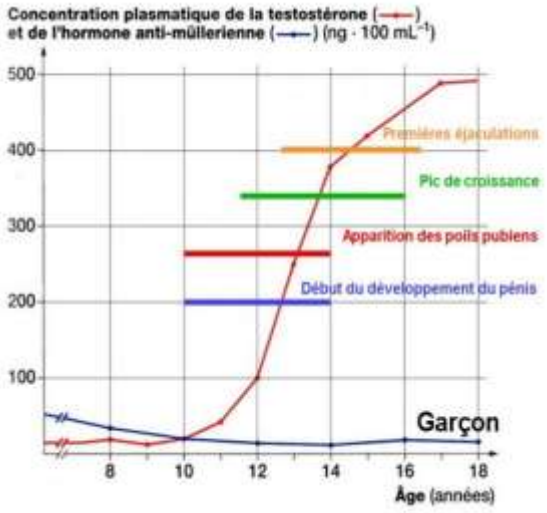
Spermatogenèse dans les tubes séminifères

Expérience 2 :
La castration d'un jeune mammifère male (avant la puberté) entraine en plus de la stérilité l'infinitisme génital (non développement des organes génitaux qui sont des vésicules séminales, la prostate et la verge) et certain caractères physiologique (**agressivité, instinct sexuels**) n'apparaissent pas.

La destruction des cellules de Leydig a les mêmes conséquences que la castration.

La castration d'un mammifère male adulte (**après la puberté**) entraine la régression des caractères sexuels secondaires. Cependant, des infections d'extrait testiculaire ou de greffe rétablissent les caractères normaux.

***Expérience 3* :** De nombreux dosages plasmatiques ont également permis d'établir l'évolution du taux sanguin de testostérone (hormone testiculaire) au cours de la vie de la l'homme. Les résultats obtenus sont représentés par les courbes ci-dessous



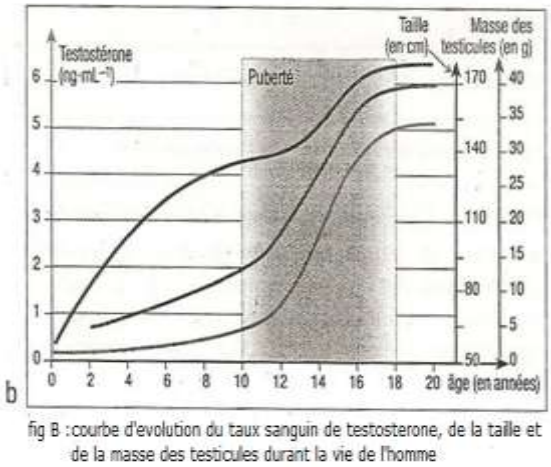
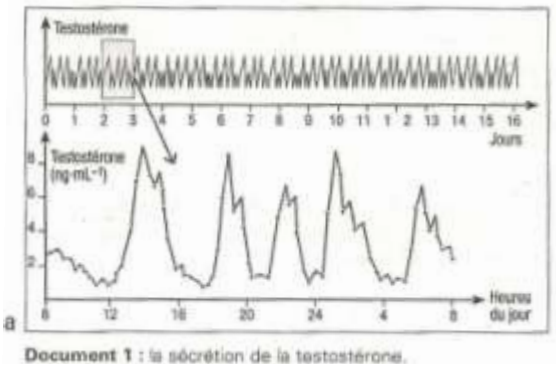


fig B : courbe d'évolution du taux sanguin de testosterone, de la taille et de la masse des testicules durant la vie de l'homme

Des dosages très rapprochés au cours de la journée montrent que la testostérone n'est pas libérée de manière constante dans le sang mais plutôt sous forme de pulses, c'est-à-dire de manière discontinue. Les pulses se caractérisent par la quantité d'hormones libérées et par la fréquence de leur sécrétion.



Document 1 : la sécrétion de la testostérone.

CONSIGNE : A partir de l'exploitation des résultats des expériences ci-dessus

1) **Identifie le rôle des testicules**
2) **Nomme la substance contenue dans l'extrait testiculaire**
3) **Précise les cellules responsables de sa sécrétion**
4) **Précise son rôle.**

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Activité 2. 1 Rôle de l'hypophyse

1. L'activité des testicules n'est pas autonome, elle est influencée par le fonctionnement d'une glande située à la base du cerveau, l'hypophyse. Cette glande est constituée de deux lobes juxtaposés et de nature différente ; l'antéhypophyse et la posthypophyse. Elle est reliée à l'hypophyse par la tige pituitaire.
   Des expériences ont permis de comprendre le rôle de l'hypophyse dans l'activité testiculaire. Ces expériences et leurs résultats sont présentés dans le tableau ci dessous

expériences	***résultats***
Ablation de l'hypophyse ou hypophysectomie	Arrêt de la production de testostérone et de spermatozoïdes
Hypophysectomie suivie d'injections d'extraits hypophysaires	Reprise de l'activité testiculaire

2. Une lésion de l'hypophyse entraine des troubles de fonctionnement des organes parmi lesquels les testicules dont elle peut entrainer l'atrophie. Cette atrophie s'accompagne de l'arrêt de la fonction de reproduction et d'une régression des caractères sexuels secondaires. L'état des malades est généralementamélioré par des injections d'extraits hypophysaires.
3. Les cellules de l'antéhypophyse secrètent plusieurs hormones de natures glycoproteique :
   - La F.S.H. (hormone folliculo-stimulante) ;
   - La L.H. (hormone lutéinisante) ;

   Les courbes ci dessous permettent de comprendre la sécrétion de L.H. et de F.S.H. au cours du temps.

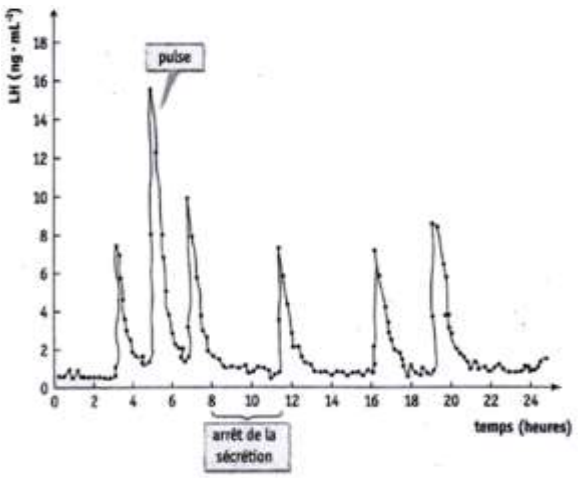


fig a : sécretion pulsatile de répétition de la L.H.

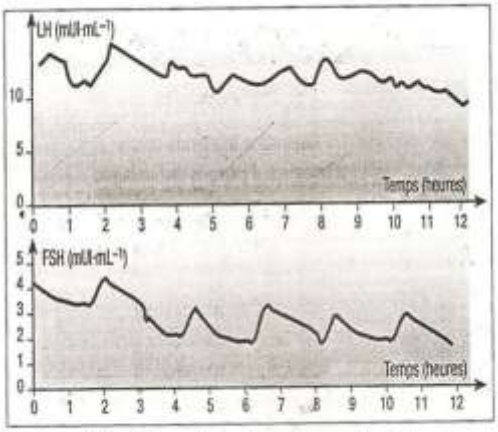


fig B : Evolution des taux plasmatiques des gonadostimulines L.H. et F.S.H

Les sécrétions de L.H. et de F.S.H. se fait d'abord en faible quantités puis s'arrête par la suite pendant quelques heures. A la reprise des activités sécrétoires des cellules, une partie de ces hormones stockées dans le cytoplasme des cellules est libérée de manière rapide et brutale sous forme de pulse. Déversées dans le sang, ces hormones atteignent les cellules cibles qui sont les tubes séminifères et les cellules de Leydig. Leur rôle est de stimuler l'activité testiculaire et à cause de ce rôle, on les qualifie aussi de gonadostimulines.

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

1) **Détermine le rôle de l'hypophyse sur l'activité testiculaire (1 et 2)**
2) **Précise le rôle de gonadostimulines sur l'activité testiculaire.**
3) **Précise la principale caractéristique de la sécrétion de L.H. et de F.S.H (fig.b)**

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

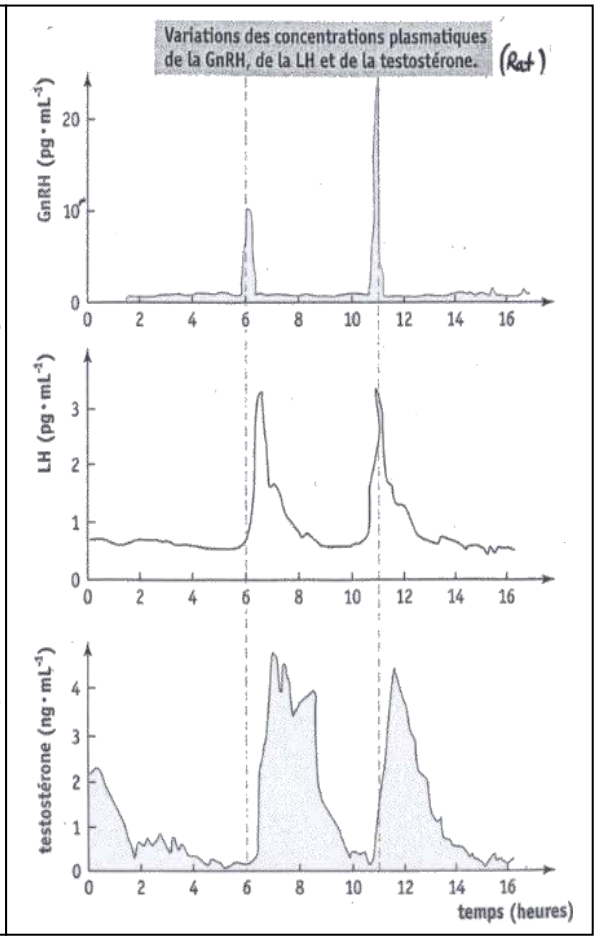
Activité 3 Rôle de l'hypothalamus

1) Des expériences réalisées sur des rats permettent de mettre en évidence les relations entre l'hypothalamus et l'hypophyse. Les résultats de ces expériences sont portés dans le tableau ci-dessus :

Expériences	Résultats
Lésion des neurones hypothalamiques	Arrêt de la production de testostérone et de spermatozoïdes
Stimulation électrique des neurones hypothalamiques	hypersécrétion de F.S.H. et de L.H. par l'antéhypophyse
Section de la tige pituitaire	Arret de la synthèse de F.S.H.et de L.H.
Ponction sanguine au niveau de la tige pituitaire	Isolement d'une molécule de nature peptidique

2) Variation du taux sanguin de GnRH, de L.H. et de F.S.H.

Chez le Rat , la mesure du taux sanguin de GnRH dans le système porte hypothalamo-hypophysaire, de la LH à la sortie du système artériel antehypophysaire et de la testostérone dans le système artériel efférent aux testicules, fait apparaître des variations qui peuvent être corrélées:
- la GnRH présente deux pics (de moins de 1pg.mL^{-1} à 10 ou même 20 pg.mL^{-1}) espacés de 5 heures;
- la LH présente une concentration moyenne autour de 0,7 ng.mL^{-1} et deux pics atteignant 3 ng.mL^{-1}. Ces pics sont décalés de moins d'une heure après chaque pic de GnRH et sont étalés sur près de deux heures (temps pendant lequel la concentration en LH reste plus élevée qu'avant le pic, mais baisse) ;
- la testostérone présente aussi une sécrétion périodique, mais les pics sont larges avec, pour le premier, un plateau qui dure 2 heures. Entre chaque pic la concentration est très faible (bien inférieure à 1 ng.mL^{-1}), mais elle atteint nettement plus de 4 ng.mL^{-1} lors des maxima. Comme les pics sont étalés, la notion de concentration moyenne n'a guère de sens. Les pics de testostérone commencent environ 1/2h après le pic de GnRH et sont terminés 1h avant le nouveau pic.



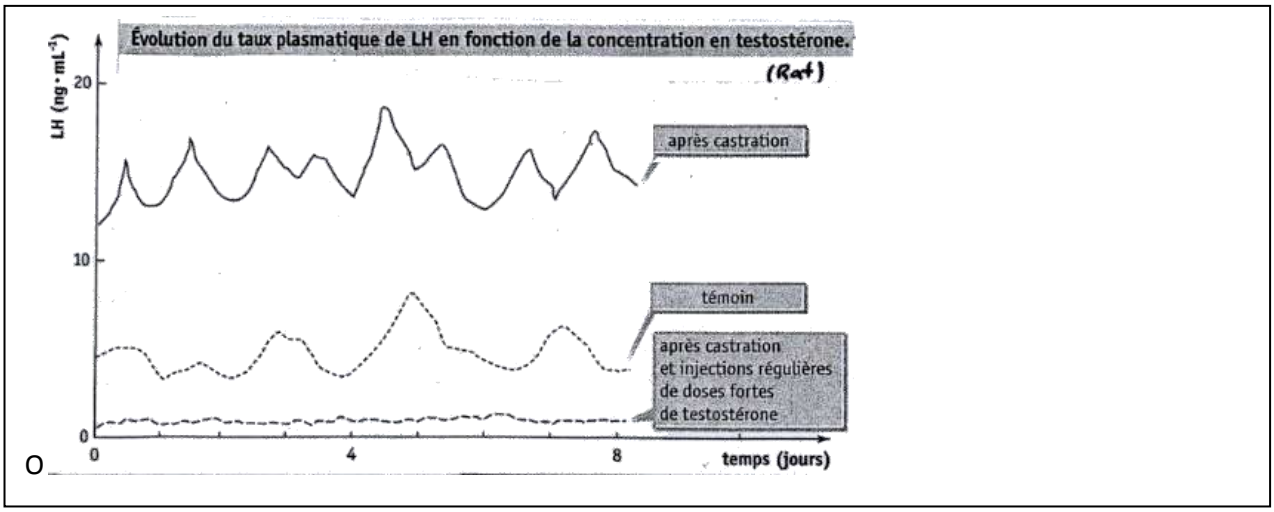
CONSIGNE: A partir de l'exploitation des documents ci-dessus et des figures y afférant

1) **Tire une conclusion des résultats des expériences du tableau du document 3.1**
2) **Compare les variations des taux plasmatiques de GnRH, de L.H. et de F.S.H. et de testostérone. tire une conclusion**
3) **Fais un bilan et un schéma bilan**

SYNTHESE PARTIELLE :

Activité 4 Rétrocontrôle et régulation de l'activité teticulaire

Description:
Chez le Rat, la LH présente un taux plasmatique moyen d'environ 5 $ng.mL^{-1}$ au niveau du point de mesure de cette expérience avec des oscillations plus ou moins périodiques au cours de la journée (environ 1 maximum par jour), l'amplitude atteignant 5-6 $ng.mL^{-1}$.
À la suite de la castration de l'animal (on retire les deux testicules), le taux moyen augmente nettement autour de 15 $ng.mL^{-1}$, avec des oscillations plus régulières et toujours environ 1 maximum par jour, l'amplitude restant de 5-6 $ng.mL^{-1}$.
À la suite des injections régulières de testostérone chez le Rat castré, le taux de LH reste très faible (environ 1 $ng.mL^{-1}$) et aucune période n'est décelable.



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

- **Explique l'action exercée par la testostérone sur la sécrétion de L.H.**
- **Définis la nation de rétrocontrôle donné à une telle action et trouve de quel type s'agit-il ?**

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

B. La sexualité chez la femme

1. Les cycles sexuels

Activité 1.1 Le cycle ovarien

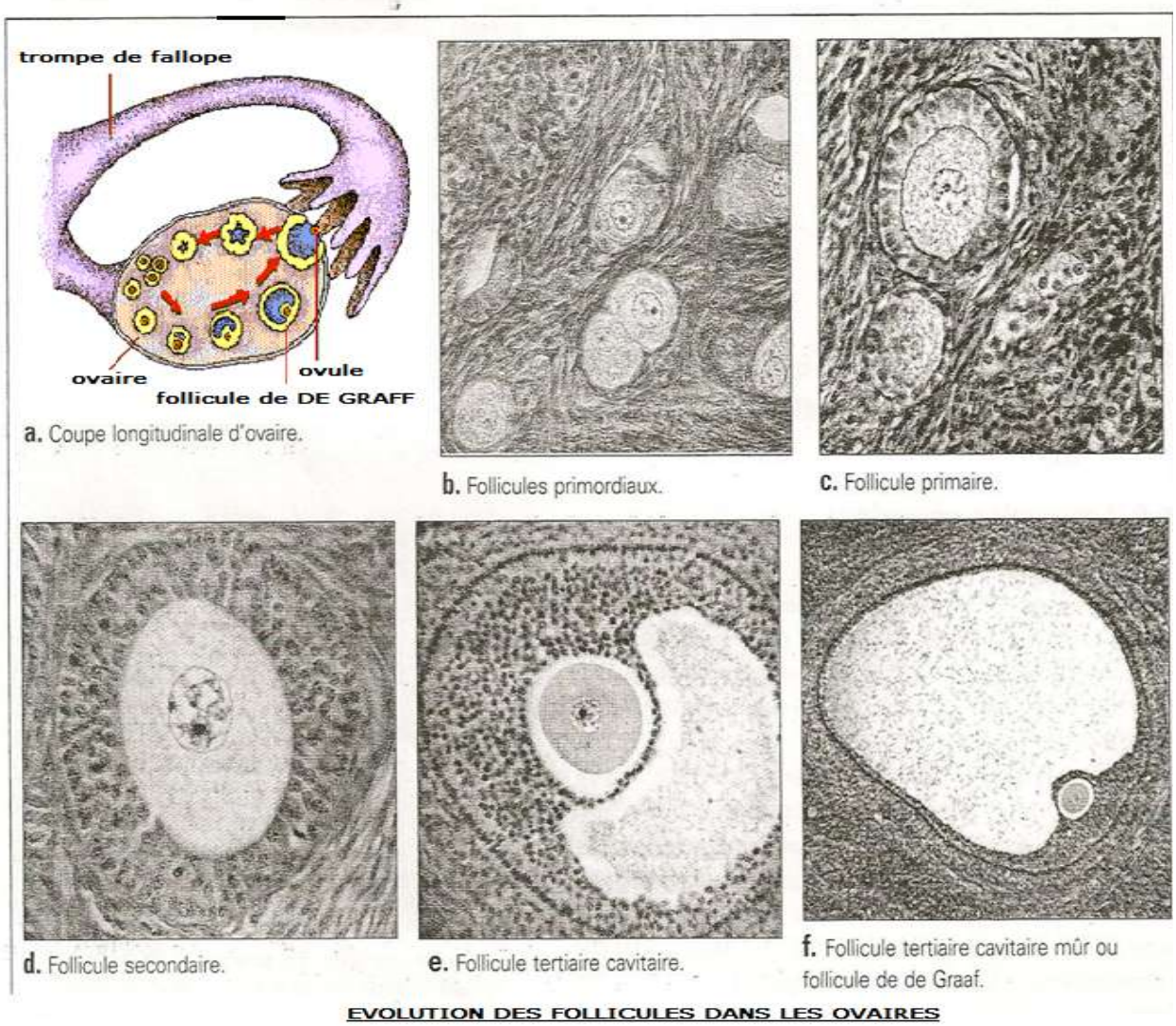
Les **ovaires** sont des glandes dans lesquelles sont fabriquées les cellules sexuelles féminines, les **ovocytes,** au cours de **l'ovogénèse**. Les ovaires présentent souvent un aspect « boursouflé » qui témoigne de structures internes globuleuses : **les follicules ovariens.**

Le développement de ces follicules se déroule de manière **cyclique** de la **puberté** jusqu'à la **ménopause.**

L'observation de coupes d'ovaire (figure a) permet de comprendre la formation des follicules. Au cours de la vie embryonnaire, des cellules souches ou **ovogonies**, après une première division de méiose se sont transformées en **ovocytes I** .Ces ovocytes s'entourent d'une couronne de **cellules folliculaires** et forment des **folliculesprimaires** (figure b). Puis, par division, de nouvelles cellules folliculaires apparaissent : le follicule devient **follicule secondaire** (figure c).

Lorsque les cellules folliculaires sont nombreuses, elles produisent un liquide quis'accumule dans une cavité folliculaire : le follicule est alors **follicule cavitaire** (figure e).

Le follicule cavitaire augmente de taille et se présente alors comme une véritable « hernie » à la surface de l'ovaire : c'est un **follicule mûr** ou **follicule de De Graaf** (figure f). Le follicule éclate alors, libérant l'ovocyte I qu'il contient dans les **trompes de l'oviducte.**

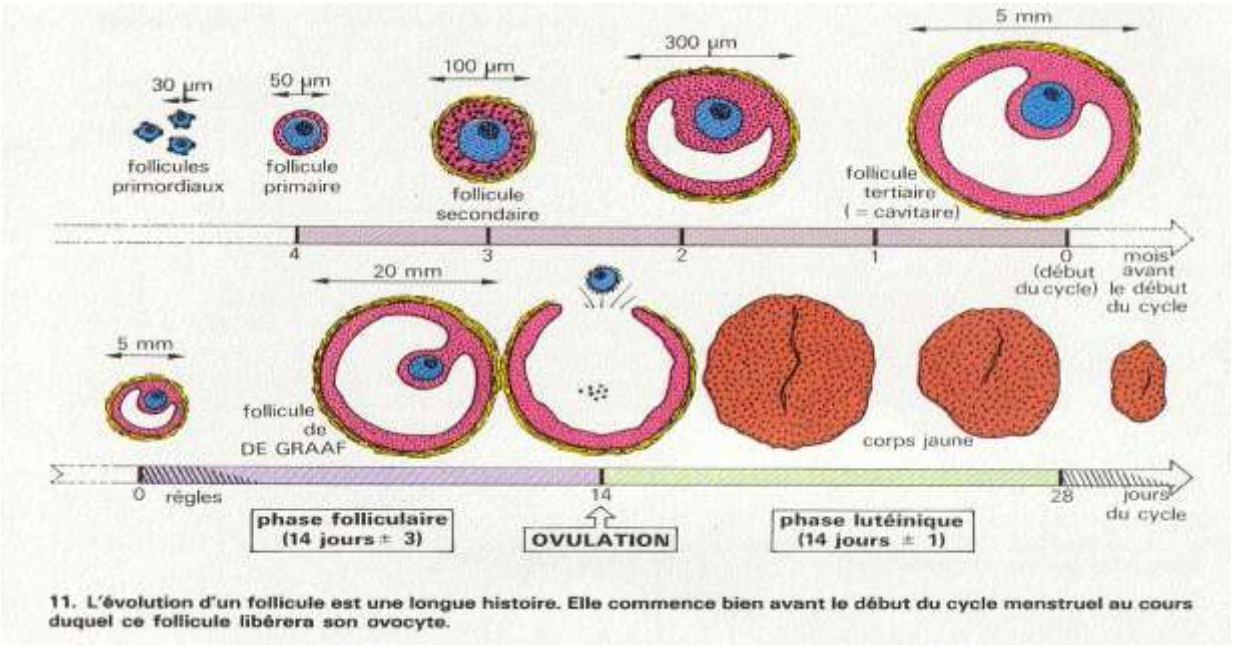


EVOLUTION DES FOLLICULES DANS LES OVAIRES

Les follicules ovariens sont des structures formées par un ovocyte entouré de cellules folliculaires.L'ovocyte est une cellule sexuelle en cours de méiose qui provient d'une cellule mèreappelée ovogonie.

Le cycle ovarien comporte deux phases :

- La phase folliculaire, caractérisée par l'évolution d'un ou de plusieurs follicules de De Graaf ; un seul, rarement deux chez la femme.
  Le follicule primordial s'accroit et se creuse d'une cavité (follicule cavitaire) tandis que la thèque s'épaissit et prend dans sa partie interne une structure glandulaire. Ce follicule mûr ou follicule de De Graaf devient saillant et s'ouvre en libérant l'ovocyte qui s'engage aussitôt dans le pavillon de l'oviducte : c'est l'ovulation. Pendant qu'un follicule évolue ainsi vers l'ovulation, un certains nombre d'autres subissent une transformation régressiveappeléeatrésie. Les cellules folliculaires dont l'ovocyte dégénère, tandis que la thèque interne s'épaissit en donnant une glande endocrine à cavité virtuelle ;
- La phase lutéinique, caractérisée par la formation, l'évolution et la régression du corps jaune. La taille de ce dernier augmente, passe par un maximum, puis décroît. Vers la fin du cycle, l'atrophie est presque totale et il ne reste plus du corps jaune qu'une cicatrice (corps albicans).



11. L'évolution d'un follicule est une longue histoire. Elle commence bien avant le début du cycle menstruel au cours duquel ce follicule libérera son ovocyte.

<u>CONSIGNE:</u> A partir de l'exploitation des documents ci-dessus et des figures y afférant

1) **Identifie les différentes phases du cycle ovarien**
2) **indique le nom d'un ovule immature. Précise le nom de ce qui l'entoure**
3) **Résume brièvement l'évolution d'un follicule jusqu'à l'ovulation ; Le schématise et mettre une légende à l'aide du document 11**
4) **Trouve le devenir du follicule après l'ovulation**

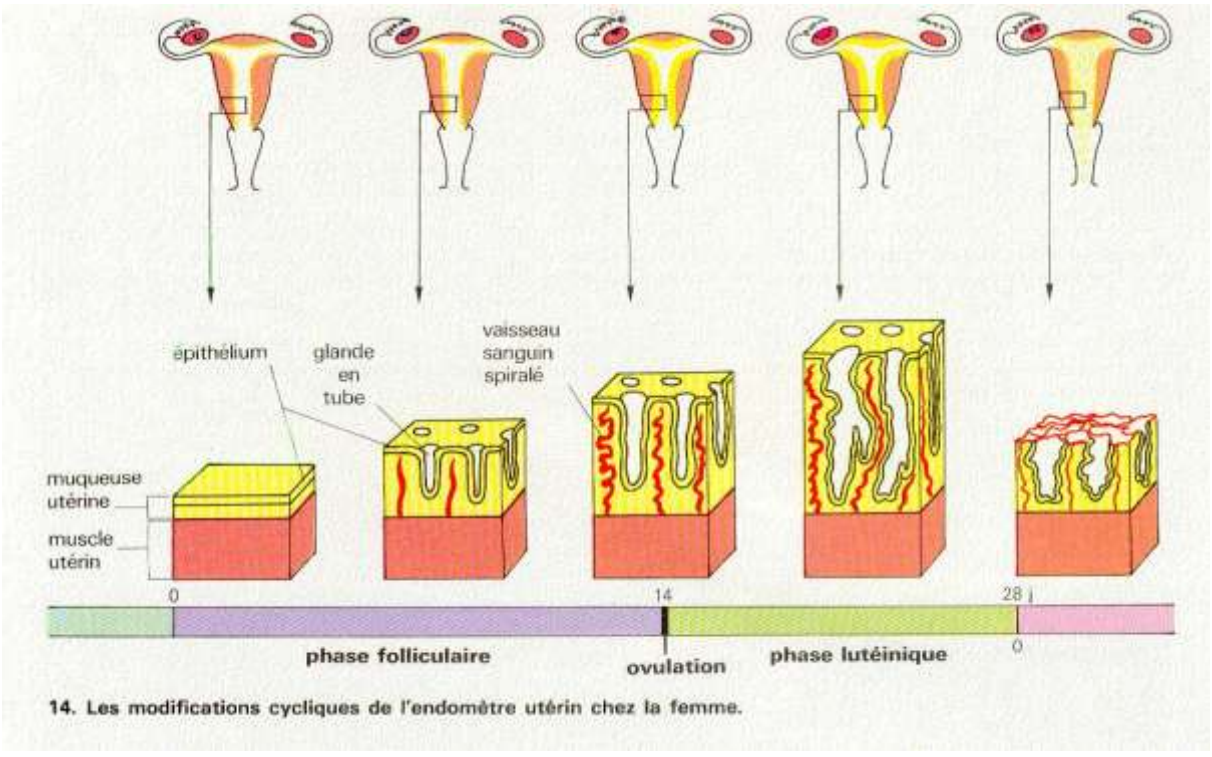
SYNTHESE PARTIELLE :

Activité 1.2 Le cycle utérin

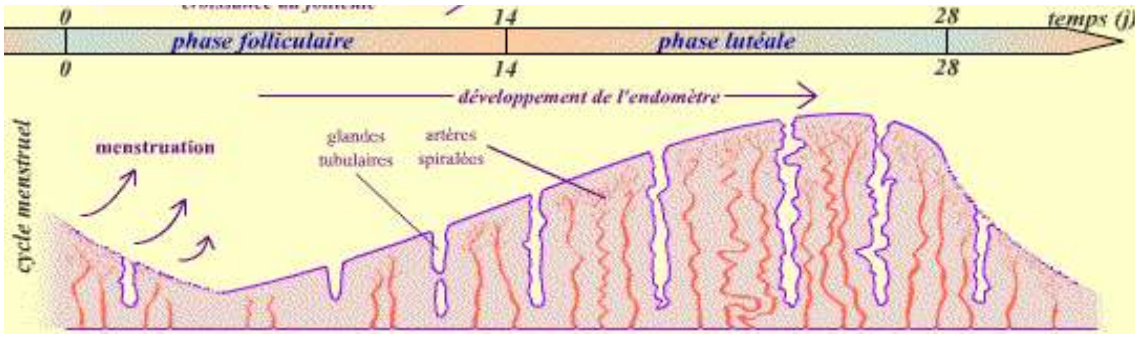
L'utérus est formé d'une tunique musculaire lisse doublée intérieurement d'une muqueuse ; la muqueuse utérine, encore appelée endomètre, est elle-même formée d'une lame conjonctive (chorion) richement vascularisée, recouverte d'un épithélium glandulaire. L'endomètre subit des transformations au cours du cycle.

Pendant la phase pré-ovulaire, la muqueuse utérine s'épaissit progressivement par division cellulaire et se creuse de glandes en tube.

Pendant la phase post-ovulaire, l'endomètre atteint son épaississement maximal. Les glandes droites, jusque-là, deviennent sinueuses ; les vaisseaux sanguins se spiralisent de plus en plus. Chez la lapine, la coupe de l'utérus montre alors une structure très caractéristique dite dentelle « utérine ». Ces modifications préparent l'utérus à recevoir l'embryon.



14. Les modifications cycliques de l'endomètre utérin chez la femme.



CONSIGNE : **A partir de l'exploitation des documents ci-dessus et des figures y afférant**
Explique les modifications subies par l'utérus d'une femme au cours d'un cycle sexuel

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Activité 1.3 Relation entre ovaire et utérus

1. Expérience d'ablation de l'ovaire et ses conséquences sur l'utérus

Des expériences d'ablations des ovaires (ovariectomie), de greffe d'ovaires et d'injections d'extraits ovariens réalisées chez la souris ont permis d'établir le lien entre le fonctionnement de l'ovaire l'évolution de l'utérus.

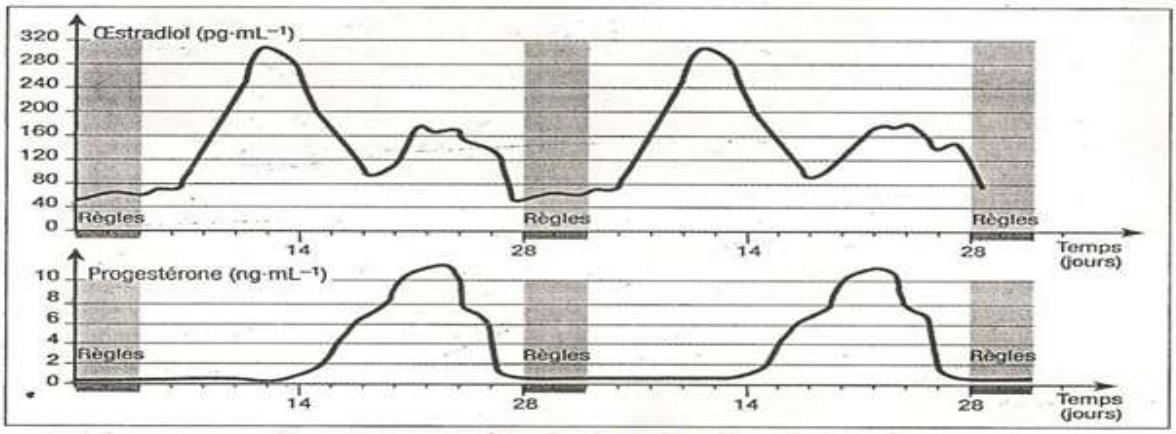
Expériences	Résultats
Ovariectomie bilatérale	Aucun développement de l'endomètre
Ovariectomie suivie d'une greffe sous-cutanée d'ovaire	développement cyclique de l'endomètre
Ovariectomie suivie d'injections irrégulières d'extraits ovariens	développement de l'endomètre
Ovariectomie suivie d'injections irrégulières d'extraits ovariens	développement cyclique de l'endomètre

2. Rôle des hormones ovariennes dans le fonctionnement de l'utérus

Les œstrogènes et la progestérone sont deux types d'hormones stéroïdes (formées à partir du cholestérol) produits par les ovaires.

Les œstrogènes sont produits par la thèque interne et la granulosa du follicule ovarien, le plus active est l'œstradiol. Les œstrogènes agissent sur la prolifération des cellules de la muqueuse utérine, sur la sécrétion des glandes du col de l'utérus et sur le métabolisme des glucides et des lipides.

La progestérone est secrétée par le corps jaune et, en cas de gestation, par le placenta



documet 14: variation des taux plasmatiques d'hormones ovariennes au cours du temps

L'action de la progestérone est complémentaire de celle de l'œstradiol. Les hormones ovariennes telles que telles que la progestérone agissent sur les cellules cibles (utérus, vagin…) en se fixant sur des récepteurs situés dans le noyau de ces cellules et en modifiant l'expression de certains gènes. Il s'agit donc des récepteurs à la progestérone en réponse aux œstrogènes.

En effet, la progestérone n'a d'action sur les cellules cibles que si elles sont préalablement soumises à l'action des œstrogènes.

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

- **Montre les conséquences de l'ablation de l'ovaire (ovariectomie) sur l'utérus**
- **Identifie les différentes hormones sexuelles produites par la femme**
- **Nomme les cellules qui produisent ces hormones**
- **Analyse la courbe du document 14 pour préciser le rôle de chaque hormone ovarienne**

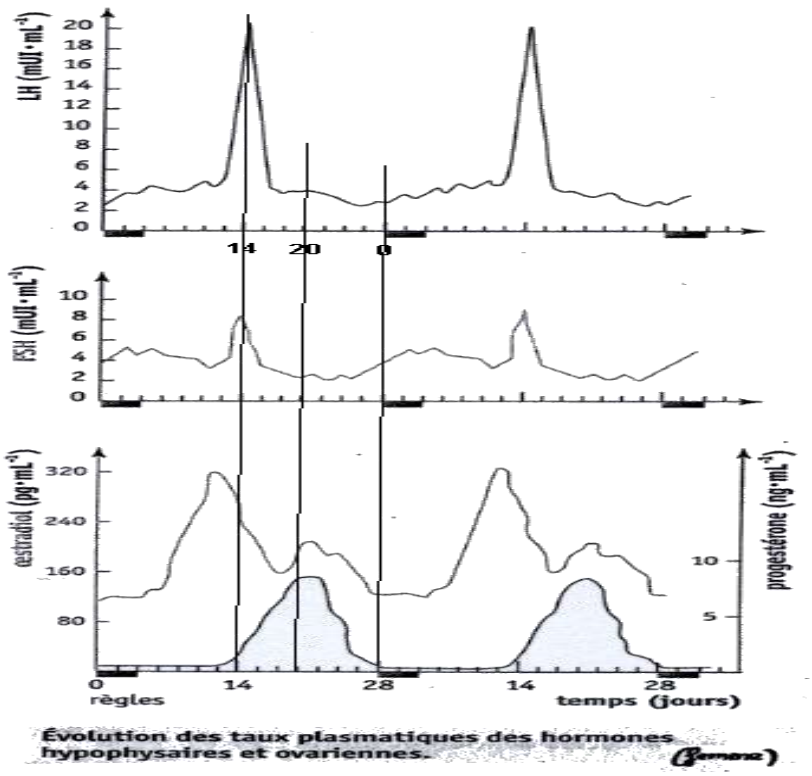
SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Activité 8 Régulation des sécrétions ovariennes

1. Variation simultané du taux d'hormones hypophysaire et ovariennes

Chez la femme, lessécrétions de gonadostimuline sont très variables au cours du cycle sexuel. On représente sur des graphes les variations du taux d'hormone hypophysaire et celui du taux d'hormone ovarienne (figure ci-dessous)



Évolution des taux plasmatiques des hormones hypophysaires et ovariennes.

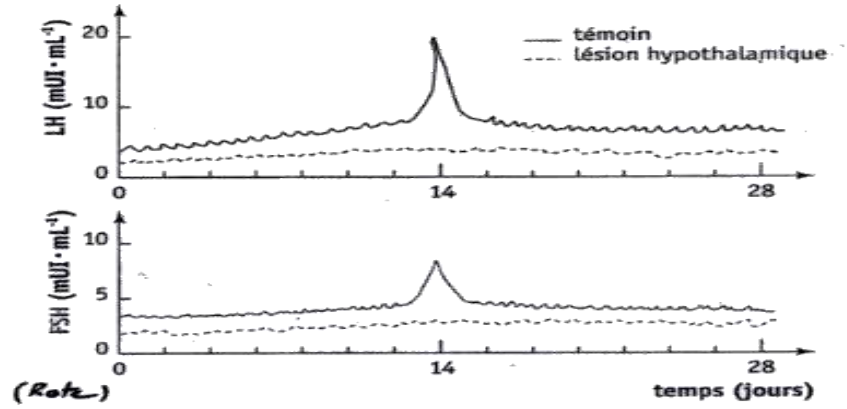
CONSIGNE : A partir de l'exploitation des documents ci-dessus, faites une comparaison du taux d'hormones hypophysaires et celui des hormones ovariennes au cours d'un cycle sexuel chez la femme

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

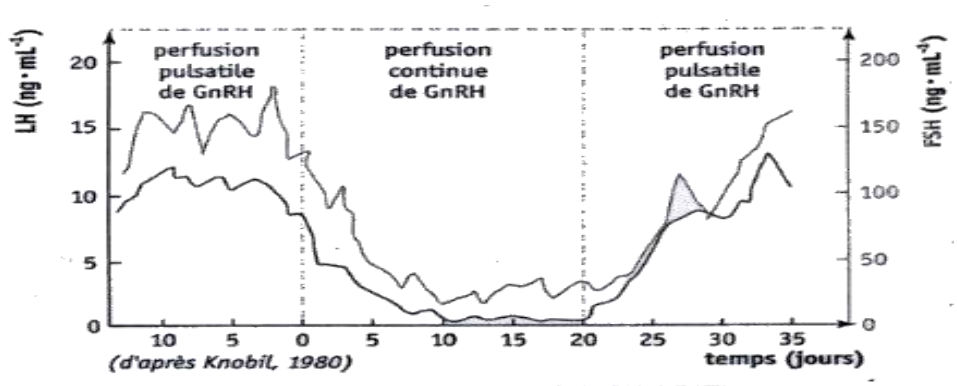
2. Commande hypothalamus-hypophysaire des secrétions ovariennes

a) À la suite d'une lésion hypothalamique (destruction des noyaux des neurones sécréteurs de GnRH) chez la Ratte on observe la disparition des pics ovulants des gonadotrophines (LH et FSH). Figure ci-contre



a. Évolution des taux de LH et de FSH après la lésion hypothalamique.

b) La perfusion **pulsatile** de GnRH peut remplacer les sécrétions pulsatiles naturelles absentes chez une Ratte dont les noyaux hypothalamiques sécréteurs de GnRH ont été détruits



b. Action d'une perfusion continue de GnRH, après la lésion de l'hypothalamus. (Rate)

c) Des expériencesréalisées sur des rates permettent de mettre en évidence lerôle de l'hypophyse dans l'activité ovarienne. Les résultats de ces expériences sont portés dans le tableau ci-dessus :

Expériences 1	**Résultats**	
Ablation de l'hypophyse	Pas de développement des ovaires	- L'activité cyclique des ovaires cesse - Les ovaires s'atrophient
Greffe d'hypophyse d'adulte ou injection d'extraits hypophysaires	Croissance rapide des ovaires et ovulation	Chez l'adulte hypophysectomisé l'activité cyclique des ovaires reprend si l'hypophyse est greffée à son emplacement d'origine

Expériences 2		résultats
Ablation de l'hypophyse		Arrêt de l'activité ovarienne
Ablation de l'hypophyse	Transplantation d'une hypophyse dans la région quelconque de l'organisme	Arrêt de l'activité ovarienne
	Transplantation d'une hypophyse dans sa région d'origine	Reprise de l'activité ovarienne
Chez l'animal normal on hypophysectomisé	Lésion des cellules neurosecretrices de l'hypothalamus	Arrêt de l'activité ovarienne
	Stimulation des cellules neurosécrétrices de l'hypothalamus	Ovulation provoquée

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

1. **Explique les conséquences de l'ablation de l'hypophyse**
2. **Explique les conséquences de l'ablation de l'hypothalamus**
3. **Identifie les substances contenues dans l'extrait hypophysaire et qui agissent sur l'activité ovarienne**
4. **Compare les variations des taux plasmatiques de GnRH, de L.H. et de F.S.H. d'œstrogène et de progestérone. tire une conclusion**
5. **Fais un bilan et un schéma bilan**

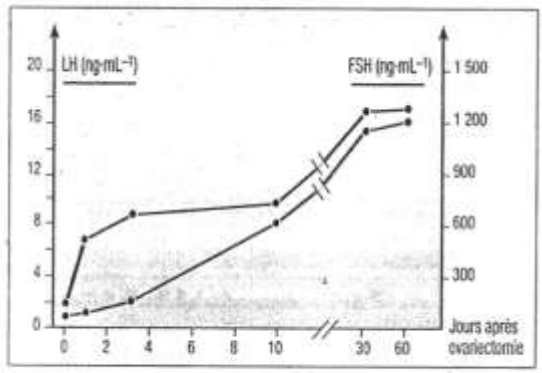
SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

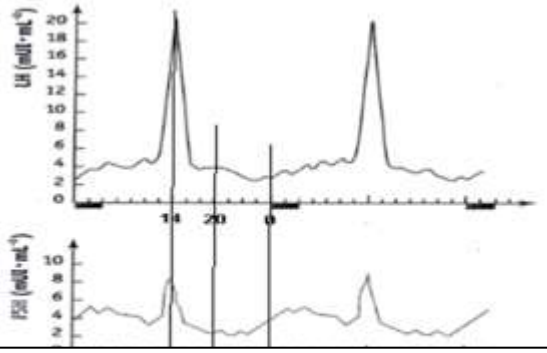
Activité 9 Mise en évidence des rétrocontrôles ovariens

Expérience 1 : ablation de l'ovaire

Chez la rate ovariectomisé on constate des variations du taux d'hormones hypophysaires qui peuvent être traduite par les courbes du document 20 suivantes :



Document 20 : conséquences d'une ovariectomie bilatérale sur la sécrétion des gonadostimulines hypophysaires chez une rate.



Doc 21 : évolution des taux sanguins de FSH et de LH chez une rate non-ovariectomisé

CONSIGNE : A partir de l'exploitation des documents ci-dessus et des figures y afférant, établis les liens qui existent entre l'ovaire et l'hypophyse

SYNTHESE PARTIELLE :

……

……

……

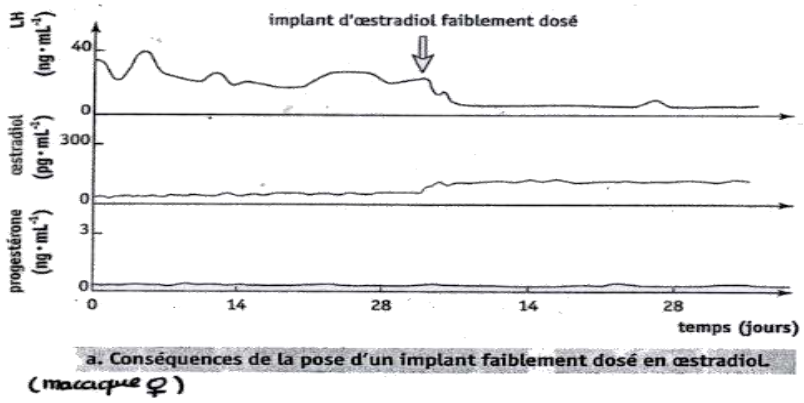
……

……

……

Expérience 2 : implantation d'œstradiol faiblement dosé la femme produit deux types d'hormones ovariennes qui sont l'œstrogène (œstradiol) et la progestérone.

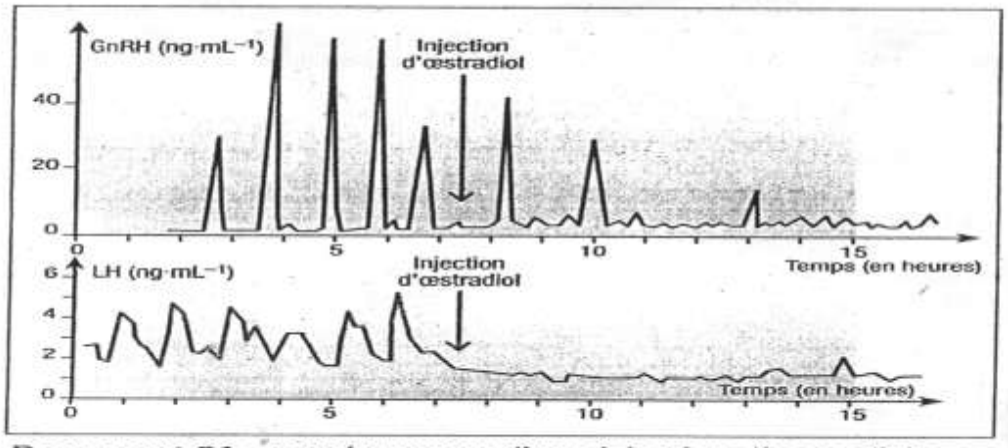
Chez la femelle macaque (dont on considérera que le cycle sexuel a une durée voisine de celui de la femme), un implant d'œstradiol faiblement dosés placé en début de cycle sexuel fait apparaitre des modifications qui sont représentée par les courbes ci-contre



a. Conséquences de la pose d'un implant faiblement dosé en œstradiol

(macaque ♀)

On injecte de l'œstradiol chez une brebis et on mesure les variations des taux sanguins d'hormones hypophysaire qu'on porte sur une courbe (voir doc 21)



Document 21 : conséquences d'une injection d'œstradiol sur les sécrétions de GnRH et de L.H. chez une brebis.

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

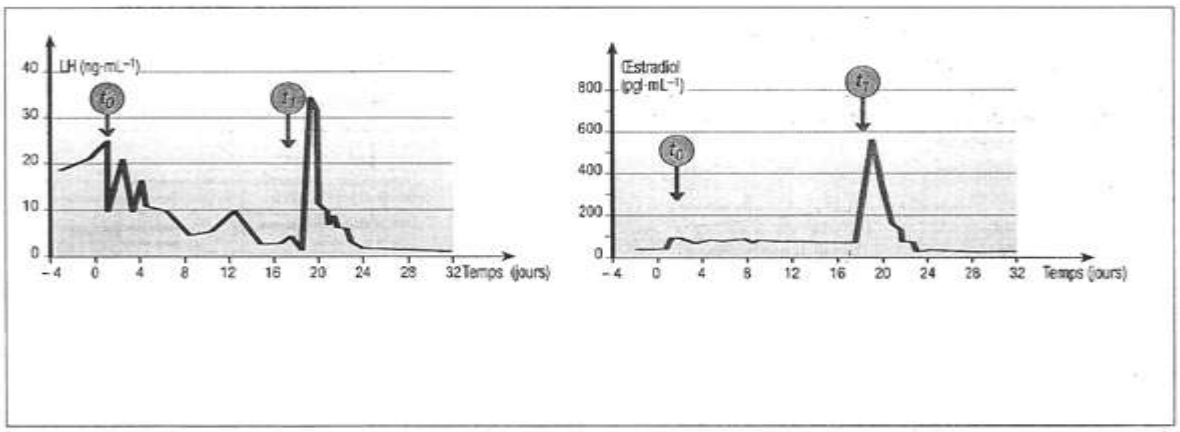
1) **Explique les conséquences de l'implant d'œstradiol faiblement dosés chez la femelle de macaque**
2) **Explique les conséquences d'injection d'œstradiol chez la brebis**
3) **Précise le type de rétrocontrôle mis en évidence dans ces expériences**

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Experience 3 : chez une guenon ovariectomiséen des injections d'oetrdiol sont realisés suivants le protocole suivant :

- Depuis le temps t_0 jusqu'à la fin de l'experience, on fait une perfusion continue d'oetradiol qui mainteint le taux plamatique à une valeur de l'ordre de 60 pg. L^{-1} ;
- Au temps t1, on fait une injection supplementaire d'une forte dose d'oetradiol.



Document 22 : conséquences d'une injection d'œstradiol.

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

1. **Explique les variations du taux de LH**
   - **Avant t0**
   - **Entre T0 et T1**
   - **Apres T1**
2. **Tire une conclusion de cette expérience**
3. **Réalise un schéma fonctionnel de la régulation des hormones ovariennes**

SYNTHESE PARTIELLE :

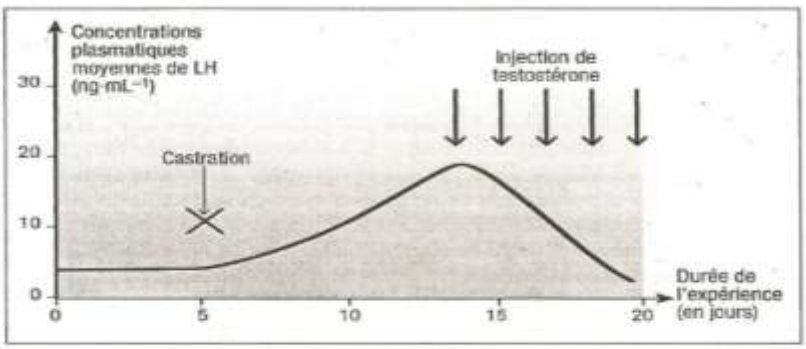
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

1) La contraception hormonale

Les connaissances acquises dans le domaine de la régulation des hormones sexuelles ont été d'une grande nécessité pour la mise au point de cette méthode de contraception. Cette méthode vise à créer le contexte hormonal d'une grossesse, étant donné qu'une femme enceinte n'a plus d'ovulation. Au cours de la grossesse également, le taux plasmatique des hormones sexuelles est considérablement élevé. L'autre idée qui a permis de réaliser cette méthode est le fait de découvrir que les hormones exerçaient une rétroaction sur le complexe hypothalamo-hypophysaire.

Activité 10 la contraception hormonale masculine

1. Le document ci après présente les effets de la castration et de l'injection de la testostérone sur la production de LH (on précise que la LH est l'hormone responsable de la maturation des cellules sexuelles



Document 23 : les effets de la castration et de l'injection de la testostérone sur la production de la L.H.

2. Résultats de quelques expériences animales et des perspectives de recherche

A. Effet du traitement sur la spermatogenèse et la qualité de la descendance

« Les effets du traitement ont été étudiés sur des rats ayant reçu pour contraceptifs l'association médroxyprogestérone-testostérone. On a ainsi démontré que ce traitement, administré pendant 55 jours (durée d'un cycle spermatogénétique chez le rat), provoque une baisse massive de la testostérone intratesticulaire et un arrêt de la sécrétion des protéines par les cellules de Sertoli. Dans ces conditions, il se produit un arrêt de la spermatogenèse (réduction de moitié du nombre de spermatocytes, disparition progressive des spermatides). La méiose et la spermiogenèse (étape de la transformation des spermatides en spermatozoïdes) se révèlent donc être les phases de la spermatogenèse les plus sensibles à la carence en hormone mâle. 70 jours après ce traitement, les rats récupéraient une fertilité normale. La taille des portées n'était pas réduite, aucune anomalie n'était décelée, les nouveau-nés ne présentaient pas de malformation et leur comportement était normal. »

B. De nouvelles recherches

« Il est certain que dans les prochaines années, les techniques d'inhibition de la spermatogenèse seront perfectionnées : les molécules rendant les traitement plus efficaces et moins contraignants sont déjà en expérimentation clinique. Les progrès se font dans deux directions : la mise au point d'inhibiteurs de la spermatogenèse plus efficaces, antagonistes du GnRH, et de nouvelles formes de testostérone associée (implants, microcapsules biodégradables…) à durée d'action supérieure à 8 jours. »

Document 25 : quelques résultats de l'expérimentation animale et perspectives de recherche.

CONSIGNE : **A l'aide de l'exploitation des documents ci-dessus**

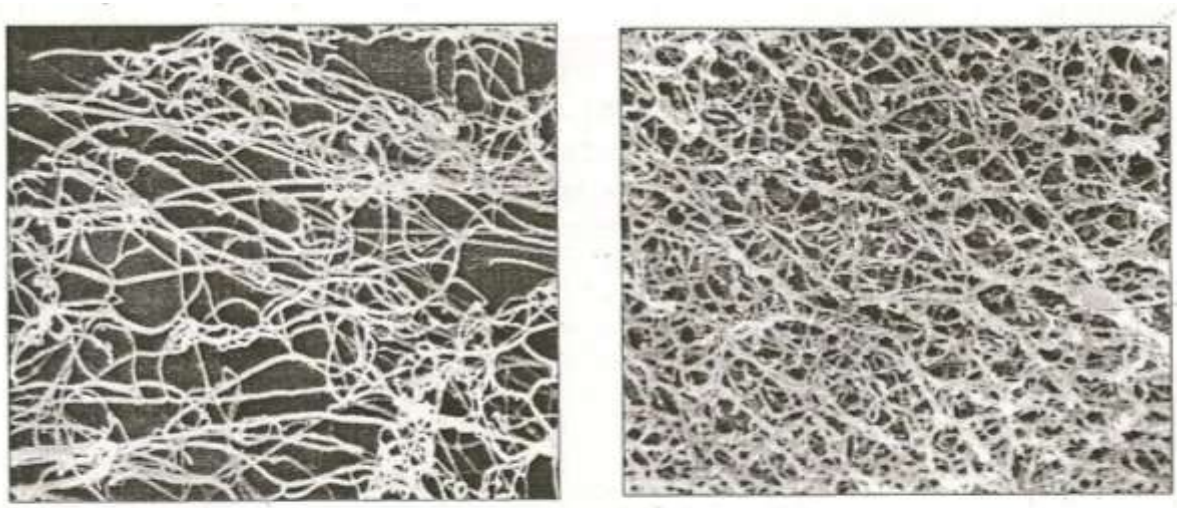
1) **Que peut-on dire des différentes méthodes contraceptives proposées ?**
2) **Identifie les problèmes qui restent à résoudre**

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……

Activité 11 La contraception hormonale chez la femme

1. La prise de pilule pour réguler la reproduction a des effets sur la glaire cervicale comme nous le montre la figure ci-dessous



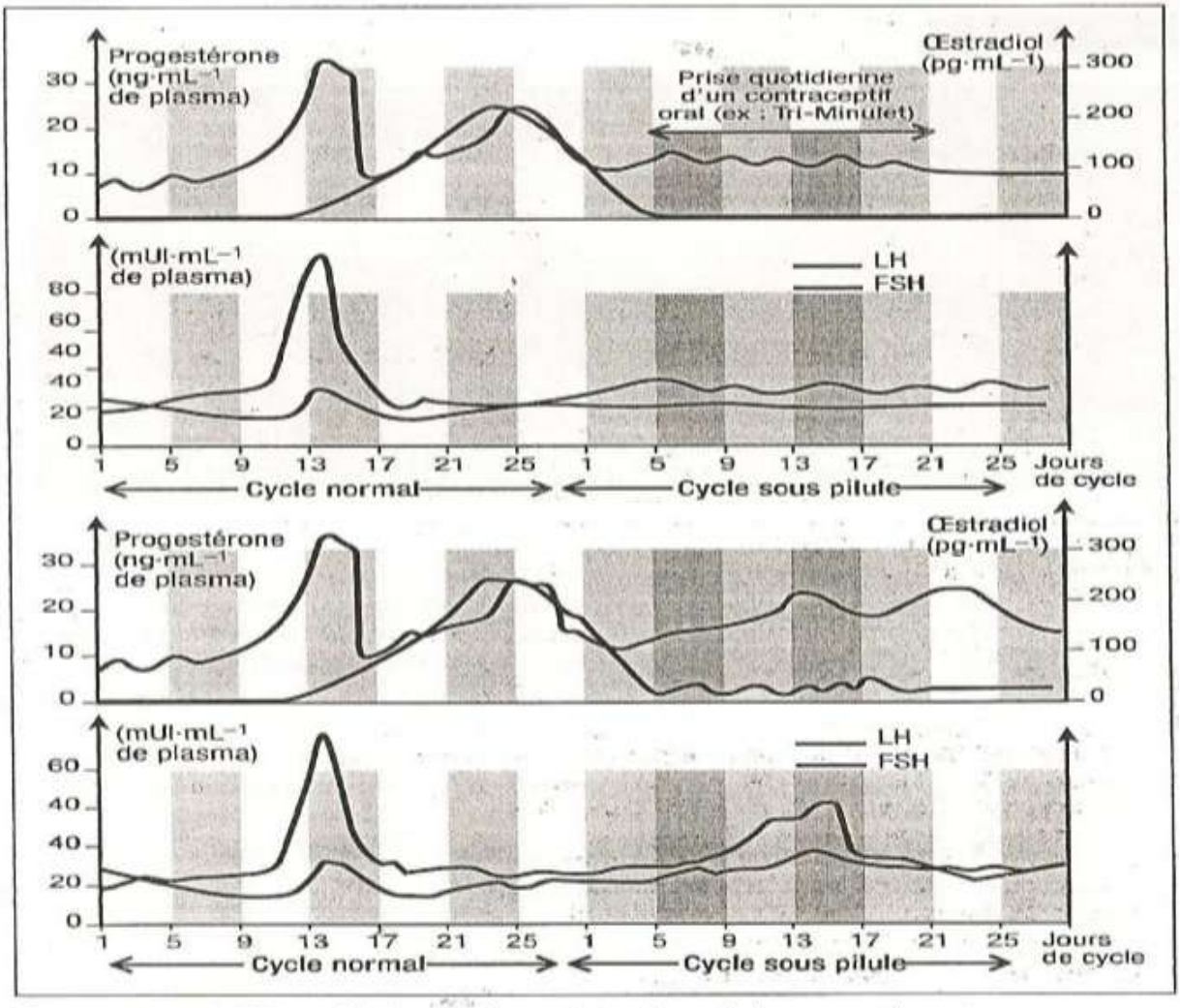
Document 28 : les effets de la prise de pilules sur la glaire cervicale.
a. Glaire au 14e jour d'un cycle sans contraception (x 3 000).
b. Glaire au 14e jour d'un cycle avec contraception (x 5 000).

2. Conséquence de la prise de pilule sur l'activité hormonale

La pilule est une préparation pharmaceutique dont la prise, pendant 21 jours, empêche l'apparition d'une grossesse. On distingue les pilules combinées normo-dosées qui contiennent dans chaque comprimés des œstrogènes et des progestatifs, les pilules séquentielles que les œstrogènes et pour les suivants des œstrogènes combinés à des progestatifs, et les micropilules qui sont uniquement composées de progestatifs



Document 26 : quelques exemples de pilules.
a. Cas d'une pilule œstroprogestative.
Ces pilules sont le plus souvent monophasiques, l'œstrogène et la progestérone étant administrés ensemble 3 semaines par mois. Parfois, les doses des deux hormones sont modulées (pilules bi ou tri-phasiques).
b. Cas d'une micropilule.
Les micropilules, formées de progestérone, doivent être prises tous les jours du cycle, sans interruption.



Document 27 : effets de la prise de pilules sur les taux plasmatiques de progestérone, d'œstradiol, de F.S.H. et de L.H.

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

1. **Détermine les effets de la prise de pilule sur la glaire cervicale**
2. **Enumère les différents types de pilules**
3. **Compare les productions hormonales enregistrées lors du cycle « sous pilule » et propose une explication relative au mode d'action de chaque type de pilule**

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……

2) La contragestion :

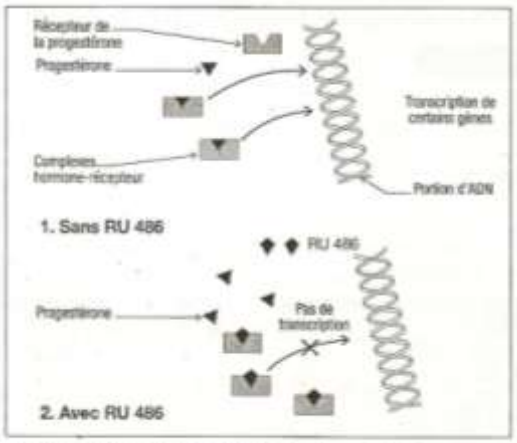
Activité 12 Le principe de la contragestion et les pilules modernes

La pilule du lendemain :

La pilule du lendemain est une préparation pharmaceutique contenant de fortes doses d'un œstrogène et d'un progestatif de synthèse destinée à empêcher une éventuelle nidation. Cette pilule est prise dans les 72 heures qui suivent un rapport sexuel pour lequel il y'a incertitude, compte tenu du moment ou il a eu lieu. L'action des hormones contenues dans cette pilule porterait sur les secrétions et les contractions (nécessaires au déplacement de l'œuf vers l'utérus) des trompes de Fallope et sur les caractéristiques de la muqueuses utérine.	 Document 29 : la pilule du lendemain.

La pilule contragestive :

La pilule contragestive est une pilule dont l'action va interrompre la grossesse en entrainant l'expulsion de l'embryon déjà implanté. La pilule contragestive contient une anti-hormone de la progestérone, la mifépristone encore appelée la RU 486, qui se fixe sur les récepteurs de la progestérone situés dans l'endomètre. Cette molécule administrée à dose élevée entre en compétition avec la progestérone. La muqueuse utérine privée de progestérone se comporte comme si elle était en fin de cycle menstruel et se détruit trois jours après la prise de l'anti-hormone. L'embryon se détache alors et est entrainé par l'hémorragie



Document 30 : action du RU 486 sur les cellules de l'endomètre.

Injections	Radioactivité moyenne par cellule (unités arbitraires)	
	dans les cellules de la muqueuse utérine	dans les cellules du muscle utérin
RU 486 marqué au tritium	7,9	8,98
progestérone marquée au tritium	8,55	10,78
RU 486 non marqué puis progestérone marquée au tritium	2,41	3,10

Document 31 : résultats des mesures de radioactivité des cellules utérines de rats.

Pour préciser l'action du RU 486 sur l'utérus, on injecte aux rats des molécules marquées au tritium tel que l'indique le tableau de document 31. On réalise par la suite des mesures de la rétroactivité dans les deux principales catégories de cellules utérines

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

1) **Détermine l'action de la pilule du lendemain sur l'organisme de la femme**
2) **Explique le mode d'action du RU 486 sur les cellules utérines**

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

SYNTHESE GENERALE : BILAN DES ACTIVITES

I. La régulation du taux d'hormones sexuelles chez l'homme:

1. Sécrétion et rôle de la testostérone:

Les testicules ont deux fonctions, la production de spermatozoïdes et la sécrétion de l'hormone sexuelle masculine : la testostérone

Le taux de concentration plasmatique 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 est responsable du développement des caractères sexuels secondaires au moment de la puberté, ainsi que de leur maintien chez l'adulte. La testostérone agit localement sur la formation des spermatozoïdes dans la paroi des tubes séminifères.

2. Régulation de la sécrétion de la testostérone:

a. Rôle de l'hypophyse sur l'activité testiculaire:

L'antéhypophyse sécrète des gonadostimulines qui sont la **F.S.H** et la **L.H**dont leur rôle en générale est de stimuler le fonctionnement des testicules :

- La **F.S.H** active la spermatogenèse par l'intermédiaire des cellules de **Sertoli**qui contrôle sa production constante.
- La **L.H** stimule les cellules de **Leydig** et contrôle donc la production de testostérone à un taux plasmatique constant.

b. Rôle de l'hypothalamus et rétroaction exercée par la testostérone:

La destruction des neurones hypothalamiques conduit à un arrêt de la production des hormones hypophysaires**F.S.H** et la **L.H**.

La production de la **F.S.H** et de la **L.H** dépend donc d'une hormone hypothalamique, la **GnRH**, dont la sécrétion est pulsatile. Cette hormone est produite par des amas de neurones hypothalamiques dont l'activité rythmique explique le caractère pulsatile de la sécrétion de **GnRH**, puis de **F.S.H** et de **L.H**.

L'ablation bilatérale des testicules conduit à une élévation des concentrations plasmatiques des gonadostimulines**F.S.H** et la **L.H**. On observe également un arrêt des sécrétions pulsatiles de **GnRH**, puis de **F.S.H** et de **L.H**. Quand on injecte de fortes doses de testostérones à un individu, on constate que la testostérone exerce un contrôle en retour une telle action est qualifiée de rétrocontrôle négatif; ainsi la testostéronemie reste constante

II. La régulation du taux d'hormones chez la femme:

1. Les cycles sexuels:

Le fonctionnement de l'appareil génital femelle est cyclique de la puberté à la ménopause. Au cours de ce cycle, des transformations structurales et fonctionnelles affectent plusieurs organes parmi lesquels l'ovaire et l'utérus.

➢ **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 ovaire, la muqueuse utérine est lisse alors que durant la phase post ovulatoire 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 menstruel 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 ovarien:**

Il 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, les autres follicules dégénèrent pendant ce temps. Elle s'achève 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 lieu, le corps jaune régresse et la production de la progestérone est arrêtée, ce qui provoque les règles du cycle suivant.

A chaque cycle, l'ensemble des transformations affectent 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 utérin et ovarien.

2. La sécrétion et rôle des hormones ovariennes:

Les ovaires agissent sur le fonctionnement utérin par l'intermédiaire de la progestérone et des œstrogènes, dont le plus actif est œstradiol. Les œstrogènes sont produits par les cellules de la granulosa et de la thèque interne des follicules ovariens et sont responsables pendant la phase folliculaire de l'épaississement de la muqueuse utérine. Leur concentration dans le sang augmente progressivement jusqu'à l'obtention d'un pic à la fin de cette phase, pic responsable de l'ovulation. Ils sont entre autres responsables du développement de l'appareil génital femelle, et au moment de la puberté, d'apparition caractères sexuels secondaires.

La progestérone est sécrétée par le corps jaune pendant la phase lutéale. Elle permet le développement maximal de la muqueuse utérin, c'est-à-dire la formation de la dentelle utérine. La synthèse d'œstrogène se poursuit pendant cette phase. A la fin du cycle, en conséquence la destruction de la muqueuse utérine.

En cas de fécondation, cette muqueuse se maintient pour accueillir l'embryon. Pendant la grossesse, la progestérone favorise la sécrétion des glandes de la muqueuse utérine et celles du col utérin. Elle provoque le développement des glandes mammaires et une augmentation de la température.

III. La régulation des taux d'hormones ovariennes:

1. La commande hypothlamo-hypophysaire des sécrétions ovariennes:

a. 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 de leur activité, on en déduit que l'hypophyse joue un rôle stimulateur sur les follicules ovariens et le corps jaunes.

La greffe d'ovaire ou l'injection d'extraits hypophysaires rétablissant l'activité des ovaires montre que l'hypophyse contient une ou plusieurs hormones qui stimulent les ovaires. Ces hormones appelées gonadostimulines sont les même que celles rencontrées chez les hommes.

➢ **La F.S.H** provoque la croissance des follicules de Graaf, en favorisant la multiplication des cellules de la granulosa et des thèques à l'origine de la production des œstrogènes.

Chez la femme, le taux de **F.S.H** est diminué par l'inhibine produite par les cellules de la granulosa et par l'action des stéroïdes ovariens (œstrogène, etc.).

➢ **La L.H**, dont le pic est produit sous contrôle hypothalamique, déclenche l'ovulation.

Après cette ovulation, la L.H déclenche la transformation du follicule de Graaf en corps jaune.

Chez la femme, la sécrétion pulsatile de ces hormones est cyclique.

b. Action de l'hypothalamus sur l'hypophyse:

La lésion de l'hypothalamus supprime la sécrétion des gonadostimulines. On peut rétablir la sécrétion de ces dernières en injectant des extrais d'hypothalamus. On en déduit que l'hypothalamus stimule la sécrétion des hormones hypophysaires grâce à une hormone, la **GnRH**.

Cette hormone est sécrétée de manière pulsatile par certains neurones de l'hypothalamus. Elle est déversée dans le sang de la tige pituitaire et stimule les cellules de l'antéhypophyse pour la libération de la **F.S.H** et de la **L.H** chez la femme, la sécrétion d'hormones ovariennes, hypophysaires et hypothalamiques est cyclique. Ce caractère cyclique est lié à des rétroactions entre les ovaires et le complexe hypothalamo-hypophysaire.

2. Rétroaction des hormones sur le complexe hypothalamo-hypophysaires:

▪ **Rétroaction négatif des hormones sexuelles sur le complexe hypothalamohypophysaire**:

Une ovariectomie bilatérale entraine une augmentation des taux de gonadostimulines car l'action négative qu'auraient pu exercer les hormones ovariennes en inhibant la sécrétion des gonadostimulines a été levée. On en déduit que les ovaires exercent une action négative sur complexe hypothalamo-hypophysaire. Cette action en retour est appelée rétroaction ou rétrocontrôle.

Durant la première partie de la phase folliculaire, le taux d'œstrogène augmente et il inhibe la sécrétion de la **L.H** et de la **F.S.H**. Cette hormone exerce donc une rétroaction négative sur la sécrétion de la **L.H** et de la **F.S.H**.

▪ **Rétrocontrôle positif des œstrogènes au moment de l'ovulation:**

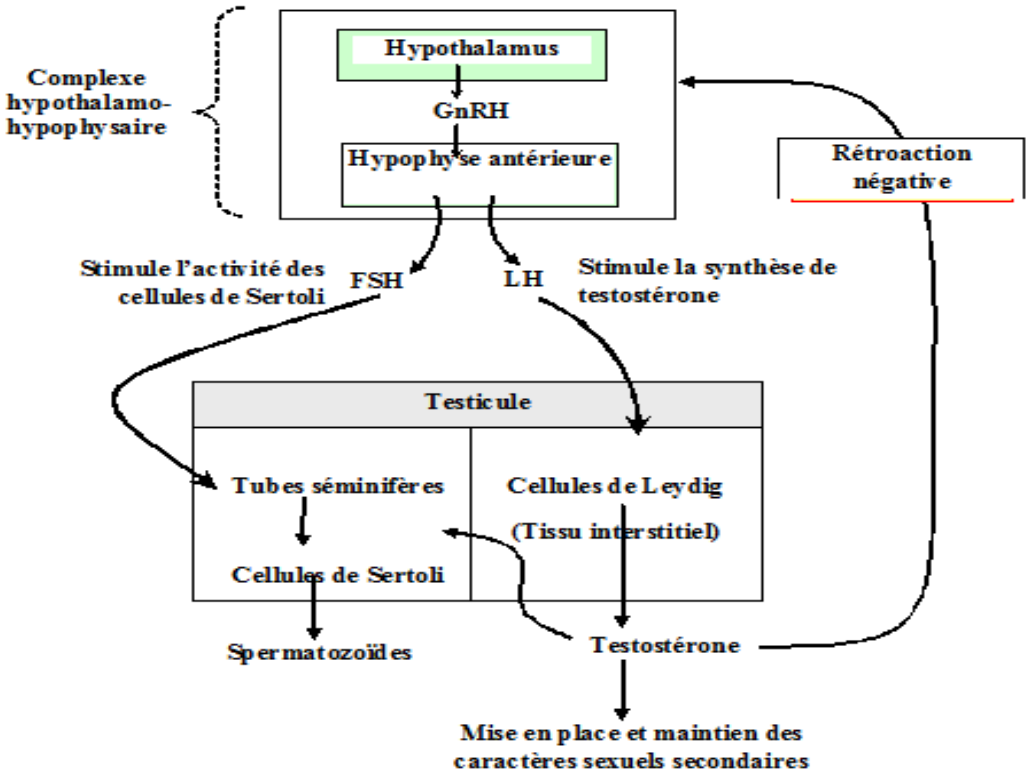
En fin de phase folliculaire vers le 12e jour, l'augmentation du taux d'œstrogènes en liaison avec la croissance des follicules avertit le complexe hypothalamo-hypophysaire que le follicule dominant est arrivé à maturité. L'hypophyse agit par un pic de **F.S.H** et surtout de **L.H** il s'agit d'un rétrocontrôle positif. C'est le pic de **L.H** qui est responsable de la ponte ovulaire.

En phase lutéale ou post-ovulatoire, sous l'action de la **L.H**, le corps jaune sécrète de la progestérone et un peu d'œstradiol. Ces deux hormones exercent conjointement une rétroaction négative sur le complexe hypothalamo-hypophysaire. Il en résulte des concentrations de **F.S.H** constant en dessous du seuil nécessaire à la stimulation de la croissance folliculaire.

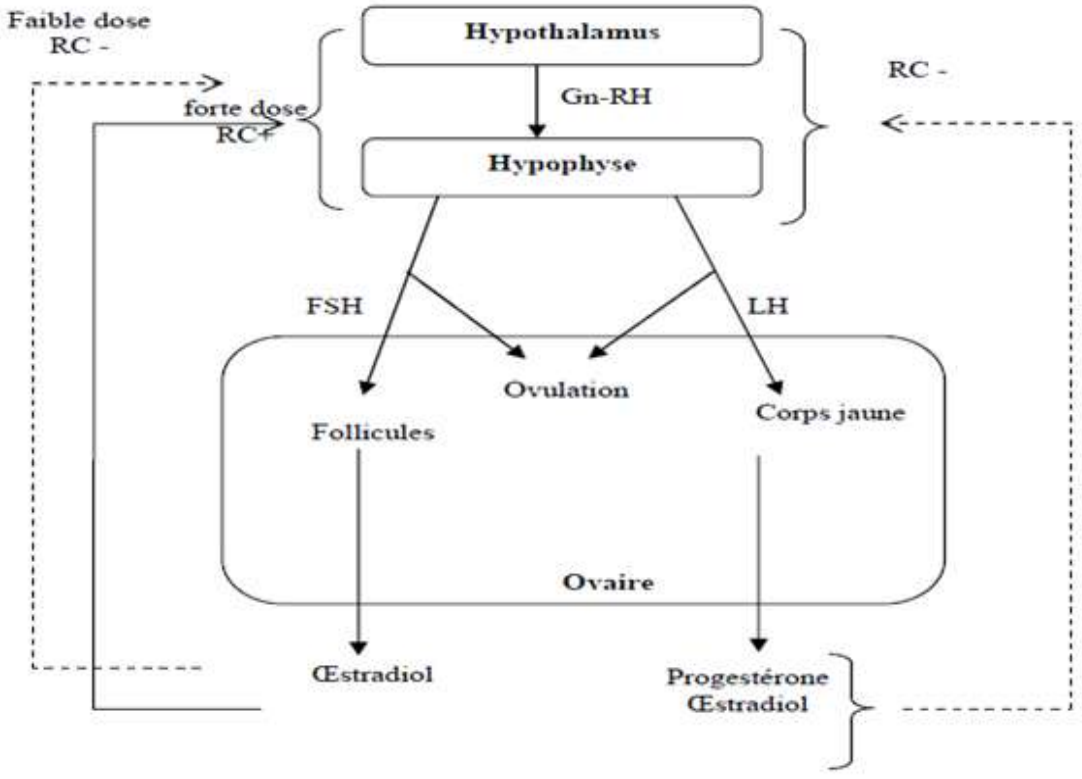
▪ **Généralité sur le mode d'action de la régulation des hormones:**

Tout système régulation implique l'existence d'un paramètre à régler: dans ce cas précis, il s'agit des hormones sexuelles, dont le taux est contrôlé tout au long du cycle. Le contrôle est rendu possible par des capteurs situés dans le complexe hypothalamo-hypophysaire et capable de détecter le taux des hormones sexuelles. Il se produit donc un rétrocontrôle positif ou négatif qui permet d'obtenir des variations cycliques du taux des gonadostimulines.

Régulation de la fonction de reproduction chez l'homme



Régulation de la fonction de reproduction chez la femme



3. Le déclenchement de l'ovulation:

L'ovulation est déclenchée chez certains animaux comme le cas du lapin par un rapport sexuel.

Chez l'Homme, des données médicales et expérimentales permettent de comprendre l'activité cyclique de l'appareil reproducteur femelle ainsi que le déterminisme du déclenchement de l'ovulation.

Pendant la phase 1, les *œstrogènes* augmentent progressivement jusqu'au 14ème jour. Il y a un pic avant l'ovulation. Le taux diminue mais il y a un second pic faible vers le 20ème jour.

La *progestérone* apparaît après l'ovulation. Son taux est maximal juste avant le 28ème jour.

S'il n'y a pas fécondation, le taux va diminuer. S'il y a fécondation, le taux reste constant.

IV. Les applications médicales de la régulation des hormones sexuelles dans la maitrise de la reproduction:

1. La contraception hormonale:

La contraception est l'ensemble des moyens employés pour provoquer l'infécondité chez la femme ou chez l'homme.

a. La contraception hormonale chez l'homme:

La contraception hormonale masculine à pour but de bloquer la spermatogenèse et de permettre la restauration de cette dernière la fin du traitement. La recherche s'attèle donc à la mise en place d'inhibiteurs efficaces et de nouvelles formes de testostérone associées à duréed'action de plus d'une semaine.

b. La contraception hormonale chez la femme: On distingue plusieurs type de pilule : les pilules combinées normodosées, les pilules séquentielles, les micropilules, etc.…

Chez la femme, la contraception hormonale par voie orale empêche soit la fertilisation en perturbant la rencontre des gamètes ou en bloquant l'ovulation, soit la nidation, soit associe tous ces effets. La pilule rend la glaire cervicale infranchissable par les spermatozoïdes, en resserrant le maillage.

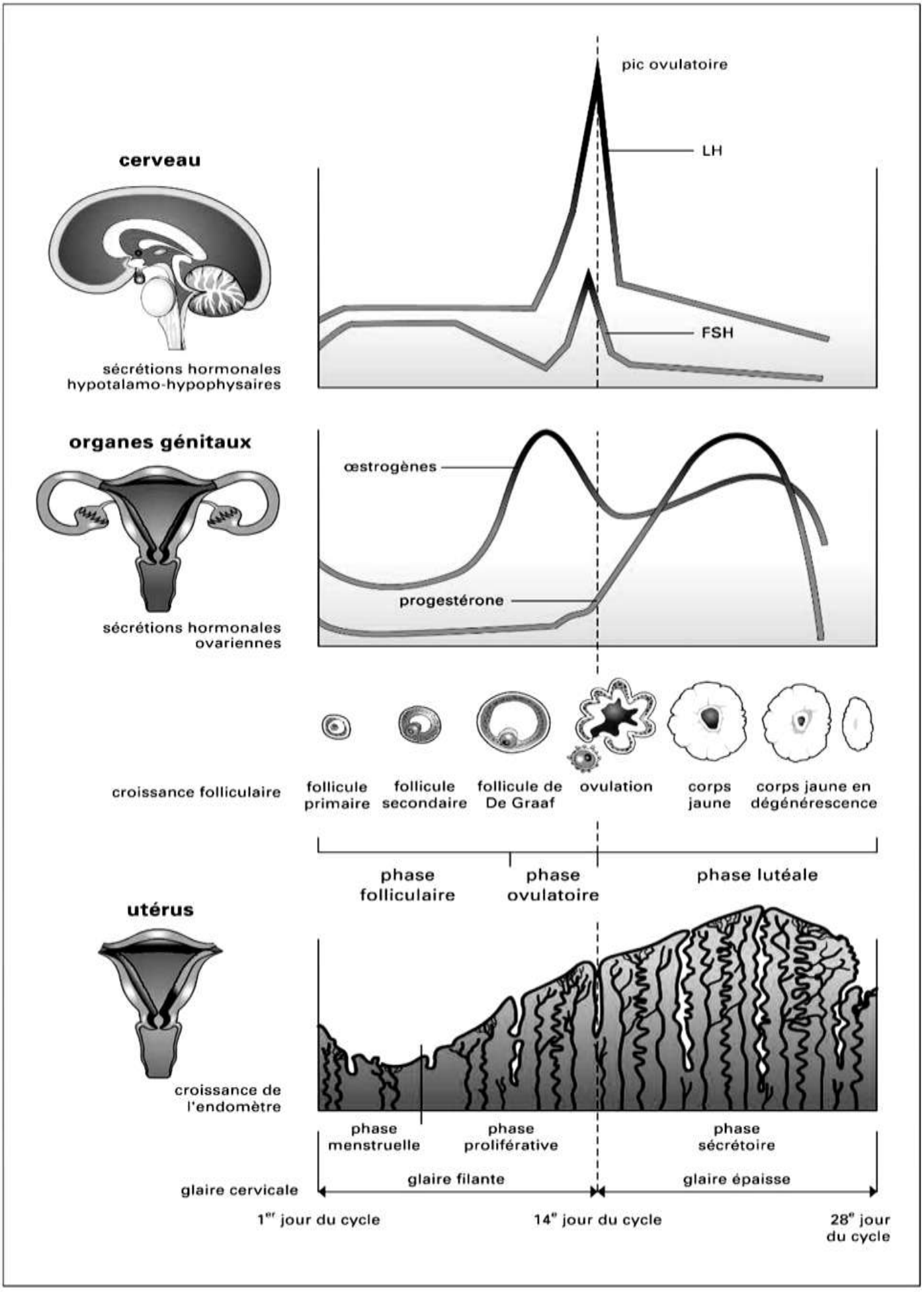
2. La contragestion hormonale: Lacontragestion est l'ensemble des méthodes visant à empêcher la formation de la cellule œuf ou la nidation d'un embryon.

▪ **La pilule du lendemain:**La pilule du lendemain constitue un recours exceptionnel en cas de rapport sexuel sans précaution. L'administration dans les 72heures de cette pilule (dosée) provoque la destruction de l'endomètre et empêche la nidation d'un éventuel embryon.

3. La pilule contragestive: La RU 486, molécule de Mifépristone, possède un effet abortif, raison pour laquelle elle est encor appelée pilule abortive. C'est un stéroïde de synthèse qui a une forte affinité avec les récepteurs de la progestérone situés dans les cellules cibles, en particulier les cellules de l'endomètre. Ainsi, on empêche l'action de la progestérone indispensable au maintien de l'embryon dans l'endomètre. Le résultat de l'action du RU 486, est l'élimination de l'embryon. Cette pilule n'est administrée que sur prescription médicale.

4. Les autres aspects de la maîtrise de la reproduction Humaine: les méthodes contraceptives (naturelle, mécanique, chirurgicale)

Méthodes		Modalités de mise en œuvre	Action
«Naturelles»	Retrait	Retrait de la verge hors du vagin avant l'éjaculation.	Pas de spermatozoïdes dans vagin
	Suivi de la température	T° interne > 37°C juste après l'ovulation et pendant la phase post-ovulatoire.	Eviter les rapports sexuels pendant la période de fécondité
Mécanique	Préservatif masculin	Étui en latex placé sur la verge en érection.	Éviter tout contact direct entre les muqueuses du gland et du vagin (protection contre les MST, SIDA). Pas de spermatozoïdes dans le vagin, ils restent dans le réservoir.
	Cupule cervicale	Disque de caoutchouc placé au fond du vagin à l'entrée de l'utérus.	Avec une crème spermicide, empêche le passage des spermatozoïdes dans l'utérus.
	Stérilet	Appareil en plastique et/ou cuivre de 300 mg, 3 à 4 cm.	Placé par un médecin dans la cavité utérine, il crée une altération de la muqueuse utérine empêchant la nidation. (les plus récents ont des hormones)
	Spermicides	Mousses, gelées, ovules ou comprimés tuant les spermatozoïdes.	Employés en même temps que les diaphragmes et les préservatifs masculins, ils en améliorent l'efficacité. Son efficacité est renforcée par la présence d'hormones
Chirurgicale	Stérilisation féminine	ligature des trompes.	Empêche la migration de l'ovule vers l'utérus
	Stérilisation masculine	vasectomie. Section et ligature des canaux déférents.	Le sperme produit ne contient plus de spermatozoïdes



© Ouvrage élaboré par Aboubacar BOUARE & Issa COULIBALY /Professeur de SVT
79198269-65665696/76399806-66279590 Email: iss27coul@live.fr

1 SOUS CONCEPT 2 : LA REGULATION DE LA GLYCEMIE

SITUATION PROBLEME :

L'Homme vit dans un environnement instable du point de vue des facteurs environnementaux tels que le climat, le milieu, les relations avec les autres êtres vivants. Qui plus est, sur le plan des échanges journaliers de matière et d'énergie, l'organisme subit des variations telles que les périodes de jeûne, de pertes d'eau et de sels minéraux par la transpiration, des efforts musculaires etc.

Et pourtant, la survie des cellules de l'organisme nécessite que les caractéristiques physico-chimiques du milieu dans lequel elles vivent, le milieu intérieur, soient maintenues entre les limites étroites. Parmi ces caractéristiques physicochimiques, on distingue le pH, la pression artérielle, la pression osmotique et la glycémie. C'est ce maintient des caractéristiques du milieu intérieur (sang, lymphe et liquide interstitiel) à un équilibre dynamique qu'on appel homéostasie. La régulation de la glycémie participe au maintien de l'homéostasie.

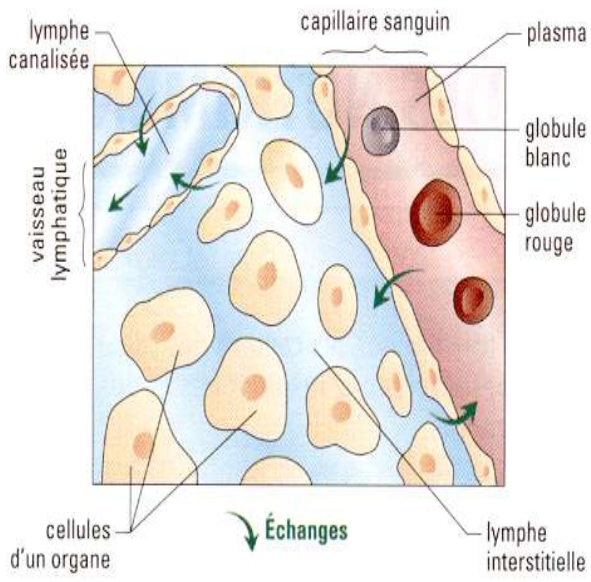
- **Quelles sont les causes de variation de la glycémie ?**
- **Comment se déroule la régulation de la glycémie ?**
- **Quelle est la conséquence du dysfonctionnement de cette régulation ?**

LES ACTIVITES

A. Le milieu intérieur : composition et fonction

Activité 1 **Observation de schéma du milieu intérieur de l'Homme**

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 connaitre le rôle du rein dans la régulation du milieu intérieur (voir document 2)



DOCUMENT 1

Principaux constituants	Valeurs moyennes en g /l	
	plasma	urine
Eau	900	950
NaCl	7	10
Phosphates	0,04	2
Sulfates	0,3	2
Protides	80	0
lipides	5	0
Glucose	1	0
Urée	0,3	20
Acide urique	0, 03	0,6
Créatinine	0,01	1
ammoniaque	Traces	0,5
Acide hippurique	0	0,8

DOCUMENT 2

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

1) Définis le milieu intérieur.
2) Donne sa composition élémentaire.
3) Dégage son rôle.

B. Le maintient de la constance du milieu interieur a partir de la glycemie

Activité 1.B Notion d'hypoglycémie / notion d'hyperglycémie

On réalise une série d'expérience afin de montrer que le taux de la glycémie intervient dans l'homéostasie.

La mesure de la glycémie

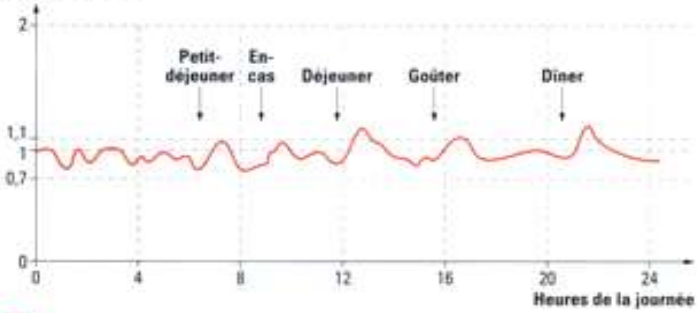


Le dosage du glucose sanguin est effectué facilement à l'aide d'un lecteur de glycémie. Une goutte de sang est prélevée au bout du doigt à l'aide d'un stylo auto-piqueur. Elle est déposée sur une bandelette test qui est insérée dans un lecteur de glycémie. Au bout de quelques secondes, la mesure de la glycémie, exprimée par exemple en $g.L^{-1}$, s'affiche sur l'écran du lecteur.

1 Stylo auto-piqueur et lecteur de glycémie.

Le glucose apporté par l'alimentation se répartit dans l'ensemble du milieu intérieur (sang et lymphe), qui représente un volume de 15 L chez l'adulte. La partie liquide du sang (excluant donc les hématies et globules blancs) est appelée plasma sanguin.

a



b

Analyses sanguines		Valeurs de référence
Glycémie à jeun	0,96 g·L⁻¹	0,75 - 1,10
	5,3 mmol·L⁻¹	4,2 - 6,1

2 Évolution de la glycémie sur 24 heures (a) et extrait d'analyses sanguines (b) chez un sujet en bonne santé.

On injecte à un sujet sain, à jeun, 50 g de glucose. A partir de l'instant t0, on évalue les variations du taux sanguin de glucose durant une période bien défini. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

Temps (min)	0	30	60	90	120	150	180	210
Glycémie (en g/l)	0,95	1,55	1,35	0,95	0,80	0,85	0,90	0,90

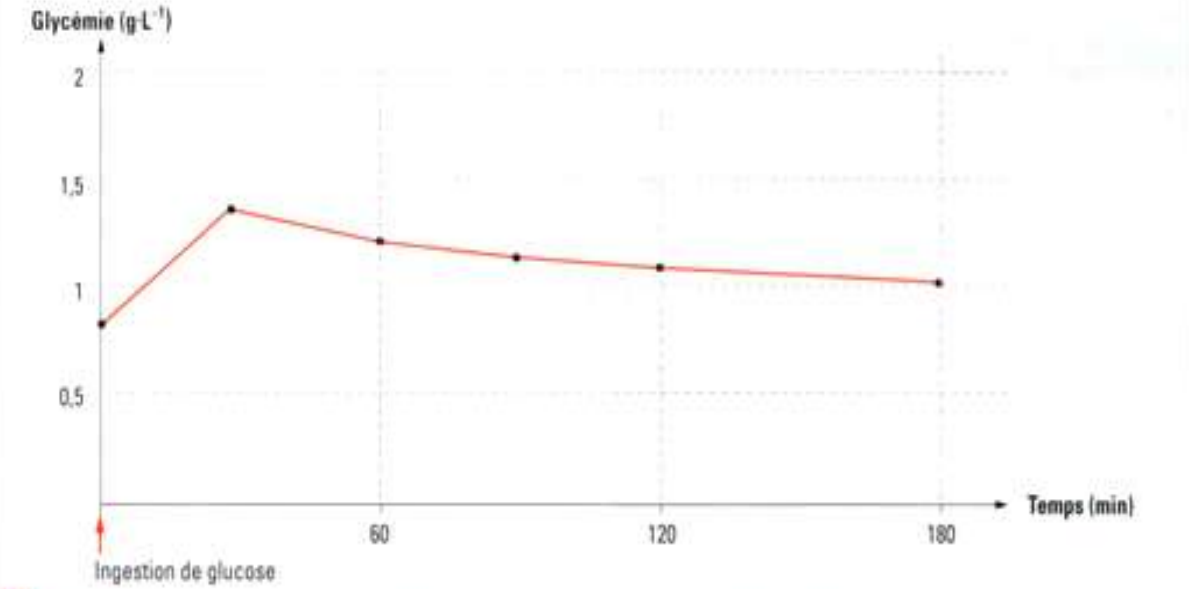
L'ajustement de la glycémie

	Hypoglycémie	Hyperglycémie
Définition	Glycémie inférieure à 0,7 $g.L^{-1}$	Glycémie supérieure à 1,2 $g.L^{-1}$
Symptômes cliniques	**À court terme**	**À court terme**
	– Faim impérieuse – Anxiété – Tremblements des membres – Palpitations cardiaques – Sueurs – Pâleur – Fatigue générale – Troubles visuels – Troubles de la compréhension – Coma	– Sensation de faim et de soif – Production d'une quantité importante d'urine
		À long terme
		– Artères coronaires, vaisseaux des membres inférieurs et vaisseaux encéphaliques prématurément touchés par l'athérosclérose* – Micro-lésions des petits vaisseaux de la rétine, des reins et des nerfs

* athérosclérose : épaississement et durcissement de la paroi des artères causé par des infiltrations de cholestérol.

3 **Les troubles dus à l'hypoglycémie et à l'hyperglycémie.**

Le test HGPO. La personne, à jeun depuis la veille, ingère 75 g de glucose dissous dans 300 mL d'eau en moins de 5 minutes. Les variations de la glycémie que l'on mesure ensuite dans les prélèvements de sang permettent d'établir la **courbe de tolérance au glucose**. On considère que le glucose pénètre dans le sang et la lymphe pendant les 3 heures qui suivent l'ingestion et que l'utilisation de glucose par les cellules de l'organisme durant ce temps est de 40 g.



4 **Un test d'hyperglycémie provoquée (HGPO) chez une personne en bonne santé.**

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

1) **Détermine la valeur moyenne de la glycémie de la personne du document 1 considérée comme saine**
2) **Explique les variations de la glycémie chez un sujet sain au cours de la journée**
3) **Explique en quoi l'évolution de la glycémie sur 24 heures et les observations cliniques prouvent un ajustement de la glycémie autour d'une valeur moyenne chez un sujet en bonne santé**
4) **Compare la glycémie dosée à celle attendue suite à l'ingestion de 75 g de glucose au bout de 3 heures. Quelle conclusion peut-on tirer ?**
5) **Explique en te servant d'argument solide que dans l'organisme en bonne santé, la glycémie est une grandeur physiologique ajustée**

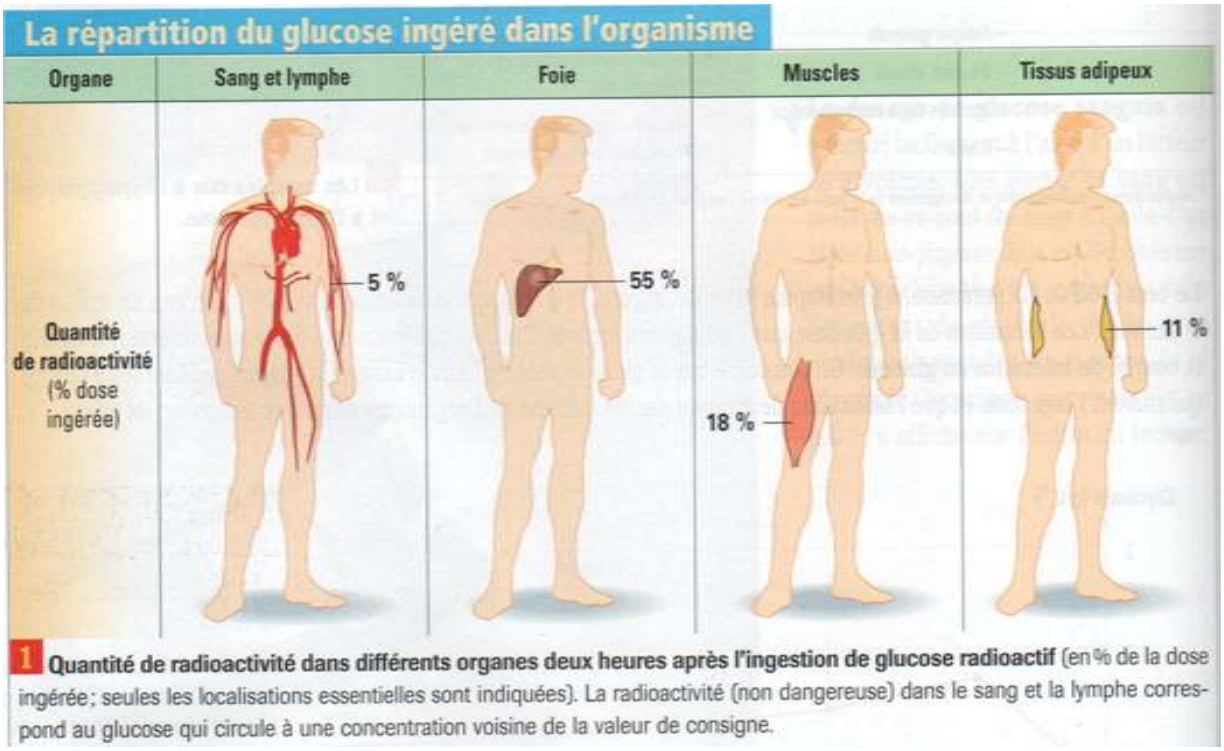
SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

C. Régulation de la glycémie

Activité 1.C **Mise en évidence des organes de stockage du glucose**

- Après injection de 100 g de glucose, 55 à 60 g sont retenus par le foie moins de 5g demeurent dans le sang et la lymphe.
- Chez l'animal ayant reçu une injection de glucose radioactif (glucose marqué au carbone 14), on constate le stockage de lipides (triglycérides) radioactifs dans tissu adipeux, et de glycogène radioactif dans le foie et les muscles.
- Une consommation excessive de glucides conduit à l'obésité et un développement excessif du tissu adipeux.
- La réserve de glycogène hépatique est estimée à 80-100g, celle des muscles à 300-350g.
- Cette répartition du glucose à travers l'organisme a été représentée par les figures du document ci-après :



1 Quantité de radioactivité dans différents organes deux heures après l'ingestion de glucose radioactif (en % de la dose ingérée ; seules les localisations essentielles sont indiquées). La radioactivité (non dangereuse) dans le sang et la lymphe correspond au glucose qui circule à une concentration voisine de la valeur de consigne.

CONSIGNE : A partir de l'exploitation des documents ci-dessus

1) **Détermine les principaux organes à travers lesquels le glucose ingéré est stocké dans l'organisme humain tout en précisant sa répartition**
2) **Identifie sous quelle forme le glucose est stocké dans ces organes**

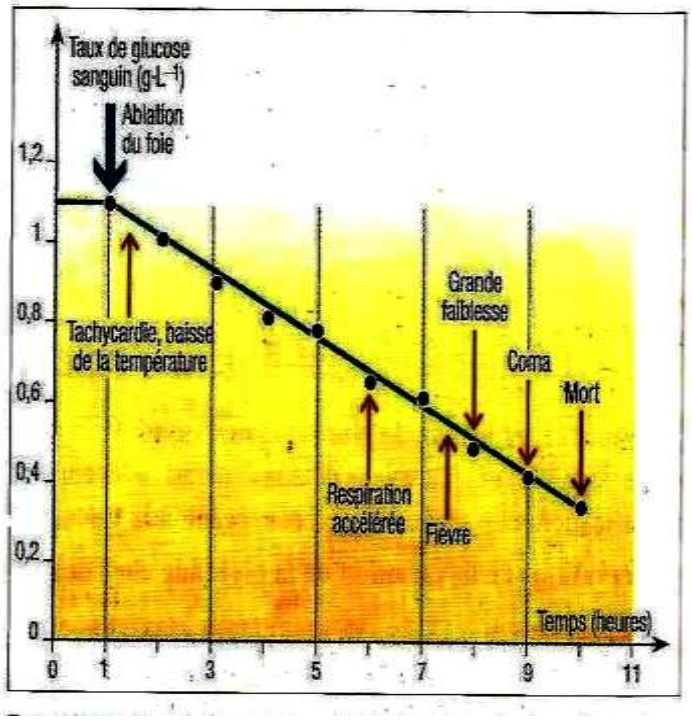
SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……

Activité 2.C Mise en évidence du rôle du foie

Un chien ayant subi l'ablation du foie ne survit que quelques heures. Parmi les troubles qui précèdent la mort, on note que l'animal tombe dans le coma : c'est la conséquence d'une souffrance des cellules nerveuses cérébrales qui ne sont plus alimentées suffisamment en glucose car la glycémie s' « effondre » (hypoglycémie). Si on pratique alors une perfusion de glucose, l'animal sort du coma en quelques minutes et retrouve un pouls et une respiration normaux.

Ce rétablissement n'est que temporaire et la survie ne peut être ainsi prolongée que de 18 heures à 24 heures ; le foie assure en effet d'autres fonctions vitales



L'ablation du foie a été faite chez un chien sain convenablement nourri pendant plusieurs jours. Le document 5 représente l'évolution de la glycémie, dans le sang de l'artère de la cuisse. L'animal est resté à jeun après l'operation

Temps en minutes après l'ablation	0	15	30	45	60	75	90
Glycémie (g. L⁻¹)	1	0,88	0,76	0,7	0,6	0,55	0,50
Remarques	Ablation				Affaiblis-sement		Coma

Document 5 : les conséquences de l'ablation du foie d'un chien (hépatectomie).

Nilsson et Bultmann ont effectué des biopsies de foie chez 10 personnes volontaires le matin. La première biopsie a été effectuée après douze heures de jeune. Les autres biopsies suivantes ont été faites à des moments indiqués sur le tableau du document 11 ci-contre :

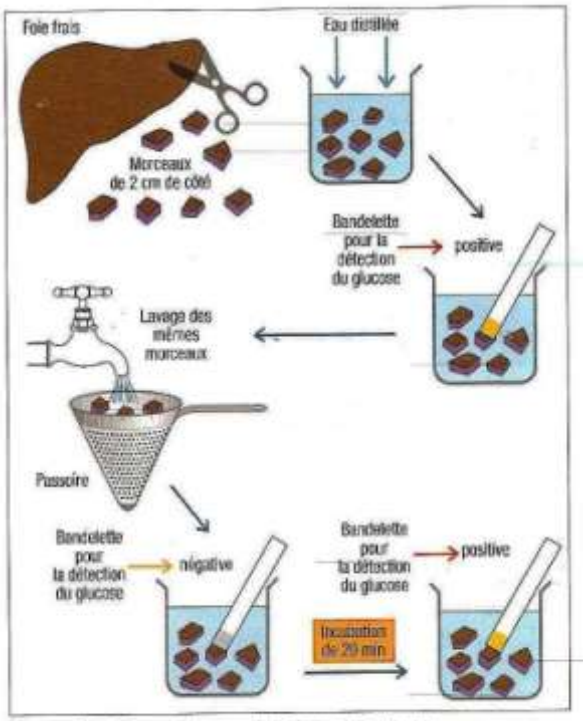
	1re biopsie	2e biopsie (135-145 min après la 1re)	3e biopsie (210-270 min après la 1re)
Glycogène en g. kg⁻¹ de foie	50,9	42,9	37,2

Document 11 : jeûne et glycogène hépatique.

Expériences de foie lavé :

Au XIXè siècle, le physiologiste français Claude Bernard accomplit, entre autres, d'importantes recherches sur la fonction du foie dans le métabolisme du sucre. Il rendit compte ainsi de l'une de ses expériences :

« je montrai, par exemple, qu'en faisant passer dans un foie encore chaud et aussitôt après la mort de l'animal un courant d'eau froide injecté avec force par un vaisseaux hépatiques, on débarrasse complètement le tissu hépatique du sucre qu'il contient ; mais le lendemain ou quelques heures après quand on place le foie lavé à une douce température, on trouve son tissu de nouveau chargé d'une grande quantité de sucre qui s'est produit depuis le lavage »



Document 7 : expérience de foie lavé réalisable

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

1) **Précise le rôle du foie dans la régulation de la glycémie.**
2) **Précise le résultat qui se dégage de l'expérience de Claude Bernard et l'Hépatectomie**
3) **Compare les étapes du protocole expérimental de Claude Bernard à celles de l'expérience réalisée au laboratoire. Tu préciseras l'intérêt du lavage du foie, la concordance des résultats, l'origine de la substance mise en évidence.**

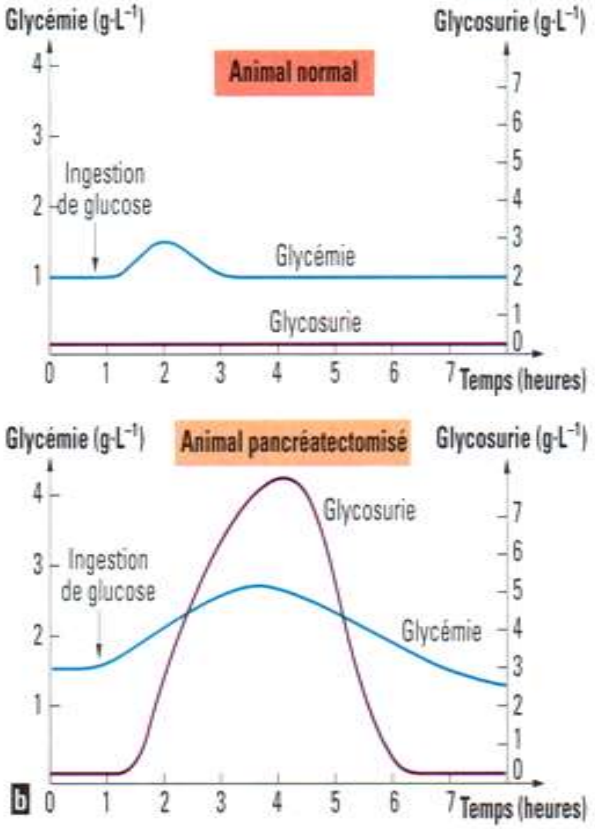
SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Activité 3.C **Mise en évidence du rôle du pancréas dans la régulation de la glycémie**

Le pancréas, un organe complexe

a En 1889, Von Mehring et Minkowski procèdent à une ablation totale du pancréas (pancréatectomie) chez un chien. L'animal ayant subi la pancréatectomie digère mal les protéines et les graisses. En outre, il souffre d'une soif intense et ses urines sont 3 à 5 fois plus abondantes que chez un animal témoin. Ces derniers symptômes mettent les chercheurs sur la piste du diabète. Ils découvrent que les urines du chien opéré contiennent du sucre. Plus tard, les deux chercheurs observent que toutes les lésions du pancréas n'ont pas les mêmes conséquences : si certaines parties du pancréas, les îlots de Langerhans, demeurent intactes, l'animal ne présente pas de diabète.



1 **Le phénotype d'un chien après une ablation complète du pancréas : état de santé général (a) ; effets de l'ingestion de glucose (b).** En b, les deux animaux ont reçu la même quantité d'une solution de glucose.

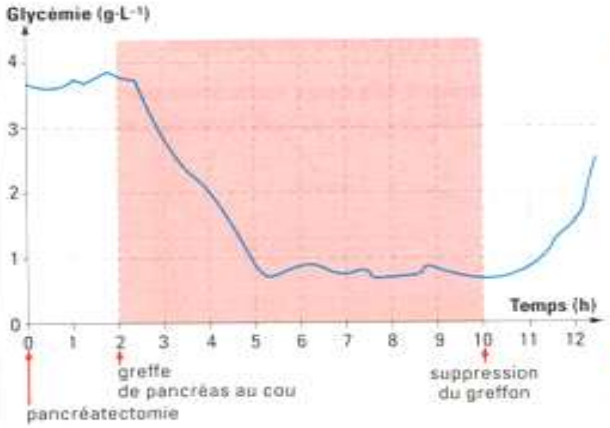
CONSIGNE : **Grace à l'analyse rigoureuse des conséquences d'une ablation totale du pancréas, tire une conclusion sur le rôle du pancréas ainsi mis en évidence**

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Activité 4.C | Mise en évidence du rôle de l'insuline dans la régulation de la glycémie

Une **hormone** est une molécule libérée dans le sang par certaines cellules (dites **endocrines**) et qui agit sur d'autres cellules de l'organisme en modifiant leur fonctionnement.

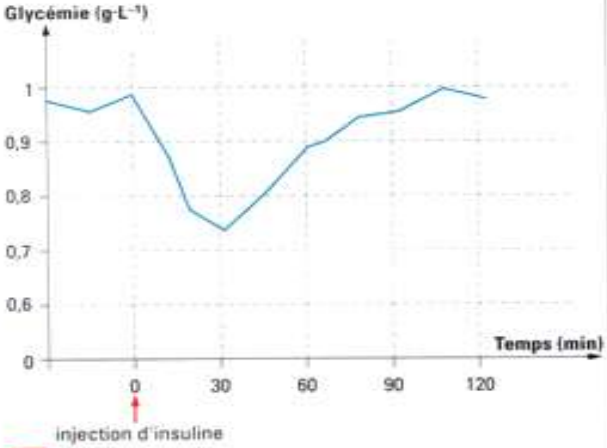


L'expérience. On suit l'évolution de la glycémie chez un animal ayant subi une pancréatectomie, puis la greffe du pancréas au niveau du cou, puis la suppression du greffon. Lors d'une greffe, seules des connexions vasculaires s'établissent rapidement entre greffon et organisme receveur. Des troubles digestifs subsistent pendant toute l'expérience.

3 Les effets d'une greffe chez un animal pancréatectomisé.

4 Les effets d'injections d'extraits pancréatiques.

En 1921, Banting, Best, Mc Leod et Collip conjuguent leurs efforts afin d'isoler la substance sécrétée par la partie du pancréas qui ne produit pas d'enzymes digestives. Une injection de ces extraits pancréatiques à un chien rendu diabétique (mais dont le foie est fonctionnel) diminue sa glycémie. Le 2 décembre 1921, un jeune diabétique de 14 ans très gravement atteint reçoit une injection d'extraits pancréatiques qui assure sa survie. Ce n'est qu'un mois plus tard que l'équipe parvient à mettre au point une substance suffisamment pure pour sauver réellement la vie du jeune homme : elle est appelée « insuline ». Cette découverte est communiquée à la Société Américaine de Physiologie et l'équipe des chercheurs se voit attribuer le prix Nobel de médecine en 1923 pour ce travail. Il sera ensuite établi que l'insuline est un polypeptide comprenant 51 acides aminés répartis en 2 chaînes reliées entre elles par deux ponts disulfures.



5 Évolution de la glycémie chez l'homme après une injection intraveineuse d'insuline le matin à jeun.

CONSIGNE :A partir de l'exploitation des documents ci-dessus et des figures y afferant :

1) **Identifie la substance active contenue dans les extraits pancréatiques**
2) **Precise le rôle de cette substance dans la regulation de la glycémie**

SYNTHESE PARTIELLE :

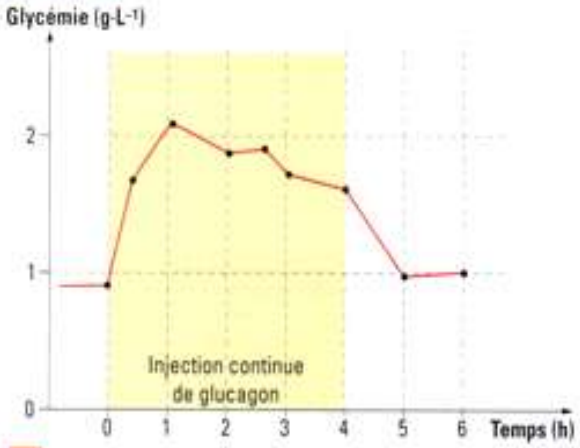
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Activité 5.C **Mise en évidence du rôle du glucagon dans la régulation de la glycémie**

Une autre hormone pancréatique : le glucagon

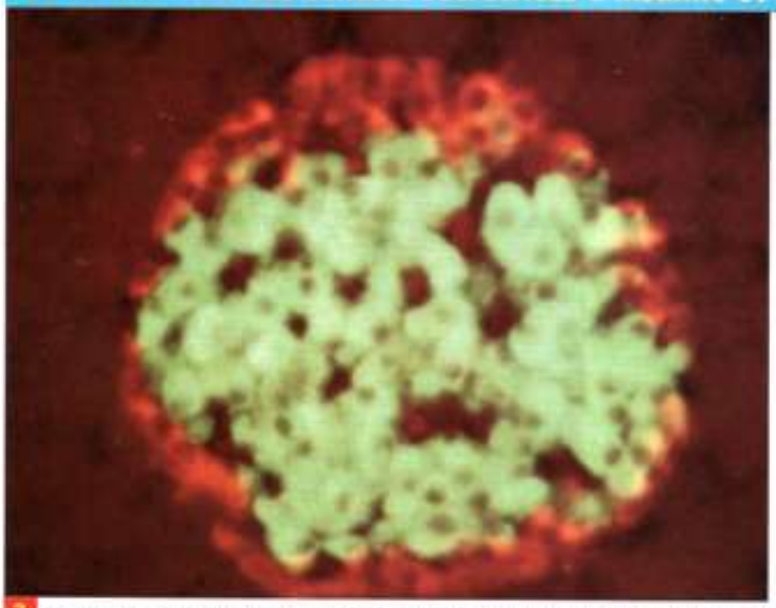
1 La découverte du glucagon.

En 1923, C. Kimball et J. Murlin montrèrent que l'on pouvait préparer des extraits pancréatiques ayant une action hyperglycémiante. En 1943, Dunn et ses collaborateurs découvrirent qu'une substance toxique, l'alloxane, pouvait provoquer un diabète permanent. Ce diabète était plus intense – la glycémie moyenne était plus élevée – que le diabète induit par une pancréatectomie. L'alloxane agit sur les îlots de Langerhans où il détruit, à la dose utilisée, les cellules sécrétrices d'insuline. Ce résultat suggérait l'existence de cellules pancréatiques sécrétant un facteur hyperglycémiant. Ce facteur, le glucagon, fut isolé et purifié. Il fut établi en 1956 qu'il s'agissait d'un polypeptide formé d'une seule chaîne de 29 acides aminés.



2 Évolution de la glycémie chez un chien à jeun depuis 12 heures, après une injection en continu de glucagon (2,5 µg.min⁻¹).

La localisation des cellules sécrétrices d'insuline et de glucagon



La technique de l'immunofluorescence permet de repérer les cellules produisant l'insuline (appelées cellules β) ou le glucagon (appelées cellules α). Des anticorps se fixant spécifiquement sur l'insuline ou sur le glucagon sont ajoutés sur des coupes d'îlots de Langerhans. On a ajouté sur ces anticorps des molécules qui émettent une fluorescence verte pour les anticorps reconnaissant l'insuline, et une fluorescence rouge pour les anticorps reconnaissant le glucagon.

3 Coupe d'îlots de Langerhans colorée par immunofluorescence avec un anticorps reconnaissant spécifiquement l'insuline et un anticorps reconnaissant spécifiquement le glucagon (MP, x 160).

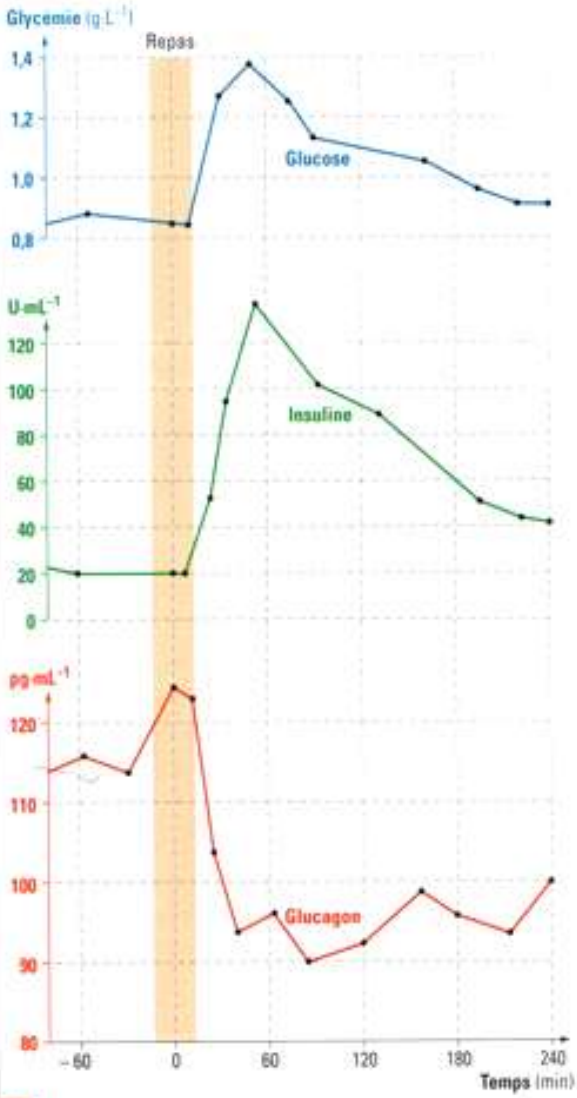
CONSIGNE : **A partir de l'exploitation des documents ci-dessus et des figures y afférant ;**

1) **Précise le rôle du glucagon dans la régulation de la glycémie**
2) **Détermine les cellules qui produisent cette hormone**
3) **Compare cette fonction à celle de l'insuline et tire une conclusion**

Activité 6.C Action combiné de l'insuline et du glucagon dans la régulation de la glycémie

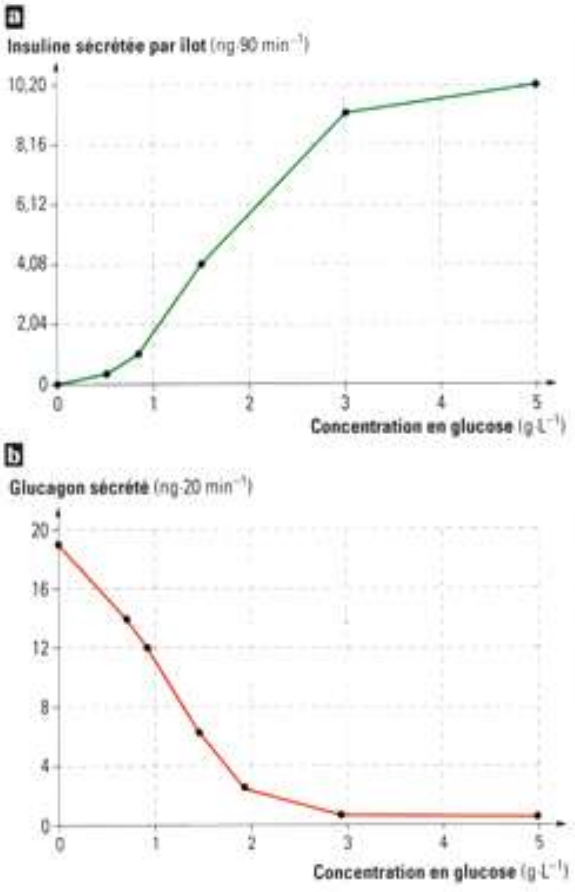
La mise en jeu de la sécrétion d'insuline et de glucagon

L'expérience. Les mesures de glycémie sont réalisées chez une personne en bonne santé, avant et après l'ingestion d'un repas apportant 110 g de glucides.



4 Évolution de la glycémie et des concentrations plasmatiques d'insuline et de glucagon.

L'expérience. a. Des îlots de Langerhans sont isolés à partir de pancréas d'animaux. Ils sont placés dans un milieu de culture dont la concentration en glucose varie. On mesure la quantité d'insuline sécrétée par îlot et par période de 90 minutes. **b.** Le pancréas d'un animal est perfusé par une solution de glucose de concentration variable. Le liquide perfusion est recueilli à la sortie du pancréas et on dose la quantité de glucagon par période de 20 minutes.



5 Étude *in vitro* de l'effet de la concentration en glucose sur la sécrétion d'insuline et de glucagon.

CONSIGNE : A partir des documents ci-dessus,

1) Analyse et indique l'action des hormones pancréatiques sur la glycémie
2) Pourquoi qualifie-t-on l'insuline et le glucagon d'hormones antagonistes
3) Propose des réactions chimiques intervenant dans les cellules cibles après fixation de l'une ou l'autre hormone pancréatique

SYNTHESE PARTIELLE :

....
....
....
....
....
....
....
....
....

SYNTHESE PARTIELLE :

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

© Ouvrage élaboré par Aboubacar BOUARE & Issa COULIBALY /Professeur de SVT
79198269-65665696/76399806-66279590 Email: iss27coul@live.fr

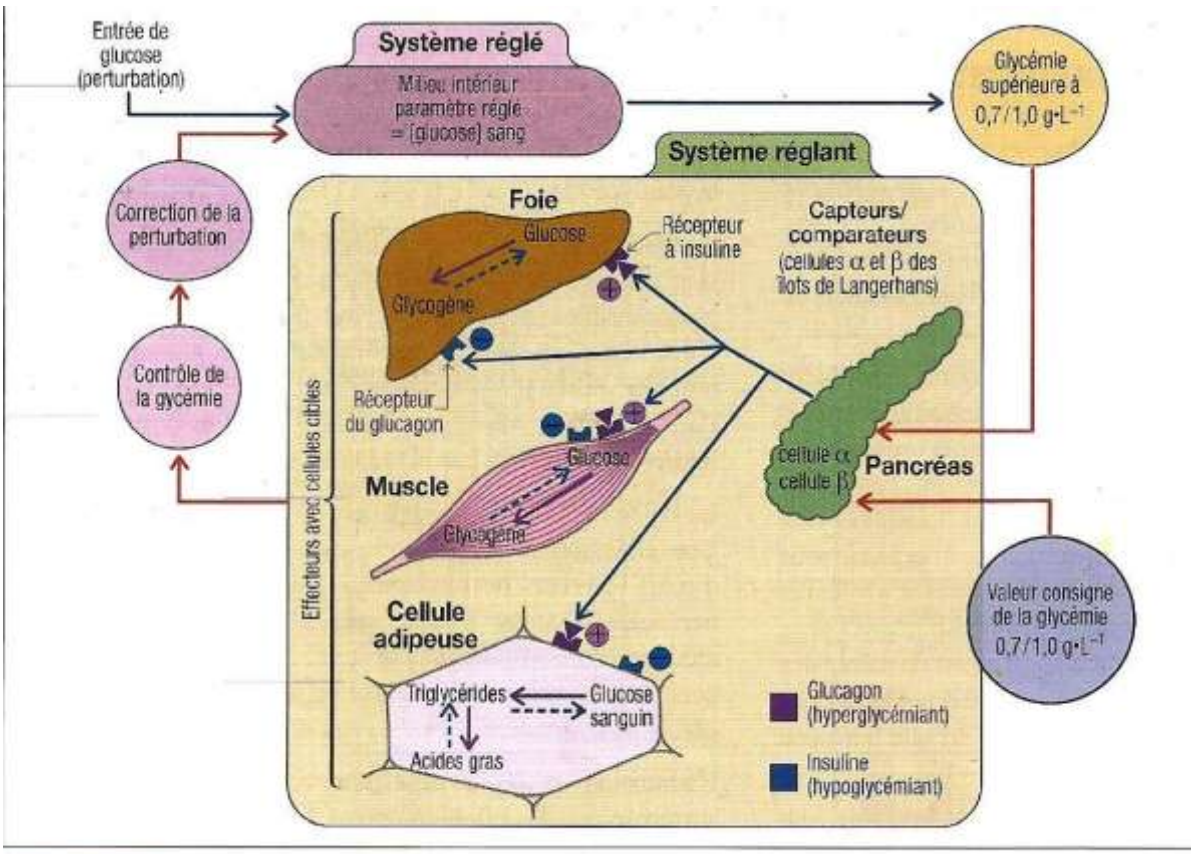
Activité 7.C Mécanisme de régulation de la glycémie

La constance de la glycémie autour d'une valeur de référence est obtenue grâce à l'intervention de mécanismes autorégulés. Ces derniers font intervenir un système régulé (la valeur de la glycémie) et un système réglant (détecteurs d'écart, système de commande et organes effecteurs.)

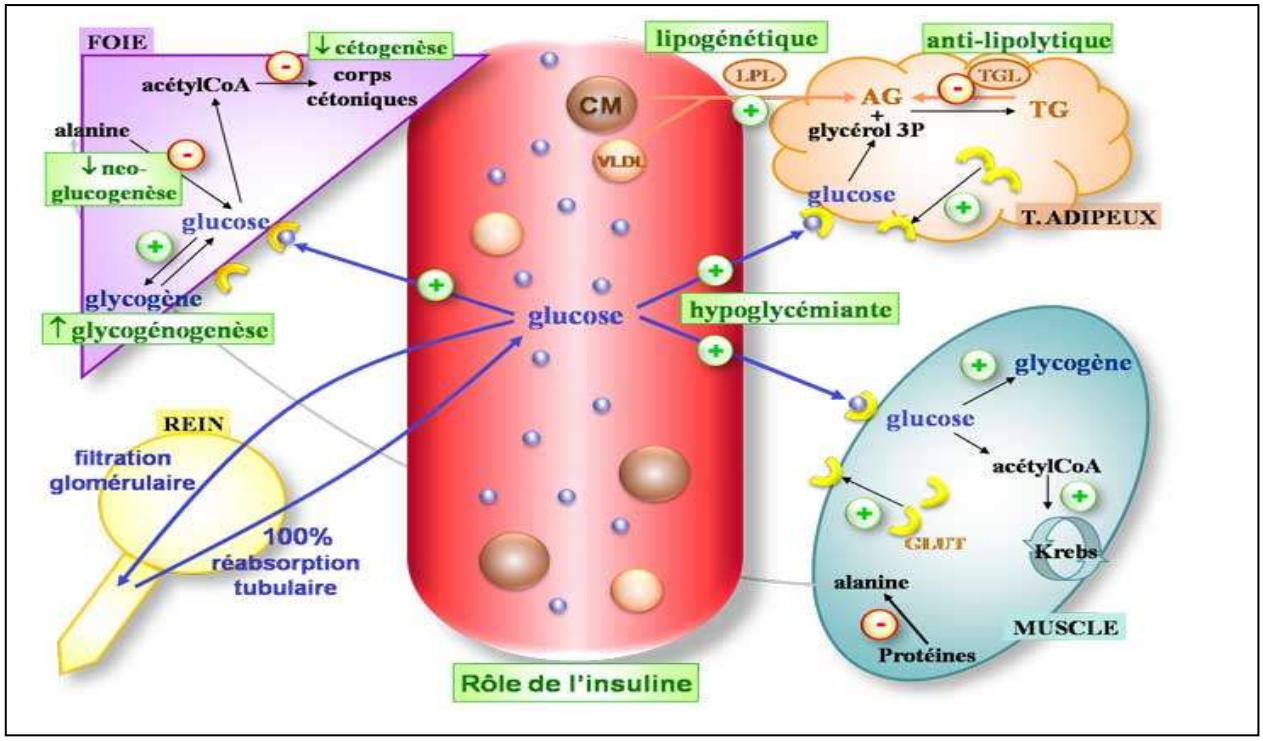
Les variations du système régulé (glycémie) stimulent directement les détecteurs d'écarts qui sont les cellules α et β des îlots de Langerhans. Une hyperglycémie stimule les cellules β. Ces derniers sont également un centre de commande qui envoie un message hormonal, l'insuline, aux effecteurs (foie, muscle, tissus adipeux). Les effecteurs sous l'impulsion de l'insuline ont pour rôle d'abaisser la glycémie. Pour cela, le foie par glycogénogenèse synthétise le glycogène à partir du glucose en excès dans le sang, il en est de même des muscles. Le tissu adipeux par lipogenèse transforme le glucose circulant en triglycérides (lipides). L'insuline est une hormone hypoglycémiante.

Une hypoglycémie stimule les cellules α. Ces derniers sont également un centre de commande qui envoie un message hormonal, le glucagon, aux effecteurs (le foie, le tissu adipeux). Sous l'impulsion du glucagon, les effecteurs ont pour rôle d'élever la glycémie. Le foie par glycogénolyse, libère le glucose dans le sang. Il synthétise aussi du glucose à partir de substrats non glucidiques (glycérol, lactate, acides aminés). C'est la néoglucogenèse. Le glycérol provient de la lipolyse des lipides du tissu adipeux. Le glucagon est une hormone hyperglycémiant.

Les figures des documents ci après présentent les mécanismes de régulation de la glycémie

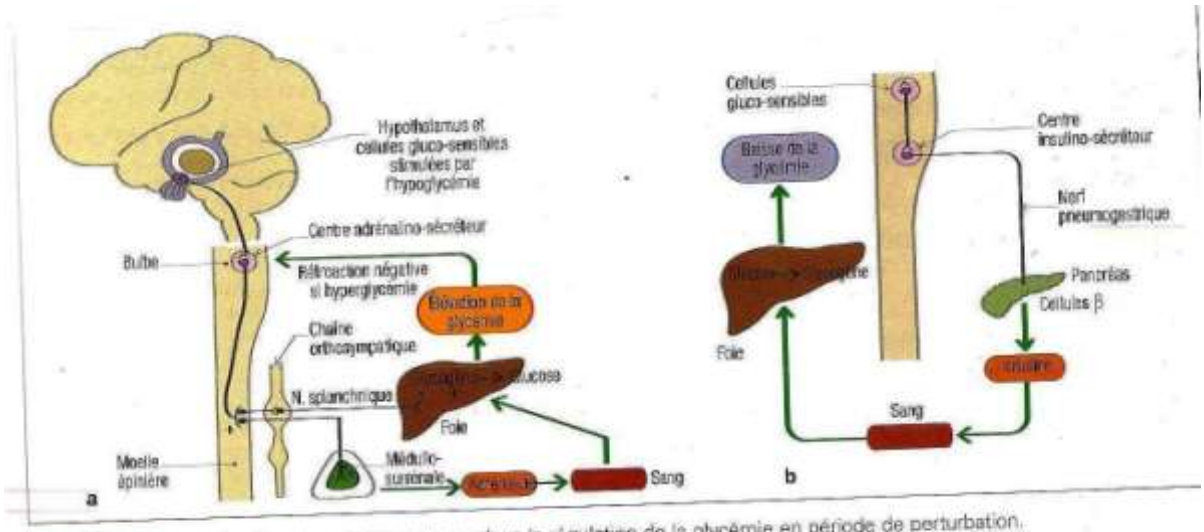


Document 21 : schéma fonctionnel de la régulation de la glycémie dans l'organisme.



Le système nerveux intervient également dans la régulation de la glycémie. En effet, l'hypothalamus renferme des cellules gluco-sensibles stimulées par hypoglycémie. Ces détecteurs d'écart envoient des messages nerveux pour stimuler le centre bulbaire adrénalino-sécréteur. Le document 20a montre l'augmentation de la glycémie par l'intermédiaire de l'adrénaline sécrétée par la médullo-surrénale.

Le bulbe rachidien possède aussi des cellules gluco-sensibles. Une élévation de la glycémie est captée par ces détecteurs d'écart (capteurs de l'information) qui envoient un message nerveux au centre insulino-sécréteur. Celui-ci, par l'intermédiaire du nerf pneumogastrique, agit sur les cellules β du pancréas. La sécrétion de l'insuline permet ainsi de ramener la glycémie à sa valeur normale (voir document 20b)



Document 20 : participation du système nerveux dans la régulation de la glycémie en période de perturbation.
a. Intervention d'un centre bulbaire adrénalino-sécréteur.
b. Un centre bulbaire insulino-sécréteur.

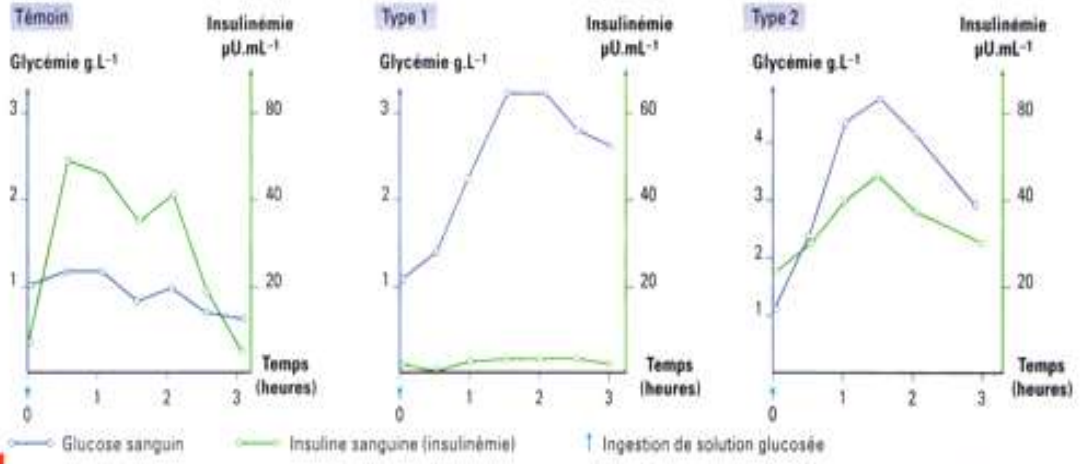
CONSIGNE : **A partir de l'exploitation des documents ci-dessus et des figures y afférant**

1) **Nomme le système régulé, les capteurs d'information, le système de commande et les effecteurs dans les situations d'hypoglycémie et d'hyperglycémie. Tu préciseras le rôle de chaque effecteur.**
2) **Explique la relation entre l'effet de l'insuline sur la consommation de dioxygène par la cellule musculaire et sa consommation de glucose. Précise comment l'insuline participe au maintien de la glycémie à sa valeur de référence.**
3) **Comment les réserves sont-elles constituées et utilisées par l'organisme sous le contrôle des hormones**

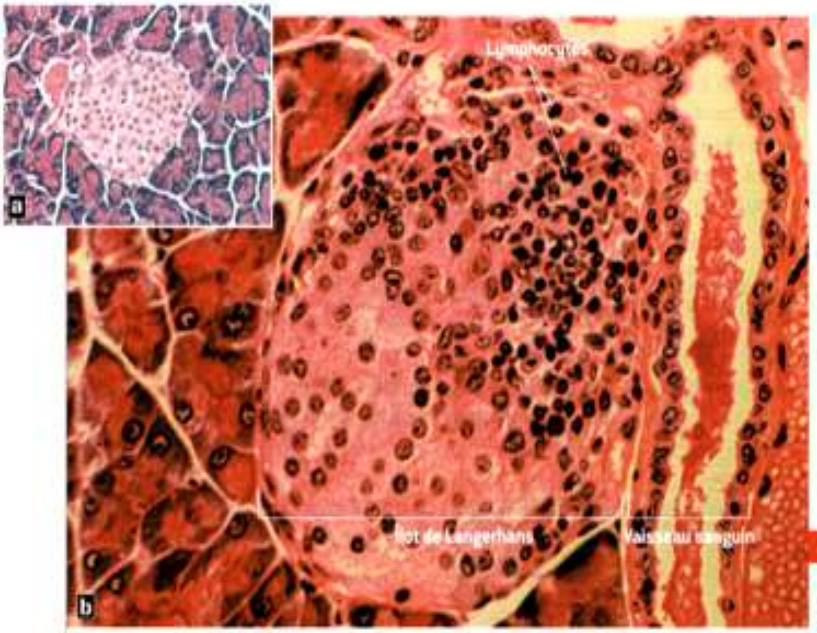
SYNTHESE PARTIELLE :

Différencier les diabètes

On distingue 2 types de diabète : le **diabète de type 1** et le **diabète de type 2**.

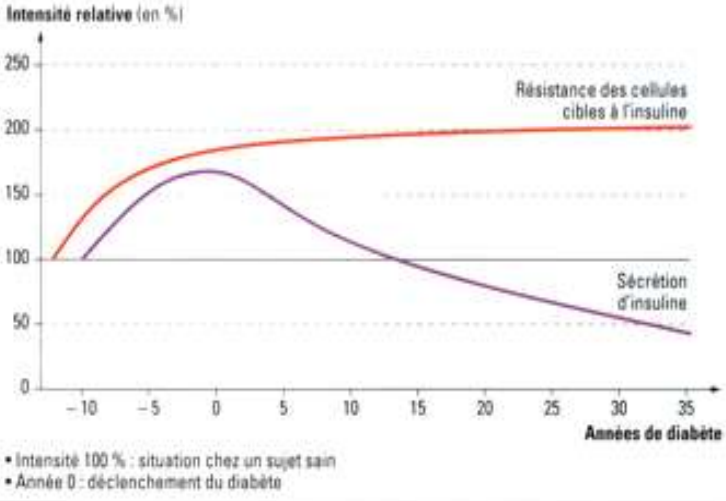


3 **Résultats du dosage du glucose et de l'insuline au cours d'un test d'hyperglycémie orale chez trois sujets.**



4 **Coupe de pancréas d'un sujet sain (a) et d'un sujet atteint d'un diabète de type 1 (b)** (MP, x 140).

Chez un sujet atteint de **diabète de type 1**, on observe une invasion des îlots de Langerhans par des lymphocytes. Ces derniers détruisent les cellules β. Cette destruction est accompagnée d'une augmentation du nombre de cellules α. Le pancréas d'un diabétique de type 2 ne présente pas ces anomalies. Le diabète de type 1 est surtout diagnostiqué chez des sujets jeunes.



5 **Évolution de la sécrétion d'insuline et de l'insensibilité à l'insuline au cours d'un diabète de type 2.**

Le diabète de type 2 est dû à une insensibilité des cellules cibles à l'action de l'insuline. La pénétration du glucose dans les cellules n'est plus activée. La quantité d'insuline sécrétée augmente dans un premier temps, puis le pancréas s'épuise, et on observe alors une déficience de la sécrétion. Le diabète de type 2 est surtout diagnostiqué chez des sujets ayant 40-50 ans.

© Ouvrage élaboré par Aboubacar BOUARE & Issa COULIBALY /Professeur de SVT
79198269-65665696/76399806-66279590 Email: iss27coul@live.fr

Le tableau suivant résume quelques caractéristiques de deux types de diabètes et leurs causes

Maladie	Diabète de type 1	Diabète de type 2
Début	Début brutal avant l'âge de 20 ans	Début tardif après l'âge de 40 ans
Gabarit du malade	Sujet mince	Sujet obèse
Signes cliniques	Soif intense, émission de beaucoup d'urine, présence anormale de glucose et de composés cétoniques dans l'urine, amaigrissement, fatigue	Hypertension artérielle, teneur excessive du sang en triglycérides. Hyperglycémie chronique
Sécrétion d'insuline	Nulle	Carence relative
Traitement	Injection régulière d'insuline afin d'abaisser la glycémie. C'est la raison pour laquelle ce diabète est qualifié de diabète insulino-dépendant (DID)	Apport d'énergie d'origine alimentaire adapté à la dépense, diminution de la consommation des glucides, apport limité de graisse et alimentation fractionnée en petits repas. Le traitement à l'insuline est inefficace d'où l'expression de diabète non insulino-dépendant (DNID). Prise de médicaments appropriés
Précaution	Pour ne pas être l'objet d'une chute excessive de la glycémie, le malade doit surveiller son régime alimentaire, contrôler sa glycémie et adapter les injections d'insuline aux besoins de son organisme	

<u>CONSIGNE :</u> A partir de l'exploitation des documents ci-dessus et des figures y afférant

1) **Compare le diabète de type 1 au diabète de type 2 a partir des donnés ci-dessus**
2) **Compare la variation de l'insulinémie chez un sujet normal avec celle d'un sujet diabétique (document 3). Propose une explication à la variation de l'insulinémie chez un sujet diabétique ;**
3) **Explique comment l'insuline est impliquée dans chacun des deux types de diabète et justifie les expressions diabète insulino- dépendant (DID) et diabète non insulino-dépendant (DNID)**

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

SYNTHESE GENERALE : BILAN DES ACTIVITES

Le milieu intérieur est le milieu dans lequel vivent les cellules de notre organisme. Le milieu intérieur est constitué de sang, de lymphe et du liquide interstitiel. Ce milieu possède des caractéristiques physiologiques 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 de glucose dans le sang. Chez une personne saine, sa valeur de consigne varie étroitement autour de 1g/L. Cette variation autour de la valeur de consigne est d'origine diverse au cours d'une journée:

Prise d'alimentation;

Période de jeune;

Le maintien d'une glycémie relativement constante implique la mise en jeu d'un système de régulation qui s'oppose aux variations.

I. Rôle du foie dans la régulation de la glycémie :

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. Les cellules hépatiques transforment le glucose en glycogène. C'est la glyconéogenèses.

D'autres tissus de l'organisme 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). Etant donné l'importance de la consommation du glucose par l'organisme et la quantité limitée du glucose circulant, en période de jeune, il ya nécessité de produire du glucose à partir des réserves.

· Le glycogène musculaire est directement utilisé par lui-même. C'est une réserve privée parce que les cellules musculaires n'ont pas de glucose phosphatase et par conséquent ne peuvent pas libérer du glucose dans le milieu intérieur.

· Le foie par glycogénogénèse et grâce à la présence du glucose phosphatase, est le seul organe capable libérer du glucose dans le milieu intérieur. Sa réserve de glycogène est commune à tout l'organisme, mais cette réserve est limitée. Pour cela, le foie a recours à sa fonction néoglucogénique qui lui permet de produire du glucose à partir d'autres métabolites (glycérol, acides aminés, acides lactiques, etc.).

Le foie est un organe de stockage et de déstockage du glucose en vue du maintien de la constance glycémique. L'hypoglycémie est une urgence médicale qui peut entrainer le coma parce que les cellules nerveuses sont privées de glucose, leur unique nutriment.

L'hyperglycémie chronique entraine aussi une dégradation progressive de l'organisme.

II. Le rôle du pancréas dans la régulation de la glycémie:

Seul le pancréas, glande endocrine constituée des ilots de langerhans, intervient dans la régulation de la glycémie.

Chaque ilot de langerhans possède deux 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 enmême temps des centres de commande.

En effet, en cas d'**hyperglycémie**, les **cellules β** captent la variation et sécrètent une hormone **hypoglycémiante** appelée **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 (lipides) pour mettre en réserve le glucose en excès.

En cas d'**hyperglycémie**, les **cellules α** captent cette variation et sécrètent une hormone **Hyperglycémiante** appelée **GLUCAGON**, qui agit sur les cellules cibles. Ces dernières sont essentiellement les cellules hépatiques. Le glucagon stimule la glycogénolyse et la néoglucogenèse pour former du glucose en déficit et combler le manque.

Le mécanisme de la glycémie est un mécanisme autorégulé à commande hormonale et nerveuse. En effet le paramètre réglé (la glycémie) déclenche la mise en route d'un système réglant. Le système réglant est constitué de capteurs d'information ou détecteurs d'écart (cellule α et β, les cellules

© Ouvrage élaboré par Aboubacar BOUARE & Issa COULIBALY /Professeur de SVT
79198269-65665696/76399806-66279590 Email: iss27coul@live.fr

glucosensible de 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 (cellules hépatiques, cellules musculaires, cellules adipeuses, etc.)
Le système réglé, contenant le paramètre réglé, déclenche automatiquement le fonctionnement du système réglant afin de corriger la variation constatée et ramener le paramètre réglé à sa valeur de consigne.

III. Les caractéristiques et les causes du diabète:

1. Les caractéristiques du diabète.

Tous les diabètes présentent un phénotype biochimique qui se caractérise par une hyperglycémie chronique. Cet état d'hyperglycémie permanente est susceptible d'entrainer des complications cardiovasculaires, rénales, etc.
On distingue deux types de diabète :

- **Le diabète type1** dont les signes cliniques sont les suivants : apparition brutale et précoce, glycémie à jeun supérieur à 1,26g/L, soif, polyurie, polyphagie (besoin incessant de nourriture), amaigrissement, fatigue. A long terme, l'individu malade peut être sujet de lésions artérielles, veineuses, rénales. Ce diabète est traité par injection d'insuline.

C'est le diabète insulino dépendant (D.I.D) ;
Le diabète type 1 est une maladie auto-immune. Le système immunitaire de l'individu malade a détruit les cellules β des ilots de Langerhans. Par conséquent, l'individu ne secrète plus d'insuline. Ce diabète est donc du à la déficience du glucagon de la glycémie. Dans le même temps, les cellules α du malade produisent du glucagon, hormone hyperglycémiant. Le foie produit constamment du glucose qui n'est pas utilisé par les cellules cibles. D'où une forte hyperglycémie.

- **Le diabète type 2** dont les signes sont les suivants: apparition progressive et tardive, glycémie à jeun supérieur à 1,26g/L, obésité, des troubles provoqués par le D.I.D apparaissent tardivement. Ce diabète n'est pas traité par injection d'insuline (D.N.I.D).

Le diabète de type 2 est aussi une conséquence de la déficience du système de régulation de la glycémie. En effet, chez l'individu pré diabétique, l'injection 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 de référence. 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.

2. Les facteurs à l'origine du diabète sont multiples:

- **Des facteurs génétiques** :

Il existe des gènes de prédisposition aux diabètes d'où le caractère familial de cette maladie.
Ces gènes sont plus nombreux pour le diabète de type 2

- **Des facteurs environnementaux** :

Les infections virales, des substances alimentaires et autres peuvent déclencher le diabète de type1. L'état nutritionnel (l'obésité) et le comportement (sédentarité) de l'individu peuvent conduire au diabète de type 2
Le diabète est une maladie multifactorielle liée à l'interaction des gènes de prédisposition avec les facteurs environnementaux.

2 SOUS-CONCEPT 3 : L'ACTIVITE CARDIAQUE ET LA REGULATION DE LA PRESSION

SITUATION PROBLEME :

Les émotions fortes, les sensations, les douleurs ou les chocs peuvent entrainer une augmentation du rythme cardiaque chez un individu, qui se rétablie progressivement après le passage de ces événements : le rétablissement du rythme cardiaque intervient donc à la suite d'un effet régulateur grâce à l'action combiné de différents organes.

- **En quoi consiste la régulation du rythme cardiaque ?**
- **Quels sont les organes qui interviennent dans la régulation du rythme cardiaque ?**

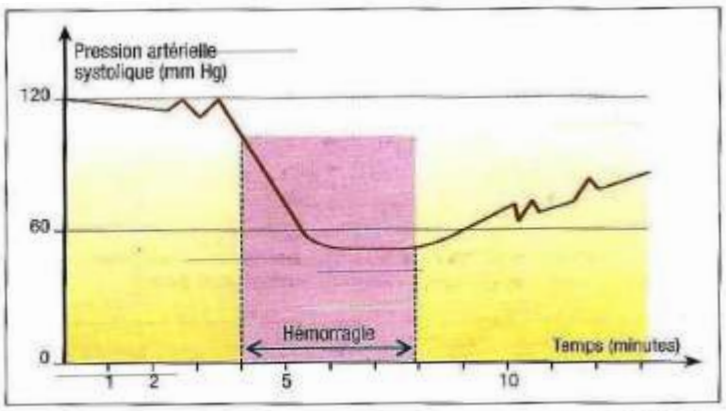
LES ACTIVITES

A. La pression artérielle, une variable physiologique

Activité 1 **Mise en évidence de la variabilité de la pression artérielle**

Suite à un accident de la route, un enfant a eu une fracture ouverte à l'avant-bras et a perdu beaucoup de sang. Transporté d'urgence à un centre de santé, le médecin est parvenu à stopper l'hémorragie et a fait effectuer des analyses parmi lesquelles la radiographie des poumons.

Le document 1 montre la variation du rythme cardiaque et celle de la pression artérielle avant, pendant et après une hémorragie.



Document 8 : effet d'une hémorragie sur la pression artérielle.

CONSIGNE : A partir de l'analyse du document :

- ✓ Etablis un rapport entre les battements cardiaques et la pression artérielle.
- ✓ Cite les facteurs de variation du rythme et de la fréquence cardiaque

SYNTHESE PARTIELLE :

……

……

……

……

……

……

B. La régulation nerveuse de la pression artérielle

Activité 1.B En cas d'une hausse ou d'une baisse de la pression artérielle

Chez les mammifères, la pression artérielle se maintient à un niveau suffisant pour assurer l'irrigation des tissus. Ainsi, en cas d'hémorragie, l'organisme, pour rétablir la pression sanguine, réagit par intervention de nombreux mécanismes. A l'aide de divers expériences, on cherchera, pour certains d'entre eux seulement, leur rôle et les conditions de leur mise en jeu en étudiant l'action du système nerveux successivement sur le rythme cardiaque et sur le diamètre des vaisseaux sanguins (vasomotricité)

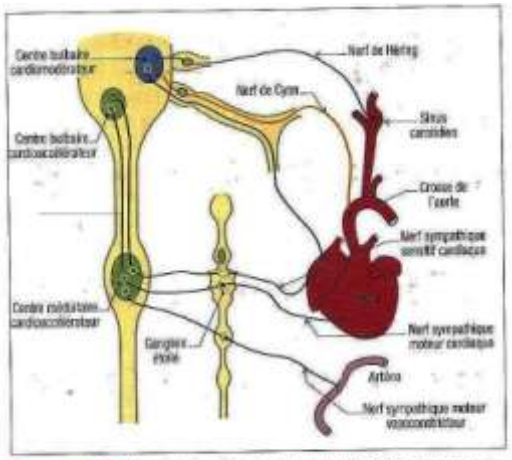
Expérience 1 : chez un chien normal, au repos, la fréquence des battements cardiaques est de 80 par minute. Si on ne sectionne que les nerfs pneumogastriques, la fréquence augmente pour passer à 135. Si on sectionne les nerfs pneumogastriques et qu'on procède en plus à l'ablation des ganglions étoilés, la fréquence ne monte qu'à 120.

Expérience2 : Isolons le sinus carotidien par ligature (doc- 10a). Faisons augmenter la pression en son sein en y injectant un liquide physiologique. On note un ralentissement du débit cardiaque et une baisse de la pression artérielle le résultat sera le même si l'on stimule électriquement le nerf de Héring.

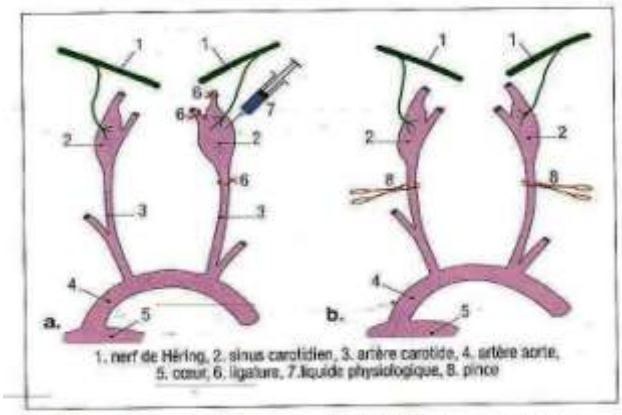
Expérience 3 : Pinçons les deux carotides (doc 10b) de telle sorte que la pression baisse dans les deux sinus carotidiens. On note une accélération du rythme cardiaque et une augmentation de la pression artérielle générale.

Expérience 4 : La section de deux nerfs de Héring entraine une accélération du rythme cardiaque et une augmentation de la pression artérielle. La stimulation des bouts périphériques n'a aucun effet. Par contre la stimulation des bouts centraux entraine un ralentissement du rythme cardiaque et une baisse de la pression artérielle.

Expérience 5 : La section du nerf de Cyon se traduit par une accélération du rythme cardiaque et une augmentation de la pression artérielle. La stimulation du bout périphérique n'est suivie d'aucun effet. Par contre, la stimulation du bout central entraine une diminution du rythme cardiaque et par conséquent une baisse de la pression artérielle dans la crosse aorte.



Document 9 : le système nerveux impliqué dans la régulation de la pression artérielle.



1. nerf de Héring, 2. sinus carotidien, 3. artère carotide, 4. artère aorte, 5. cœur, 6. ligature, 7.liquide physiologique, 8. pince

Document 10 : expérience en vue de déterminer le rôle du nerf de Héring et du sinus carotidien dans la régulation de la pression artérielle.

<u>CONSIGNE:</u>A partir de l'exploitation des documents ci-dessus et des figures y afférant

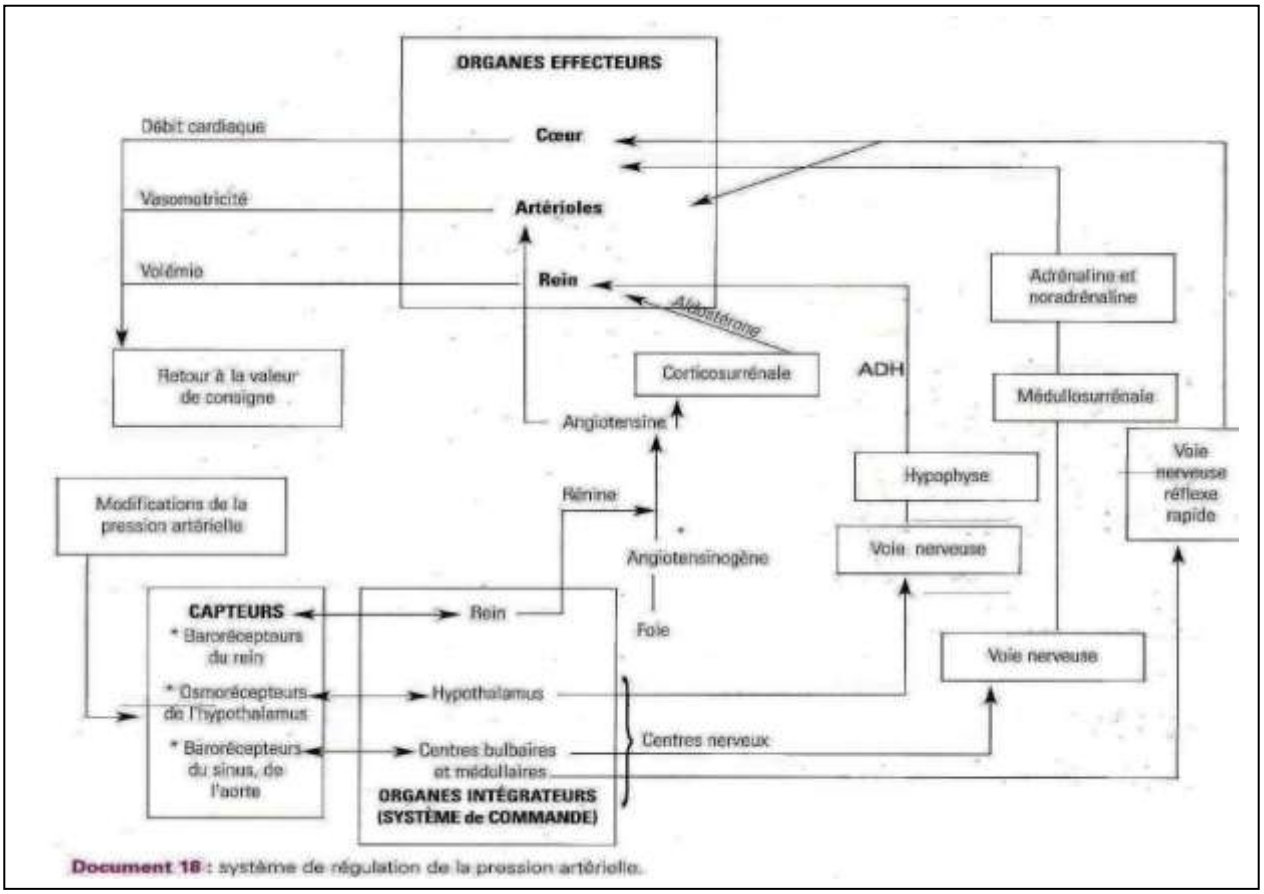
1. **Détermine le rôle du sinus carotidien. Démontre que le sinus carotidien possède des barorécepteurs (récepteur sensibles à la variation de la pression)**
2. **Définis le rôle des nerfs de Héring et de Cyon dans la régulation nerveuse de la pression artérielle.**
3. **Explique comment le système nerveux intervient pour ramener la pression artérielle à sa valeur de consigne dans une situation d'hypotension, hypertension. A chaque fois, tu préciseras le récepteur, sa localisation, le conducteur sensitif, le centre nerveux, le conducteur moteur et l'effecteur.**

SYNTHESE PARTIELLE :

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

Activité 2 La régulation nerveuse de la pression artérielle

Le document 18 représente le système de régulation de la pression artérielle



Document 18 : système de régulation de la pression artérielle.

CONSIGNE:A partir de l'exploitation du document ci-dessus et des figures y afférant
Explique l'intervention des phénomènes nerveux et hormonaux en cas d'hypertension et d'hypertension. Tu préciseras à chaque fois le rôle des capteurs, du système de commande et des effecteurs.

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

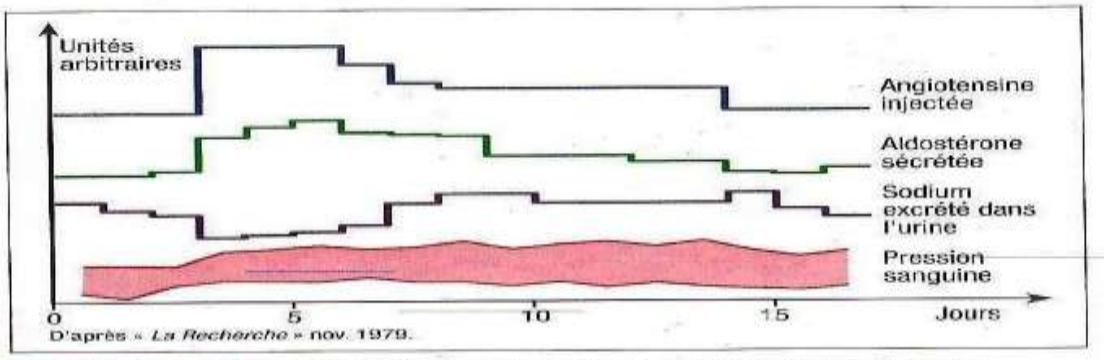
Activité 3 La régulation hormonale de la pression artérielle

A. Les corticosurrénales et la régulation de la pression artérielle :

Chez un animal surrénalectomisé (ablation des surrénales), on constate une hypertension provoqué 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 entraine une baisse considérable de la polyurie et de la quantité de Na^+ éliminé dans l'urine. On na démontré que les extrait de corticosurrénales contiennent une hormone appelée aldostérone.

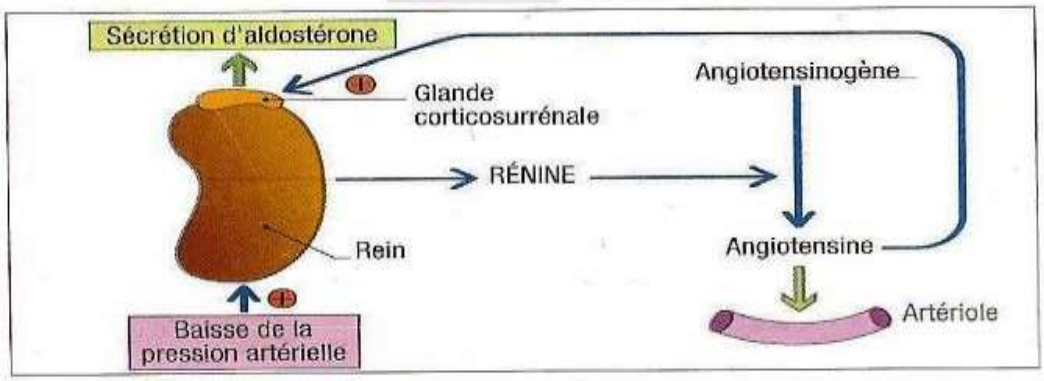
De plus, lorsqu'on soumet un mammifère à un régime pauvre en Na+, on note qu'il secrète beaucoup d'aldostérone. C'est l'effet contraire lorsque le régime est trop salé.



Document 13 : effet d'une injection d'angiotensine chez un individu normal sur la sécrétion d'aldostérone, l'excrétion du sodium et la pression artérielle.

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'angiostensinogène, 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.

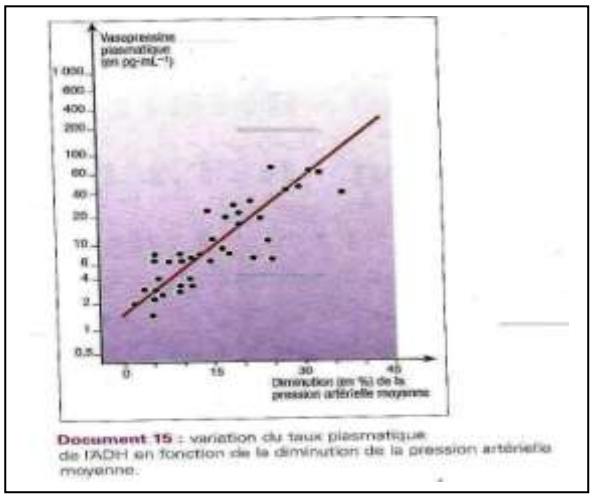


Document 14 : action de la rénine.

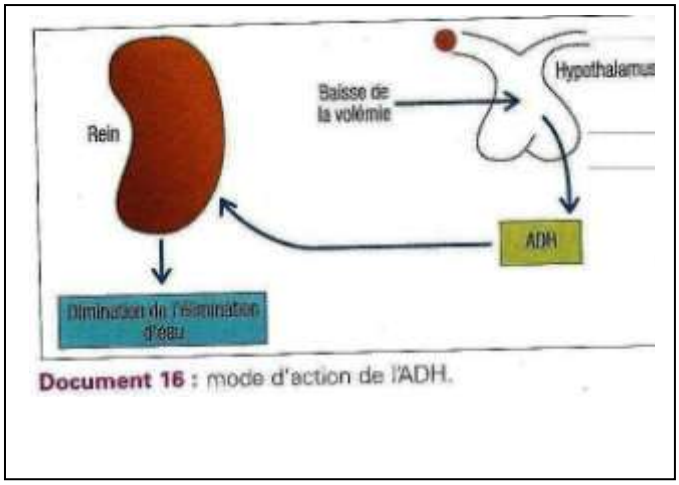
© Ouvrage élaboré par Aboubacar BOUARE & Issa COULIBALY /Professeur de SVT
79198269-65665696/76399806-66279590 Email: iss27coul@live.fr

C. L'hormone antidiurétique (ADH) et la régulation de la pression artérielle.

L'hormone antidiurétique est aussi appelée vasopressine. C'est une neurohormone produite par certains neurones de l'hypothalamus et secrétée au niveau de la post hypophyse.



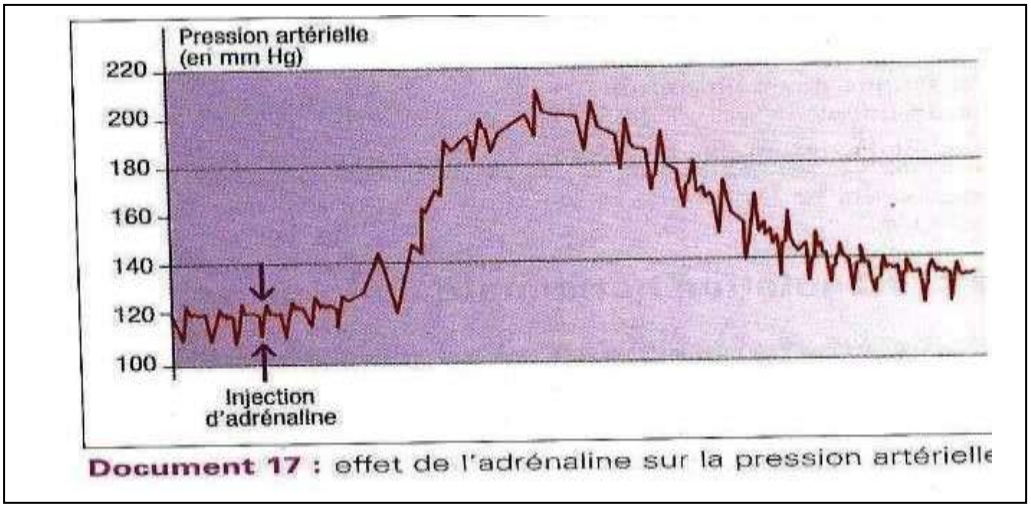
Document 15 : variation du taux plasmatique de l'ADH en fonction de la diminution de la pression artérielle moyenne.



Document 16 : mode d'action de l'ADH.

D. Le rôle de l'adrénaline et de la noradrénaline dans la régulation de la pression artérielle :

Ces deux hormones sont secrétées par la médullosurrénale et interviennent en cas de forte émotion et de stress. Elles provoquent entre autre, la vasoconstriction des artérioles dont la conséquence est illustrée par le document 18.



Document 17 : effet de l'adrénaline sur la pression artérielle

CONSIGNE : A partir des documents 13 à 17 et des textes qui les accompagnent

1. **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. 13 et 14)**
3. **Explique comment l'ADH intervient dans la régulation de la pression artérielle (doc. 15 et 16)**
4. **Quel est le mode d'action de l'adrénaline et de la noradrénaline dans la régulation de la pression artérielle (doc. 17).**

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

SYNTHESE GENERALE : BILAN DES ACTIVITES

I. La pression artérielle, une variable physiologique réglée:

La pression artérielle est la pression exercée par le sang sur les parois des artères. On la définit aussi comme étant un paramètre physiologique représentant la pression du sang dans le système circulatoire.

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) qui correspond à la phase de relâchement du cœur.

La pression artérielle dépend de la vitesse d'écoulement du sang. La vitesse d'écoulement de sang dépend elle aussi de la résistance des vaisseaux périphériques.

Le sang est maintenu sous pression dans tout le système circulatoire entre certaines limites (Valeur de consignes) afin de permettre l'irrigation sanguine de tous les organes du corps.

La pression artérielle se mesure au niveau des artères. Elle diminue progressivement au fur et à mesure qu'on s'éloigne du cœur selon le trajet :

Cœur → artères → artérioles → capillaires → veines → veinules.

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 (volume de sang expulsé par le cœur); au diamètre des vaisseaux qui conduisent le sang (calibre des canalisations), à la viscosité du sang et du volume de sang dans le corps. La modification de l'un des paramètres ci-dessus énumérés entraine une

variation de la pression artérielle. Cependant, pour que l'organisme ne court pas de graves dangers, la pression artérielle doit être maintenue entre certaines limites et cela nécessite des mécanismes de régulation.

II. La régulation nerveuse de la pression artérielle:

Elle est très rapide et permet de corriger en quelque secondes les variations brutales de la pression artérielle. Elle se caractérise par un ensemble de réactions réflexes dont les centres et voies nerveuses appartiennent au système nerveux autonome ou système nerveux neurovégétatif.
Voici l'innervation cardiaque.

1. En cas de hausse de la pression artérielle:

Les parois de la crosse aortique et du sinus carotidien possèdent des récepteurs sensoriels sensibles à une augmentation locale de la pression artérielle. Ces récepteurs convertissent cette distension des parois provoquée par la pression artérielle en un message nerveux afférent conduit par les nerfs de Herring et de Cyon vers le centre bulbaire parasympathique, cardio-modérateur.
Ce denier intègre le message et envoie un message nerveux efférent par les nerfs pneumogastriques au cœur ; cela entraine un ralentissement du rythme cardiaque.
Au même moment, les influx nerveux afférent qui arrivent au centre cardio-modérateur inhibent les centres sympathiques cardio-accélérateurs et vasomoteurs du bulbe et de la moelle épinière. Cela concourt au ralentissement du rythme cardiaque et à la vasodilatation de petites artères.
Ces actions conjuguées qui entrainent le relâchement du rythme cardiaque (bradycardie) et la vasodilatation des petites artères provoquent le retour de la valeur de la pression artérielle à ses limites de référence.

2. En cas de baisse de pression artérielle:

Les barorécepteurs de la crosse de l'aorte 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 et vasomoteurs n'étant plus inhibés par les effets d'une hausse de pression artérielle, participent aussi à l'accélération du rythme cardiaque et à la vasoconstriction de petites artères.
Ces actions conjuguées concourent à la remontée de la pression artérielle afin qu'elle retrouve une valeur de consigne entre ses limites de référence.

III. La régulation hormonale de pression artérielle:

Cette régulation intervient à moyen et à long terme, c'est-à-dire de quelque minutes à plusieurs jours. Dans l'organisme sont disséminés des capteurs de la variation de pression artérielle (barorécepteurs), des capteurs des variations de la volémie (volorécepteurs situés dans l'oreillette gauche et dans la veine cave inférieure), des capteurs de la pression osmotique.

1. La régulation par les reins:

Le rein est une porte importante de sortie d'eau contenue dans le plasma sanguin.
Une diurèse importante entraine une baisse de la pression artérielle (baisse de la volémie) et une importante élimination de Na. Le rein possède des cellules spécialisées dont les capteurs sont sensibles à la baisse de la pression artérielle et à une fuite importante de Na+.
Ces cellules réagissent en déversant dans le sang une enzyme appelée **rénine**, qui transforme l'**angiotensionogène**élaborée par le foie en une hormone circulante, l'**angiotensine**.
Cette dernière est un puissant vasoconstricteur qui permet le retour de la pression artérielle à sa valeur de référence. L'angiotensine agit également sur la corticosurrénale et stimule la sécrétion d'une autre hormone comme l'**aldostérone**.

Cette dernière agit sur les néphrons des reins et provoque la diminution de l'élimination de Na+ et par conséquent une baisse de la diurèse. Elle s'oppose donc à la baisse de la pression artérielle.

2. La régulation par le système hypothlamo-hypophysaire possédant des osmorécepteurs

Le système hypothlamo-hypophysaire possède des osmorécepteurs.

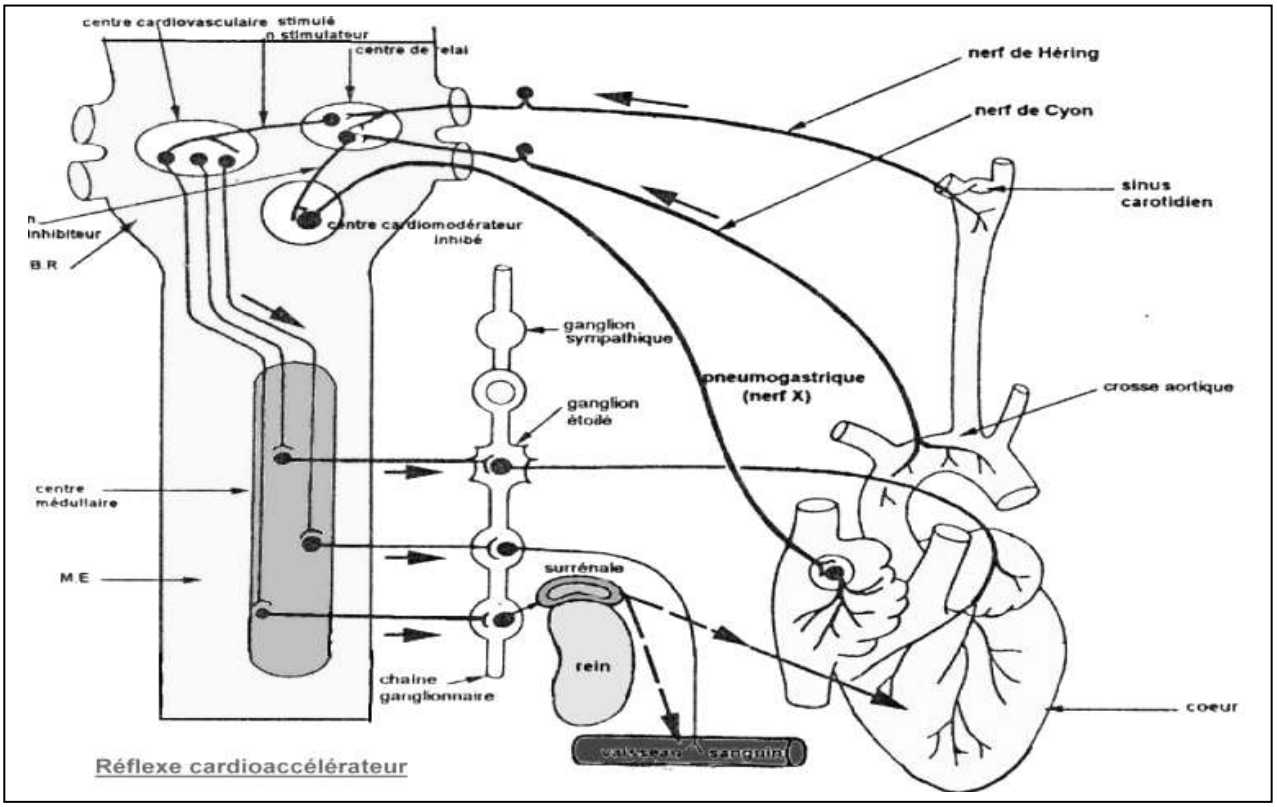
Une augmentation de la pression osmotique est liée à une diminution de la volémie et une importante présence de sels (Na+) dans le plasma. La réaction du système hypothlamo-hypophysaire consiste en la sécrétion d'une hormone appelée **A.D.H** (hormone antidiurétique) ou de la **vasopressine**, hormone produite par les cellules hypothalamiques mais secrétée au niveau de la posthypophyse. L'A.D.H 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, à un retour de la pression artérielle à sa valeur de consigne. La sécrétion de l'A.D.H est aussi stimulée par angiotensine.

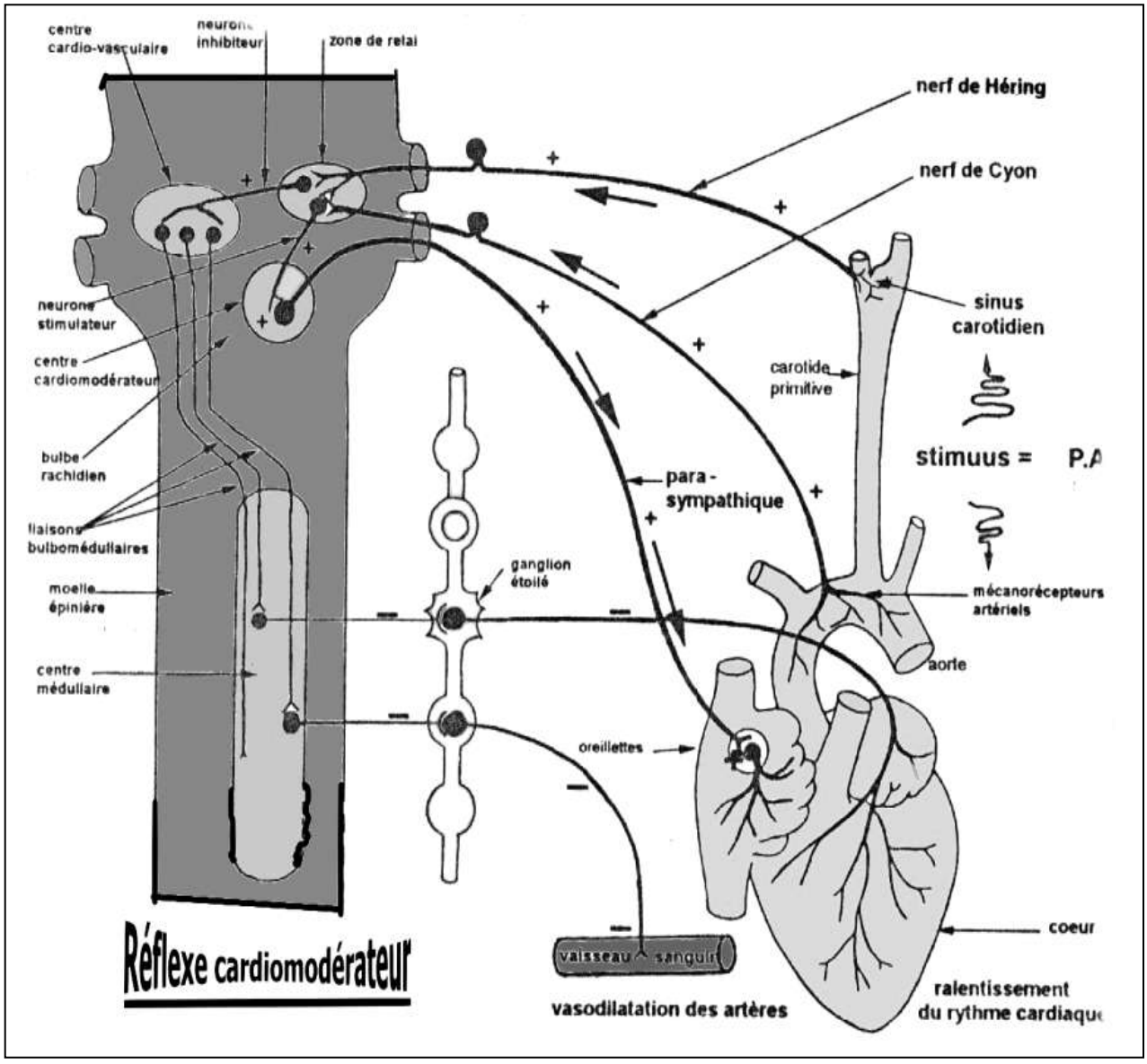
3. La régulation par la médullo-surrénale:

La médullo-surrénale sécrète, en cas de stress ou de forte émotion, deux hormones: l'**adrénaline** et la **noradrénaline**. Ces deux hormones qui ont pour effet de préparer l'organisme à l'effort, provoquent une accélération de rythme cardiaque et la vasoconstriction des artérioles. Ce sont des hormones hypertensives.

<u>Conclusion :</u>

La régulation de la pression artérielle est une régulation neuro-hormonale intégrée au cours de laquelle les effecteurs tels que le cœur, les artères, les artérioles et les reins, reçoivent en permanence des messages nerveux et hormonaux à l'origine du contrôle du débit cardiaque, du volume du sang, du calibre des vaisseaux et en définitive du maintien de la pression artérielle entre ses limites de référence.




centre
cardio-vasculaire
neurone
inhibiteur
zone de relai
nerf de Héring
nerf de Cyon
sinus
carotidien
neurone
stimulateur
centre
cardiomodérateur
carotide
primitive
stimuus =
bulbe
rachidien
para -
sympathique
liaisons
bulbomédullaires
ganglion
étoilé
moelle
épinière
mécanorécepteurs
artériels
centre
médullaire
aorte
oreillettes
coeur
vaisseau sanguin
ralentissement
du rythme cardiaque
vasodilatation des artères
Réflexe cardiomodérateur

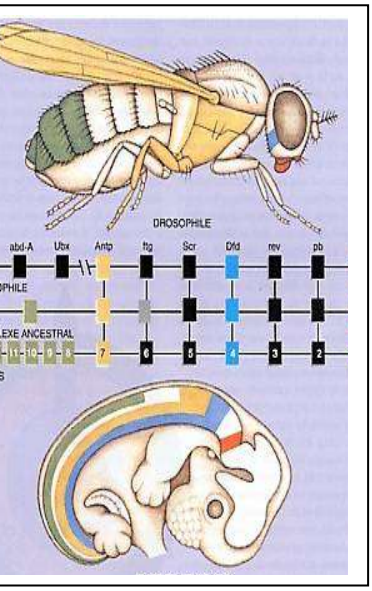
SEPTIEME PARTIE

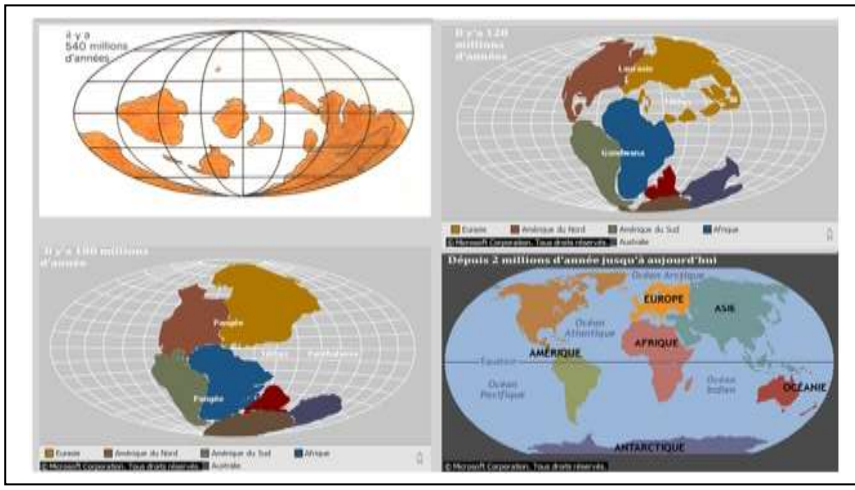
CONCEPT GENERAL :

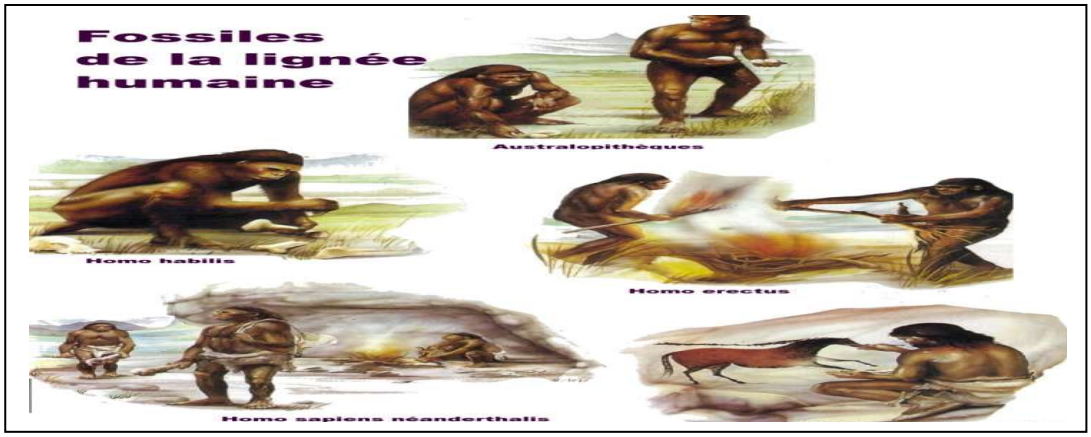
L'évolution de la terre et du monde vivant / 4 semaines

LES SOUS-CONCEPT :

1. ***L'histoire et l'évolution de la Terre et des êtres vivants (7h)***
2. ***Les mécanismes de l'évolution (3h)***
3. ***La lignée humaine (9h)***
4. ***Géologie du Mali (9h)***







© Ouvrage élaboré par Aboubacar BOUARE & Issa COULIBALY /Professeur de SVT
79198269-65665696/76399806-66279590 Email: iss27coul@live.fr

1 SOUS-CONCEPT 1 : L'HISTOIRE ET L'EVOLUTION DE LA TERRE ET DES ETRES VIVANTS

SITUATION PROBLEME :

Une observation nocturne du ciel nous montre une multitude d'objet scintillant disséminé en différents endroit de l'espèce ; ces objets sont en réalités des étoiles qui appartiennent à notre galaxie et au nombre desquels figure le soleil. Le soleil est un astre qui se trouve au centre du système solaire et autour duquel gravite de nombreuses planètes dont la terre.

La terre est la seule planète du système solaire qui possède une couche constituée d'eau liquide (l'hydrosphère) et une couche riche en dioxygène (l'atmosphère). Aussi la présence de dioxygène sur la terre a rendu la vie possible sur cette planète.

L'étude de la structure du globe terrestre en classe de onzième a montré que la terre est formée de couches concentriques superposées qui sont de l'intérieur vers l'extérieur : Le noyau (riche en fer et en nickel), Le manteau, La croute terrestre

Le manteau supérieur et la croute terrestre forme à la surface de la terre une enveloppe superficielle appelée lithosphère qui recouvre une couche fluide constitué uniquement par le manteau inferieur et qui forme l'asthénosphère. La lithosphère est formée de plaque rigide qui glisse sur l'asthénosphère.

Les matériaux présent à la surface de la terre et ceux qui affleurent sont exposés aux conditions du milieu et cela occasionne leur dégradation et la formation des sols. L'étude des sols a révélé l'existence d'êtres primitifs dont les restes ou traces ont été conservé à travers les séries sédimentaires.

A partir de ces constats, on peut se demander :

- **Quelle est l'origine et l'évolution de la planète terre ?**
- **Quelle est l'origine et l'évolution des êtres vivants ?**
- **Quelles sont les grandes crises géologiques et leurs influences sur les êtres vivants ?**
- **Existe-t-il des liens de parenté entre les êtres vivants ?**

LES ACTIVITES

A. Origine et évolution de l'univers, des galaxies, des étoiles et des planètes

Activité 1 Origine et expansion de l'univers

1. Origine de l'univers :

Au début, il existait un milieu très chaud et dense constitué de particules physiques élémentaires. L'univers s'est formé, il y 'a vingt (20) milliards d'années environs à la suite d'une explosion primordiale, « le big bang ». une énergie colossale en matière. L'univers est constitué d'un grand nombre de galaxies, qui sont groupé en amas, soit distants de quelques millions d'années lumière (1 année lumière = 10 16 Km (9500 milliards de kilomètre))

Les galaxies (à l'exemple de la voie lactée qui est notre galaxie) se sont formées à partir des matières stellaires

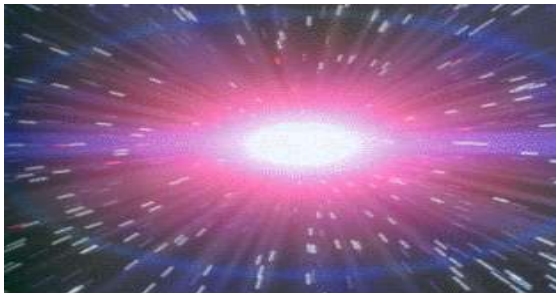




Fig. A : Le Big Bang (20 milliards d'années)



Fig. B : du Big bang à la création de l'univers

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

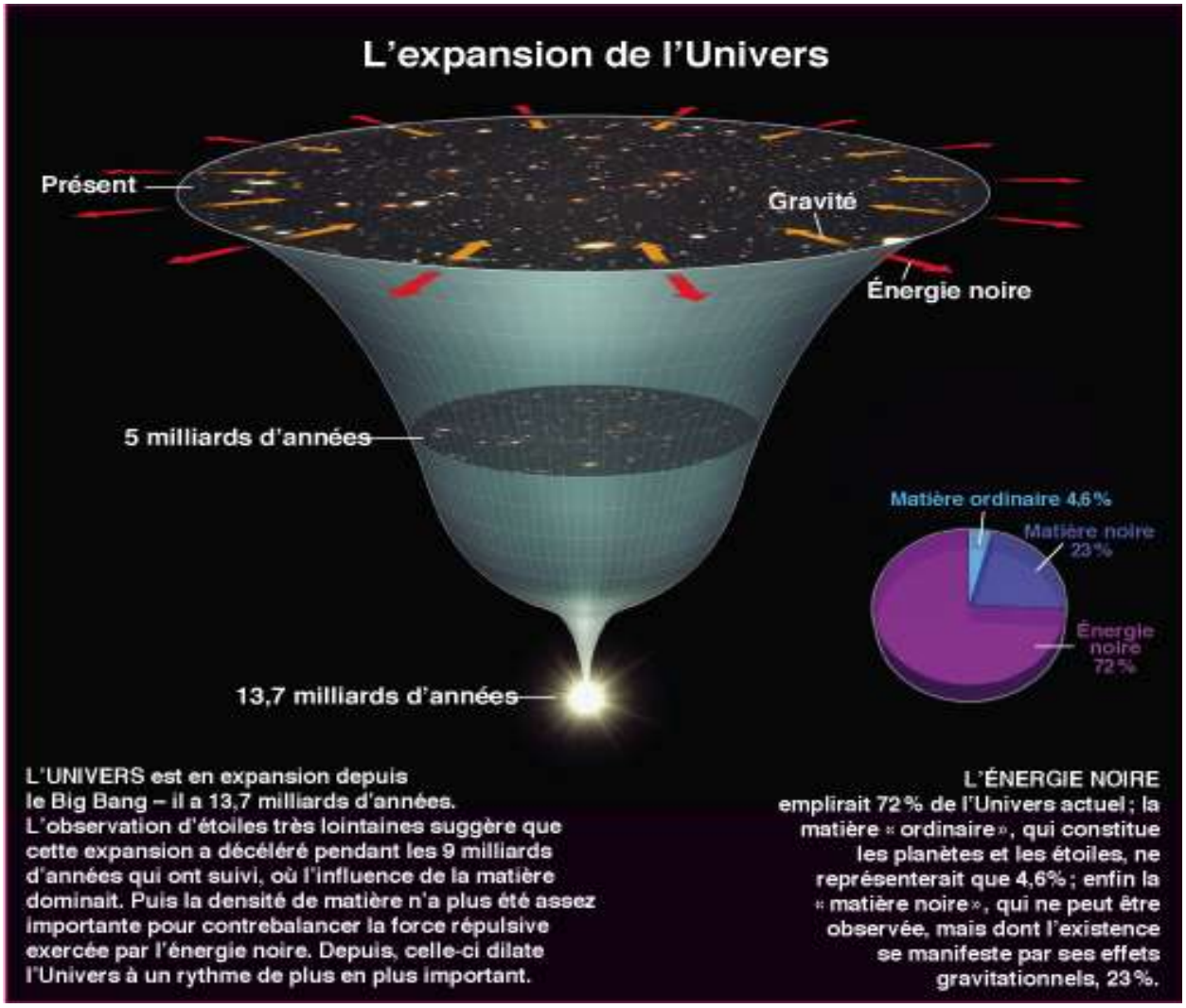
1. **Quel est le phénomène responsable de la création de l'univers ?**
2. **Cite les conséquences de ce phénomène**
3. **Nomme la période de la création de l'univers**
4. **Identifie quoi se compose l'univers ?**

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……

2. De la formation des galaxies à l'expansion de l'univers:

Depuis le big bang, de nombreuses galaxies se sont formé dans l'univers. Ces galaxies sont en expansion continue et elles s'éloignent les unes des autres à des dimensions proportionnelles à l'échelle de l'univers. La figure ci-dessus montre comment l'univers a évolué depuis le big bang



CONSIGNE : A partir de l'exploitation des documents ci-dessus, décris les conséquences du Big- bang

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……

Activité 2 Origine et évolution du système solaire

A. Une galaxie regroupe des milliards d'étoiles et son diamètre moyen est d'environ 10^{18} Km. Sur un des bras de notre galaxie, la voie lactée, se trouve notre étoile, le soleil qui se trouve au centre du système solaire. Le système solaire s'est formé à partir d'éléments chimiques et de poussières issus d'une grosse étoile ayant explosé, appelée supernovae. Dans le centre de cette étoile, la température permettait la formation d'éléments chimiques variés par fission ou fusion. L'onde occasionnée par l'explosion de l'étoile a permis la formation de grains solides par agglomération d'une partie de gaz et de poussières. L'ensemble a formé la nébuleuse solaire froide à l'origine du système solaire

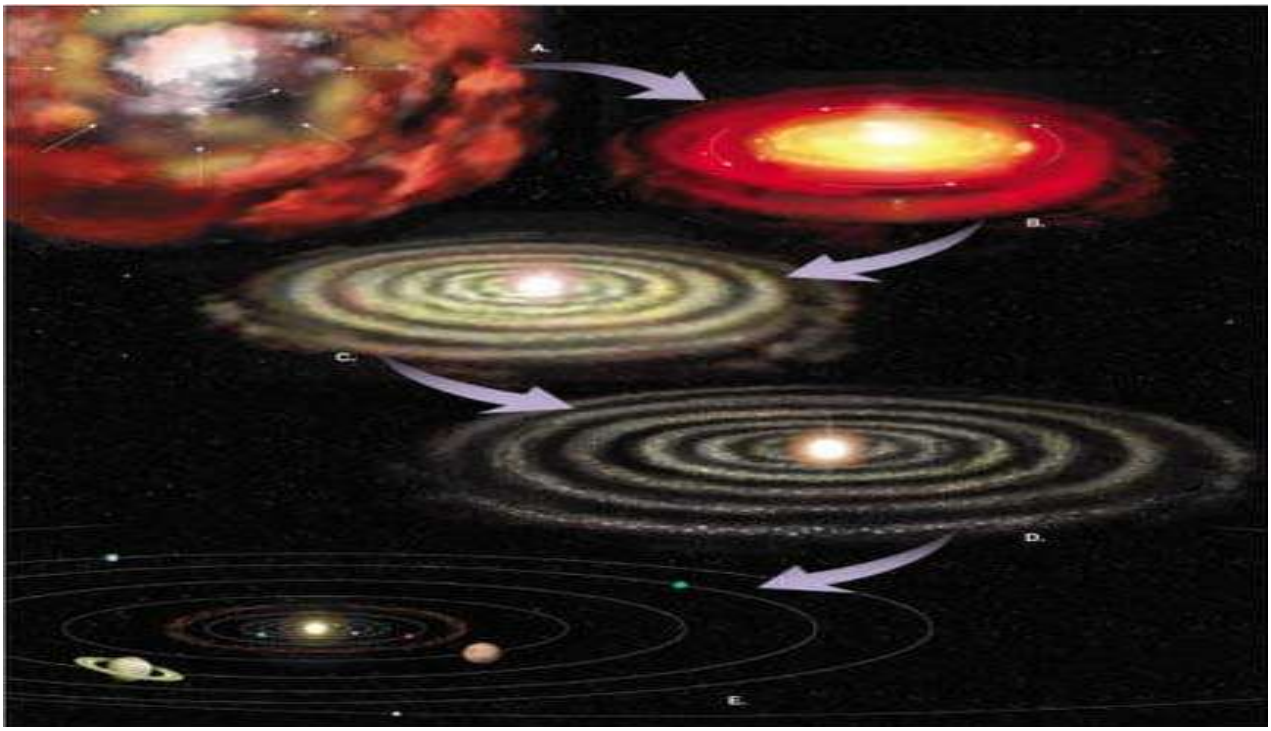
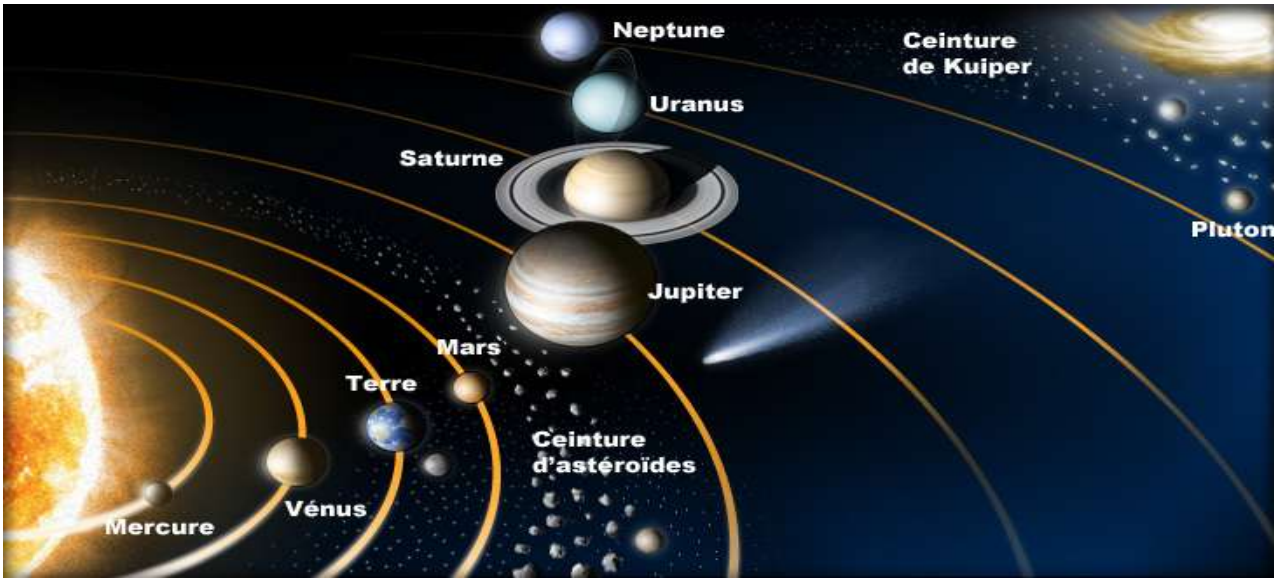


Fig : les étapes de la formation du système solaire, il y'a environ 4,6 milliards d'année

Un million d'année après l'explosion de la supernova, le soleil est déjà formé au centre de la nébuleuse, ou l'abondance des atomes de dihydrogène (H_2) et la température permettent des réactions thermonucléaires. A la périphérie de la nébuleuse, la terre et les autres planètes se forment. Le document suivant présente le système solaire à l'heure actuelle



CONSIGNE : À partir de l'exploitation des documents et schéma ci-dessus,

1) **Décris et explique les étapes de la formation du système solaire**
2) **Cite les éléments qui composent le système solaire**
3) **Identifie sa période de formation**

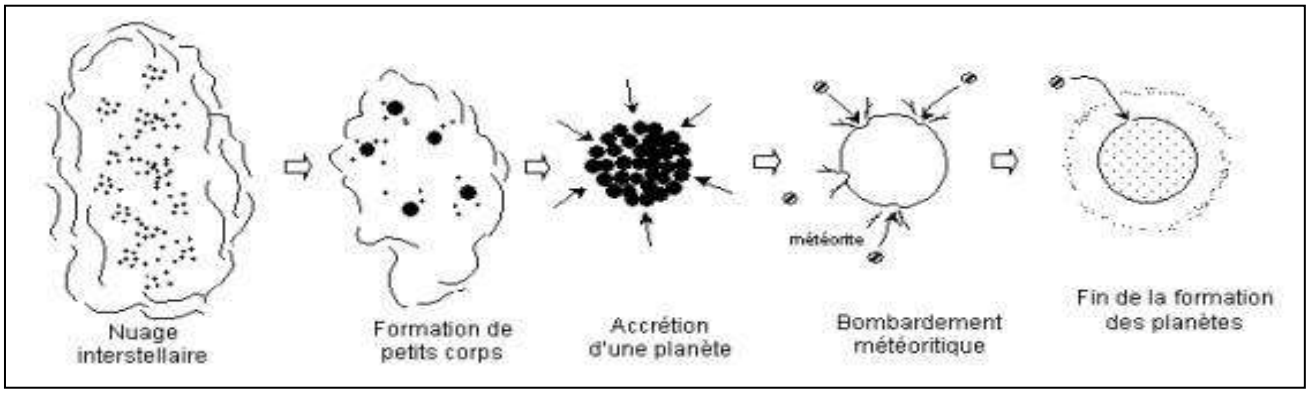
SYNTHESE PARTIELLE :

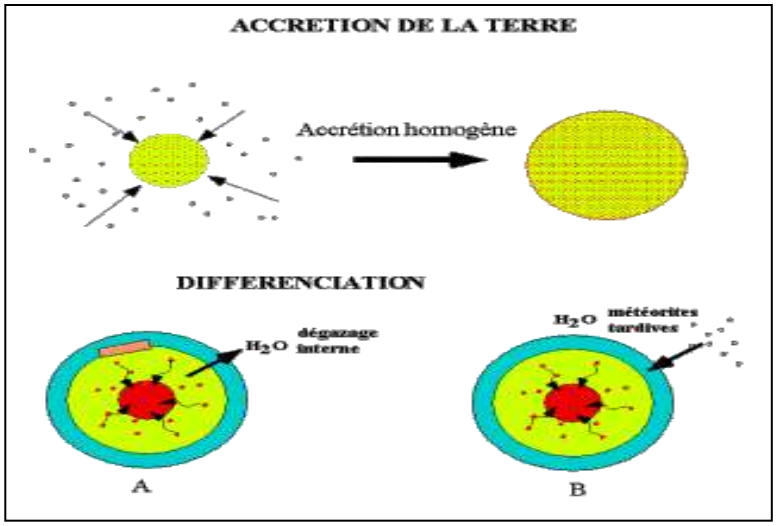
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Activité 3 Origine, structure et évolution de la terre

1. *Origine de la terre:*

La terre, troisième planète en orbite autour du soleil, s'est formée il y'a 4,6 milliards d'année. La terre primitive était une sphère de magma, basaltique sans continents ni océans. Sa température était supérieure à 2000 °C. Elle s'est refroidit très lentement en raison d'une forte énergie interne (volcanisme intense) et d'un important bombardement météoritique. Les figures ci dessous présentent le processus de formation des planètes dont la terre





CONSIGNE :

A partir de l'observation du schéma ci-dessus,

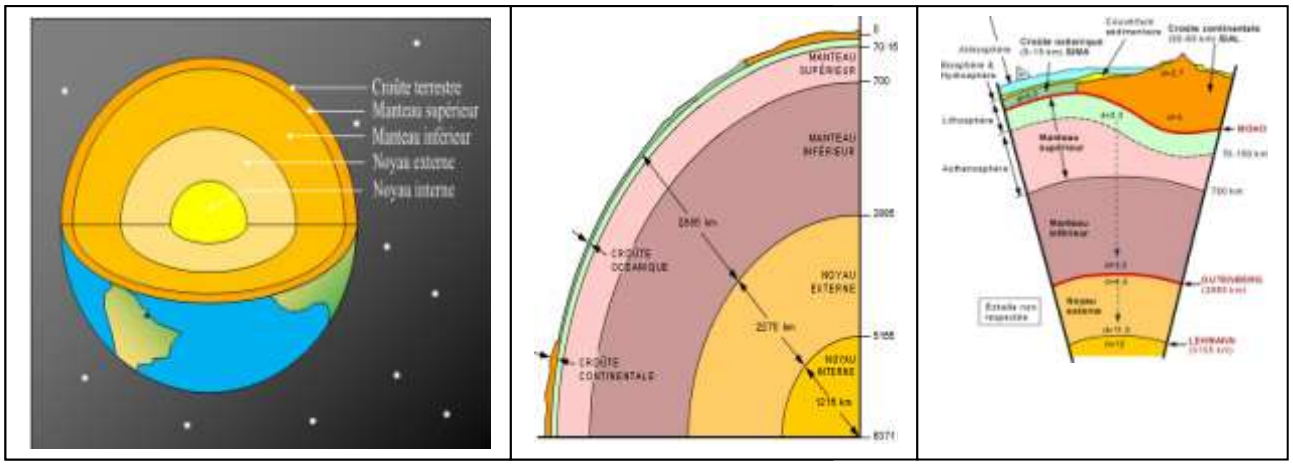
1. **Explique le mécanisme de formation de la planète terre**
2. **Nomme sa période de formation**

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……

2. *Structure interne de la terre :*

La planète terre est formé de couche successive de composition chimique et de propriétés physiques différentes. Ces couches sont superposées les unes sur les autres et sont caractérisées par des activités qui marque la vitalité de la terre. On distingue du centre vers la périphérie, le noyau, le manteau et la croute



CONSIGNE : A partir de l'exploitation du document ci-dessus, Décris la structure interne du globe terrestre

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

3. *Evolution de la terre :*

La croute basaltique de la terreprimitive s'épaissit par des plutons granitiques d'origine plus profonde, formant les continents.

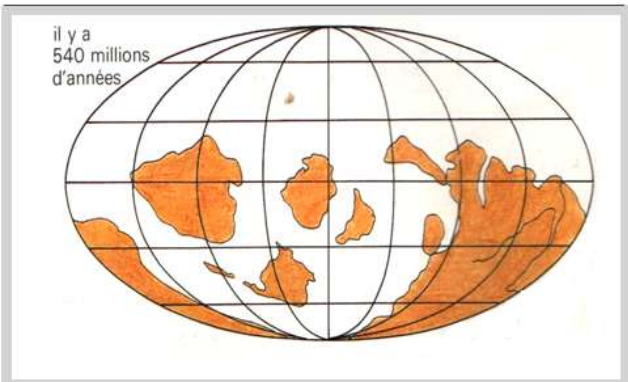
Le manteau terrestre se solidifie également. Cependant, il reste animé d'un mouvement lent de convection à l'état solide. Cette convection permet d'évacuer l'énergie thermique encore contenue dans la terre.

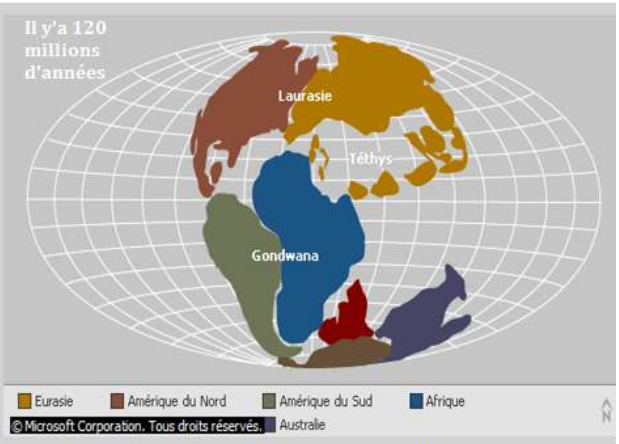
Les plaques lithosphériques, épaisses, rigides, stables et presque indéformables, sont les manifestations visibles de cette convection thermiques.

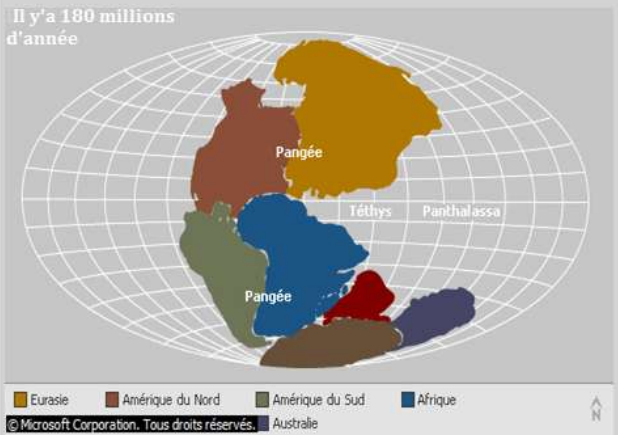
L'atmosphère terrestre primitive se forme par dégazage du magma métallique au cours de la différenciation du manteau du noyau (100 premiers millions d'années de l'existence de la terre). Elle est constituée de vapeur d'eau (CO_2), d'un peu d'azote (N_2) et des traces de monoxydes de carbone (CO), de méthane (CH_4) et d'ammoniac (NH_3). Elle ne contient pas de dioxygène. Par condensation de la vapeur d'eau de l'atmosphère primitive, il y'a un grand déluge d'eau liquide et les océans primitifs se forment

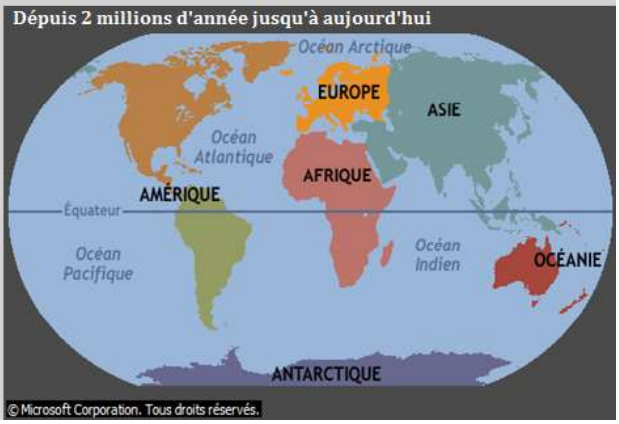
D'autres informations sur l'évolution morphologique de la terre nous sont fournies par l'étude des continents et des fonds océaniques. En raison de la tectonique des plaques, l'âge des fonds océaniques ne dépasse pas 200 millions d'années.

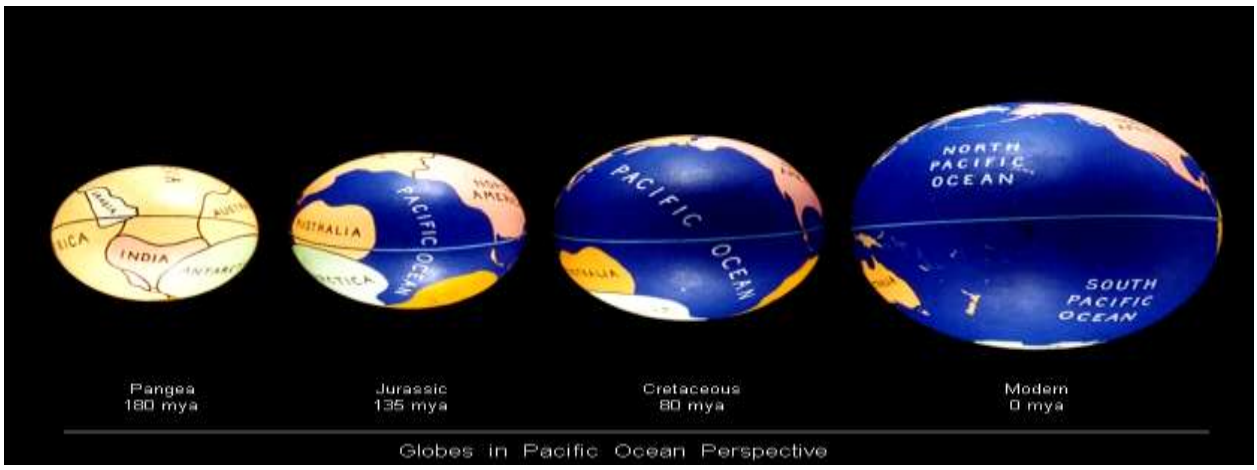
L'énergie libérée lors de la collision de corps très hétérogènes durant l'accrétion, a entrainé la fonte partielle des matériaux. Les éléments lourds ont été entrainés vers le centre, les éléments légers à la périphérie, tandis que les éléments gazeux se sont échappés au cours des phénomènes volcaniques très intenses, pour former l'atmosphère initiale retenue autour de la terre par force d'attraction.











CONSIGNE : **A partir de l'exploitation des documents ci-dessus,**

1) **Explique ce qui est à l' origine du noyau terrestre**
2) **Explique ce qui caractérise l'évolution morphologique de la planète terre pendant la période allant de -200 à -60 millions d'années**
3) **Explique ce qui caractérise l'évolution chimique de la planète terre**
4) **Décris les étapes de la formation de l'atmosphère**
5) **Explique à l'aide d'argument la formation des premiers océans**
6) **Démontre par des arguments tirés des documents que l'ouverture de l'océan atlantique n'a pas eu lieu partout en même temps**

SYNTHESE PARTIELLE :

Activité 1.B origine de la vie sur terre

1) Les premières formes de vie :

Les conditions sur terre il y'a 3,8 milliards d'année sont différentes de celles que nous connaissons aujourd'hui :

- L'eau de mer a une température de 80°C ;
- Il n'ya pas de dioxygène ;
- Les gaz émis par les éruptions volcaniques (H_2O, CO_2, CH_4.)
- Le rayonnement ultraviolet est intense. C'est dans ces conditions que se forment dans l'eau de mer les premières molécules organiques à partir de molécules minérales. Par un processus mal connu, les premiers êtres vivants, les bactéries (des organismes très simples), apparaissent à partir des premières molécules organiques.

Cette proposition scientifique s'appuie d'une part sur des résultats d'expériences menées au laboratoire par des chercheurs telles que l'américain Stanley Miller qui, dans un ballon réunissant toutes les conditions de la terre primitive énumérées plus haut ,a obtenu des molécules organiques diverses : acides aminées, nucléotides, sucres et acides gras ; d'autre part , on sait qu'au fond des océans actuels, dans les zones des rifts océaniques , vivent des bactéries anaérobies à une températures supérieures à 80 °C. Enfin, les plus anciens fossiles connus sont âgées de 3,5 milliards d'années : ce sont des bactéries. Celles dépourvues d'un véritable noyau.

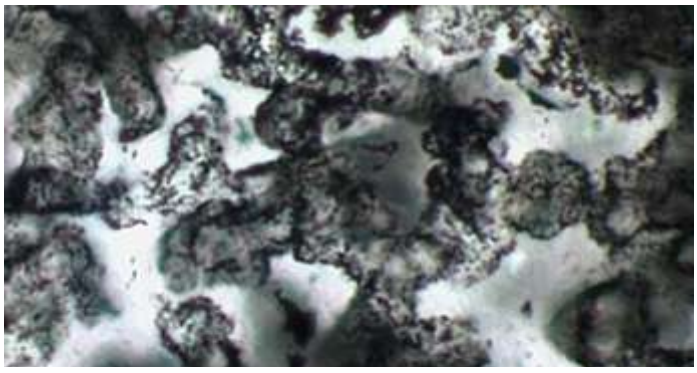


Fig A : bactéries fossiles observées au microscope, dans des roches datées de 3,6 milliards d'années

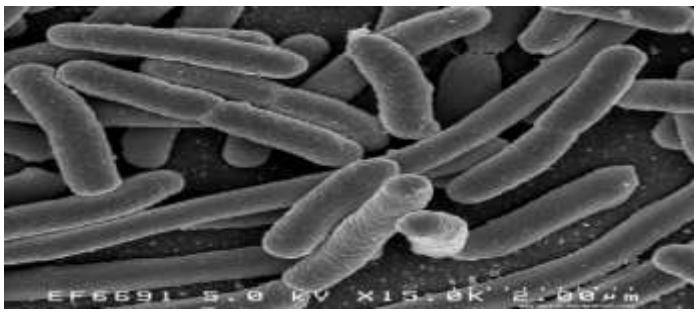
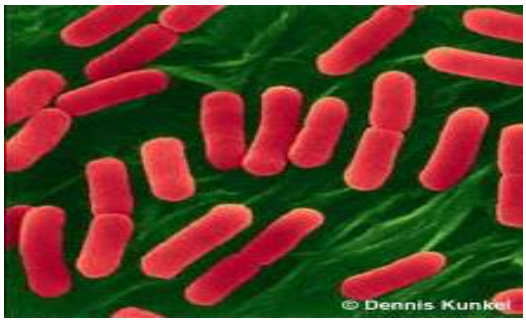


Fig B : bactéries actuelles

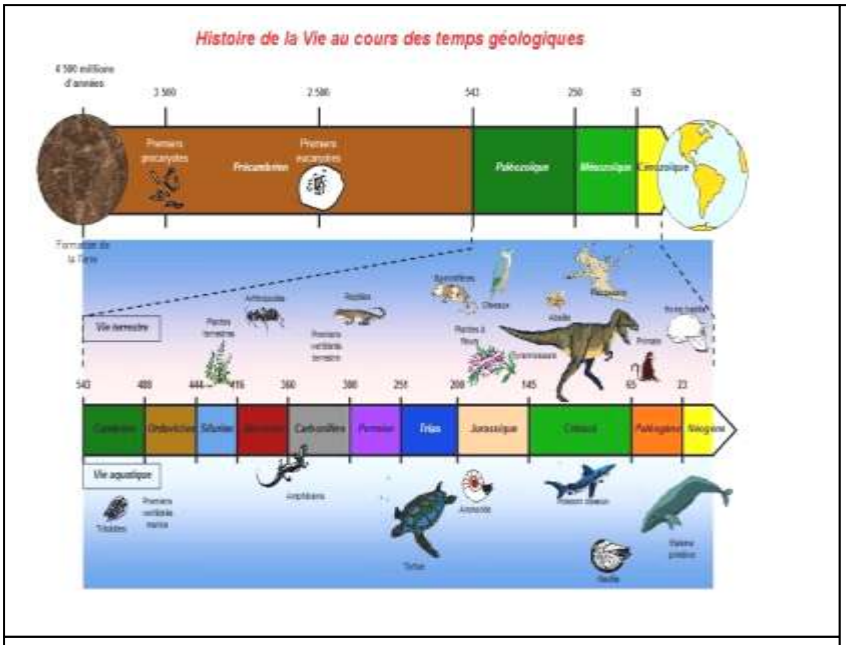


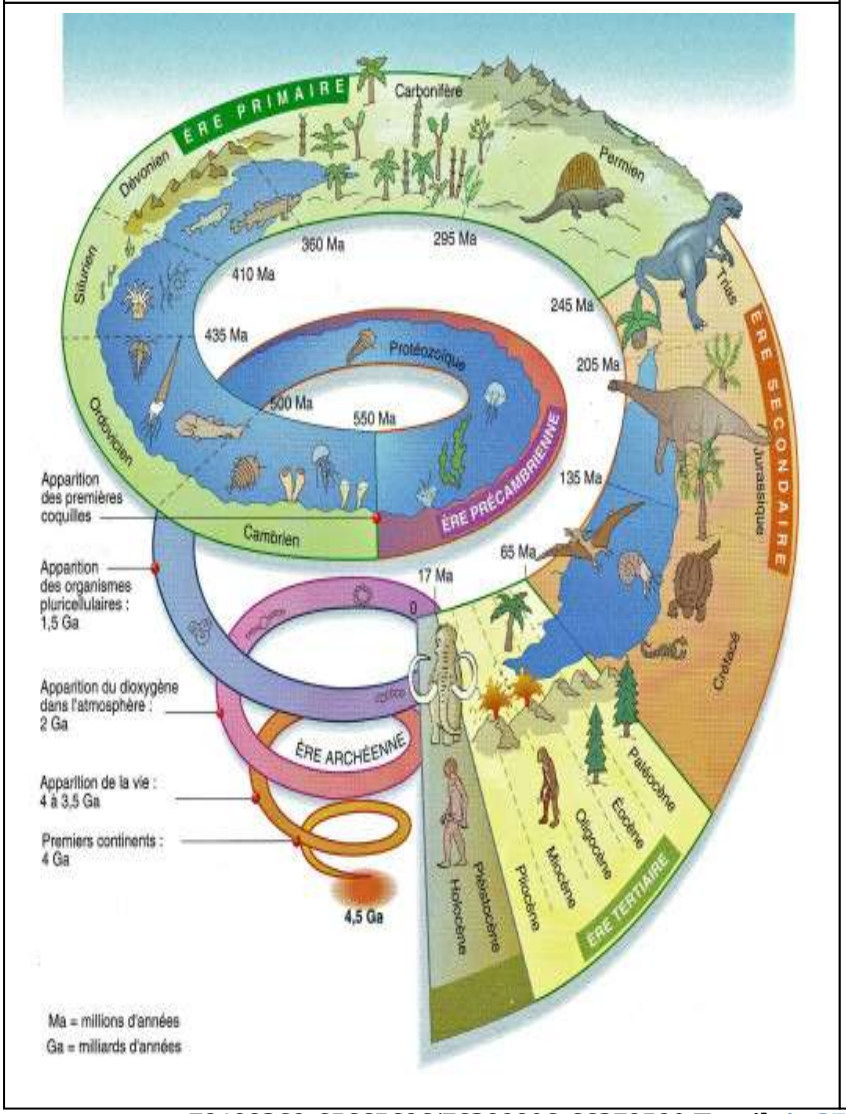
Les bactéries fossiles (fig A) présentent des cellules d'environ 2 micromètre de taille

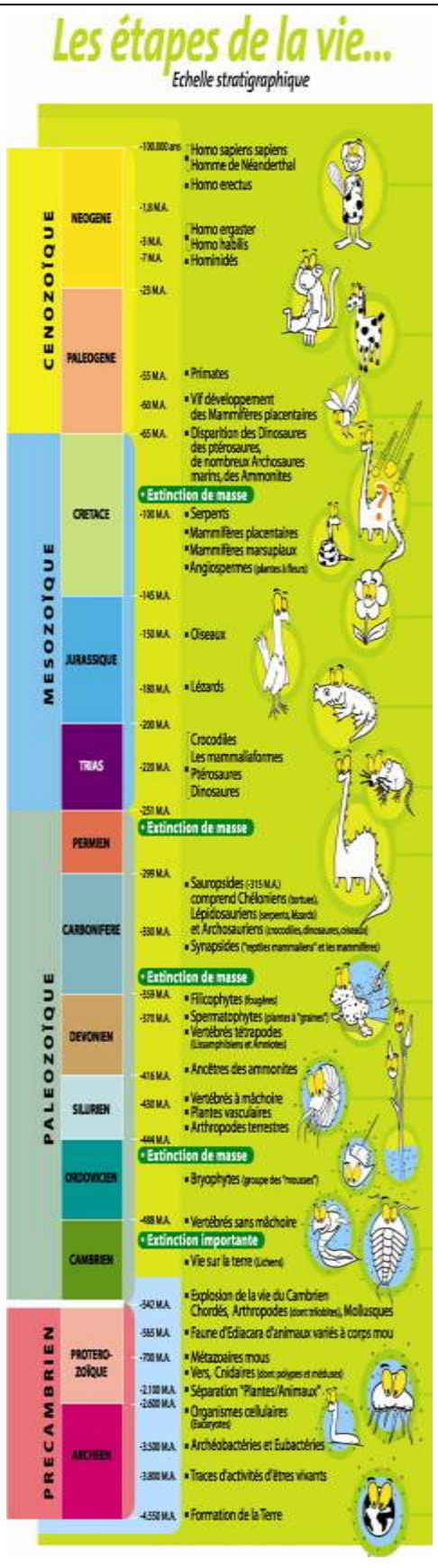
Des expériences ont montré qu'en reproduisant approximativement les conditions régnant dans l'hydrosphère et l'atmosphère primitive, il se forme des molécules organiques que l'on retrouve chez les êtres vivants appelées molécules prébiotiques (acides aminés, nucléotides, glucose, ATP, etc.) certains de ces météorites ont été retrouvées dans les météorites

2) Des premières formes de vie aux formes actuelles :

Ils existent une très grande diversité d'êtres vivants (environs dix millions d'espèces). Les figures suivantes établissent un rapport entre l'évolution de la planète terre et celle des êtres vivants au cours des temps géologiques







CONSIGNE : A partir de l'exploitation des documents ci-dessus,

1) Nomme la période d'apparition de la vie sur terre
2) Quelles sont les premières formes de vie apparus sur terre ?
3) Détermine les conditions ayant rendu la vie possible
4) Nomme la période qui marque le passage des cellules procaryotes aux cellules eucaryotes
5) Nomme les êtres vivants responsables de l'augmentation de dioxygène dans l'atmosphère ? nomme le phénomène par lequel cela a été possible
6) Trouve la période d'apparition de l'espèce humaine planète terre
7) Sur quel axe de temps allant de -3, 5 millions d'années à nos jours, indiquent les périodes d'apparition des bactéries, des cellules à noyau, des êtres vivants pluricellulaires, des vertébrés, des plantes, des oiseaux et des primates

SYNTHESE PARTIELLE :

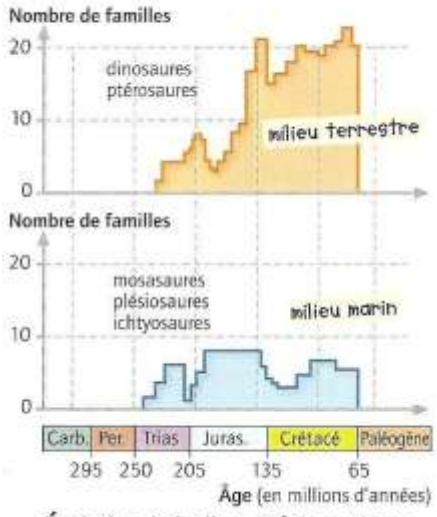
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Activité 2. B Evolution de la vie sur la planète terre : les preuves de l'évolution

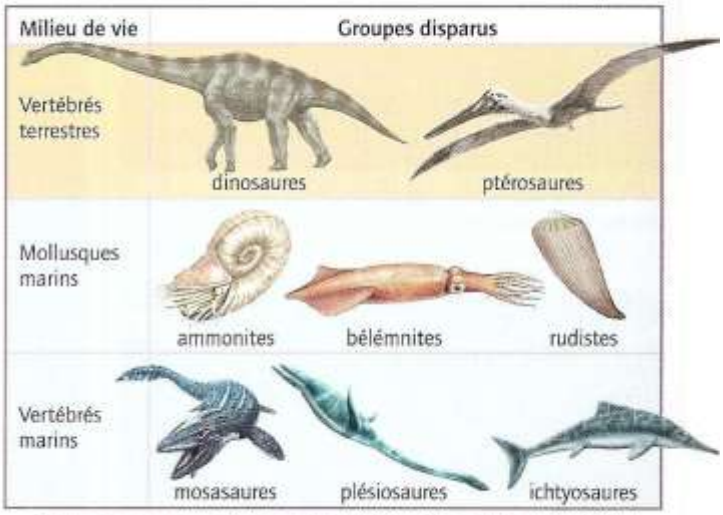
Des crises géologiques à l'évolution des êtres vivants :

3(

La crise majeure de la biodiversité qui s'est produite à la limite entre le Secondaire et le Tertiaire est l'une des cinq crises connues ayant affecté un grand nombre de groupes sur l'ensemble de la Terre

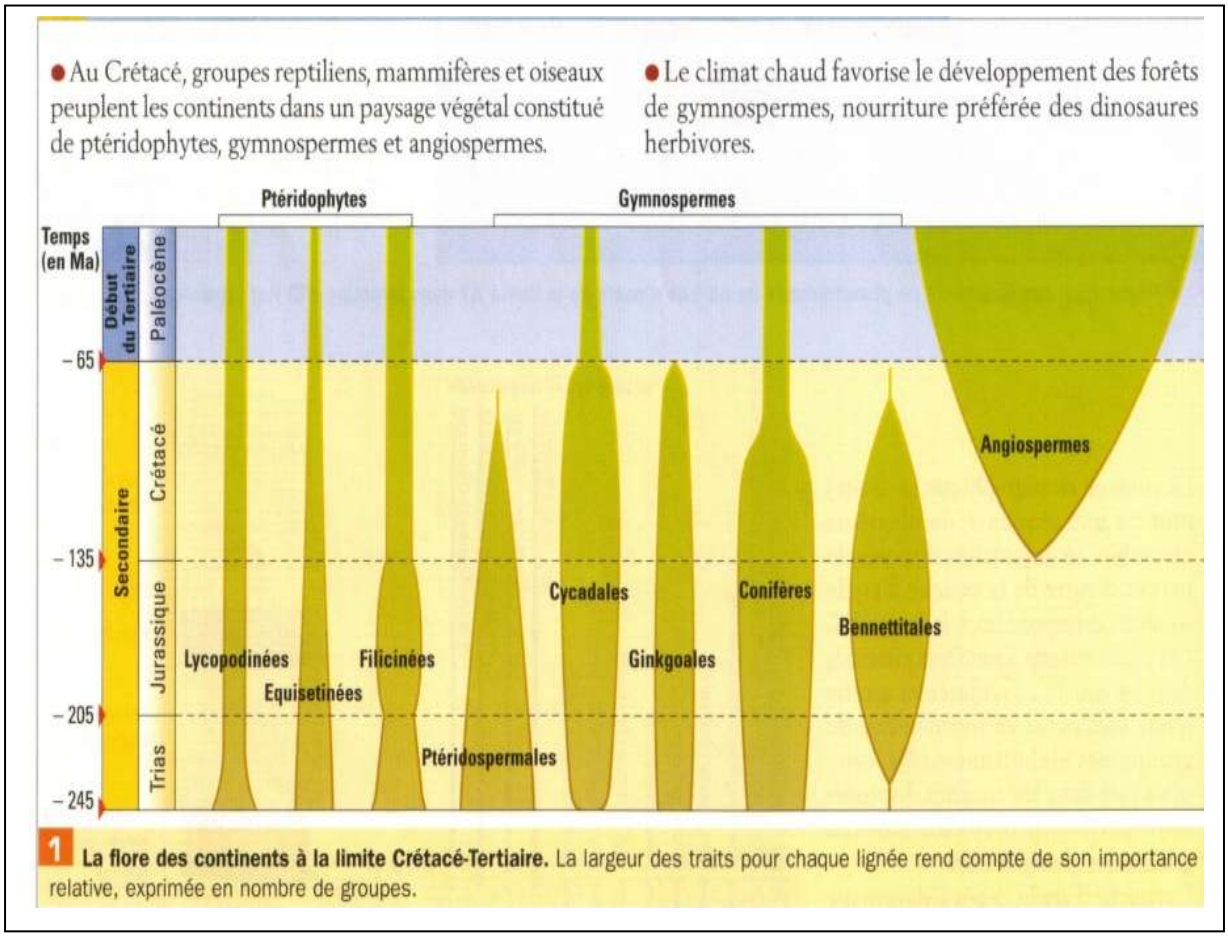


Évolution de la diversité de quelques groupes de vertébrés au cours du temps.

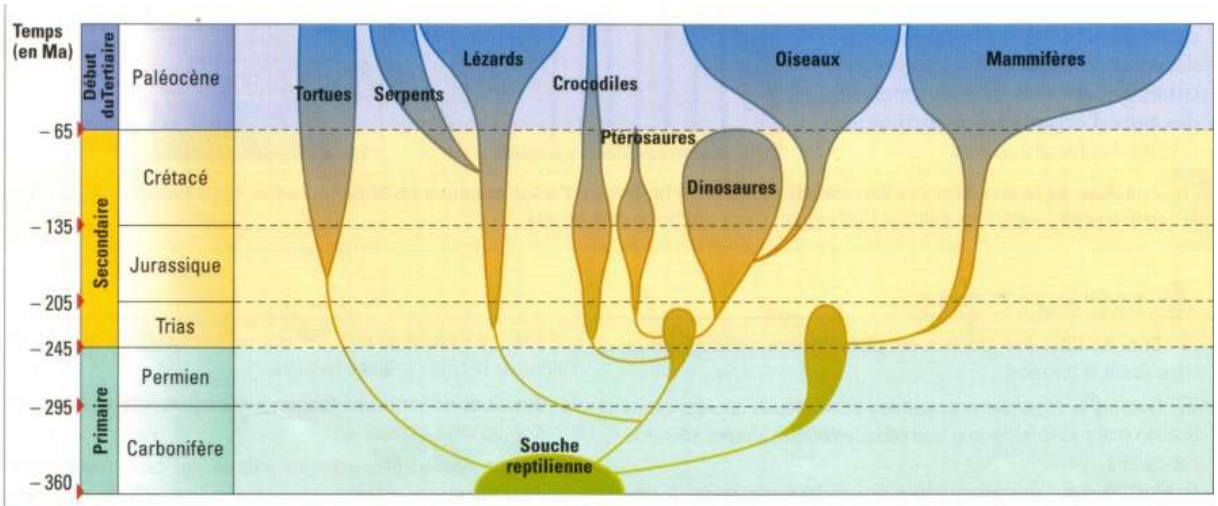


Quelques groupes disparus il y a 65 millions d'années (Ma).
En milieu marin, ce sont 75 % des espèces qui ont disparu de la Terre.

1) évolution des reptiles du primaire et du secondaire



1 La flore des continents à la limite Crétacé-Tertiaire. La largeur des traits pour chaque lignée rend compte de son importance relative, exprimée en nombre de groupes.



2 **Les vertébrés terrestres à la limite Crétacé-Tertiaire.** La largeur des traits pour chaque lignée rend compte de son importance relative, exprimée en nombre de groupes. Chez les poissons d'eau douce et les amphibiens, le taux des extinctions ne varie pas de façon significative à la limite KT.

CONSIGNE : A partir de l'analyse des documents ci-dessus,

- **Détermine les grandes crises biologiques**
- **Quelles sont les conséquences de ces crises ?**

SYNTHESE PARTIELLE :

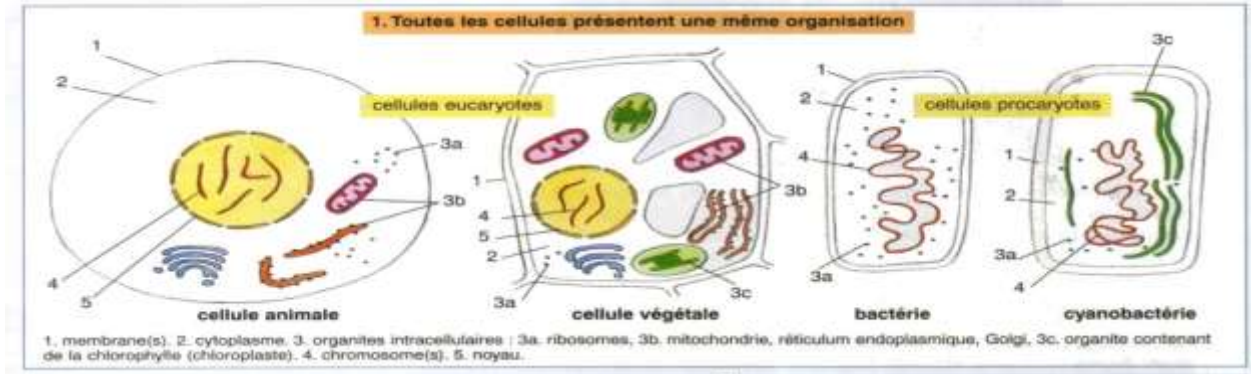
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

© Ouvrage élaboré par Aboubacar BOUARE & Issa COULIBALY /Professeur de SVT
79198269-65665696/76399806-66279590 Email: iss27coul@live.fr

Activité 3. B Relation de parenté entre les êtres vivants et phylogenèse

a) Au niveau cellulaire :

La cellule est l'unité morphologique et physiologique des etres vivants. On distingue la cellule procaryote depourvue de noyau et la cellule eucaryote possedant un veritable noyau (compartiment separé du reste de la cellule et qui contient le materielgenetique).



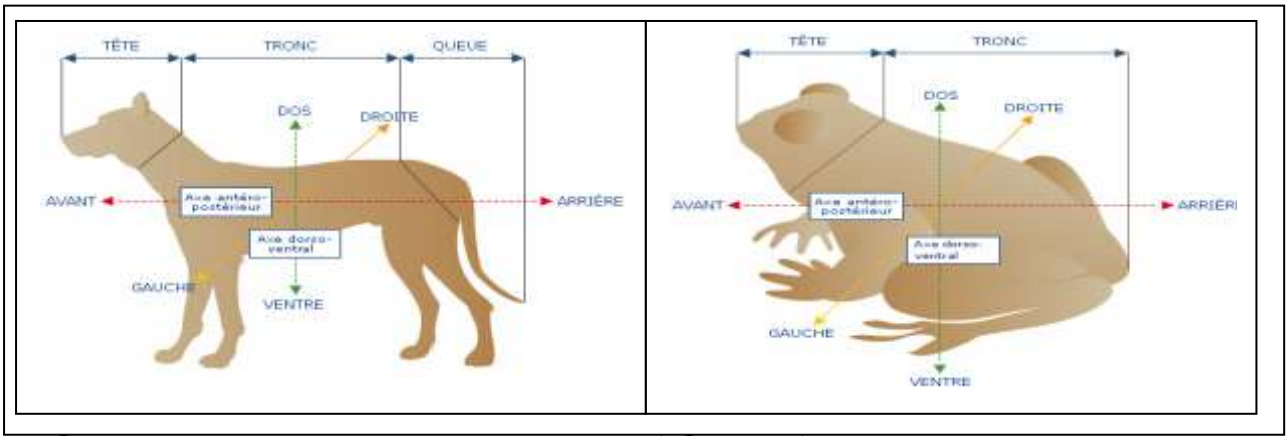
CONSIGNE : A partir de l'observation des figures ci-dessus, identifie l'élément communs à toutes les cellules vivantes et conclure

SYNTHESE PARTIELLE :

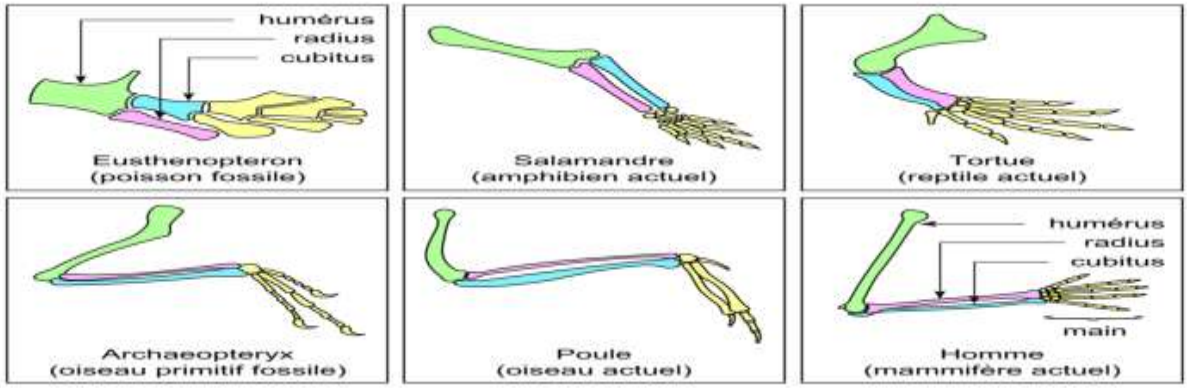
……
……
……
……
……

b) Au niveau anatomique et morphologique :

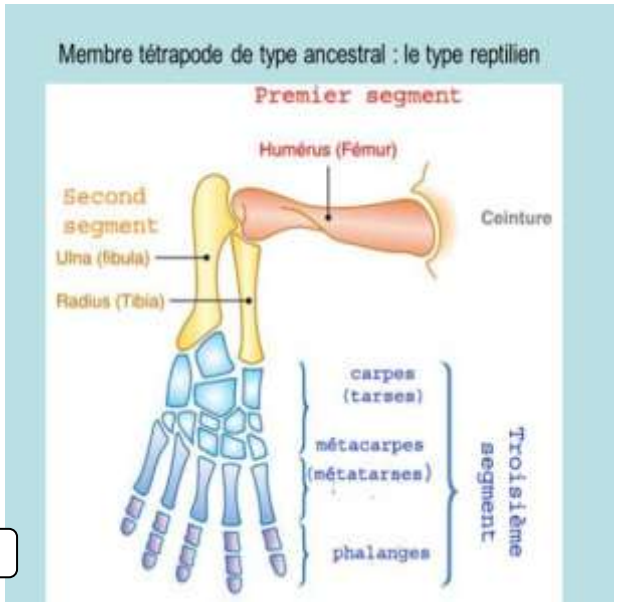
Certains êtres vivants présentent assez de caractères morphologiques identiques et on pourrait établir des liens de parentés entre ces vivants. Par exemple chez les vertébrés, la disposition du squelette et des organes fait apparaitre des axes de polarité dont la comparaison permet de dégager un même plan d'organisation



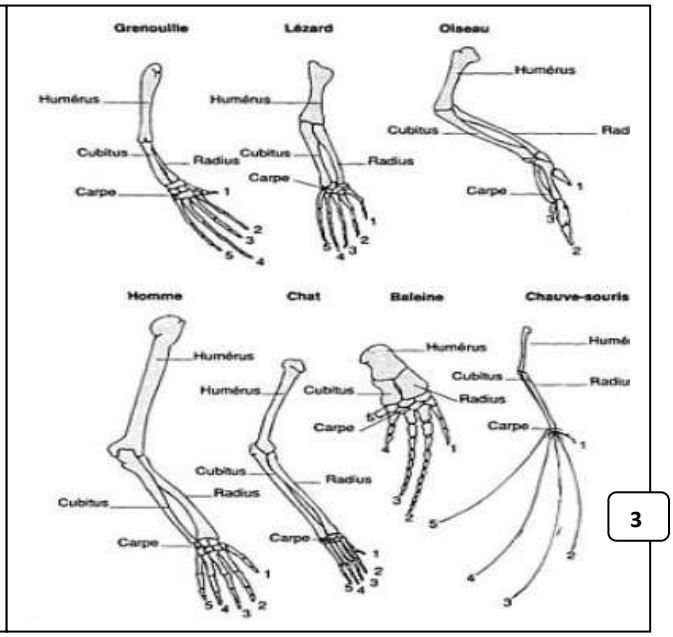
1



2



3



En 1843, Richard Owen a proposé une définition de l'homologie ; sont homologues des structures qui prises chez des organismes différents entretiennent avec les structures voisines les mêmes connexions, et ceci quelques soient leur forme et leur fonction. Une observation des membres de vertébrés présentés ci-dessus permet de comprendre la notion avancée par Richard Owen

<u>CONSIGNE :</u> A partir de l'exploitation des documents ci-dessus,

1. **Définis un vertébré**
2. **Explique le plan d'organisation général des vertébrés**
3. **Explique le plan d'organisation des membres de vertébrés**
4. **Compare et explique l'organisation des membres de : tétrapode de type ancestrale à celle de l'oiseau actuel et de l'oiseau fossile (archéoptéryx) et tire une conclusion**

SYNTHESE PARTIELLE :

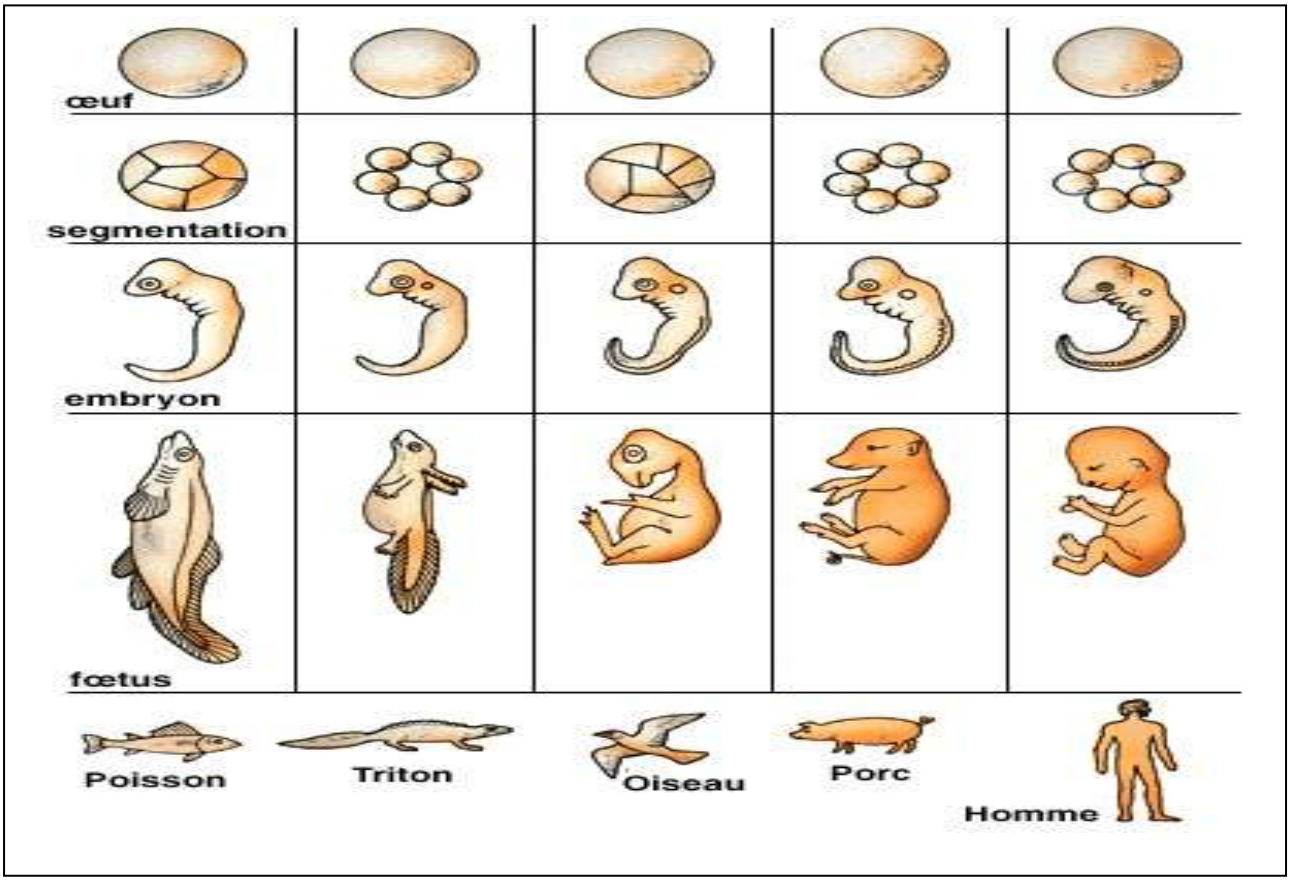
…………………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………………

© Ouvrage élaboré par Aboubacar BOUARE & Issa COULIBALY /Professeur de SVT
79198269-65665696/76399806-66279590 Email: iss27coul@live.fr

Activité 4 Etablissement de l'arbre phylogénique

c) Au niveau embryonnaire

Le développement embryonnaire débute toujours par les divisions successives opérées chez la cellule œuf issue de la fécondation chez les vertébrés. Cette première étape ou segmentation produit, après une série de division, une masse embryonnaire d'aspect indifférencié dont les cellules se disposent en plusieurs couches. Très rapidement s'organise un embryon dans lequel on peut repérer les trois axes de polarité du futur adulte. Finalement, après cette mise en place du « patron » d'organisation de l'embryon, les organes se développent progressivement et les particularités de chaque groupe de vertébrés deviennent alors de plus en plus évidentes. La figure suivante présente l'évolution de l'embryon chez différentes espèces.



CONSIGNE : A partir de l'exploitation du texte et de la figure y afférant, monter les liens de parenté entre les êtres vivants

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

1. Construction d'un arbre phylogénique :

La construction d'un arbre phylogénétique a pour but de reconstituer les relations de parentés entre les êtres vivants et permet de reconstituer la généalogie. On cherche « qui est plus proche de qui » et non « qui descend de qui »

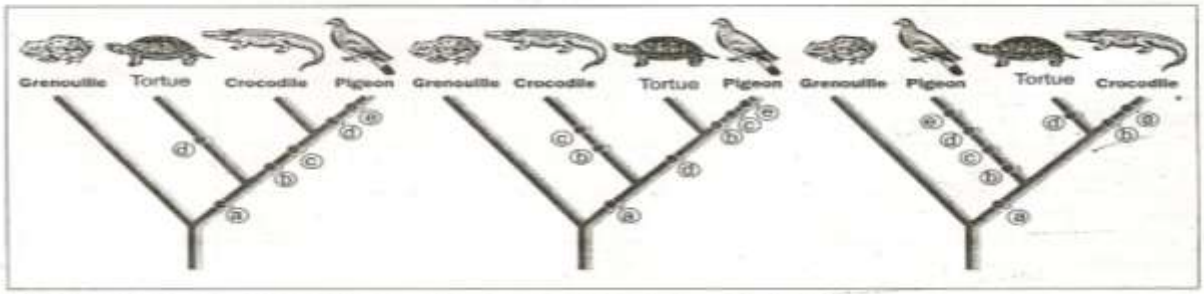
Le principe de sa construction est fondé sur l'étude d'un échantillon d'être vivants actuels et fossiles. Sur ces échantillons :

- on détermine des caractères homologues comparables
- on polarise les états du caractère (état ancestral ou étatdérivé). Ces différentes observations sont codées à l'aide de chiffres et reportées dans un tableau, cela donne une matrice des caractères. par convention, l'état ancestral est noté « 0 » et l'état dérivé est noté « 1 ». attention, le zéro ne signifie pas l'absence de caractères mais simplement l'état ancestral. l'utilisation d'une matrice permet un traitement informatique.
- on regroupe les êtres vivants qui partagent le mêmeétat dérivé d'un caractère. seuls les états dérivés des caractères homologues sont utilisés pour établir des parentés.

L'hypothèse de l'homologie est testée lors de la construction de l'arbre. L'arbre le plus parcimonieux, c'est –a – dire qui demande le moins d'innovation génétique est l'arbre retenu. À ce moment- là, on peut observer que certains caractères ne sont pas homologues mais analogues.

	Grenouille	Tortue	Crocodile	Pigeon
Amnios (a)	0	1	1	1
Gésier (b)	0	0	1	1
Mandibule (c)	0	0	1	1
Bec corné (d)	0	1	0	1
Ailes (e)	0	0	0	1
Colonne vertébrale (f)	0	0	0	0

Document 19 : la matrice des caractères de la collection grenouille, tortue, crocodile, pigeon.



Document 20 : les trois arbres possibles avec la collection grenouille, tortue, crocodile, pigeon.

CONSIGNE :

1) **Indique à quoi correspond l'état ancestral et dérivé de l'amnios.**
2) **La tortue a-t-elle le caractère mandibule dans un état dérivé ou ancestral ?**
3) **Détermine le nombre d'innovations génétiques nécessaires à la construction de l'arbre 1,2 et 3.**
4) **Quel est l'arbre le plus parcimonieux ?**

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……

2. Le tableau suivant présent la matrice des caractères de la collection grenouille, perroquet, Homme, chauve-souris

	mandibule	Absence de reserve vitellines dans l'œuf	Présence de vertebres	Membre anterieur en forme d'aile	Amnios
Grenouille	0	0	1	0	0
Perroquet	0	0	1	1	1
Homme	1	1	1	0	1
Chauve-souris	1	1	1	1	1

CONSIGNE : A partir de l'exploitation du texte et du tableau ci dessus

1. **Etablis l'arbre phylogénique de cette collection de vertébré**
2. **Détermine l'arbre la plus parcimonieux c'est-à – dire celle qui présente le moins d'innovation génétique**
3. **Détermine le nombre d'innovation génétique nécessaire à la réalisation de chaque arbre phylogénique**
4. **la tortue a –t –elle le caractère mandibule dans un état dérivé ou ancestrale**

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

SYNTHESE GENERALE : BILAN DES ACTIVITES

I. Origine et évolution de la terre

L'univers, vieux de 15milliard d'années, est en continuelle expansion depuis le «big bang» qui lui a donné naissance. Il est composé de plusieurs galaxies dont la vitesse d'éloignement ainsi que la mise en évidence d'un rayonnement fossile qui occupe l'univers sont deux arguments en faveur de son expansion. Très chaud au départ, il a donné naissance successivement aux nucléons, aux atomes, puis aux molécules au cours de la nucléosynthèse.

Le système solaire quand à lui, s'est formé il ya 4,55milliard d'années à partir d'une matière constituée de gaz et de poussières. Cette matière a donné naissance à de nombreux petits corps, puis à neufs planètes parmi lesquelles la terre, qui au départ était homogène. Par la suite s'est différenciée pour former une structure en couches superposées de natures différentes et de densités croissantes.

L'atmosphère primitive provient d'un dégazage important de la terre primitive. Cette atmosphère, riche en CO_2, N_2 et vapeur d'eau, est à l'origine des premiers océans par refroidissement de la planète et condensation de la vapeur d'eau.

Une baisse de la teneur en CO_2 atmosphérique est le résultat de la précipitation des premiers carbonates et de la fixation de ce CO_2 par les premières roches carbonées.

La naissance des océans et leur expansion d'une part, la formation des chaines de montagnes par collision des plaques lithosphériques d'autre part, sont des faits essentiels de l'évolution géologique de la planète TERRE au cours des 200million d'années.

II. Origine et évolution des êtres vivants.

Les premières formes vivantes issues des molécules organiques inanimées sont probablement des bactéries. Atmosphère est alors dépourvue d'oxygène.

Les premiers organismes capables de réaliser la photosynthèse grâce à l'oxygène de l'eau sont apparus il ya de cela $2{,}7.10^9$ ans. Le dioxygène produit est d'abord fixé par les roches.

L'atmosphère est alors enrichie, la couche se forme, les végétaux s'installent progressivement et ensuite les animaux. La composition de l'atmosphère est progressivement modifiée par l'action des êtres vivants.

Certaines molécules sont présentes chez tous les êtres vivants (eucaryotes et procaryotes) ; elles ont des fonctions cellulaires identiques et universelles. D'autres molécules essentielles à la vie ont des parties identiques (parties indispensables à leur fonction) et des parties différentes suivent les espèces (parties structurales). Ces molécules sont dites homologues.

Elles dérivent d'une molécule ancestrale dont les variations propres à chaque espèce proviennent des mutations ponctuelles de l'A.D.N.

La comparaison des séquences d'acides aminés de molécules homologues montre que les espèces voisines ont des séquences peu différentes. Plus les espèces sont éloignées du point

De vue évolutif, plus elles diffèrent par les acides aminés constituant les protéines homologues.

On peu donc construire des arbres phylogénétiques sur les différences moléculaires. Les molécules homologues sont donc des marqueurs de l'évolution.

Il existe un lien étroit entre l'évolution de l'atmosphère et celle des êtres vivants.

Chronologie en million d'années	Composition de l'atmosphère	Evènement
-350	Identique à l'atmosphère actuelle	Premiers vertébrés terrestres
-500	10% de dioxygène actuel	Premiers végétaux terrestres
-550		Début de minéralisation des êtres vivants
-670	7% de dioxyde actuel	Début de l'évolution des métazoaires
1500		Apparition des eucaryotes
-200	L'atmosphère devient oxydante l'ozone se forme et bloque les rayons ultraviolets	- disparition de certains organismes anaérobies -d'autres s'adaptent à lé vie aérobie. Acquisition de la respiration -enrichissement de l'atmosphère en O_2 qui oxyde le fer de l'eau, puis s'accumule dans l'atmosphère -apparition des premières cyanobactéries autotrophes. Elles utilisent l'H_2O comme source d'H_2 pour réduire le CO_2et libérer l'O_2
-300	Appauvrissement continu de l'atmosphère en CO_2	-précipitation du CO_2 en $CaCO_3$ dans les océans -apparition des premiers procaryotes grâce à la photosynthèse anaérobie, H_2S utilisé pour réduire le CO_2
-3500		Apparition des premiers êtres vivants : procaryotes hétérotrophes fixant l'ATP de la soupe primitive. La fermentation anaérobie des molécules organiques persistantes continue après épuisement de l'ATP
-4500	Atmosphère primitive réductrice composée de CO_2 N_2 H_2O, traces de méthane, NH_3, acide sulfurique, HCl, gaz rares	Formation de la terre.

III. Les grandes coupures géologiques

Le tableau ci-dessous récapitule les grandes coupures géologiques de l'histoire de la terre et leur influence sur l'évolution des êtres vivants.

Age absolu en million d'années	Période géologiques	Principaux événements
-2	Quaternaire	-évolution des hominidés
-3	Ere tertiaire	-apparition des premiers hominidés
-60	Ere secondaire	-évolution des mammifères -extinctions massives: crise crétacé -paléocène -apparition des mammifères puis des oiseaux
-245 -350 -400 -450 -550 -550	Ere primaire	-diversification des reptiles -extinctions massive: crise permo trias -sortie des eaux des vertébrés -premiers poissons
-650 -1500 -2000 -3000 -3500 -4000	précambrien	-végétaux terrestres -minéralisation des squelettes (invertébrés) -premiers invertébrés -premiers cellules eucaryotes -oxygénation de l'atmosphère -photosynthèse anaérobie -premières cellules procaryotes -formation de la terre

I. La phylogenèse et l'ontogenèse

La comparaison de différents états d'un même caractère tels qu'ils ont évolué chez les descendants d'un ancêtre possédant ce caractère, nous renseigne sur la plus ou moins grande parenté de certains organismes. La comparaison ne doit se faire que sur des structures homologues occupant la même position à l'intérieur d'un plan d'organisation partagé par plusieurs êtres vivants. On dit que ces structures dérivent d'une même structure ancestrale.

L'arbre phylogénétique permet de déterminer les liens de parenté entre les organismes. Ainsi, les liens de parenté entre les organismes dans une phylogénie seront plus forts lorsque le nombre d'états dérivés de caractères qu'ils partagent est important.

Dans un arbre phylogénique, on trouve des branches et des nœuds.

Un nœud présente l'ancêtre commun des nœuds qui en découlent. Ces ancêtres ne correspondent pas à des espèces fossiles précises mais sont définis par l'ensemble des états dérivés de caractères, partagés par les espèces qui leurs sont postérieures.
Les branches représentent les liens évolutifs qui relient les nœuds et qui aboutissent à des espèces connus, actuelles ou fossiles.
Ce mode de représentation montre clairement que les espèces actuelles ne dérivent pas des espèces connues en tant que fossiles.

Conclusion

La phylogenèse est l'étude des liens de parenté entre les organismes anciens ou actuels. Elle fait intervenir la comparaison d'organismes existant à l'état de fossile, ainsi que celle des embryons des différentes espèces.
L'ontogenèse, qui récapitule les différentes étapes du développement embryonnaire d'un être vivant, montre que les premiers stades de développement de plusieurs êtres vivants se ressemblent. Donc ces derniers seraient issus des mêmes ancêtres.
L'ontogenèse récapitule donc la phylogenèse.

2 SOUS CONCEPT : LES MECANISMES DE L'EVOLUTION

SITUATION PROBLEME :

Le monde vivant est formé de plusieurs règnes ; on distingue le règne animal, le règne végétal, le règne des protistes. Dans chaque règne on trouve des individus ou des groupes d'individus dont les similitudes et les différences permettent de les regrouper en espèces. Au sain d'une espèce donnée, les individus peuvent différer par des caractères et cela doit son explication au processus évolutif subit par ces individus au cours de l'évolution du temps. Face à ces constats, on peut se demander :

- **Quelle est l'origine de l'évolution des êtres vivants ?**
- **Quelle est le mécanisme de l'évolution des êtres vivants**
- **Quelle sont les conséquences de l'évolution des êtres vivants ?**

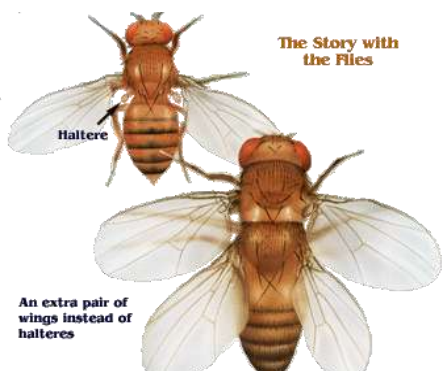
LES ACTIVITES

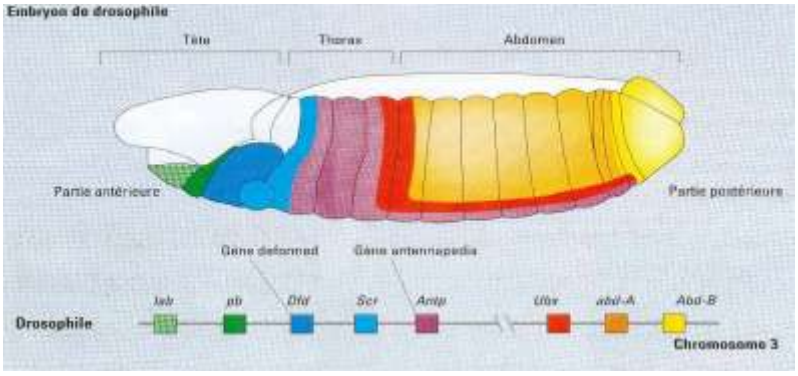
A. Origine et mécanisme de l'évolution

Activité 1 **Observation des innovations génétiques**

1. Les mutations ponctuelles à l'origine des différences anatomiques et morphologiques :

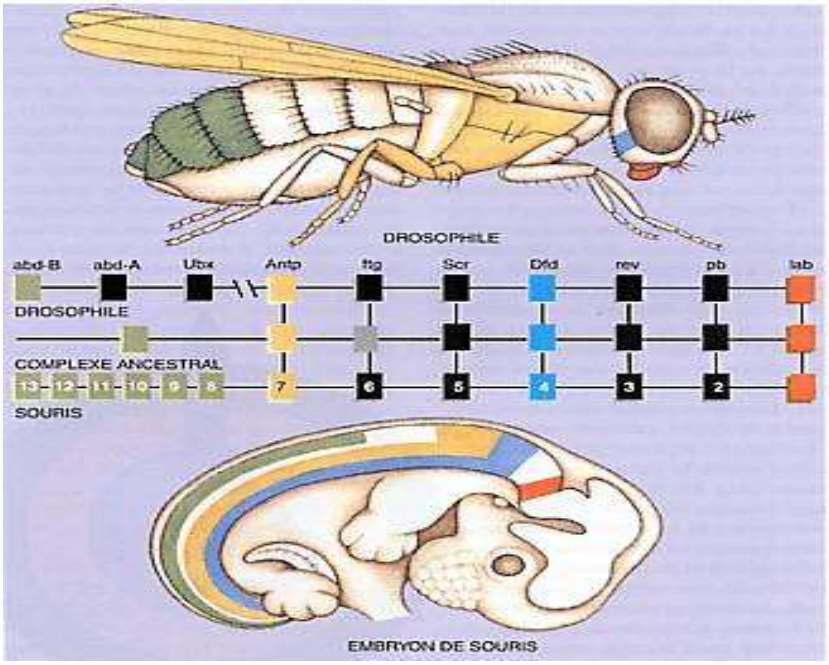
Dans l'organisme, certains gènes codent pour les protéines exerçant une fonction primordiale dans la réalisation du phénotype. Ce sont les gènes de développement. Ils sont responsables de la différenciation du corps suivant l'axe antéropostérieur ; ils contrôlent la position, la chronologie et la mise en place des organes au cours du développement d'un individu. Ils sont situés sur le chromosome3 dans l'ordre ou sont disposés les régions du corps dont ils contrôlent le développement. Par conséquent, si des mutations touchent ces dits gènes, cela peut occasionner des modifications anatomiques et morphologiques chez l'être concerné. C'est le cas des gènes homéotypiques, qui touché par des mutations peuvent entrainer la diversification des plan d'organisation des individus ayant une origine commune. Les innovations génétiques sur les gènes de développement sont de nature morphologique. Par exemple, le passage d'une mouche à deux ailes à une mouche à quatre ailes chez la drosophile s'est effectué suite à des mutations sur le gène homéotypique qui contrôle l'identité de chaque segment du thorax.





Les gènes de développement sont responsables de la différenciation des segments du corps suivant l'axe antero-posterieur. Ils sont situés sur le chromosome 3. Toutes les cellules de l'organisme en possèdent mais ils ne sont actifs que dans une région précise. Les gènes sont disposés sur le chromosome 3 dans l'ordre ou sont disposées les régions du corps dont ils contrôlent le développement.

La comparaison des séquences des gènes homologues (homogènes) a prouvé que ces gènes étaient profondément identiques dans tout le règne animal. Ainsi, la segmentation du corps selon l'axe antéropostérieur chez une souris et une mouche drosophile est-elle profondément identique.



Les mêmes gènes hox commandent le plan d'organisation du corps chez la souris et chez la drosophile

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

1. **Définis un gène de développement**
2. **Détermine les conséquences liées aux mutations des gènes de développement**

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……

2. Les mutations ponctuelles à l'origine du polymorphisme des gènes

Les gènes existants et repandus dans les populations d'une espèce donnée se présentent généralement sous plusieurs formes alléliques : c'est le **polyallélisme**. Celui-ci produit un polymorphisme. Dans l'espèce humaine, la presque totalité des gènes sont alléliques et le tiers du génome est polymorphe. Par exemple, dans la molécule d'hémoglobine, le gène codant pour la globine β possède de nombreux allèles (476 connus). Parmi ces allèles, l'allèle HbA est considérée comme l'allèle normal parce qu'il produit l'hémoglobine fonctionnelle. Certains allèles sont qualifiés d'allèles thalassémiques parce qu'ils sont à l'origine des anémies hémolytiques graves. Voir figure ci dessous

MUTATIONS PONCTUELLES
SUBSTITUTIONS

Hémoglobine normale β^A											
Site	Init	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Codon	AUG	GUG	CAC	CUG	ACU	CCU	GAG	GAG	AAG	UCU	GCC
Acide aminé		Val	His	Leu	Thr	Pro	Glu	Glu	Lys	Ser	Ala

Mutation silencieuse β^{A*}												
Site	Init	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	...
Codon	AUG	GUG	CAC	CUG	ACU	CCU	GAA	GAG	AAG	UCU	GCC	...
Acide aminé		Val	His	Leu	Thr	Pro	Glu	Glu	Lys	Ser	Ala	...

Drépanocytose β^S												
Site	Init	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	...
Codon	AUG	GUG	CAC	CUG	ACU	CCU	GUG	GAG	AAG	UCU	GCC	...
Acide aminé		Val	His	Leu	Thr	Pro	Val	Glu	Lys	Ser	Ala	...

β thalassémie β^0 thal											
Site	...	33	34	35	36	37	38	39	40	41	...
Codon	...	GUG	GUC	UAC	CCU	UGG	ACC	UAG	AGG	UUC	...
Acide aminé	...	Val	Val	Tyr	Pro	Try	Thr	STOP			

DÉLÉTIONS

β thalassémie β^0 thal															
Site	...	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Codon	...	CCU	G-GG	AGA	AGU	CUG	CCG	UUA	CUG	CCC	UGU	GGG	GCA	AGG	UGA
Acide aminé	...	Pro	Gly	Arg	Ser	Leu	Pro	Leu	Leu	Pro	Cys	Gly	Ala	Arg	STOP

β thalassémie β^0 thal												
Site	...	38	39	40	41		42	43	44	45	...	59
Codon	...	ACC	CAG	AGG	UU----	G	AGU	CCU	UUG	GGG	...	UGA
Acide aminé	...	Thr	Gln	Arg	Leu		Ser	Pro	Try	Gly	...	STOP

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

1) **Explique les notions de mutation ponctuelle et de polymorphisme**
2) **Trouvent les différentes mutations ponctuelles qui sont à l'origine des innovations géniques**
3) **Explique en quelques lignes comment les mutations sont à l'origine des innovations**

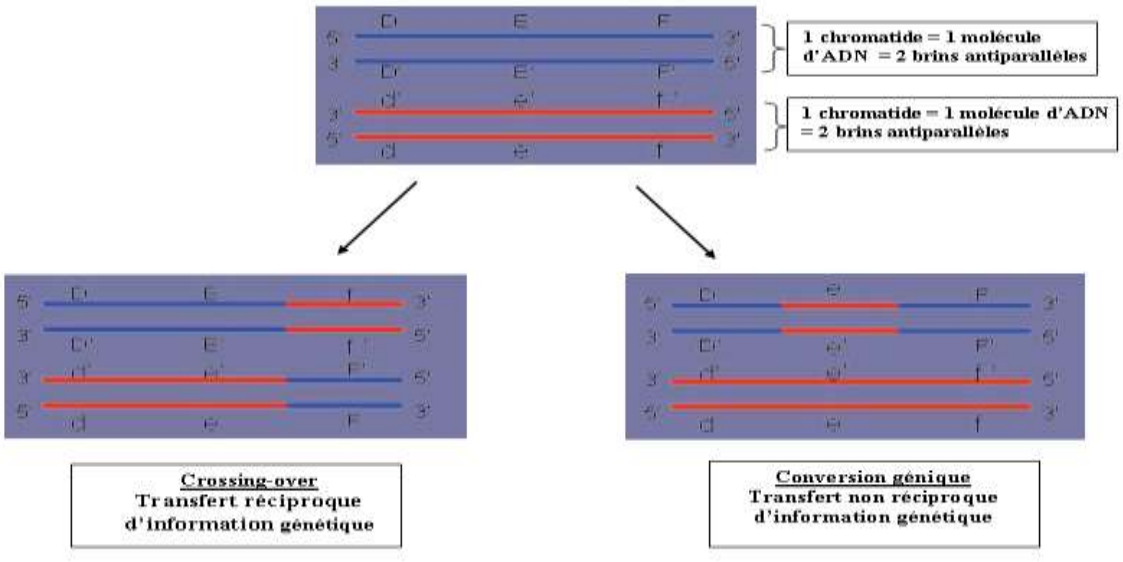
79198269-65665696/76399806-66279590 Email: iss27coul@live.fr

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

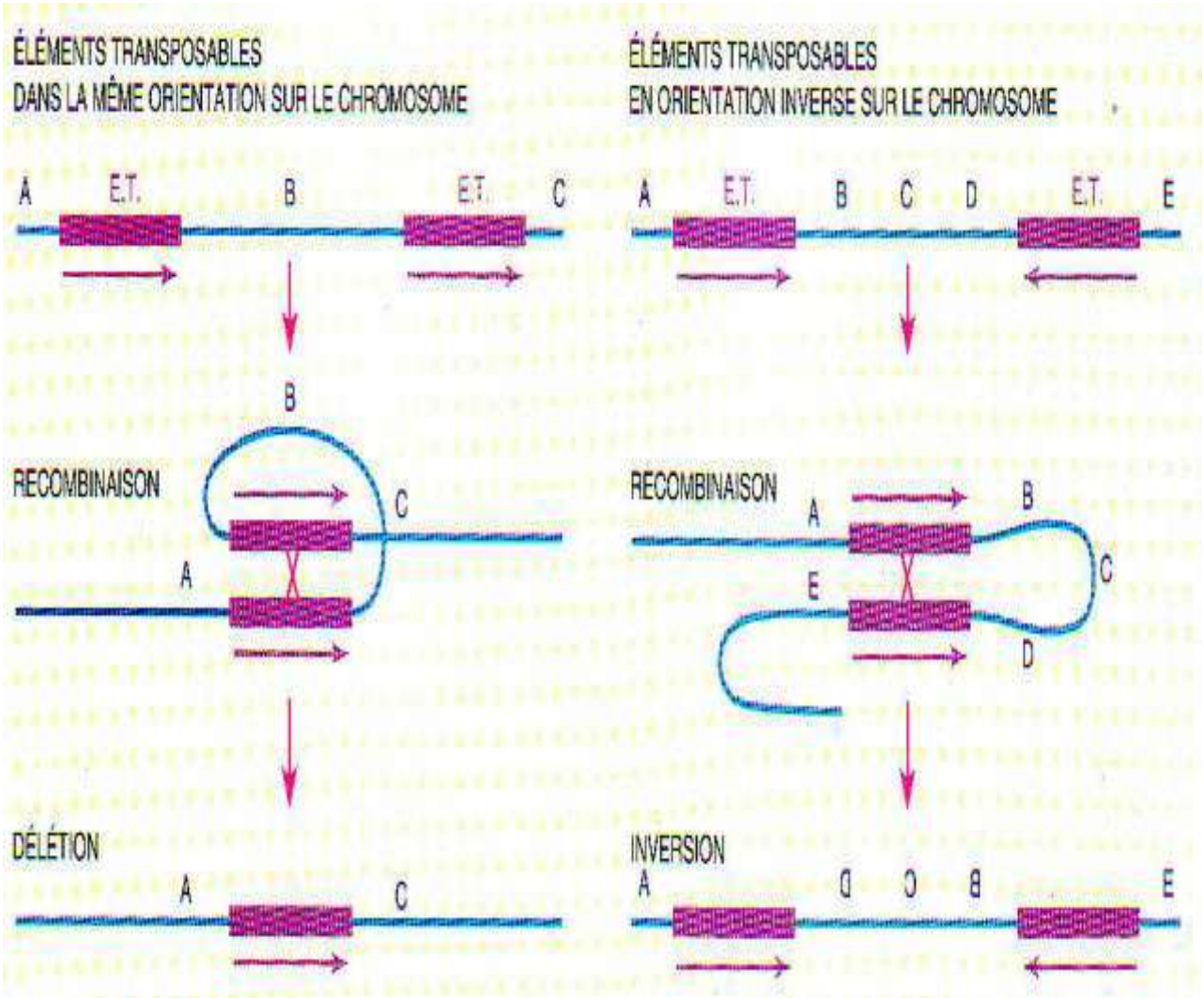
3. Des duplications : sources d'innovations génétiques

Le patrimoine génétique d'une espèce peut être enrichi par l'apparition de nouveaux gènes ou modifiés qui entrainent aussi de nouveaux génotypes à l'origine des nouveaux individus de l'espèce. En effet, grâce au brassage génétique qui a lieu au cours de la reproduction sexuée, il assure la transmission aléatoire des allèles et la formation de combinaisons alléliques nouvelles et originales sont assurés : ceci explique le polymorphisme génétique de la population. Au cours de la reproduction sexuée, lorsqu' une mutation ou un accident génétique quelconque se produit au moment de la répartition des chromosomes comme dans le cas d'un crossing-over (échange de portion de chromatides entre deux chromosomes homologues), cela constitue une source d'innovation génétique par l'apparition de nouveaux génotypes (voir figure)



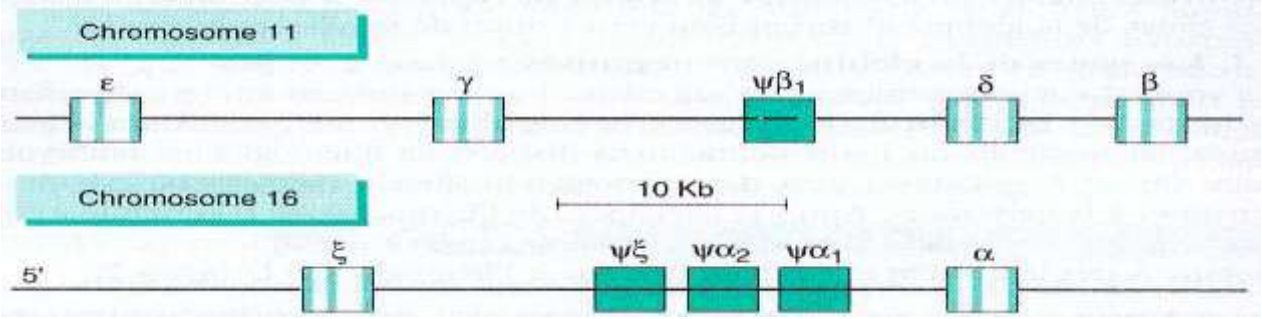
Les accidents tels que les erreurs de ***réplication*** de l'ADN ou de réparation sont à l'origine des changements des génotypes de la cellule. Ce génotype modifie peut être transmis de génération en génération. Les conséquences des ***mutationsponctuelles*** donnent lieu à l'apparition de nouveaux génotypes. Ces mutations dites ponctuelles ne sont pas les seuls processus ou mécanismes à l'origine de la modification de la séquence de la molécule d'ADN et responsables de l'apparition de nouveaux gènes. D'autres processus ou phénomènes plus grande que les mutations ponctuelles peuvent être à l'origine des différents gènes du génome d'une espèce. Ces modifications de la séquence d'ADN sont à l'origine de l'enrichissement du génome des organismes au cours des temps et de sa diversification.

Il peut arriver qu'un gène préexistant se duplique et forme deux copies identiques du même gène. L'une des copies peut être transposée sur le même chromosome ou alors sur un autre chromosome. A la faveur des mutations ponctuelles, ces copies vont diverger et former des gènes homologues. Les gènes homologues sont des gènes différents dont les séquences nucléotidiques présentent de nombreuses similitudes. Ces gènes qui évoluent séparément peuvent, soit conserver une fonction proche de celle du gène de départ, soit changer de fonction, induisant la synthèse de protéines aux fonctions différentes. Ce phénomène qui est susceptible de se répéter plusieurs fois est à l'origine d'une ***famille multigénique*** : c'est le phénomène de duplication dont le mécanisme précis est multiplication – transposition – mutation.



Il peu arriver que des ***gènes homologues***, dérivant par mutations d'un gène ancestrale unique présentent des différences neutres. Ces molécules conservent la même fonction et ont la même origine. L'horloge moléculaire est la mesure du temps écoulé depuis la divergence de différentes lignées actuelles d'êtres vivants à partir d'un ancêtre commun. En comparant des séquences d'ADN ou de protéines entre deux espèces actuelles, on peut estimer la durée. L'impact des mutations accumulées a un impact seulement sur la phylogénie des gènes homologues de l'espace.

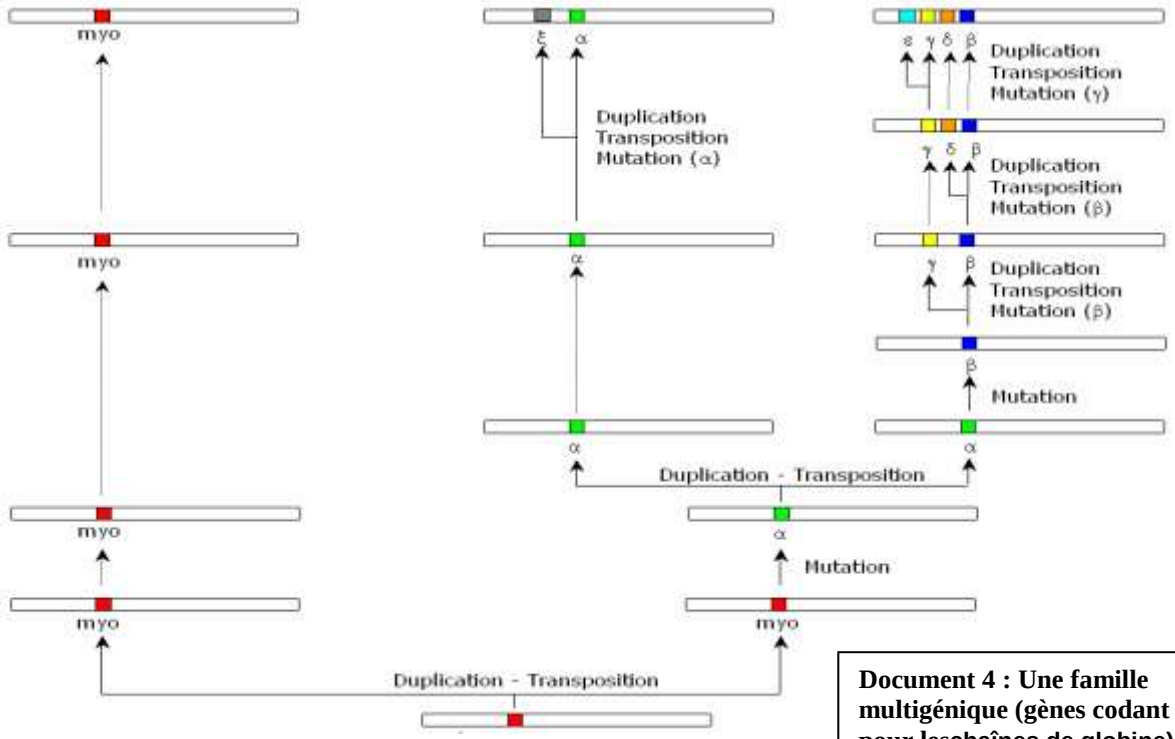
Lors de la duplication, les mutations qui surviennent sur chaque copie en duplicata entrainent leur divergence. On parle de divergence évolutive des copies : c'est le phénomène de ***duplication*** qui est à l'origine de la famille multigénique de la globine. En effet, chez l' Homme, les six gènes qui codent pour les chaines des globines α, β, δ, ε, γ, ζ sont situés sur les chromosomes 11 et 16.



Bien que les séquences de ces six allèles aient des similitudes, ils présentent néanmoins des différences consécutives aux mutations survenues après la duplication des gènes. En comparant les séquences polypeptidiques de globines humaines avec celles des autres vertébrés, il est possible d'établir l'arbre phylogénétique des vertébrés, y compris la chronologie des événements. La chronologie des duplications peut aussi être établie par l'utilisation des pourcentages de similitudes entre les séquences. Plus les séquences nucléotidiques des deux gènes actuels sont importantes, plus la duplication dont ils dérivent est proche dans le temps. On admet aussi que lorsque 20 % de la séquence peptidique codée est similaire pour les deux gènes, sont apparentées. L'analyse systémique des génomes permet de retrouver des gènes appartenant à la même famille mais codant pour des protéines aux fonctions biologiques différentes

Un modèle de formation des six gènes a pu être proposé grâce à l'examen du nombre de différence existant entre les séquences polypeptidiques codées par les six gènes ; toutes les molécules de l'hémoglobine sont constituées de quatre chaines polypeptidiques identiques deux à deux. Avant la naissance, les hématies du fœtus contiennent de l'hémoglobine fœtale(F) constituée de deux chaines α et de deux chaines γ. Apres la naissance, les hématies de l'individu contiennent de l'hémoglobine A très largement majoritaire 97 %, de l'hémoglobine D (2%) et de l'hémoglobine F qui continue à être synthétisée en très faible quantité (1% environ). L'hémoglobine A est constitué de deux chaines α et de deux chaines β. L'hémoglobine D est constituée de deux chaines α et γ. Les hémoglobines F, A et D ont toutes la propriété d'assurer le transport du dioxygène de la surface d'échange respiratoire (placenta pour le fœtus, alvéoles pulmonaire après la naissance) jusqu'aux cellules. L'affinité pour le dioxygène est plus grande pour l'hémoglobine F que pour l'hémoglobine A et D.

Les ***duplications*** et les ***mutations*** sont étroitement liées à l'évolution du génome. Ces phénomènes se traduisent souvent par l'apparition de nouvelles fonctions au sein d'une même famille multigénique : c'est l'enrichissement du génome



Document 4 : Une famille multigénique (gènes codant pour leschaînes de globine)

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

1) **Explique le mécanisme à l'origine de la formation des familles multigénique**
2) **Explique la notion d'horloge moléculaire**
3) **Explique la notion de mutations neutre**

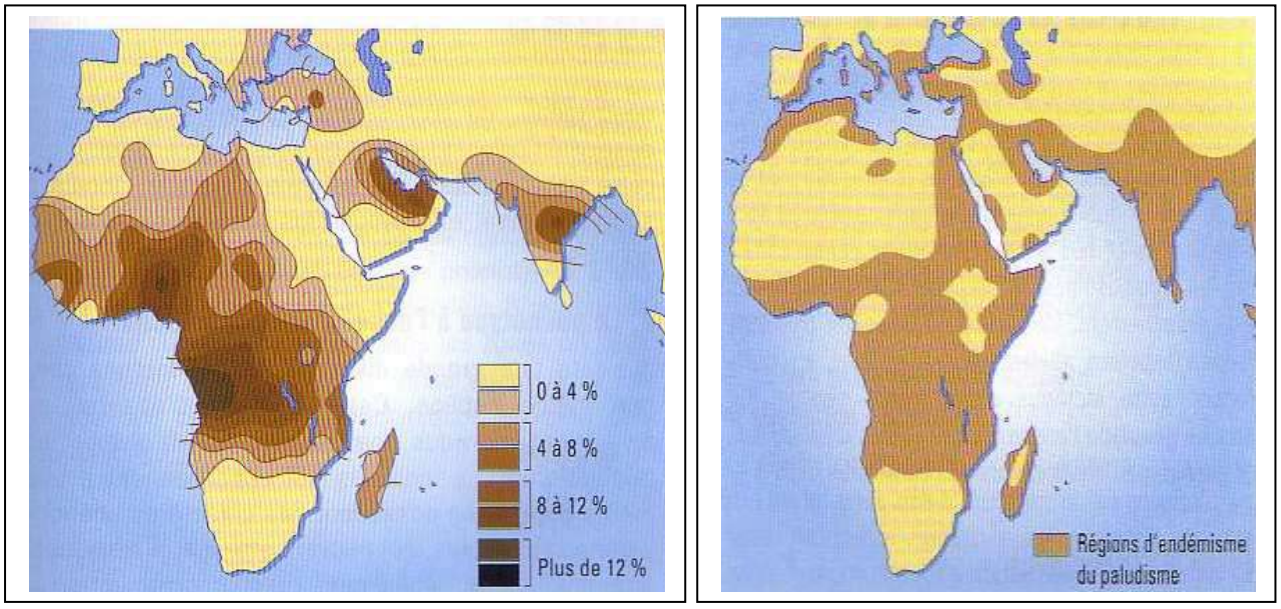
SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Activité 2 Sélection naturelle et Conservation des innovations génétiques

1) Le cas de la drépanocytose en Afrique

La drépanocytose ou anémie falciforme est un exemple de maladie qui produit une innovation génétique qui se repend au sein de la population. Cette maladie est due a une anomalie qui atteint de nombreuses individus de l'Afrique équatoriale. Le gène codant pour l'hémoglobine des globules rouges existent sous deux formes alléliques A et S. l'allèle A est normal, et l'allèle S code pour une hémoglobine qui ne fixe pas normalement l'oxygène. A et S sont codominants. Les sujets de génotype A//A ou A//S se reproduisent, contrairement aux malades S//S, d'où la fréquence faible de l'allèle S, moins de 5 %. La fréquence de S est exceptionnellement élevée en Afrique équatoriale, avec une moyenne voisine de 25 %. On a remarqué que la coïncidence entre la zone d'Afrique équatoriale ou l'on rencontre la drépanocytose et l'aire de répartition géographique du paludisme, du à un protozoaire parasite des globules rouges, le plasmodium. Les deux maladies sévissent dans les mêmes régions. On a constatés que les sujet hétérozygotes A//S sont plus résistent au paludisme que tous les autres. L'environnement joue un rôle important en favorisant les moustiques (à reproduction aquatique).



La sélection naturelle détermine la survie des génotypes les plus adaptés aux facteurs écologiques de leur milieu de vie. En d'autres termes, pour une de population donnée, seule les individus les plus aptes, les plus avantagés par les génotypes survivraient dans un milieu bien déterminé. En effet, la sélection naturelle n'agit pas brutalement par élimination es génotypes les moins favorisés. Elle confère seulement à certains d'entre eux un avantage relatif puis l'efficacité n'apparait qu'après de nombreuses générations. Les formes hétérozygotes bénéficient généralement d'avantages réels (génotypes A//S par rapport aux génotypes S//S). C'est la raison pour laquelle les populations demeurent hétérogènes. La fréquence alleliques ou fréquence des allèles des génotypes ayant reçu un avantage relatif (allèles des génotypes favorisés) va augmenter de génération en génération alors que celle des allèles des génotypes moins favorisés va diminués progressivement d'une génération à une autre. Les facteurs du milieu influencent différemment les populations et la sélection naturelle accentue ainsi les différences alleliques entre les populations, d'où l'explication de l'existence d'un pool de gènes pour chaque population. A

l'opposé, la sélection naturelle explique aussi la généralité de la reproduction sexuée dans tous les groupes majeurs des êtres vivants. La variation de la fréquence des gènes à chaque génération mesure la pression sélective qui peut entrainer la modification de la fréquence des allèles au sein d'une population.

1) *Le cas du phalène bouleau dans la région de Manchester en Angleterre*



Phalènes de la variété *carbonaria* à gauche et *typica* à droite, posées sur un tronc d'arbre dépourvu de lichens dans une région polluée.

La phalène du bouleau est un papillon nocturne qui se repose le jour sur les troncs d'arbres. On connaît principalement deux variétés de phalènes : une variété claire (dite *typica*) et une variété sombre (dite *carbonaria*). Ces papillons diffèrent par la mutation d'un gène responsable de la pigmentation du corps.

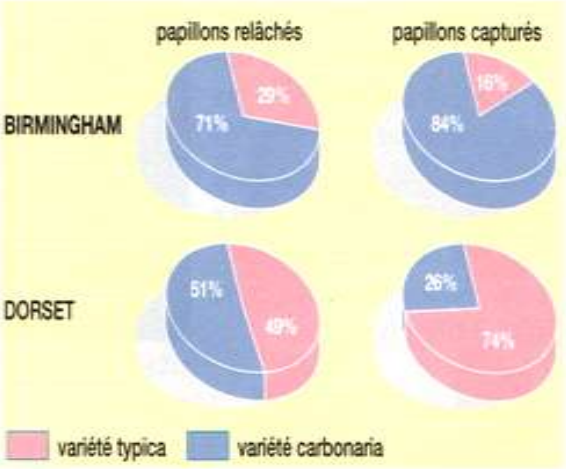
Une étude très intéressante concernant l'évolution de ces papillons a été menée dans la région de Manchester, en Angleterre.

- Au milieu du XIX[e] siècle, les *typica* étaient très largement majoritaires mais en 1848, pour la première fois, une forme *carbonaria* est capturée.
- La fréquence de cette nouvelle forme s'accroit très rapidement les années suivantes, si bien qu'en 1895, 95 % des phalènes sont du type *carbonaria* dans cette région très industrielle.

Doc. 4 Un exemple de sélection naturelle bien étudié : le cas de la phalène du bouleau.

Des chercheurs ont émis l'hypothèse d'une relation entre la présence de l'une ou l'autre des variétés de phalènes et l'abondance des lichens sur les arbres. En effet, les lichens étant de couleur claire, ils pourraient favoriser le camouflage des phalènes *typica* sur les troncs d'arbres. Moins visibles, elles seraient moins consommées par les oiseaux et pourraient davantage se reproduire. Or, les lichens, très sensibles à la pollution industrielle, avaient quasiment disparu des bois de la région de Manchester pendant la révolution industrielle.

Pour tester cette hypothèse, les chercheurs ont marqué des phalènes et les ont libérées dans un bois non pollué et riche en lichens (Dorset) et dans un bois pollué, pauvre en lichens (Birmingham). Quelques temps après, ils les ont à nouveau capturées pour les dénombrer.



Doc. 5 Une expérience intéressante pour comprendre le rôle de l'environnement.

CONSIGNE : **A partir de l'exploitation des documents ci-dessus et des figures y afférant ;**
Explique le mécanisme de la sélection et de la conservation des innovations génétique

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Activité 3 Les mécanismes qui régissent la spéciation

Le monde vivant compte une multitude d'espèce dont les populations (unités de reproduction) comportent des individus capables de se croiser. La spéciation est la naissance de nouvelles espèces. « L'espèce est constituée par une population naturelle d'individus capable d'inter-croisement » selon Mayr. En d'autres termes, autres termes, une espèce donnée s'oppose à d'autres espèces qui ne favorisent pas les échanges génétiques ou le croisement. C'est l'isolement reproductif des populations qui occupent le même territoire. Il peut être :

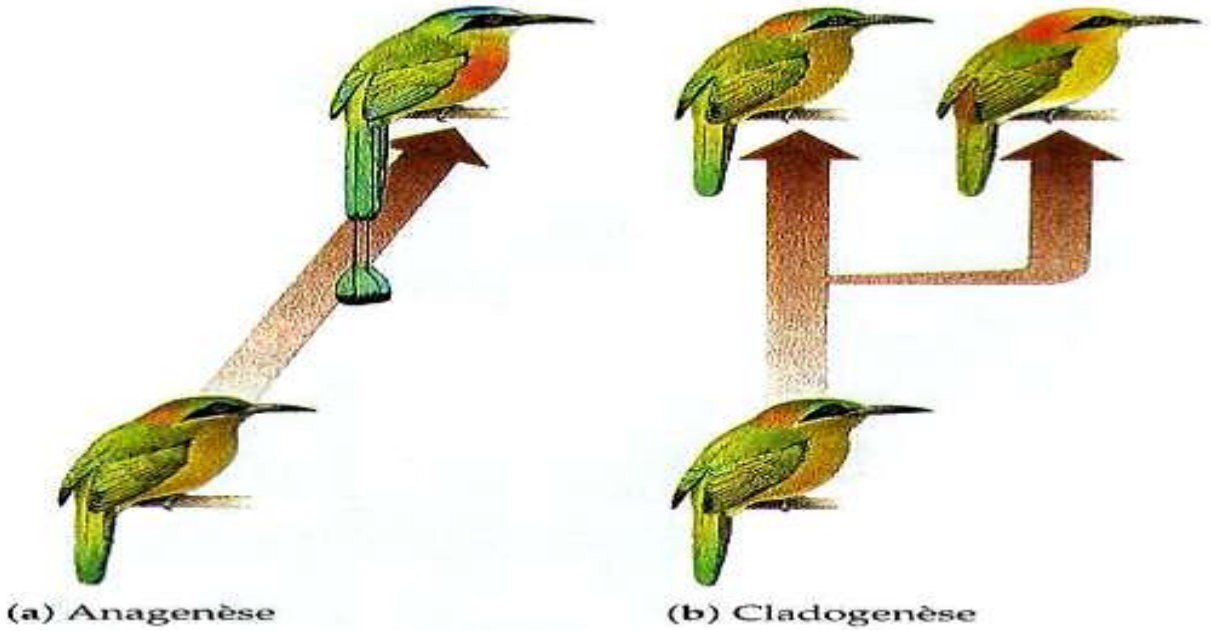
- Mécanique : impossible d'accouplement déterminée par la différence de taille ou la structure des organes génitaux :
- Ethologique : inexistence de l'attraction sexuelle entre partenaires ;
- Génétique : incompatibilité des gamètes ;
- Saisonnier : periode de reproduction décalé pour les espaces voisines ;
- Ecologiques : les populations occupent dans un meme territoire des habitats différents et ne se rencontre pas.

Le critère d'interfécondités s'avère être le critère de choix pour la définition de l'espèce. Toutefois, son application et son évaluation ne sont pas toujours faciles pour les espèces ne partageant pas les mêmes aires géographiques (espèce allopratiques). Ce critère est inapplicable pour les espèces paléontologiques et d'utilisation impossible pour les espèces ne peuvent pas donner naissances aux hybrides fertiles avec les individus d'une autre espèce. On parle de d'isolement postzygotique qui peut être :

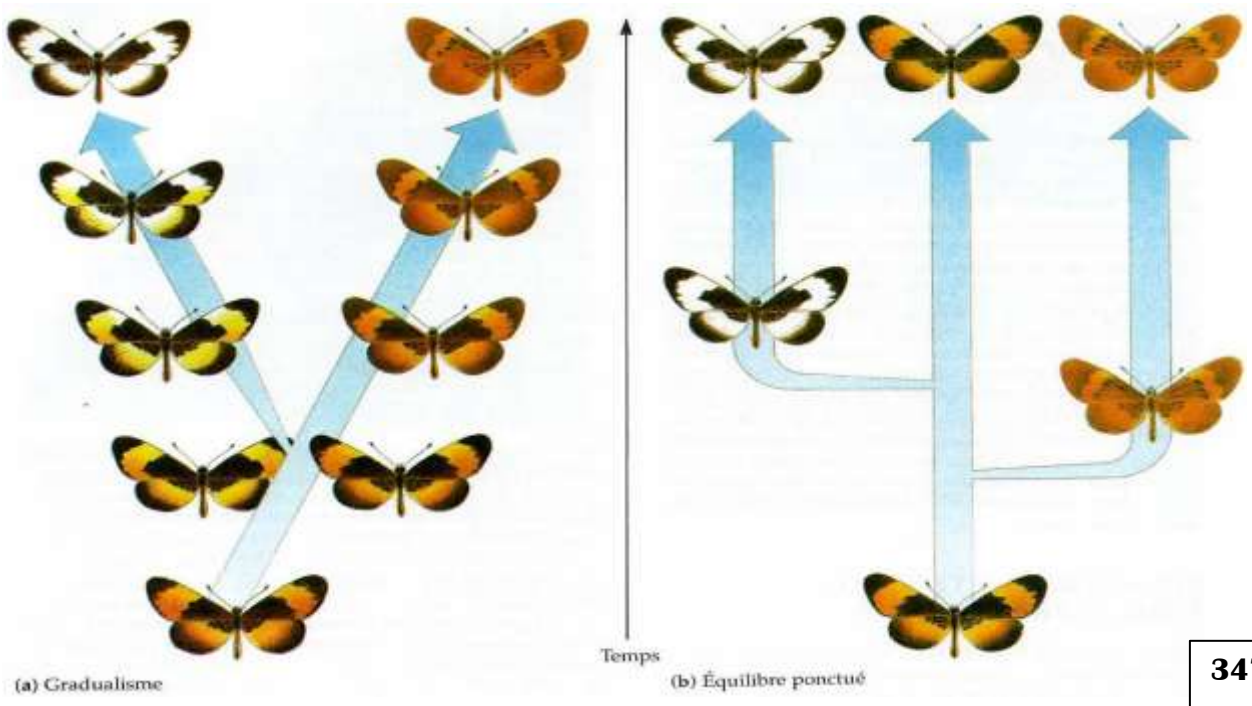
- Faiblesses hybrides : les hybrides ont une viabilité faible ou nulle ;
- Les hybrides se développent mais ne produisent pas de gamètes fonctionnels ;

- Dépressions hybride : la descendance des hybrides a une variabilité et une fertilité réduites.

Les voies de spéciation : Ils existent deux voies de spéciation : (a) dans l'anagenèse (évolution phylétique), une population se transforme au point de constituer une nouvelle espèce. (b) dans la cladogenèse (évolution divergente), une nouvelle espèce émerge d'une petite population qui se détache d'une espèce mère. On pense que la plupart des espèces apparaissent ainsi et que cette voie constitue le foncement de la diversité biologique.

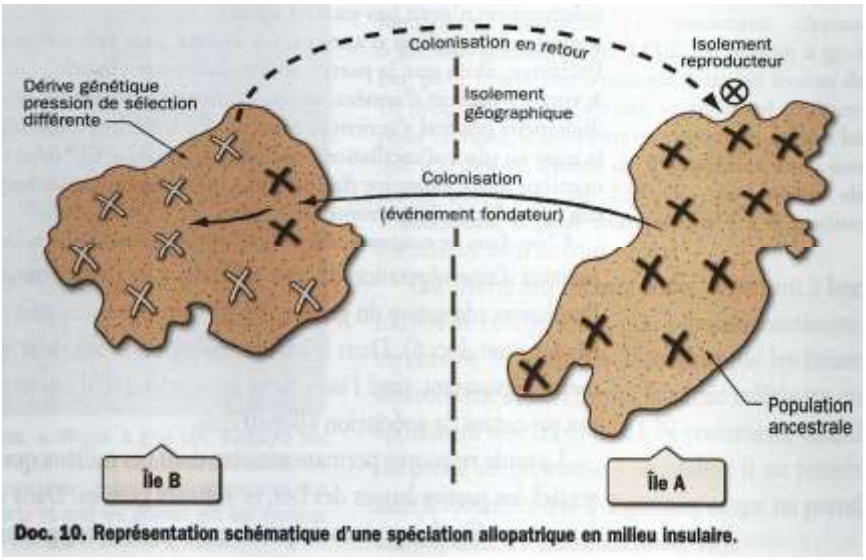


Rythme de la spéciation : on distingue deux modèles. Une nouvelle espèce émerge de sa population mère sous la forme d'une petite population isolée, représentée dans cette figure par la base étroite de la flèche divergente. L'axe horizontal symbolise le changement morphologique. (a) selon le modèle gradualiste, les espèces descendant d'un ancêtre commun divergent morphologiquement à mesure qu'elles acquièrent des adaptations. (b) selon le modèle de l'équilibre ponctué, une nouvelle espèce subit la plupart de ses changements peu de temps après sa séparation d'avec l'espèce mère, après quoi elle change peu jusqu'à la fin de son existence.



Spéciation allopâtrique
Des populations initialement interfécondes évoluent en espèces distinctes car elles sontisolées géographiquement. C'est le mode de spéciation de loin le plus fréquent chez les animaux.

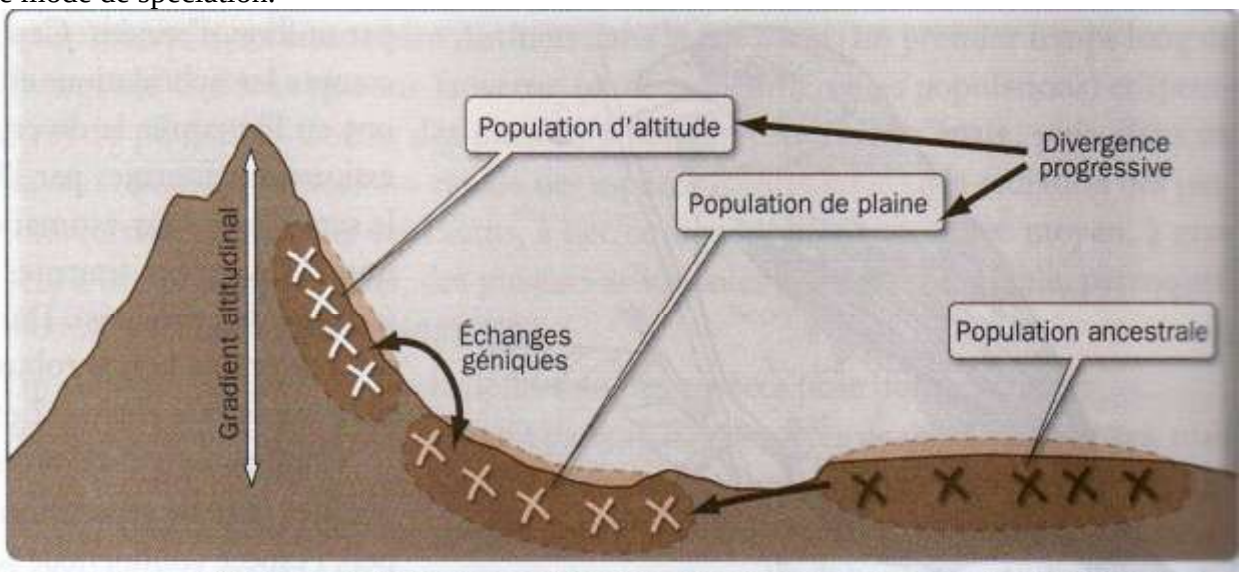
Spéciation péripatrique ou spéciation par effet fondateur : un petit nombre d'individus fonde une nouvelle population en marge de l'aire de répartition de l'espèce d'origine, par exemple suite à la colonisation d'une île près de la côte. Cette nouvelle population de petite taille peut évoluer rapidement en une nouvelle espèce. La dérive génétique a donc un rôle important dans ce mode de spéciation.



Doc. 10. Représentation schématique d'une spéciation allopatrique en milieu insulaire.

Effet principal: dérive
Secondairement: sélection
Exemple: Pinsons Galapagos

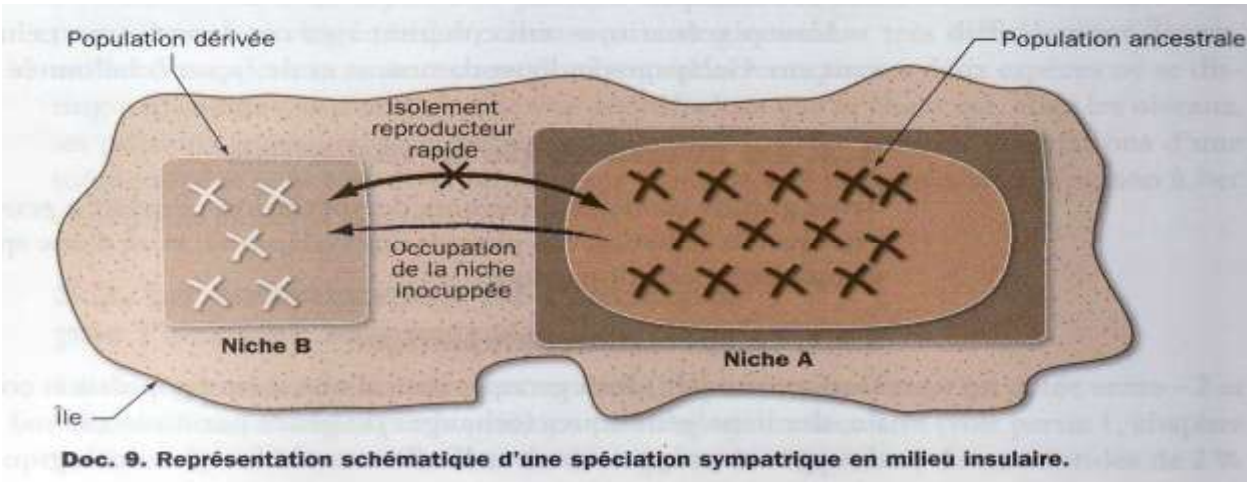
Spéciation parapatrique : des populations en divergence ne sont pas totalement isolées géographiquement mais possèdent une zone de contact étroite. Les migrations entre populations sont cependant limitées puisque ces dernières se perpétuent dans des conditions environnementales différentes (gradient climatique par exemple). La sélection naturelle a donc un rôle important dans ce mode de spéciation.



Doc. 8. Représentation schématique d'une spéciation parapatrique dans le cas d'un gradient altitudinal.

Spéciation sympâtrique

Des populations non isolées géographiquement peuvent évoluer en espèces distinctes. Ici, la Sélection naturelle joue un rôle crucial dans la divergence des populations. Ce phénomène semble prouvé chez plusieurs poissons (notamment les cichlidés), ou chez certains insectes phytophages. La différenciation des espèces pourrait aussi résulter du conflit sexuel. Chez certains végétaux (angiospermes), deux espèces normalement non-interfécondes peuvent engendrer des hybrides féconds, sous certaines conditions liées au doublement du nombre de Chromosomes présent dans l'hybride formé (diploïdie). Il peut alors lui-même se perpétuer tout en étant incapable de se reproduire avec des individus appartenant aux espèces de ses parents. C'est donc le premier représentant d'une nouvelle espèce, sans faire intervenir un isolement géographique.



Doc. 9. Représentation schématique d'une spéciation sympatrique en milieu insulaire.

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

1) **Définis la spéciation**
2) **Explique les mécanismes qui sont à l'origine de la spéciation**
3) **Explique l'importance de l'isolement reproductif dans la formation des nouvelles espèces**
4) **Peut-on dire que l'isolement reproductif est provoqué par l'isolement géographique ; justifie ta réponse**

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

SYNTHESE GENERALE : BILAN DES ACTIVITES

L'étude de l'évolution du monde vivant a révélé que les différentes espèces existantes présentent des liens de parenté parce qu'elles dérivent toutes d'un ancêtre commun. Au fil du temps, on note parmi leur descendance des modifications de caractères. L'apparition des caractères nouveaux ne peut s'expliquer que par l'apparition des nouveaux génotypes et aussi la disparition des anciens génotypes, c'est ce qu'on appelle l'évolution d'une espèce donnée.

Quels sont les mécanismes d'une telle évolution ?

Comment des espèces peuvent-elle apparaitre ?

I. La conservation de l'information génétique:

1. Innovation génétique et modification phénotypique:

Les innovations génétiques (mutations) peuvent avoir des conséquences plus ou moins importantes sur le phénotype, parmi les innovations, nous avons:

a) Des innovations génétiques qui n'affectent pas le phénotype donc sans conséquence.

– Si le sens du message génétique n'est pas altéré (un même acide aminés peut être codé plusieurs triplets dans code génétique).

– Si la fonction de la protéine n'est pas modifiée malgré des modifications de la séquence d'acides aminés.

Exemple: On constate ainsi que des protéines homologues (les insulines des vertébrés) assurent la même fonction biologique chez les êtres vivants différents bien que leurs séquences présentent des différences notables liées à des mutations ayant modifié un même gène ancestral: il y a eu **évolution moléculaire** sans conséquences fonctionnelles.

b) Des innovations génétiques qui affectent le phénotype et donc lourdes de conséquences

De nombreuses modifications du génome ont un effet plus ou moins important au niveau du phénotype.

Ainsi, les innovations génétiques concernant **les gènes du développement** (gènes architectes) ont un intérêt particulier. Ces gènes gouvernent ou codent pour des protéines qui contrôlent la transcription **des gènes de structure** (enzymes, protéines membranaires, protéines du squelette cellulaire….).

Une mutation d'un gène architecte peut donc perturber les modalités du développement et avoir des conséquences considérables se traduisant généralement par des anomalies plus ou moins spectaculaires du développement:

Exemple: Patte à la place des antennes chez la drosophile.

Les biologistes pensent que ces mutations avec de lourdes conséquences sur le phénotype peuvent être à l'origine de l'apparition de **plans d'organisation nouveaux** chez les êtres vivants.

2. La sélection naturelle privilégie certaines innovations

La sélection naturelle offre à certains individus une probabilité plus grande que d'autres de **transmettre leurs gènes** à la descendance.

La **sélection naturelle** peut alors privilégier la transmission de certaines innovations génétiques (combinaisons alléliques). Notamment celles qui confèrent un avantage dans des conditions environnementales données.

Exemple:

Les phalènes (papillons) sont très démonstratif: au sein de la population coexistent des formes de phénotypes variés suivant les conditions du milieu, les individus qui ont plus de chances d'échapper à leurs prédateurs transmettent prioritairement leurs gènes à la descendance.

L**a sélection naturelle est processus orienté** qui favorise la survie des individus dont les phénotypes sont les mieux adaptés, à un moment donné, aux conditions de l'environnement.

3. La conservation des innovations et la notion d'horloge moléculaire.

L'étude des molécules biologiques a montré l'existence de molécules **homologues,** c'est-à-dire de molécules présentant de très grandes similitudes.

Ces molécules se rencontrent:
– Chez des individus d'espèces différentes (insulines des vertébré, protéine de la chaine respiratoire comme le cytochrome C,…)
– Au sein d'un organisme (globuline, molécules de l'immunité,…)
Ces protéines sont donc codées par des **gènes apparentés,** les différences constatées résultant des seules mutations qui ont été conservées au cours de l'évolution.
Si le taux initial de mutation est vraisemblablement comparable dans tous les gènes, le taux de conservation des innovations génétiques est très variable d'une molécule à l'autre. Les molécules n'évoluent pas toutes à la même vitesse.
La mesure des distances génétiques entre molécules homologues peut alors servir d'**horloge moléculaire** à condition d'étalonner cette horloge en estimant, grâce à l'étude des fossiles, la vitesse d'évolution.

4. Les théories d'évolution.

41. Le Lamarckisme (1800)

a. Texte de Lamarck et analyse

- La taupe et les animaux cavernicoles sont aveugles parce que dans l'obscurité des cavernes, ils n'ont pas besoin d'utiliser la vue; les yeux qui ne fonctionnent pas s'atrophient.
- La girafe a un long coud parce qu'elle vit dans des lieux où la terre est toujours aride et sans herbage, ce qui l'oblige à brouter les feuillages des arbres et s'efforcer continuellement de les atteindre.
- Le doigt médian du cheval s'est développé parce qu'il fonctionne, servant à la course et à supporter le poids du corps; les doigts latéraux se sont atrophier parce qu'ils ne sont pas utilisés.

''Le besoin pousse l'animal à des efforts répétés qui entrainent la formation de l'organe destiné à satisfaire ce besoin.''
Les idées principales du Lamarckisme sont: besoin, habitude, effort répété au cours du temps, formation d'organes.

b. Les lois du Lamarckisme

- ***1ère loi: usage et non usage.***

L'utilisation d'un organe le fortifie, le développe par contre le défaut d'usage atrophie l'organe et peut même entrainer sa disparition: ***la fonction crée l'organe***

- ***2ème loi: hérédité des caractères acquis.***

L'organe créer après un effort répété au cours du temps est transmis à la descendance par hérédité.

c. Discussion:

Les caractères acquis appartiennent au phénotype; la loi de l'usage s'intéresse à un organe qui existe déjà: *l'usage ne peut pas créer un organe*.
Les caractères acquis ne peuvent pas se transmettre à la descendance: ce sont des mutations somations donc non héréditaires.
On n'a jamais observé un cas de transmission de caractères acquis.
Il n'y a pas de preuve à l'appui de la théorie de Lamarck pour expliquer l'évolution.

42. Le Darwinisme (1859)

a) Texte de Darwin et analyse

''La variété de girafe qui a le coud long pourra se nourrir en broutant les arbres de grande taille que les autres ne pourront pas atteindre.''
La nature, pour l'existence entraine la sélection; le plus apte survit parce qu'il a les caractères les plus favorables.
L'idée maitresse de Darwin est la sélection naturelle par la lutte pour la survie (struggle for life).

b) Discussion:

Les variations individuelles des survivants ne permettent pas d'expliquer de nouvelles espèces ou de nouveau genre. Les petites variations adaptatives qu'invoque Darwin sont généralement des mutations somations.

Pour qu'il y ait apparition de nouveau genre, il faut des variations discontinues qui affectent le génotype.

Le Darwinisme est insuffisant pour expliquer l'évolution.

43. Le Mutationnisme (1901)

La mutation est une variation brusque, discontinue et héréditaire.

Une mutation est fortuite, non orientée et héréditaire, elle peut affecter les chromosomes.

Les mutations entrainent l'apparition de nouveaux caractères dans la descendance, caractères favorables ou défavorables.

Si la mutation correspond à un caractère favorable, le mutant survit, dans le cas contraire, il est éliminé par la sélection naturelle.

Les mutations ont une valeur évolutive parce qu'elles sont héréditaires.

Cependant, les mutations que l'on peut observer actuellement reste toujours dans le cadre de l'espèce. Elles entrainent la variabilité au sein de l'espèce, mais il n'y a pas d'apparition de nouvelles espèces, de nouveaux genres ou de nouvelles familles.

Malgré ces multiples mutations, la drosophile reste toujours drosophile.

Les mutationnistes pensent cependant que les grands groupes d'êtres vivants (embranchements, classes, ordre….) se sont formé comme les espèces par des mutations qui se sont réalisées à un rythme très rapide engendrant des intermédiaires qui n'ont pas survécus longtemps.

L'isolement actuel des grands groupes seraient le résultat de la disparition des formes intermédiaires et de l'évolution divergente réalisé par la suite.

II. L'apparition d'espèces nouvelles

1. Qu'est-ce qu'une espèce ?

L'espèce est l'unité de base de la classification des êtres vivants: elle correspond à un ensemble d'individus possédant en commun un certain nombre de caractères anatomiques et physiologiques.

Le critère de ressemblance étant commode pour définir grossièrement une telle collection d'individus. En fait le critère essentiel est celui de **l'interfécondité** des individus:

Selon Mayr: **l'espèce est constituée par une population naturelle d'individus capable d'inter croisement et qui sont reproductivement isolés d'autres groupes semblables**.

Des individus semblables peuvent donc appartenir à des espèces différentes et réciproquement, des individus phénotypiquement différents peuvent appartenir à la même espèce.

Exemple: les différentes races de chiens sont inter fertiles forme une seule et même espèce. Les individus d'une même espèce ont donc des génomes suffisamment proches pour que la reproduction sexuée puisse brasser les gènes des différentes populations de cette espèce.

2. L'isolement reproductif et spéciation

La spéciation ou naissance de deux espèces nouvelles à partir d'une espèce mère implique, par définition, un **isolement reproductif** entre deux populations.

Les causes de cet isolement reproductif sont multiples.

L'une des plus évidentes est **l'isolement géographique,** lié à des migrations.

Des populations issues d'une même espèce et migrant sur des territoires séparés sont soumises à des conditions de sélection généralement différentes: l'évolution du patrimoine génétique de chaque groupe se faisant de façon indépendante, les génomes des deux populations deviennent si différents que tout inter-croisement est impossible même si, après des migrations, les deux espèces nouvelles reviennent cohabiter sur le même territoire.

Exemple:

Des populations de goélands d'Europe du Nord illustre ce mécanisme.

L'isolement reproductif peut aussi se produire chez des populations occupant un même territoire.
Des innovations génétiques peuvent être à l'origine de l'apparition d'individus constituant, au sein de la population initiale, un groupe sexuellement isolé (décalage dans les périodes de reproductions, incompatibilités physiologique ou anatomiques rendant impossibles les croisements avec les individus extérieurs à ce groupe, etc…).
Cet isolement d'origine purement biologique peut conduire à la même divergence génétique qu'un isolement géographique et aboutir ainsi à une spéciation.
Signalons enfin un cas particulier d'innovation génétique sans doute très important dans le règne végétal.
La modification brutale de la ploïdie peut conduire à la création d'espèces nouvelles.
C'est ainsi qu'un hybride provenant du croisement de deux espèces voisines est généralement stérile car il possède deux lots haploïdes de chromosome non homologues dont l'appariement en méiose ne peut se faire normalement.
Le doublement spontané éventuel du stock rend cet appariement possible, l'hybride (tétraploïde) peut alors former des gamètes et avoir une descendance.
Les botanistes ont établi par exemple que le blé cultivé, qui possède 42 chromosomes (soit 21 paires), provient, par un tel mécanisme, de graminées sauvages à 7 paires de chromosomes. Le blé est donc hexaploïde.

CONCLUSION:

Le problème de la génétique est double:
D'une part il s'agit de déterminer l'origine et la nature de la variation évolutive, seul problème abordé par Lamarck.
D'autre part étudier le jeu des facteurs responsables de la destinée des variants, seul problème abordé par Darwin.
L'hérédité des caractères acquis étant impossibles, la variation liée à l'influence du milieu et de l'usage ne saurait avoir une valeur évolutive.
Seule la mutation, variation brusque, discontinue, spontanée et héréditaire explique aujourd'hui la variation évolutive.
Quant à la destinée des variants, elles semblent bien s'expliquer par la sélection naturelle.

3 SOUS- CONCEPT III: LA LIGNEE HUMAINE

SITUATION PROBLEME :

Les espèces avec lesquelles l'espèce humaine est apparentée partagent avec elle un certain nombre de caractère dérivés. L'homme est un eucaryote, un vertébré, un tétrapode. C'est un amniote et un vertébré.

Au cours des périodes géologique, l'espèce humaine a été l'objet d'un ensemble de processus évolutifs qui permet tant d'acquérir les caractères qui distinguent aujourd'hui des autres primates

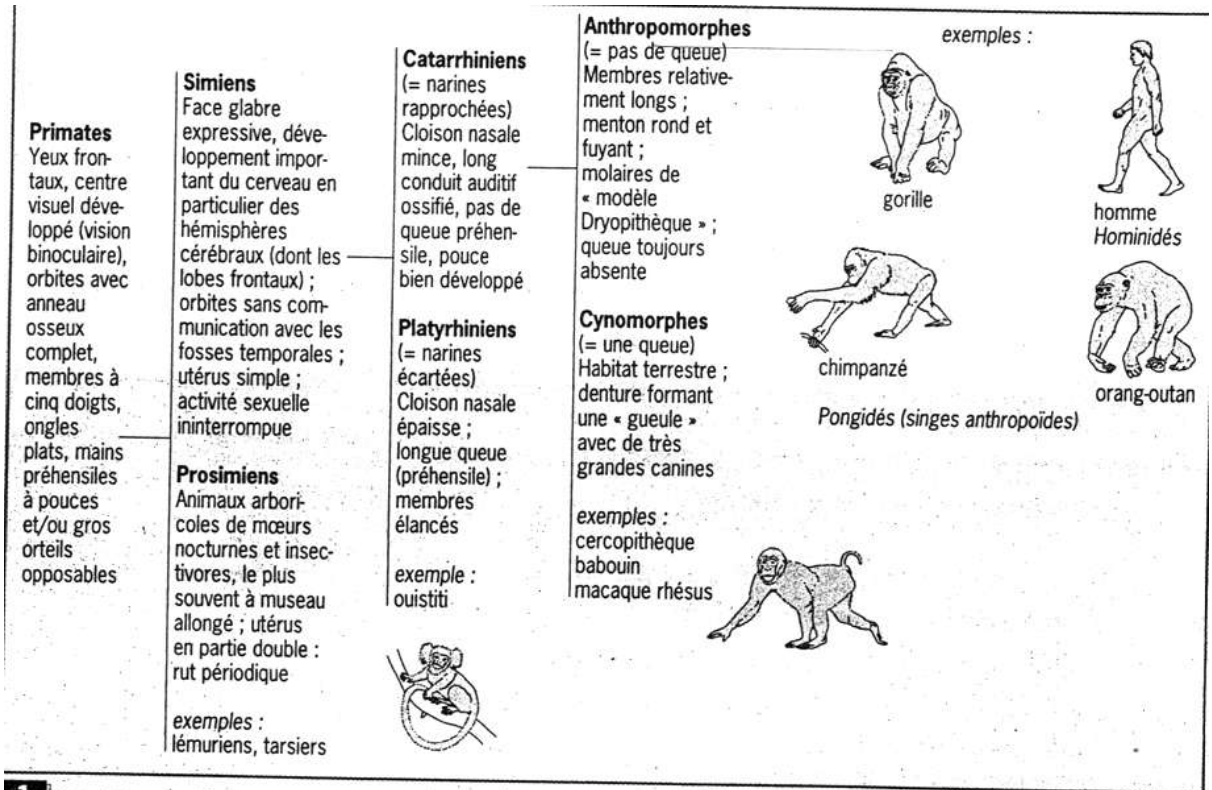
- **Quelle est la place de l'homme au sein des mammifères ?**
- **Quels caractères les distinguent des autres primates ?**

❖ LES ACTIVITES D'APPRENTISSAGES

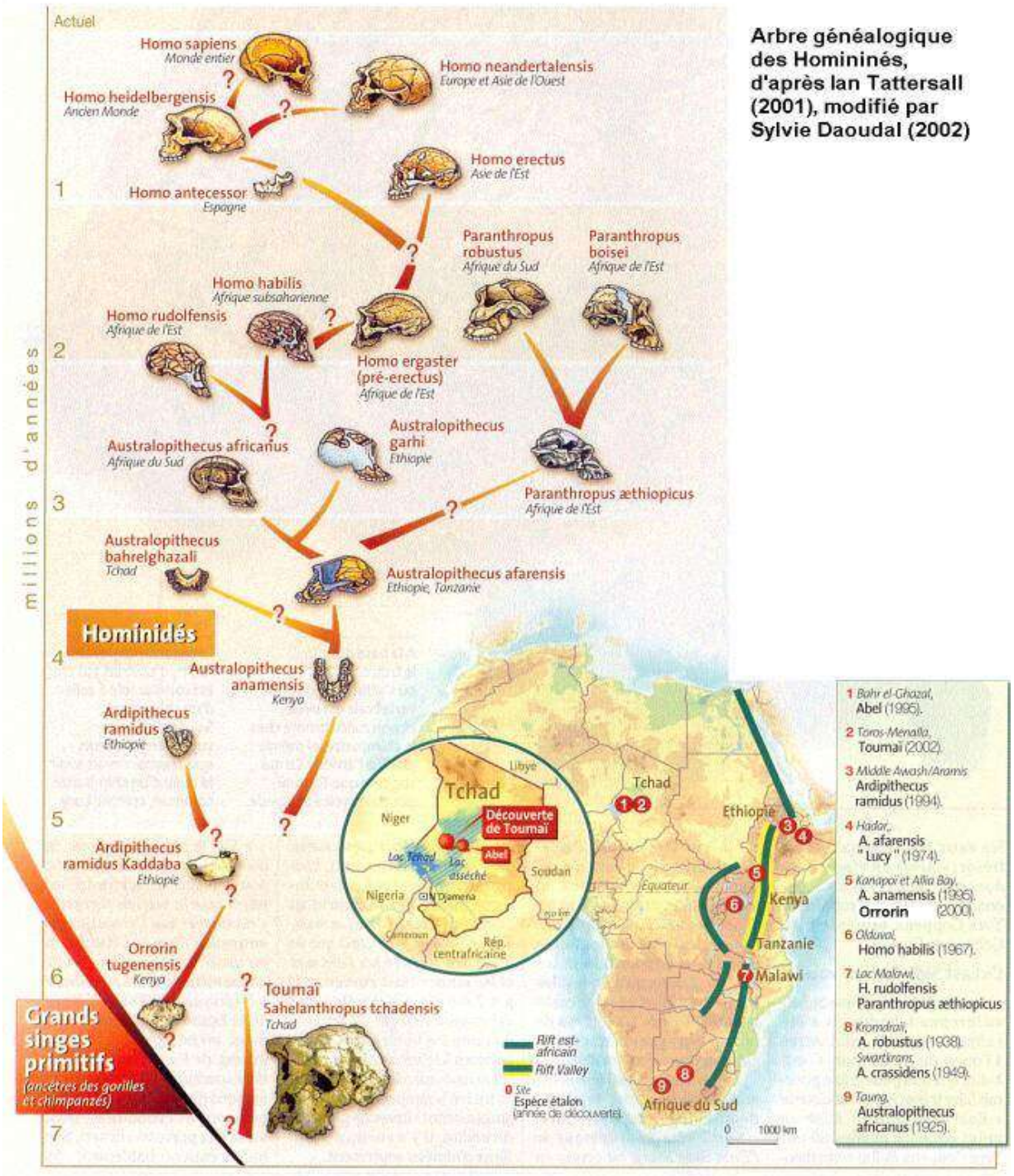
I. L'origine de l'homme et les différents groupes de la lignée humaine

Activité 1 Origine des hommes

L'origine de l'homme (en temps qu'espèce humaine) est connue de nos jours grâce aux fossiles retrouvés dans de nombreuses régions du monde. Soient les documents (1) et (2) ci- après. Observe attentivement ces deux documents.



1 **Caractères généraux et classification des Primates.** À chaque groupe identifié un exemple connu peut être associé.



Arbre généalogique des Homininés, d'après Ian Tattersall (2001), modifié par Sylvie Daoudal (2002)

CONSIGNE:A partir de l'observation des documents 1 et 2

1. **Dégage de l'observation du document 1 les caractères qui permet de classer l'homme et les grands singes dans le groupes des anthropomorphes.**
2. **Cite les grands groupes d'hominidés fossiles**
3. **Pourquoi dit- on que l'Afrique est le berceau de l'humanité**
4. **Nomme la région du monde où ont été les plus anciens fossiles de la lignée humaine.**
5. **Cite quelques traits marquants de l'évolution de l'homme**

SYNTHESE PARTIELLE :

1. Les caractères qui permet de classer l'homme et les grands singes dans le groupes des anthropomorphes sont : la présence des membres relativement longs menton rond et fuyant, la queue toujours absente.

2. On distingue deux grands groupes d'hominidés fossiles : les premiers hommes (homo habilis, homo erectus etc.) et les australopithèques qui présentent de nombreux caractères communs avec les singes anthropomorphes.
3. L'Afrique est le berceau de l'humanité parce que les fossiles des premiers hommes sur terre ont été découverts en Afrique.
4. Le humaine le plus ancien a été découvert au Kenya et daté de 6 millions d'années.
5. L'évolution du genre humain est marquée par :

- Le développement du cerveau : l'augmentation du volume encéphalique passe de 300-400 cm^3 chez les australopithèques à environ 1400 cm^3 chez l'homme actuel. La comparaison de crânes et de moulages endocriniens montre une augmentation du volume crânien et une vascularisation de plus en plus importante ;
- L'apparition du langage : le langage nécessite la présence d'un appareil vocal et le développement de certaines aires cérébrales (les aires Broca). Par des moulages endocrânien et des études de bases de cranes, les spécialiste estiment que l'homo erectus pouvait parler ;
- La conception de l'outil : les outils diffèrent en fonction des méthodes de fabrication, des matériaux utilisés, et des outils obtenues. On appelle industrie préhistorique l'ensemble des outils fabriqués par chaque groupe humain. L'outil se réalise avec un percuteur. On assiste à une évolution des techniques.

Activité 2 A la découverte des différents groupes de la lignée humaine

Le document suivant présente les différents groupes d'hominidés représenté par des fossiles

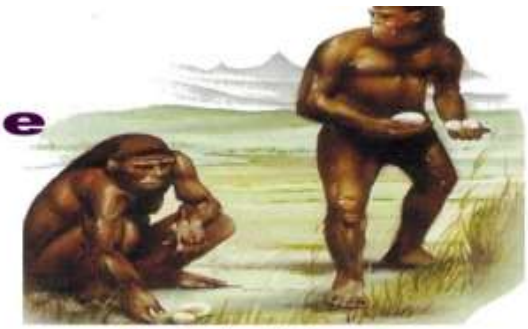


① Australopithèques

L'homme est un vertébré de la classe des mammifères et de l'ordre des primates. Il appartient à la famille des hominidés. Cette famille n'est représentée actuellement que par **une seule espèce** : *Homo sapiens sapiens*. Tous les autres hominidés ne sont connus qu'à l'état de fossiles. On les répartit en deux groupes :
– les australopithèques ;
– les premiers hommes (*Homo habilis, Homo erectus,...*) qui appartiennent tous au genre *Homo*.

Les australopithèques présentent de nombreux caractères communs avec les singes anthropomorphes, mais on sait, de façon incontestable, qu'ils étaient bipèdes permanents. C'est pourquoi on les classe dans les hominidés dont ce sont les premiers représentants connus.

Fossiles de la lignée humaine



Australopithèques



Homo habilis



Homo erectus



Homo sapiens néanderthalis



Homo sapiens sapiens

Quelques caractéristiques des hominidés

AUSTRALOPITHÈQUES

Quatre espèces :

Australopithecus afarensis (ou Pré-australopithecus)
- Connu depuis : 5 MA
- Le plus récent : 2,7 MA
- Taille : 1,10 à 1,30 m
- Volume encéphalique : 300 à 400 cm³
- Signe particulier : bipède
- Localisation : Afrique

Australopithecus africanus
- Connu depuis : 3 MA
- Le plus récent : 2,2 MA
- Taille : 1,30 m (25 à 30 kg)
- Volume encéphalique : 400 à 600 cm³
- Signe particulier : bipède
- Localisation : Afrique

Autres espèces :
- A. boisei
- A. robustus

HOMO HABILIS
(l'homme habile)
- Connu depuis : 2 MA
- Le plus récent : 1,5 MA
- Taille : 1,20 m
- Volume encéphalique : 600 à 770 cm³
- Caractéristiques : premiers outils (galets aménagés)
- Localisation : Afrique de l'Est

HOMO ERECTUS
(l'homme droit)
- Connu depuis : 1,6 MA
- Le plus récent : 150 000 ans
- Taille : 1,60 à 1,70 m
- Volume encéphalique : 800 à 1 200 cm³
- Caractéristiques : outils de type biface ; maîtrise progressive du feu
- Localisation : Afrique, puis Europe et Asie (Chine)

HOMO SAPIENS NEANDERTHALENSIS
(l'homme de Néanderthal)
- Connu depuis : 110 000 ans
- Le plus récent : 35 000 ans
- Taille : 1,50 à 1,70 m
- Volume encéphalique : 1 600 cm³
- Caractéristiques : outils plus diversifiés ; rites funéraires
- Localisation : Eurasie

HOMO SAPIENS SAPIENS
(l'homme sage sage)
- Connu depuis : 100 000 ans
- Le plus récent : actuel
- Taille : 1,70 m
- Volume encéphalique : 1 400 cm³
- Caractéristiques : diversification des outils et des matériaux ; apparition de l'art
- Localisation : monde entier

<u>CONSIGNE :</u> A partir de l'exploitation du document mis à ta disposition

1) Classe les différentes espèces appartenant à la lignée humaine suivant leur ordre d'apparition

2) Précise la période à laquelle chaque espèce semble avoir existée.

<u>SYNTHESE PARTIELLE :</u>

.....

.....

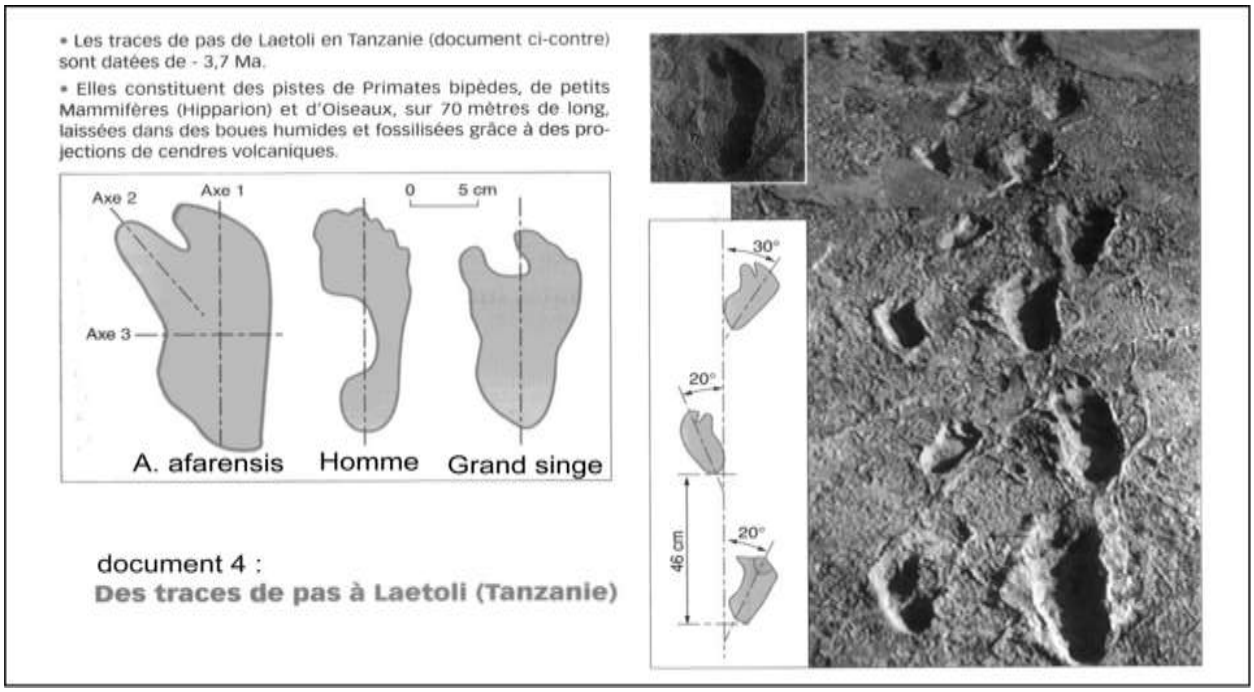
.....

.....
.....
.....
.....
.....
.....

II. LES CRITERES DE L'HOMINISATION

ACTIVITE 2.1 : DECOUVERTE DE LA BIPEDIE CHEZ LES HOMINIDES

Les documents 1, 2 et 3 mettent en relief le caractère bipède des Hominidés



document 4 :
Des traces de pas à Laetoli (Tanzanie)

- Les photographies ci-dessus présentes des empreintes découvertes en 1979 sur le site de Laetoli (Tanzanie) à la surface des cendres volcaniques durcies, et datées (par la méthode du potassium-argon) entre 3,6 et 3,8 millions d'années
  Les traces parallèles d'hominidés, que l'on peut suivre sur 25 mètres, ont été laissées par trois marcheurs :
  - A gauche, les petites empruntes (17,3 sur 7,7 cm) d'un individu de 1,20 m environ (peut-être un enfant)
  - A droite, les empruntes plus grandes (26,4m sur 10cm) d'un individu assez grande taille (1,40 m environ)
  - Un troisième marcheur, un peu moins grand, a mis ses pieds dans les empruntes du second
    Plus à droite encore, des empreintes d'animaux : hipparion (équidé à 3 doigts), rongeurs et lagomorphes
    La présence de formes archaïques d'australopithèque étant connue à Laetoli, on a pu attribuer ces souvenirs émouvants à des australopithecusafarensis
- Les photographies ci-dessus réalisées selon le procédé photogrammétrique (qui permet de mesurer les reliefs) montrent une répartition de couleurs identique sur une empreinte de pied humain moderne (photographie à droite) et sur une empreinte de laetoli(les couleurs foncées indiquent les zones ou le pied s'est enfoncé dans le sol). Au cours de la marche, la répartition du poids du corps sur le pied est donc la même dans les deux cas.

Document B



1. Une découverte essentielle
   - En 1974, une expédition, conduite en Ethiopie (notamment par Yves Coppens), a mis à jour les restes de « Lucy » : 52 fragments osseux découverts associés, ce qui est exceptionnel ; à partir des pièces de ce puzzle, 40% du squelette ont pu être reconstitués. C'est pour l'instant le plus ancien hominidé dont on ait découvert les ossements.
     Taille de Lucy : 1,05 m. volume du cerveau : 340 cm3. Caractéristique : Australopithecusafarensis, âgé de 20 ans, ayant vécu il y'a 3 millions d'années.
   - Des morceaux (sacrum presque intact, os iliaque-un seul-cassé et même écrasé) ont permis de reconstituer le bassin : celui-ci porte tous les marque de la bipédie existant chez l'Homme moderne, notamment :
     - Des ilions beaucoup plus courts que ceux des grands singes
     - Des attaches des « fessiers » qui indiquent que ces muscles ont une taille et une disposition tout à fait similaire à celle des qu'ils ont aujourd'hui. Il en est de même pour les muscles qui, à chaque pas, ramènent la jambe vers l'avant
2. Lucy devait « rouler des hanches ». la marche bipède de Lucy s'accompagnait d'un important déhanchement. En effet, le bassin de Lucy pouvait tourner de 50° à droite et à gauche de l'axe que constitue la colonne vertébrale, alors que celui de l'Homme actuel ne pivote que de 4°.
   Les articulations des membres inférieurs permettaient un déplacement dans les arbres.
   Cependant, le fait que le squelette de Lucy soit bien adapté à la bipédie fait penser que ses ancêtres marchaient déjà sur le sol la plus grande partie de leur temps.

Des caractères dérivés liés à la bipédie et au développement du cerveau.



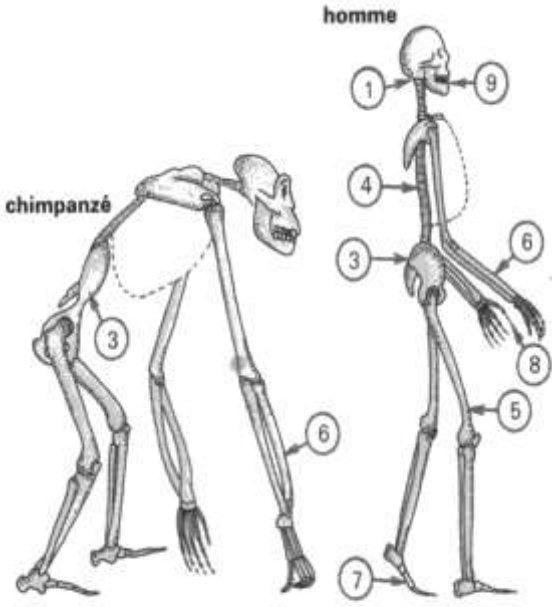
Homme	Chimpanzé
Position de la tête	
• Posée en équilibre au sommet de la colonne vertébrale (trou occipital en position avancée)	• Placée en porte-à-faux à l'avant de la colonne vertébrale (trou occipital en position reculée)
Colonne vertébrale	
• Colonne vertébrale à quatre courbures	• Colonne vertébrale avec une seule courbure
Membre supérieur	
• Plus court que le membre inférieur, adapté à la manipulation d'objets	• Puissant et allongé, adapté à la locomotion arboricole (brachiation)
Bassin	
• Os iliaques courts et larges	• Os iliaques longs et étroits
Pied	
• Adapté à la marche	• Adapté à la préhension



Des caractères du squelette en liaison avec une bipédie permanente.

1. Chez l'Homme, la tête est « posée » en équilibre au sommet de la colonne vertébrale. la position du trou occipital donne une indication précieuse sur la posture plus ou moins redressée du sujet.
2. Les muscles qui maintiennent la tête sont réduits. Chez les quadrupèdes, ces muscles, en raison de leur développement, s'insèrent sur le bourrelet très marqué des os du crâne.
3. La forme du bassin permet de reconnaitre si l'animal possède ou non la station verticale
4. La colonne vertébrale présente des courbures.
5. Les membres inferieures sont allongés.
6. Les bras de l'anthropomorphe touchent presque le sol ; ceux de l'homme atteignent seulement le dessous de la taille
7. Les voutes plantaires sont bien développées : le gros orteil est dans le même alignement que les autres doigts
8. La main, totalement libérée de la locomotion, présente un pouce bien développé, parfaitement opposable aux autres doigts qui peuvent effectuer des mouvements de flexion et d'extension
9. Les mâchoires perdent leur rôle préhenseur et deviennent moins volumineux

Schéma des squelettes permettant de repérer les modifications anatomiques liées à la bipédie



Comparaison entre les squelettes de l'Homme et du Chimpanzé

CONSIGNE : A partir des documents A, B, C et des textes y afférant

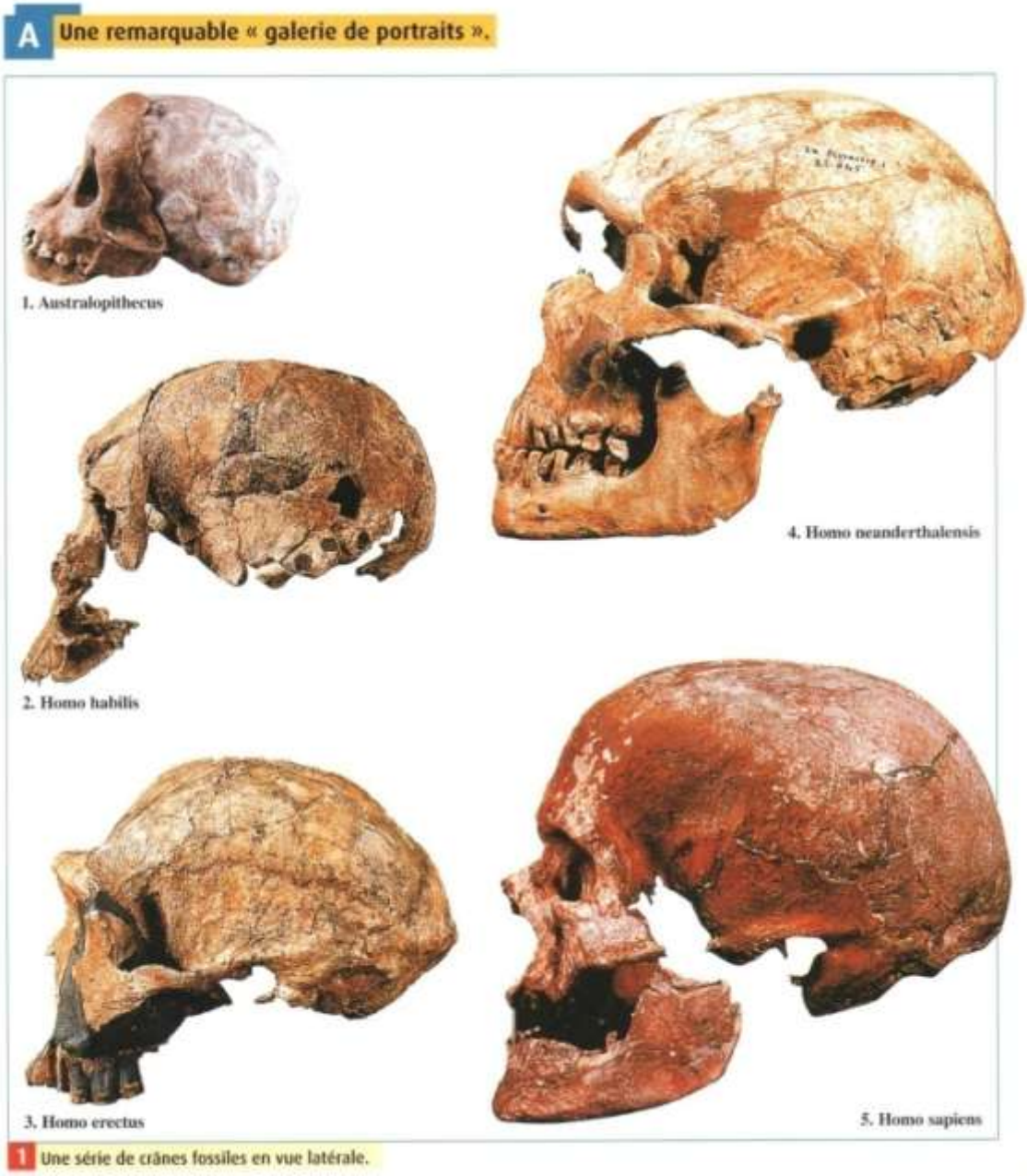
1. **A quel époque la bipédie est- elle apparue dans la lignée humaine ?**
2. **Comment les fossiles renseignent- ils sur les modes de locomotion ?**
3. **Pourquoi peut- on considérer que la bipédie fut peut-être la première différence entre les singes et l'homme ?**

SYNTHESE PARTIELLE

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Activité 2.2 L'évolution du crane et du cerveau

Le document suivant présente les crane et cerveau correspondant à chaque groupe d'hominidés

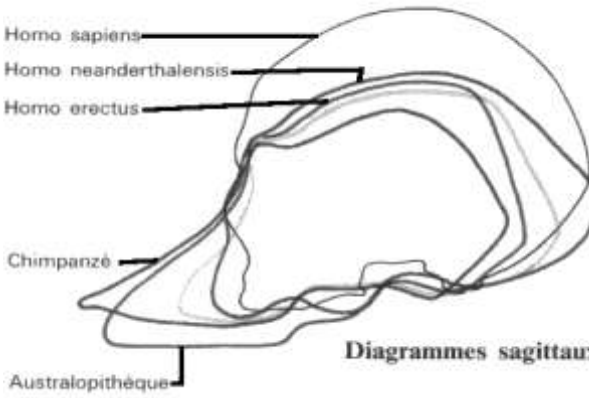


1 Une série de crânes fossiles en vue latérale.

L'espèce humaine est celle dont le cerveau est plus évolué : celui-ci est non seulement plus grand, mais aussi plus complexe et plus différencié que celui des autres espèces

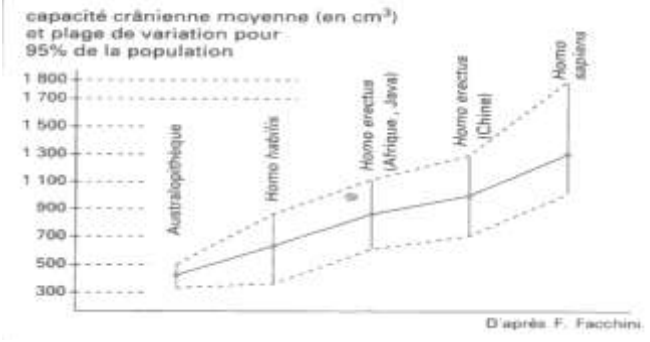
Grace à des mesures précises, les scientifiques ont établis :

-des diagrammes sagittaux (voir fig. ci-contre), c'est-à-dire des coupes sagittales du crane (coupes antéropostérieures passant par le plan de symétrie) ; des comparaisons sont alors possibles entre la morphologie du crâne et la capacité de la boite crânienne ; des graphes (fig 2)

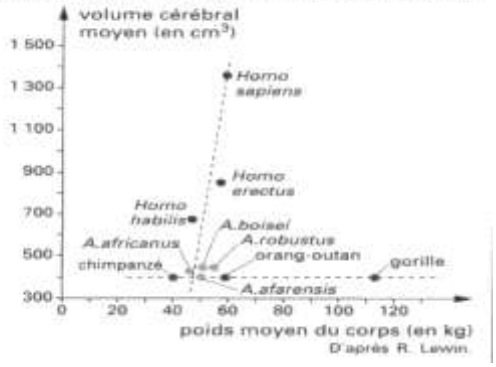


Diagrammes sagittaux

1. Capacités crâniennes moyennes



2. Capacités crâniennes en fonction du poids du corps



CONSIGNE : A partir de l'exploitation du document ci-dessus et des textes y afférant

1. **Dite comment le crâne et le cerveau ont évolué de l'australopithèque à Homo sapiens sapiens ?**
2. **Identifie espèce présentant de nombreuse circonvolution au niveau de son encéphale ?**
3. **Donne le nom de l'espèce la plus évoluée**

SYNTHESE PARTIELLE :

……

……

……

……

……

……

Activité 2.3 L'acquisition du langage et de la culture

1. Apparition du langage chez les hominides :

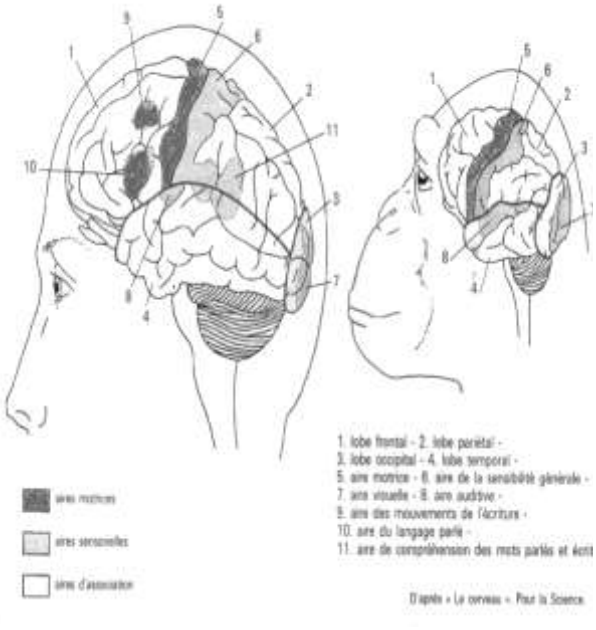
« Le langage permet de communiquer des informations et des sentiments ; il permet aussi d'exprimer des idées et de créer des concepts abstraits. Aussi, est-il indispensable au développement de la pensée logique, de la capacité d'abstraction au cours des premières années de la vie, et de l'intégration de l'individu au sein de la société » **J.L. Heim**

Le langage humain nécessite non seulement un appareil vocal adapté, mais également le développement de différents centres nerveux.

- Deux types d'indices permettent donc de savoir quand et comment le langage est apparu :
  - ✓ La forme de la base du crâne, qui est fonction de la position du larynx, une forme presque plate correspondant à une position haute du larynx, une forme courbée ou fléchie à un larynx bas ;
  - ✓ Les moulages endocrâniens qui peuvent révéler le développement des aires corticales du langage
- L'examine de la base du crane révèle que :
  - ✓ Les australopithèques possèdent un larynx en position haute ;
  - ✓ Un Homo erectus du Kenya, âgé de 1 600 000 ans, possède déjà les structures anatomiques de base de phonation.
  - ✓ D'autres arguments (fabrication d'outils, organisation sociale…) plaident en faveur d'une forme de langage chez Homo erectus.

Des études de la base du crane n'ont pu être réalisés sur Homo habilis car les fossiles disponibles n'ont pas de base crânienne. Mais le moulage endocrânien révèle un certain développement de la zone liée au langage articulé. Ceci ne permet pas de dire que l'Homo habilis parlait, mais on peut penser qu'il possédait les bases neurologiques du langage.

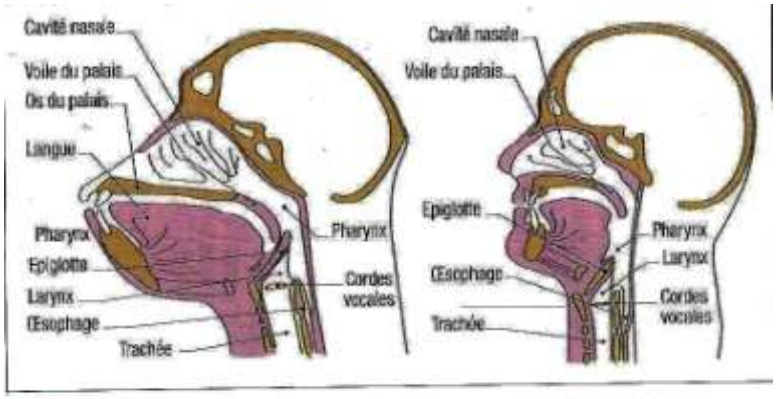
Connaitre le degré de complexité du cerveau des formes fossiles est une des bases de l'étude de son évolution. De ce point de vue, les moulages endocrâniens fournissent des indices précieuses, car les circonvolutions du cortex cérébral laissent leur emprunte sur la face interne de la boite crânienne. De petits lobes temporaux et pariétaux, associés à un lobe occipital important, caractérisent le cerveau des singes pongidés, alors que des lobes temporaux et pariétaux importants, associés à un lobe occipital réduit, sont caractéristique du cerveau des hominidés. Ces caractères sont déjà repérables sur les moulages réalisés à partir des cranes d'australopithèques. Il semble probable que le processus de différenciation des aires corticales se soit accéléré vers – 100000 ans, au moment de l'apparition de l'Homo sapiens sapiens. Les dessins, réalisés à la même échelle, permettant de comparer



L'organisation du cortex de l'Homme actuel à celle du cortex cérébral du chimpanzé

Des -400 000 ans, les Hommes auraient ainsi acquis des structures du larynx et du pharynx identiques à celles de l'Homme moderne.

2. Des modifications anatomiques permettant a l'homme d'avoir une parole articulée



Document 8 : le larynx en liaison avec le pharynx permet de moduler ou d'amplifier les sons.

La comparaison entre l'appareil vocal du chimpanzé et celui de l'Homme permet d'expliquer pourquoi ce dernier peut produire un langage articulé alors que le singe n'émet que des grognements et des hurlements. Chez les singes, la position haute du larynx ne laisse que peu d'espace de modifier les soins émis. Par contre, le grand pharynx de l'Homme, lié à un larynx bas, permet de transformer les sons en phénomènes et en mots.

CONSIGNE :A partir de l'exploitation du document et des textes y afférant,

1. **Compare les appareils vocaux de l'homme et celui du Chimpanzé. Explique pourquoi le Chimpanzé ne peut pas avoir de langage articulé comme celui de l'homme. (doc. 8)**
2. **Précise quand le langage articulé est apparue dans la lignée humaine (doc. 9)**

SYNTHÈSE PARTIELLE :

.....

.....

.....

.....

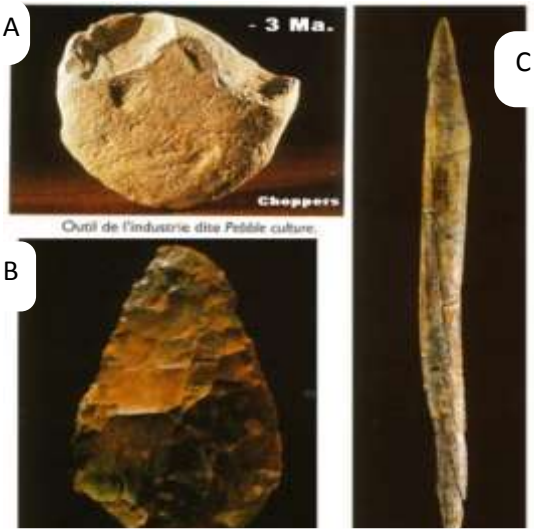
.....

.....

.....

Activité 2.4 La fabrication des outils

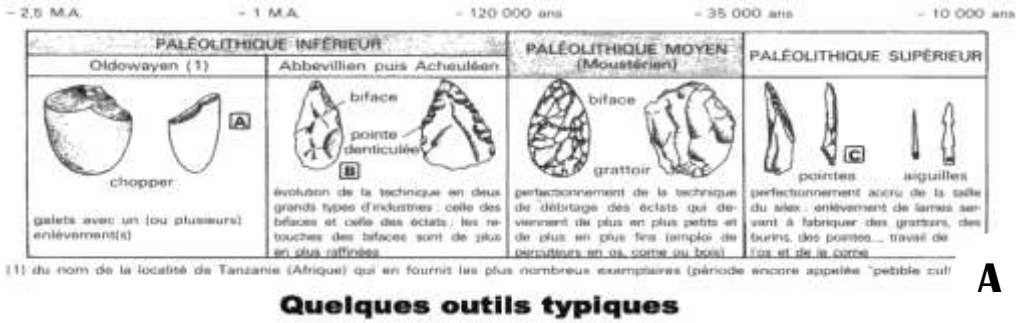
Parallèlement à l'évolution biologique, l'hominisation se caractérise par la création et l'utilisation d'outils. Les outils découverts dans les sites préhistoriques révèlent l'emploi de techniques de plus en plus élaborées. Les figures suivantes montres l'évolution de ces outils



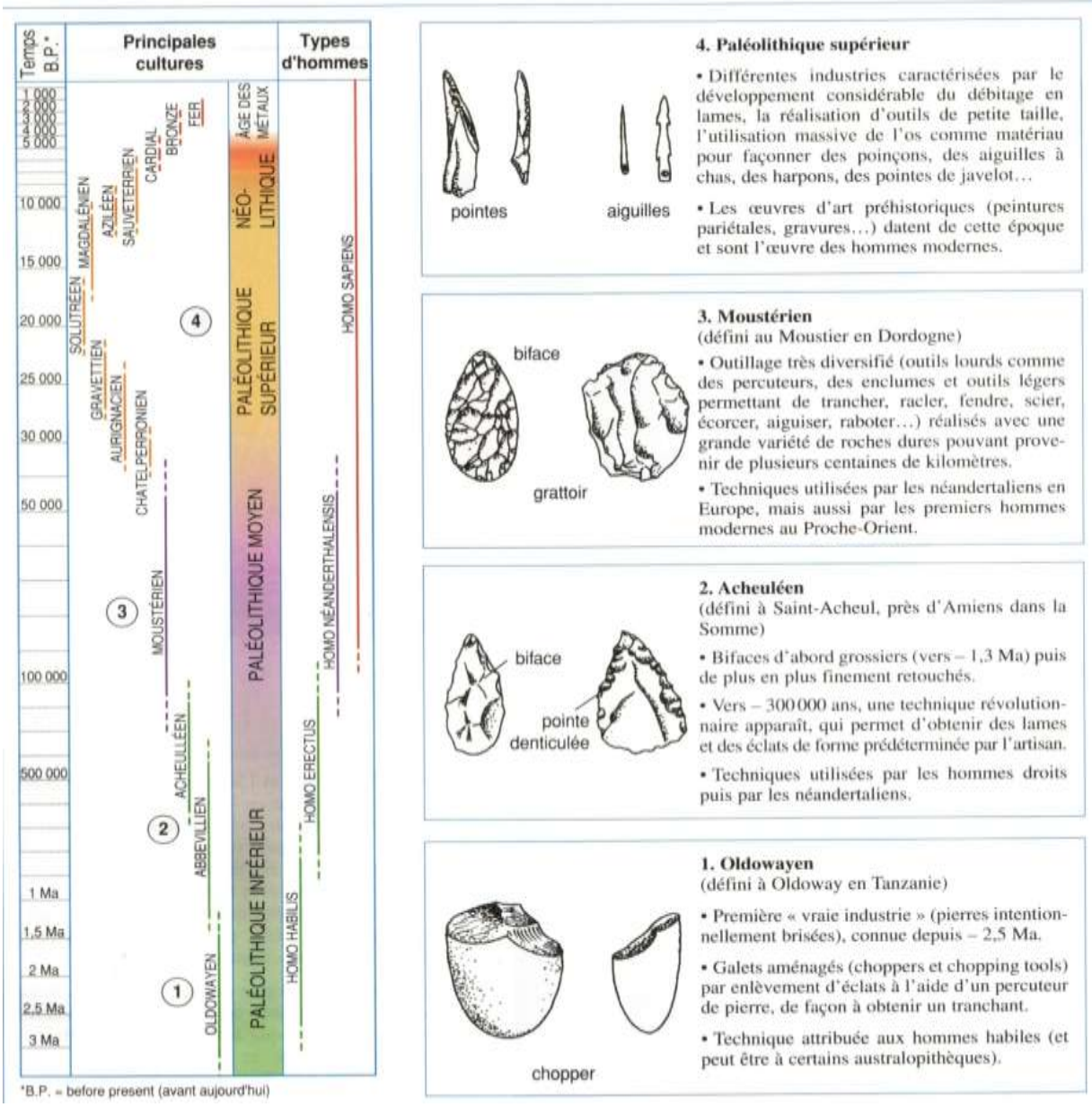
A. Galets « aménagés » : cassés d'un seul côté de façon à former une arête tranchante, ils sont obtenus par percussion directe
B. Biface acheuléen : cet outil est obtenu par l'enlèvement à l'aide d'un percuteur d'éclats plus ou moins importants sur un « nucléus »
C. Perçoir en silex (paléolithique)

Certains singes utilisent des pierres et des bâtons pour se défendre ou pour se procurer de la nourriture. Mais l'Homme est le seul à savoir fabriquer systématiquement des outils de différents types, pour une utilisation bien défini, puis à pouvoir perfectionner sa technologie. Les outils des hommes préhistoriques servent à tuer les animaux, à les dépecer, à couper et à racler des peaux, à couper des plantes… la matière première utilisée est essentiellement le silex On divise « l'âge des pierres » en trois périodes : le paléolithique (« pierre ancienne »),

Le mésolithique (« pierre intermédiaire »), le néolithique (« pierre récente ») correspondant à la technique de la (« pierre polie »)
Le tableau ci-dessous présente les étapes de l'utilisation de pierre au paléolithique.
Le néolithique représente un tournant décisif dans l'histoire de l'humanité. Il correspond à l'apparition des outils de pierre polie, aux premières utilisations des outils des métaux, aux débuts de l'élevage et de l'agriculture



Quelques outils typiques



4. Paléolithique supérieur

- Différentes industries caractérisées par le développement considérable du débitage en lames, la réalisation d'outils de petite taille, l'utilisation massive de l'os comme matériau pour façonner des poinçons, des aiguilles à chas, des harpons, des pointes de javelot…
- Les œuvres d'art préhistoriques (peintures pariétales, gravures…) datent de cette époque et sont l'œuvre des hommes modernes.

3. Moustérien
(défini au Moustier en Dordogne)

- Outillage très diversifié (outils lourds comme des percuteurs, des enclumes et outils légers permettant de trancher, racler, fendre, scier, écorcer, aiguiser, raboter…) réalisés avec une grande variété de roches dures pouvant provenir de plusieurs centaines de kilomètres.
- Techniques utilisées par les néandertaliens en Europe, mais aussi par les premiers hommes modernes au Proche-Orient.

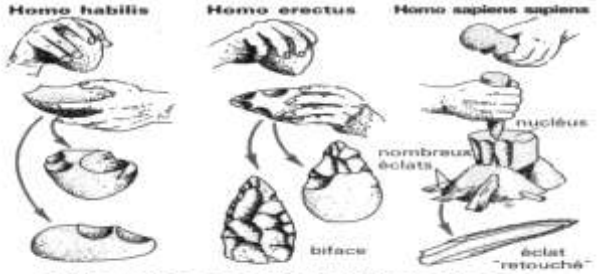
2. Acheuléen
(défini à Saint-Acheul, près d'Amiens dans la Somme)

- Bifaces d'abord grossiers (vers – 1,3 Ma) puis de plus en plus finement retouchés.
- Vers – 300 000 ans, une technique révolutionnaire apparaît, qui permet d'obtenir des lames et des éclats de forme prédéterminée par l'artisan.
- Techniques utilisées par les hommes droits puis par les néandertaliens.

1. Oldowayen
(défini à Oldoway en Tanzanie)

- Première « vraie industrie » (pierres intentionnellement brisées), connue depuis – 2,5 Ma.
- Galets aménagés (choppers et chopping tools) par enlèvement d'éclats à l'aide d'un percuteur de pierre, de façon à obtenir un tranchant.
- Technique attribuée aux hommes habiles (et peut être à certains australopithèques).

	Homo habilis	Homo erectus	H. sapiens neanderth.	H. sapiens sapiens
nombre moyen de percussions par outil	1 à 6	25 à 65	111	251
nombre de types d'outils différents	6	10	60	100



Quelques outils typiques : leur fabrication

CONSIGNE : En exploitant les documents et les textes ci-dessus

1. **En quoi les techniques de fabrication d'outils sont- elles de plus en plus élaborées de l'Homo habilis à l'Homo sapiens sapiens**
2. **Montre, à l'aide de la figure D que l'évolution biologique et l'évolution des techniques peuvent s'effectuer à des vitesses différentes**

© Ouvrage élaboré par Aboubacar BOUARE & Issa COULIBALY /Professeur de SVT
79198269-65665696/76399806-66279590 Email: iss27coul@live.fr

SYNTHESE PARTIELLE :

.....

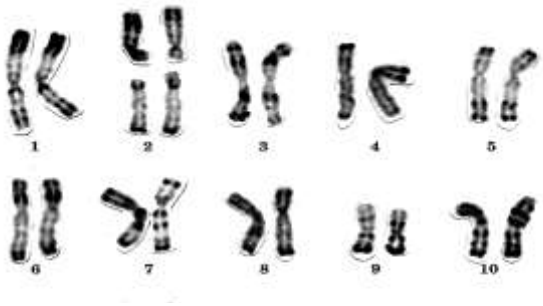
.....

.....

.....

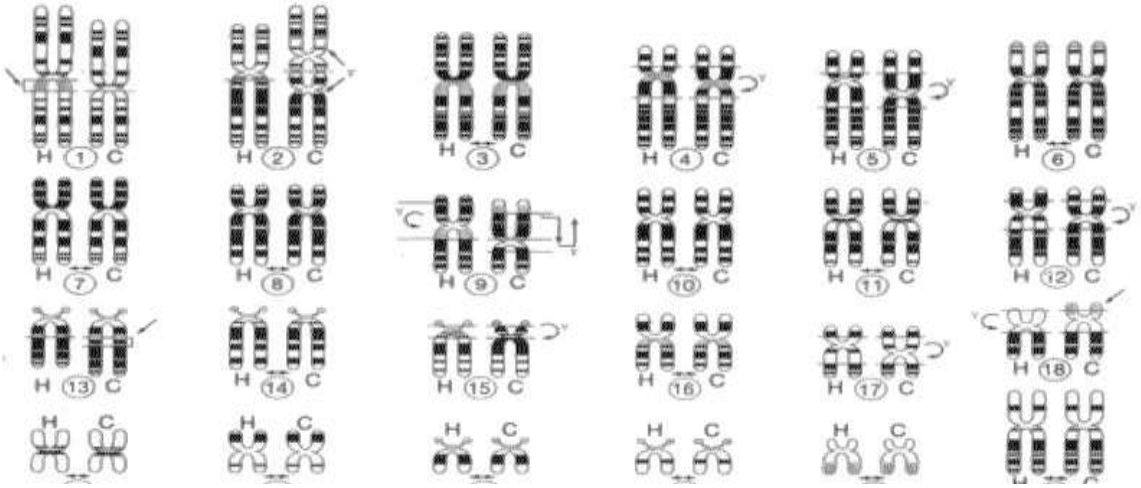
.....

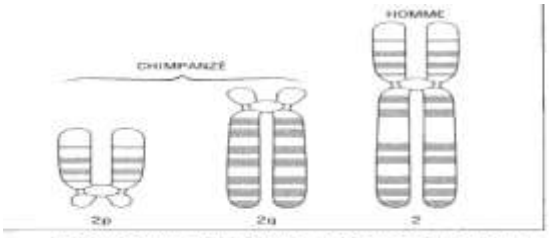
ACTIVITE2.6 LIENS DE PARENTE CHROMOSOMIQUE ENTRE L'HOMME ET LES AUTRES PRIMATES



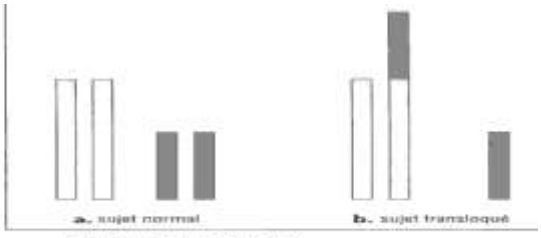
- La photographie ci-contre est un montage de deux demi caryotypes, l'un de chimpanzé, l'autre de l'Homme. Dans chacune des paires, le chromosome de gauche est humain, celui de droite appartient au chimpanzé.
- Une coloration, faisant apparaitre des bandes sombres, fidèles reflets de la garniture génétique, facilite la comparaison des chromosomes de chacune des deux espèces. Cette comparaison montre que : le chromosome n°2 humain est formé de la fusion de deux chromosomes restés séparés chez les chimpanzés ; les caryotypes de l'Homme et du chimpanzé comprennent respectivement 46 et 48 chromosomes ;
  - ✓ Treize paires de chromosomes ont une morphologie exactement identiques ;
  - ✓ Les chromosomes non identiques entres les deux espèces ne se distinguent que par une disposition différente de certains segments. Ainsi, les chromosomes n°2, 4, 5, 12,15 et 17 ne différent que par l'inversion d'un segment autour du centrosome n° 1,13 et 18 par l'adjonction d'un segment ; deux chromosomes (n° 9 et 15) présentent des modifications plus complexes.

Comparaison des chromosomes de l'Homme et du Chimpanzé





Chromosomes 2 de l'Homme, et 2p et 2q du chimpanzé.



. Couples chromosomiques.

CONSIGNE : **A partir de l'exploitation du document ci-dessous ;**

1. **Explique les liens de parenté entre l'Homme et les autres primates à partir de la comparaison des caryotypes de l'homme et du chimpanzé**
2. **Tire une conclusion**

SYNTHESE PARTIELLE :

.....

.....

.....

.....

.....

ACTIVITE 2.7: LES LIENS DE PARENTES MOLECULAIRES ENTRE L'HOMME ET LES AUTRES PRIMATES

Parmi les arguments qui plaident en faveur de l'évolution du monde vivant figurent les données de la paléontologie et les données de la biologie moléculaire. On souhaite dresser l'arbre phylogénétique de quatre espèces actuelles de vertébrés. Les documents 2a, 2b et 2c présentent les séquences d'acides aminés de la chaîne de l'hémoglobine (acides aminés 25 à 72) chez quatre (4) espèces actuelles de vertébrés: l'Homme, le Cheval, la Carpe (poisson) et le singe.

a.a	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Homme	gly	ala	glu	ala	leu	Glu	Arg	met	phe	leu	ser	phe	pro	thr	Thr	lys
Cheval	gly	ala	glu	ala	leu	Glu	Arg	met	phe	leu	gly	phe	pro	thr	Thr	lys
Carpe	gly	ala	glu	ala	leu	Gly	Arg	met	leu	thr	val	tyr	pro	gln	Thr	lys
Singe	gly	ala	glu	ala	leu	Glu	Arg	met	phe	leu	ser	phe	pro	thr	Thr	lys

a.a	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56
Homme	thr	tyr	phe	pro	his	Phe	...	asp	leu	ser	his	gly	ser	ala	Gln	val
Cheval	thr	thr	phe	pro	his	Phe	...	asp	leu	ser	his	gly	ser	ala	Gln	val
Carpe	thr	tyr	phe	ala	his	Trp	...	asp	leu	ser	pro	gly	ser	gly	Pro	val
Singe	thr	tyr	phe	pro	his	Phe	...	asp	leu	ser	ser	gly	ser	ala	Gln	val

a.a	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
Homme	lys	gly	his	gly	lys	lys	Val	ala	...	asp	ala	leu	thr	asn	Ala	val
Cheval	lys	ala	his	gly	lys	lys	Val	ala	...	asp	gly	leu	thr	leu	Ala	val
Carpe	lys	...	his	gly	lys	lys	Val	ileu	...	gly	ala	val	gly	asp	Ala	val
Singe	lys	gly	his	gly	lys	lys	Val	ala	...	asp	ala	leu	met	asn	Ala	val

Les pointillés (…) correspondent à des acides aminés qui n'ont pas été mentionnés (ne pas en tenir compte).

CONSIGNE :

1. A partir des seules données des documents 2a, 2b et 2c (ne montre en fait qu'une partie, de la séquence de la chaîne μ d'hémoglobine pour chacun des quatre vertébrés), dresse l'arbre phylogénétique de ces quatre espèces actuelles de vertébrés.

2. Explique la démarche qui vous a permis de reconstituer les liens de parenté entre ces quatre espèces.

SYNTHESE PARTIELLE :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

8. SYNTHESE GENERALE :

Tous les êtres vivants sont apparentés. La parenté entre deux espèces est d'autant plus importante qu'elles possèdent un ancêtre commun récent au cours de l'évolution. L'espèce humaine n'échappe pas à cette règle. Notre espèce partage des caractères communs avec certaines espèces de grands singes. Elle possède donc un ancêtre commun avec eux.

En effet les espèces animales et végétales semblent stables mais les roches qui constituent l'écorce terrestre renferment des restes d'animaux et de végétaux disparus, les fossiles et les caractéristiques des roches qui les contiennent permettent parfois de reconstituer le milieu de vie de ces êtres anciens. Au cours des périodes géologiques, l'espèce humaine a été l'objet d'un ensemble de processus évolutif lui permettant d'acquérir les caractères qui le distinguent aujourd'hui des autres primates.

I- L'origine de l'homme et reconstitution de l'histoire de l'homme:

a. Origine:

L'homme est le résultat d'une succession d'innovations évolutives qui sont apparues à différentes périodes de l'histoire de la vie.

- L'homme est **un eucaryote**, il partage cette organisation avec tous les êtres vivants excepté les bactéries. L'état eucaryote semble apparaître vers 1.2 Ga (à partir de l'état procaryote)
- L'homme est **un vertébré**, doté d'un squelette interne, **un tétrapode**, innovation importante ; 2 paires de membres munis de doigts et qui permettent une locomotion sur la terre ferme (conquête du milieu terrestre).
- L'homme est **un amniote** (-340 Ma), l'embryon se développe dans une poche d'eau (indépendance par rapport au milieu liquide). Tous les vertébrés sauf les poissons sont des amniotes.
- L'homme est **un mammifère** (-220 Ma), apparition d'un développement in utero, de l'allaitement et des poils.
- L'homme est **un primate** (-65 Ma). Il possède avec l'ensemble des primates les caractères dérivés suivants:
  - ✓ Le pouce est opposable aux autres doigts (main préhensile)
  - ✓ Les doigts portent des ongles plats
  - ✓ L'appareil visuel est adapté à la vision en relief
  - ✓ Un cerveau bien développé

L'ordre des primates comprend:

- Les lémuriens: ils sont arboricoles ; crane volumineux et des membres spécialisés. On les retrouve en Inde, en Malaisie, au Madagascar.
- Les cynomorphes: Singes quadrupèdes, plantigrades à longues queue; ils sont grimpeurs ou marcheurs.
- Les anthropomorphes (anthropoïdes): dans ce groupe, on trouve les gorilles, les chimpanzés, les gibbons, les orangs-outangs.

▪ L'homme est **un hominoïde**, un primate sans queue. Ce groupe rassemble le gibbon l'orang-outan, le gorille, le bonobo, le chimpanzé et l'homme.

▪ L'Homme appartient au groupe des **hominidés.**

Ce sont les comparaisons de caryotypes (comparaisons chromosomiques), de gènes, de séquences moléculaires, qui ont ensuite permis de regrouper l'Homme avec les grands singes (gorille, bonobo, chimpanzé) dans le groupe des hominidés.

Mais, au sein des hominidés, c'est avec le chimpanzé que l'Homme est le plus apparenté (caryotype très proche, 99 % du patrimoine génétique en commun, certaines séquences de plusieurs gènes homologues proches de 90 % de similitudes…).

Tous les plus anciens fossiles de la ligné humaine ont été découvertes en Afrique; on peut donc supposer que c'est en Afrique que la lignée humaine a fait son apparition ; dans une population a ancêtres communs aux hommes et aux chimpanzés.

Le fossile humain le plus ancien a été découvert au Kenya et date d'environ 6 millions d'année.

b. <u>Reconstitution de l'histoire de l'homme:</u>

L'évolution de l'homme est marquée par:

– Une augmentation du volume encéphalique qui passe de 300 cm^3 chez l'australopithèque a 1400 cm^3 chez l'homme actuel.

– La fabrication d'outils de plus en plus perfectionnée à partir de matériaux de plus en plus diversifié

– La maitrise du feu et de l'environnement ;

– L'évolution de la pensé qui se traduit par l'acquisition de rites funéraires et de l'art

– Une occupation de toute la planète

❖ **<u>Les australopithèques :</u>**(pré-anthropiens):

- Le genre australopithecus: capacité crânienne inférieure à celle des hominiens mais supérieure à celle des anthropoïdes.

  Exemple: Australopithecus africanus, découvert en Afrique du Sud en 1925.

- Le genre zinjanthrope de Tanganyika découvert en 1959; omnivore et végétarien.

❖ **Les archanthropiens:**2 genres (pithécanthrope et sinanthrope)

Le genre sinanthrope a été découvert en Chine en 1221 dans les côtes du Chou-Rou-Tien ; capacité crânienne dépassant 1000 cm^3, molaires de type humain, ils utilisaient le feu.

❖ **Les paléanthropiens**:l'homme de Neandertal ; capacité crânienne (1600 $cm^{3)}$, taille=1,55m ; dentition : de type humain et bipède.

❖ **Les néanthropiens homo sapiens :** fossiles, dont les représentants sont :

- L'homme du Cro-Magnon : découvert en 1868 dans les roches du Bourgogne
- L'homme de Chancelade : découvert en 1888 dans les grottes du Périgueux.

Les néanthropiens Homo sapiens: ils sont très proches de l'homme actuel.

II- Les critères de l'hominisation:

Les critères d'appartenance à la lignée humaine: c'est l'étude des différences observées entre l'homme et les chimpanzés actuels qui vont permettre de caractériser les caractères propres à la lignée humaine. Donc, pour établir les critères d'appartenance à cette lignée, on va comparer l'homme et les chimpanzés actuels et rechercher des caractères absents chez les chimpanzés, mais présents uniquement chez les hommes. On peut utiliser des critères anatomiques (Comparaison des squelettes de l'Homme et du chimpanzé, comparaison des crânes) ou des critères sociologiques (organisation en communauté, apprentissage, réutilisation des outils créés).

Attention:L'ancêtre commun à l'Homme et au Chimpanzé n'est ni un Chimpanzé, ni un Homme.

C'est un individu **hypothétique** qui possède l'ensemble des caractères à l'état dérivé partagés par l'Homme et les Chimpanzés. Le chimpanzé n'est donc pas notre ancêtre mais notre cousin !!

A. La bipédie:

Les singes ont la capacité de marché sur les deux pattes arrière; mais ce mode de locomotion n'est pas la principale. La bipédie s'accompagne de plusieurs modifications squelettiques. La découverte des pas de l'australopithèque Lucy, datant de 3 millions d'année; montrent que la bipédie est apparue très tôt dans la lignée humaine et semble être le premier caractère distinctif entre l'homo et les grands singes

B. L'évolution du crane et du cerveau:

Le genre homo apparait il y a 2 millions d'année environ et dérive de l'évolution de l'australopithèque. On assiste dans le genre homo a une augmentation de volume cérébrale: il attient 1600 cm^3 chez homo actuel (homo sapiens) ; il atteint 1400 cm^3. L'augmentation du volume crânien est à mettre en rapport avec les capacités humaines. Les moulages de l'intérieur des cranes retrouvés montrent que les circonvolutions cérébrales sont de plus nombreuses au fil du temps. Les cranes d'homo habilis et d'homo erectus possèdent les mêmes caractéristiques principales que celle l'australopithèque; mais la capacité crânienne augment. Chez l'homo sapiens ; le volume crânien est beaucoup plus important que chez les autres homo.

C. L'acquisition du langage et de la culture:

La possibilité qu'a l'homme d'avoir un langage articulé tient à une particularité anatomique le larynx en position basse ou en position haute. Les singes ont un larynx en position haute, ce qui ne leur permet pas d'émettre que des grognements. On a trouvé un fossile d'homo erectus possédant un larynx en position basse il y a 1,6 million d'années. C'est pourquoi on suppose que le langage existe depuis l'homo erectus. L'acquisition du langage articulé facilite la transmission des traditions des techniques et du savoir. Les rites funéraires commencent avec l'homme du Neandertal mais c'est avec l'homo sapiens que se développe l'art préhistorique, peintures, gravures sur les parois des grottes, sur les objets, etc. Ces activités témoignent d'un développement important dans la pensée symbolique.

D. La fabrication des outils:

- L'australopithèque ne fabrique pas d'outils et utilisait les cailloux tels quels, comme font les singes.
- L'homo habilis fabriquait des outils à partir de galets taillés grossièrement en les entrechoquant les uns contre les autres. Les éclats tranchants formés lors de la taille pouvaient également être utilisés. Le galet ainsi taillé s'appelle un «chopper» (industrie oldo-moyenne.)
- L'homo erectus commence à façonner les galets à l'aide d'un percuteur et des bifaces à bords tranchants : industrie acheuléenne.

Avec l'apparition de l'homo sapiens au paléolithique moyen, la technique des bifaces s'affine, de nouveaux outils sont créés, comme des aiguilles, des grattoirs au paléolithique supérieur, et l'homo sapiens utilisent d'autres matériaux comme le bois, l'os, l'ivoire, etc. Lui permettant de fabriquer de nouveaux outils (harpons, hameçons, etc.)

L'évolution de la technique est en rapport avec l'évolution de la capacité crânienne. Elle est avec celle de la culture indissociable de l'évolution biologique bien qu'elles se soient effectuées à des vitesses différentes.

III- Les liens de parente et l'arbre généalogique des hominides:

A. Les données chromosomiques:

La comparaison du matériel génétique de l'homme actuel et des singes anthropomorphes montre de grandes similitudes. Ainsi, le caryotype d'un chimpanzé comporte 48 chromosomes, alors que celui de l'homme en a 46.

L'examen attentif de chacun des chromosomes montre que :

– Treize paires de chromosomes sont parfaitement identiques,

– Les différences constatées sur le chromosome 1, 2, 4, 5, 12, 13, 15, 17 et 18 peuvent s'expliquer essentiellement par des inversions ou des adjonctions de segments,

– La fusion de deux chromosomes du chimpanzé en un seul chromosome humain (chromosome 2) est à l'origine de la différence du nombre de chromosomes entre les deux espèces.

Les deux caryotypes présentent une grande similitude, indiquant une étroite parenté entre les deux espèces et signifiant qu'elles possèdent un ancêtre commun récent.

B. Les données moléculaires:

Les données moléculaires permettent de dire que la divergence entre la lignée humaine et la lignée des chimpanzés est située vers **7 à 10 Ma** (l'horloge moléculaire utilise le nombre de mutations par unité de temps).

Plusieurs espèces d'homininés ont vécu ensembles entre 6 Ma et l'époque actuelle. Il existe deux rameaux différents qui se sont séparés tôt dans cette lignée : les Australopithèques et les Homo.

REMARQUE: Orrorintugenensis (- 6 Ma) et Sahemanthropustchadensis (-7 Ma) possédaient des caractères à l'état dérivé en relation avec la bipédie sont les plus anciens homininés connus. La comparaison du nombre de mutations communes à deux espèces permet d'évaluer leur degré de parenté. L'homme et le chimpanzé présentant le plus grand nombre de mutations communes sont les plus proches. L'orang-outang est isolé des autres espèces car il ne présente avec elles qu'une seule mutation comme. La distance immunologique est également une des données moléculaires ayant permis d'établir l'arbre phylogénétique. Plus la parenté est éloignée et inversement. Le cas étudié montre que l'homme apparait plus proche du gorille, dont il n'est séparé que par 8 unités, que du gibbon (14) et du macaque (32). Le macaque se situe à égale distance immunologique des autres espèces. On peut donc admettre que ces quatre espèces se sont séparées simultanément d'une souche ancestrale commune et qu'elles ont évolué à la même vitesse. L'arbre phylogénétique peut être établi soit à partir des données chromosomiques, soit à partir des données moléculaires.

C. L'arbre généalogique des hominides

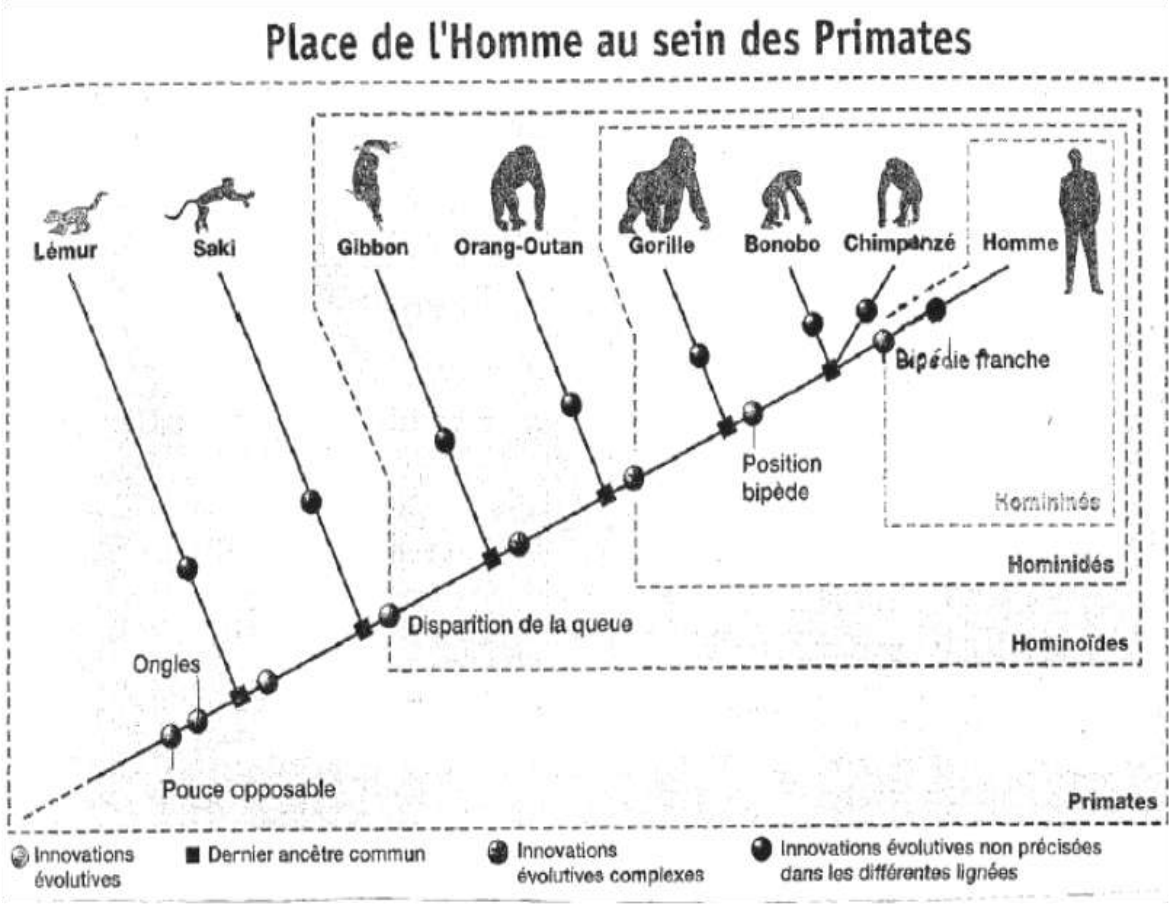
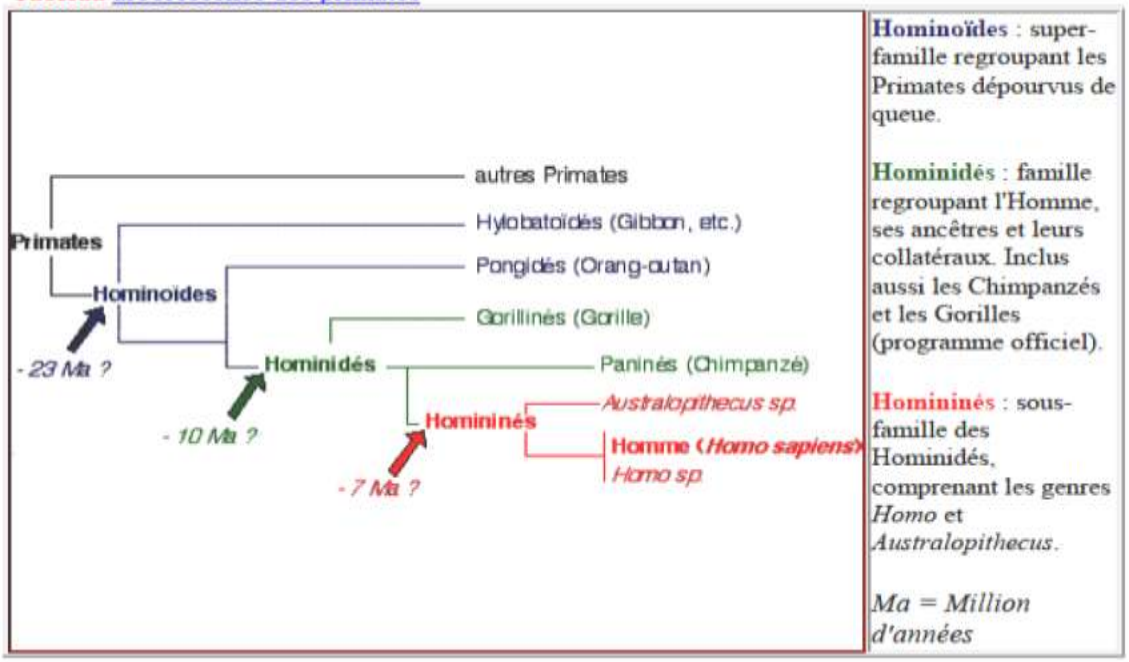


Tableau arborescence des primates

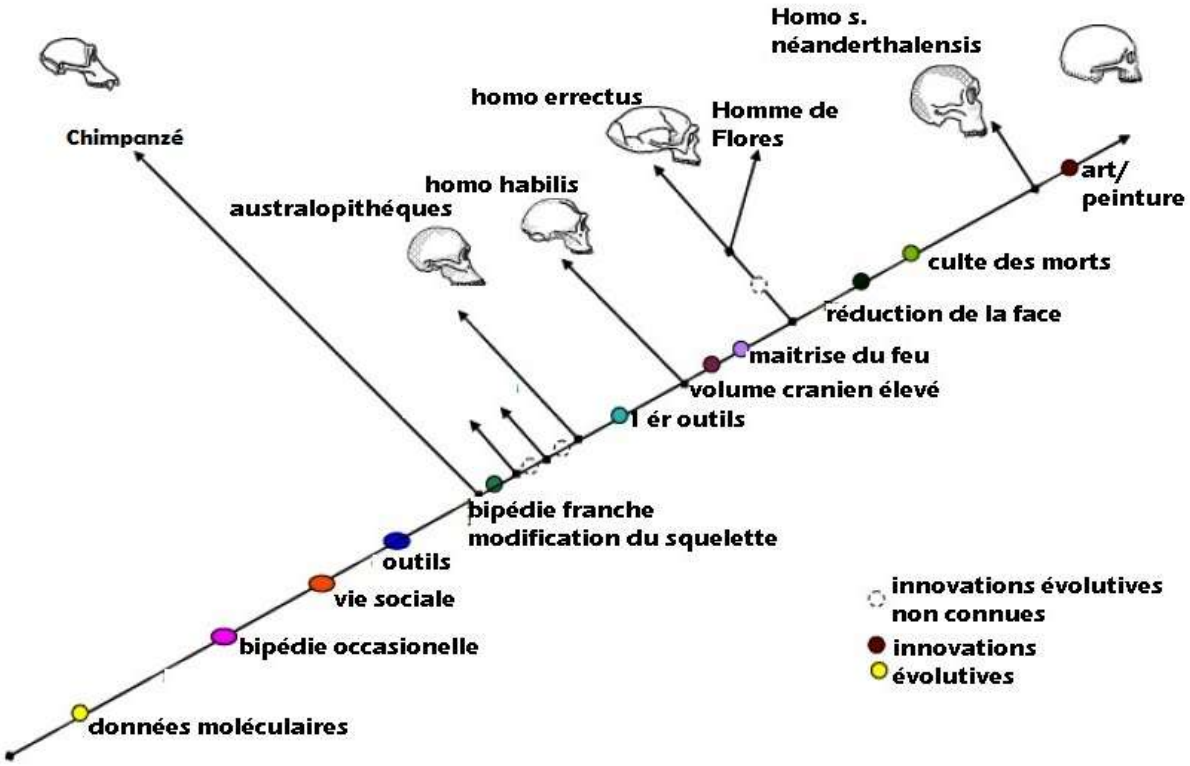


Hominoïdes : super-famille regroupant les Primates dépourvus de queue.

Hominidés : famille regroupant l'Homme, ses ancêtres et leurs collatéraux. Inclus aussi les Chimpanzés et les Gorilles (programme officiel).

Homininés : sous-famille des Hominidés, comprenant les genres *Homo* et *Australopithecus*.

Ma = Million d'années


Homo s.
néanderthalensis
homo errectus
Homme de
Flores
Chimpanzé
homo habilis
australopithéques
art/
peinture
culte des morts
réduction de la face
maitrise du feu
volume cranien élevé
1 ér outils
bipédie franche
modification du squelette
outils
vie sociale
bipédie occasionelle
données moléculaires
innovations évolutives
non connues
innovations
évolutives

4 SOUS- CONCEPT IV: LA GEOLOGIE DU MALI

SITUATION PROBLEME :

L'histoire géologique du Mali se confond avec celle du craton ouest africain et sa couverture. Le craton ouest africain est l'un des quatre cratons occupant le continent qui se sont séparés par des zones mobiles. La géologie du mali comme celle du continent africain est dominées les cratons d'âges du précambrien (2.2 milliard d'années) ce qui justifie le terme de « vieux continent » qu'on lui attribue.

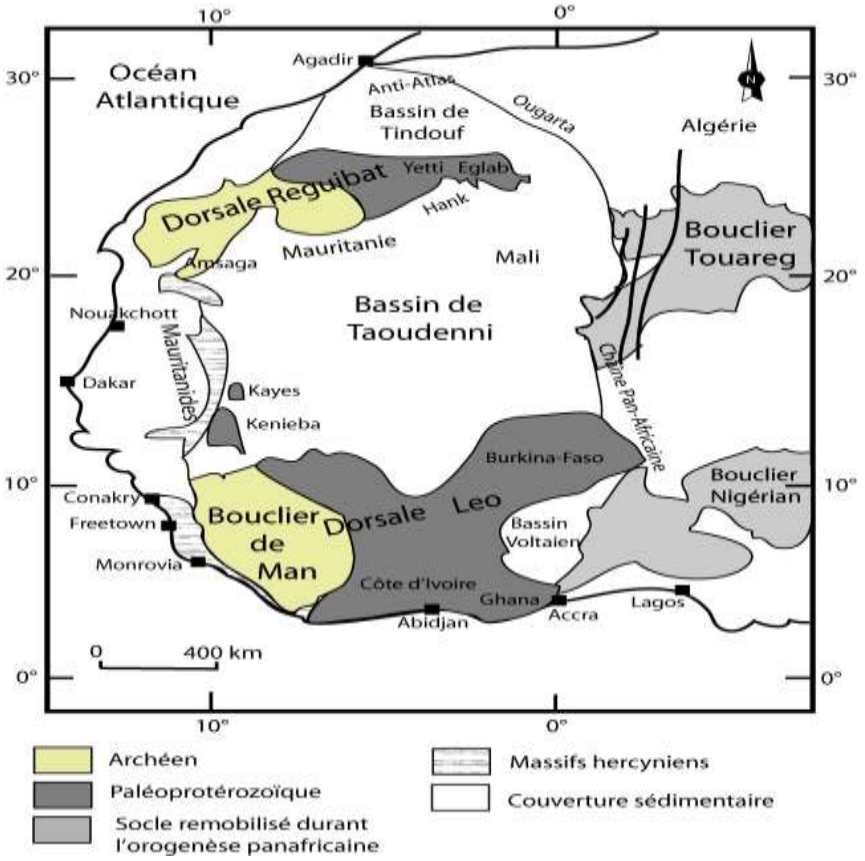
Les terrains précambriens qui se situe les plus grandes part de richesse minières, cuivre, fer, manganèse, or etc.

- **Quels potentiels regorgent le sous- sol du Mali**
- **Quels sont les ressources minières exploitées et exploitable du Mali ?**
- **Quels sont les perspectives hydrogéologiques et minières du Mali ?**

❖ LES ACTIVITES D'APPRENTISSAGES

Activité 1 L'évolution géologique du mali

Le document I représente une vue globale de la carte géologique de l'Afrique de l'Ouest. On appelle province géologiques une grande superficie considérée comme un tout, dont toutes les parties sont caractérisées par des traits similaires.



CONSIGNE :

1. Observe attentivement ce document 1 et situe le Mali dans la géologie du continent en donnant le nom du craton sur lequel repose le pays.

2. Le Mali partage-t-il sa province avec d'autres pays ?, si oui lesquels, quelles conséquences peuvent-t-elle donner.

SYNTHÈSE PARTIELLE :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

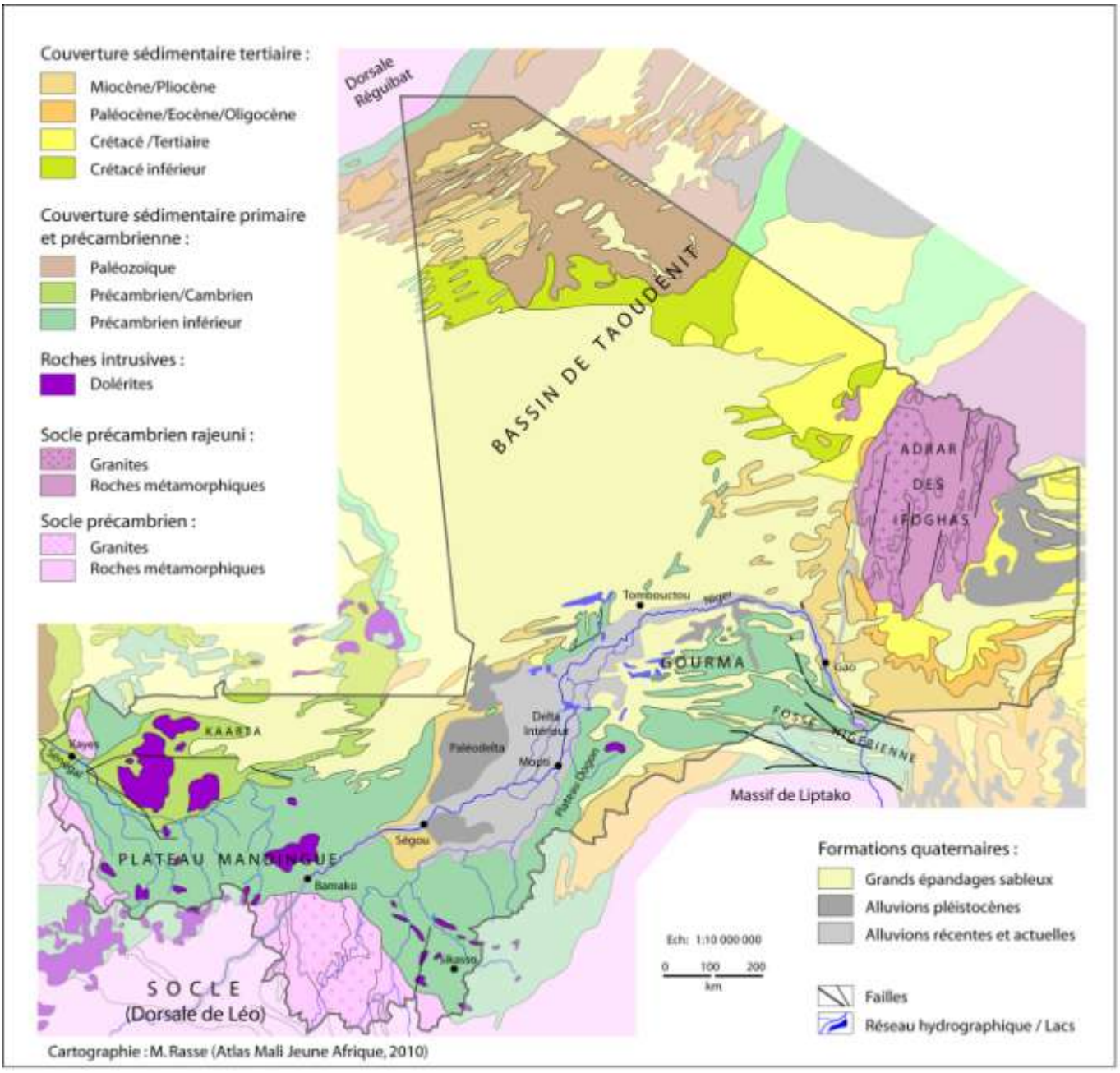
.....

.....

.....

Activité 2	**Esquisse de la carte géologique du mali**

Le document II ci-après représente la carte géologique du Mali



<u>CONSIGNE</u> : à partir du document II

1. **Identifie les zones d'affleurement du granite et de la dolérite**

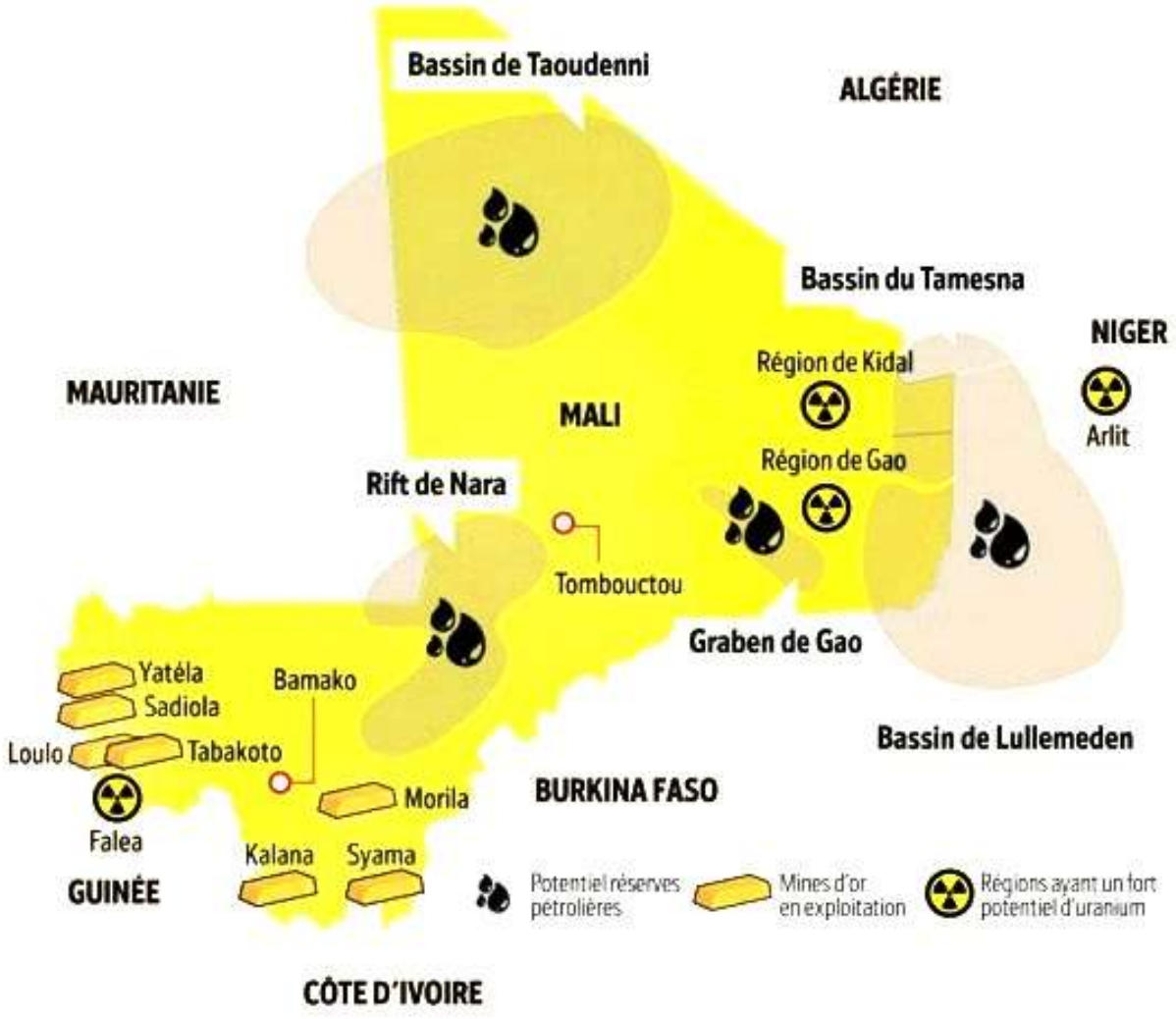
2. **Nomme les zones d'affleurement des formations du précambrien inferieur**
3. **Localise les grands épandages sableux et des alluvions récentes et actuelles**

SYNTHESE PARTIELLE :

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Activité 3	**Les perspectives hydrogéologiques et minières**

Au Mali, pays essentiellement agropastorale, malgré les nombreux indices mise en évidence en maints endroits du territoire, les ressources exploitables du sous-sol sont encore mal définies. Le document III ci-dessous illustre les ressources minières exploitées du Mali



CONSIGNE : A partir du document III et de vos connaissances

1. **Recense les zones géographiques des ressources minières exploitées au Mali**
2. **Cite les ressources minières exploitées et non exploitées du Mali**

3. **Donne le nom deux grands fleuves du Mali**
4. **Quel sont les autres pays traversés par ces fleuves ?**
5. **Situe sur ces fleuves les différents barrages et leurs fonctions en spécifiant aussi ceux qui sont en projet et ceux qui sont fonctionnels**

SYNTHÈSE PARTIELLE :

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

SYNTHESE GENERALE : BILAN DES ACTIVITES

Au cours du précambrien (de l'origine de la terre à l'apparition de la vie pluricellulaire ou encore de 4,5 milliards d'année à 600 millions d'année); l'Ouest Africain subit plusieurs orogenèses dont l'orogenèse Libérienne, Birrimienne et éburnéenne.

Au cours de ces orogenèses, sont créés de grandes quantités de roches métamorphiques et magmatiques qui constituent la croûte continentale épaisse du craton Ouest africain. Ce craton faisait partie du super continent de la Pangée, puis du Gondwana.

Ces supers continents se sont morcelés pour donner l'Afrique, l'Amérique du sud, et l'Australie actuelle ; mais le craton Ouest Africain ne se morcelle pas.

La géologie du Mali, comme celle du continent africain est donc dominée par les cratons d'âge précambrien (3 milliards d'années), ce qui justifie le terme de vieux continent qu'on lui attribue. C'est dans les terrains précambriens que se situe la plus grande part des richesses minérales: cuivre, fer, manganèse, or etc.…

REMARQUE:

Orogenèse: Phase d'édification des reliefs de l'écorce terrestre

Bassin: Vaste dépression naturelle immergée où la mer s'est retirée.

I. L'évolution géologique du mali

L'histoire géologique du Mali se confond avec celle du **C**raton **O**uest **A**fricain (**WAC**) et de sa couverture. Le craton Ouest Africain est l'un des quatre cratons occupant le continent et qui se sont séparés par des zones mobiles. Le Mali occupe la partie centrale de l'Afrique de l'Ouest et chevauche 4 (quatre) domaines orogéniques différents et 2 (deux) bassins sédimentaires. Les 4 domaines sont:

- La Dorsale de Réguibat (ou Bouclier Réguibat) du Craton Ouest Africain au Nord
- La Dorsale de Léo (ou Dorsale de Man ou Bouclier guinéo-éburnéen) du craton Ouest Africain au Sud
- La Chaîne Panafricaine (ou Bouclier Touareg et Gourma) à l'Est
- La Chaîne des Mauritanides à l'Ouest

Les 2 bassins sont:

- Le Bassin de Taoudéni au Nord

- Le Bassin de Tanezrouft au Nord

C'est pourquoi nous avons des dépôts de type marin à Taoudéni et Tanezrouft.
L'immense bassin de Taoudéni, d'une superficie de 1.5 millions de km2. Il est formé de plateaux calcaires et de grès et compte un large part des gisements ou indice pétroliers entre le Mali, l'Algérie, la Mauritanie et le Niger.

1. L'esquisse de la carte géologique du mali (carte présentée a la fin document)

2. Les grands ensembles: le socle, la couverture sédimentaire, les formations récentes

A) le socle:

Le craton affleure au Mali par les fenêtres de Kayes et de Kéniéba à l'Ouest, à l'extrémité Nord dans la dorsale du Man et à Bougouni au Sud. Le craton affleure aussi au Nord- Est dans l'Adrar à Kidal.

B) la couverture sédimentaire:

Les formations sédimentaires occupent plus des 2/3 de la superficie du Mali.

b.1. Les formations sédimentaires du précambrien: infracambrien

Ces formations sédimentaires sont présent Dans le Gourma à Gao.Ces formations sont représentées par des sédiments à dominante gréseuse mais on y trouve aussi du schiste, des roches gréso-quartzitiques et des calcaires.

b.2. Les formations sédimentaires du primaire: le permien, cambro-carbonifère etcambrien

Le Permien, ces formations sédimentaires sont présentes dans le Kaarta à Nara à la frontière avec la Mauritanie à l'Ouest et au Sud de Bamako.
Le Cambro-Carbonifère, ces formations sédimentaires sont surtout présentes à Taoudéni au Nord.
Le Cambrien, ces formations sédimentaires affleurent dans le fossé de Kaarta à Nara.
Ces formations sédimentaires sont constituées de perlites de calcaires, de grès feldspathique, de tillite.
Au nord, il comporte les grès, schistes bitumineux et les calcaires.

b.3. Les formations sédimentaires du secondaire: le continental intercalaire

Ces formations sédimentaires sont présent dans le Nord juste après l'Adrar des Ifoghas et de l'Est à l'Ouest dans le El khnachich.
Ces formations sont représentées par des dépôts gréso-sableux et d'argiles bariolés.

b.4. Les formations sédimentaires du tertiaire: le continental terminal, l'éocène inferieure et crétacé supérieur

Le continental terminal, ces formations sédimentaires sont à l'Est de l'Adrar des Ifoghas, dans le détroit soudanais, dans le fossé de Nara et dans le Gondo.
L'éocène inférieure et crétacé supérieur, ces formations sédimentaires affleurent en formant une auréole qui encercle l'Adrar des Ifogas.
Ce sont des faciès calcaires et marno-calcaires, des sédiments sableux, sableux-argileux d'origine lagunaire ou continental.

b.5. Les formations sédimentaires du quaternaire: les formations récentes

Ces formations sédimentaires sont présent localement dans la zone saharienne et Nord-Saharienne. Les plus connus sont les salines de Taoudeni exploités depuis le moyen âge.
Les alluvions quaternaires occupent la cuvette nigérienne et au nord du 14éme parallèle s'étendent de vastes superficies de sables dunaires fixés ou mobiles.
Le quaternaire a été marqué par de profonds changements de climat qui ont eu pour conséquence la latérisation, la silicification. Les latérites et cuirasses ferrugineuses se sont surtout développées sur les plateaux gréseux et sur le socle. Elles sont d'âge varié, les plus anciennes étant probablement éocène. Les tufs lacustres et les dépôts de sebkas se rencontrent localement en zone saharienne et nord-saharienne. Les plus connus sont les salines de Taoudéni exploités depuis le moyen âge.

II. La stratigraphie régionale

A) le mali occidental (ouest): région de Kayes, Bamako, Nara, Ségou

Les formations géologiques qui y affleurent se regroupent en 4 ensembles:

- Le socle précambrien au Nord et au Sud de Kayes et au Sud de Bamako
- Les formations sédimentaires primaires, (plateaux mandingue)
- Un recouvrement du continental terminal: région de Ségou et plus au nord
- Des intrusions doléritiques

❖ **Caractéristiques lithographiques a Dinguira: régions de Kayes de en bas**

- Alluvions
- Schistes ardoise du cambrien
- Jaspes et dolomies du cambrien
- Tillites du cambrien
- Série de gréseuse de l'infracambrien
- Socle granitique

❖ **Caractéristiques lithographiques de Nara à Bamako de haut en bas**

- Série gréseuse de Koulouba (clair)
- Série gréseuse de Sotuba vert bleu (glaucaunien)
- Série de Nara (schiste, jaspes, calcaire)
- Tillites
- Série de base: grès feldspathiques

b) le Mali méridional (sud)

C'est la région s'étendant entre Sikasso et Gao

❖ **Caractéristiques lithographiques de Sikasso-Mopti de haut en bas**

- Grès de Bandiagara massif dur, siliceux et conglomératique
- Grès de Koutiala surmonté d'une cuirasse latéritique
- Schiste de Toun, tendre
- Grès de Bobo-Dioulasso, jaune argileux
- Grès de Sikasso glauconien, bleu violet
- Grès de base grossiers
- Socle précambrien granitique

❖ **Caractéristiques lithographiques de Bandiagara de haut en bas**

- Grès massif siliceux de Bandiagara (ordovicien)
- Grès conglomératique du cambrien
- Grès de Sotubaglauconien bleu violet du cambrien
- Socle granitique de l'infracambrien

c) Le Mali oriental (est)

❖ **Caractéristiques lithographiques de haut Tilemsi de haut en bas**

- Cuirasse ferrugineuse
- Argiles
- Grès du continental terminal
- Schistes
- Poudingue phosphaté
- Calcaires marins de l'éocène intérieur
- Sable et grès
- Dalle à Turritelles
- Calcaires marins
- Grès continental intercalaire
- Socle granitique l'antécambrien

d) le Mali septentrional (nord)

❖ **Caractéristiques lithographiques du nord de Taoudéni de haut en bas**

- Grès argiles
- Calcaires marins du carbonifère supérieur
- Calcaires et schistes du Dévonien
- Grès de l'Ordovicien
- Grès et schistes du cambrien
- Socle granitique de l'infracambrien

III. Ressources minières (géologiques) et hydrogéologiques exploitées au Mali

Exemples: l'or, le calcaire, les barrages

L'industrie extractive concerne les matériaux de construction (marbre, argile, grès, dolérite, granite…), le sel gemme, l'or, les pierres semi-précieuses telles que le grenat, etc. Le secteur minier attire de nombreux investissements directs étrangers. A l'heure actuelle, les sont exploités:

1. L'OR:

Situé dans la zone subsaharienne du continent, sur le carton ouest africain avec un climat semi-aride et une superficie de 1241308 km2, le Mali est un territoire de plaines et de plateaux. Le Mali géologique est un condensé de 60000 km2 de birrimien, dont l'exploitation très ancienne a été éloquemment exprimée par le voyage, en 1324 à la Mecque, du souverain mandingue, Kankou Moussa avec huit tonnes d'or.**L'or est associé aux roches birrimienne.**

Ce qui explique la présence de sociétés comme RANDGOLD, ANGLOGOLD ASHANTI, MERREX GOLD, IAM GOLD, PAPILLON RESOURCES, AVION RESOURCES, GOLD FIELDS sur les sites d'exploitation maliens.

Le Mali est le 3ème producteur d'or en Afrique après l'Afrique du Sud et le Ghana et 11ème au monde.

Le pays a mis en place un dispositif de textes garantissant la protection des investisseurs étrangers (Code Minier, Code des Investissements et Code Douanier). L'exploration de l'or et les autres activités minières au Mali sont concentrées sur une superficie de 70.000 km2 composée de roches du bouclier paléo-protérozoïque dans le sud et l'ouest du pays. Dans cette région les minéralisations d'or sont associées aux ceintures de roches vertes volcano-sédimentaires du Birrimien encaissées dans le socle granitique précambrien. La ceinture Falémé dans la fenêtre de Kedougou- Kenieba (frontière avec le

Sénégal) encaisse les gisements de Loulo, Yalea, Sadiola, Komana, Yatela, Tabakoto, Kodiéran, et Segala. Les gisements de Morila, Syama, Kalana et Fekola **(recèle 5,15 Moz de ressources estimées avec un potentiel d'augmentation exceptionnel)** sont situés au sud de la capitale Bamako. De l'orpaillage traditionnel dans le secteur de Kéniéba, Bougouni, Kangaba…

2. Le calcaire:

Bafoulabe et Hombori totalisant environ 50 million de tonnes de ressources très appropriées pour la fabrication du ciment, de la chaux vive et des carreaux. Les réserves sont évaluées à plus de 122 million de tonnes réparties dans plusieurs zones. Les potentialités existent, mais les difficultés sont liées au développement des infrastructures et aux besoins du Mali dans le secteur du bâtiment et des travaux publics;

Le calcaire est traditionnellement exploité dans la région de Tombouctou, Hombori et à Bafoulabé.

3. Le phosphate:

Le phosphate, véritable engrais naturel pour l'agriculture, constitue une réserve prouvée de 20 million de tonnes à Tamaguilelt dans la préfecture de Bourem, région de Gao. Il existe d'autres collines non étudiées qui pourrait bien gonfler ces tonnages.

4. **Le sel gemme:**53 millions de tonnes (Taoudéni)

L'extraction du sel gemme (NaCl) à ciel ouvert dans la sebkha de Taoudéni remonte très certainement au début du Moyen-âge et probablement avant.
Le sel gemme est concentré dans un bassin causé par effondrement tectonique par évaporation d'eaux salines d'origine souterraine pendant la désertification actuelle. Les réserves de sel gemme sont évaluées à 53,1 mt. Le sel gemme est composé de cristaux de grande taille, cubiques, de couleur blanc, mais parfois jaunâtre ou grisâtre. Ce sont ces couches que les mineurs débitent en blocs de 1,1 à 1,2 m de long et 0,4 à 0,5 m de large avec une épaisseur de 0,08 à 0,18 m pour être transporter à Tombouctou, anciennement à dos de chameau, aujourd'hui surtout par camion.

5. Les barrages:

Les principaux barrages sont:

- **Barrage de Sélingue** (sur le fleuve Niger)

Le barrage de Sélingué (1980) a été construit afin de produire de l'électricité, essentiellement pour Bamako (la capitale du Mali). Il existe également quelques activités d'irrigation et de pêche. Le barrage hydroélectrique de Sélingué est situé dans la région de Sikasso à 140 km de Bamako et à proximité de la frontière guinéenne.

- **Barrage Markhala**(sur le fleuve Niger)

Sa construction débute en 1934 et s'achève le 30 juin 1947. Le barrage de Markala permet l'irrigation par gravité dans l'Office du Niger .Il constitue le principal projet d'irrigation en Afrique de l'Ouest et est primordial pour la production rizicole du Mali.
Le barrage hydraulique de Markala, est situé dans la ville de Markala, au Mali, elle-même située dans la région de Ségou. Le barrage est également connu sous le nom de barrage de Sansanding, du nom du village de Sansanding à quelques kilomètres sur la rive gauche et où sa construction avait été préalablement envisagée.

- **Barrage de Manantali**(sur le fleuve Sénégal)

Le barrage hydroélectrique de Manantali a été construit sur le Bafing, à 90 km au sud-est de Bafoulabé, dans la région de Kayes au Mali.
Les travaux débutent en juin 1982 et la mise en service 1988 par l'Organisation pour la mise en valeur du fleuve Sénégal (OMVS) associant le Sénégal, la Mauritanie et le Mali.
L'électricité produite à Manantali est transmise à Bamako, Dakar et Nouakchott par un réseau de lignes à haute tension de 1 500 km.
Le Mali ne dispose pas d'un potentiel important de terres irrigables sur les rives du Sénégal. La production d'électricité constitue pour le Mali le principal enjeu économique.

IV. Les perspectives minières (géologiques) et hydrogéologiques au Mali :

Au Mali, pays essentiellement agro-pastoral, malgré les nombreux indices mis-en évidence en maints endroits du territoire, les ressources exploitables du sous-sol sont encore mal définies

a) Perspectives hydrogéologiques:

Le Mali a beaucoup de perspectives notamment:

- La construction de trois barrages prévus à Tossaye (labbézangan), Djenné.

Le barrage de TAOUSSA est un barrage hydroélectrique en construction sur le fleuve Niger. Sa construction a débuté le 5 février 2010. Les travaux doivent durer 6 ans. Il est situé à 130 km à l'ouest Gao, près de Bourem. La zone d'influence de cette retenue s'étendra jusqu'à Koryoumé région de Tombouctou

- Construction d'un barrage à Sotuba et Félou, ces barrages sont des centrales thermiques
- L'aménagement des cours d'eau et zones irriguées à grandes échelle sont à leur début
- L'aménagement de petits barrages dans le pays dogon
- Perspectives de viabilisation de certains points d'eau et de certains lacs à des fins agropastorales.

b) Perspectives minières:

Le sous-sol malien recèle de certaines substances minérales, pour lesquelles, à ce jour, aucune compagnie étrangère n'intervient dans l'exploration ou l'exploitation. Ces substances sont: l'or à Fékola, le Diamant, la Bauxite, le Manganèse, l'uranium, etc…

Le secteur pétrolier est encore en gestation au Mali. Ainsi cinq (5) blocs sédimentaires du Mali qui sont: Taoudéni, Iullemeden, Tamesna, Gao et Nara ont été découpé en vingt-neuf (29) dont treize (13) blocs sont déjà attribués à des sociétés de recherche pétrolière. Le bloc 6 de Taoudéni a été récemment attribué en conseil des ministres du 10 juillet 2013.(Taoudéni, Tamesna, Iullemeden, graben de Gao, fossé de Nara/Macina).

D'autres perspectives sont en cours dans le cadre d'une exploitation industrielle:

_ Le fer au sud de Kita

_ La bauxite sur le plateau manding

_ L'uranium et le pétrole connaissent des indices, les recherches se poursuivent activement dans le Nord et l'Ouest

_ La région de Bafoulabé recèle du marbre et du Kaolin.

Conclusion:

Liste de différents minéraux disponibles dans le sous-sol malien.

- **Schistes bitumineux:**10 milliards de tonnes
- **Marbre :** au Nord de Bafoulabe avec 10 millions 600 mille tonnes
- **Lignite:** inventoriée dans la région de Gao
- **Gypse:**405 000 tonnes
- **Uranium:**5 000 tonnes d'U_{3O6} et 200 tonnes d'U_{3O2} à 0,085 %; à Faléa
- **Plomb-Zinc:**1,7 million de tonnes de réserve.
- **Diamant :** dont l'existence est avérée dans une vingtaine de pipes kimberlitiques dans la zone minière de Keniéba, dans la région de Kayes ;
- **Manganèse :** avec environ, 20 millions de tonnes de ressources prouvées auxquelles est associé à l'or, 10 millions de tonnes (Ansongo)
- **Fer :**estimé à 1 milliard 360 million de tonnes dans les secteurs de Kita et Naréna et Tienfala, 2 milliards de tonnes (Kayes)
- **Plomb :** dans les secteurs de Tessalit et Tamanrasset avec 1 million 700 mille tonnes ;
- **Cuivre, le gypse, le nickel, la platine**dont les indices ont étés trouvés, respectivement à Nioro, Kadiolo et au Nord de Tessalit ;
- Bauxiteà l'Est de Kayes, et Sud- Ouest de Bamako avec un potentiel de plus de 1 milliard 200 millions de tonnes dont plus de 500 million de tonnes
- L'étain, le lithium, le kaolin, les grenats, les pierres ornementales, l'argile, les sables de verrerie dans le lac Faguibine et les bassins sédimentaires, favorables pour la recherche et l'exploitation des pétroles et gaz, viennent s'ajouter à cette liste non exhaustive. Ces ressources sont reparties sans exclusive entre les différentes régions du pays.

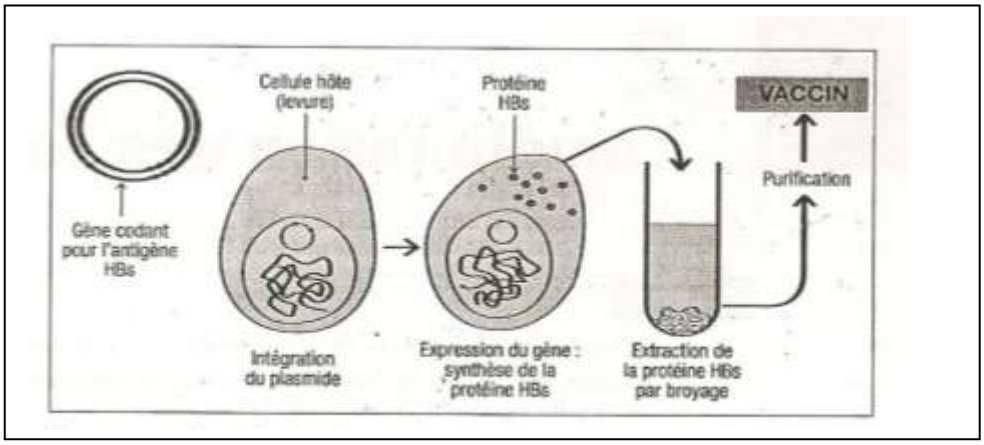
HUITIEME PARTIE

CONCEPT GENERAL :

Les biotechnologies et l'amélioration des espèces/ 2 semaines

LES SOUS-CONCEPT :

1. ***Définition et applications des biotechnologies (7h)***
2. ***L'amélioration des espèces (7h)***



© Ouvrage élaboré par Aboubacar BOUARE & Issa COULIBALY /Professeur de SVT
79198269-65665696/76399806-66279590 Email: iss27coul@live.fr

1 SOUS-CONCEPT 1 : DEFINITION ET APPLICATION DE LA BIOTECHNOLOGIE

SITUATION PROBLEME :

Les microorganismes ou microbes sont des êtres vivants qui se trouvent dans l'environnement. L'évolution de la science a permis de démontrer qu'il existe deux grands groupes de microbes : les microbes nuisibles à l'Homme, ou microbes pathogènes, et les microbes utiles ou non pathogènes. La manipulation de certains micro-organismes comme le colibacille, qui se trouve dans l'intestin de l'homme dont la structure est très simple, la culture facile, a permis de comprendre le fonctionnement des gènes. A partir de ces constats, on peut se demander :

- **Qu'est ce que la biotechnologie ?**
- **Dans quels domaines utilise-t-on la biotechnologie ? quels en sont les techniques et le matériel ?**

LES ACTIVITES

A. Notion de biotechnologie

Activité 1 **Définition de la biotechnologie**

Le terme biotechnologie est formé de deux mots : bios qui abouti 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 et construit) : 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 biosondes. 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 notatium* 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**

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……

B. Quelques applications des biotechnologies

1) Dans le domaine alimentaire

Activité 1.B **Observation de quelques cas de biotechnologie 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) 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 est ensemencé avec les bactéries sélectionnées et l'ensemble est placé dans une enceinte à une température de 42°C pendant quelques heures.

b) 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 pate fromagère.

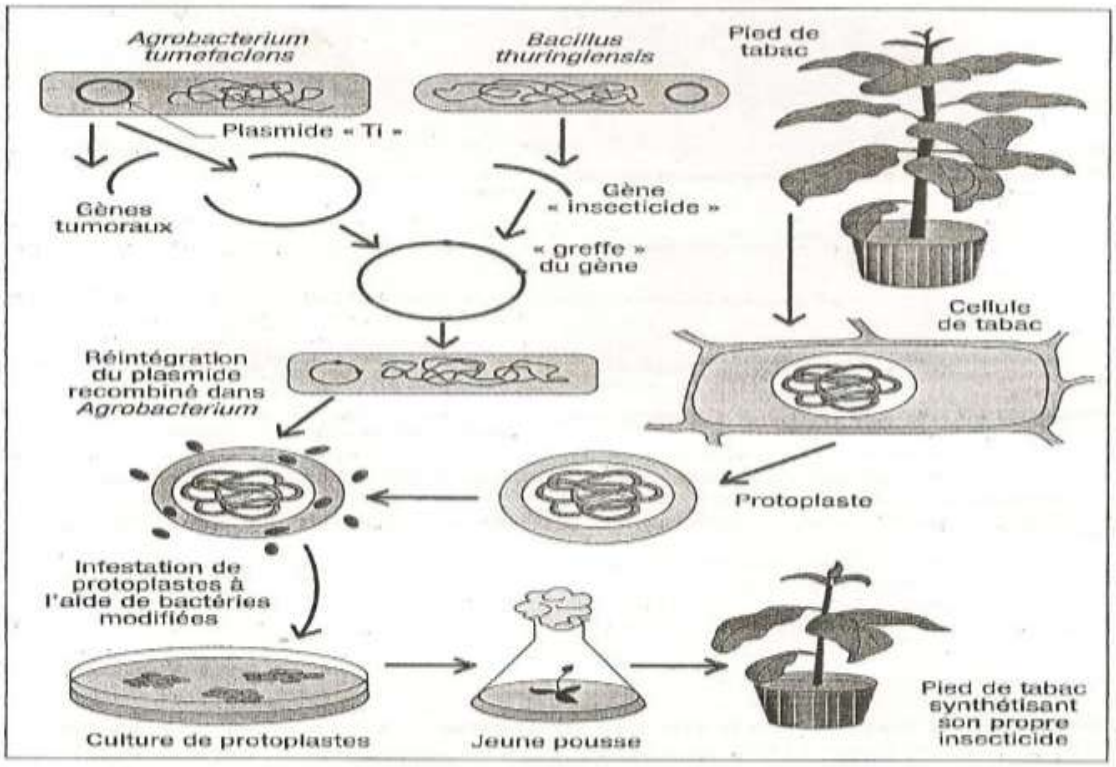
c) la fabrication des boissons alcoolisées et du pain

Le vin résulte de la transformation du sucre du jus de raisin en alcool par la levure de bière, tandis que le pain résulte de la transformation de la pate de pain par la levure de boulanger. Il y'a production de gaz, ce qui entraine le gonflement de la pâte.

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 gène a été transféré (transgène) dans une cellule de tabac (tabac transgénique) par l'intermédiaire d'un plasmide (le plasmide « Ti ») extrait de la bactérie Agrobacteriumtumefaciens, responsable d'une forme de cancer de la racine de certaines plantes : la galle du collet. Le gène gouvernant la synthèse de la substance insecticide est inséré au plasmide « Ti » après l'avoir débarrassé de ses propriétés cancérigènes. Le vecteur ainsi obtenu est introduit dans le protoplasme de tabac (cellule débarrassée de sa membrane cellulosique) qui est alors capable de régénérer une plante entière.



Document 1 : technique de transfert du gène responsable de la synthèse d'une substance insecticide.

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

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 ?**

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

2) application de la biotechnologie dans le domaine de la santé

Activité 2.1 Production d'hormone par des techniques de biotechnologies

L'hormone de croissance est produite par l'hypophyse. Une production insuffisante de cette hormone entraine un retard de croissance. Une déficience totale de cette hormone entraine un nanisme hypophysaire. Cette hormone pendant longtemps était extraite de l'hypophyse des cadavres humains en quantité insuffisante pour subvenir aux besoins des populations. Aujourd'hui, elle est produite en quantité suffisante par génie génétique. Cette production nécessite plusieurs étapes :

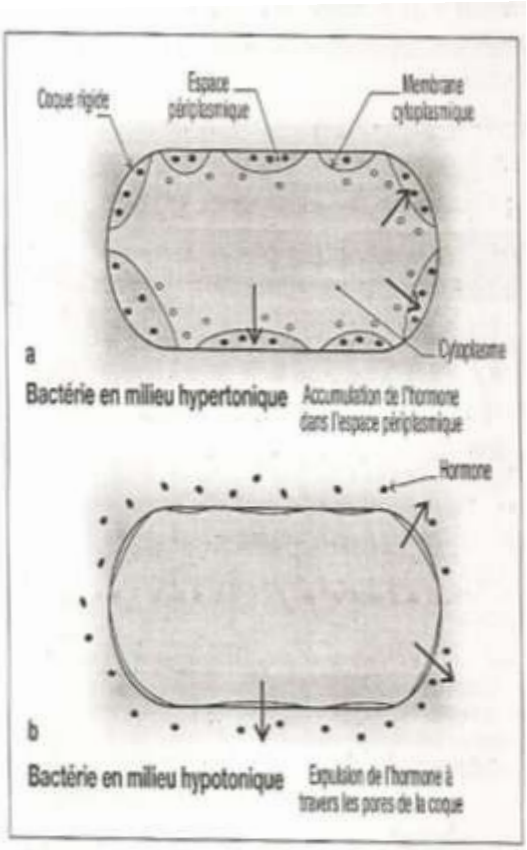
- obtenir de l'ADN messager de l'hormone à partir des extraits de cellules hypophysaires ;
- obtenir une copie de l'ADN qui détermine la synthèse de l'hormone à partir de l'ARN messager, grâce à la transcription inverse ;
- insérer l'ADN obtenu sur un vecteur qui est un plasmide d'Escherichia coli. En d'autres termes, il s'agit d'obtenir un ADN recombiné (gène + vecteur) ;
- introduire l'ADN recombiné dans une cellule hôte qu'est l'Escherichia coli. Ce dernier a une capacité de production très élevée ;
- repérer les cellules qui ont été transformées génétiquement après introduction de l'ADN recombiné. En d'autres termes, identifier les bactéries capables de produire l'hormone de croissance humaine ;
- production à grande échelle de l'hormone de croissance par les bactéries Escherichia coli dans les fermenteurs industriels. Dans ces installations, les conditions de vie de ces micro-organismes sont très favorables.

L'extraction de l'hormone produite se fait par choc osmotique. En effet, l'hormone produite par la bactérie est accumulée dans

l'espace periplasmique (voir document 4). Dans un premier temps, la bactérie est plongée dans un milieu hypertonique afin d'agrandir l'espace periplasmique (loi de l'osmose). Dans un second temps, elle est plongée dans un milieu hypotonique avec pour objectif une augmentation brutale du volume cytoplasmique de la bactérie et par conséquent l'expulsion des hormones synthétisée dans le milieu extracellulaire (loi de l'osmose) (voir document 4)

Production de vaccins par des méthodes de biotechnologies

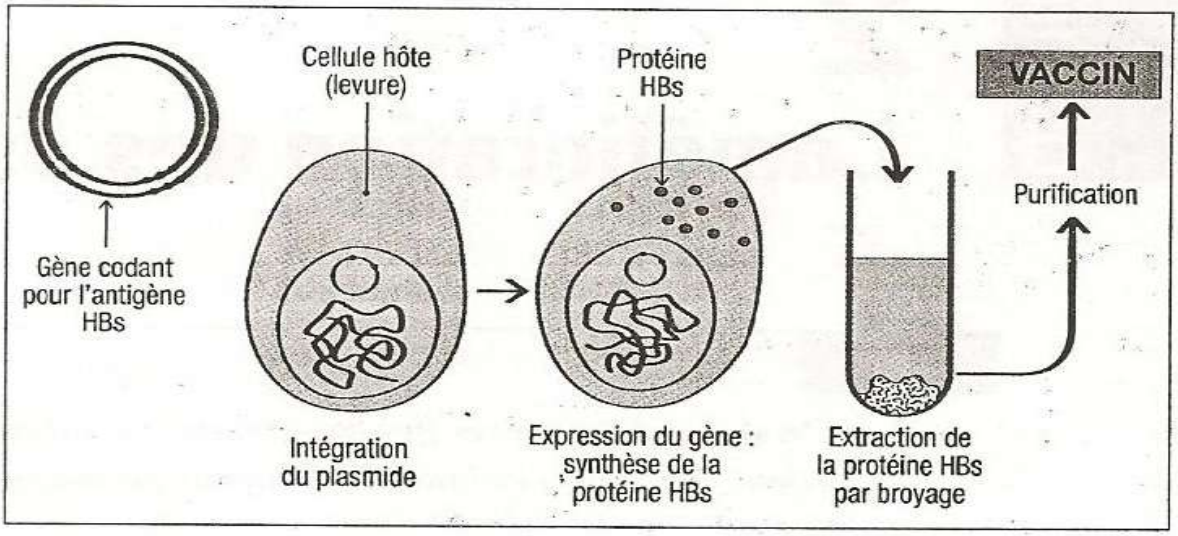
La fabrication traditionnelle du vaccin contre l'hépatite B est couteuse à long terme et son utilisation présente quelques risques. Par génie génétique, on produit depuis 1988 aux Etats –unis un vaccin qui ne contient qu'une protéine de surface de la capsule virale (la protéine HBs) et non le virus entier. La protéine HBs possède des propriétés antigéniques. Le vaccin ainsi obtenu est plus sûr et peu coûteux.



Document 4 : accumulation (a) et expulsion (b) de l'hormone de croissance chez une bactérie.
a. Bactérie en milieu hypertonique, accumulation de l'hormone dans l'espace périplasmique.
b. Bactérie en milieu hypotonique, expulsion de l'hormone à travers les pores de la coque.

L'obtention de ce vaccin se fait en plusieurs étapes :

- identification du gène codant pour l'antigène HBs ;
- injection du gène à transférer dans un vecteur, un plasmide d'Escherichia coli ;
- introduction du plasmide (ADN recombiné) dans une cellule hôte qu'est une levure. Multiplication de la cellule hôte ;
- repérage des cellules hôtes transformées génétiquement et capables de synthétiser la protéine HBs ;
- production en grande quantité de la protéine HBs dans les fermenteurs industriels et extraction



Document 5 : principe de production du vaccin anti hépatite B.

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

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**

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

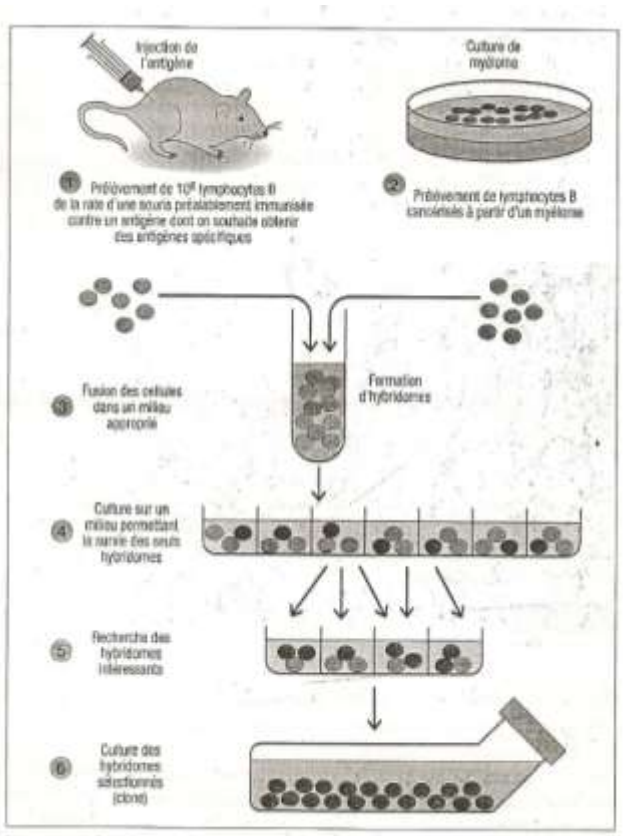
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Activité 2.3 La fabrication d'anticorps monoclonaux par génie génétique

Un antigène introduit dans l'organisme actif 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 6 ci-contre



Document 6 : principe d'obtention de l'hybridome.

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

1) **Quels sont les avantages recherchés dans la formation des hybridomes en immunologie ?**
2) **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 PARTIELLE :

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 ya la fabrication :

- **Des nouveaux vaccins**,

o La synthèse en grande quantité d'antigènes vaccinant par des bactéries ou des levures ayant reçu le gène microbien correspondant,

o L'obtention de virus non pathogène recombinés possédant un pouvoir immunisant,

o L'atténuation du pouvoir pathogène d'un microbe par manipulation du gène responsable de l'activité pathogène,

o 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.

1

SOUS-CONCEPT 2 : AMELIORATION DES ESPECES

SITUATION PROBLEME :

Les micro-organismes ou microbes sont des êtres vivants microscopiques qui se trouvent dans l'environnement ;

L'évolution de la science a permis de démontrer qu'il existe deux grands groupes de microbes : les microbes nuisibles à l'homme ; ou microbes pathogènes et les microbes utiles ou non nuisibles.

La manipulation de certains micro-organismes comme le colibacille, qui se trouve dans l'intestin de l'homme et dont la structure est très simple, la culture facile, a permis de comprendre le fonctionnement des gènes.

- **Qu'est ce que la biotechnologie ? Dans quels domaines utilise –t-on la biotechnologie ?**
- **Quels en sont les techniques et le matériel ?**

LES ACTIVITES

H. l'obtention d'animaux et de plantes plus performantes.

Activité 1 **Détermination des caractères susceptibles d'être pris en compte**

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 ; ensuit 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 spontanés 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. On ne peut pas les mesurer ;
- Les caractères quantitatifs permettent de qualifier si un individu est performant ou pas car ils sont mesurables.

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.

	Animaux	Végétaux
Caractères qualitatifs	Couleur de la robe, des plumes Présence ou absence de cornes Comportement maternel Sensibilité aux maladies	Forme et couleur des fleurs, des fruits Aptitude à la greffe, au bouturage Resistance à la sécheresse Sensibilité aux maladies
Caractères quantitatifs	Quantité et composition du lait Teneur en matières grasses de la viande Poids a la naissance Vitesse de croissance Intervalle entre les portées Taille des portées Poids des œufs	Nombre et poids des fruits Rendement à l'hectare Teneur en sucres, en protéines des fruits ou des graines Date de floraison Date de maturité Nombre de rameaux.

Document 6: 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 maitriser la variation phénotypique, par exemple, pour des animaux élevés dans les mêmes conditions du milieu ou dans des milieux différents.

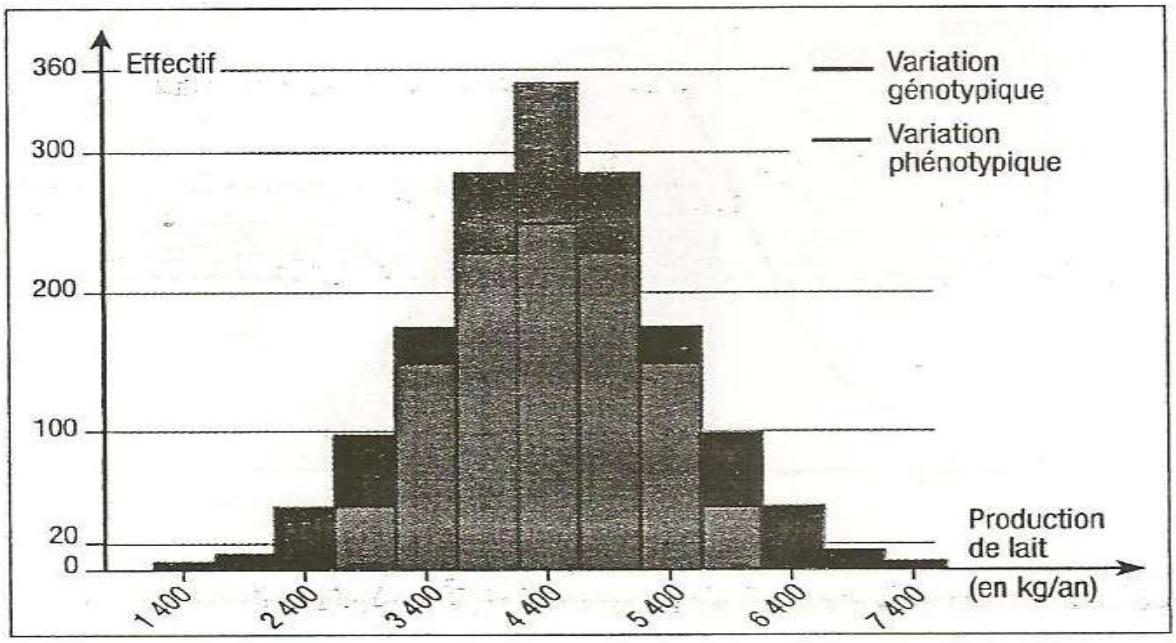
Compte tenu de la dépendance des caractères quantitatifs vis-à-vis des conditions du milieu au sein d'une population dont on veut étudier la variabilité. Les performances d'une race d'animaux seront fonction des facteurs génétiques et de ceux du milieu.

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.

Espèces	Caractères	Héritabilité
Bovins	Composition du lait Intervalle entre les mises bas Temps de traite Poids a la naissance Quantité de carcasse	0,5 0,05 0,3 0,3 0,5
Porcs	Taille de la portée Vitesse de croissance Pourcentage de gras	0,15 0,3 0,6
Vigne	Rendement à l'hectare Teneur en sucres des grains	0,3 0,55
Pêcher	Date de floraison Date de maturité Productivité Fermeté du fruit	0,4 0,84 0,08 0,13
Haricot vert	Présence de « fils »	0,66

Document 7: quelques valeurs d'héritabilité

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.



Document 8: diagramme de fréquence de populations de vaches laitières étudiée pour la production de lait.

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 :

1. Quels sont les caractères de l'espèce pouvant être pris en compte pour qu'un animal ou une plante soit performante ?
2. Comment sélectionner les espèces (animales ou végétales) performantes ?
3. Comment améliorer les espèces performantes par l'apport des biotechnologies ?
1. Cites à l'aide du document 6 quelques caractères qualitatifs et quantitatifs chez les animaux ou végétaux, compare les caractéristiques de ces deux types de caractères.
2. Analyse le document 8 qui représente la production d'une génération de vaches laitières issues du croisement d'un même taureau avec des vaches de même race. Les vaches devaient devait produire 4.400kg de lait par jour. Expliques par des arguments la phase suivante : «la variabilité phénotypique est la somme de la variabilité génétique et de la variabilité du milieu».
3. Que confirment les valeurs de l'héritabilité contenues dans le document 7 ?

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Activité 2 Amélioration 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.

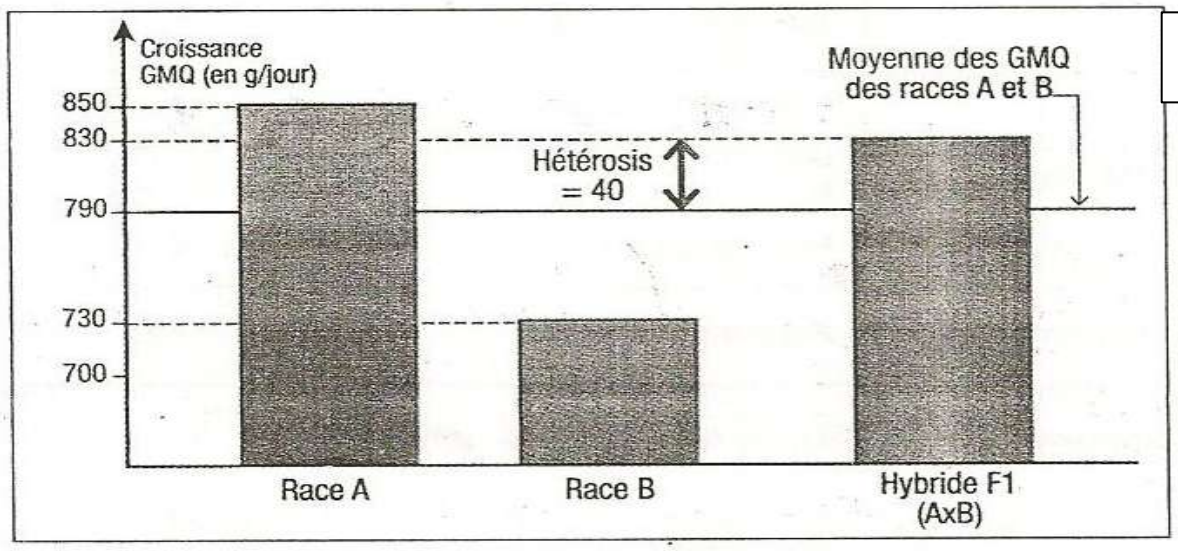
La sélection génétique et l'hybridation reposent sur la propriété essentielle de la reproduction sexuée, à savoir produire grâce au brassage génétique des individus nouveaux et originaux. L'amélioration **génétique des espèces passe par ces deux étapes.**

❖ **L'hybridation**

L'hybridation est la technique qui permet de produire des hybrides plus vigoureux et qui réunissent les caractères recherchés.

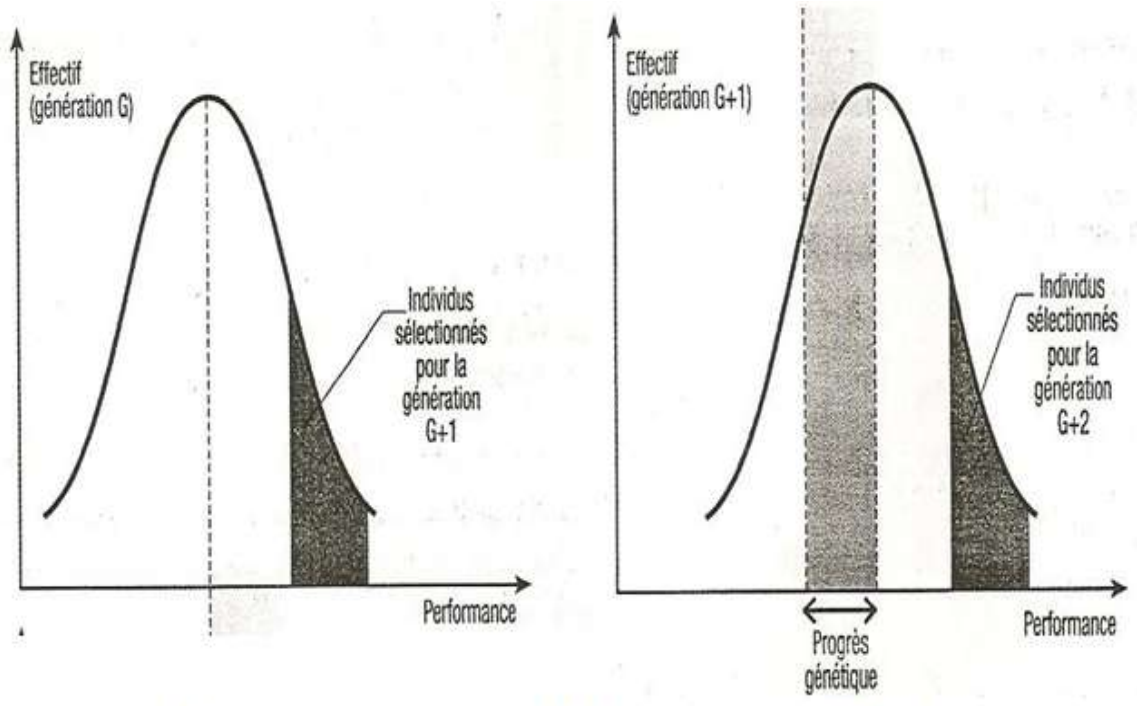
Par des croisements des races d'animaux et de plantes aux caractéristiques différentes, on a pu crée de nouvelles variétés combinant un certain nombre de caractères intéressants ou performances qui existaient isolement chez les parents. Les hybrides retenus devraient présenter les critères suivants : 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 diminue 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).

© Ouvrage élaboré par Aboubacar BOUARE & Issa COULIBALY /Professeur de SVT
79198269-65665696/76399806-66279590 Email: iss27coul@live.fr



Document 9: croissance moyenne des hybrides comparée à celle des races de porcins A et B.

Sur le document 9: 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 mais cote à cote, X et Y, le croisement pour l'obtention des hybrides X et Y implique nécessairement la suppression de toutes les fleurs males X pour pouvoir fixer sur ces pieds X des épis aux graines hybrides X et Y.



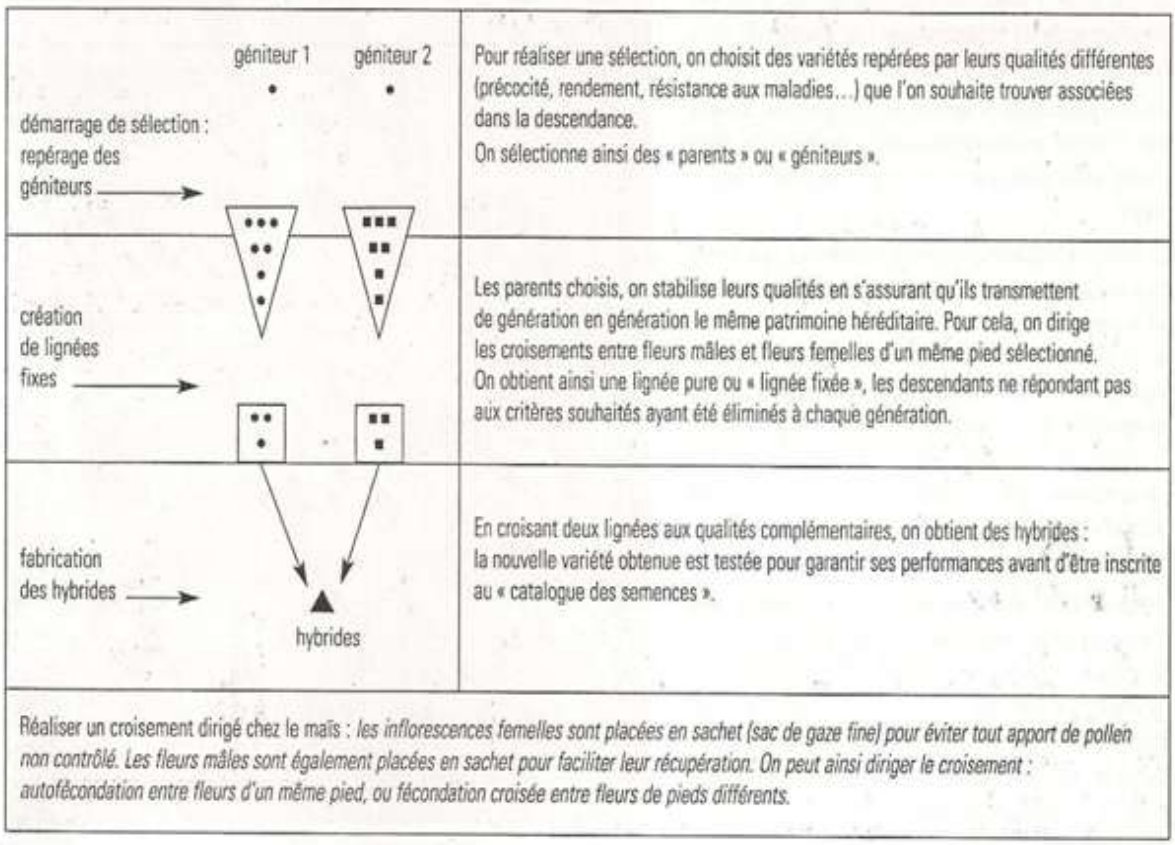
Document 10: principes et méthodes de sélection et d'hybridation.

© Ouvrage élaboré par Aboubacar BOUARE & Issa COULIBALY /Professeur de SVT
79198269-65665696/76399806-66279590 Email: iss27coul@live.fr

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 le **progrès génétiques.** Il est fonction de l'héritabilité 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: croissement dirigé chez le maïs.

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

En analysant les documents 6 à 11.

1. Compare les caractères qualitatifs et quantitatifs en citant deux exemples de caractères par catégorie et espèces.

2. Analyse le document 7 et explique la dépendance du phénotype vis-à-vis des génétiques et du milieu (utilise aussi tes connaissances).

3. A l'aide du document 9, expliques comment ontarrive à affirmer que la croissance moyenne des hybrides était supérieure à celles des deux races porcines A et B.

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

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 géni 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'ils 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 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. 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 ?

SYNTHESE PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

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 nouvelles plante, les cellules devraient être traitées au préalable par des agents enzymatiques. Dan 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 entrainant stérilité male chez certaines espèces (ceci favorise l'hybridation dans certaines conditions) ;
- Certains chloroplastes porteurs du gène qui dégrade certains herbicides ;
- Dans le cas ou 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 protoplaste 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 protoplaste de navet, porteur de gène à l'origine de la résistance.

L'incorporation du gène dans les plantes.

Cette technique conduit a 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'agrobactériumtumefaciens.

Agrobactériumtumefaciens 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 (Tumorinducting) 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 transférée 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 :

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.

- **Explique brièvement ce processus.**
- **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 PARTIELLE :

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

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

I. 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.

II. 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 a 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.