

Josué MOUDIONGUI
Chargé des SVT au C.E.L.S
Auteur de la collection « La main sainte »
Document destiné aux élèves de terminale scientifique



SCIENCES
DE LA
VIE
ET DE LA
TERRE

La main sainte

Contacts :

- Téléphone : 06 919 78 65 / 06 928 38 19 / 06 698 69 46
- Adresse mail : josmoudiongui@gmail.com

REMERCIEMENTS

J'adresse mes sincères remerciements à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin, moralement dans ce travail, notamment à :

- **M. EBOLO MOHOU Gabh Premier**, encadreur au centre d'encadrement "LA PERFECTION"
- **M. OHOUNGA Yann Cédric**, encadreur au centre d'encadrement "LA PERFECTION"
- **M. ELEMBILA Clem**, encadreur au centre d'encadrement "LA PERFECTION"
- **M. DIMI Chadrack**, encadreur au centre d'encadrement "LA PERFECTION"
- **M. MASSALA Jéthro**, encadreur au centre d'encadrement "LA PERFECTION"

Mais aussi, à mes homologues du C.E.L.S:

- **M. MONGO Albertin Fruide**, chargé des Mathématiques
- **M. ELEMEKOLA NGOMA Archange Gédéon**, chargé des Sciences Physique.

PREFACE

Ce document des Sciences de la Vie et de la Terre, destiné aux élèves de la classe de Terminale scientifique (C & D) du système d'Enseignement Général de la République du Congo, s'inscrit principalement dans l'optique d'une bonne préparation des élèves au baccalauréat. En tant que support des différents cours de S.V.T, il permettra à ces derniers d'acquérir un niveau adéquat lors des compositions et Examens.

Constitué d'un assemblage Cours-TD, ce document permettra aux apprenants de tester leurs connaissances par les évaluations proposées à chaque cours.

L'auteur tient à remercier naturellement les utilisateurs du support, pour toutes les suggestions possibles qu'ils voudront bien lui faire en vue de l'amélioration de ses formes et contenus.

Ce support a été spécialement conçu et écrit pour vous. C'est donc à vous d'en faire bon usage, et de faire en sorte qu'au bout de l'effort, la réussite paraisse.

La main Sainte

SOMMAIRE DU DOCUMENT

Géologie

Objectif générale 1 : Réalisez l'étude des cartes et les coupes en géologie

Cours de cartographie	6 à 13
Travaux dirigés de cartographie	14 à 18

Objectif générale 2 : Comprendre la tectonique globale

Cours de tectonique globale	19 à 31
Travaux dirigés de tectonique globale.....	32 à 40

Objectif générale 3 : Géologie appliquée

Cours de géologie appliquée	41 à 44
Travaux dirigés de géologie appliquée	45 à 46

Ecologie

Objectif générale 4 : Comprendre les interactions entre les différentes composantes de l'environnement pour sa préservation

Cours d'Ecologie.....	47 à 50
Travaux dirigés d'Ecologie	51 à 53

Cytologie

Objectif générale 5 : Comprendre les divisions cellulaires et la synthèse les protéines

Cours de divisions cellulaires.....	54 à 64
Travaux dirigés de divisions cellulaires	65 à 71
Cours de synthèse des protéines	72 à 77
Travaux dirigés de synthèse des protéines	78 à 81

Reproduction chez les êtres vivants

Objectif générale 6 : Comprendre la reproduction chez l'Homme

Cours de reproduction chez les mammifères.....	82 à 118
Travaux dirigés de reproduction chez les mammifères.....	119 à 134

Objectif générale 7 : Comprendre la reproduction chez les spermaphytes

Cours de reproduction chez les spermaphytes.....	135 à 144
Travaux dirigés de reproduction chez les spermaphytes.....	145 à 150

Génétique

Objectif générale 8 : Comprendre le phénomène de l'hérédité

Cours de génétique.....	151 à 165
Travaux dirigés de génétique.....	166 à 175

Immunologie

Objectif générale 9 : Comprendre le principe de défense de l'organisme

Cours d'immunologie.....	176 à 192
Travaux dirigés d'immunologie.....	193 à 199

Physiologie

Objectif générale 10 : Comprendre les fonctions de relation et l'activité cardiaque

Cours de physiologie.....	5 à 10
Travaux dirigés de physiologie.....	5 à 10

CARTOGRAPHIE

INTRODUCTION

C'est par télédétection, née de la photographie aérienne que la cartographie trouve des informations pour établir des cartes topographiques et géographiques permettant de réaliser des coupes topographiques et géographiques.

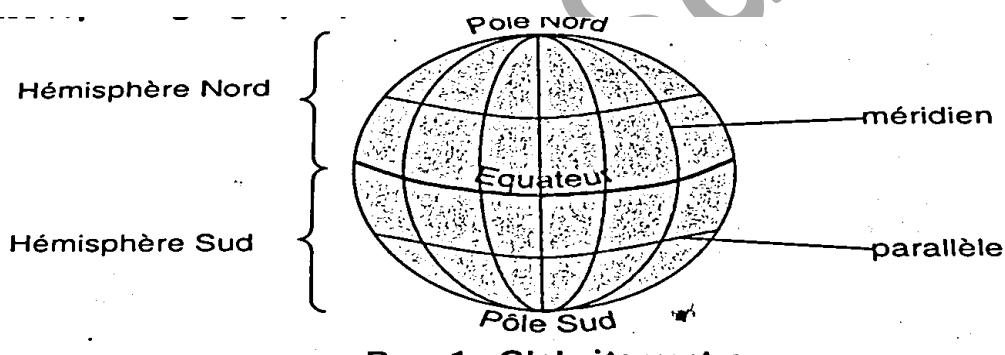
- La cartographie est l'art de dresser les cartes de toutes natures, traitant des sujets bien précis.
- La télédétection est une technique d'acquisition à distance d'informations sur la surface de la terre, de repérage d'objets éloignés.

I- Lecture des cartes géographiques et topographiques.

1- Lecture des cartes géographiques.

La géographie est la description de la surface de la terre. Les cartes géographiques sont donc des cartes qui décrivent le relief, l'hydrographie, le climat, les populations etc...

1-1- Les repères et les coordonnées géographiques.



Doc. 1 : Globe terrestre

Le globe terrestre a une forme sphérique. Pour situer un point sur le globe terrestre, il faut le placer par rapport aux repères et aux coordonnées géographiques.

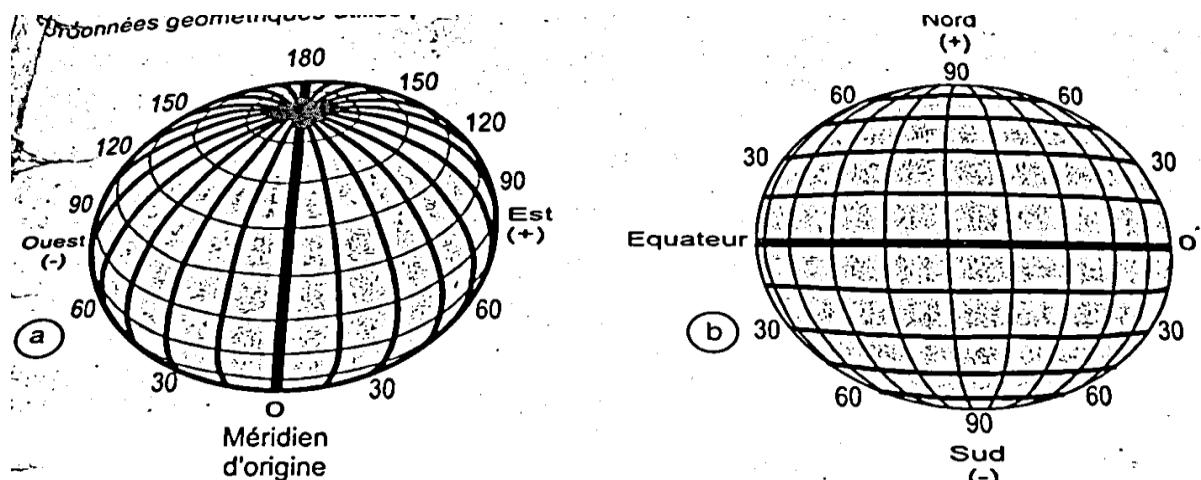
a- Les repères géographiques

Il s'agit de l'équateur, les parallèles, les méridiens et les pôles.

- ❖ **L'équateur** est une ligne imaginaire perpendiculaire à l'axe de rotation de la terre divisant le globe en deux parties égales qui sont : l'hémisphère nord et l'hémisphère sud.
- ❖ **Les parallèles** sont des lignes imaginaires parallèles à l'équateur.
- ❖ **Les méridiens** sont des lignes imaginaires en forme de cercle perpendiculaires à l'équateur et qui passent par les pôles.
- ❖ **Les pôles** sont des points situés à l'extérieur de l'axe de rotation de la terre. Il y a le pôle nord géographique situé au centre de l'océan arctique et le pôle sud au centre de l'antarctique.

NB : Il existe un méridien particulier appelé méridien d'origine ou de Greenwich au sud de l'Angleterre. Ce site fut choisi comme longitude zéro. La terre est divisée en 24 fuseaux horaires qui correspondent aux décalages d'une heure. Chaque fuseau compris entre les méridiens couvrent 15° de longitude ($1h=15^{\circ}$). A l'intérieur de la totalité de chaque fuseau l'heure est la même.

b- Les coordonnées géographiques



Doc. 2 : Coordonnées géographiques. a) Longitude b) Latitude

Les coordonnées géographiques sont des coordonnées qui permettent de localiser par la mesure en degré un point sur le globe. Ce sont la longitude et la latitude.

- ❖ La longitude est une coordonnée qui permet de localiser par une mesure en degré un point sur le globe à l'Est et à l'ouest du méridien de Greenwich.
- ❖ La latitude est une coordonnée qui permet de localiser par une mesure en degré un point sur le globe par rapport à l'équateur.

1-2- Les différentes formes de relief et leurs caractéristiques

Le relief est l'ensemble des inégalités de la surface terrestre. On distingue :

- **Montagne** : elle se caractérise par une altitude très élevée et présente des pentes fortes avec un sommet qui est le point culminant.
- **Colline** : petite élévation de terrain au-dessus d'un plateau.
- **Plateau** : région plate à l'altitude élevée avec les versants abrupts.
- **Plaine** : grande étendue plate où le cours d'eau coule à fleur le sol.
- **Vallée** : espace allongé, situé entre deux zones plus élevées souvent située de part et d'autre du lit d'un cours d'eau.
- **Cuvette** : dépression large fermée de tous côtés.
- **Falaise** : escarpement situé sur les côtés et qui est dû à une érosion marine ou à une faille.

Remarque : l'altitude est la hauteur d'un lieu au-dessus du niveau de la mer, c'est une distance verticale ; elle est différente de la profondeur qui est la distance verticale au-dessus du niveau zéro de la mer.

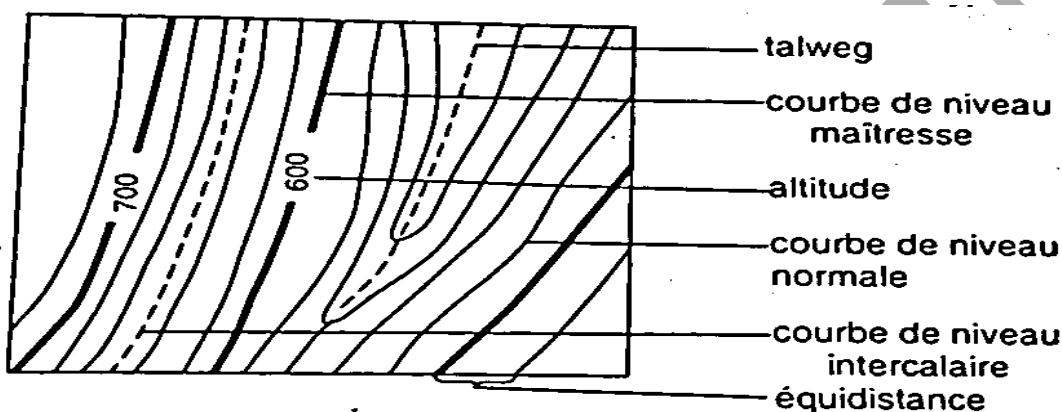
2- Lecture des cartes topographiques

La carte topographie est une carte détaillée d'une portion de territoire avec des indications précises sur les côtes de dénivellation.

La topographie est l'art de dresser les cartes et des plans de terrains assez étendu à l'aide d'une échelle relativement petite en supposant la terre plane.

2-1- Les éléments de la carte topographie et leurs caractéristiques.

Les éléments de la carte topographique sont : les courbes de niveau, le thalweg, l'équidistance, l'écartement, l'échelle, le système d'orientation et le point côté.



Doc. 3 : Courbes de niveau

- a) **Courbes de niveau** : ce sont des lignes qui relient les points situés à une même altitude.
Ce sont :
 - ❖ **Courbe de niveau normale** : c'est une courbe tracée en trait fin et sont séparées les unes des autres par une distance appelée équidistance.
 - ❖ **Courbe de niveau maitresse** : c'est une courbe tracée en trait épais et qui généralement porte l'indication de son altitude.
 - ❖ **Courbe de niveau intercalaire** : c'est une courbe tracée en pointillée ou en trait discontinu et séparée par une demi-équidistance.
- b) **Thalweg ou talweg** : c'est une courbe tracée en pointillée ou en trait discontinu reliant les points les plus bas d'une vallée ou du lit d'un cours d'eau.
- c) **Equidistance** : c'est une distance verticale qui sépare deux courbes de niveau normale consécutives.

Calcul de l'équidistance

1^{ère} façon : à partir de deux courbes de niveau maitresse.

$$E_q = \frac{D_h}{n} \quad \text{avec } D_h = h(>) - h(<) : \text{différence d'altitude et } n \text{ le nombre}$$

d'intervalle les séparant.

2^{ème} façon : à partir d'une courbe de niveau maitresse et un point côté. Même formule.

3^{ème} façon : à partir de deux points côtés. Même formule.

NB : si on trouve une valeur à virgule, on arrondie au multiple de 5 inférieur le plus proche.
La différence d'altitude ne se fait qu'avec les points ou les courbes se situant sur le même versant.

d) **Ecartement :** c'est une distance horizontale qui sépare deux courbes de niveau normales consécutives. Sa valeur est variable d'un point à un autre alors que celle de l'équidistance est constante.

e) **Echelle :** c'est le rapport existant entre les distances réelles qui séparent deux points et leurs représentations sur la carte ou une maquette. Elle est donnée par la relation :

$$E = \frac{d}{D} \text{ ou } e = \frac{l}{L}$$

Avec d et l respectivement la distance sur la carte et la longueur sur la carte ; D et L celles sur le terrain.

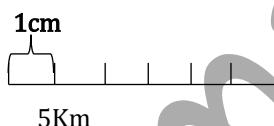
NB : les distances doivent être en cm. L'échelle peut être représentée sous plusieurs formes :

- **Sous forme numérique :** on parle de l'échelle numérique qui est une fraction dont le numérateur est toujours égal à 1.

Exemple : calculons l'échelle d'une carte ayant une distance sur la carte 10cm et une

$$\text{distance réelle de } 500\text{m. } E = \frac{d}{D} = \frac{10\text{cm}}{500\text{m}} = \frac{10\text{cm}}{50000\text{cm}} = \frac{1}{5000}$$

- **Sous forme graphique :** on parle de l'échelle graphique qui est l'interprétation de l'échelle numérique.



Exemple :

- **Sous forme de phrase :** c'est l'interprétation de l'échelle numérique.

Exemple : 1cm sur la carte représente 5km sur le terrain.

Remarque :

- Si le dénominateur de l'échelle est grand, son rapport est petit, la carte est à petite échelle. Elle représente une grande superficie terrestre.
- Si le dénominateur de l'échelle est petit, son rapport est grand, la carte est à grande échelle. Elle représente une petite superficie terrestre.

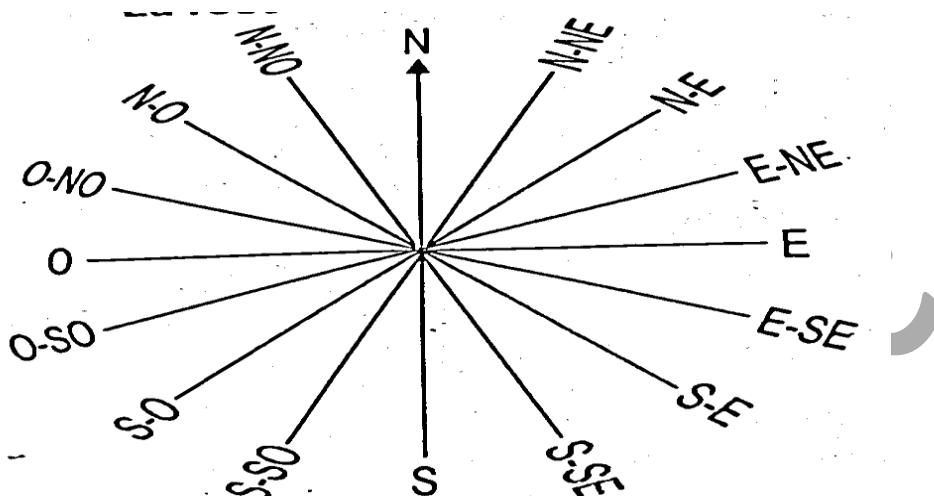
Exemple : soit deux échelles e_1 et e_2 telles que : $e_1 = \frac{1}{20000} = 0,00005$ et $e_2 = \frac{1}{5000} = 0,0002$

Interprétation : le dénominateur de e_1 étant grand par rapport à celui de e_2 , donc la carte relative à e_1 est à petite échelle donc sa superficie est plus grande que celle de la carte relative à e_2 : $e_1 < e_2$ et $S_1 > S_2$

f) **Système d'orientation.**

L'orientation d'une carte se fait selon les quatre points cardinaux. Les directions intermédiaires sont définies à l'aide de la rose des vents qui est une étoile à 32 divisions donnant les ponts cardinaux et les collatéraux.

Elle est souvent représentée sur le cadran d'une boussole ou les cartes marines. La rose des vents est utilisée comme un diagramme étoilé pour indiquer la fréquence et la direction des vents.



Doc. 5 : La rose des vents

Utilisation de la rose des vents

- Repérer les quatre points cardinaux de la carte ;
- Faire coïncider les quatre points cardinaux de la carte à ceux de la rose des vents ;
- Retenir la branche de la rose des vents correspondante au tracé de la carte dont on cherche l'orientation.

NB : lire l'orientation retenue de la gauche vers la droite.

g) Point côté

Un point côté est un point isolé d'un sommet ou d'une cuvette portant l'indication de son altitude. Il est surtout indiqué par un triangle ou un point.

NB : une ligne de crête est l'alignement des points côtés des sommets.

2-2- Reconnaissance de quelques formes de relief sur une carte.

a) Falaise

Sur une carte topographique, on reconnaît une falaise par des courbes de niveau très serrées qui sont parfois fusionnées : c'est escarpement.

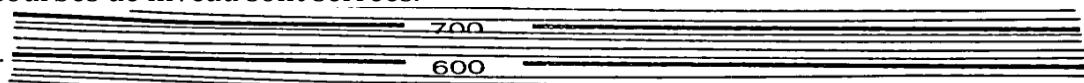
Une falaise est caractérisée par une pente raide. La pente étant une inclinaison d'un terrain ou d'une surface par rapport au plan horizontal, est donnée par :

$$\%P = \frac{h(>) - h(<)}{D} \text{ ou } P = \frac{h(>) - h(<)}{D} \times 100$$

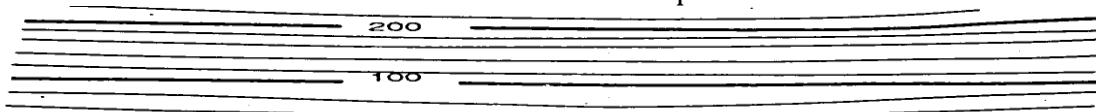
Avec D la distance horizontale séparant les deux points.

Remarque : il existe deux sortes de pente :

- ☞ **Pente forte** : c'est l'écartement faible des couches de niveau consécutives. Ici les courbes de niveau sont serrées.

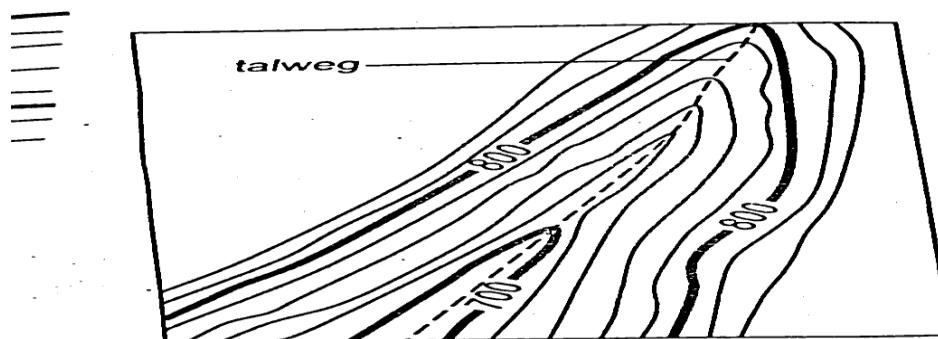


- ☞ **Pente faible**: c'est l'écartement considérable ou grand des couches de niveau consécutives. Ici les courbes de niveau sont séparées.



b) Vallée

Une vallée est représentée par des courbes de niveau en formes de V ou en formes de U.



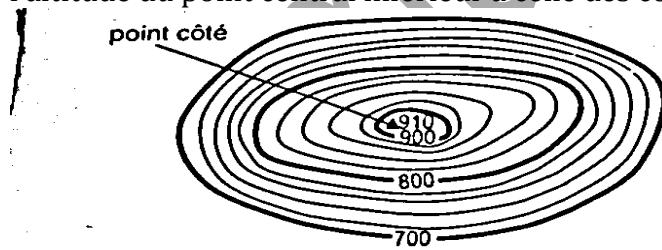
Doc. 7 : Représentation d'une vallée

c) Sommet

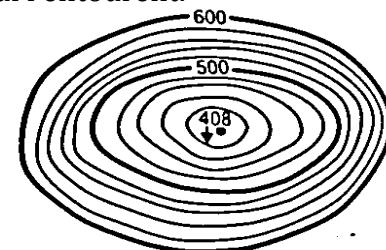
On reconnaît un sommet par la forme concentrique des courbes de niveau avec l'altitude du point central supérieure à celle des courbes qui l'entourent.

d) Cuvette

On reconnaît une cuvette par la forme concentrique des courbes de niveau avec l'altitude du point central inférieur à celle des courbes qui l'entourent.



Doc. 8 : Représentation d'un sommet



Doc. 9 : Représentation d'une cuvette

e) Versant

Un versant est une zone comprise entre la crête et le thalweg. On distingue deux types de versant :

- ☞ Le versant à pente régulière ou constante : pente faible ou pente forte.
- ☞ Le versant à pente variable : concave ou convexe.

3- Commentaire de la carte topographique

Il se base sur :

- La situation de la carte ;
- L'orientation de la carte ;

- La reconnaissance des éléments du relief : sommet, vallée, cuvette et autres.

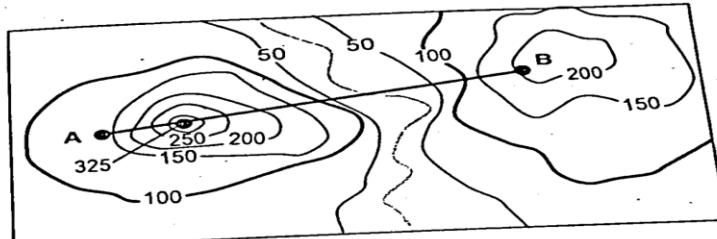
II- Réalisation des coupes topographiques et géologiques

On appelle coupe topographique ou profil topographique, l'aspect ou une représentation graphique permettant de montrer les différents éléments du relief.

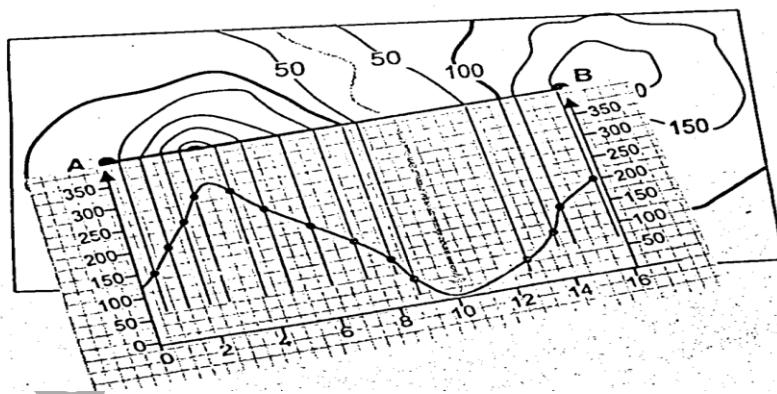
1- Réalisation des coupes topographiques

Il y a plusieurs étapes pour réaliser le profil topographique :

- Tracer sur le papier millimétré deux axes perpendiculaires. Graduez les altitudes sur ces axes.
- Placer le bord supérieur du papier sur le trait de coupe.
- Repérer chaque point côté et altitudes des différentes courbes de niveau rencontrées en intersection avec le trait de coupe, au crayon, marquer un point.
- projeter parallèlement les altitudes des courbes de niveau jusqu'aux altitudes correspondantes sur l'axe des coordonnées.
- Joigner les points obtenus .La courbe qui en résulte est un profit topographique.
- Orienter enfin votre profil.



Doc. 11 : Carte topographique



NB :

- ❖ La coupe topographique ne représente la forme du relief.
- ❖ Une coupe géologique représente la forme et les sous les couches de terrains.

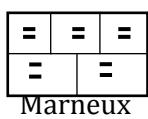
2- Réalisation des coupes géologiques

Une coupe géologique est une représentation graphique permettant de montrer l'agencement des couches de terrains sous la surface topographique.

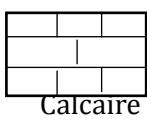
La carte géologique est un document fondamental pour la prospection minière, l'établissement des grands travaux par l'homme, etc...

Les strates sont représentées par des figures conventionnelles:

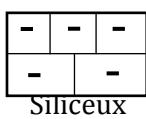
- Figurés des calcaires



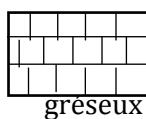
Marneux



Calcaire

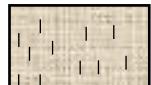


Siliceux

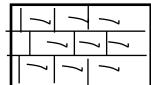


gréseux

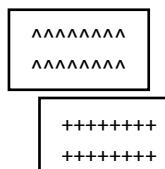
- Figuré du sable



- Figuré de l'argile



- Figuré des roches magmatiques



- Figuré des roches métamorphiques

Elle s'appuie sur les principes de superposition.

NB : On appelle pendage d'une couche en un point donné, l'angle α de cette couche avec un plan horizontale. Elle est donné par : $\alpha = \sin^{-1}(\frac{H}{D}) = \cos^{-1}(\frac{\sqrt{D^2 - H^2}}{D}) = \tan^{-1}(\frac{H}{\sqrt{D^2 - H^2}})$ avec $H = h(>) - h(<)$

On note D la distance réelle horizontale.

TRAVAUX DIRIGÉS DE CARTOGRAPHIE

Exercice 1 :

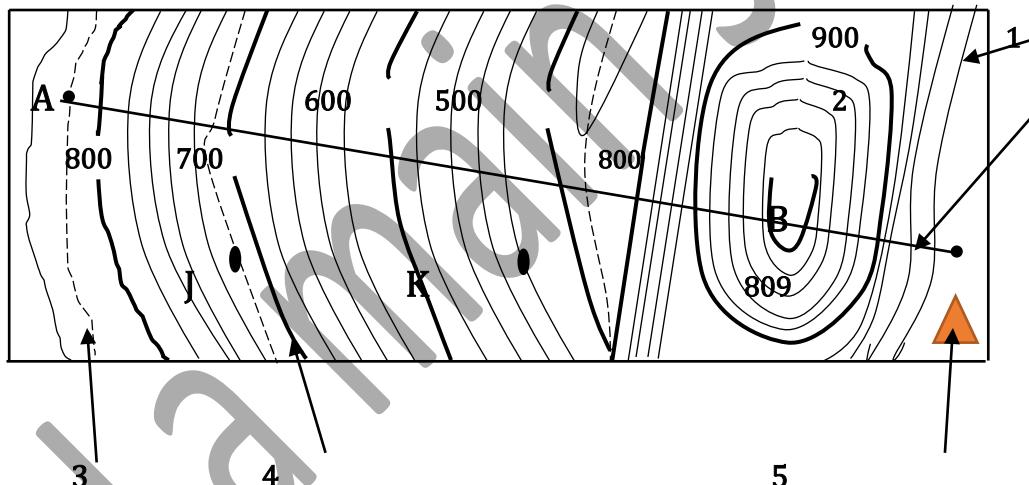
Deux cartes A et B ont les mêmes dimensions : 60 cm de long et 40 cm de large. La carte A est à l'échelle 1/400000 et la carte B est à l'échelle 1/50000.

- 1) Comment appelle-t-on ces échelles ? Justifiez.
- 2) Représentez les échelles graphiques de ces deux cartes.
- 3) Parmi ces échelles, laquelle a une grande aire géographique ? Justifiez.
- 4) Démontrez votre réponse par des calculs.

Exercice 2 :

Le document 2 représente un extrait d'une carte topographique.

- 1) Annotez les éléments numérotés tout en les définissant.
- 2) a- Sachant que la distance AB sur le terrain est de 36 Km, déterminez l'échelle numérique et graphique utilisées ici.
b- Calculez l'équidistance de cette carte.
- c- Calculez la pente entre J et K.
- 3) Reconnaître sans tracer le profil des différentes formes de relief traversé par le trait de coupe entre les points A & B.
- 4) Avec quoi peut-on orienter le trait de coupe AB. Le définir, orientez-le

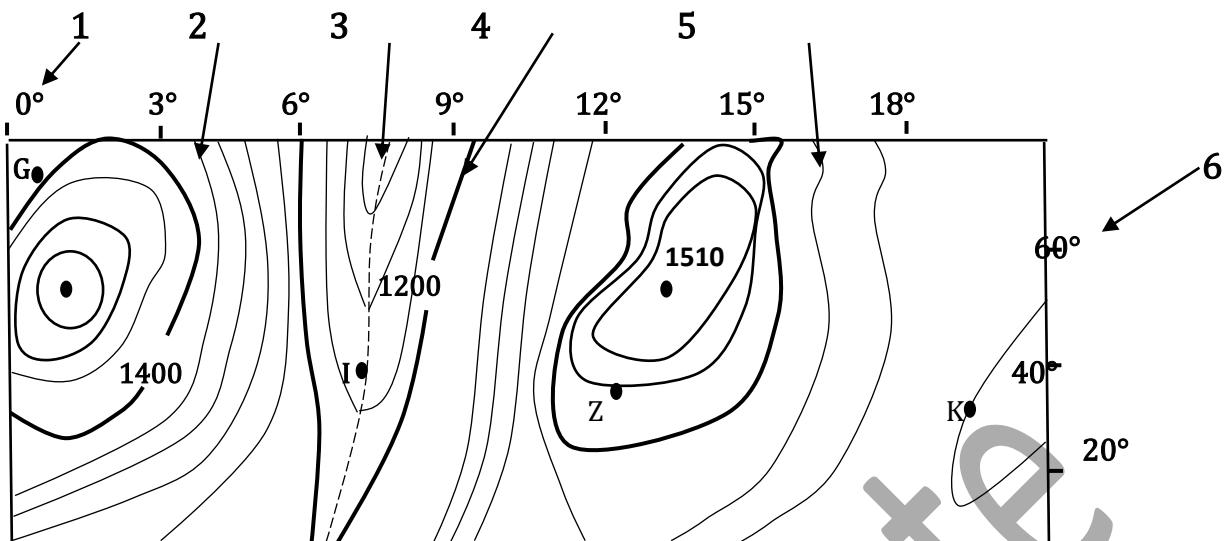


Document 2

Exercice 3 :

Le document ci-dessous représente la portion d'une certaine carte topographique.

- 1) Indiquez la valeur de l'équidistance de cette carte.
- 2) Annotez les éléments numérotés de 1 à 6.
- 3) Quelle est l'altitude du point I ?
- 4) Par une flèche, indiquez le sens de l'écoulement de la rivière.
- 5) Quelle est l'échelle de la carte si de 0° à 1° nous avons une distance de 6Km ?



Exercice 4 :

Le document 2 représente un extrait d'une carte topographique.

1) a. Sans reproduire ce document donnez la légende correspondante aux éléments numérotés de 1 à 5.

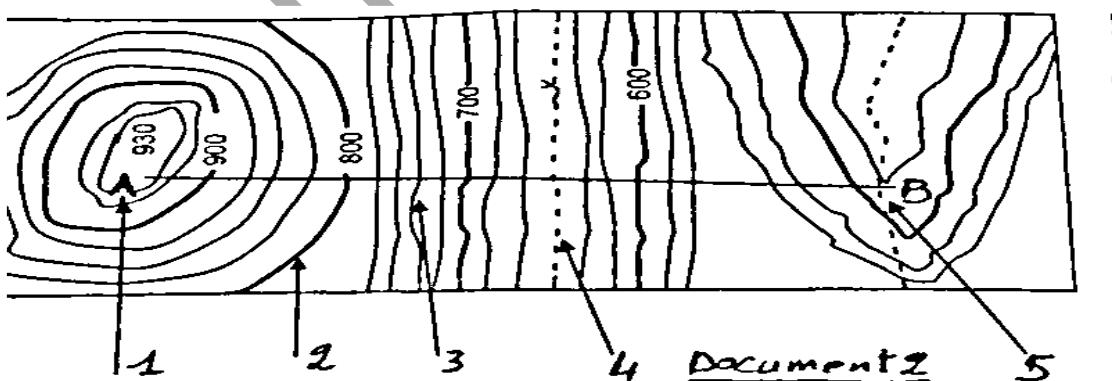
b. Définissez chacun de ces éléments.

2) Reconnaître sans tracer le profil les différentes formes de relief traversé par le trait de coupe entre les points A et B.

3) Définissez l'équidistance et calculer celle du document 2.

4/ Définissez l'altitude au point Y.

5/ Sachant que la distance sur le terrain entre les points A et B est de 90km, déterminez l'échelle numérique utilisée ici.

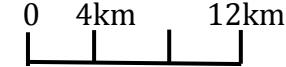


Exercice 5 :

Le tableau ci-dessous représente, d'une part, les valeurs de la distance sur la carte et sur le terrain et d'autre part, les échelles numériques et graphiques correspondantes.

Sans reproduire ce tableau, reportez sur votre copie les lettres alphabétiques (de a-l) et leurs valeurs ou leurs échelles correspondantes après avoir défini les mots suivants :

Carte ; Echelle numérique ; Echelle graphique ; Cartographie ; Télédétection et Equidistance.

Distance sur		Echelle	
La carte	Le terrain	Numérique	Graphique
6,5cm	A	B	
C	12,5km	D	
E	920km	1/200000	F
10cm	G	1/5000000	h
1cm	5km	I	J
99cm	1980km	K	l

Soient deux échelles E_1 et E_2 de deux cartes 1 et 2 de même côtés. Les deux cartes étant des carrés : $E_1=1/90000$; $E_2=1/250000$.

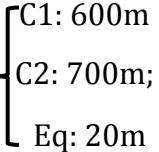
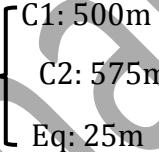
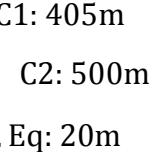
Dire laquelle de ces deux cartes a une grande échelle et une grande superficie.

Exercice 6 :

Deux cartes A et B ont les mêmes dimensions, E_1 et E_2 sont les échelles respectives de ces cartes. $E_1=1/40000$; $E_2=1/20000$.

NB : Ces deux cartes sont de formes rectangulaires

- 1) Quelle est celle qui, sur le terrain recouvre une grande aire géographique?
- 2) Démontrez-le par les calculs.
- 3) Construisez les reliefs suivants en tenant compte de données suivantes :

Colline 	Vallée 	Cuvette 
--	---	---

Exercice 7 :

On considère une portion du globe terrestre. On sait que les méridiens sont des lignes imaginaires en cercles qui sont perpendiculaires à l'équateur et passant par les deux pôles. Il existe un méridien appelé le méridien de Greenwich.

Donnez la longitude d'une ville des Etats Unis dont l'heure est 12heures quand il est 17h36min à Greenwich.

Comparez les cartes Q et Y de mêmes distance : $L=45\text{cm}$ et $l=16\text{cm}$ si $EQ=1/34000$ et $EY=1/20000$

Exercice 8 :

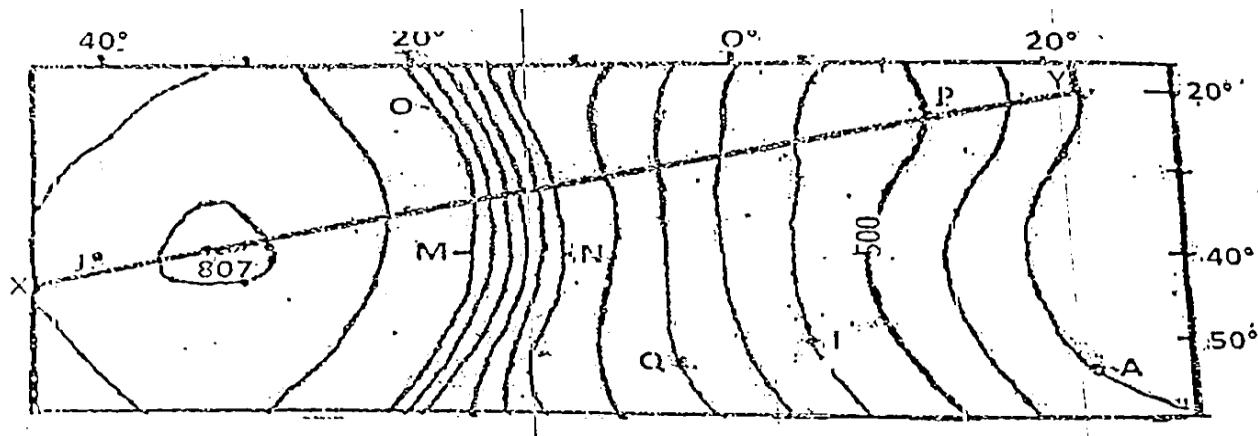
Deux cartes Z et T ont les mêmes dimensions : 50 cm de long et 20 cm de large. La carte Z est à l'échelle 1/50000 et la carte T est à l'échelle 1/43000.

- 1) Comment appelle-t-on ces échelles ? Justifiez.
- 2) Représentez les échelles graphiques de ces deux cartes.
- 3) Parmi ces échelles, laquelle a une grande aire géographique ? Justifiez.

4) Démontrez votre réponse des calculs

Exercice 9 :

Le document ci-dessous représente un extrait de carte topographique d'une région donnée.

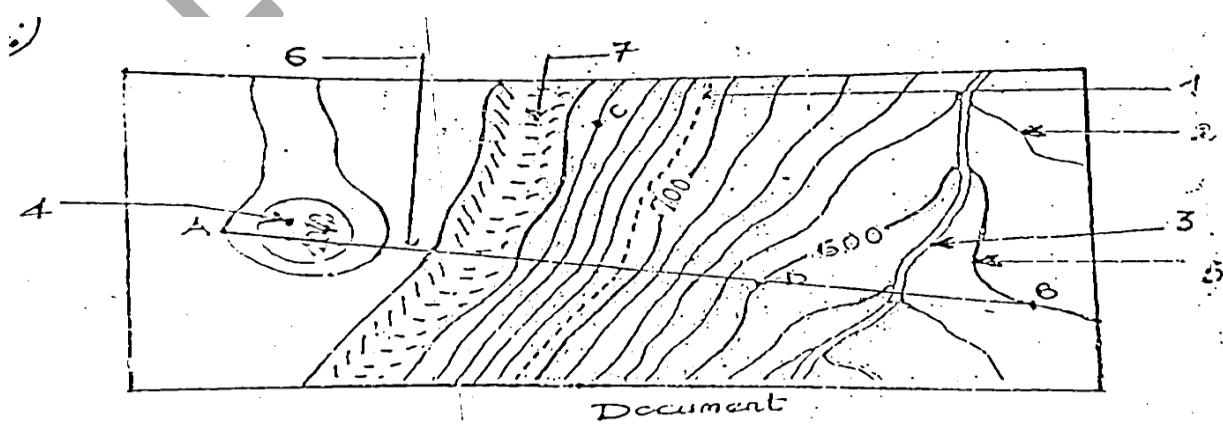


- 1) Calculez l'équidistance de cette carte.
- 2) Déterminez l'échelle numérique et l'échelle graphique de cette carte sachant que la distance réelle du trait de coupe XY est de 1,40km.
- 3) Calculez la pente entre les points M et N.
- 4) Déterminez les coordonnées géographiques des points I et J.
- 5) Donnez l'allure générale du profil topographique correspondant au trait de coupe XY.

Exercice 10 :

Le document ci-après représente une portion d'une carte topographique.

- 1) Sans le reproduire, légendez-le à partir de la numérotation.
- 2) Calculez l'équidistance de ce document.
- 3) Quelles sont les formes de reliefs que traverse le trait de coupe AB ?
- 4) Sachant que la distance entre A et B est de 33km, on demande :
 - a) De calculez l'échelle numérique correspondante.
 - b) D'en déduire l'échelle graphique.
- 5) Donnez l'allure du profil le long de AB.



Exercice 11 :

Soient deux cartes d'échelle respectives e_A et e_B .

Sur la carte A, on fait passer un trait de coupe entre deux points 1 et 2. Déterminez l'échelle e_A si ce trait de coupe a une distance de 10cm et que sur le terrain, il a une distance de 20Km.

Sur la carte B, on fait passer un trait de coupe entre deux points 3 et 4. Déterminez l'échelle e_B si ce trait de coupe a une distance de 12cm et que sur le terrain, il a une distance de 12Km.

- 1) Dites en vous justifiant, laquelle des deux échelles obtenues est grande, et laquelle des deux cartes a une grande superficie terrestre.
- 2) Démontrez votre réponse par des calculs sachant que les deux cartes sont de forme rectangulaire.
- 3) Comparez les deux échelles e_A et e_B avec une échelle $e_C = 1/1000000$.
- 4) Retrouvez la distance réelle sur le terrain de la carte C si celle sur la carte est 12,5cm.
- 5) Représentez graphiquement les échelles e_A ; e_B et e_C .
- 6/ Calculez l'équidistance d'une carte qui a deux points côtés QA et QB. Où QA et QB sont des solutions de l'équation $X^2 - 1440X + 512000$. Sachant que le nombre d'intervalle qui les séparent est $\sqrt{\frac{1}{4}} + \sqrt{9}$.

LA TECTONIQUE GLOBALE

INTRODUCTION :

Le globe terrestre est une planète active. Différentes méthodes d'études ont permis d'avoir une idée sur sa structure interne et sa constitution, d'expliquer l'origine des différentes activités internes qui s'y déroule et d'en relever les conséquences.

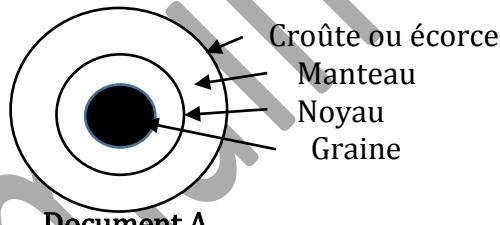
La tectonique globale est la théorie selon laquelle la partie superficielle de la terre est formée d'éléments rigides, flottant sur asthénosphère moins rigide et plus dense. Selon cette théorie, la lithosphère, couche superficielle rigide est constituée de 12 plaques qui se déplacent les unes des autres dans plan horizontal. Ces plaques se déplacent à des vitesses variables comprises entre deux (2) et 11cm/an et peuvent s'éloigner (divergence), se rapprocher (convergence) et se coulisser (coulissement).

La tectonique en elle-même est une discipline de la géologie qui étudie essentiellement les déformations de l'écorce terrestre sous l'effet des forces internes.

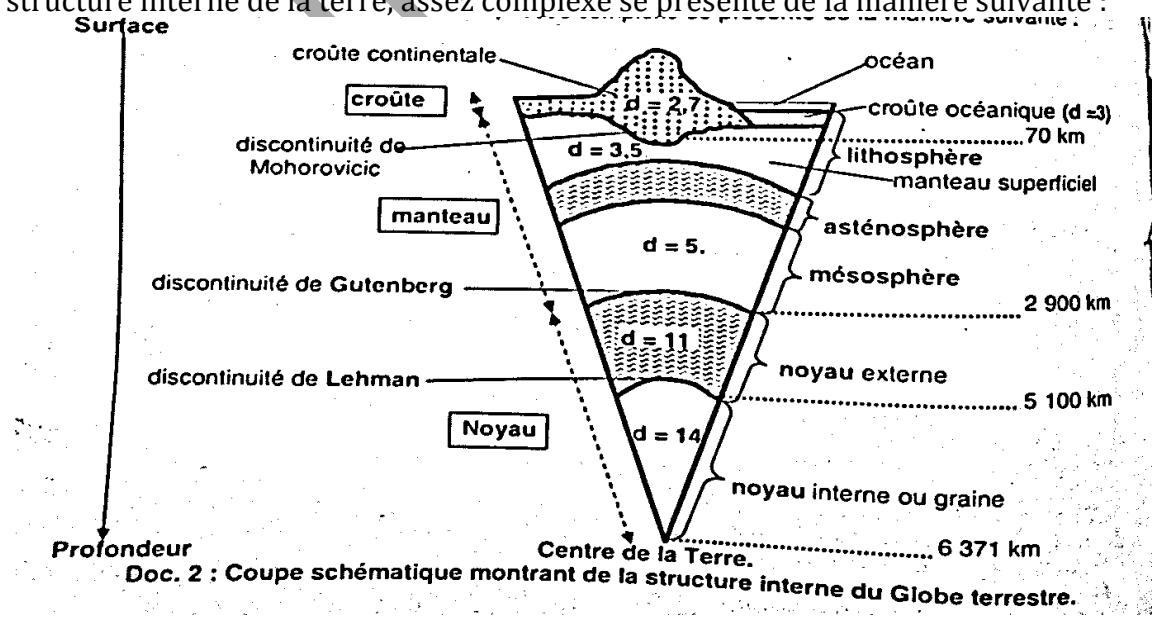
I- Structure interne du globe terrestre

La terre est une sphère constituée de différentes couches concentriques aux propriétés physico-chimiques séparées par des discontinuités (variations).

Le document A montre d'une manière simplifiée que la terre est formée de la périphérie vers le centre des enveloppes suivantes : la **croûte** ou l'écorce, le **manteau**, le **noyau** et la **graine**.



La structure interne de la terre, assez complexe se présente de la manière suivante :



II- Méthodes d'études de la structure interne du globe terrestre.

Il y a deux méthodes qui permettent d'étudier la structure interne du globe terrestre : la méthode directe et la méthode indirecte.

1- La méthode directe :

Cette méthode est basée sur la nature, l'analyse des "carottes" géologiques obtenues après forage et des observations directes des fonds océaniques. Cette méthode ne permet donc d'étudier les parties les plus profondes du globe terrestre car elle ne peut dépasser 13km de profondeur.

2- La méthode indirecte : la sismologie

a) Nature de la sismologie

La sismologie est l'étude de la propagation des ondes sismiques enregistrées par des sismologues sous forme de sismogramme.

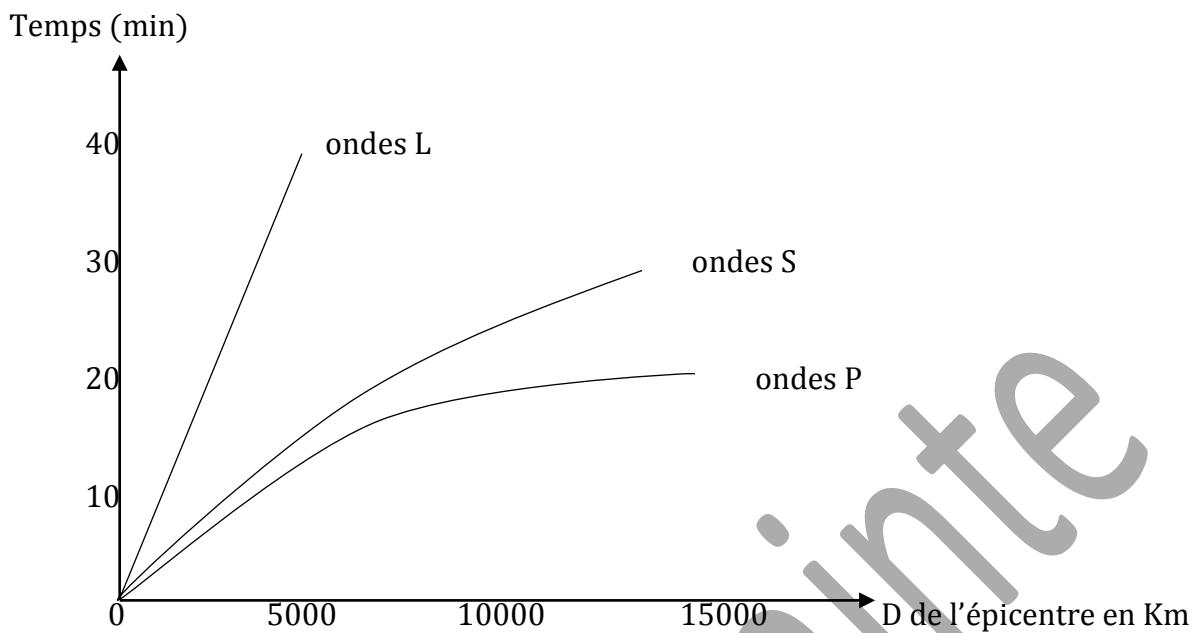
b) Le sismogramme

Au sommet du séisme, diverses ondes partent du foyer sismique dans toutes les directions. Le sismogramme compte trois (3) types d'ondes : les ondes P, les ondes S et les ondes L.

- **Les ondes P** sont des ondes enregistrées en premier sur un sismogramme et sont les rapides (6km/s près de la surface). Elles se propagent dans les milieux liquides, solides mais jamais dans l'air et sont responsables du grandement sourd que l'on peut entendre au début du séisme ; ce sont des ondes de compression.
- **Les ondes S** sont des ondes enregistrées en second lieu sur le sismogramme. Elles apparaissent après les ondes de compression. Elles ont une vitesse d'ordre de 4,06km/s ; ce sont des ondes transversales de cisaillement qui se propagent uniquement dans les milieux solides.
- **Les ondes L** sont des ondes de surface. Elles sont les plus lentes avec une vitesse constante de 4km/s. Elles arrivent donc tardivement par rapport aux ondes P et S. Elles se propagent dans la partie superficielle de l'écorce terrestre ou croûte et sont plus rapides dans la croûte océanique que continentale.

NB : les ondes P et S traversent le globe terrestre et leur étude fournit des renseignements sur la structure interne du globe terrestre.

c) La courbe de variation des vitesses des ondes sismiques :

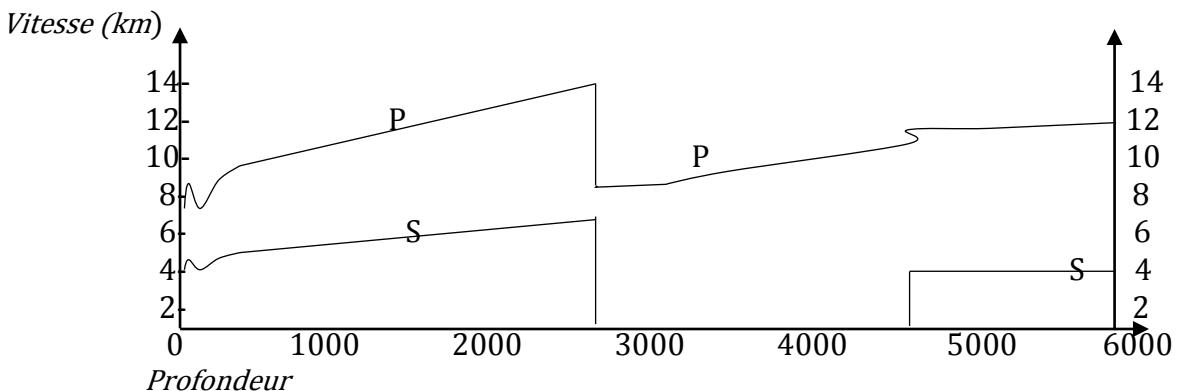


d) Variation de la vitesse de propagation des ondes sismiques (P et S) avec la profondeur

Le graphe ci-après indique les variations de vitesse de propagation des ondes en fonction de la profondeur du globe terrestre.

Les deux courbes traduisent la variation de vitesse, on constate que :

- A 100km, les vitesses des ondes P et S augmentent brusquement, cela indique la traversée d'une discontinuité majeure appelée **Moho ou discontinuité de Mohorovicic** qui marque la limite entre la croûte et le manteau. Le ralentissement simultané des ondes P et S traduit le passage de la lithosphère à l'asthénosphère, qui est une zone de faible rigidité.
- Au-delà de 1000km en profondeur, les vitesses des ondes P et S augmentent progressivement. Ceci indique la présence du manteau inférieur.
- A partir de 2900km de profondeur, on observe une brusque diminution des ondes P, puis une annulation des ondes S traduit la présence d'une autre discontinuité appelée **discontinuité de Gutenberg**.
- De 2900 km à 5300km de profondeur, la vitesse des ondes P augmentent légèrement pendant que celle des ondes S demeure nulle ; ce qui indique le passage d'une zone liquide appelée le noyau externe.
- A partir de 5300km de profondeur, la vitesse des ondes P devenue constante indique une troisième discontinuité appelée **discontinuité de Lehman** traduisant le passage du noyau interne ou graine à l'état solide.



e) Conclusion générale

La sismologie montre que le globe terrestre est constitué de quatre (4) enveloppes concentrique aux propriétés physico-chimiques différentes.

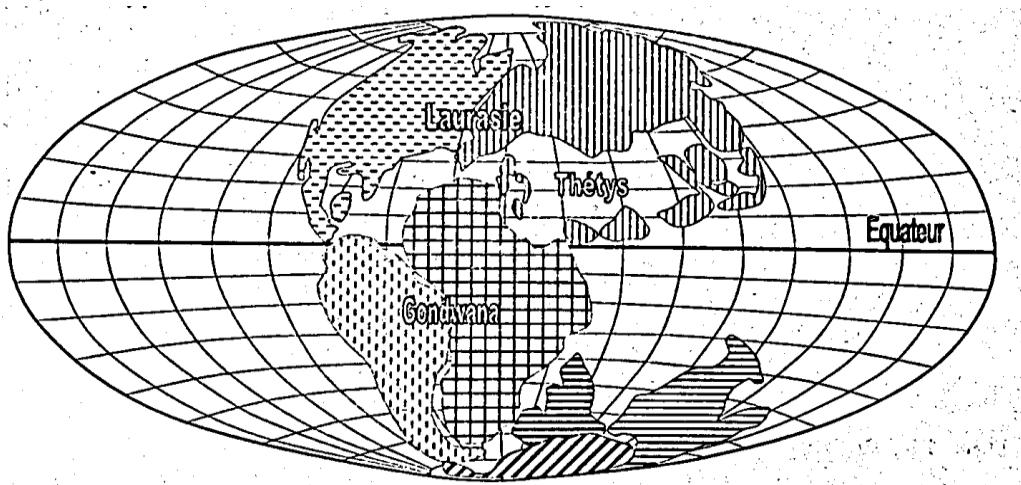
- **L'écorce ou croûte terrestre :** elle s'étant du niveau zéro (0) à 7km sous les océans de 0 à 30km sous les continents et de 0 à 70km de profondeur sous les chaînes de montagnes d'aspect solide, elle représente 1% du volume du globe terrestre. Elle est formée de la croûte continentale et de la croûte océanique.
 - La croûte continentale est essentiellement formée des roches sédimentaires, des roches métamorphiques (gneiss) et des roches granitiques (granite).
 - La croûte océanique est formée des roches sédimentaires, des roches granitiques (gabbro) et des roches volcaniques (basalte).
- **Le manteau :** la croûte et le manteau sont séparés par la discontinuité de Mohorovičić. Le manteau se compose trois (3) couches :
 - Le manteau superficiel (100km) qui est situé directement sous le Moho et a une densité égale à 3,3. Le manteau superficiel et la croûte forment la lithosphère qui répond aux contraintes tectoniques en se cassant.
 - L'asthénosphère (100 à 700km) qui est au contraire plus souple que la lithosphère c'est-à-dire répond aux contraintes tectoniques sans se casser, de ce fait elle est dite "ductile".
 - La mésosphère où manteau inférieur (700 à 2900) qui a une densité de 5,5 et est plus rigide.
- **Le noyau ou noyau externe :** situé de 2900 à 5100km, il est fluide et a une densité égale à 11. Il est séparé du noyau interne par la discontinuité de Lehman.
- **La graine ou noyau interne :** situé de 5100 à 6371km, il est solide et sa densité est égale à 14.

NB : le manteau superficiel forme avec l'asthénosphère une couche appelée le **manteau supérieur**.

III- Explication de la dérive des continents

Au 17^{ème} siècle, les scientifiques ont été frappés par une extrême complémentarité des contours de l'Afrique et de l'Amérique du sud qu'ils expliquèrent par le déplacement surnaturel des masses continentales.

C'est Alfred Wegener (1880 à 1930) météorologue allemand, qui a tenté le 1^{er} d'expliquer le fonctionnement de notre planète par sa théorie de la dérive des continents émise en 1912.



1- Enoncé de la théorie de Wegener : la dérive des continents

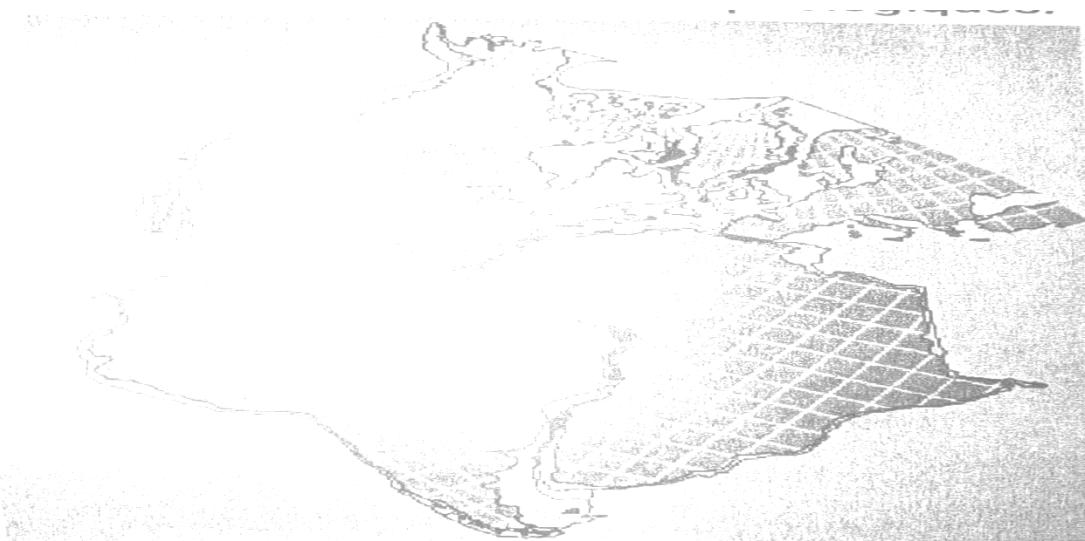
Cette théorie stipule que : « Initialement, les continents formaient un supercontinent appelé la **Pangée** entourée d'un unique océan appelé **Panthalassa**. Il s'est fragmenté à la fin de l'ère primaire en deux grands ensembles : le **Gondwana** (regroupant l'Amérique du sud, l'Afrique, l'Australie et l'Antarctique) et la **Laurasie** (Amérique du nord, Europe et Asie). Entre ces deux continents s'étend un vaste océan : **la Téthys**. Ces deux grands blocs se sont à leur tour fragmentés en continents actuels qui sont en perpétuels déplacements les uns par rapport aux autres. » .

Plusieurs arguments ont été successivement développés pour étayer cette théorie.

2- Les arguments de Wegener

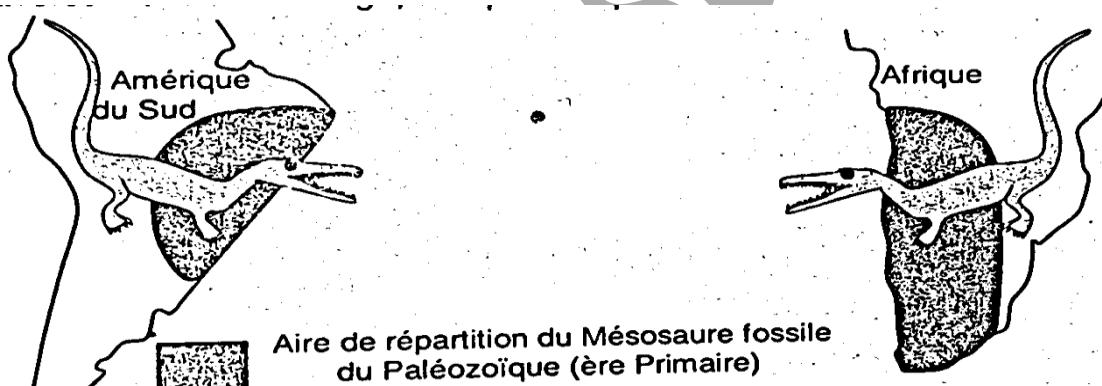
a- Argument morphologique :

Alfred Wegener avait remarqué que les côtes des continents s'emboitaient les uns des autres comme les pièces du puzzle. C'est par exemple le cas des côtes Ouest africaines et les côtes Est sud-américaines. On peut de ce fait affirmer la théorie énoncée en disant que les deux continents n'en formaient qu'un seul et que progressivement, ils se sont éloignés l'un de l'autre : l'un, l'Amérique du sud migrant vers l'Ouest et l'autre, l'Afrique vers l'Est.



b- Argument paléontologique :

Alfred Wegener était marqué par les similitudes entre les animaux (les reptiles lacustres) : Mésosaurus, fossiles découvert et Afrique de Ouest et au Brésil et ayant le même âge. Ces derniers ne pouvant traverser l'océan à la nage, ceci prouve que ces deux continents formaient jadis un bloc.



c- Argument paléoclimatiques :

Le dépôt de moraines poussés par des glaciers et ayant laissé des stries sur le socle de roche préexistante du carbonifère et du permien sur les continents du sud. Ainsi le gisement de tillites d'Afrique du sud, qui apparaît très épais, très étendue et repose par endroit sur des sédiments marin, atteste de la présence des calottes glaciaires prouvant l'existence d'un climat froid. Les mêmes observations ont été remarquées en Inde, en Australie et au Brésil. L'uniformité des séries découvertes suggère que ces différents blocs continentaux formaient il y a 200 millions d'années une seule masse qu'on appelle Gondwana.

d- Argument stratigraphique :

Certains continents présentent les mêmes séries stratigraphiques du permien et du trias : c'est le cas de l'Amérique de sud, l'Afrique, Madagascar, l'Inde et l'Australie. Ceci témoigne bien l'existence d'un continent unique : le Gondwana.

3- Limite de la théorie de Wegener :

Wegener certes a tenté d'expliquer pour la première fois le fonctionnement du déplacement surnaturel des masses continentales via sa théorie de dérive des continents, mais elle sera vite rejetée par la communauté scientifique de l'époque faute d'absence d'explications scientifiques de celle-ci.

De ce fait, après sa reconnaissance juste après la mort de Wegener, elle va être soutenue et expliquée par des éléments nouveaux : **les courants de convection** avec un nouvel argument : argument paléomagnétique.

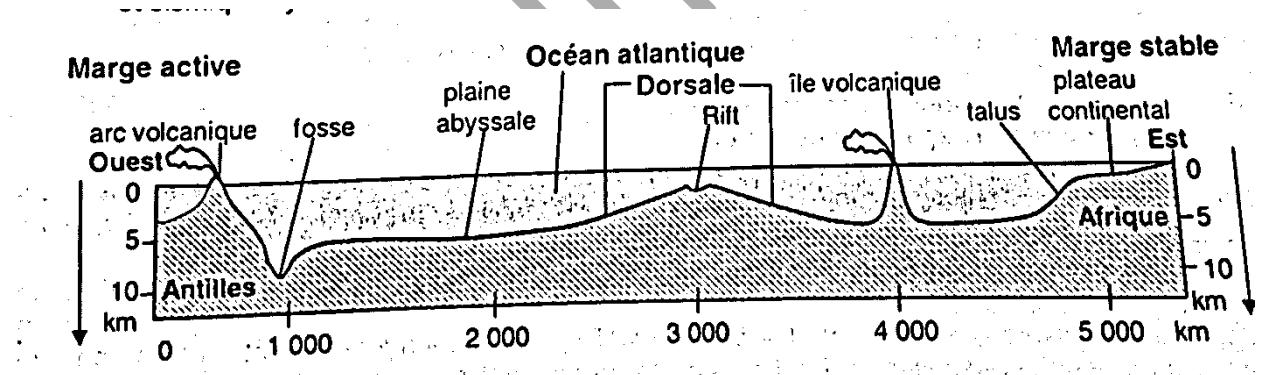
4- Argument paléomagnétique :

Les mesures paléomagnétiques sur les roches allant du jurassique à l'actuel de l'Amérique du sud et de l'Afrique, montrent que les dérives du pôle magnétique ne se superposent pas mais qu'elles s'écartent progressivement par rapport à l'Atlantique. D'où la nécessité de connaître le mécanisme de l'expansion des fonds océaniques.

IV- Le mécanisme de l'expansion des fonds océaniques

Le fond des océans se renouvelle en permanence par le magma produit au niveau des dorsales.

1- Morphologie des fonds océaniques



La morphologie des fonds océaniques est semblable à celle des continents. On observe un relief varié présentant :

- **Un plateau continental** large d'environ 70km qui est la partie immergée des continents ;
- **Un glacis** qui une zone basse où de dépose les sédiments détritique fins. Il est présent dans l'atlantique nord, mais absent dans l'atlantique sud ;
- **Une plaine abyssale** qui est une étendue plate à pente très faible riche en sédiment.
- **Une dorsale médio-océanique** qui est une chaîne de montagne à double pente entrecoupées qui continuent avec les autres océans. Son axe médian souvent occupé

par un fossé ou **rift** est l'ouverture par laquelle sort le magma. La crête de la dorsale n'est pas continue, mais elle est interrompue par une faille transformante ;

- **Des îles volcaniques** situées soit le long de la dorsale soit en d'autres points du plancher océanique ;
- **Une fosse océanique** située à la jonction du plateau et de la plaine abyssale ;
- **Des marges** qui sont de deux types :
 - **La marge active** est une limite des plaques soit, qui convergent ou soit, qui divergent, caractérisée par une grande activité volcanisme et sismique ainsi que la présence d'une fosse océanique.
 - **La marge passive ou stable** est une limite géographique entre le continent et l'océan, caractérisée par les activités volcaniques et sismiques nulles.

NB : la dorsale est le siège de production du magma.

2- Les mouvements de convection ou courants de convection

a- Définition :

On appelle mouvement de convection, l'ascension de la matière profonde très chaude sous une dorsale suivit d'une translation de matière qui se refroidit entre la dorsale et la fosse ; et enfin une descente de la matière froide dans les zones de subduction au niveau des fosses.

Ce sont aussi des forces de températures qui naissent dans le fluide de l'asthénosphère si les densités sont modifiées par différence thermique à l'intérieur du noyau.

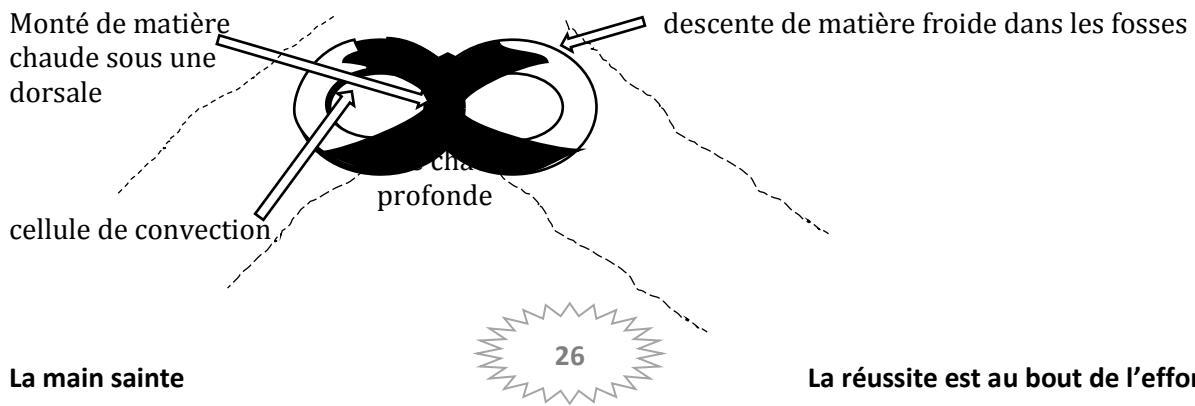
b- Origine :

Les courants de convection observés dans l'asthénosphère ont pour origine la différence de température qui règne entre le manteau inférieur et la basse de la lithosphère.

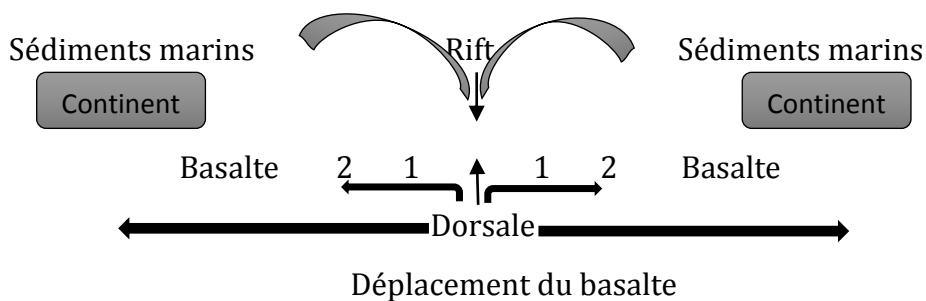
Les mouvements de convection créent des mouvements capables de faire monter le magma dans la croûte océanique et de faire déplacer les plaques lithosphériques.

Selon la circulation de la matière, on distingue trois (3) mouvements de convection qui sont :

- **Les mouvements ascendants**, au niveau des dorsales
- **Les mouvements horizontaux** ; la matière se déplace parallèlement à la surface du globe et entraîne aussi le déplacement d'une plaque ou une portion de plaque.
- **Les mouvements descendants** ; la matière s'enfonce au niveau des fosses océaniques



3- Mécanisme de l'expansion océanique



L'expansion océanique se fait de part et d'autre de la dorsale de manière symétrique. L'émission du basalte nouveau issu du manteau supérieur au niveau du rift de la dorsale provoque l'écartement des masses continentales de part et d'autre de la dorsale médio-océanique ; il y a élargissement des océans et renouvellement des fonds océaniques : c'est le phénomène d'accrétion.

La vitesse (distance en cm divisée par le temps en an) de l'expansion est la vitesse à laquelle s'éloignent deux points placés de chaque côté de la l'axe de la dorsale ou du rift.

Les expériences ont montré que l'âge des sédiments (terrains) augmente au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la dorsale : La dorsale de ce fait donc le lieu de création de la croûte océanique (zone d'accrétion). Les nouveaux matériaux repoussent les anciens de part et d'autre du rift.

NB : si on considère un seul côté de la dorsale en mesurant la distance entre le point étudié et l'axe de la dorsale, on obtient une valeur qu'il faut multiplier par deux pour avoir la vitesse d'expansion.

Avec la vitesse des plaques donnée par : $V = \frac{d}{t}$. Ainsi, la vitesse d'écartement par rapport à la dorsale serait : $V_{ec} = \frac{\sum_{i=1}^n v}{\text{nombre de vitesses}}$ et celui de l'expansion océanique : $V_{exp} = 2V_{ec}$.

On distingue plusieurs dorsales médio-océaniques parmi lesquelles on peut citer :

- La dorsale médio-Atlantique ;
- La dorsale médio-Pacifique ;
- La dorsale médio-Indienne.

La découverte de l'expansion océanique et les preuves de la dérive des continents ont permis d'élaborer la théorie de la tectonique des plaques, qui rend compte de l'ensemble des formes de relief observées à la surface de la terre mais aussi la nature des roches.

V- La théorie de la tectonique des plaques :

1- Définition.

On appelle plaque ou plaque lithosphérique, une portion de la lithosphère rigide et stable comprenant la croûte et le manteau superficiel rigide.

La théorie de la tectonique des plaques est donc une théorie selon laquelle la partie superficielle de la terre ou lithosphère est découpée en unités appelées **plaques lithosphérique**.

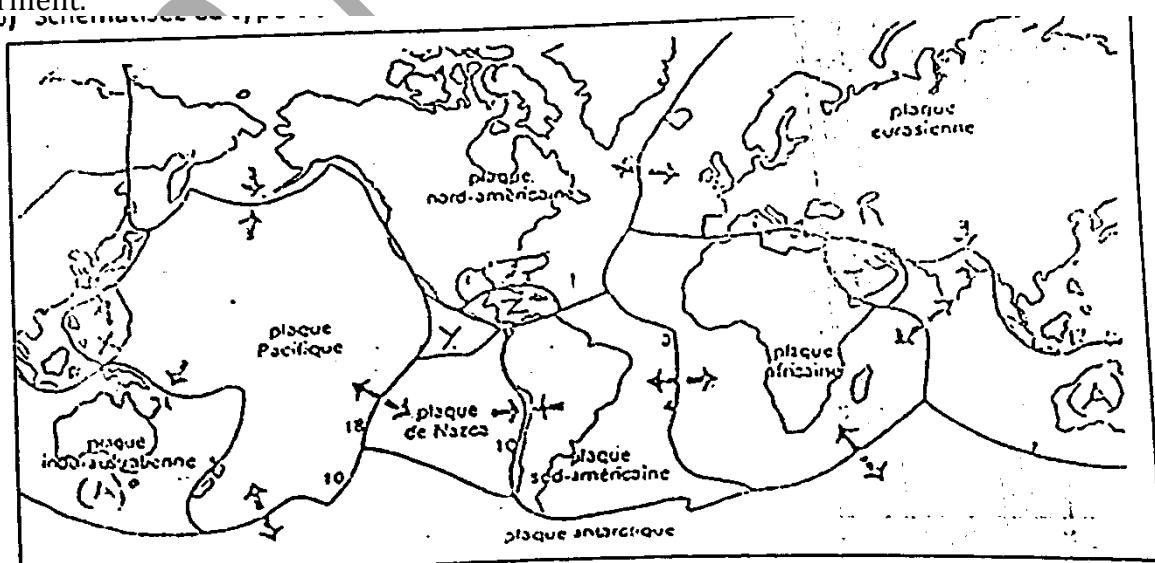
Remarque : lorsque deux plaques s'éloignent de façon importante, il se forme un océan ; donc les océans sont des zones de distension.

2- Les types de plaques

Chaque plaque est formée d'une croûte et d'un manteau superficiel rigide. Suivant la nature de la croûte, le globe terrestre est constitué de deux (2) types de plaques tectoniques :

- **Les plaques océaniques** : Elles constituées d'un manteau superficiel et d'une croûte océanique uniquement. Elles sont au nombre de trois (3) :
 - La plaque de Nazca ;
 - La plaque Cocos ;
 - La plaque Pacifique.
- **Les plaques et les plaques mixtes** : Elles possèdent à la fois une croûte océanique et une croûte continentale. Elles sont au nombre de neuf (9) :
 - La plaque Africaine ;
 - La plaque Indienne ;
 - La plaque Américaine ;
 - La plaque Eurasienne ;
 - La plaque Arabique ;
 - La plaque des Caraïbes ;
 - La plaque des Philippines ;
 - La plaque Somalienne ;
 - Plaque Antarctique.

NB : Ces 12 plaques se déplacent les unes par rapport aux autres, en des mouvements de convergences et de divergences. Au fil des temps géologiques, les océans apparaissent et s'agrandissent en repoussant les continents et des nouvelles chaînes de montagne se forment.

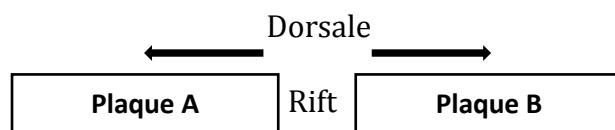


3- Les limites ou frontières des plaques

Les limites des plaques sont des zones instables sismiques et volcaniques. Suivant les mouvements des plaques, on définit trois (3) types de frontières ou limites des plaques :

3-1- Les frontières divergentes ou limites de divergence :

Ce sont des zones d'écartements des plaques, caractérisées par une activité **volcanique** basaltique et **sismique** où *naissent les océans* assurant *l'écartement des plaques et l'expansion océanique et l'ouverture de l'océan*; c'est le cas des zones d'effondrement et du rift



3-2- Les frontières convergentes ou limites de convergence :

Ce sont des zones de rapprochement des plaques et où se *forment les chaînes de montagnes*. Ces frontières sont la cause des *éruptions volcaniques* de type explosif, de la formation de chaînes de montagnes, des *fosses océaniques* et des *séismes*. C'est le cas des zones de *subduction, d'obduction et de collision*.

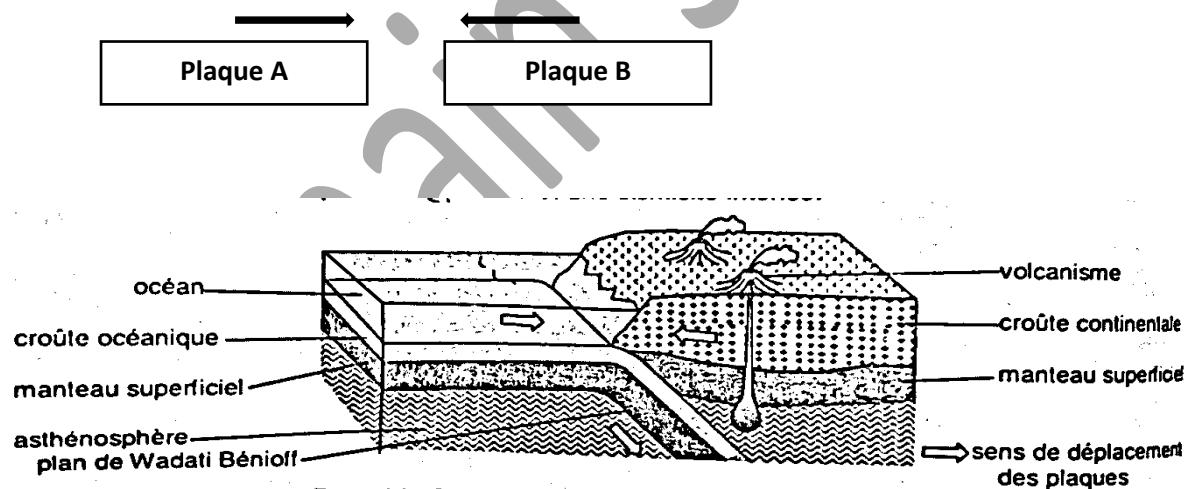


Schéma d'une subduction

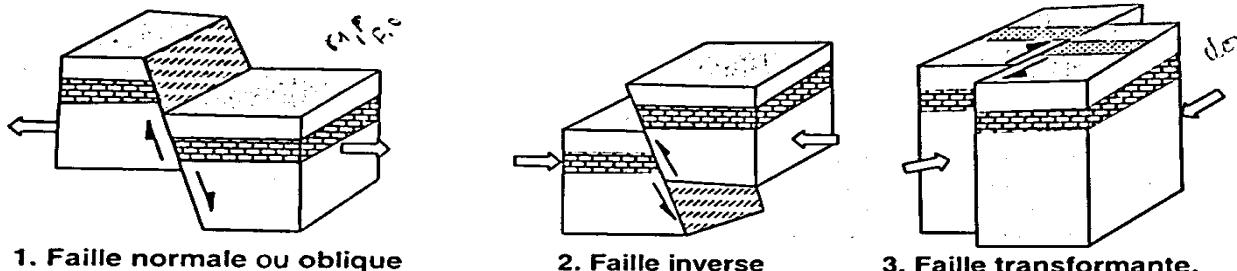
Remarque :

- On appelle **subduction**, l'enfoncement de la plaque océanique lourde ou plus dense sous une autre plus légère suivant un plan incliné appelé plan de Wadati Bénioff.
- On appelle **obduction**, chevauchement d'une portion de croûte océanique sur une autre croûte continentale.
- On appelle **collision**, affrontement de deux plaques continentales de même densité suite à la fermeture de l'océan par subduction ou obduction.

3-3- Les frontières transformantes ou frontières de coulisage :

Ce sont des zones où deux plaques glissent latéralement l'une contre l'autre, entraînant une fissure dans la croûte terrestre appelée faille.

Une faille est une déformation cassante des couches de terrain accompagnée d'un déplacement vertical, oblique ou horizontal d'un compartiment par rapport à l'autre



Les différents types de failles avec le sens des forces de contrainte.

Elles sont localisées entre deux plaques décalantes. Ce type de frontière permet de déterminer les différences de vitesse de déplacement des plaques les unes par rapport aux autres ou des inversions de sens de déplacement. On peut citer ici de la faille de San-Andreas.

4- Enoncé de la théorie des plaques

Selon la tectonique des plaques, la lithosphère, couche superficielle rigide est constituée de 12 plaques qui se déplacent les unes aux autres dans le plan horizontal. Ces plaques peuvent s'éloigner (divergence), se rapprocher (convergence) ou encore se coulisser (coulissement).

VI- Conséquences du déplacement des plaques

1- Dues à la divergence des plaques

La divergence des plaques a pour conséquences :

- L'océanisation ou formation des océans ;
- Le volcanisme, presque permanent au niveau de la dorsale et est à l'origine du renouvellement de la croûte océanique ;
- La formation des failles normales (tectonique extensive).

2- Dues à la convergence des plaques

a- Liées à la subduction :

- Les séismes qui prennent naissance au niveau des fosses océaniques considérées comme marges actives ;

- Le métamorphisme qui est la transformation des roches sédimentaires ;
- Le magmatisme ;
- L'orogenèse ou processus géologique conduisant à la formation des chaînes de montagnes ;
- Les fosses océaniques ;
- La formation des failles inverses ;

b- liées à l'obduction :

- La formation des chaînes d'obduction ;
- La formation de l'ophiolite (roche éruptive) ;
- Le métamorphisme.

c- liées à la collision :

- L'océanisation ou formation des océans ;
- Les séismes
- L'orogenèse
- Les plis (déformations souples sans cassure des couches horizontales sous l'effet de deux forces convergentes);
- Le métamorphisme ;
- Les failles inverses (ruptures massives rocheux avec un déplacement important et mesurable de deux compartiments avec le compartiment supérieur ayant tendance à se soulever quand la tectonique est compressible);
- Formation des ophiolites.

3- Dues au coulissage

- Les séismes ;
- L'orogenèse

NB : - L'Himalaya résulte du rapprochement entre la plaque Indo-Australienne et la plaque Eurasienne ;

- Les alpes sont nées du rapprochement de la plaque Africaine et la plaque Eurasienne ;
- Les failles déterminant les grandes zones effondrées constituent le graben et celles des grandes zones soulevées constituent le horst;

TRAVAUX DIRIGÉS DE TECTONIQUE GLOBALE

Exercice 1

Chaque série de propositions comporte une seule réponse exacte. Détectez les réponses exactes.

1. **A propos de la structure interne du globe terrestre :**

- a) Le noyau interne est liquide comme le noyau externe.
- b) Le noyau interne est plus liquide puisqu'il est plus profond.
- c) Le noyau externe est liquide et le noyau interne solide.
- d) La lithosphère s'étend entre la croûte et le manteau.

2. **La théorie de la tectonique des plaques stipule que :**

- a) La Pangée s'était disloquée pour donner les continents actuels.
- b) Chaque continent naît au hasard.
- c) La lithosphère est formée des plaques rigides, se déplaçant sur l'asthénosphère plus souple.
- d) Les continents proviennent du recul de la mer.

3. **La croûte océanique :**

- a) Forme la partie supérieure de la lithosphère.
- b) Est plus légère que la croûte continentale.
- c) Est la partie inférieure de la lithosphère.
- d) Est plus plastique que l'asthénosphère.

Exercice 2

Complétez le texte suivant.

La terre a une structure organisée en couches(a)..... . Cette connaissance a été apportée par l'étude de la propagation des(b)....., et celle des(c)..... tombées sur la Terre et par des expérimentations au laboratoire.

La couche externe est constituée par une croûte(d)..... riche en granite et une croûte(e)..... riche en basalte.

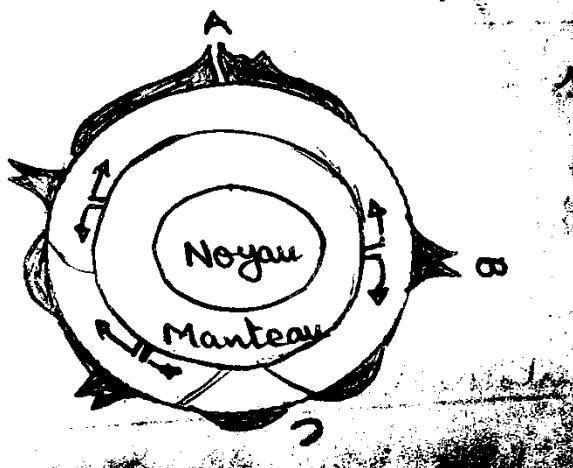
La discontinuité de(f)..... sépare la croûte du manteau.

La(g)..... correspond à la partie rigide de la croûte et du manteau superficiel. En dessous l'.....(h)..... est composée de péridotites dont la viscosité est plus élevée. Le manteau inférieur, appelé également(i)....., est séparé du noyau externe par la discontinuité de(j)..... .

La graine, ou noyau interne, est séparée du noyau externe par la discontinuité de(k)..... à 5100 km de profondeur.

Exercice 3

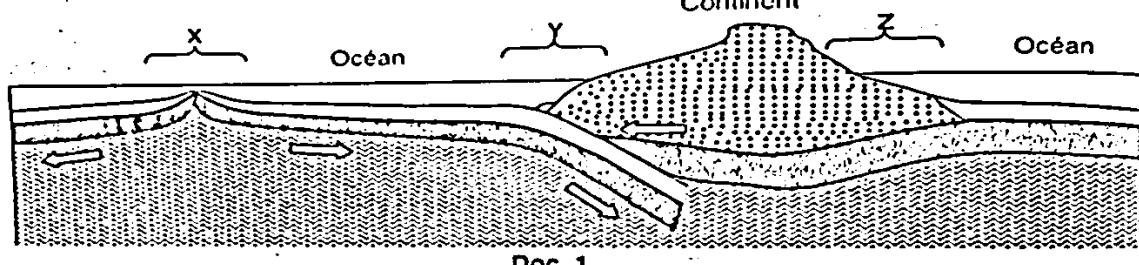
Le schéma suivant représente les mouvements horizontaux des plaques lithosphériques.



- Définir une plaque lithosphérique.
- Il existe combien de plaques lithosphériques sur le globe ? Citez les différents types de ces plaques.
- Indiquez ce que représentent les zones A, B et C du schéma. Citez un exemple de chaque type de zones.
- Quels peuvent être les marqueurs immédiatement perceptibles de l'activité des zones A, B et C.

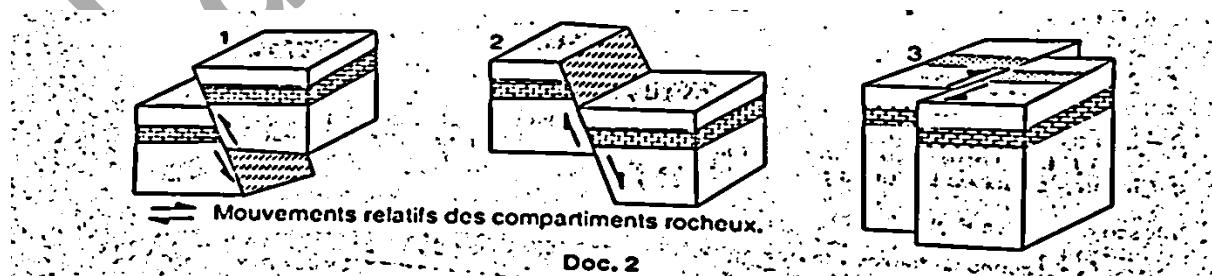
Exercice 4

Le document 1 ci-dessous représente un continent entouré de marges.



En vous servant des lettres sur le document :

- Localiser les marges dit il est question.
- Nommez les phénomènes géologiques qui s'y déroulent.
- Combien de plaques lithosphériques observez-vous sur ce document ?
- Les blocs diagramme du document 2 ci-dessous illustrent les différents types de déformations cassantes qui peuvent affecter les matériaux de la lithosphère.

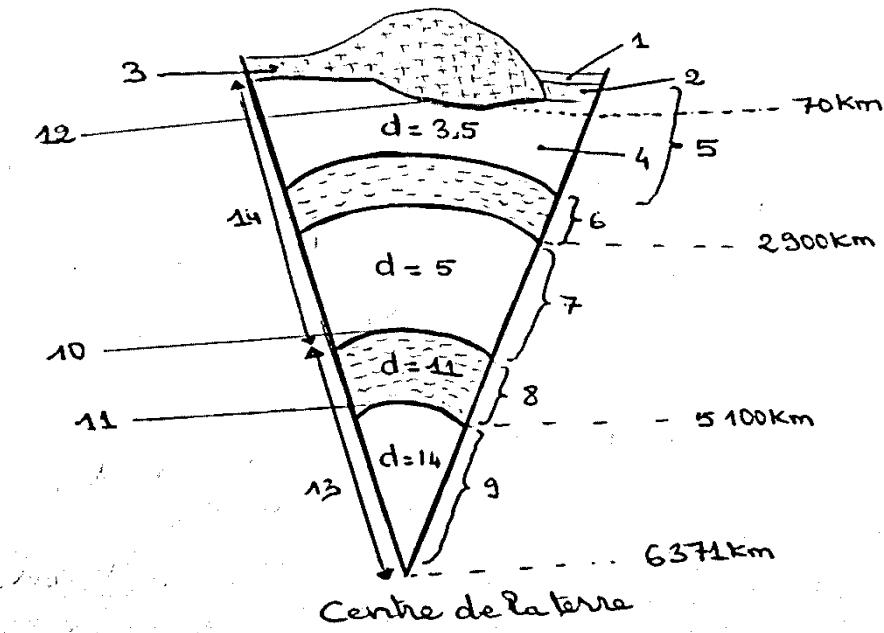


- Nommez les différents types de déformations en utilisant les chiffres 1, 2 et 3.
 - Associez chaque déformation à une zone X, Y ou Z de la figure ou document 1.
Justifiez votre choix.
- Citez les conséquences que peut entraîner ce phénomène géologique.

Exercice 5

Le schéma suivant représente une coupe schématique de la structure interne du globe terrestre.

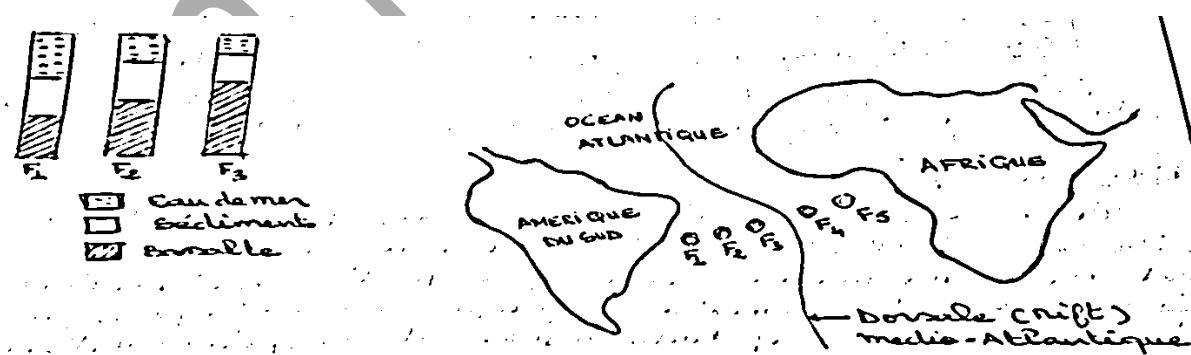
1. Sans le reproduire, annotez-le en utilisant les chiffres.
2. Quel est le diamètre de la terre ?
3. Quelle est la densité de la terre ?
4. Faites la différence entre la croûte océanique et la croûte continentale.



Exercice 6

A- Dans l'océan atlantique, on a repéré cinq (05) zones au niveau desquelles on a réalisé cinq (05) forages désignés respectivement par F1, F2, F3, F4 et F5.

Les résultats simplifiés des trois forages F1, F2 et F3 sont respectivement représentés par les colonnes du document.



1. Quelle est la nature du plancher océanique ?
2. Comment expliquez-vous qu'en F3 la couche de sédiment soit moins épaisse qu'en F1 ?
3. Dessinez la colonne F4 puis la colonne F5.
4. Quel est le basalte le plus ancien, celui de F1 ou celui de F3 ?
5. La ligne médiane localisée au centre de l'océan atlantique est une dorsale dont l'axe est occupé par une grande fracture.

- a) Comment qualifie-t-on cette fracture ?
- b) Qu'est-ce qu'une dorsale océanique ? cette définition vous permet-elle de justifier les propos avancés à la question 2 ?
- c) Nommez et définissez le phénomène qui se déroule au niveau de la dorsale et qui permet la formation du plancher océanique.
- B- Le tableau ci-dessous indique l'âge de la croûte océanique de l'atlantique Sud en fonction de la distance de l'axe de la dorsale.

Lieu du forage	F1 à l'Ouest de l'axe de la dorsale	F5 à l'Est de l'axe de la dorsale
Distance entre l'axe de la dorsale et le forage	990 km	500 km
Age de la croûte océanique	53 Ma	26 Ma

Calculez la vitesse d'expansion (sachant que l'expansion se fait toujours de part et d'autre de la dorsale) de la croûte océanique dans l'Atlantique Sud vers l'Ouest et vers l'Est.

Exercice 7

Il a 200 Ma le globe terrestre était formé d'un seul bloc : la Pangée. Cet unique continent était entouré d'un unique océan appelé Panthalassa. Par la suite, la Pangée s'est fragmentée en plusieurs plaques lithosphériques, qui depuis, sont perpétuels mouvements jusqu'aujourd'hui. Alfred Wegener on a dégagé une théorie explicative.

1. Nommez la théorie d'Alfred Wegener.
2. Quelle est l'origine de l'énergie interne responsable des mouvements des plaques?
3. Les plaques lithosphériques en « dérive » créent des zones d'expansions et des zones d'enfouissements des matériaux.
 - a) Quel nom donne-t-on encore aux zones d'expansions ?
 - b) Expliquez le phénomène d'enfouissement.

Exercice 8 : BAC D 2009

Les sondages profonds réalisés de part et d'autre de la dorsale médio-Atlantique par le navire Challenger entre 1968 et 1975 ont permis de dater les terrains rencontrés. Le tableau ci-dessous montre les résultats obtenus :

Sondages	1	2	3	4	5	6	7	8
Distance par rapport à la dorsale (en km)	250	450	490	600	850	1000	1400	1900
Age des terrains en Ma	12	22	23	30	40	50	65	90

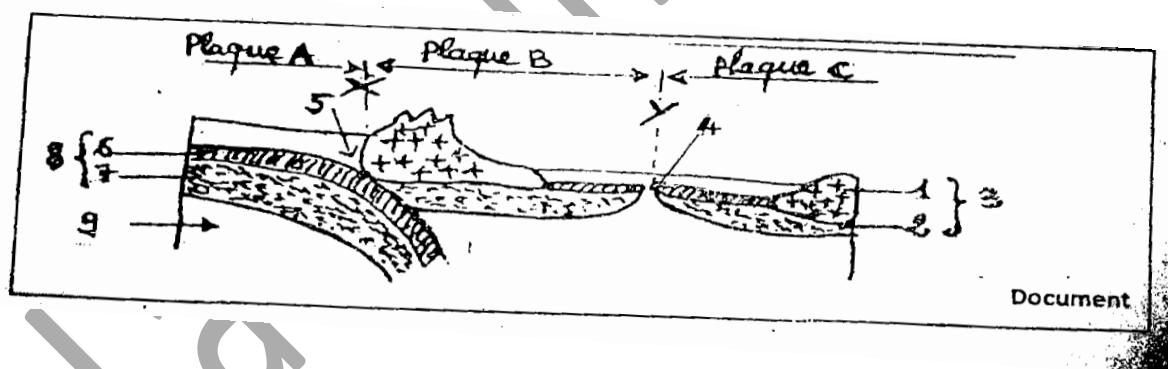
1. Analysez les résultats de ce tableau.
2. Quelle interprétation faites-vous de ces résultats ?
3. Quelle remarque vous suggèrent ces résultats sachant que les sondages 3 et 4 ont été réalisés à l'Est de la dorsale, et les autres à l'Ouest ?

4. a) En tenant compte de l'âge des terrains du fond océanique, calculez la vitesse d'écartement (en cm/an) par rapport à la dorsale.
- b) Quelle remarque faites-vous par rapport à cette vitesse ?
5. Quel type de limite de plaques rencontre-t-on au niveau de la dorsale ?
6. Quelle est la destiné de la plaque océanique qui s'écarte de la dorsale si l'opposé se trouve une zone de subduction ?

Exercice 9

Le document ci-dessous illustre les phénomènes et mouvements possibles entre les plaques lithosphériques.

- 1) Réalisez le schéma simplifié légendé de la structure interne du globe terrestre. (2pts)
- 2) Anotez ce document selon la numérotation. (2pts)
- 3) Quelle est la nature du mouvement des plaques entre :
 - a) Entre la plaque C et la plaque B. (0,5pts)
 - b) Entre la plaque B et la plaque A. (0,5pts)
- 4) Qu'est-ce qu'une marge active ? Quelle est la nature des plaques A, B et C ?
- 5) Quel est le phénomène qui se déroule en Y ? Expliquez-le. (1pts)
- 6) Quel est le moteur responsable du mouvement des plaques ? Qu'est-ce qu'une plaque ? (1pts)
- 7) Quelle différence faites-vous entre une faille inverse et une faille normale ? (1pts)

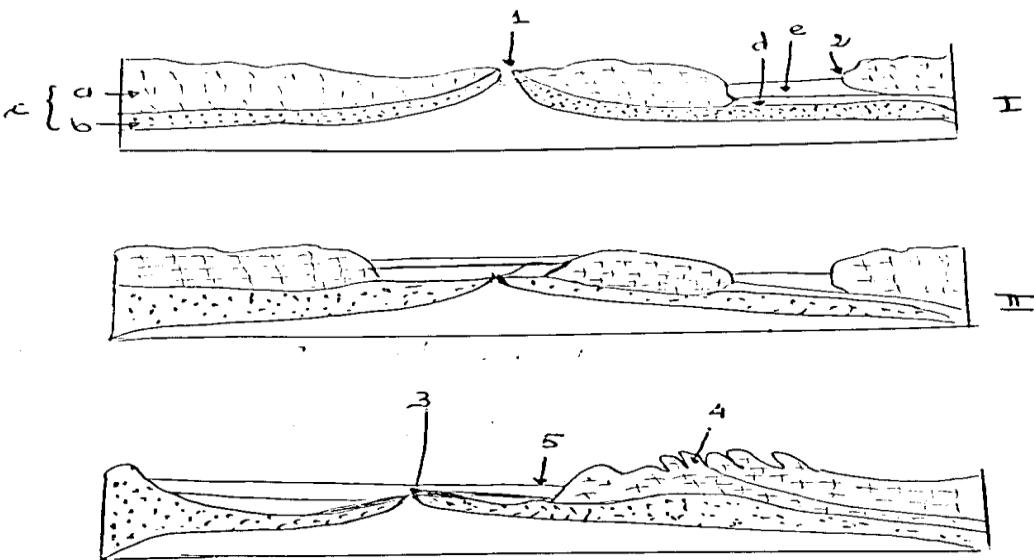


Exercice 10 :

Observez les schémas I, II et III et répondez aux questions suivantes :

1. Que représentent chacune des lettres a, b, c, d, e et f ?
2. Les zones 1 et 2 correspondent-elles à des zones de convergence ou de divergence des plaques ? Expliquez ce qui se passe au niveau de chacune d'elles.
3. Que se passe-t-il au niveau de la zone 3 ?
4. A quoi correspond la zone 4 ?
5. La zone 5 est-elle une limite des plaques ? justifiez votre réponse.

Relatez brièvement les événements géologiques qui se sont produits entre les schémas II et III.

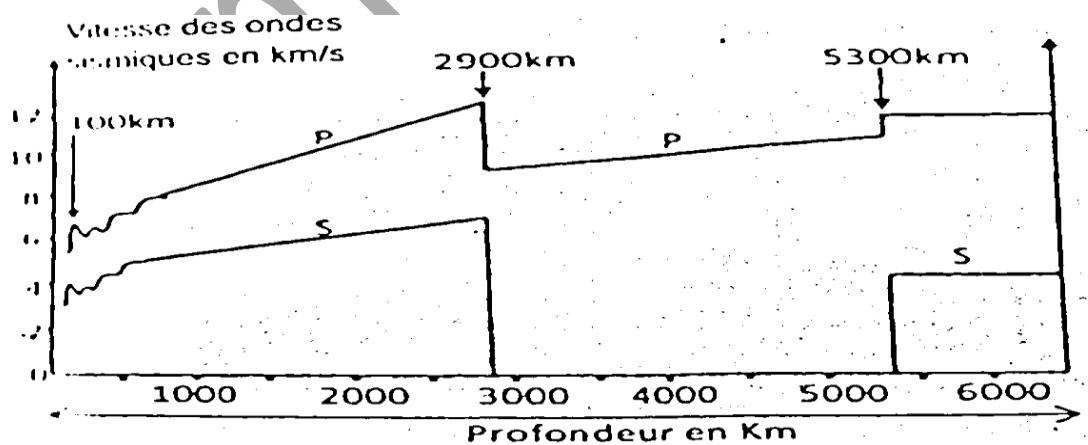


Exercice 11 : BAC D 2014

Lors d'un tremblement de terre, les vibrations qui naissent au niveau du foyer se propagent dans tous les sens sous forme d'ondes sismiques. On cherche à comprendre comment l'étude de sondes sismiques permet de connaître la structure interne du globe terrestre.

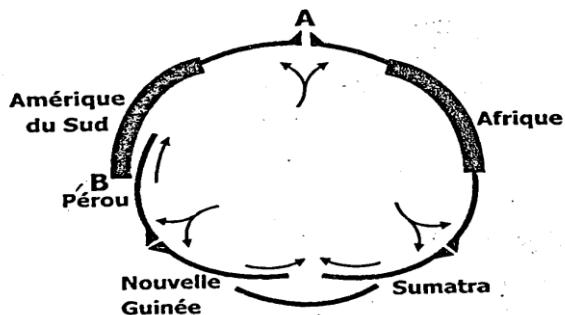
A partir de la figure 1 ci-dessous, répondez aux questions suivantes :

1. Situez et nommez les discontinuités par rapport à la profondeur.
2. Localisez l'asthénosphère en expliquant ce choix.
3. Expliquez la chute brutale de la vitesse des ondes P conjointement à la disparition des ondes S à 2900 km.



Exercice 12 : BAC D 2014

Le document 1 ci-dessous représente les mouvements horizontaux des plaques lithosphériques.

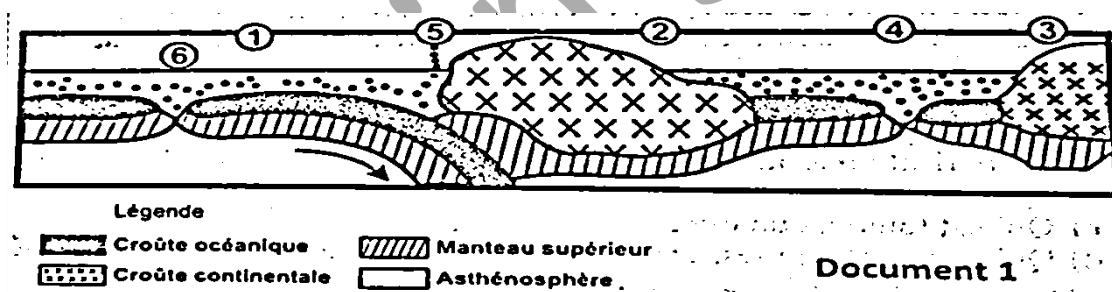


Document 1

1. a) En fonction des mouvements des plaques, que représentent les zones A et B ?
b) Nommez ces zones.
2. a) Indiquez le phénomène qui se produit au niveau de chaque zone.
b) Comment expliquez-vous le maintien du volume du globe terrestre malgré le phénomène qui se produit en A ?
3. Citez un des marqueurs géologiques qui caractérise l'activité de la zone B.
4. Combien de plaques compte-t-on sur ce document ?

Exercice 13 :

Soit le document 1 ci-dessous montrant quelques plaques lithosphériques et leurs limites.



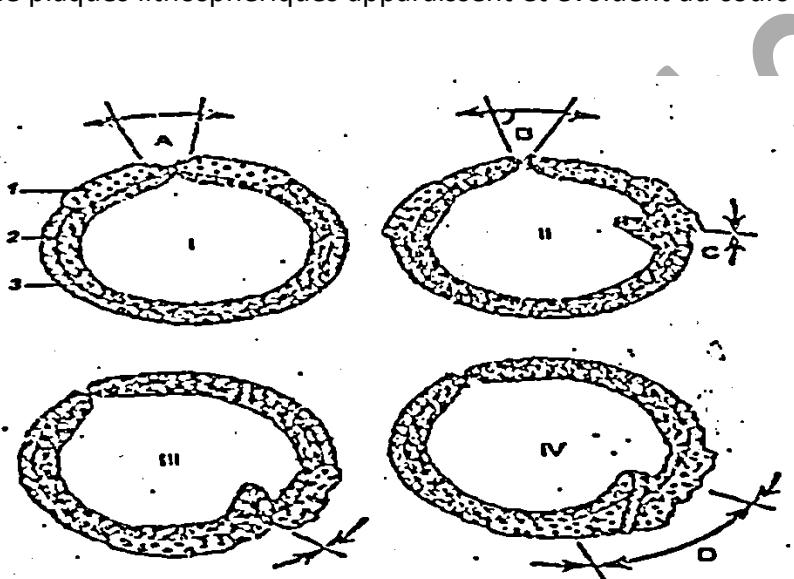
1. Il existe combien de types de plaques lithosphériques ?
 2. Combien de plaques compte-t-on sur le globe terrestre ? et combien de plaques observez-vous sur le document 1 ?
 3. a) A quels types appartiennent ces plaques 1 et 2 ?
b) Citez un exemple pour chaque type de plaque.
 4. Les éléments 4 et 5 représentent respectivement la limite entre :
a) Les plaques 2 et 3 ?
b) Les plaques 1 et 2 ?
- De quel type de limite s'agit-il dans chaque cas ?
5. Quel phénomène naturel se produit en 6 ? Expliquez ce phénomène.

Exercice 14:

Un géologue écrit : « On sait maintenant que les chaines de montagnes naissent lorsque meurent les océans... »

Les schémas ci-dessous illustrent cette phrase.

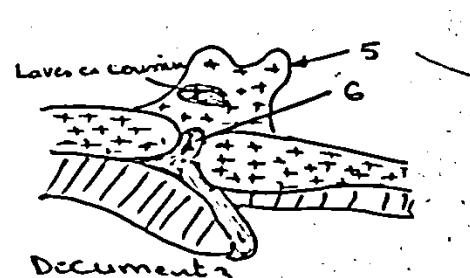
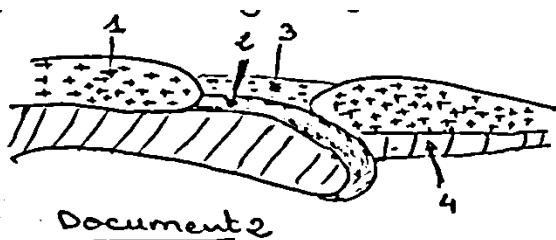
1. Nommez les couches 1, 2 et 3, décrivant la structure superficielle du globe au niveau des continents et les océans.
2. Nommez les structures géologiques A, B, C et D puis, associez à chacune d'elles un qualificatif se rapportant aux mouvements des plaques à leur niveau.
3. Combien de plaques lithosphériques apparaissent et évoluent au cours de ces différents stades ?



Exercice 15:

Les laves en coussins sont généralement des témoins d'un volcanisme sous-marin. On a trouvé de telles formations géologiques datées de 80 Ma dans l'Himalaya. De même, les radiolarités sont des roches sédimentaires provenant de l'accumulation sur des fonds océaniques, des squelettes d'animaux marins. On en a également trouvé dans l'Himalaya.

Les documents 2 et 3 permettent d'expliquer la présence de ces formations géologiques d'origines marine dans les formations géologiques continentales.

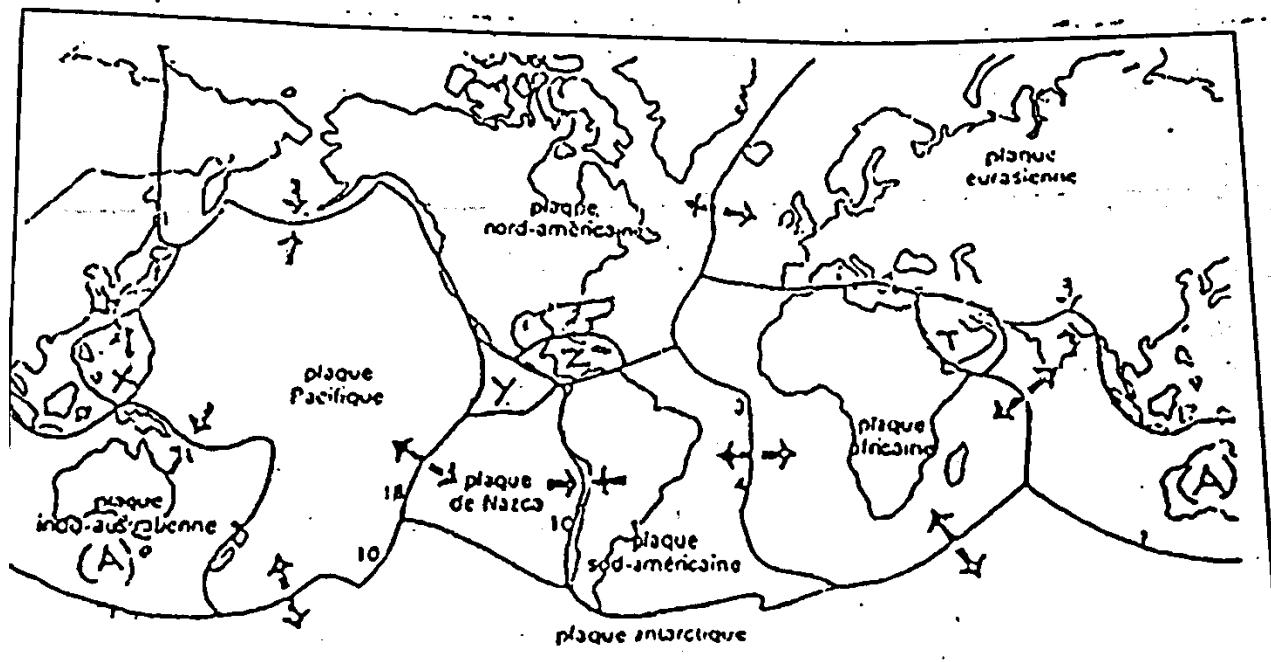


1. Identifiez le problème posé.
2. Donnez une légende aux documents 2 et 3 à partir de la numérotation.

3. Expliquez le phénomène illustré par :
 - a) Le document 2
 - b) Le document 3
4. Expliquez le passage du document 2 au document 3.
5. Expliquez la présence des laves de coussins et des radiolarités dans l'Himalaya.

Exercice 15:

La lithosphère est découpée en plaques qui se déplacent les unes par rapport aux autres. Certaines de ces plaques sont identifiables sur le document ci-après.



1. Combien de types de plaques distinguez-vous sur ce document ? identifiez-les.
2. Quelle est la nature du mouvement qui engage les plaques :
 - a) Africaine et indo-australienne ?
 - b) Indo-australienne et pacifique ?
3. Un figuré traduisant un autre type de mouvement de plaques n'apparaît pas sur ce document.
 - a) De quel mouvement s'agit-il ?
 - b) Schématissez ce type de mouvement par un figuré.

GEOLOGIE APPLIQUEE

Objectif principal :

A la fin de ce cours, l'élève de terminale doit-être capable d'identifier la nature, l'importance et la localisation des ressources naturelles (minérales et énergétiques) du Congo, puis dégager l'importance du géologue dans la vie.

INTRODUCTION :

La géologie appliquée n'est à proprement dite une discipline particulière, mais elle regroupe les applications pratiques de toutes les branches de la géologie (mines, pétrole, travaux publics, hydrologie, etc....).

I- Quelques concepts

- ❖ **Géologie appliquée** : c'est une discipline de la géologie qui étudie l'application des connaissances géologiques dans l'exploitation des ressources naturelles, la réalisation des travaux de génie civil et d'urbanisation.
- ❖ **Génie civil** : c'est l'ensemble des services chargés des grands travaux de construction.
- ❖ **Urbanisation** : c'est l'implantation ou l'aménagement d'une ville.
- ❖ **Ressources naturelles** : ce sont des matières premières utilisées pour la fabrication des objets et fonctionnement des activités humaines. On distingue deux types de ressources naturelles : *les ressources minérales et les ressources énergétiques*.
- ❖ **Ressources minérales** : ce sont de matières inorganiques et exploitables du sous-sol. Ce sont des *métaux* et des *non métaux*.
- ❖ **Ressources énergétiques** : ce sont des matières premières capables de produire de l'énergie ou du travail. On distingue deux types de ressources énergétiques : *les ressources énergétiques renouvelables et les ressources énergétiques non renouvelables*.
- ❖ **Ressources énergétiques renouvelables** : encore appelées ressources énergétiques inépuisables, ce sont des matières énergétiques susceptibles de se renouveler après leur exploitation.
- ❖ **Ressources énergétiques non renouvelables** : encore appelées ressources énergétiques épuisables, ce sont des matières énergétiques qui ne se renouvellent pas après leur exploitation.
- ❖ **Mineraï** : c'est une substance minérale à partir de laquelle on peut extraire un métal de façon bénéfique. C'est aussi une roche contenant un ou plusieurs minéraux en quantité suffisante pour être exploiter.

Exemples : *La bauxite est le mineraï d'Aluminium ;
*La galène est le mineraï du Plomb ;
*La cassitérite est le mineraï de l'Etain ;
*La blende est le mineraï du Zinc ;
*La pyrite est le mineraï du Fer.

Parmi ces ressources naturelles, les unes sont qualifiées de ressources exploitables ; d'autres des ressources exploitées.

- ❖ **Ressources exploitables** : ce sont des ressources disponibles dans le pays et susceptibles d'être exploitées à l'avenir. Par exemple, le vent est une ressource exploitée au Congo.
- ❖ **Ressources exploitées** : ce sont des matières naturelles déjà en exploitation. Par exemples : le pétrole, le calcaire et les grés.
- ❖ **Gisement** : c'est un dépôt ou lieu d'accumulation naturelle d'un minéral.
- ❖ **Géothermie** : c'est la chaleur interne du globe terrestre ou son exploitation.

II- Quelques ressources naturelles en République du Congo

	Ressources naturelles	Localités
Ressources minérales	Métaux 1- L'or ; 2- Le fer ; 3- L'étain ; 4- Le manganèse ; 5- L'uranium ; 6- Les poly-métaux (Cu ; Pb ; Zn)	1- Souanké 2- Mayoko 3- Mayombe 4- Mbinda 5- Sangha, Zananga, Niari 6- Bouenza, Pool
Ressources énergétiques	Non métaux 1- Le sable ; 2- Le calcaire ; 3- Le granite ; 4- Le grès ; 5- L'eau minérale ; 6- L'argile ; 7- Phosphates et la potasse	1- Dans tout le pays 2- Loutété et dans le Pool 3- Mayombe 4- Djoué (Brazzaville) 5- Mayombe (Mayo) 6- Bouenza, Niari, plateaux 7- Kouilou
	Renouvelables 1- Le vent ; 2- Le soleil ; 3- L'eau ; 4- Le bois ; 5- Centrales thermiques	1- Dans tout le pays 2- Brazzaville 3- Djoué, IMBOULOU 4- Pool 5- Brazzaville et P/Noire
	Non renouvelables 1- Le pétrole et tous ces dérivés ; 2- L'uranium.	

III- Quelques ressources exploitées et exploitables

Ressources naturelles		Localité d'exploitation
Ressources exploitables 1- L'uranium 2- Le manganèse 3- Le vent 4- La géothermie		Non encore exploitées

Ressources exploitées	1- Le calcaire 2- Le grès 3- L'or 4- L'argile 5- L'eau	1- Loutété 2- Djoué 3- Souanké 4- Bouenza, Plateaux 5- Djoué	Niari,
------------------------------	--	--	--------

IV- Importance ou utilité de quelques ressources

- Le calcaire, pour la fabrication du ciment ;
- L'argile, dans la construction, la fabrication des tuiles et la poterie ;
- Le granite et le grès ; dans la construction et dans le ballast du chemin de fer ;
- L'or et le diamant, dans la bijouterie ;
- L'eau minérale est indispensable en médecine, car elle contient les minéraux intervenant dans la constitution des enzymes, les dents des os, des hormones et dans les autres fonctions de l'organisme ;
- L'eau, pour le courant électrique, dans l'industrie, dans l'agriculture et les travaux ménagers
- Le pétrole, pour le développement socio-économique d'un pays.

V- Origine du pétrole (énergie fossile, car venant de la décomposition des végétaux)

Le pétrole se forme par :

- L'accumulation des sédiments organiques au fond de l'eau (océan) ;
- La transformation de ces sédiments en kéroène, sous l'effet de la température et la pression ;
- Le piégeage du pétrole dans la roche mère surmontée d'une couche imperméable.

VI- Intérêts essentiels de l'étude des ressources naturelles

Les ressources naturelles présentent deux types d'intérêts : les intérêts scientifiques et les intérêts économiques.

1- Intérêts scientifiques :

- L'exploitation des gisements de minéraux, conduit à la découverte de leur origine et à la connaissance de leur mode de formation, leurs propriétés et leur exploitation ;
- L'exploitation des ressources minérales, permet d'améliorer les méthodes d'extraction et de traitement de ces ressources ;
- L'eau thermale et le mercure sont utilisés en médecine (désinfection ; thermomètre).

2- Intérêts économiques :

- L'installation des unités de production pour l'exploitation et le traitement
- L'exploitation des matières non consommables sur place et exploitables, apporte ainsi des devises au pays ;
- L'amélioration des conditions de vie des populations.

VII- Etapes de réalisation d'un ouvrage en génie civil

- 1- Le choix du site adéquat ;
- 2- Les études préliminaires, pour garantir la faisabilité du site ;
- 3- Les études approfondies : elles sont pluridisciplinaires, couteux et garantissent la faisabilité du projet ;
- 4- La réalisation de l'ouvrage ;
- 5- L'exploitation ou utilisation et entretien de l'ouvrage.

VIII- Les applications du géologue dans la vie

Le géologue intervient dans plusieurs activités de la vie, notamment :

- Dans la construction, l'exploitation et l'entretien des ouvrages ;
- Dans l'exploitation rationnelle des ressources naturelles ;
- Dans l'urbanisation rationnelle ;
- Dans la lutte contre les catastrophes naturelles (érosion, volcan, séismes...) ;
- Dans le développement socio-économique d'un pays.

TRAVAUX DIRIGÉS DE GÉOLOGIE APPLIQUÉE

Exercice 1 :

Les recherches géologiques menées en République du Congo ont permis d'inventorier des ressources minérales et énergétiques.

Voici la liste de quelques ressources : granite, zinc, fer, or, aluminium, bois, soleil, pétrole, eau minérale, gaz naturel, cuivre, uranium, sable.

- 1- Relevez dans cette liste les ressources minérales et les ressources énergétiques.
- 2- Classez les ressources énergétiques en ressources renouvelables et non renouvelables.
- 3- a) Localisez ces ressources renouvelables et non renouvelables en République du Congo.
b) Quel danger présente l'exploitation abusive des ressources non renouvelables.
- 4- Expliquez les expressions suivantes :
 - Ressources limitées,
 - Ressource d'énergie fossile.

Exercice 2 :

Le pétrole est un mélange d'hydrocarbure dont les gisements sont enfouis sous les continents ou au fond des océans. Exploité, il est utilisé principalement comme source d'énergie.

- 1- Quelle est l'origine du pétrole ?
- 2- Pourquoi le qualifie-t-on de combustible fossile ?
- 3- Le pétrole a plusieurs dérivés parmi lesquels le kérósène, le bitume, l'essence, la paraffine, le propane et butane.
Classez-les en produits liquides, solides et gazeux.

Exercice 3 :

Le gradient géothermique varie en fonction de la profondeur. La température au fond d'un puits de pétrole est de 15°C. Sachant que le gradient géothermique est de 30°C/km.

- 1- Quelle est la profondeur de ce puits.
- 2- Comment appelle-t-on les points d'égale température ?
- 3- En 1965, la production congolaise de pétrole est de près de 72800 tonnes. Sachant que l'équivalent énergétique d'une tonne de gaz naturel est approximativement de 8000 tonnes de pétrole, quelle est :
 - a) La quantité de gaz naturel équivalente à cette production ?
 - b) La localité où l'on rencontre le pétrole et le gaz naturel au Congo ?
 - c) L'importance du pétrole dans l'économie du Congo ?

Exercice 4 :

En république du Congo, on exploite des ressources minérales et des ressources énergétiques.

- 1- Existe-t-il une différence entre les deux types de ressources ? Justifiez votre réponse.
- 2- Par des exemples précis, justifiez l'appellation de ressource renouvelable et de ressource non renouvelable.



- 3- Quand dit-on qu'un gisement est exploitable ? Donnez des exemples.
- 4- Identifiez et localisez deux ressources énergétiques exploitées au Congo.
- 5- Pourquoi dit-on que le bois est une ressource énergétique ?
- 6- a) En trois lignes, donnez l'importance du géologue dans le génie civil.
 b) Qu'est-ce qu'un gite métallifère ?
 c) Quelle différence faites-vous entre ressource exploitée et ressource exploitable ?

Exercice 5 :

Des études faites sur l'exploitation du pétrole par la société ELF CONGO à la pointe indienne de 1959 à 1984 ont montré que la quantité a connu des variations selon le tableau ci-dessous

NB : ces quantités ont été arrondies

Années	1959	1964	1969	1974	1979	1984
Evolution de la quantité de pétrole en tonnes	51000	82000	42000	13000	12000	5000

- 1- Représentez graphiquement l'évolution de la quantité de pétrole en fonction du temps
- 2- a) Analysez ce graphe.
 b) Formulez des hypothèses pour expliquer ces fluctuations.
- 3- Quelle leçon tirez-vous sur l'évolution de cette courbe ?
- 4- Quelle sera l'avenir de ce puits ? justifiez l'appellation de ressource épuisable.
 Echelle : 2cm pour 5 ans et 1cm pour 10000 tonnes.
- 5- Quelle est la première technique utilisée par le géologue pour l'exploration et l'exploitation du pétrole ?
- 6- Existe-t-il une différence entre l'exploration pétrolière et l'exploitation pétrolière ? Justifiez votre réponse.

Exercice 6 :

Des recherches géologiques menées par des sociétés pétrolières ENI-CONGO et ELF CONGO ont permis d'inventorier des ressources minérales et énergétiques du sous-sol du Congo : Zinc, Fer, Etain, Aluminium, Pétrole, Or, Plomb, eau minérale, gaz naturel, cuivre, uranium.

- 1- Classez-les en ressources minérales et en ressources énergétiques.
- 2- Classez les ressources énergétiques en ressources renouvelables et en ressources non renouvelables.
- 3- Donnez le rôle de l'eau minérale dans le maintien de la santé des populations.
- 4- Classez les ressources minérales en mineraux-métaux purs et non métaux.

**COMPRENDRE LES INTERRELATIONS
ENTRE LES DIFFERENTES
COMPOSANTES DE L'ENVIRONNEMENT
POUR SA PRESERVATION**

Objectifs spécifiques :

- Inventorier les pratiques néfastes de l'Homme sur l'environnement,
- Analyser les interrelations entre la forte pression démographique, la destruction de la flore et de la faune, le bien-être des populations ;
- Participer activement à des actions de conservations, de protection, de restauration et d'amélioration de l'environnement,
- Promouvoir des actions susceptibles de protéger, de conserver ou de restaurer l'environnement.

INTRODUCTION

L'écologie est la science qui étudie les êtres vivants et leur milieu de vie. Elle nous permet de comprendre la structure et le fonctionnement de notre environnement. L'environnement est l'ensemble des aspects physiques, chimiques, biologiques, ainsi que des facteurs sociaux susceptibles d'avoir un effet direct ou indirect, immédiat ou à long terme sur les êtres vivants. En d'autre terme, c'est l'ensemble des éléments naturels et artificiels qui entourent un être vivant.

Par le biais de nouvelles technologies, l'Homme agit de plus en plus dans la nature et dans les milieux variés ; par cette action, il intervient à différents niveaux de l'environnement en tant que animal dominant. Quelles sont alors ces actions ?

I- Vocabulaire du cours : Définitions

- ❖ **Biocénose** : c'est l'ensemble des êtres vivants qui peuplent un milieu donné.
- ❖ **Biotope** : c'est le milieu physico-chimique où vivent les êtres vivants.
- ❖ **Ecosystème** : c'est l'ensemble formé par la biocénose et le biotope quelconque.
- ❖ **Biosphère** : c'est l'ensemble formé par la faune, la flore et le milieu.
- ❖ **Pollution** : c'est l'introduction des substances nocives, qui gênent la vie dans un milieu donné.
- ❖ **Réserve naturelle** : c'est un territoire choisi pour protéger la faune et la flore, où l'activité humaine est strictement interdite.
- ❖ **Déboisement** : c'est la coupe abusive des arbres.
- ❖ **Pesticide** : c'est tout produit chimique destiné à détruire les mauvaises herbes (herbicide), et les insectes (insecticide).

- ❖ **Lutte biologique** : c'est la destruction d'êtres vivants gênants par son ennemi naturel ;
- ❖ **Braconnage** : c'est l'ensemble des pratiques abusives de chasse et de pêche, aboutissant à l'extermination des espèces.
- ❖ **Chaine alimentaire** : c'est une succession ordonnée des êtres vivants où chacun mange celui qui le précède et devient à son tour la proie de celui qui le suit.

- ❖ **Déforestation** : c'est la destruction de la forêt.
- ❖ **Savanisation** : c'est le remplacement de la forêt par la savane.
- ❖ **Désertification** : c'est la destruction de la couverture végétale, donc de la végétation.
- ❖ **Pêche** : c'est une activité qui consiste à exploiter la faune aquatique.
- ❖ **Chasse** : c'est une activité qui consiste à capturer ou à tuer les animaux.
- ❖ **Faune** : c'est l'ensemble des animaux d'une région.
- ❖ **Flore** : c'est l'ensemble des végétaux vivants dans une région.

II- Les pratiques néfastes de l'Homme sur l'environnement, conséquences et solutions

1- Types d'actions néfastes

Parmi les actions néfastes de l'homme sur l'environnement, les principales sont les suivantes :

- La chasse et la pêche abusive ;
- Les feux de brousse ;
- Les pollutions : de l'eau, du sol et de l'air ;
- Le surpâturage ;
- L'utilisation des pesticides ;

2- Conséquences et solutions

	Actions néfastes de l'Homme	Conséquences	Solutions
Sur la flore	Abattage abusive ou industriel des arbres	<ul style="list-style-type: none"> - Destruction de la forêt, - Disparition de la flore et de l'écran protecteur 	Procéder au reboisement afin de reconstituer la forêt, le réglementer.
	Incendies volontaires ou involontaires	<ul style="list-style-type: none"> - Disparition de la faune et de la flore ; - Désertifications ; - Maladies respiratoires 	<ul style="list-style-type: none"> - Contrôler ou interdire les incendies ; - Mettre des lois contre les incendies et créer les observations des feux de brousses.
	Surpâturages	<ul style="list-style-type: none"> - Disparition de la végétation et dégradation du sol 	Améliorer les techniques d'élevage.

Sur la faune	Chasse et pêche abusives	<ul style="list-style-type: none"> - Diminution et disparition des espèces animales, - Famines ; - Déséquilibre écologique 	<ul style="list-style-type: none"> - Réglementer la chasse et la pêche, - Créer et protéger les parcs nationaux et les réserves naturelles, - Interdire l'usage des explosifs, des files à mailles très petites - Interdire le braconnage, l'utilisation des poisons, - Respecter les périodes de chasse et de pêche.
	Feux de brousses	<ul style="list-style-type: none"> - Disparition de la faune et de la flore ; - Désertifications ; - Maladies respiratoires 	Créer les observations des feux de brousses
	Pesticides	<ul style="list-style-type: none"> - Disparition des espèces (nuisibles et utiles) ; - Pollution du milieu - Déséquilibre écologique 	Remplacer la lutte chimique par la lutte biologique.
Sur l'eau	Pollution par les ordures ménagères, par les eaux usées domestiques et par les excréments	<ul style="list-style-type: none"> - Maladies dues à l'absorption des eaux polluées ou à la consommation des végétaux 	<ul style="list-style-type: none"> - Canaliser les eaux usées domestiques - Epurer et déverser les eaux usées dans un endroit approprié.
	Pollution par les déchets industriels et des résidus toxiques des raffineries	Mort des animaux aquatiques	Eliminer les polluants avant leur libération dans le milieu
	Pollution par les composés radioactifs	Mutation des espèces aquatiques	Interdire sinon réglementer l'utilisation des composés radioactifs
Sur l'air	Pollution par la libération des gaz et des particules diverses	Empoisonnement de l'atmosphère par augmentation de la concentration en gaz毒ique	Interdire la vente des gaz polluants et favoriser le boisement et reboisement
	Pollution par des composés radioactifs	<ul style="list-style-type: none"> - Mutation chez l'Homme, les animaux et les végétaux ; - Réchauffement de l'atmosphère : effet de serre 	Interdire sinon réglementer l'utilisation des composés radioactifs
Sur le sol	Monoculture (canne à sucre, caféier, etc.)	Epuisement du sol	Varier les espèces et utiliser les engrains, surtout les engrains organiques
	Essartage et écobuage	Dégradation du sol qui devient exposé et sensible à l'érosion	Enrichir le sol par des engrains organiques
	Surpâturage	Dégradation du sol	Recourir à la tutte biologique

III- Les effets de fortes pressions démographiques

Ceux-ci sont visibles dans ce tableau :

Effets de la démographie	Solutions
Surpopulation ayant pour conséquences <ul style="list-style-type: none">- <i>Une diminution de possibilités d'éducation, des soins de santé, de nutrition et de logement;</i>- <i>Une diminution d'embauche ;</i>- <i>Une migration : exode rural</i>	Planification des naissances au moyen des différentes méthodes contraceptives.
Surexploitation du milieu naturel ayant pour conséquences : <ul style="list-style-type: none">- <i>Une diminution rapide des ressources disponibles ;</i>- <i>Une dégradation des écosystèmes ;</i>- <i>Une modification du climat</i>	Amélioration des techniques culturales, d'élevage et accroissement de la surface cultivée tout en préservant le milieu forestier. Gérer rationnellement des ressources naturelles.
Appauvrissement des familles, des villages et finalement de l'Etat	Faire preuve de bonne gouvernance et partager le revenu national à tout le monde.

IV- Dispositions congolaises pour la protection de l'environnement

- La réglementation de la chasse, la pêche et l'exploitation forestière abusive ;
- Fermeture (1^{er} novembre) et ouverture (1^{er} Mai) de la chasse ;
- Instauration de la journée nationale de l'arbre (6 novembre) ;
- Création du service national de reboisement (SNR) ;
- Interdiction de l'usage des sacs en plastiques (sachet) ;
- Création des parcs nationaux et des réserves naturelles.

TRAVAUX DIRIGÉS D'ECOLOGIE

EXERCICE N°1

- 1- Citez trois conséquences de la déformation ou la mise à nu du sol.
- 2- Citez les différentes formes de pollution.
- 3- Comment peut-on lutter contre la pollution ?
- 4- Définissez les termes suivants : environnement, eutrophisation, pesticide et citer quelques exemples.

EXERCICE N°2

Dans divers écosystèmes se trouvent des insectes nuisibles et des insectes utiles à l'homme. Pour se débarrasser de ces insectes nuisibles, l'homme a inventé des insecticides. Toutes fois, la plus grande partie de insecticides actuellement connus ne sont pas sélectifs. Par ailleurs, beaucoup de ces substances ne sont pas stables. Certains, sont susceptibles de se transformer dans la nature sous l'action de la chaleur, de l'humidité et du rayonnement solaire en corps nettement plus toxiques que le corps répondu. L'action des pesticides se traduit par de profonds déséquilibres écologiques. Il en résulte des conséquences très graves pour des animaux entomophages.

- 1- Citez les deux éléments consécutifs de tout écosystème.
- 2- Nommez cette forme de lutte utilisant les pesticides.
- 3- Citez trois cibles atteintes par les insecticides au cours de cette lutte.
- 4- Identifier un niveau de rupture d'équilibre biologique observé après utilisation des pesticides.
- 5- a) Donnez deux exemples d'insectes nuisibles et deux exemples d'insectes utiles.
b) Précisez leur rôle dans un écosystème.
- 6- Pour protéger la nature, quelle autre forme de lutte sera recommandée, justifiez.

EXERCICE N°3

La dégradation des écosystèmes est considérable et, de toute part dans le monde entier s'élèvent des protestations contre les pollutions diverses et contre l'extermination incontrôlée des espèces animales et végétales.

La protection des écosystèmes particulièrement intéressants grâce à la création des parcs nationaux ou des réserves naturelles permet d'une part de mettre fin à leur dégradation et d'autre part de léguer aux générations futures des témoins d'une valeur scientifique. Cependant, une véritable politique de protection de la nature ne se limite pas seulement à la création de quelques réserves et parcs nationaux. Il est faux de croire que les richesses de la terre sont inépuisables et que les déchets de l'activité humaine peuvent être résorbés sans danger pour la biosphère. La dégradation de la nature nous prive chaque jour d'un peu de richesses irremplaçables.

R. DAJOZ1

- 1- Dégagiez du texte deux raisons justifiant la création d'un parc national.
- 2- Peut-on croire avoir résolu le problème de protection de la nature par la création des parcs et des réserves naturelles ? justifiez votre réponse.

- 3- Parmi les déchets de l'activité humaine qu'appelle-t-on substance non biodégradable ? proposez deux exemples.
- 4- Un des déchets de l'activité humaine n'est nocif pour la biosphère que lorsqu'il est en quantité excessive. Il est en effet régulièrement recyclé ou utilisé par des organismes autotrophes.
 - a- De quel déchet s'agit-il ?
 - b- Décrivez d'après vos connaissances comment se fait le recyclage.

EXERCICE N°4

Définir les mots suivants : réserve naturelle, pollution, déboisement et pesticide.

Classer ces actions de l'homme selon qu'elle vous semble bonne ou néfaste pour la nature :

a- Protéger les espèces en voie de disparition	b- Recycler les déchets
c- Pêcher intensément	d- Défigurer le littoral
e- Relâcher des fumées dans l'atmosphère	f- Créer des réserves naturelles

Pour éliminer un moucheron (insecte), inoffensif mais gênant, on a utilisé au bord d'un lac un insecticide. On a constaté que 97% d'oiseaux vivant au bord du lac sont morts. On a ensuite mesuré les quantités de résidus d'insecticides après le traitement :

Dans les eaux	0,014mg/L d'eau
Dans le plancton	5mg
Dans le poisson mangeur de plancton	15mg
Dans les poissons carnivores	1000mg
Dans les oiseaux morts	2000mg

- a. Pourquoi a-t-on trouvé une telle quantité d'insecticide dans les oiseaux ?
- b. Comment peut-on expliquer la mort des oiseaux ?
- c. Cette pratique vous paraît-elle bénéfique pour l'environnement ? justifiez votre réponse.

EXERCICE N°5

Sur une prairie de 100.000 hectares, vivaient 4000 cerfs et plusieurs carnassiers. L'homme voulant protéger les cerfs, a massacrés tous les carnassiers. Les cerfs se sont multipliés. La prairie est devenue désertique et beaucoup de cerfs sont morts de faim. L'homme a réintroduit les carnassiers et le nombre de cerfs s'est maintenu aux environ de 1000 ;

- 1- Schématissez par des flèches, les relations alimentaires entre les êtres vivants de cette prairie avant et après l'intervention de l'homme.
- 2- Pourquoi la prairie est-elle devenue désertique ?
- 3- Au départ, la prairie comptait 4000 cerfs. A la fin, elle en compte 1000 ; l'action globale de l'homme est-elle ici favorable ou défavorable ?
- 4- Que se passerait-il si l'homme ne réintroduisait pas les carnassiers dans ce milieu ?
- 5- Quelles sont en conclusion, les conséquences d'une perturbation des équilibres biologiques ?

EXERCICE N°6

Une étude menée sur la quantité de poissons capturés par des pratiques simples de pêches (hameçons, nasses, filets à grosses mailles) dans une rivière, avant et après la pratique de la pêche nommée Ndouka pressé, a donné les résultats suivant :

Année	Avant la pratique Ndouka pressé					Après la pratique Ndouka pressé			
	1980	1985	1990	1995	2000	2002	2005	2008	2010
Quantité de poissons en Ua	80	100	115	200	250	200	100	25	5

Ua : unité arbitraire

- 1) Tracez la courbe traduisant la variation de la quantité de poissons capturés en fonction du temps. Prendre : 1cm pour 25 poissons et 1cm pour 2 ans.
- 2) Analysez cette courbe et dites, quelles sont les conséquences de la pratique Ndouka pressé les populations de poissons de cette rivière.
- 3) Quelles conséquences possibles cette pratique de pêche peut-avoir sur la population humaine de cette localité qui n'a que cette rivière comme source principale d'approvisionnement en poissons ?
- 4) Quelles mesures préconisez-vous pour remédier à cette situation ?

EXERCICE N°6

Des études faites sur la faune, dans une réserve naturelle, de 1950 à 1985, ont montré que la population d'éléphants a connu les variations suivantes sous l'effet du braconnage.

Année	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985
Nombre d'éléphants en milliers	20	22	25	23	19	21	14	6

- 1- Qu'appelle-t-on braconnage ?
- 2- Représentez graphiquement le phénomène observé, en fonction du temps.
Prendre : 2cm pour 5 ans et 2cm pour 5 éléphants.
- 3- Analysez puis interprétez ce graphique.
- 4- Quelles remarques faites-vous sur l'évolution de la courbe dans l'intervalle des années 1960 à 1970 d'une part, et 1975 à 1985 d'autre part ? Formulez deux hypothèses pour expliquer cette évolution.

COMPRENDRE LES DIVISIONS CELLULAIRES

Objectifs spécifiques :

- Décrire les divisions cellulaires,
- Comparer les divisions cellulaires,

INTRODUCTION

Dans le but d'assurer la pérennité et la continuité de l'espèce, les cellules se divisent. Cette division peut être **directe** (amitose) ou **indirecte** (mitose et méiose). La division cellulaire est donc un processus obligatoire de la vie puisque toute cellule provient d'une cellule préexistante.

Au cours de ces divisions, des informations codées portées par des chromosomes sont transmises d'une génération de cellule à une autre et/ou traduite en protéines caractéristiques de l'individu au sein de son espèce.

- ❖ **La division cellulaire directe se fait par scissiparité ou amitose** ; la cellule mère se divise en deux cellules de façon directe par étirement du noyau et du cytoplasme sans faire apparaître les chromosomes.
- ❖ **La division cellulaire indirecte se fait soit par mitose ou méiose** ; la cellule mère se divise en cellules filles de façon indirecte tout en faisant apparaître les chromosomes.

N.B : Les chromosomes sont des condensations de la chromatine (filament d'ADN contenue dans la chromatide) et ne sont visibles que lorsque le noyau rentre en division au microscope optique. C'est la division cellulaire qui nous révèle l'existence des chromosomes.

I- LES DIVISIONS CELLULAIRES

A. La mitose

La mitose est un mode de division cellulaire indirecte au cours duquel une cellule mère diploïde ($2n$ chrs) ou haploïde (n chrs) donne naissance à deux cellules filles identiques entre elles et identiques à la cellule mère.

Elle se déroule en quatre phases successives : **la prophase, la métaphase, l'anaphase et la télophase**. Chaque phase étant caractérisée par l'état des chromosomes et leur localisation cellulaire.

Fonctionnement résumé de la mitose :

Lors de la **prophase***, des chromosomes s'individualisent par condensation des molécules d'ADN* présentes dans le noyau et se répartissent en désordre dans la cellule, chacun étant constitué de deux chromatides réunies au niveau du centromère. À la **métaphase***, les chromosomes bien visibles se placent dans le plan équatorial de la cellule via leurs centromères. Au cours de l'**anaphase***, les chromatides de chaque chromosome se séparent et migrent vers des pôles opposés. À la **télophase***, le partage du cytoplasme aboutit à la formation de deux cellules-filles identiques contenant le même nombre de chromosomes que la cellule-mère. À la fin de la mitose, l'ADN se décondense pour former la chromatine* du noyau.

■ Ainsi, la mitose conserve le **caryotype***, c'est-à-dire le nombre et la morphologie des chromosomes présents dans la cellule mère. On dit que la mitose est une reproduction conforme.

On rappelle que deux divisions cellulaires successives sont séparées par une phase de repos cellulaire appelée **interphase**.

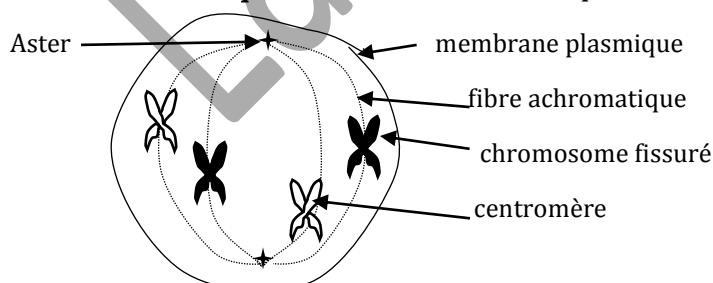
1) Les différentes phases de la mitose (schéma à l'appui)

1-1) La prophase

Elle est caractérisée par :

- La désorganisation de l'enveloppe nucléaire ;
- La disparition du nucléole,
- Dédoublement du centriole donnant des asters (cas de cellule animale),
- Migrations des deux asters vers les pôles opposés de la cellule et formation du fuseau achromatique qui guide les chromosomes fissurés.

Chaque chromosome fissuré, constitué de deux chromatides se condense et devient visible au microscope optique. A la fin de la prophase, les chromosomes se dispersent en vrac (ou en désordre) dans la cellule et se fixent par leur centromère (constriction primaire) sur les fibres achromatiques : c'est la caractéristique essentielle de la prophase.

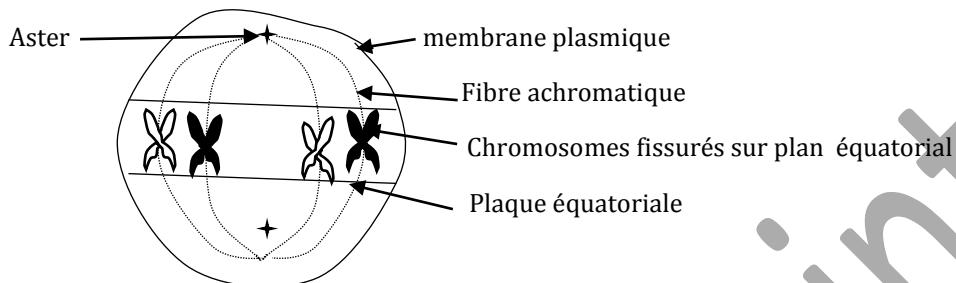


Cellule animale en prophase $2n = 4$ chromosomes

1-2) La métaphase

Elle est caractérisée par :

- La condensation maximale des chromosomes fissurés,
- La disposition des **chromosomes fissurés sur le plan médian du fuseau de division** de la cellule par leur centromère : on dit que les chromosomes forment la plaque équatoriale. C'est la caractéristique essentielle de la métaphase.



Cellule animale en prophase $2n = 4$ chromosomes (en vue de profil)

A ce stade, on a la possibilité de compter les chromosomes et de réaliser le caryotype de la cellule puisque c'est à ce stade que les chromosomes deviennent plus visibles.

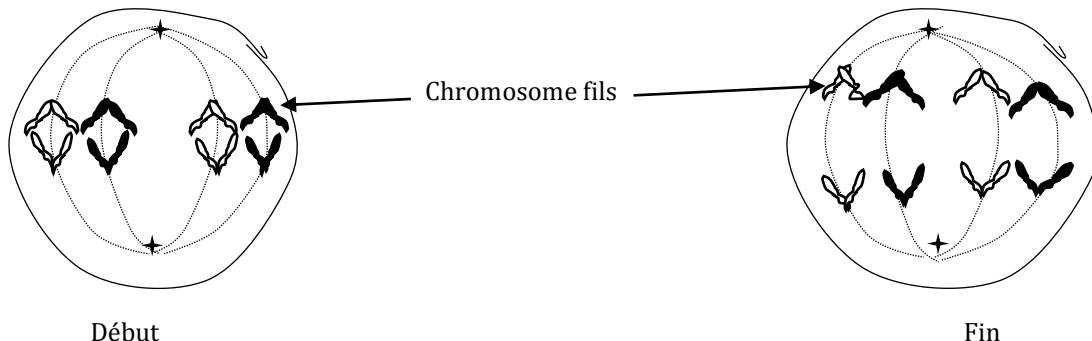
N.B : En vue polaire, les chromosomes d'une cellule en métaphase forment une couronne

1-3) L'anaphase

Elle est caractérisée par :

- Le clivage du centromère de chaque chromosome fissuré
- La séparation des deux chromatides de chaque chromosome fissuré et formation des chromosomes fils ou non fissurés,
- **Migration polaire des chromosomes fils vers les pôles opposés de la cellule** : c'est le phénomène caractéristique de l'anaphase.

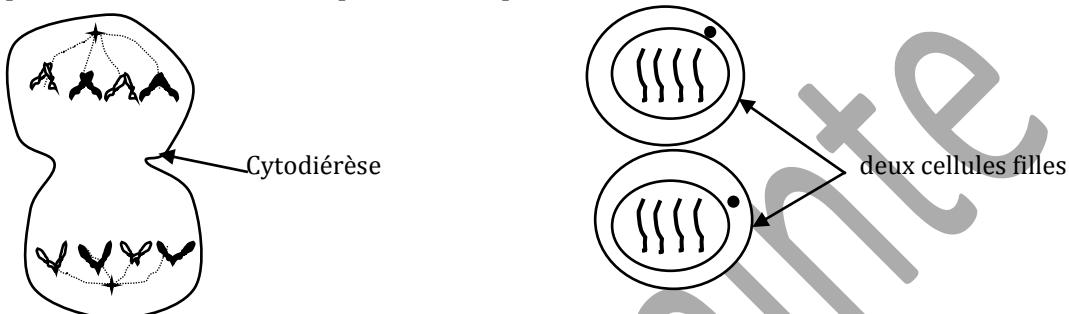
On a donc deux lots identiques de chromosomes qui migrent vers les pôles opposés de la cellule. Dans chaque lot, on a le même nombre de chromosomes qu'au début de la mitose : **c'est la reproduction conforme**. Dès la fin de l'anaphase, on assiste à un début de séparation du cytoplasme.



1-4) La télophase

Elle est caractérisée par :

- La disparition progressive des fuseaux de divisions et l'arrivée aux pôles de chaque lot de chromosomes fils.
- La reconstitution de la membrane nucléaire et du nucléole
- La décondensation des chromosomes en filament de chromatines
- La cytodiérèse qui conduit à la formation de deux cellules filles identiques : c'est le phénomène caractéristique de cette phase.



La mitose comporte la division du noyau (caryocinèse) et la division du cytoplasme (cytodiérèse). La répartition parfaitement équitable de l'information génétique dupliquée durant la phase S de l'interphase est donc assurée : chaque cellule fille possède une copie de l'information génétique de la cellule mère.

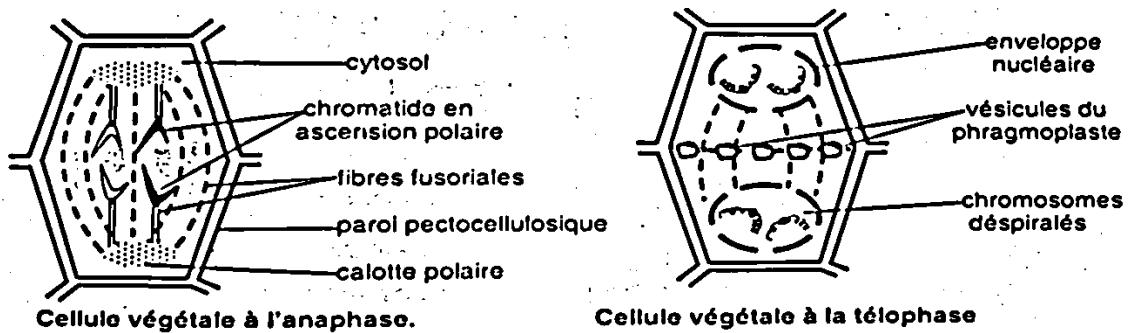
2) Particularité de la cellule végétale

Il est facile de mettre en évidence deux différences fondamentales chez la cellule végétale à l'opposé de la cellule animale. Il s'agit de :

- **La forme** : la cellule végétale est polygonale, alors que la cellule animale a une forme ovoïde ;
- La cellule végétale ne possède pas de centrosome, ce qui entraîne l'**absence des asters**. À la place des asters, elle dispose d'une zone cytoplasmique appelée **calotte polaire** d'où partent les microtubules ;

3) Particularité de la mitose

La cytodiérèse ou division du cytoplasme observée au cours de la télophase de la cellule animale ne se fait plus par étranglement ; à cause de la dureté de la paroi cellulosique autour de la cellule végétale. Les cellules vont se séparer grâce à l'élaboration d'une nouvelle paroi à l'équateur : le **phragmoplaste**.



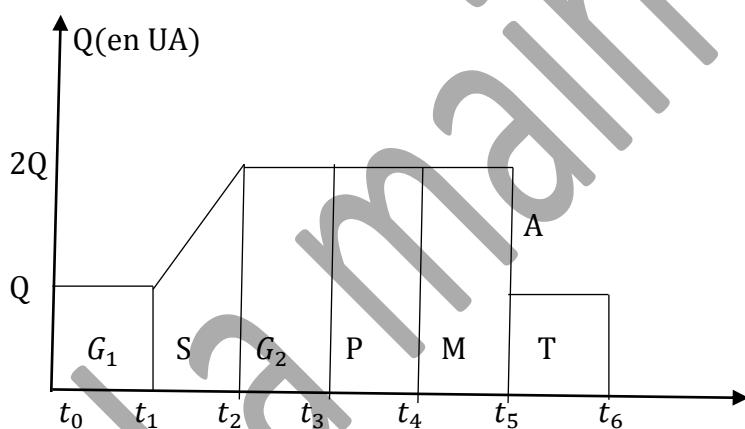
4) Notion de cycle cellulaire

Un cycle cellulaire est un processus biologique qui se déroule dans une cellule du début de l'interphase à la division cellulaire qui suit. Il comprend deux événements majeurs, à savoir :

- L'évolution de la structure du chromosome
- L'évolution de la quantité d'ADN dans le noyau cellulaire.

En résumé : Cycle cellulaire = Interphase + Mitose

4-1) La variation de la quantité d'ADN au cours d'un cycle cellulaire



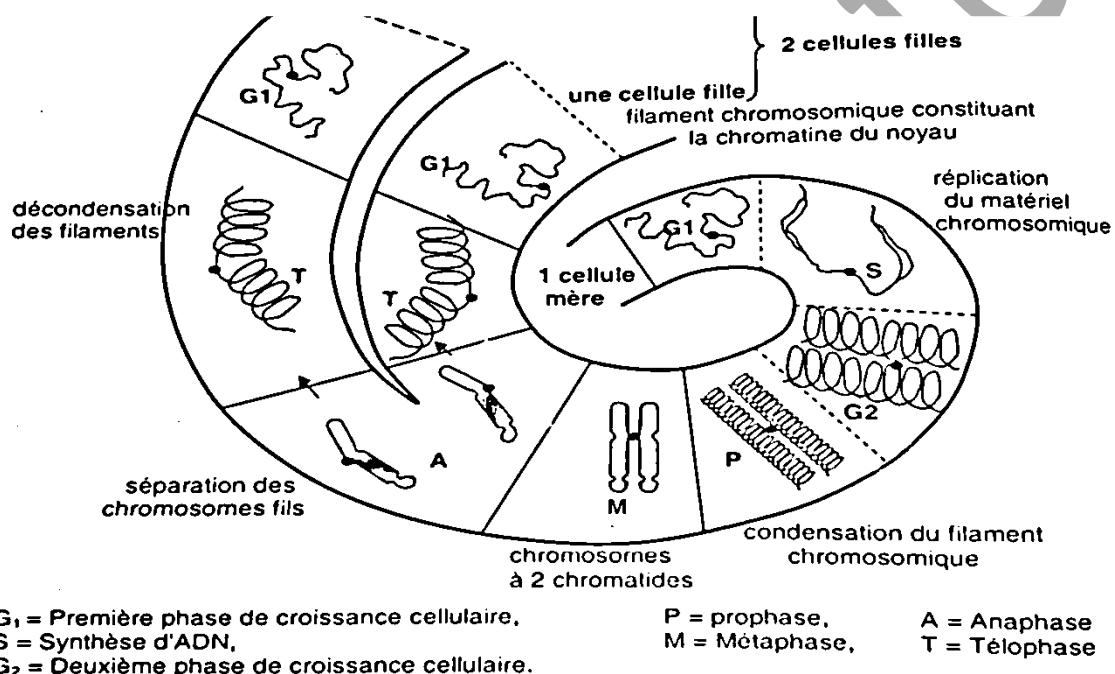
Analyse et interprétation de la courbe :

- De t_0 à t_1 la quantité d'ADN est à Q : c'est la phase G_1 de l'interphase, il y a début de spiralisation du chromosome à une chromatide ;
- De t_1 à t_2 la quantité d'ADN double dans la cellule, elle passe de Q à $2Q$: c'est la phase S de l'interphase, caractérisée par la fissuration du chromosome suite à la duplication d'ADN ;
- De t_2 à t_3 la quantité d'ADN reste constante à $2Q$: c'est la phase G_2 de l'interphase ;
- De t_3 à t_4 la quantité d'ADN demeure constante de $2Q$. Les chromosomes deviennent de plus en plus visibles et se placent pêle-mêle dans la cellule après disparition après disparition de la membrane nucléaire,

Après formation du fuseau de division, les chromosomes fissurés se fixent sur ce dernier par intermédiaire de leurs centromère et sont entraînés vers le plan équatorial : il se forme une plaque équatoriale.

- A t_5 la quantité d'ADN chute de moitié, elle passe de $2Q$ à Q : c'est l'anaphase ; il y a clivage des centromères de chaque chromosomes fissurés et migration polaire des chromosomes fils ;
- En t_6 la quantité d'ADN reste à Q : c'est la télophase. Il y a despiralisation des chromosomes fils en filament de chromatine après cytodiéthèse dans chaque cellule fille obtenue. Il y a répartition équitable de l'information génétique dans chaque cellule fille.

4-2) L'évolution de la structure d'ADN au cours d'un cycle cellulaire

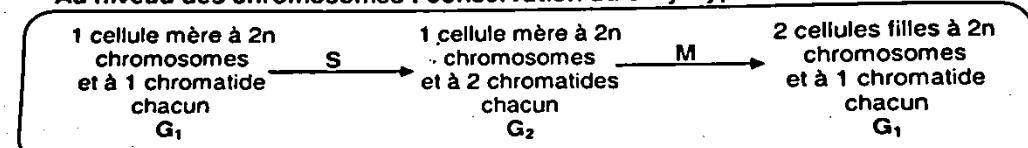


5) Importance et conséquence de la mitose

- Elle assure la croissance et le développement des organismes vivants
- Elle permet le renouvellement et la reconstitution

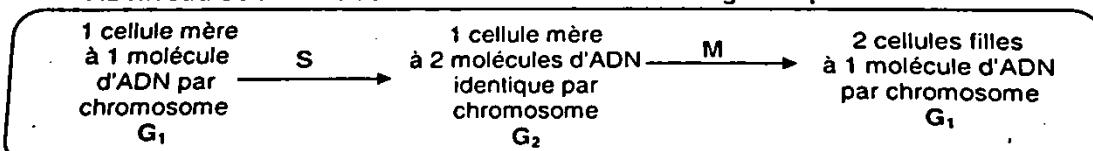
La conséquence directe de ce mode de division est la répartition équitable de la quantité d'ADN et du nombre de chromosomes au sein des cellules filles : On dit alors que la mitose est un phénomène conservateur de la garniture chromosomique.

- Au niveau des chromosomes : conservation du caryotype



Le nombre de chromosomes contenu dans chaque cellule fille est conforme au nombre de chromosomes de la cellule mère.

- Au niveau de l'ADN : conservation de l'information génétique



N.B : chez les végétaux, les mitoses sont plus intenses au niveau des méristèmes (tissus embryonnaires) des tiges et des racines qui sont les zones de croissance de la plante.

B. La méiose

La méiose est un mode de division cellulaire indirecte au cours duquel une cellule mère diploïde donne naissance à quatre cellules filles haploïdes ou gamètes (cellules à n chrs et une chromatide).

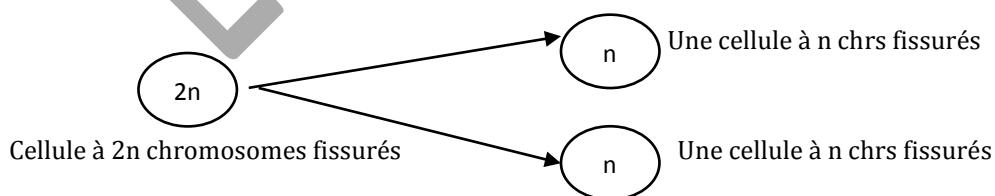
N.B : les cellules issues de la méiose sont appelées « gamètes » et ne peuvent plus subir une méiose.

1. Déroulement

La méiose est une suite de deux divisions cellulaires successives : **la division réductionnelle** (qui permet la réduction de la garniture chromosomique : passage de 2n à n chrs) et **la division équationnelle** (qui permet la répartition équitable de la moitié de la garniture chromosomique dans chaque cellule fille haploïde formée).

1-1. Division réductionnelle

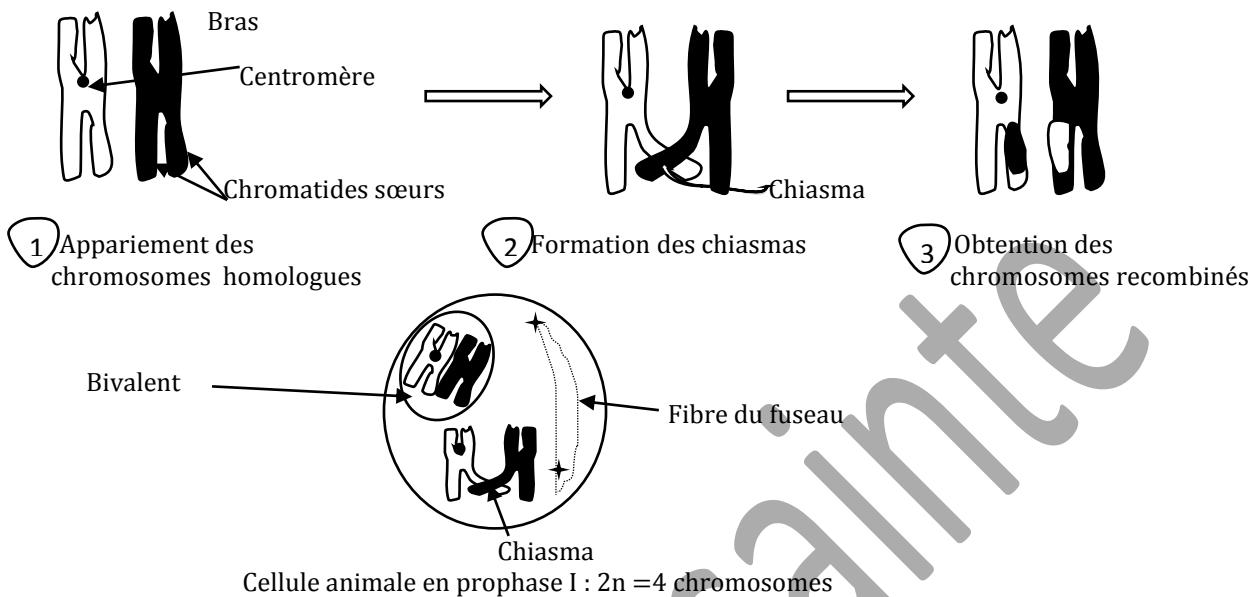
A la fin de cette division on obtient deux cellules filles à n chrs fissurés chacune.



1-1-1. Prophase I

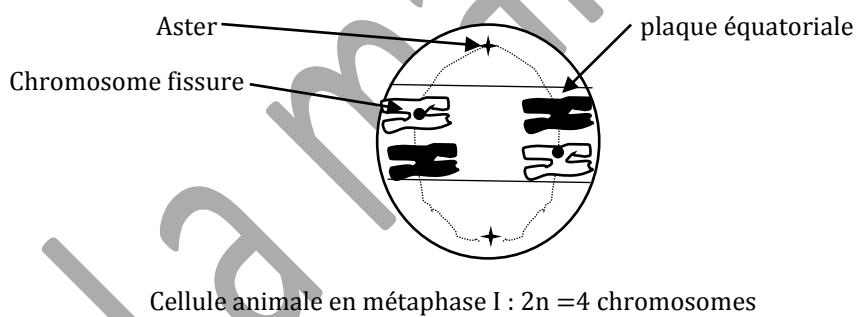
Elle est caractérisée par la disposition deux à deux des chromosomes (bivalents) fissurés (2 chromatides). En outre de cela, les chromosomes appariés peuvent se présenter un chiasma ou synapse.

Un chiasma ou synapse est une zone de contact entre deux chromatides non-sœurs (de deux chromosomes différents) appariés. Généralement, le chiasma est suivi d'un crossing-over (échange de brin de chromatide après cassure et soudure de ceux-ci) il se produit alors un **brassage intrachromosomique** qui donne des gamètes parentaux et les recombinés.



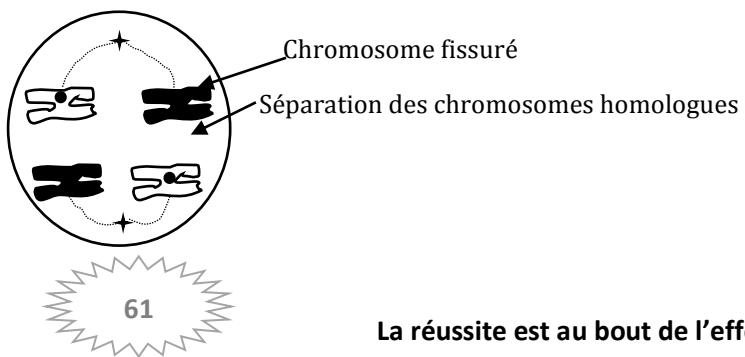
1-1-2. Metaphase I

Elle se caractérise par l'emplacement des bivalents (chromosomes homologues) de part et d'autre du plan médian de la cellule formant ainsi la plaque équatoriale.



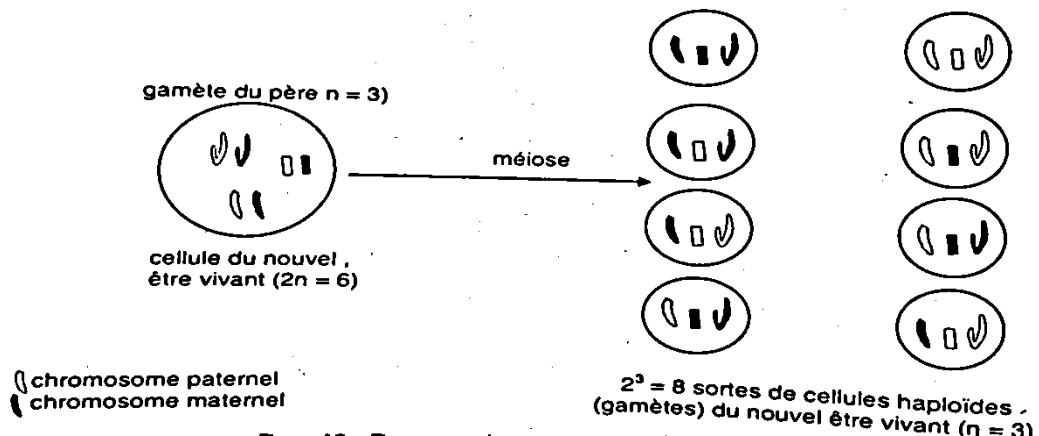
1-1-3. Anaphase I

Elle est caractérisée par la migration polaire de deux lots en nombre réduit de chromosomes suite à la séparation des chromosomes homologues au niveau de leurs chromatides non-sœurs.



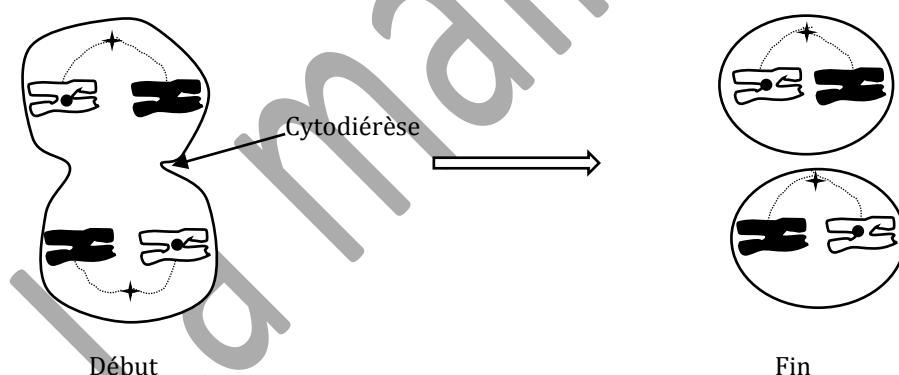
Cellule animale en anaphase I : $n = 2$ chromosomes

Dans cette phase, il y a une disjonction (séparation) aléatoire des paires de chromosomes homologues, il y a donc plusieurs possibilités équiprobales de formation de lots de chromosomes en migration : c'est le **brassage interchromosomique** qui permet, en fin de méiose d'obtenir des cellules génétiquement différentes. Ainsi, pour X chromosomes, on a $2n=X$, soit $2^{X/2}$ combinaisons chromosomiques possibles.



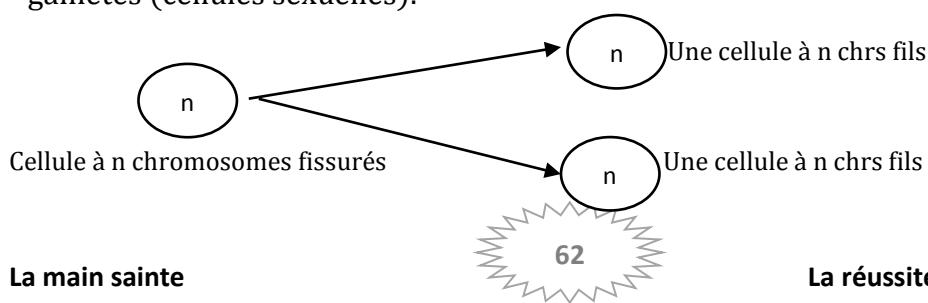
1-1-4. Télophase I

Elle se caractérise par l'obtention de deux cellules filles haploïdes suite à la cytodièrèse ou à la division du cytoplasme.

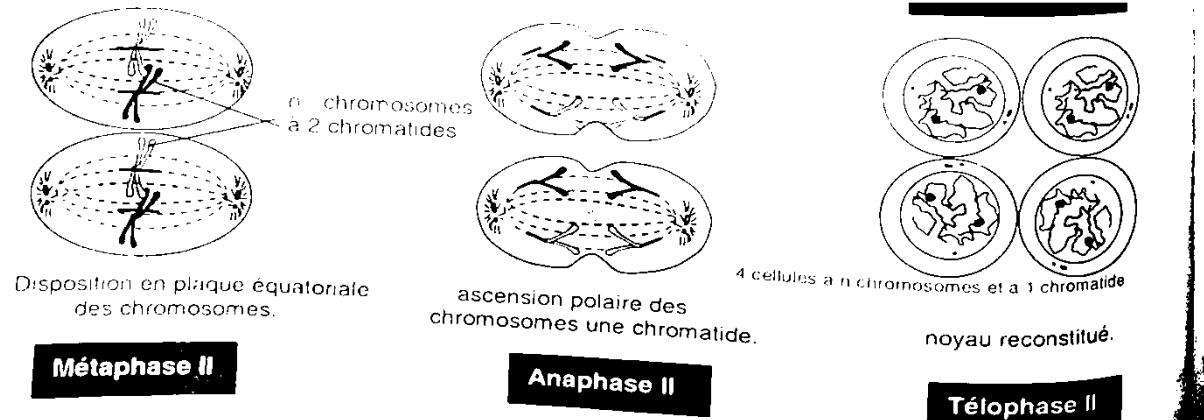


1-2. Division équationnelle

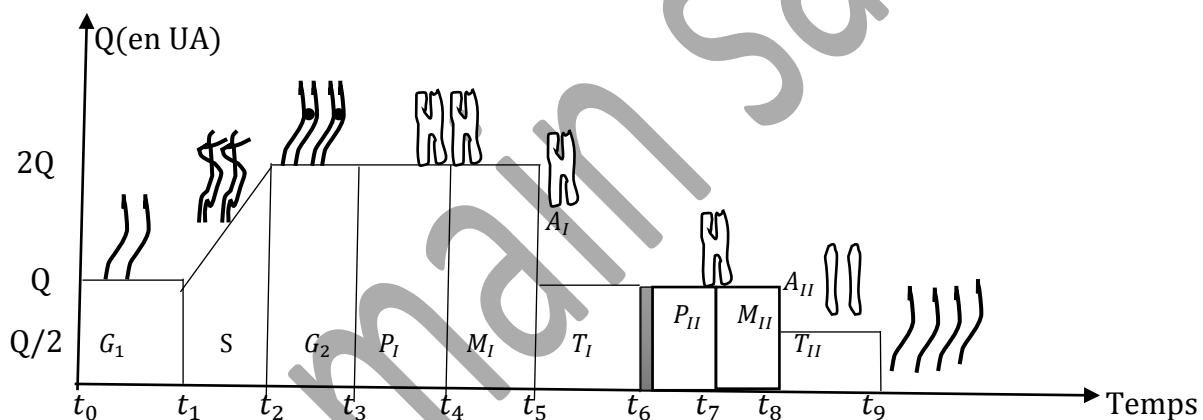
Chaque cellule fille haploïde obtenue de la division réductionnelle passe en division équationnelle et donne deux cellules filles haploïdes toujours ayant chacune des chromosomes fils ou non fissurés. Donc, à la fin de la division équationnelle on obtient quatre cellules filles haploïdes ayant chacune des chromosomes fils : ce sont des gamètes (cellules sexuelles).



Précéder par une brève interphase, presque inexisteante (intercynèse), la division équationnelle ou méiose II se déroule comme une simple mitose. On rappelle que la Télophase I est presque confondue au début de la prophase II (sauf qu'à la fin de Prophase II, les chromosomes sont en désordres dans la cellule)



a) Variation de la quantité d'ADN au cours de la méiose



b) But et conséquences de la méiose

La méiose permet la production des gamètes (spermatozoïdes chez le mâle et l'ovules chez la femelle)

La méiose assure :

- La réduction du nombre de chromosome ;
- Les brassages des gènes par brassages chromosomiques.

c) Signification de la méiose

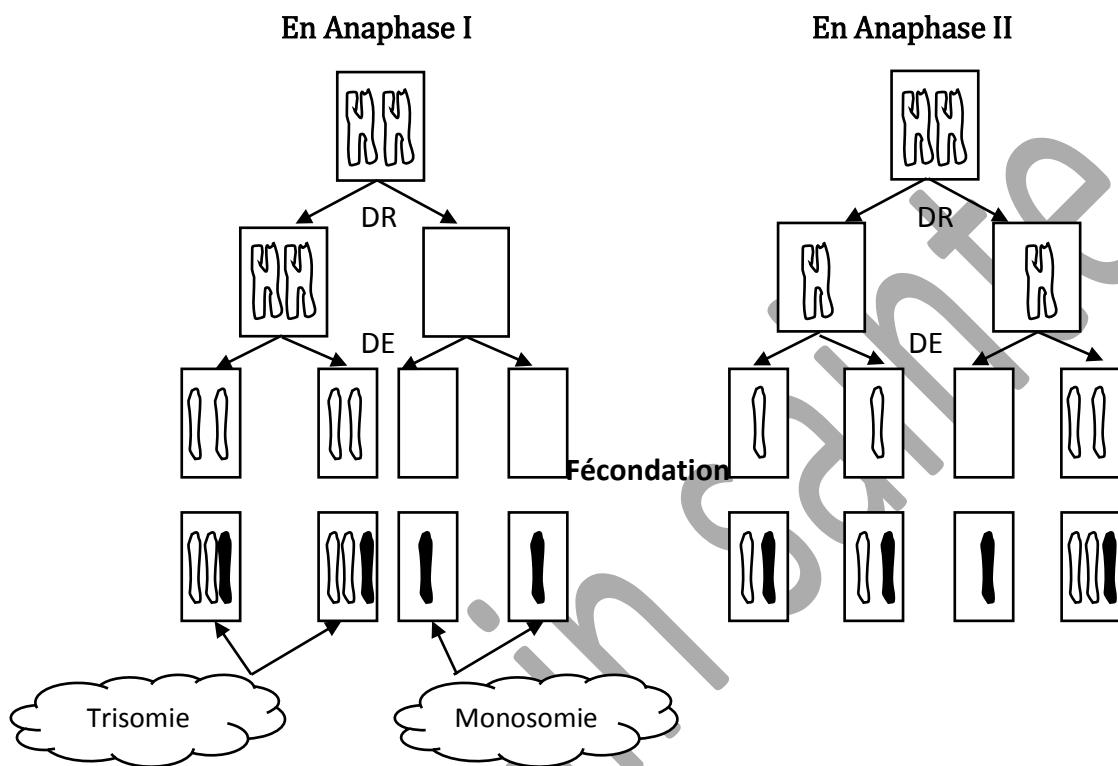
La méiose permet deux types de brassages chromosomiques qui assurent la grande diversité des gamètes, qui sont tous génétiquement différents les uns des autres. Il s'agit:

- Le brassage intrachromosomique (en Prophase I)
- Le brassage interchromosomique (en Anaphase I)

d) Erreurs de la méiose

Au cours de la méiose, on peut assister aux trisomie ou monosomie dues à la :

- A la non disjonction d'une paire de chromosome homologue en anaphase I
- A la non disjonction des chromatides sœurs en anaphase II



TRAVAUX DIRIGÉS DE DIVISIONS CELLULAIRES

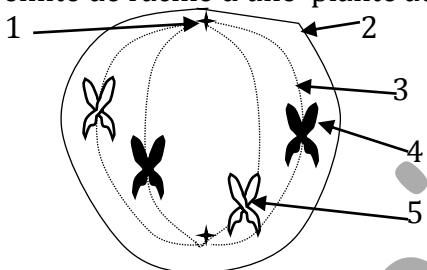
Exercice 1

1. Définissez la mitose et la méiose
2. Faites la correspondance entre la mitose et la méiose en complétant le tableau ci-après :

	Mitose	Méiose
Cellules concernées		
Déroulement		
Nombre de cellules formées		
Garniture chromosomique		
Période		

Exercice 2

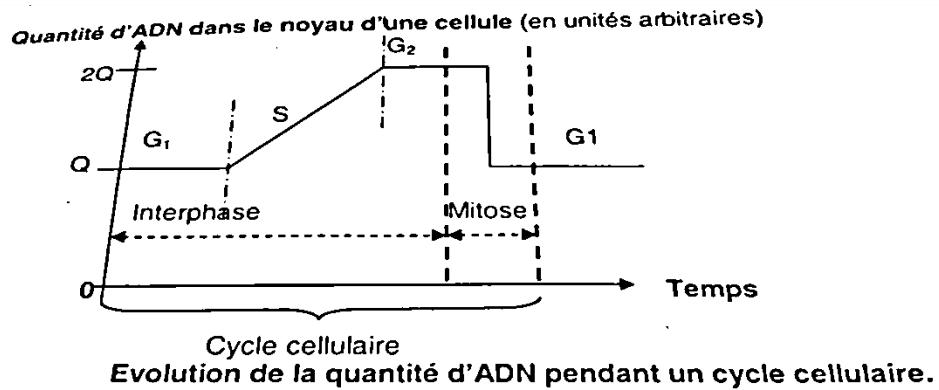
Après un cours de SVT traitant sur les divisions cellulaires, un élève fait l'observation d'une extrémité de racine d'une plante au microscope et donne la représentation ci-dessous.



- 1- Identifiez les structures indiquées par les flèches.
- 2- Quelle est la garniture chromosomique de l'individu propriétaire de cette cellule ?
- 3- a) De quelle division s'agit-il ? justifiez.
b) De quel stade s'agit-il ? Pourquoi ?
- 4- Faites la représentation de cette même cellule en anaphase.

Exercice 3

- 1- Justifiez cette affirmation : « l'interphase et la mitose sont deux événements complémentaires qui assurent le maintien du caryotype et de l'information génétique dans les cellules d'un même organisme »
- 2- Citez deux cellules de notre corps qui sont incapables de subir la mitose.
- 3- Qu'est-ce que la fécondation ?
- 4- La figure suivante représente l'évolution de la quantité d'ADN pendant le cycle cellulaire.

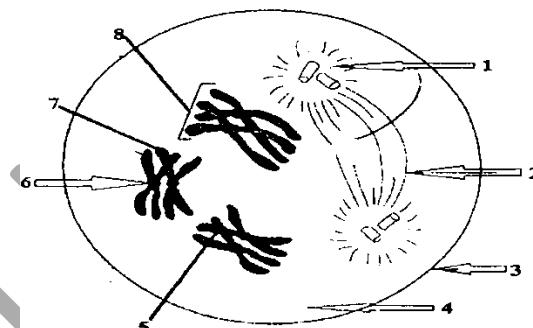


Quelles conclusions l'analyse de cette courbe permet-elle de dégager en ce qui concerne la quantité d'ADN et ses variations dans la cellule ?

Exercice 4

On observe les cellules de la paroi du tube séminifère d'un insecte. Le schéma ci-dessous représente une cellule en division.

- 1- Identifiez les structures indiquées par les flèches.
- 2- Quelle est la garniture chromosomique de l'individu propriétaire de cette cellule ?
- 3- a) De quelle division s'agit-il ? justifiez.
b) De quel stade s'agit-il ? Pourquoi ?
- 4- a) Cette cellule est-elle animale ou végétale
b) Faites la représentation de cette même cellule en anaphase.



Exercice 5

Le dosage de la quantité d'ADN contenu dans les noyaux des cellules en division des méristèmes racinaires des pois a donné les résultats consignés dans le tableau ci-après :

Temps (heures)	0h	1h	1h 45	1h 50	3h	5h 50	7h	9h	10h	12h	13h 25	13h 50	15h
Taux d'ADN	8	8	8	4	4	4	5	7	8	8	8	4	4

(*) Taux d'ADN en unité arbitraire (UA)

1. Représentez graphiquement la courbe d'évolution du taux d'ADN en fonction du temps.

Prendre : en abscisse : 1cm → 1heure
 en ordonnée 1cm → 1unité arbitraire

2. Interprétez la courbe :
 - a) En expliquant la variation du taux d'ADN des cellules de la 1^{ère} à la 14^{ème} heure
 - b) En indiquant le nombre de mitoses subies par ces cellules
3. a) Situez ces mitoses sur le graphe ainsi que la phase qui précède chacune d'elles sachant que la mitose dure en moyenne 1 heure.
- b) Déterminez approximativement la durée d'un cycle cellulaire.
4. Expliquez le phénomène observé entre 5h 30 et 10h.

Exercice 6

Des techniques extrêmement fines permettent actuellement de doser la quantité massive d'ADN contenu dans le noyau d'une cellule au cours du temps. On obtient en unités arbitraires les valeurs consignées dans le tableau ci-dessous :

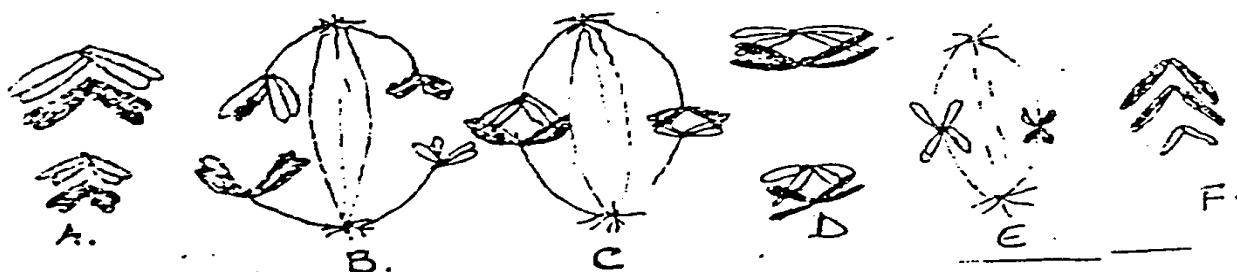
Temps (heures)	0	1	2	6	10	11	13	16	18	21	22	24	29
ADN (en unités arbitraires)	6,6	6,6	3,2	3,3	3,3	4	5,1	6,5	6,6	6,6	3,2	3,3	3,2

- 1- Tracer la courbe de la variation de la quantité d'ADN en fonction du temps et dans une seule cellule prendre (0,5cm=1heure et 1cm=1unité d'ADN)
- 2- Préciser la durée du cycle cellulaire et la décomposer en moments essentiels.
- 3- Commenter ce cycle, puis par des schémas simples, clairs et précis illustrer le comportement des chromosomes au cours du cycle cellulaire (prendre un seul chromosome dont la taille et la forme sont au choix du candidat)

NB : une mitose dure 3 heures

Exercice 7

Dans les testicules d'une espèce animale se déroule un phénomène dont les figures A, B, C, D, E et F représentent quelques étapes :

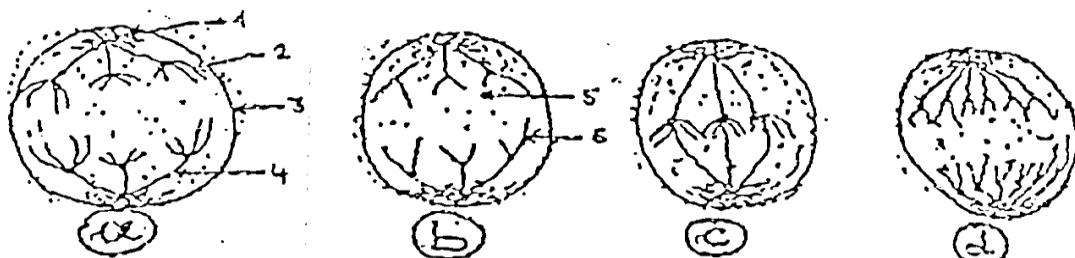


Les chromosomes en noir sont d'origine paternelle et les chromosomes en blanc d'origine maternelle.

- Quel est ce phénomène d'après vous ?
- Donnez la formule chromosomique de cette espèce.
- Parmi les cellules schématisées, l'une d'elles présente une garniture chromosomique anormale. Quelle est cette cellule ? Justifiez la réponse.
- A l'aide d'un raisonnement précis et logique, classez ces différents schémas dans l'ordre chronologique du phénomène.
- Représentez les variations de la quantité d'ADN au cours de ce phénomène.
Subdividez le graphe en fonction des étapes du phénomène.
- Dans le schéma B, certains chromosomes sont mixtes.
 - Pourquoi sont-ils mixtes ?
 - A l'aide des schémas, montrez comment on aboutit aux chromosomes mixtes.
 - Quels sont les types de gamètes que l'on obtient à partir du schéma B ?

Exercice 8

La spermatogénèse est un phénomène qui aboutit à la formation des gamètes mâles. Chez un insecte dont elle a été observée, elle se déroule comme chez l'homme et comprend les mêmes étapes. Les schémas a, b, c et d ci-dessous ont été faits après une observation microscopique des testicules de cet insecte.



- Quelle est la formule chromosomique de cet insecte ?
- Donnez le nom correspondant à chaque élément numéroté.
- Donnez à chaque schéma un titre en précisant la nature de la division à laquelle elle se rapporte.
- Donnez les formules chromosomiques des cellules b et d.
- Classez les schémas a, b et c dans l'ordre chronologique en justifiant.
- Placez les schémas a, b et c dans le graphe traduisant l'évolution de la quantité d'ADN en fonction du temps.

Exercice 9

Ya Moudios veut faire comprendre à ces élèves les conséquences de la méiose. Pour ce faire, il pose des exercices.

- Il représente le caryotype d'un individu A de façon à ce que chaque chromosomes différents soit représenté respectivement par un rond blanc, un carré blanc et un triangle blanc :



- a) Comment appelle-t-on des autres chromosomes en dehors de ceux qui déterminent le sexe ?
- b) Expliquez pourquoi il dessine deux ronds, deux carrés et deux triangles.
- c) Quand dit-on que deux chromosomes sont homologues ?
- 2- Il fait représenter par un élève le caryotype d'un individu B mâle de la même espèce. Les chromosomes sont colorés en noir pour les distinguer de ceux de l'individu A :

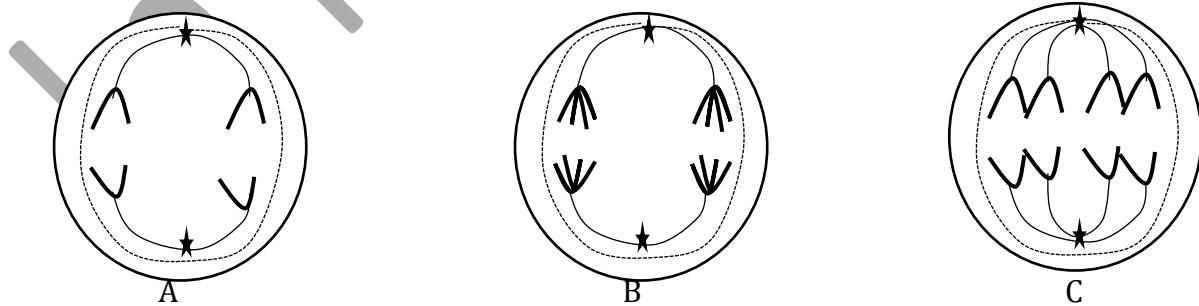


Pourquoi les chromosomes de B sont-ils de même forme et de même nombre que ceux de A ?

- 3- Figurez les gamètes produits par l'individu B.
- 4- Ya Moudios demande ensuite aux élèves de réaliser la fécondation entre un gamète de A et un gamète de B.
- a) Représentez le résultat c'est-à-dire l'œuf.
- b) Cet œuf se segmente et donnera un individu C. Quelle est l'origine des chromosomes de l'individu C ?
- 5- L'individu C va à son tour former les gamètes.
- a) Déterminez le nombre de types de gamètes possibles que peut donner l'individu C.
- b) Quelle est la conséquence de la méiose mise en évidence dans ce texte ?
- c) En quelques mots, signifiez la ou les autres conséquences de la méiose. Schéma à l'appui.

Exercice 10

Chez une espèce diploïde, on observe les figures du document 1 qui illustrent trois moments de divisions cellulaires se rapportant à la même phase.

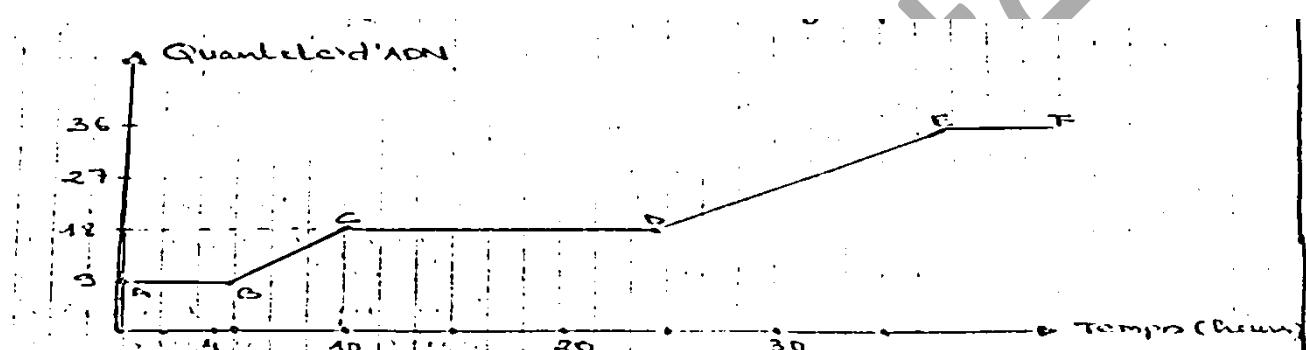


- 1) De quel type de cellule s'agit-il ? Pourquoi ?
- 2) De quelle phase s'agit-il ?
- 3) A quel événement chromosomique assiste-t-on dans chacune des figures ?
- 4) Pour chaque schéma, indiquez la phase précise correspondante et la nature de la division à laquelle elle se rapporte.
- 5) Pour cette espèce, quelle est la valeur de $2n$? Que représente cette valeur ?
- 6) A quelle phase correspond chacun des événements suivants :

- Migration polaire de $2n$ chromosomes non fissurés
 - Migration polaire de n chromosomes non fissurés
 - Migration polaire de n chromosomes fissurés
- 7) Faire les schémas des phases qui précèdent A, B et C
- 8) Dans un tableau, comparez les schémas A, B et C en considérant le nombre et la structure des chromosomes.

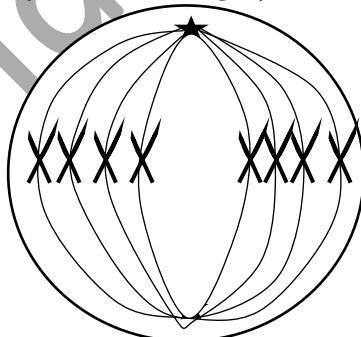
Exercice 11

A/ Le dosage de la quantité d'ADN globale contenue dans une cellule en culture donne les résultats représentés dans le graphe suivant.



- Expliquez les différentes parties de cette courbe.
- Quelle hypothèse émettez-vous quant à l'allure de la courbe ?
- Quelle sera la conséquence sur la garniture chromosomique de la cellule à $t=36$ heures ?

B/ Dans une cellule de drosophile (mouche vinaigre), on a observé le schéma ci-après.



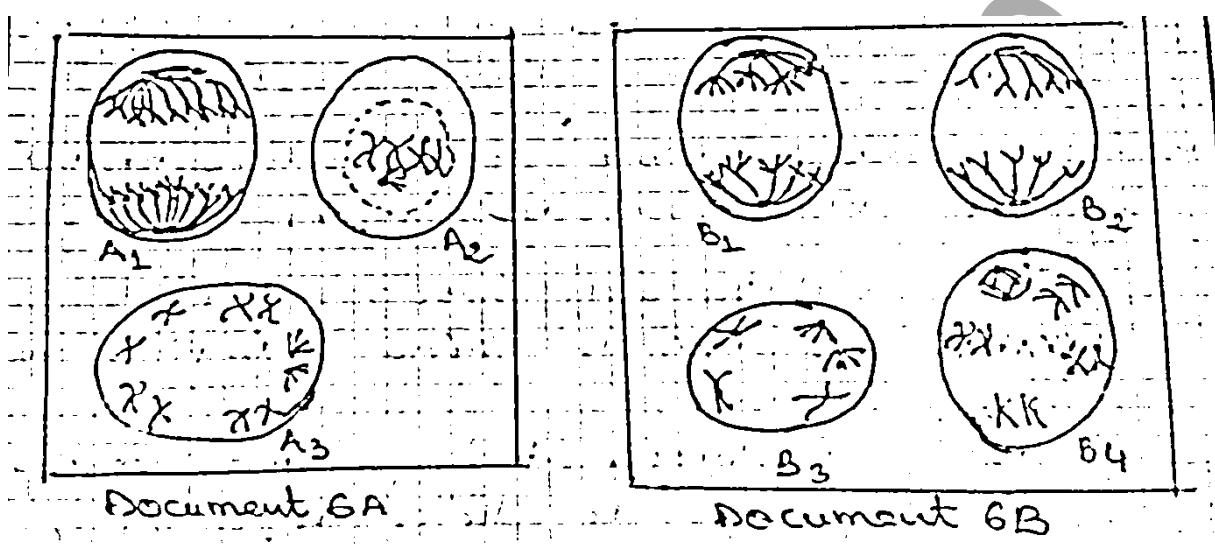
- De quelle phase s'agit-il ? Pourquoi ?
- Faire le schéma de la phase qui suit.
- Quelle est la garniture chromosomique de cette cellule A ?

Exercice 12

Les schémas du document 6A représentent quelques aspects de cellules de l'extrémité d'une racine de tournesol (spermaphyte). Les schémas du document 6B concernent l'anthère de la même plante. Le stock chromosomique de cette espèce est $2n=34$. Pour des

raisons de simplifications ce nombre n'a pas été représenté. De plus, les schémas ont été volontairement placés dans le désordre.

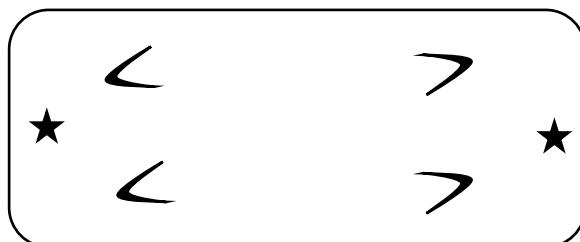
- 1) Classez les différents schémas de chaque document 6 dans leur ordre chronologique.
- 2) Quelles est la valeur de $2n$ réellement représenté ?
- 3) Donnez un titre précis à chaque schéma. Justifiez-vous à l'aide des seules structures visibles.
- 4) De quel type de division se rapporte d'une part le document 6A et le document 6B d'autre part ? justifiez vos réponses.



Exercice 13

A la suite d'une observation de cellules végétales au microscope, un élève donne le schéma du document 1.

- 1) Quelle phase a-t-il voulu représenter ? Pourquoi ?
- 2) Ce dessin comporte un certain nombre d'erreurs. Lesquelles ?
- 3) Refaites un dessin corrigé de cette cellule à la même phase. Anotez-le complètement.
- 4) Donnez la formule chromosomique de cette plante.



SYNTHESE DES PROTEINES

Objectifs spécifiques :

- ❖ Comprendre le mécanisme de la synthèse des protéines ;
- ❖ Déetecter les mutations possibles de la séquence nucléotidiques.

INTRODUCTION

Les cellules animales et les cellules végétales présentent une organisation générale commune. Ils possèdent en commun une même structure cellulaire, une composition chimique très proche, une information génétique formée d'ADN, molécule codée partout de la même façon, malgré quelque exceptions (cas de la paramétrie par exemple).

Le matériel génétique est contenu dans le noyau sous forme d'ADN, constituant essentiel des chromosomes. Cet ADN, formé de deux chaînes nucléotidiques complémentaires, est le support universel de l'information génétique, sous forme d'unités d'informations appelées **gènes**. La séquence des nucléotides d'un gène constitue un message codé : c'est l'information qui indique l'ordre d'assemblage des acides aminés du polypeptide « gouverné » par ce gène.

Les mutations sont des modifications de la séquence des nucléotides d'un gène et sont à l'origine de la formation d'allèles nouveaux.

I- Rappels sur la composition chimique et de la structure des acides nucléiques

Chez les **Eucaryotes**, l'ADN est essentiellement localisé dans le noyau mais on le retrouve aussi dans les mitochondries et les chloroplastes. Chez les **Prokaryotes**, il est localisé dans le cytoplasme. C'est un polymère de **nucléotides**.

Un nucléotide est formé de trois éléments suivants :

- ❖ **Un sucre** : Désoxyribose (pour l'ADN) ou Ribose (pour l'ARN),
- ❖ **Une base azotée** qui peut être soit l'Adénine (A), soit la Thymine (T), soit la Cytosine (C), soit la Guanine (G)
- ❖ **Un acide minéral** : H_3PO_4

N.B : La présence de la thymine signal qu'il s'agit de la molécule d'ADN. Mais, cette dernière n'existe pas dans la molécule d'ARN.

Dans la molécule d'ARN, une base azotée peut être soit l'Adénine (A), soit l'Uracile (U), soit la Cytosine (C), soit la Guanine (G). Dans cette dernière, la présence de l'Uracile est caractéristique.

La molécule d'ADN est formée de deux brins « elle est dite bicaténaire » enroulés chacun sur l'autre en hélice « elle est dite hélicoïdale ». A l'opposé, celle de l'ARN est monocaténaire.

Comparaison de l'ADN et de l'ARN

Acides nucléiques	ADN	ARN
Structure	Molécule bicaténaire et hélicoïdale	Molécule monocaténaire
Composition	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Sucre :Désoxyribose ($C_5H_{10}O_4$) ❖ Une base azotée (A, T, C, G) ❖ Acide phosphorique (H_3PO_4) 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Sucre :Riboße ($C_5H_{10}O_5$) ❖ Une base azotée (A, U, C, G) ❖ Acide phosphorique (H_3PO_4)
Localisation	Noyau, mitochondries et chloroplastes	Cytoplasme et nucléole
Durée de vie	Longue	Courte
Rôle	Support de l'information génétique chez un individu	<ul style="list-style-type: none"> ❖ ARNm : contient l'information nécessaire à la synthèse d'une protéine ; ❖ ARNt : apporte et fixe les acides aminés au niveau des ribosomes ; ❖ ARNr : constitue avec les protéines, les sous unités des ribosomes, qui participent à la traduction

II- Mécanisme de la synthèse des protéines

La synthèse des protéines qui a lieu dans le cytoplasme (ou hyaloplasme), se déroule en deux grandes étapes : la **transcription** et la **traduction**.

1- La transcription

C'est la phase de synthèse de la molécule l'ARNm à partir du **brin transcrit** d'ADN qui sert de matrice. Chez les Eucaryotes, elle se déroule dans le **noyau**.

Les acteurs de la transcription sont :

- ❖ L'ARN polymérase (enzyme spécifique) ;
- ❖ Les nucléotides libres (A, U, C ou G) ;

- ❖ Une source d'énergie : ATP (Adénosine Triphosphate) ;

Voici la règle de la complémentarité des nucléotides lors de la transcription :

Nucléotide du brin d'ADN transcrit ou positif	Nucléotide complémentaire de l'ARN
Thymine (T)	Adénine (A)
Adénine (A)	Uracile (U)
Guanine (G)	Cytosine (C)
Cytosine (C)	Guanine (G)

2- La traduction (synthèse des protéines proprement dite)

C'est le déchiffrage de l'information génétique portée par l'ARNm. Ce décodage consiste en un assemblage des acides aminés en chaînes polypeptidiques dans l'ordre imposé par l'information véhiculée par l'ARNm.

Cette phase nécessite l'application du code génétique qui associe les codons quelconques avec les acides aminés correspondants.

a) Le code génétique

On appelle code génétique, la grille de correspondance entre les codons de l'ARNm et la séquence des acides aminés de la chaîne polypeptidique.

On sachant qu'un codon est un triplet de nucléotides de l'ARNm, il existe 64 codons, dont 61 codent pour les 20 acides aminés naturels. Ils se répartissent en :

- ❖ **Un codon initiateur** (AUG), qui indique le début de la synthèse des protéines et, qui code toujours pour la méthionine (Met) ;
- ❖ **Trois (03) codons stops** ou non-sens (UGA ; UAG et UAA), qui indiquent la fin de la synthèse des protéines ;
- ❖ **Les codons synonymes** (triplets différents ; mais codant pour un même acide aminé)

N.B : La lecture du message se fait codon après codon de manière unidirectionnelle et sans chevauchement (une base n'appartient qu'à un seul codon à la fois). Le lien entre les codons et les acides aminés est assuré par les ARN de transfert, eux-mêmes complémentaires à l'ARN messager. Chacun d'entre eux reconnaît le codon grâce à ses trois nucléotides qui forment l'**anticodon** (triplet de nucléotides de l'ARNt).

Une modification de l'ADN engendre une modification de codon(s) de l'ARNm qui peut se traduire par une modification de la protéine ou un arrêt de synthèse.

Les acteurs de la traduction sont :

- ❖ **L'ARN messager** : c'est le détenteur de l'information codée ou du plan de fabrication ;
- ❖ **Le ribosome** : c'est le site de lecture ou atelier de fabrication des protéines ;
- ❖ **L'ARN de transfert** : c'est l'adaptateur qui assure la correspondance entre l'acide aminé et le codon de l'ARNm. Il existe au moins autant d'ARNt que d'acides aminés ;

- ❖ Les acides aminés, stockés dans la cellule ;
- ❖ Et un fournisseur d'énergie (l'ATP) et les enzymes.

La traduction comporte trois (03) phases :

- 1^{ère} phase : **phase d'initiation** : c'est le début de la traduction au cours de laquelle il y a :
 - ❖ fixation de l'ARNm sur la petite sous unité du ribosome,
 - ❖ assemblage avec la grosse unité,
 - ❖ calage du ribosome au niveau du codon initiateur (AUG) grâce à une spécial précédant ce codon et fixation des deux premiers ARNt chargés
- 2^{ème} phase : **phase d'elongation ou de lecture** : au cours de cette phase il y a :
 - ❖ fixation d'une liaison peptidique entre deux acides aminés par les ARNt,
 - ❖ libération de l'ARNt rechargé,
 - ❖ déplacement du ribosome d'un codon.
- 3^{ème} phase : **phase de terminaison** : caractérisée par l'arrivée du ribosome sur un codon stop ou non-sens, cela marque la fin de la synthèse.

Remarque : Devenir des protéines synthétisées .Elles sont soit :

- Utilisées dans la même cellule (protéines fabriquées au niveau des polysomes libres),
Exemple : hémoglobine
- Emballées et exportées hors de la cellule (protéines fabriquées les polysomes)
Exemples : anticorps, hormones ...

La synthèse des protéines nécessite des organites et les molécules :

Organites	Molécules
Ribosomes	ADN
Mitochondries	ATP
Réticulum endoplasmique rugueux	ARNm
Noyau	Acides aminés et enzymes

b) Caractéristiques du code génétique

Le code génétique est :

- ❖ **Universel** : il est le même chez tous les êtres vivants (excepté le cas de la paramécie) ;
- ❖ **Redondant** ou dégénéré : plusieurs codons différents correspondent à un même acide aminés. Dans les 64 codons possibles, 61 codons sont traduites en acides aminés et les 3 autres sont des codons marqueurs de la fin de la synthèse.

Exemple : UUU=UUC=Phé ; UCU=UCC=UCA=UCG=Ser

- ❖ **Non chevauchant** : un nucléotide ne peut appartenir qu'à un seul acide aminé.

Exemple : A U G C U A U U U
 Met | Leu | Phé

III- Les mutations et leurs conséquences

1- Les mutations

Les mutations sont des modifications de la séquence de l'ADN des chromosomes. Celles-ci sont plus souvent spontanées mais elles sont favorisées par des radiations ionisantes, des rayons ultraviolets et certaines substances chimiques et, sont à l'origine de la formation d'allèles nouveaux.

Les mutations touchent à tout moment les gènes de toutes les cellules de l'organisme ; mais seules les mutations modifiant les gènes des cellules reproductrices (**mutations germinales**) peuvent être transmises à la descendance.

On distingue quatre types de mutations dans la séquence codante d'un gène :

a) **La substitution** : remplacement d'un couple de nucléotide par un autre.

Exemple : ARNm normal : CCA – GAG – ACU	ARNm anormal : CCA – GUG – ACU
Protéine normale : Pro – Glu – Thr	Protéine anormale : Pro – Val – Thr

b) **L'inversion** : retournement d'un triplet de nucléotides.

Exemple : ARNm normal : UUC – UGG – GCA	ARNm anormale : UUC – GGU – GCA
Protéine normale : Phé – Try – Ala	Protéine anormale : Phé – Gly – Ala

c) **La délétion** : perte d'un couple de nucléotide.

Exemple : ARNm normal: UAC – ACC – ACG – A	ARNm anormale: UAC – CCA – CGA
Protéine anormale : Tyr – Thr – Thr	Protéine anormale : Tyr – Pro – Arg

d) **L'insertion**: ajout d'un couple supplémentaire de nucléotides

Exemple: ARNm normal : UAC – ACC – ACG – A	ARNm anormal : UAC – GAC – CAC – G
Protéine anormale : Tyr – Thr – Thr	Protéine anormale : Tyr – Asp – His

N.B:

- la substitution d'un nucléotide ne modifie pas le nombre, et ne décale pas le cadre de lecture de l'ADN. En revanche, un triplet se trouve ainsi modifié. Trois cas sont possibles :

- ❖ le triplet obtenu par mutation est un synonyme du triplet antérieur, en raison de la redondance du code génétique : *il y a aucune conséquence*
- ❖ le triplet obtenu par mutation code pour un acide aminé différent,
- ❖ le triplet obtenu par mutation correspond à un codon stop : la synthèse sera interrompue.
- L'insertion et la délétion décalent le cadre de lecture de l'ADN lors de sa transcription. Il en résulte une modification de tout le code en aval de l'insertion ou de la délétion.
- L'inversion d'un triplet modifie la nature d'un seul acide aminé de la chaîne polypeptidique.

2- Les conséquences des mutations

À l'échelle du polypeptide issu de la traduction, les conséquences d'une mutation peuvent :

- ❖ **Etre nulles** (en raison de la redondance du code génétique) : on parle de mutation silencieuse, *la séquence les acides aminés du polypeptide synthétisé sera inchangée.*

On parle de **mutation conservatrice** lorsqu'elle n'affecte pas la fonction du polypeptide et de mutation **non conservatrice** dans le cas où elle entraîne la modification de la fonction du polypeptide

- ❖ Affecter la séquence des acides aminés. Dans le cas où la mutation est une substitution, deux cas sont possibles :
 - Si le codon obtenu désigne un autre acide aminé : on parle de **mutation faux-sens**. La séquence des acides aminés du polypeptide va être modifiée au niveau de cet acide aminé ; la fonction de la protéine sera modifiée.
 - Si le codon obtenu est un codon stop : on parle de **mutation non-sens**. Il y a alors arrêt anticipé de la traduction et le polypeptide synthétisé est beaucoup plus court que le polypeptide de référence. Dans la plupart des cas, ce polypeptide est non fonctionnel.

Remarque : les mutations silencieuses et les mutations conservatrices sont qualifiées de mutations neutres.

TRAVAUX DIRIGÉS DE SYNTHÈSE DES PROTEINES

Exercice 1 :

On vous donne le brin non transcrit de la molécule d'ADN suivante :

AAG - CGG - TGT - TGG - ATG - GTT - AGC

- 1- Déterminez le brin complémentaire.
- 2- Déterminer la séquence de la molécule d'ARNm qui sera synthétisée à partir du brin transcrit.
- 3- Déterminez le nombre minimum de nucléotides constituant le brin transcrit gouvernant la fabrication de la chaîne β de l'hémoglobine HbA à 146 acides aminés.

Exercice 2 :

- A-
 - a) Qu'appelle-t-on information génétique ?
 - b) Quels sont les divers niveaux de transfert de l'information génétique et le rôle de chacun d'eux ?
 - c) Quels sont les mécanismes mis en œuvre pour le transfert de l'information génétique ?
 - d) Quels sont les différents langages utilisés dans le transfert de l'information génétique ?
- B-
 - a) Qu'appelle-t-on codon ?
 - b) Qu'appelle-t-on anticodon ?
 - c) Qu'appelle-t-on gène et code génétique ?
 - d) Différenciez d'une manière comparée la molécule d'ADN de celle de l'ARN.

Exercice 3 :

Chaque gène est une institution qui indique comment fabriquer la protéine correspondante. Dans beaucoup de cellules dites Eucaryotes, les manuels d'instruction sont enfermés dans une bibliothèque, alors que la synthèse des protéines a lieu dans un autre compartiment cellulaire. Cette synthèse protéique s'effectue non pas directement à partir du manuel d'instruction mais à distance, à partir d'une photocopie de l'instruction concernée grâce à l'ARN messager. C'est donc à partir de l'ARNm que s'effectue véritablement la traduction en protéine.

D'après Ph. KOURILKY « Les artisans de l'hérédité »

- 1- A quel organite cellulaire correspond la bibliothèque à laquelle l'auteur fait allusion dans le texte ci-dessus ?
- 2- A quoi correspondent les manuels d'instructions dont parle l'auteur du texte ?
- 3- Dans quel compartiment cellulaire a lieu la synthèse des protéines ?

Exercice 4 :

Modèle analogique concernant la traduction

La synthèse des protéines à partir d'instructions codées situées dans l'ARNm correspond à une véritable « traduction ». C'est-à-dire qu'il faut passer d'un langage à un autre.

Imaginons ce qui se passe lorsque, en cours de langue, vous devez faire une traduction. Vous avez un texte à traduire d'une langue à une autre. Pour bien faire, il vous faut un dictionnaire qui vous donne la correspondance entre les mots de la langue 1 et ceux de la langue 2. Et si vous voulez une traduction parfaite, vous aurez besoin d'un interprète, c'est-à-dire d'une personne qui parle les deux langues.

Dans le cas de la synthèse des protéines :

- a) Quel est langage de départ et celui final ?
- b) Quel est le dictionnaire de synonymes ?
- c) Quels sont les interprètes ?

Exercice 5 :

Soit le brin transcrit d'ADN suivant : CAG AAC GCA ACC AAA TTT

- 1- Retrouvez la molécule entière d'ADN
- 2- Trouvez la molécule d'ARNm transcrive par ce brin transcrit d'ADN
- 3- Retrouvez la protéine synthétisée à partir de cet ARNm
- 4- Quelle serait le brin d'ADN qui commanderait la protéine suivante :
Pro - Lys - Trp - Leu - Pro - Val

On donne différents ARN de transfert porteurs chacun d'un acide amine :

ACC = Trp	AAA = Phé
UUU = Lys	AAC = Leu
GCA = Arg	CAG = Val
GUU = Gln	CGA = Ala
GAA = Pro	AGU = Ser

Exercice 6 :

On connaît chez la souris, un gène G qui code pour une hormone H, responsable du développement normal des poils.

On donne la séquence du brin d'ADN complémentaire (non transcrit) du gène ci-après :

ADN non transcrit : TGC -TGC -GCA -TCG -GTT -TGC -TCG -CTC

- 1- Pourquoi dit-on que le code génétique est redondant et non chevauchant ?
- 2- Retrouvez la molécule H
- 3- Dégagez le nombre de nucléotides du gène G et les différents types de ribonucléotides

- 4- On sélectionne trois (03) mutants M, N et P. L'analyse biochimique de l'hormone chez les mutants donne :

Mutant M : Leu -Ser -Cys -Val -Ser -Thr -Cys -Cys

← Sens de lecture

Mutant N : Cys -Cys -Ala -Phé -Gly -Leu -Ser -Leu

→ Sens de lecture

Mutant P : Cys -Cys -Ala -Ser -Val

→ Sens de lecture

Déduire les différentes causes de ces changements à l'aide de l'extrait du code génétique proposé et de vos connaissances.

Extrait du code génétique :

UGA : Codon non-sens	GCA : Ala	CGC : Arg	UUU ; UUC : Phé	UGC ; UGU : Cys
ACU; ACC; ACA: Thr	UCG: Ser	CUC; UUG: Leu	UGG: Trp	GUU: Val AUG:
<i>Met</i>				

Exercice 7:

Le diabète est une maladie métabolique qui résulte d'un trouble de pénétration du glucose dans les cellules ; une grande partie de celui-ci reste dans le sang d'où l'élévation de la glycémie (taux sanguin de glucose).

Tout récemment, on s'est aperçu que dans certains diabètes, l'insuline (hormone de nature protéique dont le rôle est d'initier et accélérer le transit du glucose dans les cellules), était anormale, au point d'être incapable de se lier) ses récepteurs spécifiques (situés sur la membrane plasmique).

Le document I représente les huit derniers aminoacides de l'une des deux chaînes protéique (la chaîne) d'une insuline normale et d'une insuline anormale.

Chaîne normale: Gly -Phé -Phé -Tyr -Thr -Pro -Lys -Thr
23 24 25 26 27 28 29 30

Document I

Chaîne anormale: Gly -Leu -Phé -Tyr -Thr -Pro -Lys -Thr

1- En quoi consiste l'anomalie?

2- A l'aide de l'extrait du code génétique (Document II), reconstituez le message d'ARN messager qui a servi dans chaque cas, à la synthèse protéique.

Extrait du code génétique : Document II

GGU : Gly	CUU : Leu	AAA : Lys	UUU : Phé	CCU : Pro	ACU : Thr	UAU : Tyr
-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

- Indiquez en justifiant votre réponse la structure de la portion du gène codant, dans chaque cas, la synthèse de la chaîne des huit acides aminés.
 - Précisez la modification du gène et montrez en quoi elle permet d'expliquer la différence entre insuline normale et insuline anormale.
- 3- Le diabète est considéré ici héréditaire ; expliquez ceci en faisant appel à vos connaissances et en vous basant de ce qui précède

Exercice 8 :

Des chercheurs ont isolés le gène codant pour une protéine de la membrane cytoplasmique de la paramécie (unicellulaire cilié), puis l'on a transféré dans les cellules de lapin. Ils ont eu la surprise de constater que les cellules de lapin ne synthétisent jamais la protéine complète attendue, mais seulement des fragments. L'analyse de la séquence du gène fournit un élément d'explication :

Brin transcrit de l'ADN : TAT – TTC – TCC – ATG – CCG – CTC – ATT – CGT – GCA – CGA

- 1- En utilisant l'extrait du code génétique, dites pourquoi les cellules du lapin sont incapables de synthétiser la protéine entière attendue.

Extrait du code génétique : AUA =**Leu** ; AAG=**Lys** ; AGG, CGU =**Arg** ; UAC=**Tyr** ; GGC=**Gly** GAG=**Glu** ; UAA =**codon stop** ; GCA, GCU =**Ala**

- 2- Emettez une hypothèse pouvant expliquer que la paramécie, à partir du même gène, peut faire la synthèse d'une protéine complète.
- 3- Les chercheurs ont remarqué que la protéine synthétisée présente un nombre de molécules de glutamine plus important chez la paramécie que chez le lapin. Utilisez cette observation pour préciser votre hypothèse précédente. Quelle idée fondamentale de la biologie moléculaire est ici partiellement remise en cause ?

COMPRENDRE LA REPRODUCTION CHEZ LES MAMMIFERES

Objectifs spécifiques:

- décrire les aspects de la reproduction ;
- identifier les cas particuliers de la reproduction ;
- pratiquer les méthodes contraceptives ;
- analyser les interrelations entre la dégradation des mœurs, le nombre d'avortement clandestins et la santé de la femme
- distinguer les maladies sexuellement transmissibles et le SIDA chez l'homme ;
- relever les dangers du vagabondage sexuel, des MST et du SIDA ;
- proposer les moyens de lutte contre le vagabondage sexuel, les MST et le SIDA.

INTRODUCTION

On appelle reproduction, le phénomène physiologique et biologique par lequel les êtres vivants se multiplient dans le but d'assurer la continuité et la pérennité de leurs espèces. Chez l'homme celle-ci n'est pas différente de celle des autres mammifères. Elle est caractérisée par l'union du gamète mâle (**spermatozoïde**) et du gamète femelle (**ovocyte II**) donnant ainsi un œuf appelé **zygote**, point de départ d'un nouvel individu qui dès la naissance sera nourrit au lait maternel avant d'obtenir une autonomie.

Chez les animaux il existe deux processus de reproduction : la reproduction sexuée et la reproduction asexuée. Chez l'homme, elle est sexuée et **les sexes sont séparés** ; il existe donc un véritable gonochorisme. Alors que chez l'homme la fonction reproductrice n'a aucun signe extérieur, **chez la femme elle s'accompagne d'un cycle sexuel complexe**. En effet, la gamétogenèse et le cycle sont étroitement régulés par des **influences hormonales**. Le comportement sexuel humain (excès de libido par exemple) peut dans certain cas l'amener à contracter des infections sexuellement transmissibles et le SIDA.

I / Description des appareils reproducteurs

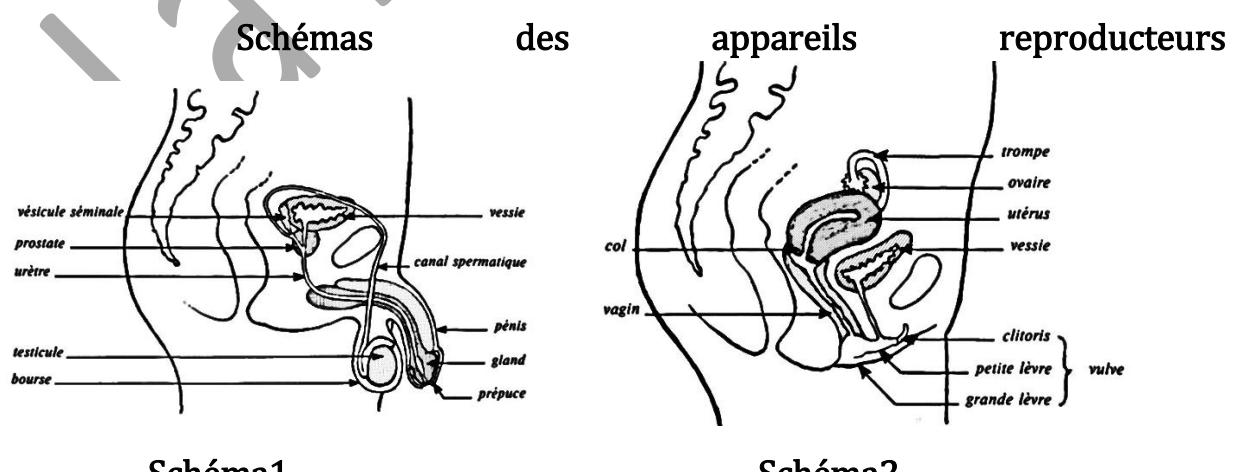
L'appareil reproducteur male (l'homme) est bâtit sur le même plan d'organisation que celui de la femelle (femme).

- ❖ L'homme a deux **testicules**, glandes fabriquant les spermatozoïdes et les hormones masculines (voir «Puberté»), ainsi qu'un ensemble de conduits pour le transport des spermatozoïdes. Il possède en outre d'autres glandes, dont la **prostate**, qui produisent des liquides facilitant le déplacement des spermatozoïdes.
- ❖ La femme a deux ovaires, glandes fabriquant les ovules et les hormones féminines, ainsi que deux conduits, les trompes, pour le transport des cellules reproductrices.

L'utérus (la matrice) est un organe creux à paroi musculaire épaisse, dans lequel un nouvel être peut se développer

- **On appelle organes copulateurs**, des organes qui assurent le coït, le contact sexuel entre le male et la femelle. Ils favorisent la fécondation.
- **Les voies génitales** assurent le transport des gamètes.
- **Les glandes annexes**, chez le male enrichissent le sperme et nettoient les voies urogénitales. Chez la femelle, favorisent l'intromission ou la pénétration de la verge lors de la copulation
- **Les gonades** sont des structures qui assurent la production des gamètes et le maintien des caractères sexuels primaires, l'apparition et le maintien des caractères sexuels secondaires (pilosité, voie grave, pomme d'Adam...)

Eléments de comparaison	Appareil reproducteur mâle	Appareil reproducteur femelle
Organes génitaux externes	-Bourses -Prépuce -méat urinaire -Gland	-petites lèvres et grandes lèvres -orifice vaginal -hymen et clitoris
Organes copulateurs	Pénis ou verge	Vagin
Voies génitales (urogénitales chez l'homme)	-Canaux déférents -urètre -épididyme	-Trompes de Fallope -uretère -vagin
Glandes génitales (gonades)	Testicules (externe)	Ovaies (internes)
Glandes annexes	-Vésicules séminales -prostate -glande de Cowper	-glandes de Bartholin



II/ Structures et physiologie des gonades

1- Gonades mâle

Le testicule est entouré par une capsule qui le protège et le divise en lobules. Chaque lobule contient trois à cinq tubes séminifères contournés.

L'observation microscopique d'une coupe de testicule montre deux types de cellules :

- Les cellules de la lignée germinale, qui évoluent de la périphérie vers la lumière du tube séminifère et aboutissent à la formation des spermatozoïdes ; cette évolution cellulaire est centripète. Avant leur maturité, les spermatozoïdes s'attroupent autour de la cellule de Sertoli ou cellule nourricière pour leur évolution. Les spermatozoïdes étant libérés à l'extérieur, le testicule est une **glande exocrine**.
- Les cellules interstitielles appelées cellules de Leydig groupées autour des vaisseaux sanguins, produisent l'hormone appelée **testostérone** responsable de l'apparition et le maintien des caractères sexuels secondaires. La **testostérone** étant libérée dans le sang, le testicule est une **glande endocrine**.

Le testicule ayant à la fois la fonction exocrine et endocrine, est une **glande mixte**.

NB :

La formation des spermatozoïdes débute à la **puberté** et ne cesse qu'à la mort. Elle est continue et régulière tout au long de la vie. Mais à partir de 70 ans environ, l'activité testiculaire se ralentit : c'est **l'andropause**.

Les spermatozoïdes achèvent leur maturation dans l'épididyme, il s'agit de leur mobilité et leur aptitude à la fécondation. Ils parcourent ensuite les canaux déférents jusqu'aux vésicules séminales. Au moment de l'éjaculation, ceux-ci se mélangent au liquide prostatique et séminal pour former le sperme qui s'accumule dans le canal éjaculateur. Parmi les nombreux composants du sperme, le fructose élaboré par le liquide séminal permettra de couvrir les besoins énergétiques des spermatozoïdes.

Chez le sujet atteint d'une anomalie appelée **cryptorchidie** (la non descente des testicules dans les bourses, le sperme est dépourvu de spermatozoïdes).

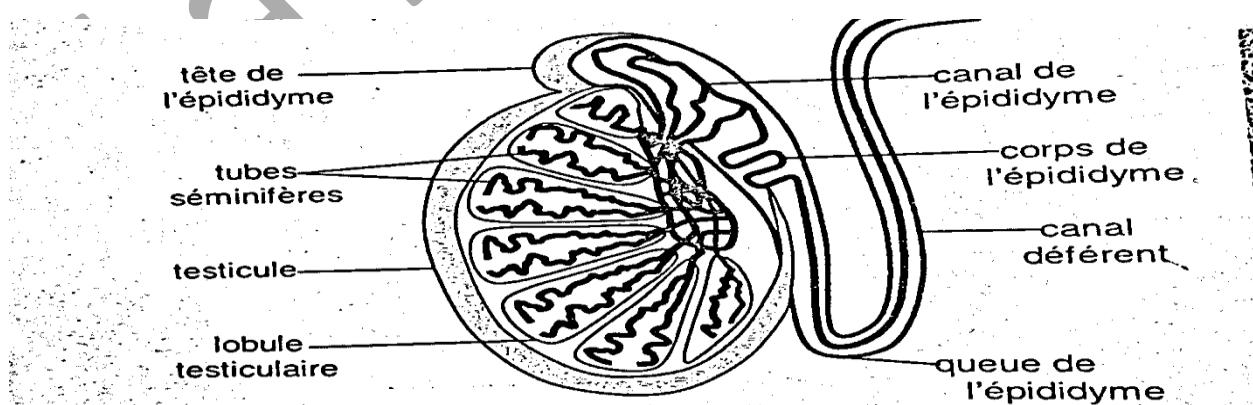


Schéma 3 : Coupe longitudinale du testicule

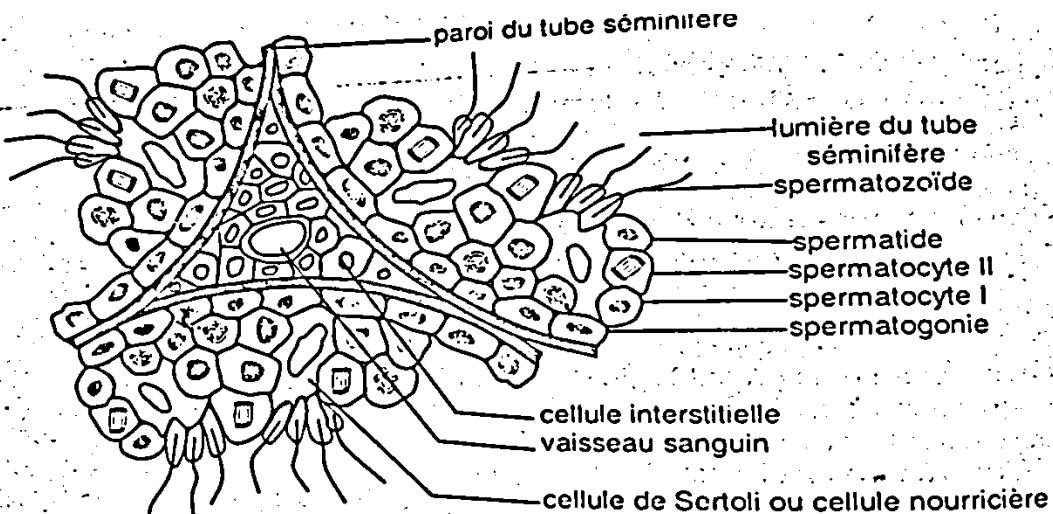


Schéma 4 : Vue partielle d'une coupe transversale entre trois tubes séminifères

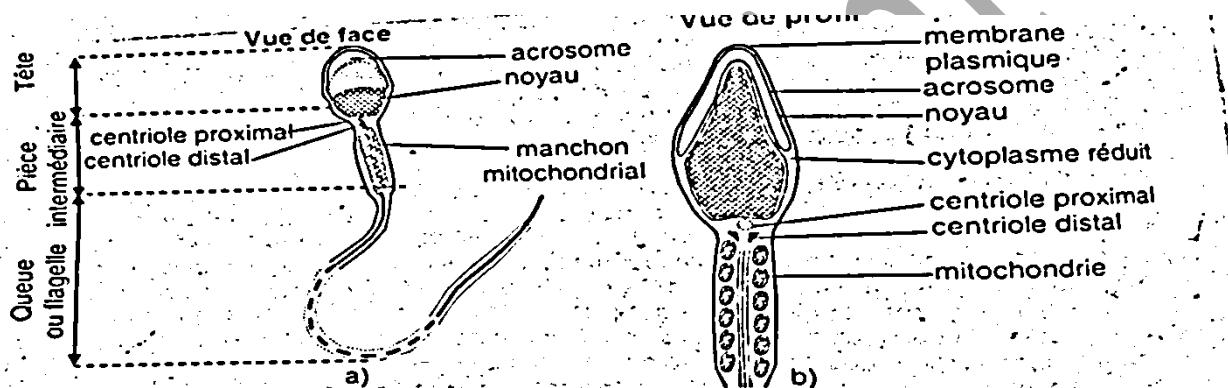


Schéma 5 : structure générale (a) et ultra structure d'un spermatozoïde

2- Gonades femelle

Au nombre de deux, les ovaires sont équivalents des testicules observés chez l'homme. Une coupe de l'ovaire d'une femme pubère montre deux zones : le cortex et le médulla.

a) Le cortex

Le cortex ou zone corticale est formé des cellules reproductrices à différent stades de leur évolution : les follicules

- **Le follicule primordial:** c'est l'ovocyte I entouré de quelques cellules folliculaires.
-
- **Le follicule primaire:** c'est l'ovocyte I s'entourant d'une couche de cellules folliculaires après que celles-ci aient subit des mitoses.
- **Le follicule secondaire:** c'est l'ovocyte I entouré de plusieurs couches de cellules folliculaires qui constituent la "GRANULOSA"

- **Le follicule tertiaire**: c'est l'ovocyte I entouré d'une partie des cellules folliculaires se transformant en thèque interne.
- **Le follicule quaternaire ou cavitaire**: il se caractérise par la formation d'une cavité folliculaire unique peu développée appelée *Antrum*.
- **Le follicule mûr ou de De Graaf**: la cavité folliculaire se remplit du liquide folliculaire et distingue deux zones, le cumulus oophorus et la granulosa. Elle se caractérise par un antrum développé et par la présence du cumulus oophorus.
- **Le follicule rompu ou déhiscent**: c'est le follicule résultant de la rupture du follicule mûr au niveau du cumulus et libération de l'ovocyte II bloqué en métaphase II. Il est constitué des restes des cellules de la granulosa.

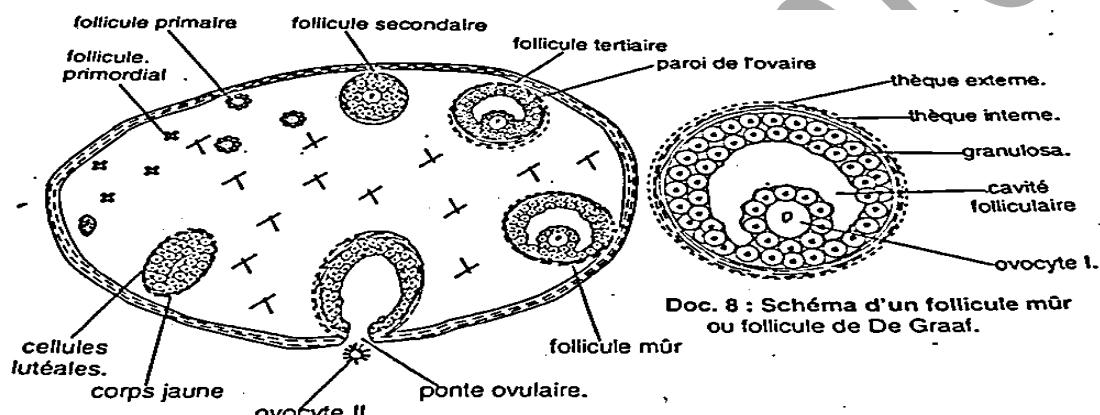


Schéma 6 : Coupe d'un ovaire de mammifère observée au microscope

Remarque : la folliculogénèse est un phénomène biologique qui, à partir des follicules primordiaux on obtient un follicule mûr. Elle débute dès le stade embryonnaire mais reste bloquée jusqu'à la puberté.

b) Le médulla

Elle est essentiellement constituée de tissus conjonctifs et de vaisseaux sanguins. Elle constitue la zone stérile de l'ovaire.

NB : Après rupture du follicule mûr, le reste du follicule devient le corps jaune par *lutéinisation*.

III/ La gamétogénèse

La gamétogénèse est un ensemble de divisions et de transformations cellulaires qui aboutissent à la formation des gamètes.

Elle se déroule dans l'ovaire chez les filles (ovogénèse) et dans les testicules chez les garçons (spermatogénèse)

NB :

- Dès la naissance, le stock ovocytaire chez la fille est connu, celle-ci libère au niveau de l'ovaire un ovocyte par mois pendant l'ovulation.
- Chez l'homme par contre, la production des spermatozoïdes est continue ; elle commence à la puberté pour ne s'arrêter qu'à la mort.

1- La gamétogénèse mâle (spermato-génèse)

Le gonade mâle ou testicule est une glande mixte à fonction exocrine et endocrine. La fonction exocrine du testicule correspond à la libération des gamètes mâles ou spermatozoïdes. **Les spermatozoïdes sont des cellules sexuelles matures.** Le processus de cette maturation est appelé **spermato-génèse**, elle se déroule en quatre (4) phases dans les tubes séminifères.

a) Phase de multiplication

Les spermatogonies subissent plusieurs mitoses successives et leur nombre augmente.

b) Phase de d'accroissement

Elle se traduit par l'augmentation de la taille des spermatogonies correspondant à une accumulation de réserves cytoplasmique : les spermatogonies deviennent alors les spermatocytes I.

c) Phase de maturation

Elle est caractérisée par une méiose et par le passage de la diploïdie à l'haploïdie.

- **Au cours de la première division, un spermatocyte I à $2n$ chrs subit une division chromatique et donne deux(2) spermatocytes II à n chrs.**
- **Au cours de la deuxième division, chaque spermatocyte II à n chrs subit une mitose équationnelle et on aboutit à deux spermatides.**

En définitive, au cours de la maturation, un spermatocyte I à $2n$ chrs donne 4 spermatides à n chrs chacun.

d) Phase de différenciation

Encore appelée spermato-génèse, correspond à la transformation de la spermatide en spermatozoïde.

Au cours de cette phase, la spermatide, cellule arrondie à cytoplasme normal, va évoluer progressivement en une petite cellule flagellée à cytoplasme réduit, par :

- Différenciation d'un flagelle (structure permettant la progression des spermatozoïdes dans les voies génitales femelle) ;
- Élimination du cytoplasme excédentaire ;

- Réorganisation des organites cytoplasmiques ;
 - fusion des vésicules de l'appareil de Golgi en un acrosome (structure constituée des enzymes qui permet aux spermatozoïdes de traverser les enveloppes de l'ovocyte II au moment de la fécondation) ;
 - élongation et aplatissement du noyau (qui donne sa forme à la tête du spermatozoïde) et condensation de la chromatine ;
 - nouvelle disposition des centrioles au pôle opposé à l'acrosome et modification du centriole distal ou postérieur qui donne naissance aux microtubules du flagelle ;
 - nouvelle apparition des mitochondries qui s'enroulent autour de la base du flagelle

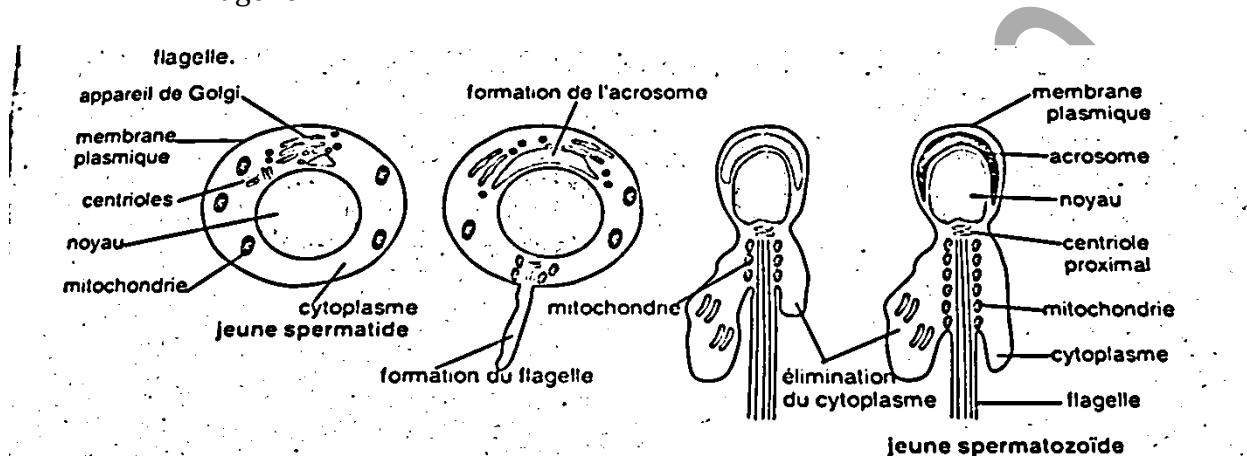


Schéma 7 : Spermiogénèse chez l'homme

2- La gamétogénèse femelle ou ovogénèse

C'est la formation des ovules. Elle comporte trois phases :

- ❖ **La phase de multiplication** : dans l'ovaire fœtal, les ovogonies subissent des mitoses qui augmentent le nombre d'ovogonies.
- ❖ **La phase d'accroissement** : les ovogonies augmentent de volume par accumulation de réserves, déplaçant ainsi le noyau cellulaire vers la périphérie.
- ❖ **La phase de maturation** : cette phase est caractérisée par la méiose.
 - Au cours de la première division, l'ovocyte I subit une mitose réductionnelle et donne deux cellules de taille inégale : **ovocyte II et le 1^{er} globule polaire à n chrs chacun**.
 - Au cours de la deuxième division, l'ovocyte II subit une mitose équationnelle et donne également deux cellules de taille inégale : **un ovotide et le 2^{ème} globule polaire tous à n chrs**.

Cependant, cette 2^{ème} division ne peut se réaliser qu'en cas de fécondation (après pénétration du spermatozoïde dans l'ovocyte II)

Remarque : La phase de différenciation n'existe pas dans l'ovogénèse car il n'y a pas de différence entre ovotide et ovule ni, sur le plan morphologique ni sur le plan chromosomique.

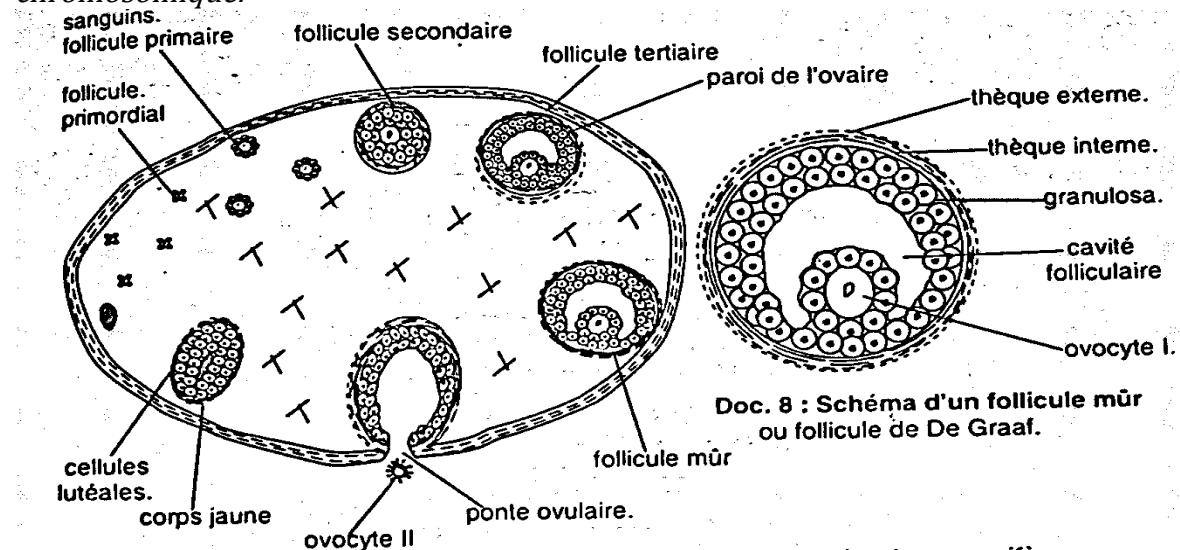


Schéma 8: Coupe d'un ovaire de mammifère observée au microscope optique

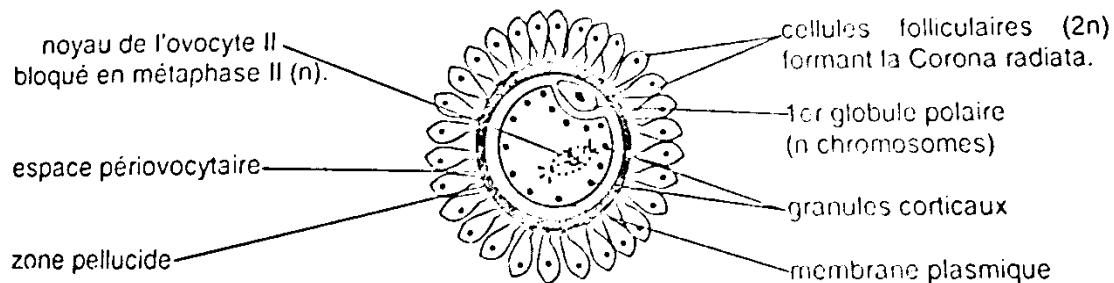


Schéma 9 : Ovocyte II venant d'être pondu

Tableau de comparaison entre la spermatogénèse et l'ovogénèse

	<i>Spermatogénèse</i>	<i>Ovogénèse</i>
<i>Situation dans la vie de l'individu</i>	<i>De la puberté jusqu'à la mort</i>	<i>Se fait par étapes discontinues :</i> <i>-Etape fœtale : multiplication des ovogonies et croissance des ovocytes I,</i> <i>-Puberté : levée du blocage à chaque cycle et ponte d'un ovocyte II,</i> <i>-Fécondation : levée du 2nd blocage</i>
<i>Age du gamète produit</i>	<i>L'évolution d'une spermatogonie en spermatozoïde de fait en 72h plus ou moins 2 jours de manière continue.</i>	<i>L'Age de l'ovocyte II égale à l'âge de la femme au moment de la ponte ovulaire plus quelques mois (le stock de l'ovocyte II est déjà défini au stade fœtal)</i>

Importance des différentes phases	-Phase de croissance, peu importante, -Phase de différenciation longue et importante : on obtient des cellules très différentes des spermatides.	-Phase de croissance très importante qui correspond à l'accumulation des réserves cytoplasmiques (cytodifférenciation), -Phase de différenciation inexiste chez les mammifères car c'est l'ovocyte II qui est fécondé.
Caractéristique de la méiose	-Méiose continue, -Divisions cytoplasmique égales.	-Méiose discontinue, -Divisions cytoplasmique inégales. On obtient une grosse cellule : l'ovocyte II et une petite cellule : le globule polaire

LA PUBERTÉ

Pendant l'enfance, les organes reproducteurs sont présents, mais ils fonctionnent au ralenti. Puis, au cours d'une période appelée **puberté**, ils deviennent de plus en plus actifs, produisant à la fois des cellules reproductrices et des **hormones** sexuelles. Ce changement entraîne les transformations physiques et psychologiques qui font que l'enfant devient adolescent(e), puis adulte ; il ou elle devient alors capable de procréer.

❖ Signes de la puberté chez la fille :

- développement des seins
- élargissement des hanches
- apparition de poils sur le pubis et sous les bras
- développement des organes génitaux (vulve, vagin, utérus)
- apparition possible de «boutons» (acné) sur le visage et les épaules
- apparition des règles, écoulement sanguin le plus souvent irrégulier et d'abondance variable.

NB : Ces changements peuvent commencer entre 8 et 13 ans et durer environ 3 à 4 ans. Ils sont dus aux hormones féminines.

❖ Signes de la puberté chez le garçon :

- développement des organes génitaux (testicules, pénis)
- développement de la musculature
- changement du timbre de la voix
- apparition possible de «boutons» (acné) sur le visage et les épaules
- apparition de poils sur le pubis, le visage, sous les bras
- émission involontaire de sperme, essentiellement pendant le sommeil

NB : Ces changements peuvent commencer entre 10 et 14 ans et durer environ 3 à 4 ans. Ils sont dus aux hormones masculines.



L'âge où commence et où se termine la puberté est variable d'une personne à l'autre. La puberté s'accompagne d'une poussée de croissance.

Après avoir ébauché un début d'évolution, certains ovocytes dégénèrent : c'est le **phénomène d'atrésie**. Cette atrésie commence avant la naissance et **observée** aussi durant l'enfance épuisera progressivement le stock d'ovocytes et sera l'une des causes de la ménopause (arrêt de la fonction de reproduction chez la femme). Celle-ci intervient entre l'âge de 48 à 50 ans. En effet, chez la femme, 400 à 450 ovocytes seulement continueront leur évolution, au cours des 400 à 450 cycles de la vie génitale, entre la puberté et la ménopause.

IV/ Cycles sexuels chez la femme

Chez la femme le fonctionnement de l'appareil génital est marqué par des transformations qui se reproduisent identiques à elle-même à l'intervalle de temps régulier. On parle alors de cycles sexuels. Les manifestations extérieures de ces cycles étant des règles ou menstruations, les cycles sexuels chez la femme sont qualifiés de **cycles menstruels**. Ils durent en moyenne 28 jours. Ces transformations cycliques concernent des ovaires, l'utérus, le vagin et les sécrétions hormonales. Les cycles sont synchronisés.

1- Cycle ovarien

Le cycle ovarien est caractérisé par l'évolution d'un, parfois deux follicule(s) tertiaire(s) et qui comporte trois phases :

- *la phase folliculaire* ;
- *l'ovulation ou ponte ovulaire* ;
- *la phase lutéinique ou lutéale*.

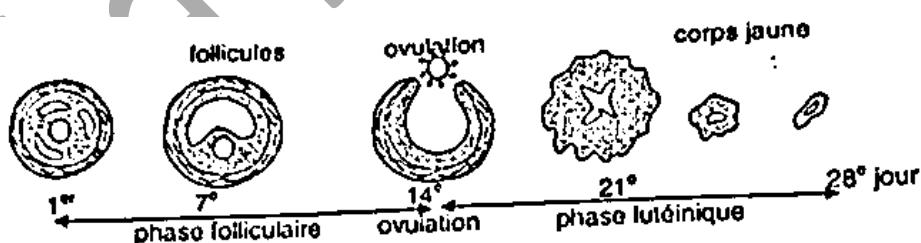


Schéma 10 : Phases du cycle ovarien

a) La phase folliculaire

Elle correspond à la phase de croissance d'un follicule primordial en follicule mûr. Elle est marquée surtout par la transformation du follicule tertiaire ou cavitaire en un follicule mûr ou follicule de De Graaf. Elle va du 1^{er} au 13^{ème} jour pour un cycle de 28 jours. Vers le 13^{ème} jour, ce follicule ayant atteint la maturité est apte à ovuler.

b) L'ovulation ou ponte ovulaire

L'ovulation ou ponte ovulaire est la rupture du follicule ovarien mur suivie de l'expulsion de l'ovocyte II entouré par les cellules de corona radiata (ou cellulaires folliculaires). Elle a lieu le 14^{ème} jour pour un cycle de 28 jours. L'ovulation est favorisée par l'action des enzymes qui provoquent l'amincissement puis la lyse des parois ovariens et folliculaires suivie de la concentration de l'ovaire et du follicule. Chez la femme, l'ovulation est brusque et spontanée, et s'accompagne d'une élévation de température d'environ 1°C.

c) La phase lutéinique ou lutéale:

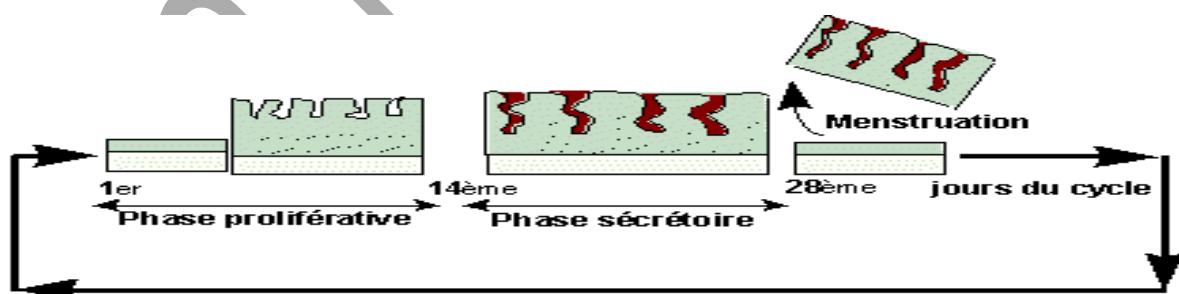
Elle est relativement constante et dure 14 jours. Elle est caractérisée par la formation et l'évolution du corps jaune (structure ovarienne provenant de la transformation du follicule mur après ovulation). Pendant toute cette phase, aucun follicule ovarien ne poursuit sa croissance. Si l'ovocyte émis n'a pas été fécondé, le corps jaune dégénère en fin de cycle. Une nouvelle cohorte de follicules entre en phase de croissance: un nouveau cycle commence.

En cas de fécondation, le corps jaune persiste et les cycles ovariens sont interrompus pendant la grossesse pour ne reprendre en principe jusqu'après l'allaitement du nouveau-né.

2- Le cycle Utérin

L'utérus est constitué de deux tuniques:

- Le myomètre ou muscle utérin, est externe et épais
- L'endomètre ou muqueuse utérine, interne, mince constitué par un tissu conjonctif riche en vaisseaux sanguins.



a) En phase folliculaire

L'endomètre qui a été détruit presque entièrement au cours de la menstruation, se reconstitue et s'épaissit à partir du reste de l'épithélium utérin. Des glandes en tubes apparaissent, et les vaisseaux sanguins deviennent nombreux et se développent.

b) En phase lutéinique

Le développement de l'endomètre atteint son maximum quelques jours après l'ovulation. Les glandes en tubes présentent un aspect en dentelle qualifié de « dentelle utérine ». Ces glandes sécrètent du mucus et du glycogène. Les vaisseaux sanguins se spiralisent et se gorgent de sang. Toutes ces transformations préparent l'utérus à accueillir un embryon. S'il n'y a pas fécondation, il y'a décapage (dégénérescence) de l'endomètre : c'est la menstruation ou règles correspondant à l'écoulement par le vagin d'un liquide composé de sang incoagulable mêlé de mucus et de débris de l'endomètre.

Par convention, le premier jour des règles correspond au premier jour du cycle. La veille des règles suivantes correspond au dernier jour du cycle. La durée moyenne des règles est de 4 jours.

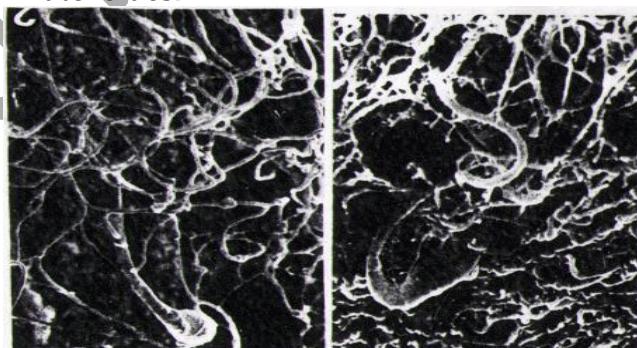
Remarque : La durée du cycle menstruel permet de distinguer plusieurs types de cycles :
-les cycles longs. Ce sont les cycles qui durent plus de 28 jours,
-les cycles moyens ou classiques. Ce sont des cycles qui durent 28 jours,
-les cycles courts. Ce sont les cycles qui durent moins de 28 jours.

3- Cycle de la glaire cervicale

La glaire cervicale ou mucus cervical est une sécrétion des glandes du col de l'utérus. Elle empêche certains agents pathogènes d'atteindre l'utérus. Elle est formée de filaments protéiques disposés en réseau aux mailles variables. Elle subit une évolution cyclique :

En phase folliculaire, la glaire forme un réseau dense et imperméable aux spermatozoïdes
En phase ovulatoire, la sécrétion est abondante. Son mucus très glaireux, filant et étirable est perméable aux spermatozoïdes ; il filtre et sélectionne les spermatozoïdes qui pourront le traverser.

En phase lutéinique, la progestérone rend glaire cervicale dense, épaisse et donc imperméable aux spermatozoïdes.



4- Cycle hormonale

Une hormone est une substance chimique sécrétée par une glande dans le sang agissant sur les cellules ou tissus cibles. Elle est caractérisée par la sécrétion de trois catégories d'hormones :

a) Les hormones ovariennes :

Les ovaires produisent deux types d'hormones : la progestérone et l'œstrogène.

- **En phase folliculaire**, seuls les œstrogènes (œstradiol ou folliculine) sont sécrétés par la thèque interne et la granulosa des follicules en croissance. Le pic de la sécrétion se situe entre le 11^{ème} et le 13^{ème} jour pour un cycle de 28 jours.
- **En phase lutéale**, le corps sécrété la progestérone en quantité importantes et un peu œstradiol. Le maximum de sécrétion se situe entre le 20^{ème} et le 22^{ème} jour pour un cycle de 28 jours.

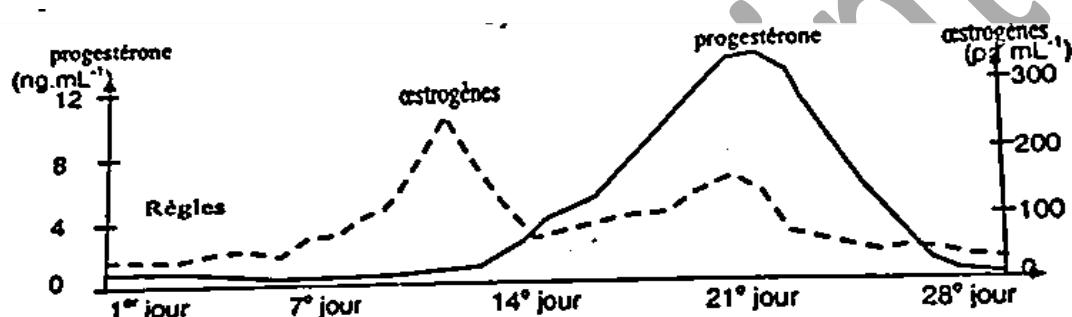


Schéma 11 : Evolution de la concentration plasmatique en hormones ovariennes

Remarque : En cas de grossesse, les sécrétions d'hormones ovariennes augmentent, le placenta produit aussi les œstrogènes et les progestérones. A la fin du cycle, le taux de sécrétion des hormones chutent : c'est l'une des causes de la menstruation.

b) Les hormones hypophysaires

Les sécrétions cycliques d'œstradiol et de la progestérone sont déterminées par la production cyclique de deux hormones hypophysaires : les gonadostimulines, FSH (Hormone folliculostimuline) et LH (Hormone lutéinisante).

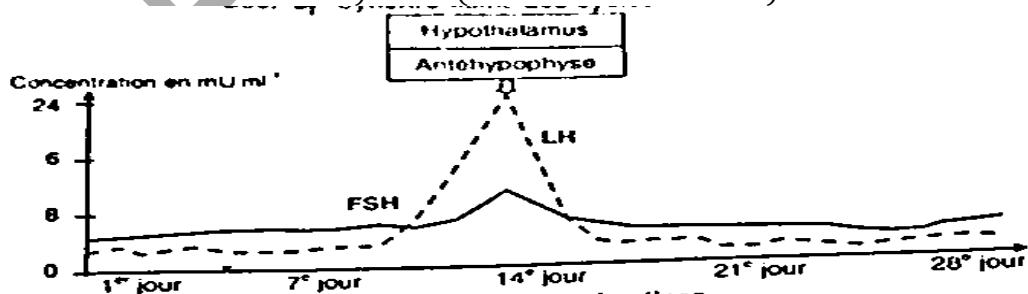


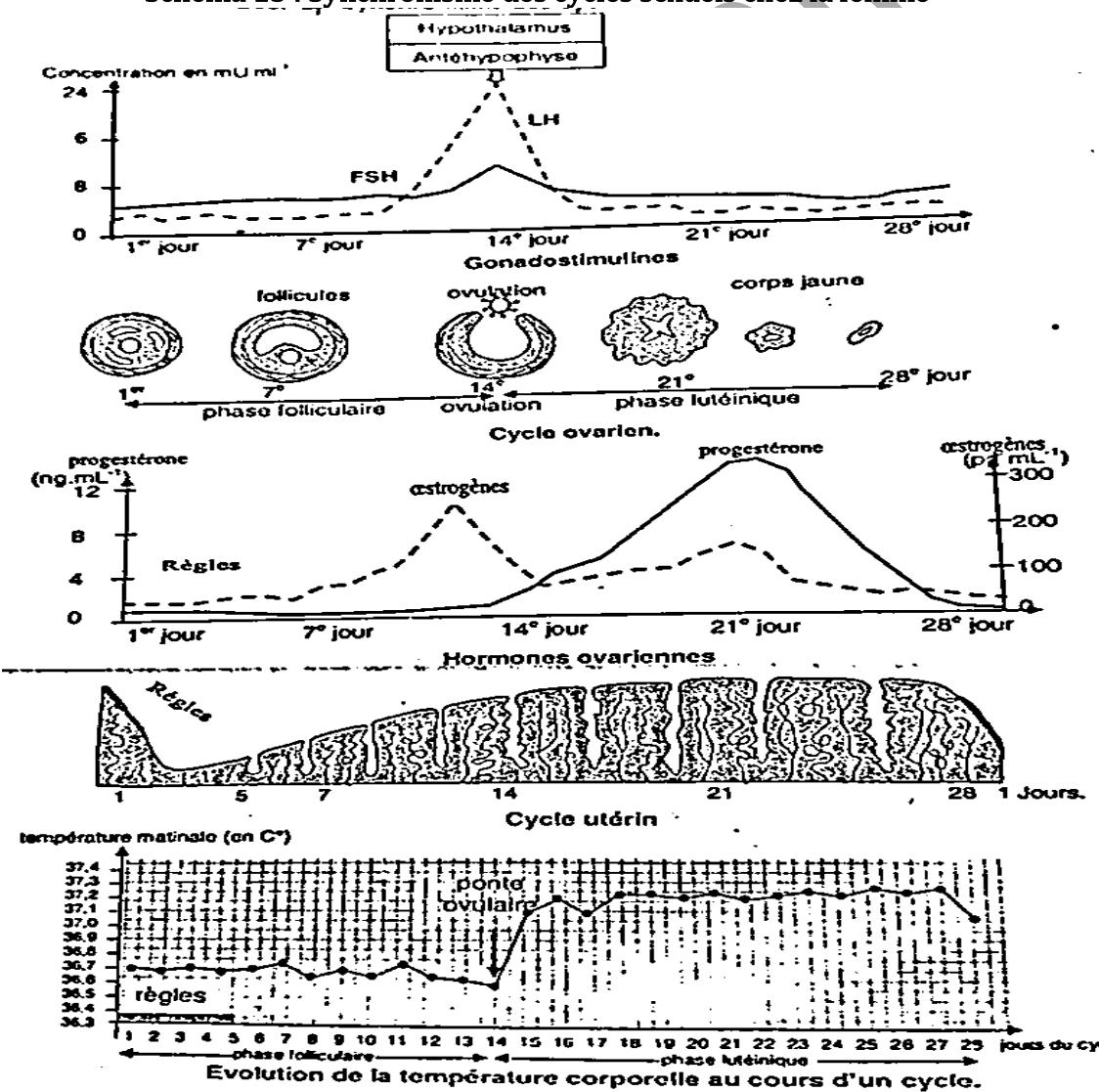
Schéma 12 : variations des taux sanguins des gonadostimulines

- Le taux de la FSH est élevé durant la phase folliculaire et connaît également un pic au moment de l'ovulation. La FSH stimule la croissance des follicules ovariens ainsi que la sécrétion des œstrogènes.
- Le taux de LH est sensiblement constant au cours du cycle, sauf aux alentours du 13^{ème} jour où il apparaît un pic peu avant l'ovulation. Ce pic est responsable de l'ovulation ; pour cette raison, il est appelé décharge ovulante. La LH a pour rôle de favoriser la transformation du follicule rompu en corps jaune et de stimuler la sécrétion d'œstradiol et de progestérone.

c) Hormone hypothalamique :

L'hypothalamus agit sur l'hypophyse par l'intermédiaire d'une neurohormone, la GnRH ou (gonadolibérine) libérée de façon pulsatile dans le sang par l'extrémité des axones des neurones hypothalamiques. La GnRH est un facteur indispensable à la libération des gonadotrophines hypophysaires en stimulant l'antéhypophyse à travers la tige pituitaire.

Schéma 13 : Synchronisme des cycles sexuels chez la femme



V/ La fécondation

C'est l'union du gamète mâle (spermatozoïde) avec le gamète femelle (ovocyte II) en donnant un zygote (individu diploïde). Chez la femme, elle est interne. En effet, elle a lieu à l'intérieur des voies génitales au niveau du tiers supérieur d'une trompe de Fallope ou oviducte. Pendant l'ovulation, l'ovocyte II est expulsé dans la trompe. S'il rencontre les spermatozoïdes, la fécondation peut avoir lieu. L'ovocyte II fusionne avec un spermatozoïde pour donner un œuf ou zygote, point de départ d'un nouvel individu.

1- Etapes de la fécondation

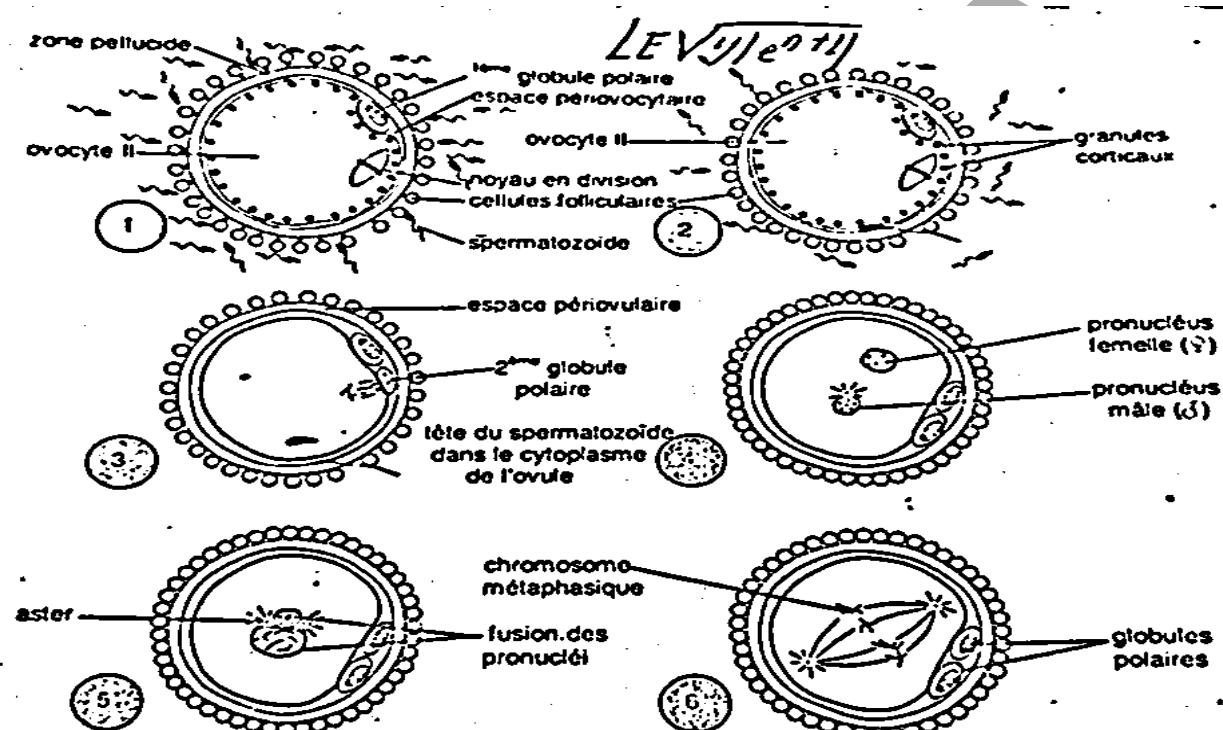


Schéma 14 : Etapes de la fécondation chez la femme

Mais pour que la fécondation ait lieu, un grand nombre de spermatozoïdes est nécessaire. Elle se déroule en six étapes :

1^{ère} étape : Rapprochement des gamètes mâle et femelle

La rencontre entre l'ovocyte et le spermatozoïde a lieu dans l'un des oviductes. La progression des spermatozoïdes vers les trompes est due aux contractions du muscle utérin et à la mobilité de ces derniers. C'est au cours de ce transit vers les trompes que le spermatozoïde acquiert le pouvoir fécondant : c'est la capacitation (phénomène consistant à éliminer le revêtement protéique qui a été déposé au cours du transit dans l'épididyme).

2^{ème} étape : Début de pénétration d'un spermatozoïde dans l'ovocyte

L'accollement du spermatozoïde avec la zone pellucide déclenche la libération des enzymes contenues dans l'acrosome. Grâce à ses enzymes et son flagelle, le spermatozoïde traverse la zone pellucide et pénètre dans l'espace péri ovocytaire.

3^{ème} étape : Pénétration du spermatozoïde dans le cytoplasme ovulaire et réaction corticale

Dès cette pénétration, l'ovocyte II est activé et libère le contenu ses granules corticaux dans l'espace périovocytaire par exocytose ; ceux-ci modifient la zone pellucide qui devient imperméables aux autres spermatozoïdes afin d'éviter le polysperme. L'activation de l'ovocyte II est marquée par :

- * *Reprise de la méiose et l'expulsion du deuxième globule polaire,*
- * *Formation de la membrane de fécondation par expulsion des granules corticaux,*
- * *Reprise du métabolisme.*

4^{ème} étape : Formation des pronucléi mâle et femelle

La méiose est enfin activée. Les noyaux mâle et femelle dans le cytoplasme de l'ovocyte devenu ovule, gonflent considérablement et deviennent ce que l'on appelle des pronucléi (singulier pronucléus). Chaque pronucléus contient n chromosomes. Le pronucléus mâle se rapproche lentement du pronucléus femelle tout en effectuant une rotation de 180° (c'est ce qui place la pièce intermédiaire en direction du noyau de l'ovocyte), tandis que son centriole engendre un aster.

5^{ème} étape : Fusion des pronucléi ou caryogamie

Les deux pronucléi se rapprochent et s'accroissent sur le plan qui passe entre les deux globules polaires, alors que l'aster s'est doublé : c'est la caryogamie ou amphimixie. La cellule qui en résulte est un œuf ou zygote formé par $2n$ chromosomes.

6^{ème} étape : cellule œuf en métaphase de la 1^{ère} division de segmentation

Les membranes nucléaires disparaissent, les chromosomes réapparaissent et se disposent par couples, et chaque comprend un chromosome d'origine maternel. La 1^{ère} division de segmentation de l'œuf marque déjà la vie embryonnaire.

Remarque : Si au cours de la fécondation, il y'a union entre un spermatozoïde portant un chromosome X et un « ovule » portant un chromosome X, on obtient un œuf de type XX qui donnera un enfant de sexe féminin. Si par contre un spermatozoïde portant un chromosome Y fusionne avec un « ovule » portant un chromosome X. On obtient un œuf de type XY qui donnera un enfant de sexe masculin.

2- Les obstacles à la rencontre des gamètes

Ils peuvent être d'origine féminine ou masculine

2-1- Les obstacles d'origine féminine (2/3 des cas)

❖ La stérilité hormonale.

Elles sont dues à une anomalie de l'ovulation soit d'origine ovarienne, car parfois l'ovaire ne contient aucun follicule, soit liée aux commandes hypothalamus-hypophysaire dans ce dernier cas, il peut en résulter :

- * *Un trouble de l'ovulation qui peut être traité par des médicaments appelés inducteurs d'ovulation.*

- * *Une insuffisance lutéale : le corps jaune est défaillant, il y'a bien ovulation ; mais l'œuf marqué va mourir; car la progestérone est indispensable à la nidation.*
- ❖ **L'obstruction ou l'altération des trompes** à la suite d'une infection génitale empêche la rencontre de «l'ovule» et des spermatozoïdes. Seule chirurgie est efficace dans la plupart des cas pour déboucher les déboucher les trompes.
- ❖ **L'endométriose.** C'est la prolifération anormale de cellules de l'endomètre dans les trompes et dans les ovaires. Elle entraîne une stérilité qui nécessite l'ablation chirurgicale de ces îlots cellulaires.
- ❖ **Le trouble de réceptivité du sperme.** L'absence de glaire cervicale ou des anomalies de sa composition empêche la montée des spermatozoïdes dans les voies génitales femelles.
- ❖ D'autre cas, dont la cause n'est pas élucidée, semble être d'origine psychologique.

1-2. Les obstacles d'origine masculine (1/3 des cas)

- ❖ **L'oligospermie**, ou nombre insuffisant de spermatozoïdes dans le sperme. Normalement il y'a au moins 100 millions de spermatozoïdes par ml de sperme. On considère généralement qu'un nombre inférieur à 60 millions par ml peut être responsable d'une infertilité.
- ❖ **L'azoospermie**, ou absence totale des spermatozoïdes dans le sperme. Il peut s'agir d'une absence de production les testicules. Les causes sont multiples : atteinte hypophysaire, atteintes infectieuses, oreillons, cryptorchidie ou d'une obturation des canaux permettant l'acheminement des spermatozoïdes ;
- ❖ **L'asthénosphère ou défaut de mobilité des spermatozoïdes.** Il y'a normalement au moins 50% de spermatozoïdes mobiles dans les spermes.
- ❖ **La tératospermie ou taux anormalement élevé de spermatozoïdes anormaux.** Le pourcentage minimal de spermatozoïdes normaux dans un sperme varie entre 30 et 70%. Les anomalies peuvent concerner toutes les parties des spermatozoïdes (tête, pièce intermédiaire, flagelle).

3- Les techniques de procréation médicalement assistée (PMA)

Elle concerne le transfert de l'embryon, l'insémination artificielle ou toute autre technique permettant la procréation en dehors du processus normal. Différentes techniques médicales et chirurgicales peuvent apporter des solutions à l'infertilité ou à la faible fécondité d'un couple :

1-1. Insémination artificielle.

Elle consiste à déposer les spermatozoïdes préalablement préparés du conjoint ou d'un donneur à l'aide d'une sonde dans la cavité utérine. La femme est soumise à un traitement hormonal qui stimule l'ovulation. Elle permet de remédier aux problèmes de mobilité des spermatozoïdes ou à ceux causés par une glaire cervicale inadaptée. Cette technique permet de rapprocher les spermatozoïdes de l'ovocyte, ce qui augmente les chances de fécondation.

1-2. La fécondation in vitro et le transfert de l'embryon (FIVETE)

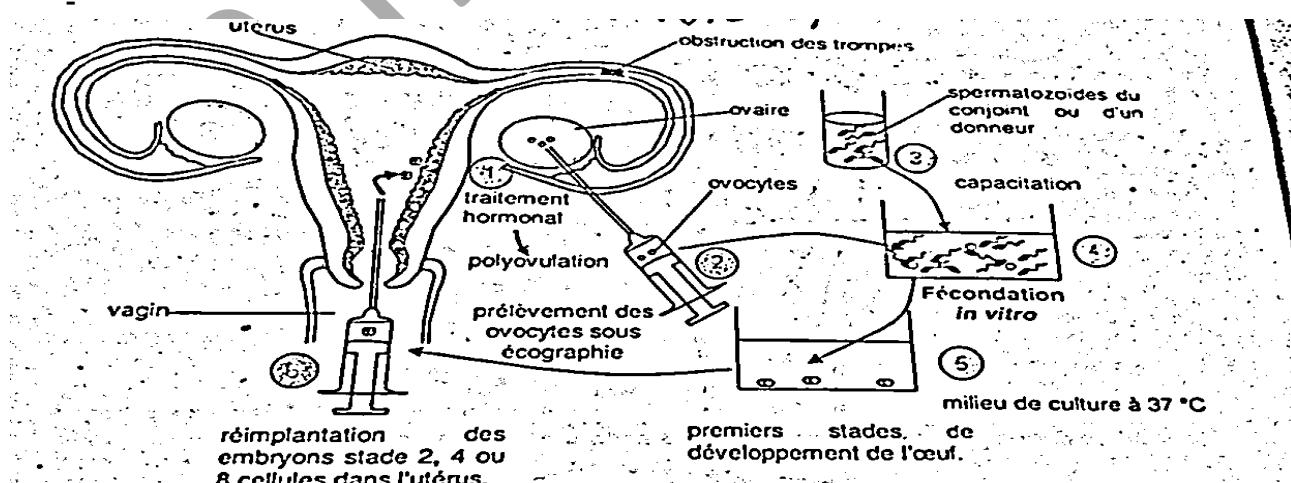
a) Définition

C'est la fécondation en laboratoire à partir des spermatozoïdes et de l'ovocyte II dans un tube à essai ou sur une lame de verre. Elle s'emploie dans le cas où la fécondation par voie naturelle est impossible.

b) Principe

Le principe consiste à :

- déclencher l'ovulation par injection quotidienne d'hormones, à recueillir après une petite incision abdominale, sous contrôle échographique un ou plusieurs ovocytes chez une femme.
- Une fois prélevés, les ovocytes sont placés dans un liquide spécifique auquel on ajoute le sperme du conjoint préalablement préparés. L'ensemble est laissé en incubation pendant plusieurs heures.
- Dès que œufs fécondés atteignent le stade 2, 4 ou 8 cellules, un ou plusieurs embryons sont transférés dans l'utérus de la mère afin d'augmenter la probabilité de grossesse. Deux jours passés en éprouvette pour neuf mois de grossesse ont valu à l'enfant le nom abusif de << bébé-éprouvette >>



VI/ La gestation

La gestation ou grossesse est la période comprise entre la **nidation** et l'accouchement. En principe, pendant cette période, les règles sont suspendues. La grossesse normale dure environ 265 jours ; soit 9 mois et une semaine de gestation.

1- La progestation

La fécondation a lieu dans la trompe. Elle est suivie des 1^{ère} divisions ou segmentations de l'œuf.

Entrainés par les cils qui tapissent la muqueuse de l'oviducte, l'œuf fécondé progresse lentement vers l'utérus tout en poursuivant ses divisions. L'œuf passe successivement au stade 2, 4, 8, 16, 32, 64... blastomères. Au bout de 4 jours, la masse cellulaire, appelée **morula**, atteint l'utérus et commence à s'organiser pour donner une 1^{ère} ébauche embryonnaire nommée **blastocyste**. Ce dernier se libère de la zone pellucide qui le protégeait encore et se fixe dans l'endomètre six jours après la fécondation.

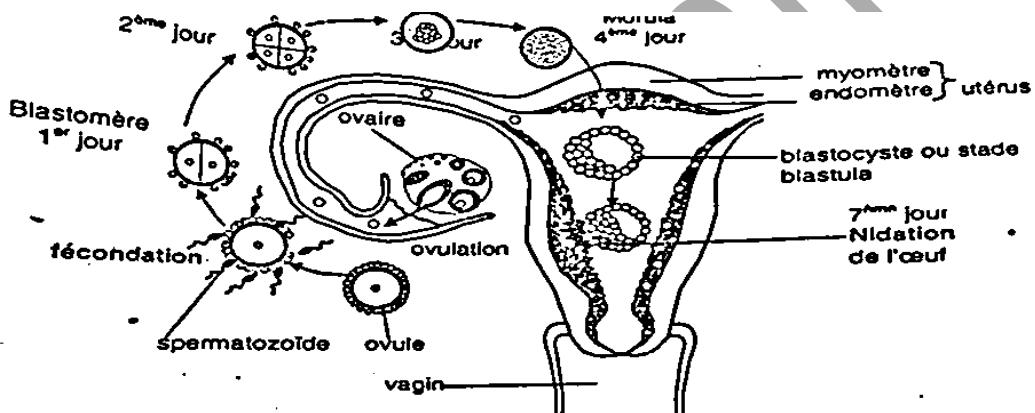


Schéma 16 : Les premières étapes du développement embryonnaire

2- La nidation

C'est l'implantation du blastocyste dans la muqueuse utérine. L'embryon est fixé dans l'utérus par le placenta et protégé par l'amnios (genre de sac à double paroi rempli de liquide amniotique de rôle protecteur qui entoure l'embryon). L'embryogénèse dure trois(3) mois, du 4^e au 9^e mois on parle du fœtus.

Le placenta est un organe ayant plusieurs fonctions :

- ❖ Il fixe l'œuf sur l'utérus de la mère ;
- ❖ Il permet les échanges nutritifs et respiratoires entre la mère et l'embryon via le cordon ombilical ;
- ❖ Il permet la sécrétion des hormones, il a donc une fonction endocrine :
 - La HCG (Gonadotrophine Chorionique Humaine)
C'est la 1^{ère} hormone sécrétée par le placenta, elle stimule les gonades : c'est l'équivalent de la LH.

- La progestérone : sécrétée par le corps jaune d'une manière importante les trois premiers mois de gestation.
- La HPL (Hormone Placentaire Lactogène) : provoque la sécrétion lactée (lait maternel).
- Les œstrogènes : sécrétées en faible quantité mais indispensable à l'action de la progestérone ; on parle alors de synergie de succession entre les œstrogènes et la progestérone car, pour que la progestérone agisse, il faut une présence antérieure des œstrogènes.

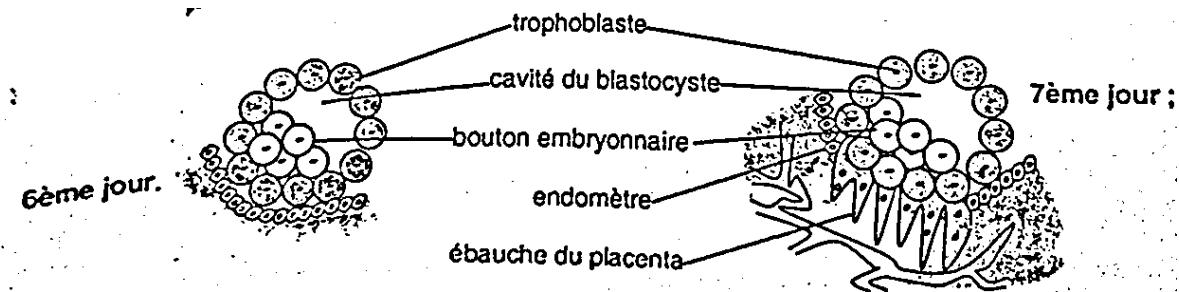


Schéma 17 : Stade blastocyste libre

Schéma 18 : Stade blastocyste à la nidation

VI/ Différents types de grossesse

Il pourrait s'agir d'une grossesse mono-embryonie (un seul enfant) tout comme d'une grossesse jumillaire.

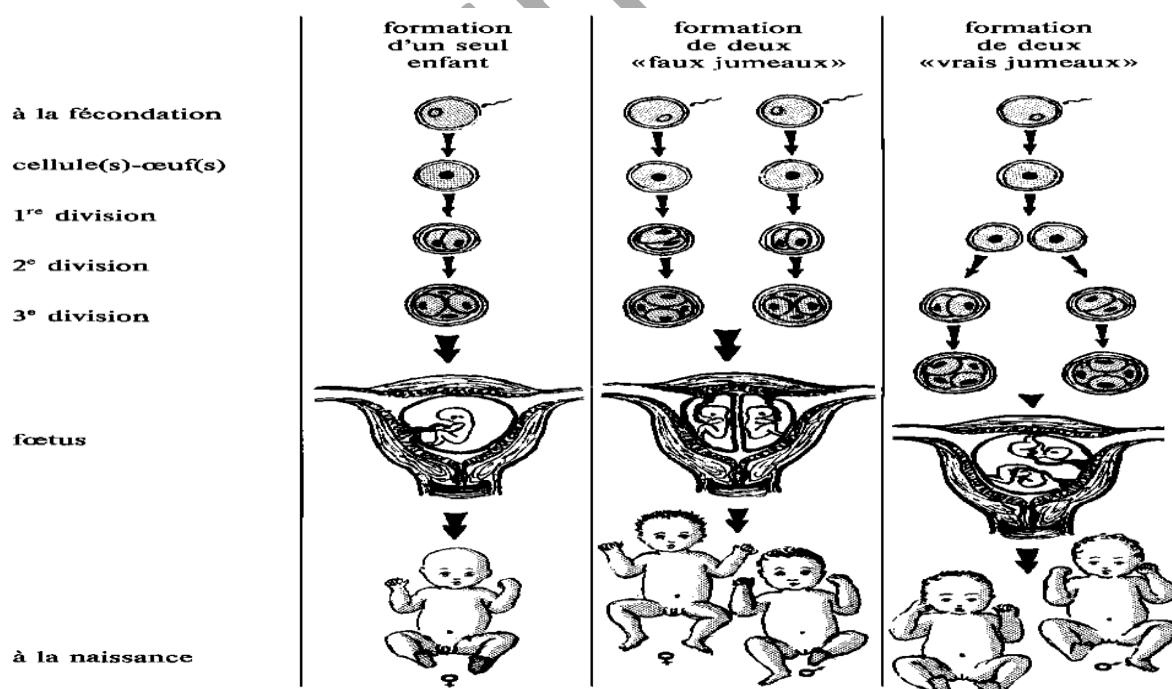


Schéma 19 : Typologie de grossesses

1) Grossesse normale ou mono-embryonie

Ici, un seul embryon se développe et devient le fœtus.

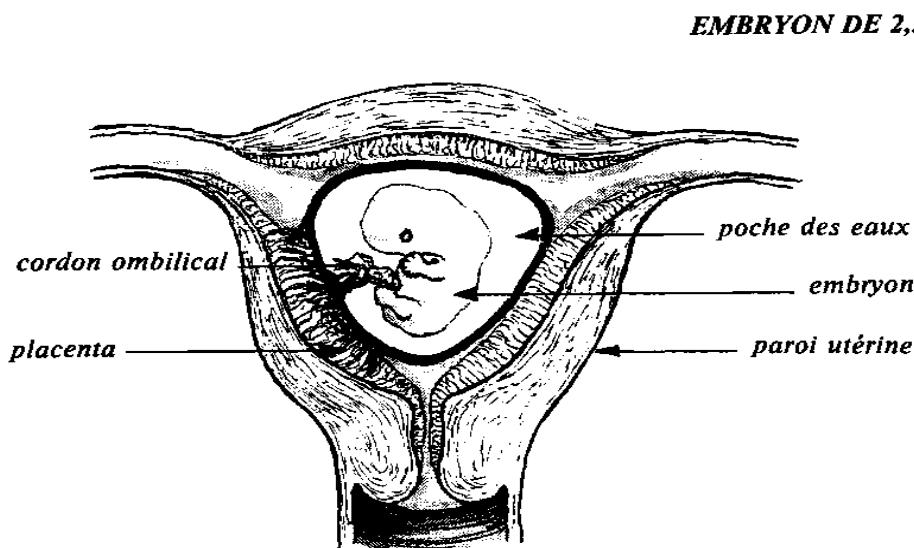


Schéma 20 : Grossesse normale

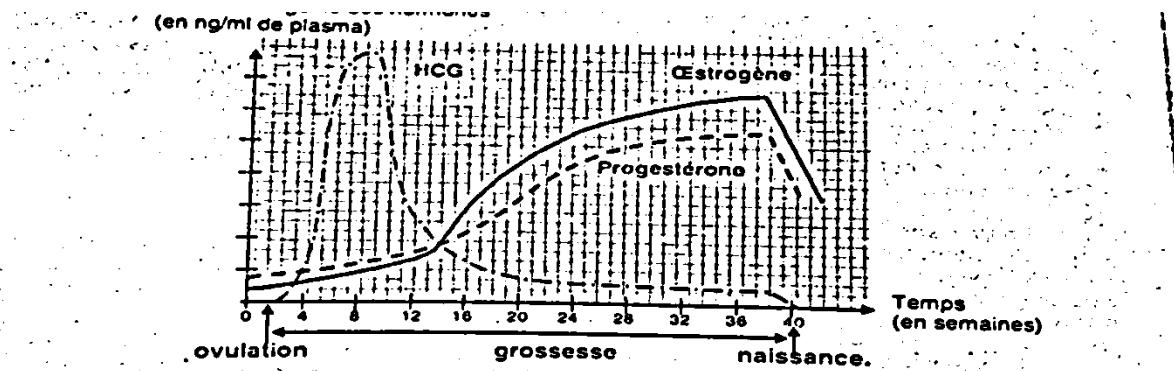
2) Grossesse jumullaire

L'œuf fécondé se développe dans l'utérus. Elle dure en moyenne 270-280 jours et se termine par la parturition ou accouchement. Deux éventualités peuvent se présenter :

- ☞ **1^{ère} éventualité** : Un seul ovocyte II est fécondé au cours des divisions des segmentations, le blastocyste se sépare en deux (2) donnant deux (2) zygotes : On obtient des vrais jumeaux qui sont rattachés à la mère par le même placenta et enveloppés par le même amnios. Ils sont génétiquement (mêmes génotypes et mêmes phénotypes) et morphologiquement (aspect) identiques, donc obligatoirement de même sexe.
- ☞ **2^{ème} éventualité** : Deux ovocytes II sont libérés par l'ovaire et fécondés par deux spermatozoïdes différents. On aura deux fécondations, deux nidations, deux placentas et deux amnios, il s'agit des faux jumeaux qui sont génétiquement et morphologiquement différents, ils peuvent ou ne pas être de même sexe.

3- Modification hormonale au cours de la gestation

Voici la courbe de variations des taux sanguins des hormones au cours de la grossesse (en ng/ml de plasma)



N.B : La grossesse se développe normalement dans l'utérus pendant 9 mois mais on peut constater un développement anormal de l'embryon au niveau des trompes (développement en dehors de l'utérus) : on parle alors d'une grossesse extra-utérine (GEU).

VII/ Contrôle de la reproduction par le complexe hypothalamo-hypophysaire

1. Rôle de l'hypophyse

Le rôle de l'hypophyse dans la reproduction est démontré par les exemples ci-après :

- **Expérience 1 :** L'ablation de l'hypophyse ou hypophysectomie chez l'homme ou chez la femme entraîne les mêmes conséquences qu'en cas d'ablation des gonades, on note : la régression des caractères sexuels secondaires (pilosité, appétit sexuel ou libido ...) et stérilité.

Conclusion : L'hypophyse stimule ou contrôle l'activité des gonades (ovaires et testicules).

- **Expérience 2 :** L'injection à certains rats pendant un mois d'une petite quantité des extraits hypophysaires provoque le rétablissement des organes et leur fonctionnement normal.

Conclusion : L'hypophyse contrôle le fonctionnement des gonades par la voie sanguine ou hormonale. C'est précisément le lobe antérieur ou antéhypophyse qui intervient en sécrétant les gonadotrophines (FSH et LH)

- Chez l'homme, la FSH stimule le déroulement de la spermatogénèse en agissant sur les cellules de Sertoli au niveau des tubes séminifères. La LH agit sur les cellules de Leydig et favorise la sécrétion de la testostérone.
- Chez la femme, la FSH stimule la croissance folliculaire (du follicule tertiaire cavitaire au follicule mur ou de Degrassé) et favorise la sécrétion des œstrogènes. La LH déclenche l'ovulation (pic) et agit sur le corps jaune, stimule la sécrétion de la progestérone et d'œstrogènes.

2. Rôle de l'hypothalamus

Le rôle de l'hypothalamus dans la reproduction est démontré par les exemples ci-après :

- **Expérience 1 :** La rupture de la liaison entre l'hypothalamus et l'hypophyse (tige pituitaire ou hypophysaire) supprime toute sécrétion des gonadotrophines ou gonadostimulines (FSH et LH) par l'hypophyse.

Conclusion : L'hypothalamus stimule l'hypophyse via la tige pituitaire.

- **Expérience 2 :** L'injection continue d'extraits hypophysaires chez ses sujets n'a aucun effet. Cependant, ces effets sont corrigés si les injections se font à des intervalles de temps réguliers et de façon pulsatile.

Conclusion : L'hypothalamus agit sur l'hypophyse par voie sanguine.

- **Expérience 3 :** La destruction des neurones sécréteurs de GnRH (gonadolibérine) dans l'hypothalamus provoque l'arrêt du fonctionnement testiculaire ou ovarien. Des injections continues de la GnRH dans la circulation est sans effet, mais le fonctionnement testiculaire ou ovarien se rétablie si ses injections se font de façon pulsatile.

Conclusion : L'hypothalamus contrôle l'activité hypophysaire par l'intermédiaire d'une neurohormone appelée GnRH ou Gonadolibérine. La GnRH est produite par l'hypothalamus de façon pulsatile.

3. Le feed-back ou rétrocontrôle

On appelle feed-back ou rétrocontrôle, l'action retour exercée par les hormones issues des gonades sur le complexe hypothalamo-hypophysaire.

Il peut être négatif ou positif.

- Il est dit négatif si une augmentation du taux d'hormones ovariennes ou testiculaires freine la libération des gonadostimulines ou gonadotrophines (FSH et LH).
- Il est positif si une diminution du taux d'hormones ovariennes ou testiculaires accélère la libération des gonadostimulines ou gonadotrophines (FSH et LH).

a) Chez la femelle

- **Expérience 1 :** Une femme pubère non gestante biovariectomisée présente une hypophyse hypertrophiée, un utérus moins développée, un arrêt du cycle menstruel et la stérilité survient.

Conclusion : Les ovaires rétrocontrôlent l'activité hypophysaire : on parle de feed-back négatif.

- **Expérience 2:** L'injection des extraits ovariens à cette femme rétablit le bon fonctionnement, le volume normal de l'hypophyse, le bon développement de l'utérus, le déroulement du cycle menstruel sauf la stérilité.

Conclusion : Les ovaires rétrocontrôlent l'activité hypophysaire par l'intermédiaire des hormones (œstrogènes et progestérone).

Chez la femme le feed-back dépend des phases du cycle menstruel :

- **Pendant la phase folliculaire**, le feed-back est toujours négatif et est causé par le faible taux d'œstrogènes.
- **A l'ovulation**, le feed-back est toujours positif, il est causé par l'élévation du taux d'œstrogènes.
- **En fin du cycle ou en phase lutéale**, il est toujours négatif et est causé par le taux élevé de progestérone associé aux œstrogènes.

En résumé, on peut dire qu'au cours d'un cycle, les hormones ovariennes freinent presque tout le temps la sécrétion des gonadostimulines, sauf à un moment très particulier, juste avant l'ovulation, où le rétrocontrôle devient positif.

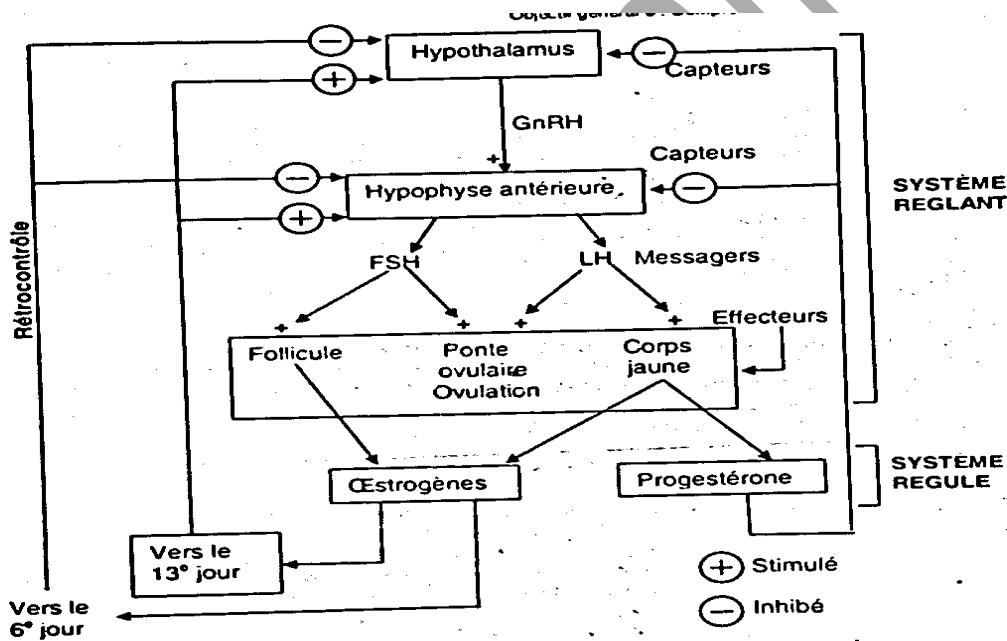


Schéma 21 : Schéma fonctionnel sur la régulation des hormones ovariennes

b) Chez l'homme

- **Expérience 1 :** La castration d'un garçon pubère provoque une hypertrophie de l'hypophyse et la régression des caractères sexuels primaires et secondaires, l'individu devient stérile.

Conclusion : Les testicules rétrocontrôlent l'activité hypophysaire : c'est un feed-back négatif

- **Expérience 2 :** L'injection d'extraits testiculaires (testostérone) à ce jeune rétablit le bon fonctionnement de l'hypophyse, les caractères sexuels primaires et secondaires sauf la stérilité.

Conclusion : Les testicules rétrocontrôlent l'activité hypophysaire par l'intermédiaire d'une hormone: la testostérone. Le feed-back est toujours négatif sur la sécrétion de la LH chez le garçon. Il est provoqué par le taux élevé de testostérone.

Le feed-back lié à la FSH dépend de l'inhibine (hormone produite par les cellules de Sertoli)

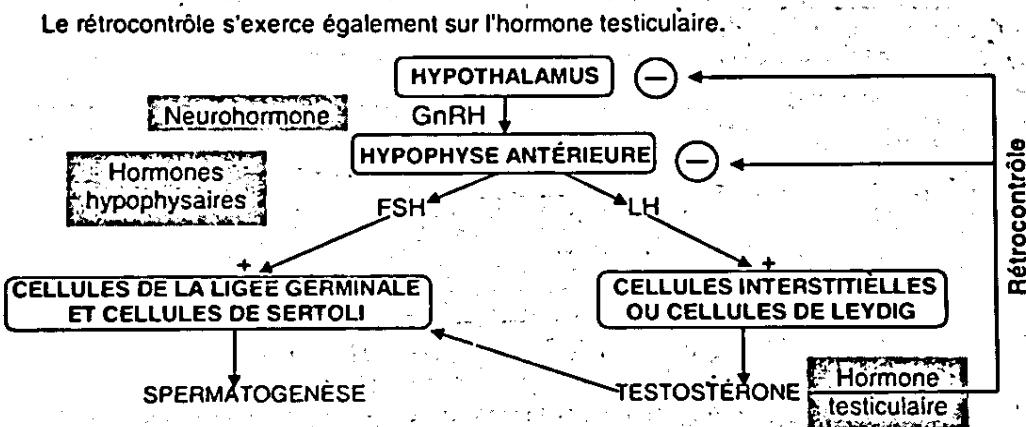


Schéma 22 : Schéma fonctionnel sur la régulation de l'hormone testiculaire

VIII/ Comprendre la fonction endocrine des gonades

1/ Fonction endocrine du testicule

Cette fonction du testicule peut-être comprise à partir des expériences ci-après :

- **Expérience 1 :** La castration ou suppression bilatérale des testicules chez un individu impubère supprime l'apparition des caractères sexuels secondaires, il y a régression des voies génitales et des glandes annexes.

Conclusion : L'apparition des caractères sexuels secondaires (pilosité, appétit sexuel ou libido), le développement génital et des glandes annexes (vésicules séminales, prostate, glande de Cooper) sont assurés par les testicules.

- **Expérience 2 :** La castration ou suppression bilatérale des testicules chez un individu pubère conduit à régression des caractères sexuels secondaires (voix, barbe, pilosité, virilité, musculature)

Conclusion : L'apparition des caractères sexuels secondaires (voix, barbe, pilosité, virilité, musculature) sont assurés par les testicules.

- **Expérience 3 :** L'injection à un sujet impubère des extraits testiculaires conduit à l'apparition précoce des caractères sexuels secondaires et au développement des caractères sexuels primaires.

Conclusion : Les testicules sont responsables de l'apparition des caractères sexuels secondaires et du développement des caractères sexuels primaires au moyen des hormones (testostérone et inhibine) sécrétées par les cellules de Leydig qui sont véhiculées par le sang.

NB : Les effets de la castration peuvent-être corrigés par la parabiose ou greffe (mise en commun par le sang de deux ou plusieurs animaux chirurgicalement)

La testostérone et inhibine sont deux androgènes sécrétés par le testicule et qui maintiennent les caractères sexuels et activer la spermatogénèse. Ces hormones assurent la migration des testicules dans le scrotum ou bourse.

La cryptorchidie est une anomalie due au non descente des testicules dans le scrotum. Dans ce cas, l'individu est dit cryptorchide et est donc stérile.

2/ Fonction endocrine des ovaires

Cette fonction du testicule peut-être comprise à partir des expériences ci-après :

- **Expérience 1 :** L'ovariectomie bilatérale d'une sujette pubère conduit à l'infantilisme génital, à la régression des caractères sexuels secondaires, absence des menstrues et à la stérilité.

Conclusion : Le développement des caractères sexuels primaires, l'apparition des caractères sexuels secondaires ainsi que leur maintien sont assurés par l'ovaire.

- **Expérience 2 :** Le greffage d'ovaire à une sujette ovariectomisée conduit à la correction des troubles liés à ovariectomie (régression des caractères sexuels secondaires, primaires absence des menstrues... sauf la stérilité)

Conclusion : L'ovaire est responsable du développement normal des caractères sexuels primaires, du maintien et de l'apparition des caractères sexuels secondaires par l'intermédiaire des hormones (œstrogènes et progestérone) véhiculées par le sang.

Remarque : Les mêmes effets sont obtenus lorsqu'on injecte les extraits ovariens à une sujette ovariectomisée.

Rôles des hormones ovariennes

Les hormones ovariennes assurent l'apparition des caractères sexuels secondaires, le développement et le maintien des caractères sexuels.

NB : L'injection des œstrogènes entraîne une augmentation de température: c'est donc une hormone hyperthermante.

L'injection de la progestérone entraîne le silence utérin (arrêt de contraction de l'utérus), empêche l'évolution des nouveaux follicules et maintient les modifications de la muqueuse utérine en vue de faciliter la nidation.

IX/ Contraceptions

1- Définition

On appelle contraception, l'ensemble des moyens (méthodes) utilisées pour soit empêcher la production des gamètes, soit la rencontre des gamètes ou soit d'empêcher la nidation de l'œuf résultant de la fusion des gamètes (spermatozoïdes et ovocyte II).

Il existe aujourd'hui divers moyens de contraceptions qui permettent aux couples de choisir d'avoir ou non les enfants. Par ailleurs, l'aide médicalisée à la procréation peut dans certains cas reprendre aux problèmes d'infertilités rencontrés par des couples.

2- Types de contraceptions

On distingue trois types de contraception :

- La contraception naturelle (abstinence sexuelle)
- La contraception mécanique (utilisation des préservatifs)
- La contraception chirurgicale (ligature ou section des voies génitales)
- La contraception chimique (prise des pilules : cas du Norlevo dont le rôle est d'empêcher l'ovulation si celle-ci s'est pas encore produite et de la RU 486 sous forme de comprimé de Mifépristone qui interrompt la grossesse donc favoriser l'avortement en provoquant les contractions utérine)

3- Grossesses indésirées (causes et conséquences)

a) Causes

Elles sont dues par :

- ☞ La pauvreté
- ☞ La dépravation des mœurs (viols, divorce...)

b) Conséquences

Elles ont pour conséquences :

- ☞ Les avortements clandestins
- ☞ Naissances des enfants batards

- ☞ Abondants des nouveau-nés dans les rues et dans les centres hospitaliers
- ☞ Homicides volontaires (les mamans qui jettent les bébés dans les toilettes et dans les cours d'eaux)

Différents types de pilules : niveau d'action et mode d'action

Types de pilules	Composition	Niveau d'action	Mode d'action
Pilule combinée	Œstrogènes + progestérone (normodosée ou minidosée)	Complexe hypothalamo-hypophysaire et	<ul style="list-style-type: none"> - Blocage de la sécrétion de la FSH et de la LH, donc pas maturation des follicules ovariens, pas de pic de LH, et par conséquent pas d'ovulation. - Action double au niveau de l'utérus : d'une part, il y a modification de la glaire cervicale qui devient imperméable aux spermatozoïdes et d'autre part, il y a modification de l'endomètre qui devient impropre à la nidation.
Pilules séquentielle	Œstrogènes +progestérone mais pendant la 1 ^{ère} partie du cycle (10 à 15 jours) puis les Œstrogènes sont administrées seules	Complexe hypothalamo-hypophysaire	<ul style="list-style-type: none"> - Blocage de la sécrétion de le FSH et de la LH, donc pas de pic de LH, et par conséquent pas d'ovulation.
Pilule progestative	Progestérone seule	Utérus	<ul style="list-style-type: none"> - Modification de la glaire cervicale qui devient imperméable aux spermatozoïdes et de l'endomètre qui devient impropre à la nidation.
Pilules du lendemain	Œstrogènes seules administrées massivement	Utérus	<ul style="list-style-type: none"> - Rend l'utérus impropre à la nidation
Pilule "abortive" (le RU 486)	Substance antagoniste à la progestérone	Utérus	<ul style="list-style-type: none"> - Se fixe sur les récepteurs utérins de la progestérone et provoque l'expulsion de l'embryon.

Différentes méthodes contraceptives

Méthodes	Avantages	Inconvénients
Contraception naturelle		
Méthode d'auto-observation (M.A.O), basées sur l'observation de la glaire, de la température et de l'ouverture du col de l'utérus.	<ul style="list-style-type: none"> - Pas couteux. - Pas d'effets secondaires. 	<ul style="list-style-type: none"> - Contraignante. - Risque des I.S.T
Coït interrompu : retirer le pénis avant l'éjaculation.	<ul style="list-style-type: none"> - Pas couteux. 	<ul style="list-style-type: none"> - Contraignant. - Risque d'échec, d'I.S.T et traumatisme.
OGINO ou calcul de cycle pour éviter la période féconde.	<ul style="list-style-type: none"> - Pas couteux. - Pas d'effets secondaires. - Efficace. 	<ul style="list-style-type: none"> - Contraignants. - Longue période d'abstinence. - Risque d'échec et d'I.S.T
Contraception mécanique		
Préservatif masculin et féminin.	<ul style="list-style-type: none"> - Efficacité. - Usage facile. - Moins couteux. - Prévention contre les I.S.T 	<ul style="list-style-type: none"> - Risque de grossesse en cas d'éclatement.
Diaphragme : dispositif qui ferme le col pendant les rapports sexuels.	<ul style="list-style-type: none"> - Efficace. - Moins couteux. 	<ul style="list-style-type: none"> - Contraignant. - Risque d'I.S.T
Stérilet : dispositif installé à demeure par le médecin dans l'utérus pour empêcher la nidation.	<ul style="list-style-type: none"> - Efficace. - Durable (1 à 3 ans). 	<ul style="list-style-type: none"> - Couteux. - Nécessite un médecin. - Risque d'I.S.T, d'inflammations et de perforation de l'endomètre.
Contraception chirurgicale		
Ligature ou section des voies génitales.	<ul style="list-style-type: none"> - Efficace. - Durée indéterminée. 	<ul style="list-style-type: none"> - Irréversible. - Nécessite un médecin. - Risque d'I.S.T
Explosion des testicules aux rayons X.	<ul style="list-style-type: none"> - Efficace. - Durée indéterminée. 	<ul style="list-style-type: none"> - Irréversible. - Nécessite un médecin. - Risque d'I.S.T
Contraception chimique		
Les spermicides : produits chimiques qui tuent les spermatozoïdes.	<ul style="list-style-type: none"> - Efficace. - Usage facile. - Moins couteux. - Tuent certaines bactéries. 	<ul style="list-style-type: none"> - Destruction de la flore vaginale.
L'allaitement : la prolactine inhibe la production de FSH et de la LH par feedback négatif.	<ul style="list-style-type: none"> - Efficace. - Pas couteux. - Sans effets secondaires. 	<ul style="list-style-type: none"> - Risque d'I.S.T - Risque de grossesse avant le retour des couches.
Les pilules :		<ul style="list-style-type: none"> - Risque d'I.S.T

empêchent l'ovulation par feedback négatif, rendent l'utérus impropre aux spermatozoïdes.	- Très efficace.	- Risque d'oubli. - Contraignantes. - Effets secondaires : nausées, douleurs, prise de poids, jambes lourdes, maux de tête.
---	------------------	---

X/ Les I.S.T et le SIDA

Maladie	Agent pathogène	Incubation	Symptômes	Conséquences
SIDA	VIH (virus)	Quelques mois à quelques années	- Fatigue inexplicable. - Amaigrissement marqué. - Toux. - Fièvre persistante. - Affections dites opportunistes.	Immunodéficience sévère entraînant la mort
Syphilis	Tréponème pale (bactérie)	Trois à six semaines	- Apparition du chancre syphilitique et des ganglions hypertrophiés (phase primaire) - Lésions indolores de la peau et des muqueuses appelées syphilides. Elles s'accompagnent d'une fièvre, de maux de tête et fatigue (phase secondaire). - Atteinte cardiaque, neurologique ou osseuse (phase tertiaire).	Maladies cardiaque et neurologique entraînant la mort.
Gonococcie ou blennorragie	Gonocoque (bactérie)	Homme : 2 à 6 jours Femme : imprécise	- Homme : brûlures en urinant et pus urétral. - Femme : douleurs au bas ventre, pertes blanches colorées, brûlures urinaires et douleurs lors du coït - Nouveau-né : pus dans les yeux	Chez le male : épидidyme conduisant à la stérilité. Chez la femme : salpingite conduisant à la stérilité.
Herpès génital	Herpès simplex 2 (virus)	Quelques jours en général	Apparition sur les organes génitaux des petites vésicules remplies de liquide clair groupées en bouquets.	Prédisposition au cancer.
Chlamydiose	Chlamydia (bactérie)	8 jours à 2 mois	- Hommes : urétrite se manifestant par un écoulement matinal. Peut-être asymptomatique. - Femme : leucorrhée vulvo-vaginale ou asymptomatique.	- Conjonctivites et arthrite. - Gonococcie. - Stérilité chez l'homme et chez la femme

Trichomonas uro-génitale	Trichomona s vaginalis (protozoaire)	6 à 30 jours	<p>Femme :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ecoulement vaginal fluide, verdâtre, glaireux et nauséabonde. - Rapport sexuel douloureux à cause de l'irritation de la vulve, du vagin et col. <p>Homme :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Démangeaisons au niveau du méat urinaire et écoulement purulent et douloureux ou asymptomatique. 	<p>Chez la femme :</p> <p>troubles psychiques, frigidité, instabilité affective et conflits sexologiques.</p> <p>Chez la femme :</p> <p>atteinte de la prostate, de l'épididyme, et l'apparition de sang dans le sperme (hémospermie).</p>
Condylome	Papillomavirus (virus)	Quelques semaines à quelques mois	Verrue sur l'appareil génital ou lésions planes.	Tumeur gênante et disgracieuse.
Chancre mou	Hémophylus ducreli (bactérie)	Quelques semaines	<ul style="list-style-type: none"> - Chancre a niveau des organes génitaux ou de l'anus. - Ulcération extrêmement douloureuse mais molle au palper. 	Exceptionnellement peut entraîner la gangrène de la verge.
Candida	Candida albicans (levure pathogène ou champignon)	3 jours à 2 mois	<ul style="list-style-type: none"> - Homme : aucun signe ou inflammation du gland (balanite) et démangeaisons. - Femme : inflammation du vagin et démangeaisons intenses et pertes vaginales grumeleuses blanchâtres 	Rapports sexuels douloureux

XII/ Les interrelations entre la dégradation des mœurs, le nombre d'avortement clandestins et la santé de la femme

Aujourd'hui, l'éducation traditionnelle est en perte de vitesse au profit de celle Occidentale dite libérale. A cause de cela, les jeunes en général échappent de plus en plus à l'emprise des parents et tombent dans des « dérives sexuelles » qui les exposent à tous les dangers qui vont des IST à des grossesses indésirables. Les cas les plus pathétiques sont des avortements clandestins pratiqués par des jeunes filles.

- **Un avortement** est une expulsion naturelle ou provoquée de l'embryon ou du fœtus avant le terme de la grossesse.

Les avortements sont dits clandestins lorsqu'ils sont pratiqués hors du cadre médical et en marge de la législation. Ces avortements présentent des dangers suite à un manque de surveillance médical allant des complications qui sont des hémorragies ou les infections, à la mort des futures mamans.

On dénombre plusieurs cas chaque année. Les hémorragies sont la conséquence de la perforation de l'utérus par des instruments inadaptés souvent dans les conditions hygiéniques désastreuses. Ces complications d'abord locales, ce généralisent ensuite si un traitement à base d'antibiotiques n'est pas administré. Un avortement clandestin peut compliquer d'autres grossesses ultérieures et conduire à la stérilité chez la femme.

XII/ Les maladies sexuellement transmissibles et le SIDA chez l'homme

Les MST (Maladies Sexuellement Transmissibles) sont actuellement appelées IST (Infections Sexuellement Transmissibles) ; car ce sont des infections et non des maladies. L'infection est un signal que l'individu est porteur d'un microbe. Ce dernier ne développera pas forcément une maladie. La maladie est une conséquence d'une infection négligée, l'individu présente alors des signes physiques d'une infection.

1- Le SIDA

a) Historique

Le SIDA est signalé pour la première fois à Los Angeles aux USA en 1981, chez les homosexuels. Rock Hudson (1924-1986), comédien et cinéaste américain est l'une des premières personnalités à avoir déclaré sa maladie.

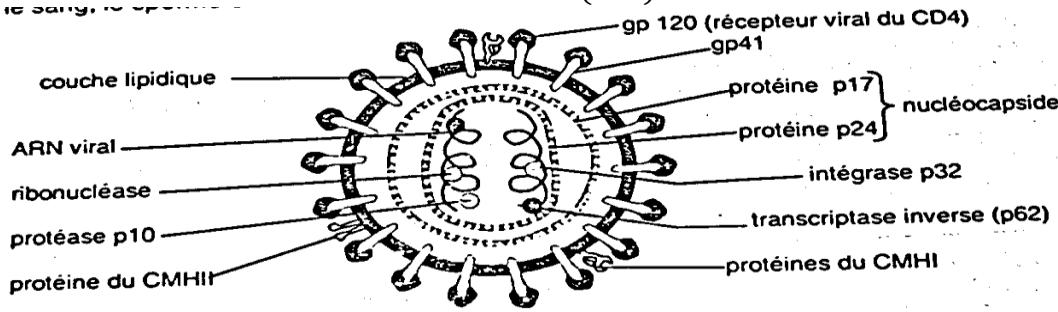
Le VIH1 découvert en 1983 aux USA et le VIH2 découvert en 1986 en Afrique de l'ouest par l'équipe du professeur Luc Montagnier (français)

b) Définitions :

- **SIDA** : Syndrome d'immunodéficience acquise.
- **Syndrome** : ensemble des symptômes.
- **Immunodéficience** : affaiblissement important du système immunitaire.
- **Acquise** : non héréditaire, mais reçu au cours de la vie.
- **Séropositif ou porteur sain** : individu ayant les anticorps anti-VIH.
- **Sidéen** : individu présentant les signes mineurs et majeurs du SIDA.
- **Séroconversion** : passage de l'état séronégatif à l'état séropositif.

c) Agent causal ou pathogène

C'est le virus de l'immunodéficience humaine (VIH) existant sous deux formes :



d) Mode de contamination, prévention et traitement

▪ Mode de contamination

- Par voie sexuelle (80% au Congo) :
 - Pénétration vaginale ou anale sans préservatif ;
 - Contact bouche sexe (mâle ou femelle) ;
 - Contact bouche-anus.
- Par voie sanguine :
 - Transfusion sanguine ;
 - Partage des matériels tranchants souillés ;
- Par voie fœto-maternelle :
 - A l'accouchement ;
 - Au cours de l'allaitement.

▪ Mode de prévention :

- ❖ Utilisation des préservatifs (masculin ou féminin) ;
- ❖ Abstinence sexuelle;
- ❖ Fidélité à un seul partenaire non affecté ;
- ❖ Faire le dépistage systématique du virus lors des dons de sang, d'organes, de tissus, des spermes ou d'ovules ;
- ❖ Faire l'examen prénuptial et/ou prénatal du VIH

NB : Dans la phase terminale d'un malade de SIDA, le taux de VIH dans la salive est élevé et le malade devient contagieux par la salive.

▪ Traitement :

Pas de vaccin contre le VIH pour l'heure.

- L'AZT (l'azidothymidine), empêche la transcriptase inverse (enzyme permettant la transcription du provirus en ARN messager).
- La trithérapie est un traitement contre le SIDA qui associe trois antivirales pour augmenter les effets thérapeutiques.

Le VIH est qualifié de rétrovirus du fait qu'il transcrit l'ARN en ADN donc exerce la rétrotranscription.

e) Les préjugés à combattre

Le mode de contamination du virus du SIDA est bien établi. Il ne se transmet pas par les simples contacts de tous les jours. A savoir :

- La salutation ;
- Le travail d'ensemble ;
- L'utilisation des mêmes téléphones ;
- L'utilisation des mêmes toilettes ;

En général, les gestes quotidiens ne transmettent pas le VIH.

f) Cellules cibles du VIH et mode d'action :

Le VIH est un rétrovirus qui se fixe sur des récepteurs CD4 qui sont les lymphocytes T4. Il injecte dans ces cellules son ARN ainsi que la transcriptase inverse. L'ARN viral est transformé en ADN viral (réetrotranscription) qui s'intègre dans l'ADN des lymphocytes T4. A partir de ce moment deux cas sont possibles :

- Le virus reste dormant, le lymphocyte T4 infecté vit normalement : le sujet est asymptomatique mais séropositif ;
- Le virus devient actif et se reproduit au détriment du lymphocyte T4 qui, à un moment donné éclate et libère un grand nombre de VIH qui vont infecter d'autres lymphocytes T4 : le sujet est séropositif et tend à devenir sidéen.

g) Méthodes de diagnostic :

- Le SIDA est diagnostiqué par le test Elisa, qui consiste à repérer la présence dans le sang d'anticorps anti-VIH. Il s'agit d'une réaction immuno-enzymatique qui fait apparaître une coloration si le sérum testé contient des anticorps anti-VIH : on dit alors que le sujet qui a fourni ce sérum est séropositif. Il est séronégatif dans le cas contraire.
- Le test Elisa donne parfois de faux résultats séropositifs. D'où on pratique le test de Western Blot, certes plus faible que le test d'Elisa mais il est bien plus coûteux et d'une mise en œuvre moins facile ; il est donc utilisé « en second », pour confirmer un résultat positif ou douteux obtenu avec le test Elisa.

2- Les IST (cas de la gonococcie et du syphilis)

2-1- La gonococcie

Encore appelée blennorragie gonococcique ou chaude-pisse, la gonococcie est une IST avec écoulement du purulent qui provoque l'inflammation de certaines régions de l'appareil Uro-génital et des pertes blanches vaginales.

a) Cause

Elle est causée par une bactérie en forme de grains de café, appelée gonocoque de Neisser ou *Neisseria gonorrhoeae* groupés généralement en deux ou diplocoques. Elle vit dans les sécrétions vaginales de la femme et les sécrétions urétrales de l'homme.

b) Mode de transmission

Elle se transmet au cours d'un rapport sexuel non protégé d'une personne infectée à une personne saine, de la mère à l'enfant au cours de la grossesse (gonococcie congénitale).

c) Manifestations ou symptômes

Les premiers signes de la maladie sont discrets chez la femme mais apparents chez l'homme. Les manifestations sont donc différentes dans les deux sexes. Ces différences sont présentées dans le tableau ci-après :

Chez l'homme	Chez la femme
<ul style="list-style-type: none">• Picotements au niveau du pénis et sensations de brûlures intense au moment d'uriner• Ecoulement du pus par le pénis et picotement du canal urétral (souvent dû à l'obstruction de l'urètre entraînant l'impossibilité d'uriner ; d'où la nécessité des sondes)	<ul style="list-style-type: none">• Douleurs au bas ventre• Léger picotements• Parfois, légères pertes blanches colorées• Douleurs lors des rapports sexuels (souvent dues à l'endométriose et salpingite)

NB : Chez le nouveau-né on remarque des pus dans les yeux (conjonctivite) pouvant conduire à la cécité.

d) Moyens de lutte

Il peut s'agir de la prophylaxie ou du traitement.

- **Prophylaxie :**
 - ❖ S'abstenir des rapports sexuels avant le mariage,
 - ❖ Eviter le vagabondage sexuel,
 - ❖ Rester fidèle à un seul partenaire sexuel non infecté,
 - ❖ Exiger le port du préservatif lors des rapports sexuels
- **Traitement :**
 - ❖ Le traitement se fait à base d'antibiotiques et nécessite la présence des deux partenaires. Comme il apparaît un nombre croissant de souches résistantes, un antibiogramme est nécessaire pour déterminer l'antibiotique le plus efficace.
 - ❖ La conjonctivite du nouveau-né est traitée à base d'une goutte de collyre dans chaque œil dès la naissance. Sans traitement précoce et efficace, le malade risque d'être stérile à cause des atteintes d'organes génitaux.

NB : Au cours du traitement les rapports sexuels sont à éviter. Après traitement effectuer un examen de contrôle.

2-2- La syphilis

La syphilis est une IST avec ulcération se manifestant par un chancre et plus tardivement par des atteintes viscérales et nerveuses. Cette maladie autrefois redoutable, est en régression grâce à un traitement adapté.

a) Cause ou agent responsable

Elle est causée par une bactérie hélicoïdale en forme de tire-bouchon et ne vivant que dans des muqueuses des voies génitales : c'est le **tréponème pâle**

b) Mode de transmission

Elle se transmet au cours d'un rapport sexuel non protégé d'une personne infectée à une personne saine, de la mère à l'enfant au cours de la grossesse (syphilis congénitale).

c) Manifestations ou symptômes

Les premiers signes de la maladie apparaissent 2 à 3 semaines après un rapport sexuel contaminant. Trois stades se succèdent si la maladie n'est pas soignée :

- ❖ Apparition d'un chancre (plaie indolore et purulente) sur les organes génitaux ou sur la bouche et disparition sans traitement ;
- ❖ 3 mois plus tard, apparition des taches roses sur le corps et surtout sur la plante des pieds, puis disparition quelques semaines plus tard et le malade ignore sa maladie ;
- ❖ Des complications plus graves peuvent survenir même 10 ans plus tard :
 - chute des cheveux,
 - atteinte des os,
 - atteinte du cœur,
 - Crises de folie suite à des atteintes du cerveau et stérilité.

d) Moyens de lutte

Il n'existe ni vaccin ni traitement préventif contre la syphilis.

La prévention passe par :

- Le port du préservatif lors des rapports sexuels,
- Dépistage chez les femmes enceintes,
- S'abstenir des rapports sexuels avant le mariage,
- Eviter le vagabondage sexuel,
- Rester fidèle à un seul partenaire sexuel non infecté,
- Exiger les examens prénuptiaux.

Conclusion générale

Pendant l'enfance les organes reproducteurs fonctionnent au ralenti. Mais, au cours la **puberté** ils deviennent de plus en plus actifs, produisant à la fois des **cellules reproductrices** et des **hormones** sexuelles. Ce changement entraîne les transformations physiques et psychologiques qui font que l'enfant devient adolescent(e), puis adulte ; il ou elle devient alors capable de procréer incité par un grand désir sexuel appelé libido. La production d'hormones et de cellules sexuelles est commandée par le cerveau, par le CHH (Complexe Hypothalamo-Hypophysaire). Les comportements sexuels stimulés par la libido, peuvent amener l'Homme à contacter des IST et le SIDA.

La reproduction humaine nécessite une phase préparatoire de formation des gamètes appelée gamétogénèse (**ovogenèse** pour les ovocytes, et **spermatogenèse** pour les spermatozoïdes). Au cours de laquelle, les cellules vont subir une réduction du nombre de chromosomes : **c'est le passage de la diploïdie à l'haploïdie**. Puis, après fécondation la **diploïdie est rétablie**, puisque chacun des gamètes contient 23 chromosomes. Cette fusion va permettre la formation d'un individu viable : le **zygote** contenant 46 chromosomes, dont la moitié provient de la mère et l'autre moitié du père. Ce dernier a donc une identité génétique propre. Et il s'agit plus d'une **procréation** (formation d'un nouvel être) que d'une reproduction (à l'identique).

La main Sainte

TRAVAUX DIRIGÉS DE REPRODUCTION HUMAINE

EXERCICE N°1

- 1- La figure A présente l'appareil génital de l'homme. Annotez -le et exposez la fonction mixte de l'élément 17.
- 2- Identifiez la figure B et légandez-le. Quel est le rôle des éléments 2 et 3 ?
- 3- Schématissez et annotez soigneusement l'élément 7 de la figure B.
- 4- La figure C présente l'appareil génital de la femme. Annotez -le et exposez la fonction mixte de l'élément 15.
- 5- Identifiez la figure D et légendez-le.
- 6- Schématissez et annotez soigneusement l'élément 7 de la figure D.
- 7- Dans les éléments 17 (figure A) et 15 (figure C) se déroule un phénomène important permettant la formation des gamètes. Dites lequel et décrivez-le suivant le sexe concerné.

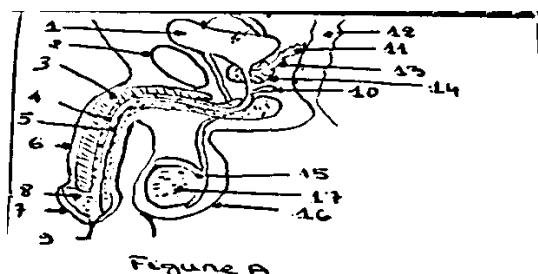


Figure A

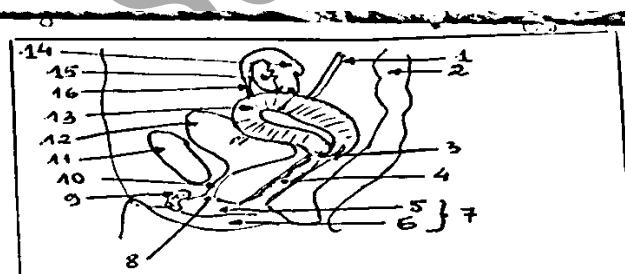


Figure C

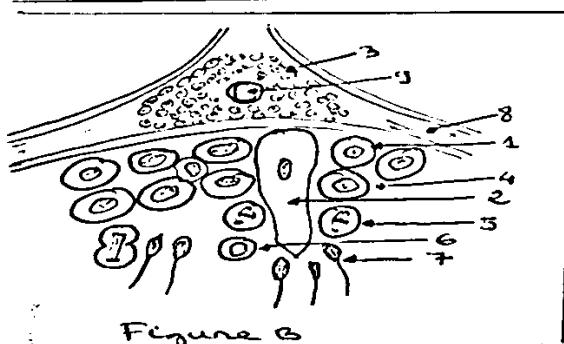


Figure B

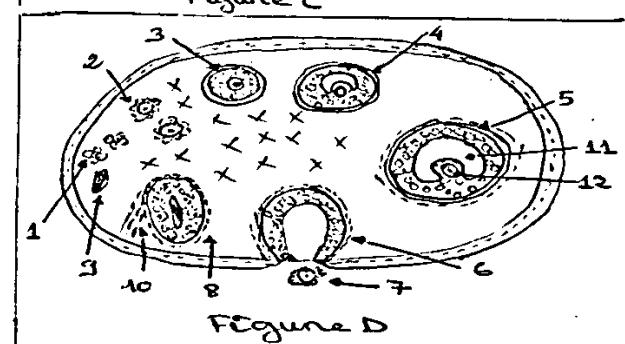


Figure D

EXERCICE N°2

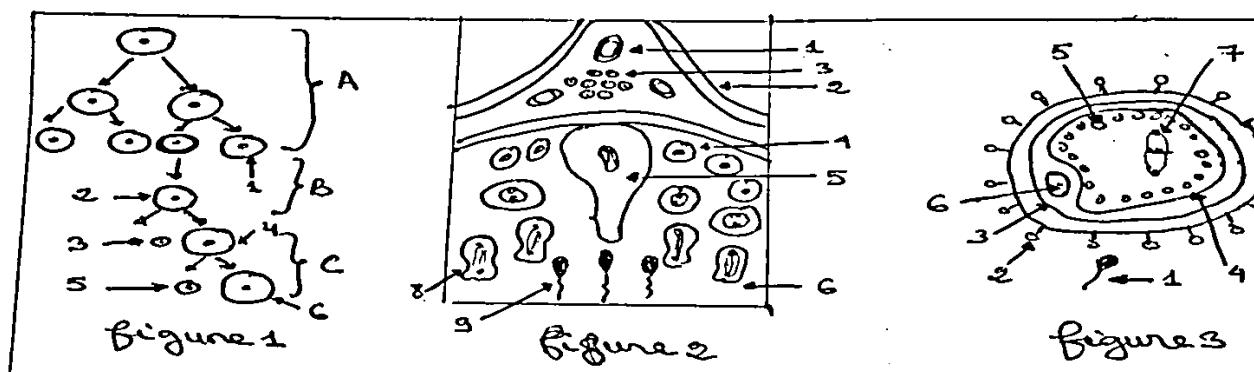
On considère les cellules sexuelles de l'espèce humaine.

- 1- Indiquez le nombre de chromosomes et en précisant leur nombre de chromatides ainsi que le nombre de spermatozoïdes qui en sont issus pour chacun des stades suivantes :
 - a- Une spermatide.
 - b- Un spermatocyte II.

- c- Un spermatocyte I.
- 2- L'ovocyte II et le 1^{er} globule polaire, portent-ils le nombre de chromosomes ? Justifiez.
- 3- Même question pour l'ovotide et le 2^{ème} globule polaire.

EXERCICE N°3

- A- La figure 1 illustre un phénomène important qui se déroule chez la femme et qui est l'un des événements indispensables assurant la pérennité et la multiplication de l'espèce humaine.
- 1- Annotez cette figure suivant la numérotation et les lettres sans le reproduire.
 - 2- De quel phénomène s'agit-t-il ? Décrivez-le succinctement.
 - 3- Dans quelle glande se déroule -t-il ?
 - 4- Donnez le nombre de chromosomes des cellules 1 ; 2 ; 3 ; 4 et 6.
- B- La figure 2 est un schéma d'une coupe d'une portion de tube séminifère de testicule humain.
- 1- Donnez la légende selon la numérotation.
 - 2- Quel rôle joue l'élément 5.
 - 3- Décrivez brièvement les étapes visibles du processus en cours au niveau de cette figure.
- C- La figure 3 présente une étape importante d'un phénomène qui se déroule dans les voies génitales de la femme.
- 1- De quel phénomène s'agit-il ? Justifier en donnant le résultat attendu à la fin.
 - 2- Combien de types de cellules trouvez-vous là ? lesquelles ?



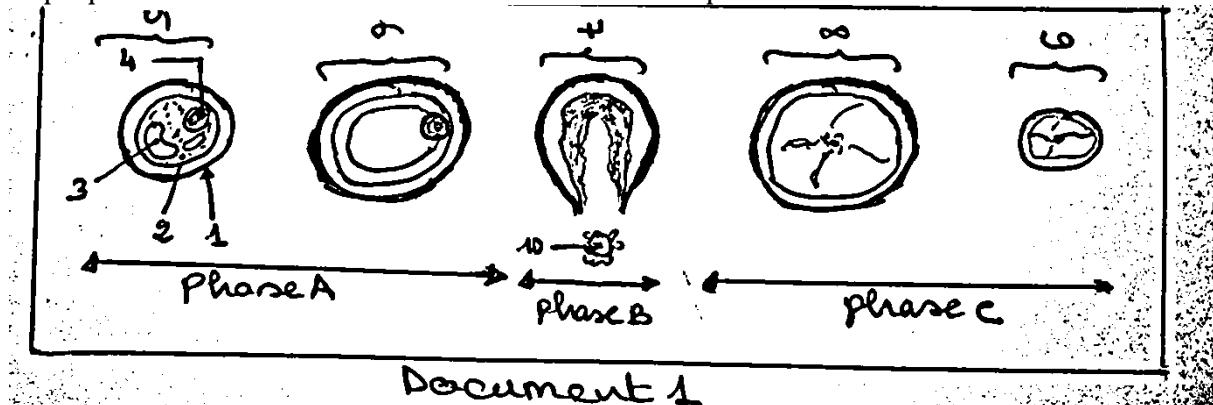
EXERCICE N°4

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

- 1- Annotez les schémas du document 1 selon la numérotation.
- 2- Identifiez les phases A ; B et C du cycle ovarien présentées dans le même document 1.
- 3- Pour chacune des périodes suivantes du cycle sexuel normal de 28 jours :
 - a- 13^{ème} jour du cycle sexuel (juste avant ovulation)
 - b- 21^{ème} jour du cycle sexuel

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

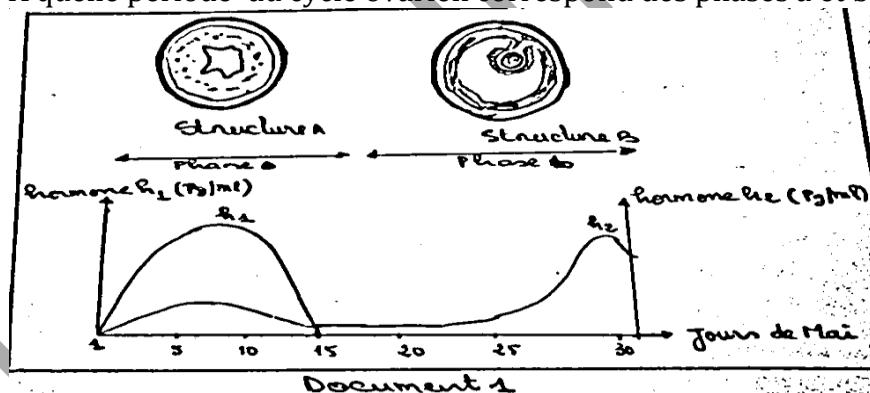
- 4- Expliquez le rôle des hormones ovaries dans le phénomène de menstruation.



EXERCICE N°5

1- Le document 1 représente les schémas de deux structures ovaraines qu'on peut observer dans les ovaires d'une femme au cours d'une période allant du 1^{er} mai au 31 mai. Durant cette période, le dosage des hormones ovaraines chez cette femme a permis d'établir la courbe d'évolution des taux de ces hormones ovaraines (h_1 et h_2).

- a- Identifiez les structures A et B observées dans les ovaires de cette femme ainsi que les hormones h_1 et h_2 .
 b- A quelle période du cycle ovarien correspondent les phases a et b ?



2- Afin de comprendre la commande hormonale de la fonction reproduction chez la femme, on fait les expériences suivantes sur une guenon dont la fonction reproductrice est voisine de celle de la femme.

Expérience 1 : Chez une guenon l'ablation de l'hypophyse provoque l'interruption du cycle ovarien et du utérin.

L'injection régulière à cette guenon de doses de FSH (hormone folliculostimulante) provoque le développement de follicules ovariens, mais il n'y a pas d'ovulation et la muqueuse utérine reste peu développée. L'injection ensuite d'une dose de LH (hormone lutéinisante) provoque après quelques heures.

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

Expérience 3 : Des lésions effectuées au niveau de certaines zones de l'hypothalamus d'une guenon pubère provoquent l'arrêt des cycles utérins et ovariens, l'atrophie de l'utérus et la chute importante du taux sanguin de FSH et de LH chez cette femelle.

On observe le même résultat si on pratique une ligature au niveau de la tige reliant l'hypophyse à l'hypothalamus.

- a- Que peut-on conclure des résultats de chaque expérience ?
- b- Exploitez ces résultats expérimentaux pour établir sous forme d'un schéma fonctionnel annoté les relations entre l'ovaire, l'utérus, l'hypophyse et l'hypothalamus.

EXERCICE N°6

Une fille règle le 15 novembre 2015, sa température corporelle matinale au réveil oscille autour de 36,7°C jusqu'au 1^{er} décembre. Cette température descend à 36,5°C avant de s'élever ensuite au-dessus de 37°C du 2 au 15 décembre puis descend à 36,5°C le 16 décembre.

- 1- Quelle est la durée de son cycle ?
- 2- Déterminez la date probable de l'ovulation chez cette fille.
- 3- Déterminez la période féconde de ce cycle.
- 4- Quelle serait la date de ses prochaines règles supposant qu'il s'agit d'un cycle régulier.

EXERCICE N°7

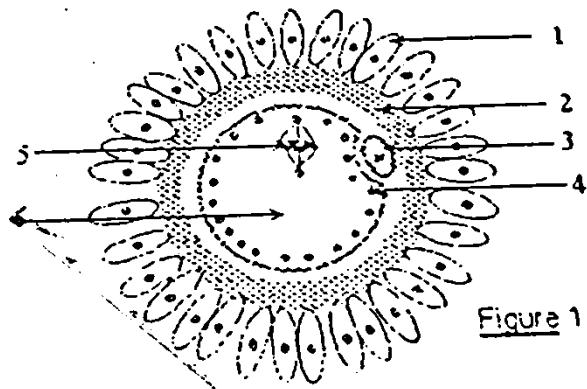
Une femme de 36 ans accouche des jumeaux, tous de sexes masculin, dans un centre hospitalier d'une ville A. L'un des jumeaux est noir comme sa mère et son père, l'autre est mulâtre (communément appelé métis). A sa sortie de l'hôpital, les visiteurs s'étonnent car il s'agit pour eux d'un sujet de discussion. La mère de cette jeune femme crie à la sorcellerie et accuse son frère ainé qui n'a eu la vie sauve que grâce aux agents de la force de l'ordre. Le premier enfant de cette jeune femme, né d'un premier mariage est en classe de terminale D et fréquente le Centre d'Encadrement la Lumière du Soir ; il avait lu dans un quotidien de la ville « Les vrais jumeaux sont toujours de même sexe... »

Après la lecture de ce texte, répondez aux questions suivantes :

- 1- S'agit-il des vrais ou des faux jumeaux ? Justifiez votre réponse.
- 2- La phrase retenue par votre collègue s'applique-t-elle dans ces conditions ? Est-elle complète ? Si non complétez-la ?
- 3- Monsieur X, présumé père de ces jumeaux, exige un examen sanguin afin de déterminer leurs groupes sanguins. Les résultats obtenus se présentent de la manière suivante : Mx groupe A, Mme X groupe B, l'un des jumeaux (noir) groupe O et l'autre mulâtre, groupe B.
Monsieur X entreprend une procédure de désaveux à l'issue de ces résultats mais la justice rejette sa décision. Mx a-t-il raison de fonder sa procédure de désaveux à partir de ces résultats ? Justifiez votre réponse par une démonstration scientifique.
- 4- Un examen complémentaire est alors exigé, le test de l'ADN. Les résultats prouvent qu'il est le père de l'un des jumeaux, le noir et le deuxième appartient à Monsieur Y, sujet de race blanche, en service dans cette ville.

Comment pouvez-vous expliquer qu'une femme puisse accoucher des jumeaux de pères différents ? Votre exposé doit être succinct et clair.

- 5- La figure 1 représente une cellule reproductrice. Nommez-la à partir de la numérotation tout en précisant si possible la garniture chromosomique de chaque structure sachant que cette espèce est à $2n = 46$.



EXERCICE N°8

Chez la femme, le fonctionnement de l'appareil génital est marqué par des transformations qui se produisent identiques à elles-mêmes ceci à intervalle de temps régulier. On parle de cycles sexuels. Les manifestations extérieures de ces cycles étant les règles ou menstruations, les cycles sexuels chez la femme sont qualifiés de cycles menstruels. Ils durent en moyenne 28 jours. Ces transformations cycliques concernent les ovaires, l'utérus, le vagin et les sécrétions hormonales. Les cycles sexuels sont synchronisés.

- 1- Définissez les mots suivants : menstruation ; ovaire et hormone.
- 2- Citez les différents cycles sexuels que vous connaissez.
- 3- Tous les cycles sexuels comprennent 3 phases. Les citer et les caractériser ?
- 4- L'ovaire de la femme a une fonction mixte. Pourquoi ?
- 5- Le complexe hypothalamo-hypophysaire contrôle l'activité ovarienne par des sécrétions hormonales. Quelles sont ces hormones et leurs modes d'actions sur l'ovaire. Les ovaires produisent trois catégories d'hormones. Lesquelles ?
- 6- Expliquez le synchronisme des cycles sexuels chez la femme.
- 7- Schématissez et annotez le follicule de De graff et l'ovocyte II.

EXERCICE N°9

Les femmes en dehors des périodes de grossesses ont des ovulations cycliques et des menstruations qui au-delà de 50ans disparaissent.

- A- Le document 1 présente des dosages d'hormones ovariennes réalisées chaque jour pendant 28 jours, chez deux groupes de femmes, d'une part âgée de 25ans, d'autre part âgée de 50ans.

Des coupes d'ovaires effectuées chez des femmes de 50ans ne présentent aucun follicule mûr, les follicules primaires sont dégénérés et l'ovaire est envahi par un tissu conjonctif.

- 1- Comparer sous forme de tableau les courbes des figures a et b.
- 2- Pourquoi le taux d'hormones ovariennes chez la femme de 50ans est-il maintenu à ce niveau ?
- B- Chez les deux groupes de femmes étudiées, on suit l'évolution du taux d'hormones lutéinique (LH), une des hormones sécrétées par l'Antéhypophyse. Les résultats sont représentés sur le graphique de la figure C du document 1
- 1- A partir de ces courbes du document 1, mettez en relation les taux d'hormones chez la femme de 25ans d'une part et chez la femme de 50ans d'autre part.
- 2- En déduire le déterminisme de la ménopause chez la femme de 50ans.

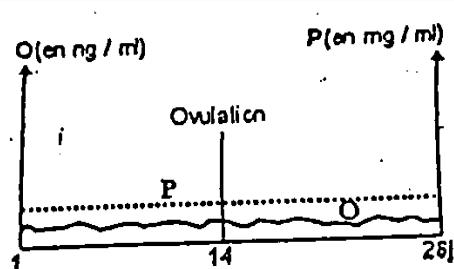


Figure a (femme de 50 ans)

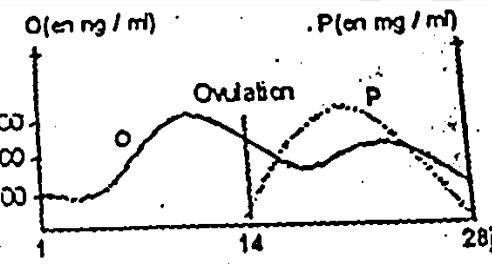


Figure b (femme de 25 ans)

O = oestradiol
P = progesterone

Document 1

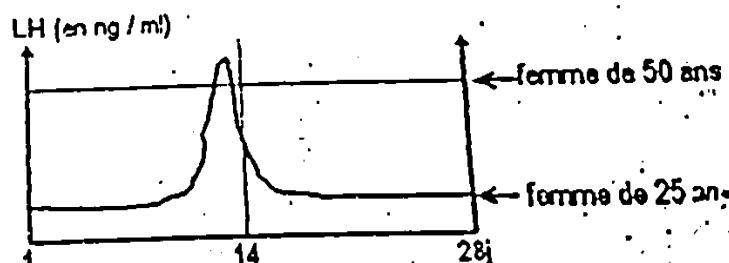


Figure c

EXERCICE N°10

Monsieur Alfred Tiran et sa femme Mira Tiran sont mariés il y a plus de 4 ans. Ce couple, jusque-là n'a pas d'enfant. Pour connaître l'origine de cette stérilité conjugale, Monsieur Alfred et sa femme décident de consulter un médecin. Le médecin démontre après les résultats des examens de Madame Tiran que cette dernière ne présente aucune anomalie de conception. Le document 1 présente les résultats du spermogramme de Monsieur Alfred comparés à ceux d'un témoin normal.

Caractéristiques	Témoin (homme normal)	Monsieur Alfred
Volume d'éjaculat	4,2ml	0,5ml
pH	7,8	7,6
Viscosité	Normale	Normale
Numération des spermatozoïdes	400.000.000	2.000.000
Vitalité (1heure)	80% de formes vivantes	5% de formes vivantes
Formes atypiques	20%	40%

Mobilité % normale % immobile	55 à 45 40 à 50	1 à 0 93 à 100
-------------------------------------	--------------------	-------------------

Document 1

- 1- Quel est le problème posé ?
- 2- Formulez 4 hypothèses pouvant expliquer ce problème.
- 3- Analysez le document 1 et donnez deux hypothèses à retenir pour ce problème. Justifiez.
- 4- Quelles solutions peut-on envisager pour résoudre le problème de ce couple ? Justifiez.

EXERCICE N°11 BAC "C" 2014

Pour comprendre la fécondation chez la lapine, les expériences suivantes sont réalisées :

- 1- Avant l'accouplement, les ovaires de la lapine ne présentent que des follicules ; jamais de corps jaune. Par contre, 10 heures après un accouplement, on observe des corps jaune.
 - a- Quel phénomène s'est produit entre l'accouplement la 10^{ème} heure ?
 - b- Quelle particularité présente le cycle sexuel de la lapine par rapport à celui de la femme ?
- 2- Pour élucider le mécanisme de ce phénomène physiologique, on réalise les expériences suivantes :

Expérience 1 : on peut provoquer artificiellement l'ovulation de la lapine par stimulation électrique du vagin et du col utérin.

Expérience 2 : si on sectionne tous les nerfs du vagin et du col, l'accouplement n'est pas suivi de l'ovulation.

Expérience 3 : si on enlève l'hypophyse d'une lapine une heure après l'accouplement, l'ovulation n'a pas lieu.

Expérience 4 : si on enlève l'hypophyse d'une lapine trois heures après l'accouplement, l'ovulation a lieu.

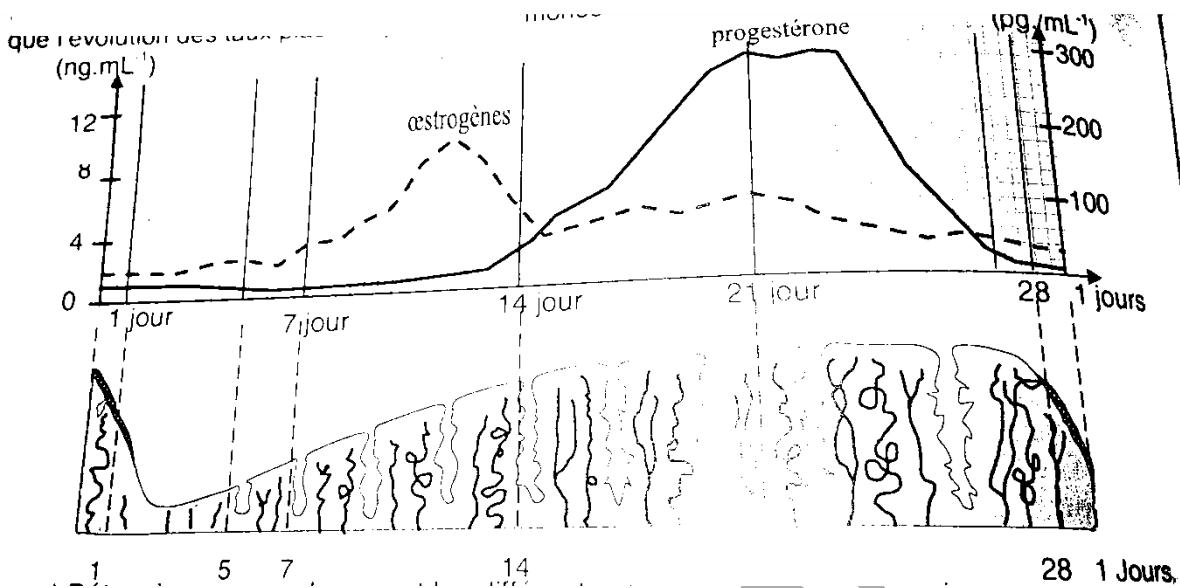
- a- Interprétez ces expériences.
- b- Faire un schéma fonctionnel montrant le processus du déclenchement de l'ovulation chez la lapine

EXERCICE N°12 Bord bleu P114

A-

- 1- Le document ci-dessous représente l'évolution de la muqueuse au cours d'un cycle ainsi que l'évolution des taux plasmiques des hormones ovariennes.
 - a) Déterminez sur ce document les différentes phases d'un cycle ovarien.
 - b) Décrivez les modifications de l'utérus au cours d'un cycle.
- 2- Comment peut-on expliquer le synchronisme du cycle ovarien et du cycle utérin ?
- 3- Citez d'autres phénomènes cycliques (évoluant sur une période de 28 jours) chez la femme.





B-

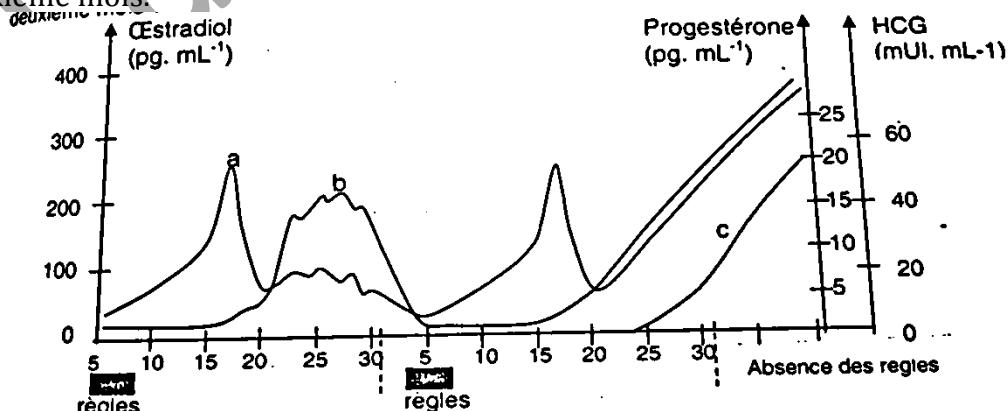
- 1- Citez les différences concernant la production des spermatozoïdes chez l'homme et la production des ovules chez la femme.
- 2- Quelle relation existe-t-il entre l'ovaire et l'hypophyse ?
- 3- a) Qu'appelle-t-on FIVETE ?
b).En quoi consiste-t-elle ?
c).En quoi cette technique est-elle différente de l'insémination artificielle ?
d).Quelle est le problème biologique que cherchent à résoudre ces deux techniques ?

EXERCICE N°13 Bord bleu P115

En cas de grossesse chez une femme, les profils hormonaux du cycle menstruel se trouvent modifiés et les règles disparaissent. Le graphique ci-dessous montre l'évolution des taux de trois hormones : l'œstradiol, la progestérone et la HCG, sur une période de plus de deux mois.

Observez le graphique et répondez aux questions suivantes :

- 1- Identifiez les courbes a et b en justifiant votre choix.
- 2- Emettez une hypothèse pour expliquer l'allure des deux courbes après le 20 du deuxième mois.



- 3- Identifiez l'hormone dont la variation du taux sanguin est représenté par la courbe c et à l'aide de vos connaissances dites, pourquoi sa sécrétion ne commence qu'après un certain temps.

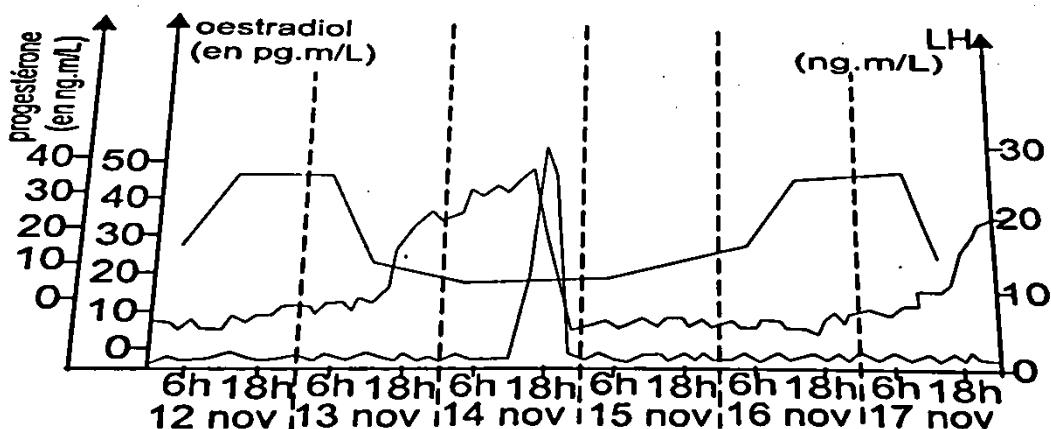
- 4- La présence de l'hormone c apporte-t-elle une précision sur l'hypothèse émise à la question 2 ?

EXERCICE N°14 Bord bleu P116

- A- L'ovariectomie, d'une façon bilatérale, provoque une élévation des taux sanguins de FSH et de LH. On constate aussi ce fait chez la femme ménopausée. En revanche, l'injection d'œstrogènes et de progestérone dans les conditions normales provoque une diminution des taux sanguins de FSH et de LH.
A partir ces expériences, expliquer les principes et les conséquences des rétroactions des hormones sexuelles femelles sur l'axe hypothalamo-hypophysaire.
- B- Certaines cellules de l'hypothalamus sécrètent une protéine qui, véhiculée par le sang circulant dans un petit système capillaire unissant l'hypothalamus et l'hypophyse stimule la sécrétion des gonadostimulines.
- Comment nomme-t-on cette protéine ?
 - Pourquoi appelle-t-on cette protéine neurohormone gonadolibérine ?
 - Citez les hormones produites par l'hypophyse.
 - Chez un animal dont les cellules la gonadolibérine ont été détruites, on place des implants libérant cette même protéine en quantité suffisante. Mais on ne parvient tout de même pas à restaurer la sécrétion de FSH et de LH. Pourquoi ?

EXERCICE N°15 Bord bleu P117

Les graphes représentent les variations des concentrations plasmatiques de progestérone, d'œstradiol et hormone lutéinisante (LH) observées chez une ratte entre le 12 novembre et le 17 novembre.

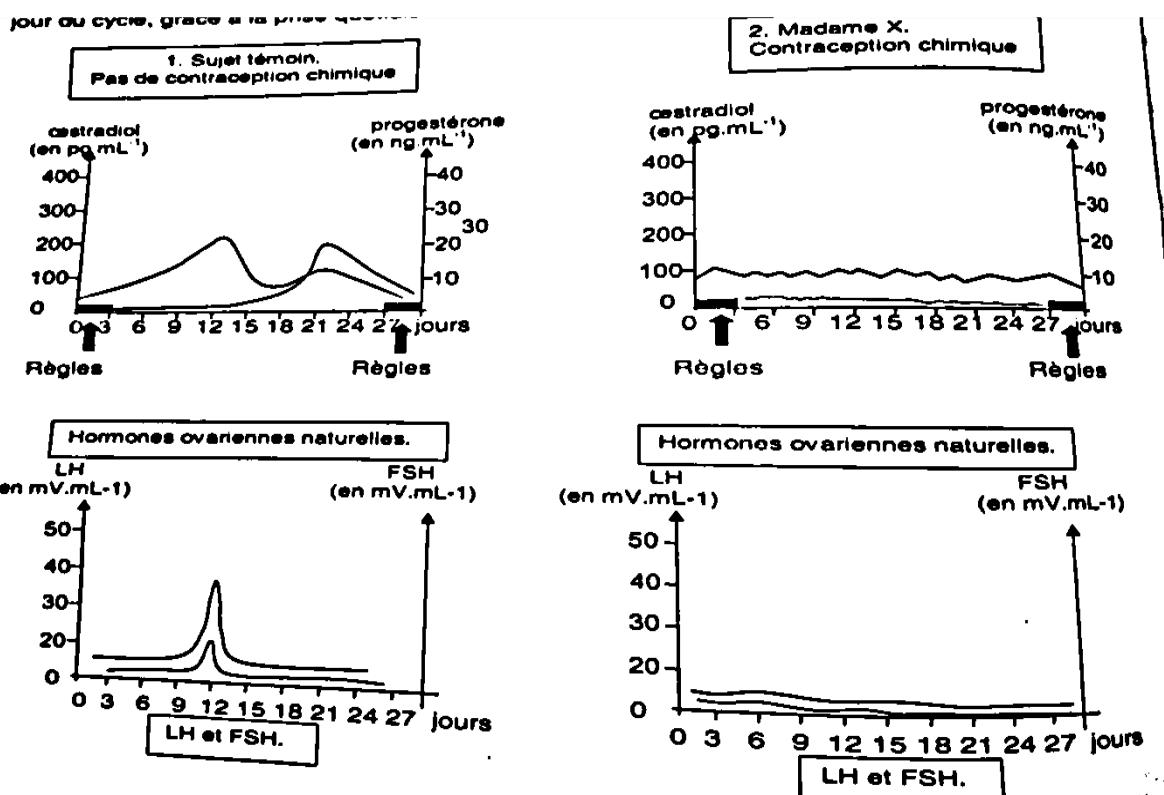


- Quelle est l'origine des trois hormones citées ici ?
- Déterminer approximativement la durée du cycle sexuel chez la ratte en expliquant la démarche utilisée.

EXERCICE N°16 Bord bleu P118

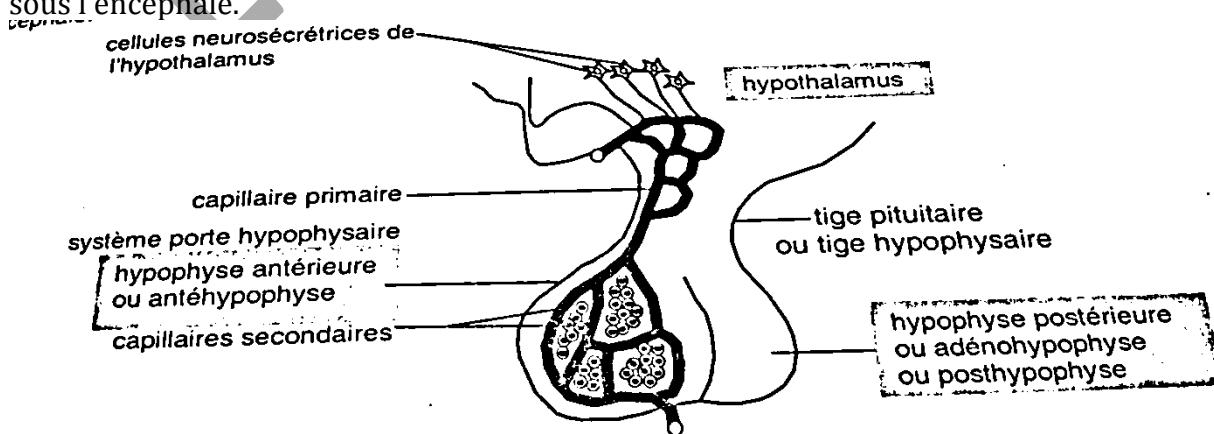
Madame X, sous contraception orale, absorbe quotidiennement, pendant 21 jours, un comprimé d'un mélange de deux hormones de synthèse, l'une proche de l'œstradiol l'autre proche de la progestérone. Le premier comprimé de la plaquette, lors du début de traitement, a été pris le premier jour des règles.

Analysez le document suivant, puis expliquer le principe de la contraception suivie. Etre attentif au fait suivants : le taux d'hormones de synthèse est constant et élevé du 1^{er} au 21^{ème} jour du cycle, grâce à la prise de la pilule.



EXERCICE N°17 Bord bleu P121

Le document suivant représente le complexe hypothalamo-hypophysaire (CHM) situé sous l'encéphale.



En vue de comprendre le fonctionnement du CHM et son influence sur certaines fonctions de l'organisme, on réalise chez un mammifère femelle les expériences suivantes :

Expérience 1 : L'ablation de l'antéhypophyse est suivie d'une atrophie ovarienne et utérine avec disparition des cycles sexuels.

Que peut-on en déduire ?

Expérience 2 : Chez des animaux hypophysectomisés, recevant régulièrement des injections d'extraits antéhypophysaire, on peut observer de nouveau, le développement de l'ovaire parfois la restauration des cycles ovarien et utérin.

En revanche, chez l'animal ovariectomisé, recevant régulièrement des injections d'extraits antéhypophysaire, on n'observe jamais la restauration du cycle utérin.

Quelles conclusions peut-on dégager de ces expériences ?

Expérience 3 : Des lésions de l'hypothalamus postérieur ou la section de la tige hypophysaire ont le même effet que l'ablation de l'antéhypophyse.

Que peut-on en déduire ?

Observation : Mme Okoudou rapatriée après une année passée dans une ville en guerre civile, consulte son médecin en déclarant que ses cycles sont interrompus depuis plusieurs mois. Le médecin lui prescrit un régime de vie calme et non stressant qui doit lui permettre de restaurer le fonctionnement des cycles.

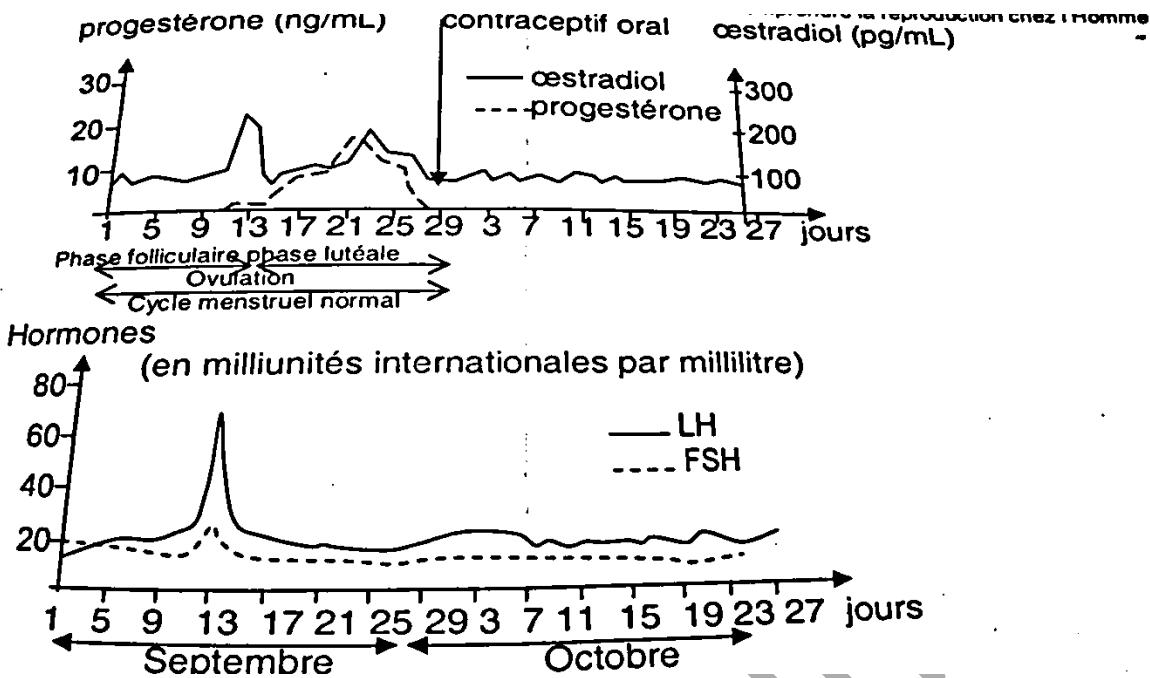
- a) Ce conseil peut-il être efficace ?
- b) En vous servant des informations fournies et de vos conclusions aux questions précédentes, dégager sous forme d'un schéma bilan, les relations fonctionnelles entre les différents organes.

EXERCICE N°18 Bord bleu P122

L'examen clinique de troubles du fonctionnement ovarien, les problèmes de maîtrise de la fécondité, les progrès de la chimie de synthèse en permis une meilleure compréhension de la reproduction humaine et des mécanismes de l'ovulation.

On réalise des dosages hormonaux chez une jeune femme tout au long d'un cycle ovarien normal puis au cours du 1^{er} mois de la prise d'une pilule contraceptive contenant œstrogènes et progestérone de synthèse.

- 1- Rappelez pour chaque hormone dosée son lieu de sécrétion.
- 2- Etablissez la relation de cause à effet entre l'évolution des concentrations d'œstradiol, et de progestérone d'une part, et celle des concentrations de LH et de FSH d'autre part. Vous vous limiterez aux seules informations livrées par le document.
- 3- Analysez l'évolution des concentrations hormonales au cours de la prise du contraceptif, expliquez-les et donnez leurs conséquences.



EXERCICE N°19 Bord bleu P124

Les gonadostimulines ou gonadotrophines sont des hormones qui, comme leur nom l'indique, stimulent le fonctionnement des gonades. A titre d'exemple, on connaît l'hormone chorionique gonadotrope, la gonadostimuline A et la gonadostimuline B. Parmi ces trois hormones, deux sont communes à l'homme et à la femme tandis qu'une est propre à la femme.

- 1- Indiquez les hormones communes aux deux sexes et l'hormone propre à la femme.
- 2- Pour l'hormone propre à la femme, désignez sa structure sécrétrice, sa structure cible et son influence sur la structure cible.
- 3- Pour les hormones communes aux deux sexes :
 - a) Désignez les structures sécrétrices ;
 - b) Précisez leurs rôles respectifs chez la femme et les noms particuliers liés à ces rôles ;
 - c) Précisez leurs rôles respectifs chez l'homme et si possible les noms particuliers liés à ces rôles.

EXERCICE N°20 Bord bleu P124

Le document suivant montre des coupes d'un organe intervenant dans la reproduction chez les femelles de Mammifères à deux moments différents du cycle ovarien.

- a) Nommez cet organe.
- b) A quel moment du cycle ovarien a-t-on observé la photographie du document a ?
- c) Même question pour la photographie du document b.
- d) Déterminez le rôle des modifications observées dans la photographie du document a.
- e) Proposez un schéma d'interprétation annoté de la photographie du document a.

EXERCICE N°21 BAC "C" 2004

Problème de société, la régulation des naissances est avant tout le problème du couple qui doit pouvoir choisir librement le moment où il désire avoir un enfant. Il doit être informé des méthodes dites contraceptives.

- 1- Sur quels principes s'appuient ces méthodes ?
- 2- Quelles sont les conséquences de l'oubli de la prise d'une ou de deux pilules ?
- 3- Comment expliqueriez-vous l'absence des règles lors d'une absorption continue de la pilule, et leur apparition, en général une semaine après l'arrêt ?
- 4- Complétez le tableau comparatif ci-dessous après l'avoir reproduit.

Méthodes contraceptives	Avantages	Inconvénients
OGINO		
M.A.O (Méthode d'Auto-observation)		
Coït interrompu		
Spermicides		
Préservatif		
Diaphragme		
Pilule		
Stérilet		

EXERCICE N°22 BAC "D" 2013

Chez une chatte malade, on observe une hypertrophie de l'hypophyse et des ovaires ainsi qu'une régression de ses voies génitales et un arrêt du cycle sexuel. Un examen au laboratoire, montre que ces observations sont dues à un virus qui attaque et inhibe le fonctionnement des cellules folliculaires ainsi que celles du corps jaune.

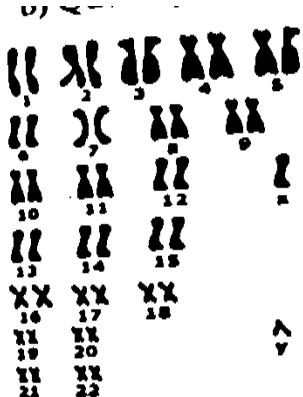
- 1- Comment expliquez-vous les anomalies observées ci-dessus ?
- 2- Quelles méthodes préconisez-vous pour les corriger ?
- 3- On met en parabiose (liaison permettant la communication sanguine entre deux individus) la chatte malade avec une chatte hypophysectomisée.
 - a- Peut-on espérer une amélioration de l'état de la chatte malade ? Justifiez votre réponse.
 - b- Quelle est l'importance de la parabiose ?
 - c- Quel serait l'aspect de l'hypophyse et des voies génitales de la chatte malade si la parabiose était faite avec un male hypophysectomisé ?
 - d- Résumez par un schéma les interactions entre les différents organes mis en jeu dans l'expérience réalisée en 3.

EXERCICE N°23 BAC "D" 2015

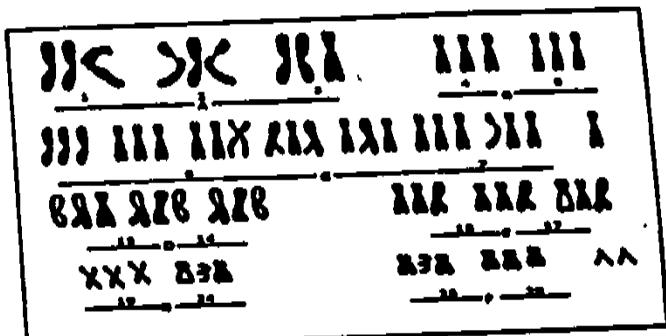
Pendant la fécondation dans l'espèce humaine, les gamètes mâles et femelles engagés contribuent à la formation d'une cellule œuf qui sera à l'origine de la formation d'un nouvel individu.

Il arrive des cas où les gamètes réalisant la fécondation sont à l'origine des aberrations chromosomiques ou des maladies géniques dont on se propose de connaître la cause.

Le document 4 montre un des spermatozoïdes observés lors des gamétogénèses du père du fœtus expulsé.



Document 2



Document 3



Document 4

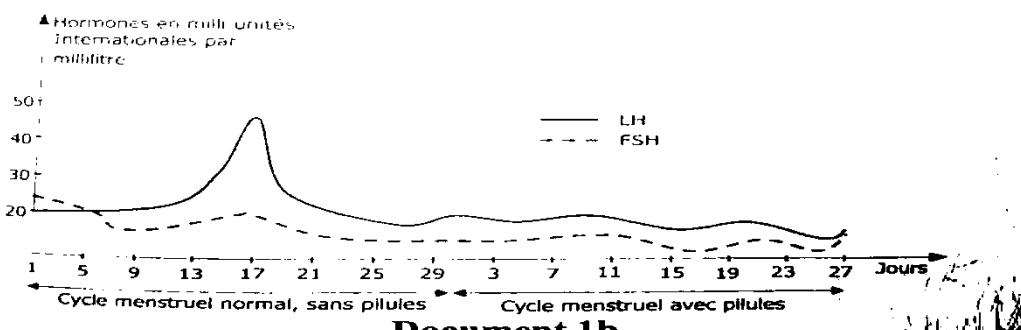
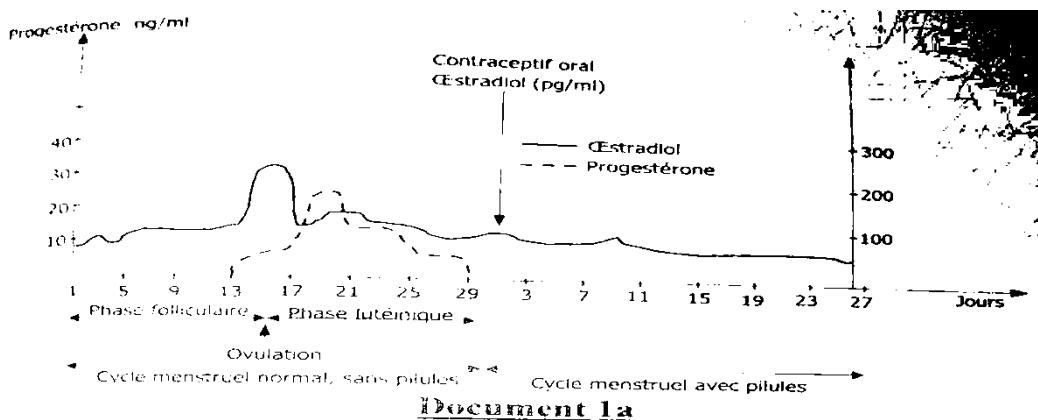
1. Dans l'observation comparée des documents 2 et 3, dégagéz le problème posé dans l'exercice.
2.
 - a- En vous référant au document 2 précisez la garniture chromosomique et le sexe de l'individu concerné.
 - b- S'agit-il d'un caryotype normal ?
3.
 - a- Indiquez la garniture chromosomique et le sexe de l'individu correspondant au document 3.
 - b- Le caryotype du document 3 est-il normal ?
 - c- Proposez deux hypothèses pouvant expliquer l'obtention d'un tel caryotype.
4.
 - a- En quoi l'observation du document 4 permet-elle de résoudre le problème posé en 1 ?
 - b- Quelle phase précise de la spermatogénèse s'est mal déroulée ?

EXERCICE N°24 BAC "C" 2015

Un jeune couple a quatre enfants en huit (8) ans de mariage, le chef de famille inquiet va demander conseil auprès d'un gynécologue.

Le gynécologue lui conseille de soumettre la femme sous traitement à base de pilules contraceptives contenant les œstrogènes et la progestérone de synthèse.

Les documents 1a et 1b ont été réalisés après analyse des dosages hormonaux des productions ovariennes et hypophysaires chez cette femme tout au long d'un cycle avec pilules.



- Analysez les courbes du document 1a, avant puis après la prise de la pilule. Tirez une conclusion.
- Analysez les courbes du document 1b, avant puis après la prise de la pilule. Tirez une conclusion.
- Quel est le mode d'action de cette pilule ?
- Citez trois (3) méthodes contraceptives mécaniques, puis donnez pour chacune un avantage et un inconvénient.

EXERCICE N°25 BAC "C" 2016

Monsieur et madame X ont consulté un médecin afin de comprendre les causes de leur stérilité. Ils ont fait alors des examens biologiques dont les résultats, comparés à ceux des sujets normaux, sont donnés dans les documents 1 et 2.

Document 1 : Résultats du spermogramme de monsieur X

Spermatozoïdes	Homme normal	Monsieur X
Nombre	$53.10^6/\text{ml}$	$53.10^6/\text{ml}$
% des formes anormales	35	65
% de mobilité au temps t+1h	55	25
% de mobilité au temps t+4h	45	23
Volume d'éjaculat	4ml	4,5ml

Document 2 : Résultats de l'examen des sécrétions ovariennes et utérines au moment de l'ovulation et après, chez madame X

			Femme normale	Madame X
Glaire cervicale		Acidité	+	+++
		Fluidité	Moyenne	Moyenne
Hormones	Œstrogènes	14 ^e jour	0,35ng/ml	0,32ng/ml
		20 ^e jour	0,20ng/ml	0,22ng/ml
	Progestérone	14 ^e jour	5ng/ml	5ng /ml
		20 ^e jour	25ng/ml	8ng/ml

- 1- Quel est le problème posé ?
- 2- Analysez les documents 1 et 2.
- 3- Que pouvez-vous conclure sur la stérilité du couple en ce qui concerne :
 - a- Le ou la conjoint(e) responsable (monsieur, madame ou les deux)
 - b- Les causes réelles de la stérilité du couple (chez l'homme et chez la femme)
- 4- Quel traitement madame X peut-elle subir pour prétendre avoir un enfant ?
- 5- Proposez une méthode permettant au couple de procréer après traitement de madame X.

REPRODUCTION CHEZ LES VEGETAUX SUPERIEURS

Objectifs spécifiques :

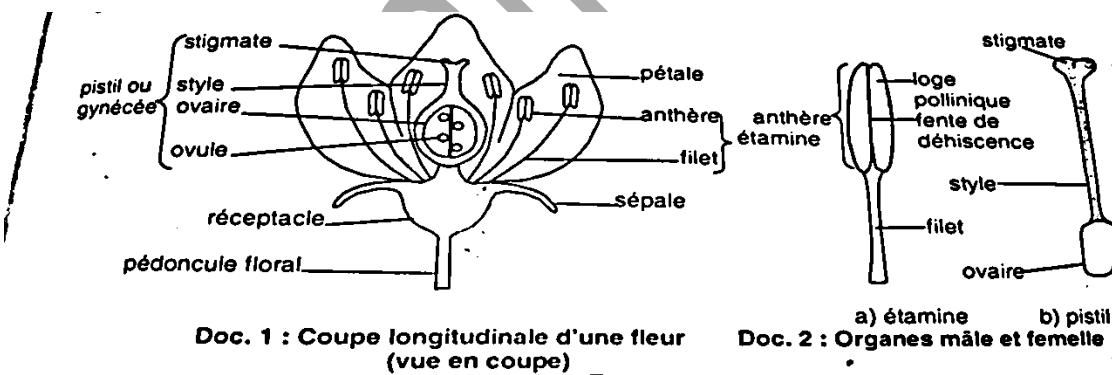
- Distinguer les spermaphytes
- Décrire la reproduction chez les spermaphytes

INTRODUCTION :

Les spermaphytes sont des végétaux supérieurs chez lesquels on distingue bien les organes de reproduction. Le mot spermaphyte vient de deux mots : Sperma qui signifie graine, et phytum qui veut dire plante. Ainsi, les spermaphytes ou phanérogames sont des végétaux ou plantes à fleurs et à graines. Ils se divisent en deux sous embranchements : Les **Gymnospermes** (plantes à graines nues), cas du pin et Les **Angiospermes** (plantes à graines cachée dans le fruit) cas de l'hibiscus.

Les angiospermes représentant les 2/3 des plantes se subdivisent en deux groupes à savoir : les **Monocots** ou monocotylédones, plantes dont l'embryon porte un seul cotylédon (cas du riz, maïs cocotier, palmier à huile ...) et les **Dicots** ou dicotylédones, plantes dont l'embryon porte deux ou plusieurs cotylédons, c'est le cas du manguier, haricot, safoutier, etc.

A- Etude de la fleur bisexuée _cas de la fleur de *Delonix regia* : le flamboyant



Les fleurs bisexuées présentent les organes reproducteurs mâle et femelle sur la même fleur. La dissection de cette fleur, permet de constater qu'elle est formée des organes protecteurs et des organes reproducteurs.

1- Les organes protecteurs ou pièces florales stériles

Ce sont :

- Les **sépales** dont l'ensemble forme le **calice**.
- Les **pétales** dont l'ensemble forme la **corolle**.

Calice et corolle constituent le **périanthe**, enveloppe florale qui protège les éléments sexuels de la fleur.

2- Les organes reproducteurs ou pièces florales fertiles

Ce sont :

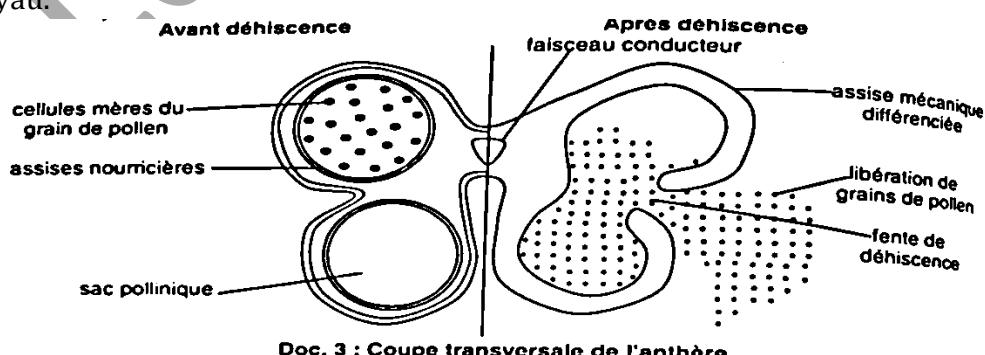
- Les **étamines** : organes reproducteurs mâles, leur ensemble constitue l'androcée. Ils comprennent chacun une partie effilée (le filet) et une extrémité ronflée appelée anthère qui, à maturité s'ouvrent par déhiscence et libère le grain de pollen (gamétophyte mâle) fine poudre de couleur jaune facilement transportable par le vent et les animaux.
- Le **pistil** ou gynécée : organes reproducteur femelle. Il est composé des carpelles comportant chacun un ovaire surmonté d'un style, terminé par une région collante appelée stigmate qui, lors de la pollinisation (transport et dépôt du pollen de l'étamine sur le stigmate du pistil d'une fleur). L'ovaire contient un ou plusieurs ovules, éléments reproductrice femelle.

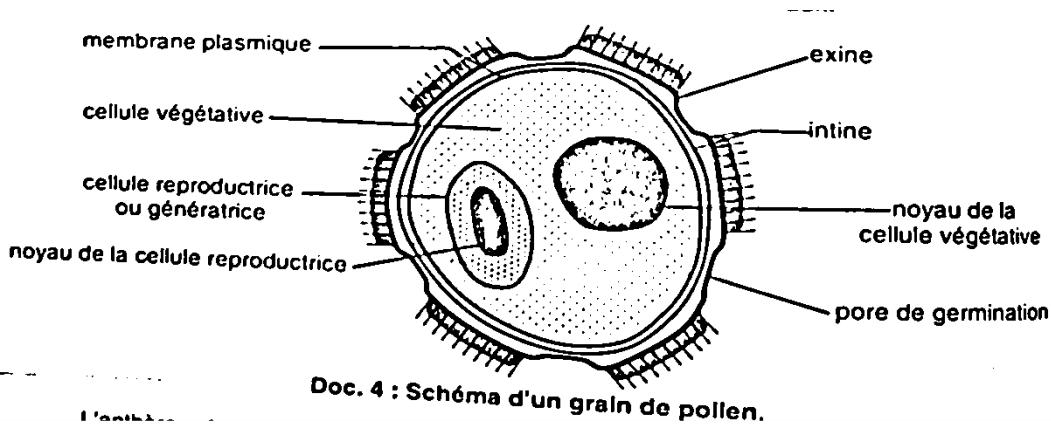
B- Formation des gamètes ou gamétogénèse

1- L'anthère et le grain de pollen

a) Coupe transversale d'une anthère

La coupe transversale de l'anthère permet de voir que l'anthère comprend 4 sacs polliniques. Dans l'anthère jeune, on observe, dans chaque sac deux types de cellules : les **stériles** (les périphériques) formant plusieurs assises cellulaires stériles constituant la paroi de l'anthère, et les **fertiles** (les plus internes) constituant les cellules mères de grain de pollen. Les grains de pollen libérés par l'anthère à maturité par déhiscence ne sont pas encore des gamètes, mais des précurseurs de gamètes (gamétophytes mâle). L'observation microscopique du grain de pollen montre qu'il est formé d'une enveloppe à double parois : la paroi externe appelée **exine** et la paroi interne appelée **intine** ainsi que deux cellules imbriquées; la cellule végétative à gros noyau et la cellule reproductrice ou génératrice à petit noyau.

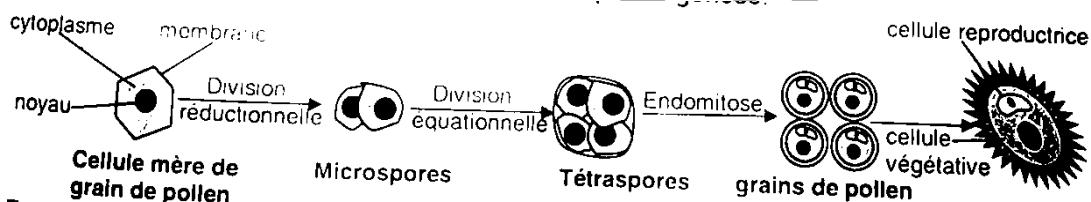




Doc. 4 : Schéma d'un grain de pollen.

b) Processus de formation du grain du pollen

Dans le sac pollinique, chaque cellule mère du grain de pollen subit la méiose et donne 4 cellules haploïdes appelées microspores. Ensuite, le noyau de chaque microspore se divise en deux (endomitose) donnant d'une part ; un noyau reproducteur et de l'autre, un noyau végétatif.



Doc. 6 : Schéma simplifié du processus de formation du grain de pollen ou pollinogenèse.

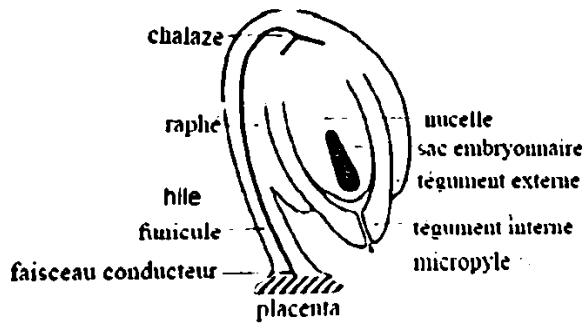
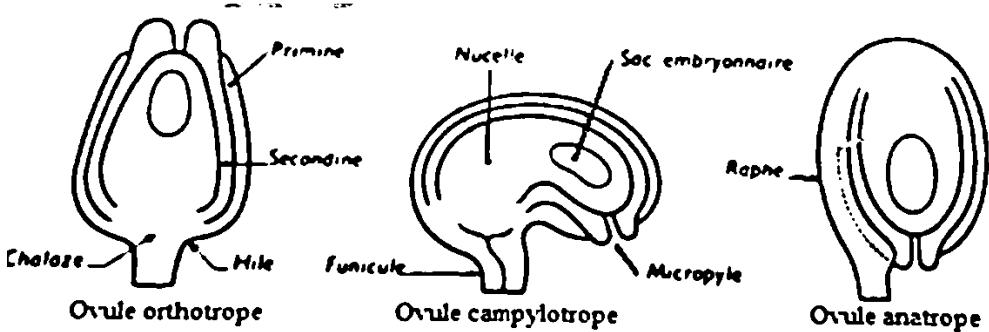
Remarque : chez environ 1/3 des Angiospermes, la cellule reproductrice se divise à l'intérieur d'un grain de pollen au contact de l'ovule pour donner deux anthérozoïdes (spermatozoïdes). Le pollen qui est disséminé est alors tri-cellulaire.

2- Le carpelle et la formation du sac embryonnaire

a) Coupe transversale de l'ovaire

Le carpelle est constitué d'une partie renflée, creuse (l'ovaire), prolongée par le style et terminé lui-même par le stigmate. La cavité ovarienne contient un ou plusieurs ovule(s) inséré(s) sur le placenta. Une coupe transversale de l'ovaire de spermaphyte montre le placenta sur lequel s'insèrent les ovules ; les cavités carpellaires ; les faisceaux conducteurs.

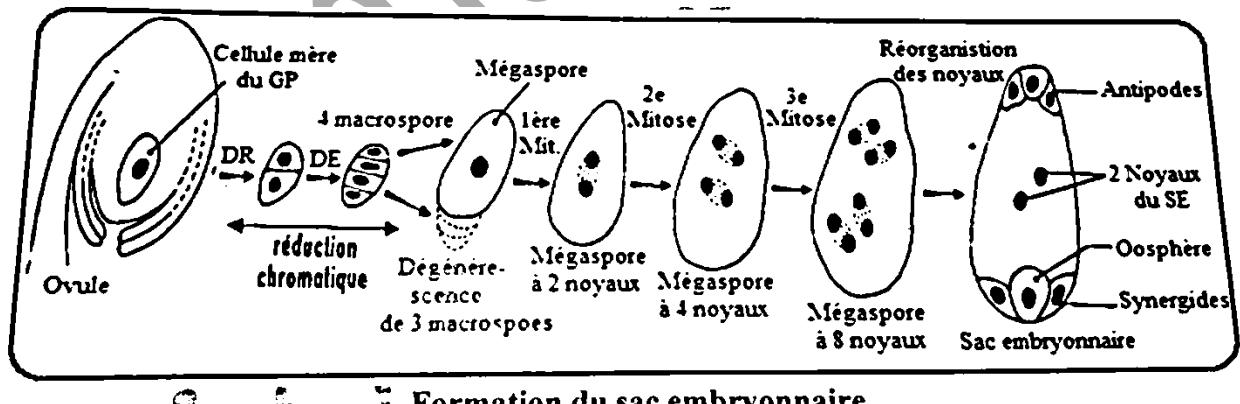
On distingue 3 types d'ovules : l'ovule droit ou **ovule orthotrope**, l'ovule recourbé ou **ovule campylotrope** et l'ovule renversé ou **ovule anatrophe**.



- le funicule : pédoncule reliant l'ovule au placentae. Il s'élargit vers l'ovule et prend le nom de hile.
- la chalaze : point où le faisceau conducteur s'irradie dans l'ovule.
- le nucelle : masse plus ou moins globuleuse enveloppée dans le tégument, sauf au niveau du micropyle.
- la cellule mère du sac embryonnaire : dans les ovules jeunes.
- les téguments : entourent le nucelle.
- le micropyle dépression au niveau de l'ovule.

b) Formation du sac embryonnaire

Dans le nucelle, une cellule diploïde située près du micropyle se développe et devient la cellule mère du sac embryonnaire. Celle-ci, subit la méiose et donne 4 cellules haploïdes : les macrospores superposées. De ces 4 macrospores formées, trois (3) se résorbent ou dégénèrent tandis que, la quatrième grossit et devient le mégaspor à 1 noyau. Ensuite, ce mégaspor subit 3 mitoses successives et devient un mégaspor à 8 noyaux, qui enfin, par cloisonnement (réorganisation nucléaire) donne le sac embryonnaire.



C- Pollinisation et fécondation

1) Pollinisation

a) Définition

La pollinisation est le transport et le dépôt du pollen, de l'étamine jusqu'au le stigmate du pistil de la fleur femelle.

b) Différents types de pollinisations

Il existe deux types de pollinisation : la pollinisation directe et la pollinisation indirecte.

La pollinisation directe ou autopollinisation (autogamie) est celle où le grain de pollen se dépose sur le stigmate de la même fleur.

La pollinisation indirecte ou hétéropollinisation ou pollinisation croisée (hétérogamie) est celle où les grains de pollen d'une fleur féconde le stigmate d'une autre fleur mais de plante de la même espèce.

c) Agents de pollinisation

La pollinisation croisée est assurée par certains agents parmi lesquels on peut citer :

❖ Les agents non vivants :

- Le vent : on parle d'anémophilie ;
- L'eau : on parle d'hydrophilie.

❖ Les agents vivants :

Constitués essentiellement des **animaux**, on parle de zoophilie où on a :

- L'entomophilie : pollinisation par les insectes ;
- L'ornithophilie : pollinisation par les oiseaux ;
- L'anthropophilie : pollinisation par l'homme.

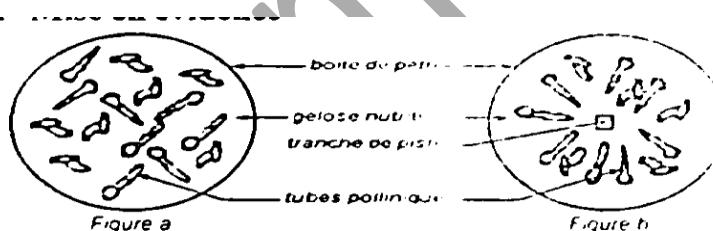
2) La fécondation

Elle se déroule en trois étapes :

- La germination du grain de pollen et formation des gamètes mâles
- La pénétration du tube pollinique
- La double fécondation.

2.1) La germination du grain de pollen et formation des gamètes mâles

a. Mise en évidence



Dans une boîte de pétrier contenant une solution sucrée de gélatine, on dépose au centre, un fragment de stigmate d'une fleur et sur le pourtour des grains de pollen (pollen et stigmate issus de fleurs de même espèce).

- Observation

Les grains de pollen émettent chacun un tube pollinique qui croît en direction du stigmate.

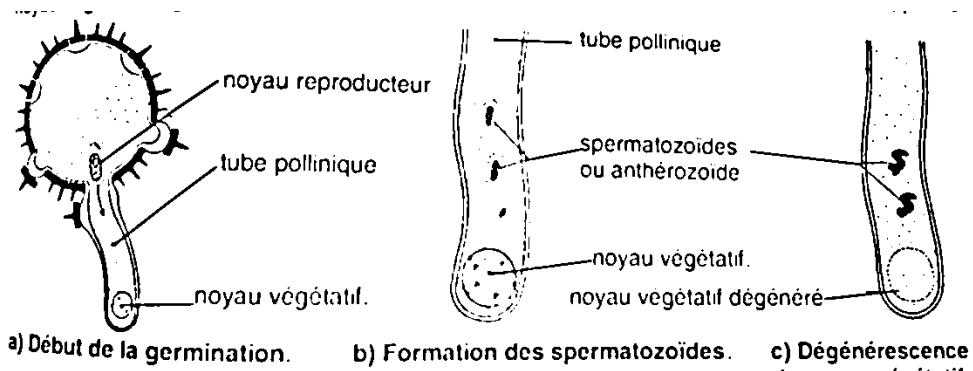
- Conclusion

Le stigmate émet des substances chimiques dans le milieu. Ces substances chimiques déterminent l'évolution et la croissance du tube pollinique en direction du stigmate : c'est le **chimiotropisme positif**.

b. Déroulement sur le stigmate

La germination du grain de pollen consiste en l'émission d'un long tube pollinique par le grain de pollen du stigmate jusqu'au sac embryonnaire. Dès le début de la germination, le noyau de la cellule végétative s'engage dans le tube pollinique suivi de la cellule reproductrice. Au cours de la traversée du style, la cellule reproductrice se divise en deux

gamètes mâles : les deux spermatozoïdes ou anthérozoïdes, puis le noyau végétatif dégénère.



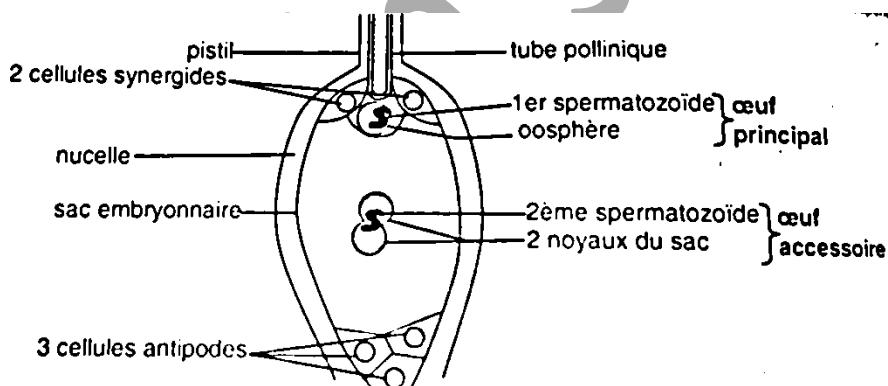
Doc. 11 : Germination d'un grain de pollen et croissance du tube pollinique.

2.2) La pénétration du tube pollinique

Le tube pollinique pénètre dans l'ovule par le micropyle. Ensuite, il digère le nucelle et atteint le sac embryonnaire.

2.3) La double fécondation

La double fécondation observée chez les Angiospermes se traduit par la formation de deux œufs au terme du processus : l'œuf principal et l'œuf accessoire.



Doc. 12: Arrivée du tube pollinique dans le nucelle et double fécondation du sac embryonnaire

Processus : Le tube pollinique s'ouvre dans le sac embryonnaire et libère les deux anthérozoïdes :

- Le premier anthérozoïde (gamète mâle) pénètre dans l'oosphère (gamète femelle) et fusionne avec le noyau de cet oosphère donnant l'œuf principal, individu diploïde ($2n$ chrs) et donc, viable.
- L'autre fusionne avec les deux noyaux centraux du sac embryonnaire ayant chacun n chrs. Par cette fusion, il en résulte la formation d'un second œuf triploïde dit accessoire.

D- Devenir de l'ovule et de l'ovaire

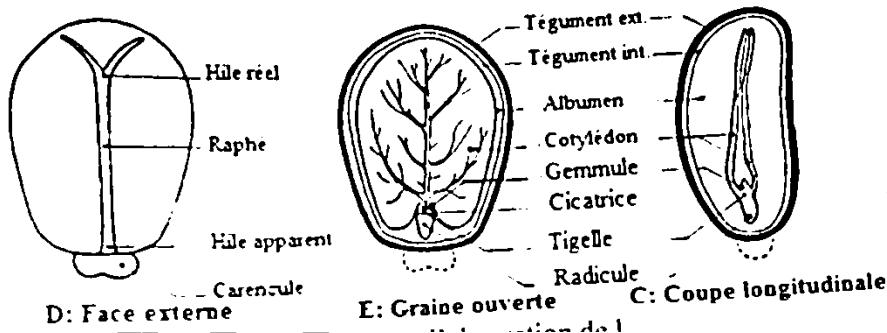
L'ovule fécondé subit les transformations suivantes :

- L'œuf principal se développe au dépens de l'albumen par mitoses et donne l'**embryon** ou plantule dans laquelle on reconnaît : une ébauche de racine (radicule) ; une ébauche de bourgeon terminal (la gemmule), une ébauche de tige (tigelle) et une ébauche du (ou des) cotylédons.
- L'œuf accessoire se développe au dépens du nucelle, il donne l'albumen (tissu de réserve)
- L'ovule fécondé forme la graine ; l'ovaire grossit et se développe et devient le fruit.
- Les téguments prolifèrent et forment le micropyle. La secondine disparaît tandis que la primine donne le tégument de la graine.
- Les synergides disparaissent au profit de l'œuf principal, les antipodes dégénèrent au profit de l'œuf accessoire.

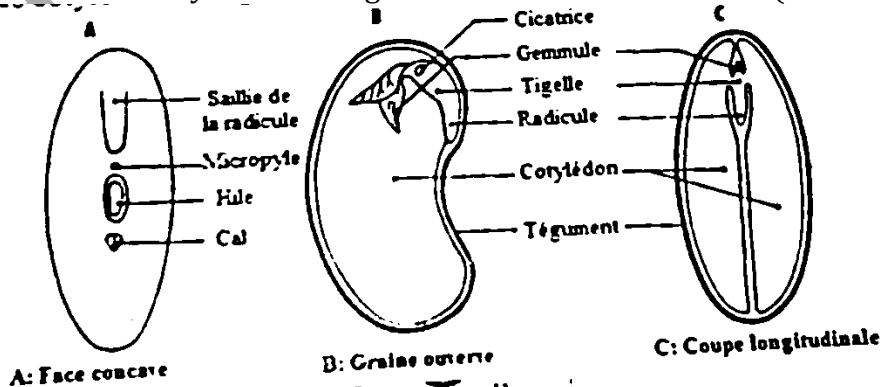
E- Formation de la graine

La graine ainsi formée peut avoir deux cotylédons pour les **Dicotylédones** ou un cotylédon pour les **Monocotylédones**. Selon la persistance ou non de l'albumen ou du nucelle on a différents types de graines :

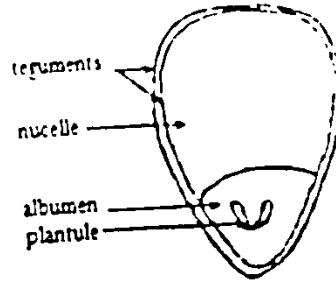
- **Les graines à albumen** : l'albumen se développe plus rapidement que l'embryon ; il persiste et occupe la majeure partie de la graine. Les cotylédons restent minces (Blé, Ricin)



- **Les graines sans albumen (exalbuminées)** : l'absorption de l'albumen par l'embryon est immédiate et les cotylédons chargés de réserves sont charnus. (Haricot)

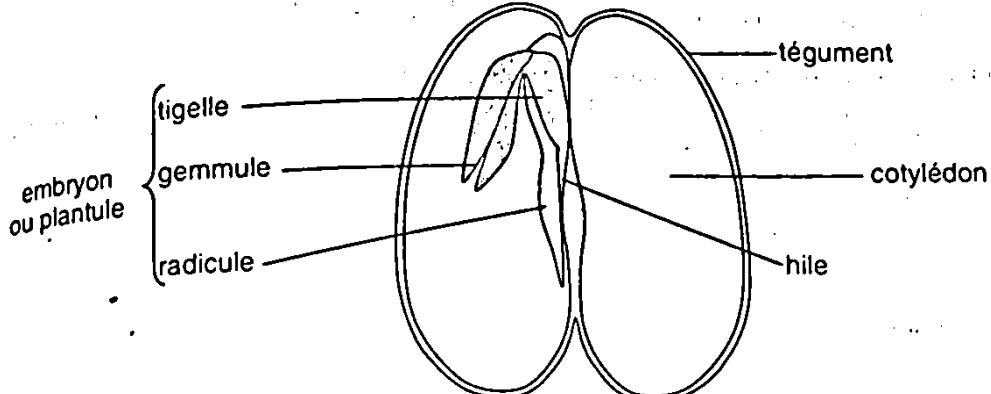


- **Les graines à périsperme** : persistance du nucelle qui donne le périsperme. Ex : *Nymphaea lotus* (Nénuphar) et *Afromomum sp*



Graine à périsperme

F- Etudes pratiques de la graine



Doc 14 : Étude de la graine de haricot

1) Vie ralentie de la graine

C'est une étape de la vie où les activités cellulaires sont réduites au minimum (respiration, dégagement de chaleur, échanges) :

- Elle constitue une forme de résistance aux conditions défavorables, notamment la mauvaise saison.
- Elle joue un rôle considérable dans les phénomènes de reproduction et de dissémination de l'espèce.

La graine en ce mode de vie est dite **latente**.

2) Germination de la graine

La germination est le passage de la graine de l'état de vie ralentie à l'état de vie active. Pour sa bonne réalisation, celle-ci dépend des conditions suivantes :

a) Les conditions externes ou extrinsèques

Il s'agit des conditions du milieu suivantes :

- La présence de l'eau (humidité)
- Une température favorable,
- De l'oxygène (aération du sol)

- La lumière : il y a des plantes à photosensibilité positive (dont la germination nécessite l'éclairement) ; des plantes à photosensibilité négative (qui exige l'obscurité) et d'autres indifférentes.

b) Les conditions internes ou intrinsèques

La graine doit-être :

- Saine (les téguments ne doivent pas être lésés) ;
- Bien mûre (maturité physiologique et morphologique) ;
- Pas trop vieille et posséder son pouvoir germinatif.

3) Déroulement de la germination de la graine

Après l'absorption d'eau par la graine, les cotylédons gonflent, le tégument se déchire, la radicule s'allonge à son tour. La gemmule se développe. Petit à petit les cotylédons se vident de leurs réserves au profit de la plantule. Les radicules fabriquent les poils absorbants et les premières feuilles se chargent de la chlorophylle. Dès lors, le jeune plant est devenu autonome car il peut déjà réaliser la photosynthèse grâce à ses premières feuilles.

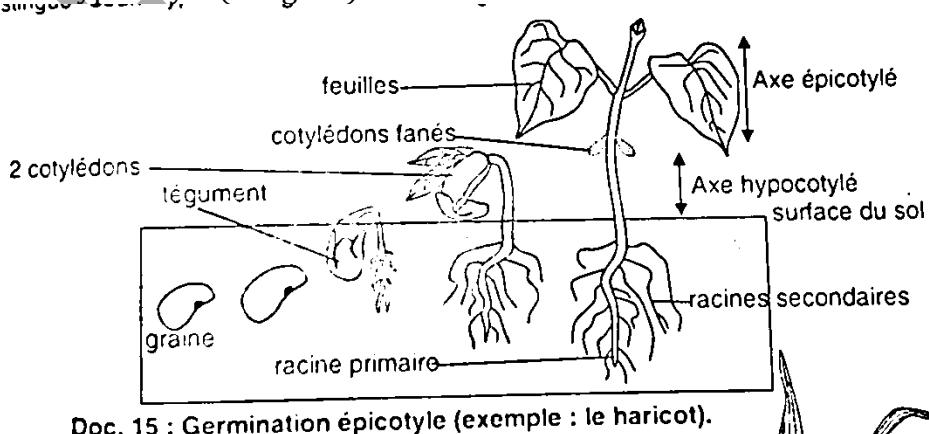
4) Phénomènes physiologiques de la germination

L'aspect physiologique se traduit d'abord par une **hydratation**, la graine sort de l'état de vie ralenti à la vie active, on parle de réveil de la graine ou sortie de la dormance. On assiste ensuite à l'**élaboration des enzymes** (amylase) qui assurent la digestion des réserves de la graine ; la **reprise intense des échanges respiratoires** (cela s'accompagne d'un dégagement de chaleur). Enfin, il y a **synthèse des substances de croissance** qui entraîne la reprise de l'activité mitotique.

5) Different types de germination

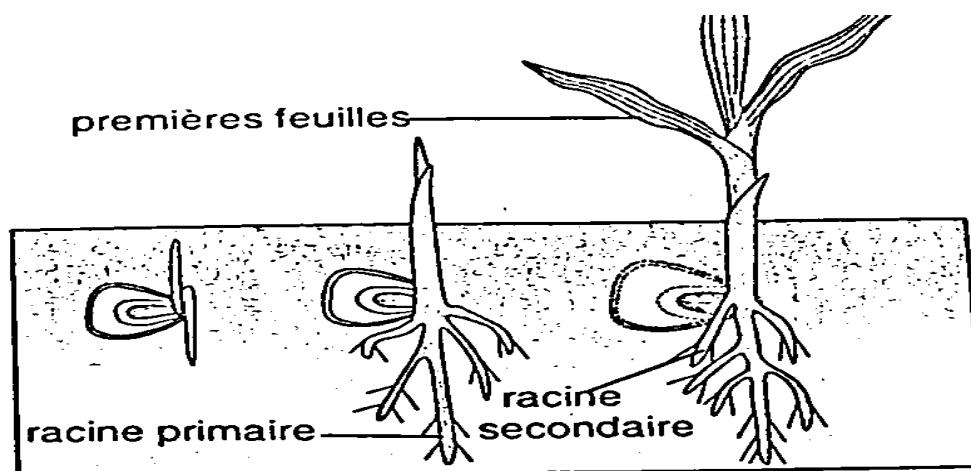
On distingue deux types de germination: la **germination hypocotyle** (pour les Monocots) et la **germination épicotyle** (pour les Dicots) .

- Lors de la germination épicotyle ou épigée, les cotylédons sortent du sol grâce à l'axe hypocotylé (la tigelle)



Doc. 15 : Germination épicotyle (exemple : le haricot).

- ▶ Lors de la germination hypocotyle ou hypogée, les cotylédons restent dans le sol.



La main Sainte

TRAVAUX DIRIGÉS DE REPRODUCTION CHEZ LES SPERMAPHYTES

EXERCICE 1

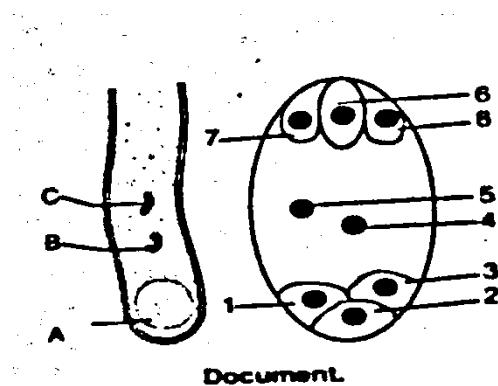
Chaque série d'affirmations comporte une seule réponse exacte. Repérez-la.

- 1- On parle de double fécondation chez les spermaphytes parce que :
 - a) deux spermatozoïdes apportés par le tube pollinique fécondent l'oosphère,
 - b) deux noyaux de grain de pollen interviennent,
 - c) deux noyaux centraux du sac embryonnaire sont fécondés à la fois,
 - d) deux zygotes se forment à la fin de ce processus.
- 2- Les plantes dioïques sont des plantes dont les pieds :
 - a) possèdent tous des fleurs bisexuées,
 - b) possèdent des fleurs à la fois mâles et femelles,
 - c) ce sont pour les uns à fleurs unisexuées mâles et pour les autres à fleurs unisexuées femelles,
 - d) possèdent des fleurs unisexuées les unes mâles et les autres femelles.
- 3- Chez les spermaphytes, le gamète femelle est :
 - a) l'ovule,
 - b) le sac embryonnaire
 - c) un antipode
 - d) l'oosphère.

EXERCICE 2

Chez le maïs, au moment de la fécondation, le tube pollinique qui entre dans le pistil au niveau du stigmate, renferme trois noyaux (A, B, C) ; d'autre part le sac embryonnaire renferme 8 noyaux (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8) comme le montre le document ci-dessous.

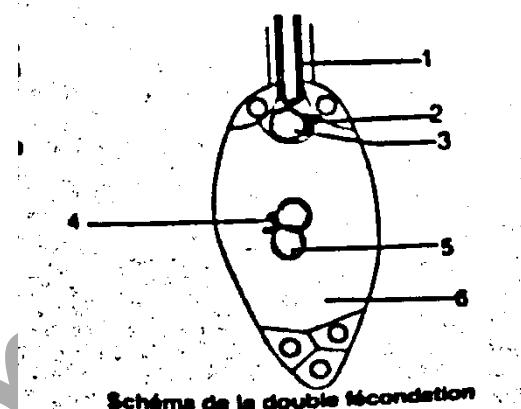
- 1- Sachant que, A est le noyau végétatif et, 7 et 8 les synergides, lesquelles des combinaisons suivantes : ABC, 45C, A6, 768, BC6, 12C, B6, 123 donneront :
 - a) L'œuf embryon ?
 - b) L'œuf albumen ?
- 2- Comparer les deux combinaisons choisies du point de vue chromosomique.
- 3- De ces deux œufs, lequel donnera la plantule dans la graine mûre ? Pourquoi ?



EXERCICE 3

Le document suivant est un schéma représentant la coupe du sac embryonnaire pendant la fécondation chez l'oignon.

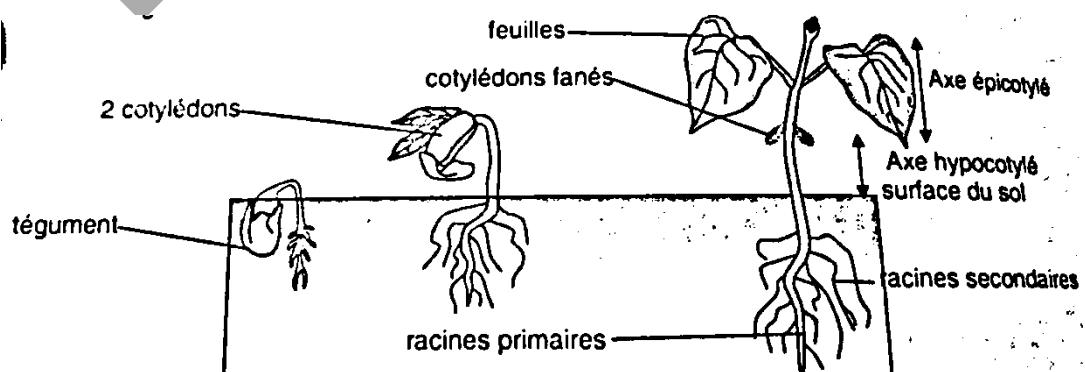
- 1- Schématissez et annotez ce document.
- 2- Expliquez en quelques lignes le phénomène biologique qu'exprime ce document.
- 3- Quelle est son importance ?



EXERCICE 4

Les végétaux à fleurs se reproduisent par des graines. La graine est un être vivant apparemment inerte pourtant bien vivant: on dit qu'il mène une vie ralenti. La germination est le passage d'une graine de l'état de vie ralenti à la vie active.

Chez le haricot, la germination se réalise de la manière suivante.



- 1- A partir de ce document, comment qualifie-t-on la germination chez le haricot ?
- 2- Au début de la germination, chaque cellule de la graine absorbe de l'eau. Comment appelle-t-on le phénomène subit par la graine ?
- 3- Les réserves de graines stockées dans les cotylédons disparaissent peu à peu. C'est ainsi que l'amidon transforme en glucose.
 - a) Quel phénomène subit l'amidon ?
 - b) Ceci suppose que la graine contient des enzymes appropriées pour digérer les réserves de la graine. De quelle enzyme s'agit-il ?
- 4- La graine en germination respire activement : sa température s'élève tandis que sa teneur en carbone diminue.
 - a) A quoi sert l'oxygène absorbé par la graine ?
 - b) Comment expliquez-vous l'élévation de la température de la graine ?
- 5- Citez deux conditions externes de la germination de la graine.

EXERCICE 5

Les plantes à fleurs ont un appareil reproducteur comportant souvent des éléments mâles et femelles au niveau de la même fleur.

- 1- Faites les schémas annotés des organes reproducteurs des spermaphytes.
- 2- Lors de la formation des éléments sexués, intervenant dans la fécondation, il se produit des modifications cytologiques.
 - a) Classez en justifiant, les schémas des figures 1, 2 et 3. Précisez, au niveau de quels organes ces couples ont-elles été réalisées ?
 - b) Quel phénomène cytologique chaque schéma illustre-t-il ? Que libèrent les organes mâles à maturité ?
 - c) Que représente la cellule X de la figure 4 ? Expliquez, comment l'ensemble représenté par la figure 4 s'est-il formé.
- 3- Transporté par divers facteurs, l'élément mâle arrive sur le stigmate.
 - a) Que se passerait-il alors ?
 - b) Comment s'effectue la fécondation ?
 - c) Quel est le résultat attendu de la fécondation et le devenir des structures formées ?

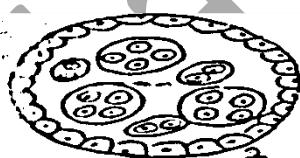


Figure 1

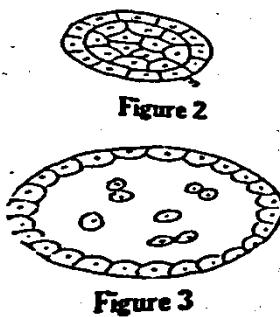


Figure 2

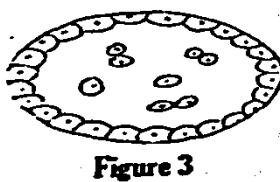


Figure 3

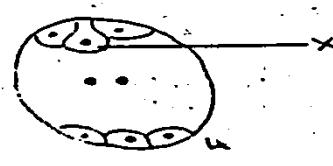


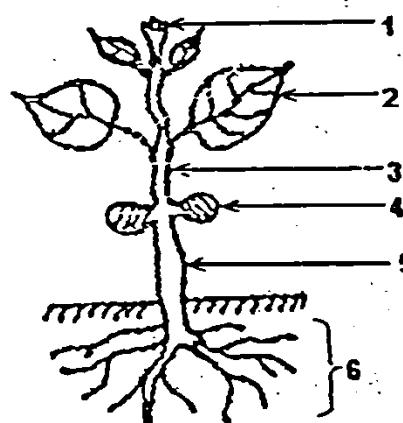
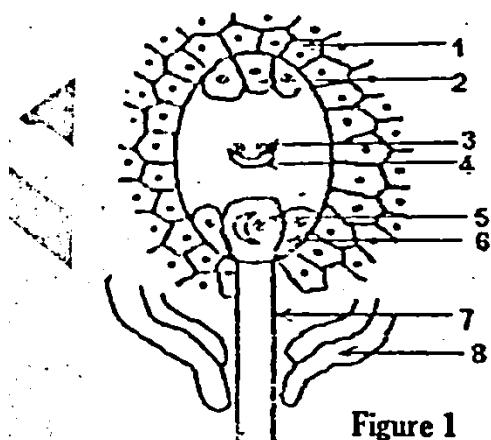
Figure 4

EXERCICE 6

La figure 1 représente quelques aspects de la reproduction sexuée chez les spermaphytes. On précise que la figure 1, représente la coupe longitudinale d'un organe de variété de spermaphyte, à un certain stade de son évolution, et $2n=20$.

- 1- Légendez soigneusement cette figure tout en précisant le nombre de chromosomes de chaque constituant légendé.
- 2- Quel est le phénomène important qui se produit à ce stade de son évolution ? Quel est son rôle et résultat ?
- 3- Que deviennent l'ovule et la structure qui contient la figure 1 ? En ne tenant compte que de l'ovule, citez les différents éléments que l'on peut obtenir. Comparez-les.
- 4- La figure 2 représente un stade de l'évolution de la graine, après sa mise en terre.
 - a) Légandez cette figure.
 - b) Comment appelle-t-on ce mode de germination ? Décrivez-le brièvement en l'illustrant.
- 5- Reproduisez et remplissez les colonnes du tableau ci-dessous :

Espèces	Sous embranchement	Classe	Justification
Arachide			
Papayer			
Palmier à huile			
Maïs			
Gnetum africanum			
Sapin			



EXERCICE 7

A partir des fleurs, on réalise deux préparations microscopiques dont l'observation conduit aux figures 1 et 2 ci-dessous.

- 1- Annotez chacune de ces figures.
- 2- Nommez les éléments de la fleur qui ont conduit à ces observations.
- 3- Par des schémas simples et annotés, expliquez le mode de formation de chacun des deux éléments représentés.
- 4- Dites en quoi l'autopollinisation se distingue d'une autre forme de pollinisation que vous nommerez.

- 5- Chez les Angiospermes, on parle souvent de double fécondation. Pourquoi ? Par un schéma annoté, représentez ce phénomène. Quel est son but ?

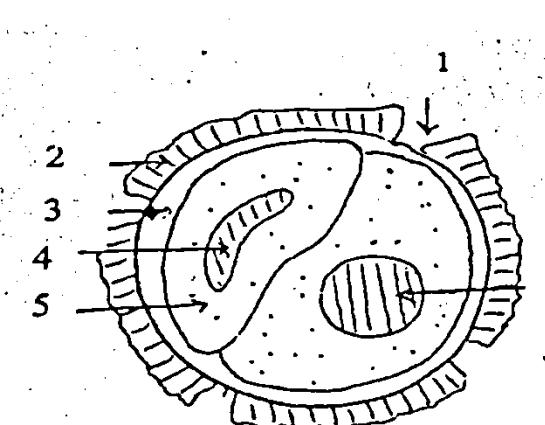


Figure 1

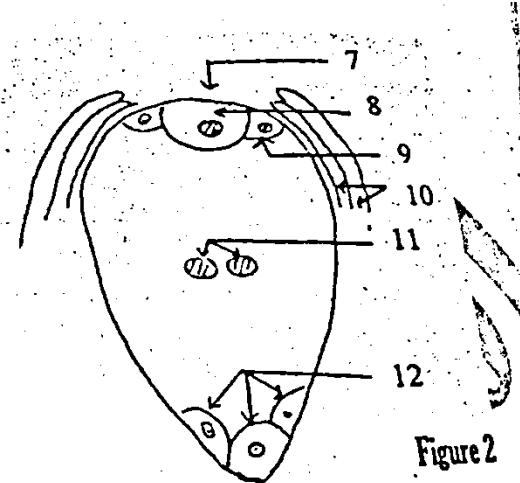
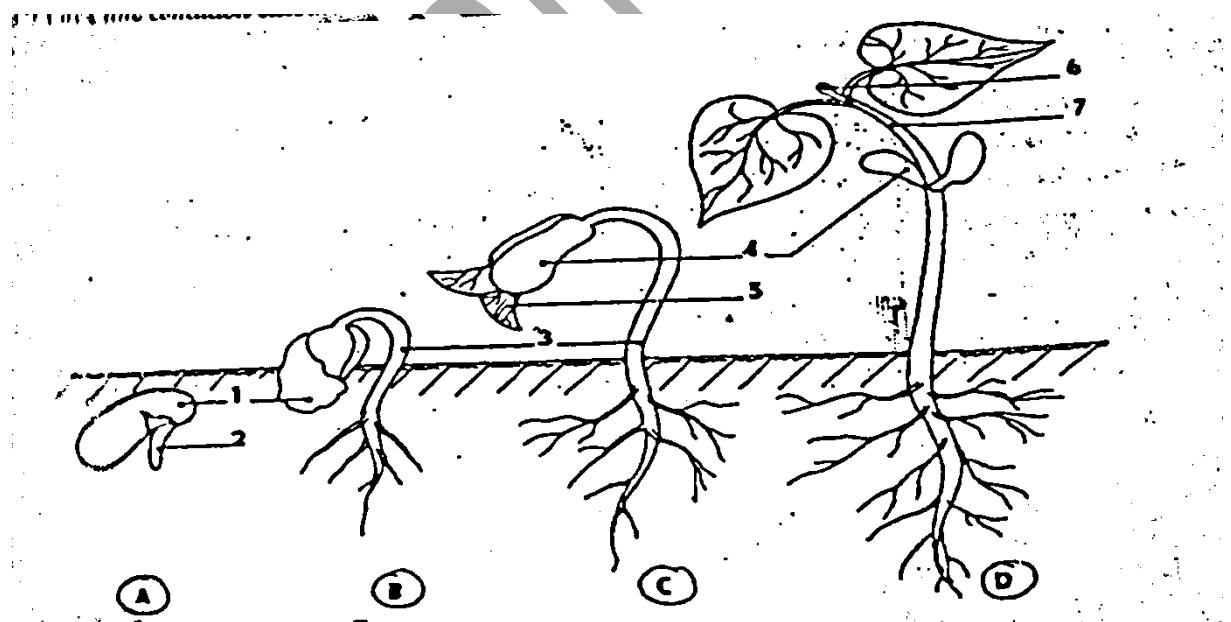


Figure 2

EXERCICE 8

Les végétaux à fleurs se reproduisent par des graines. La graine est un être vivant apparemment inerte pourtant bien vivant : on dit qu'il mène une vie ralenti. La germination est le passage de la vie ralenti à la vie active.

Chez le haricot, la germination se réalise de la manière suivante.



- 1- Légendez ce document selon la numérotation.
- 2- A partir de ce document comment qualifie-t-on la germination chez le haricot ?
- 3- Schématissez et annotez la coupe longitudinale de la graine de haricot.
- 4- Au début de la germination, la graine absorbe de l'eau. A l'issue de cette absorption, plusieurs transformations interviennent. Décrivez brièvement les transformations morphologiques subies par la graine en germination.

- 5- Les réserves stockées dans les cotylédons, disparaissent peu à peu. C'est ainsi que l'amidon transforme en glucose.

Quel est le phénomène subit par l'amidon ? Quelle enzyme appropriée intervient pour digérer les réserves de la graine ?

- 6- Citez une condition externe et une condition interne d'une bonne germination.

EXERCICE 9

Le document 2 représente un phénomène de la reproduction sexuée chez les végétaux supérieurs.

- 1- Légendez-le selon la numérotation.
- 2- Quel est le nom du phénomène représenté par ce document ?
- 3- Quel est le résultat donné respectivement par la fusion des structures 3 et 4 ; 5 et 6 ?

EXERCICE 10

- 1- Annotez en vous référant aux chiffres, la figure 1 représentant un ovule jeune de spermophyte.
- 2- L'élément (5) de la figure 1 subit l'évolution représentée par la figure 2. Sans le reproduire, donnez un titre à chacun des schémas en utilisant leur lettre, puis classez-les dans l'ordre chronologique de cette évolution en indiquant les phénomènes cytologiques importants, relatif à cette évolution.
- 3- La coupe de la figure 3 traduit un phénomène biologique affectant l'élément g de la figure 2.
 - a) Annotez cette figure en vous référant aux chiffres.
 - b) Quel phénomène biologique est traduit par la figure 3 ?

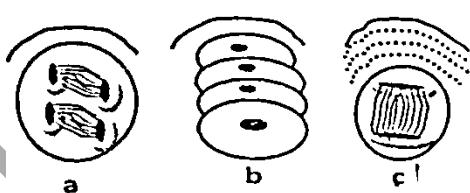


Figure 2

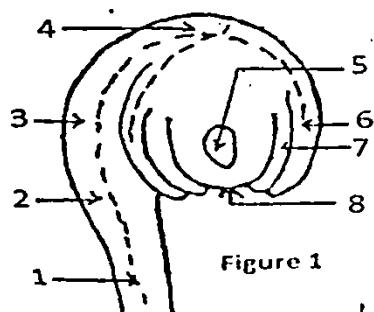


Figure 1

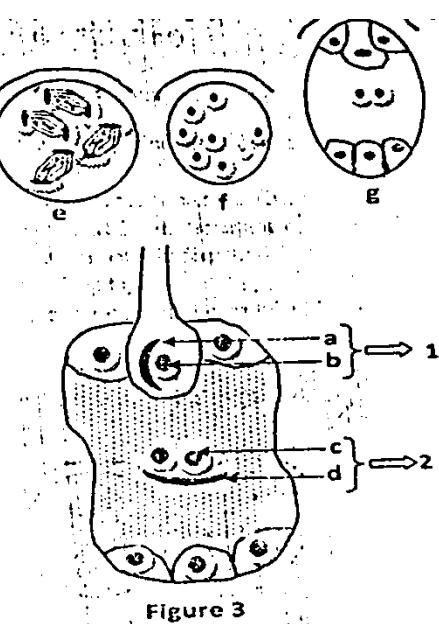


Figure 3



Objectifs spécifiques :

- Rappeler les lois de Mendel ;
- Interpréter les lois de Mendel et autres résultats ;
- Expliquer les exceptions aux lois de Mendel ;
- Expliquer l'hérédité humaine ;
- Expliquer la transmission des caractères héréditaires chez les Haplontes ;
- Expliquer un cas de Génie-génétique.

INTRODUCTION

Pour déterminer les lois qui régissent la transmission des gènes et pour analyser les relations qui existent entre les caractères apparents et les gènes, il faut réaliser des croisements entre les individus différant par un certain nombre de caractères et étudier leur descendance sur plusieurs générations. Certaines conditions se doivent d'être respectées. A savoir :

- **On doit disposer des individus parentaux de race pure pour le(s) caractère(s) à étudier.** Une race est dite pure pour un caractère donné quand ce caractère est transmis sans modification de générations en générations, tous les descendants.
- **On doit choisir des organismes très prolifiques**

I- Quelques définitions

Génétique : c'est la science de l'hérédité et de la variation.

Hérédité : c'est la transmission des caractères héréditaires des ascendants aux descendants.

Variation : c'est toute modification que subit le gène sous l'action d'un facteur externe.

Gène : c'est une portion d'ADN responsable d'un ou plusieurs caractères héréditaires.

Caractère : c'est l'aspect apparent du gène qui s'exprime sous plusieurs formes ou allèles.

Allèle : c'est la forme d'expression d'un gène.

Génotype : c'est l'ensemble des allèles du même gène au locus considéré.

Locus : c'est la position qu'occupe un gène sur le chromosome.

Phénotypes : c'est l'aspect extérieur d'un gène.

Homozygote : c'est un individu dont les allèles du même gène sont identiques au locus considéré.

Hétérozygote : c'est un individu dont les allèles du même gène sont différents au locus considéré.

Race pure : c'est l'ensemble des individus issus d'un X donné et qui présentent les mêmes Phénotypes. Ils donnent par autofécondation des individus identiques.

Hybride : c'est un individu issu du croisement de parents de race pure.

Monohybridisme : c'est un croisement entre les individus qui diffèrent par un seul caractère ou un couple d'allèles.

Dihybridisme : c'est un croisement entre les individus qui diffèrent par deux caractères ou deux couples d'allèles.

Diplonte : c'est un individu dont le cycle de développement est essentiellement diploïde ($2n$ chrs).

Haplonte : c'est un individu dont le cycle de développement est essentiellement haploïde (n chrs).

Allèle dominant : c'est un allèle qui s'exprime à l'issu du croisement entre homozygotes (F_1).

Allèle récessif : c'est un allèle qui ne s'exprime pas à l'issu du croisement entre homozygotes (F_1).

Gène létal : c'est un gène qui cause la mort d'un individu à l'état homozygote.

F_1 : c'est le croisement entre deux individus de race pure. Il s'agit de la première génération.

F_2 : c'est croisement des hybrides de la F_1 .

II- Rappel sur comment résoudre un exercice de génétique classique

La résolution d'un exercice de génétique formelle correspond le plus souvent à l'analyse des résultats des croisements expérimentaux. Pour ce faire, la procédure suivante est de rigueur :

Etape1. Analysez les données de l'exercice.

- Recensez les caractères étudiés,
- Posez une hypothèse concernant le nombre de gènes en jeu dans le croisement étudié. Si les symboles représentant les gènes ne sont pas imposés dans l'exercice, précisez ceux qui seront utilisés dans la réponse.

Etape2. Déterminez les caractéristiques du croisement.

En fonction des proportions observées dans la descendance, déterminer les caractéristiques du croisement :

- retrouvez et justifiez la dominance ou la codominance allélique pour chaque gène,
- déterminez s'il s'agit d'un test-cross ou d'un croisement simple,
- si le croisement fait intervenir deux gènes, déterminez si les gènes sont liés (situés sur le même chromosome) ou indépendants (situés sur deux chromosomes différents).

Etape3. Mettez en évidence les caractéristiques du croisement

Utilisez ses connaissances et, à l'aide de schéma, retrouvez les caractéristiques posées précédemment. Pour cela :

- retrouvez les génotypes parentaux,
- déterminez les génotypes des gamètes parentaux et leurs proportions,

- construisez l'échiquier de croisement permettant de retrouver les phénotypes observés dans la descendance dans les mêmes proportions,
- établissez la relation entre les phénotypes des descendances et les génotypes correspondants.

En résumé, il s'agit de la suivante :

1. Type d'hybridation : mono ou Dihybridisme :
 - Caractère (s) étudié (s)
 - Nombre (s) de couple (s) d'allèles
 - Localisation du gène
 - conclusion
2. Analyse de la F₁ :
 - Rapport de dominance entre les allèles
 - Symboles
3. Analyse statistique de la F₂
4. Hypothèse sur les résultats
5. Vérification de l'hypothèse par des croisements.
 - 1^{er} croisement : croisement des parents
 - 2^e croisement : croisement des hybrides de la F₁
 - Echiquier de croisement
 - Résultats et conclusion

III- Rappels des lois et proportions de Mendel

1- Les lois de Mendel

a- Première loi de Mendel

Nom : Uniformité des gamètes

Enoncé : A l'issu d'un croisement entre individus homozygotes pour le ou les caractères considérés, on obtient une descendance homogène ou uniforme.

b- Deuxième loi de Mendel

Nom : Ségrégation indépendante des caractères ou des couples d'allèles

Enoncé : Lors de la gamétogénèse, les allèles des gènes différents s'associent ou se lient de façon indépendante.

NB : *la 3^{ème} loi de Mendel ne s'applique que dans le cas d'un polyhybridisme.*

2- Proportions de Mendel

Croisement	Pourcentage	Interprétation
P ₁ xP ₂ Parents homozygotes	100%	Les parents croisés sont de race pure

F₁xF₁ Croisement des hybrides	$\frac{3}{4}$; $\frac{1}{4}$	Cas de Monohybridisme avec dominance absolue
P₁ (récessif) xF₁	$\frac{1}{2}$; $\frac{1}{2}$	Cas d'un Monohybridisme avec test-cross
F₁xF₁ Croisement des hybrides	$\frac{9}{16}$; $\frac{3}{16}$; $\frac{3}{16}$; $\frac{1}{16}$	Cas d'un Dihybridisme avec ségrégation indépendante des caractères avec dominance absolue
P₁ (récessif) xF₁	$\frac{1}{4}$; $\frac{1}{4}$; $\frac{1}{4}$; $\frac{1}{4}$	Cas d'un Dihybridisme avec test-cross

NB : Lorsque l'on croise un hybride quelconque avec un parent quelconque, on réalise un back-cross.

Tout back-cross n'est pas un test-cross mais tout test-cross est un back-cross.

IV- Exceptions aux lois de Mendel

1) La codominance

On parle de codominance lorsque chez un individu hétérozygote les allèles différents d'un même gène s'expriment pleinement sans qu'aucun ne soit dominé par l'autre.

Exercice : On croise deux variétés de fleurs, l'une de couleur blanche et l'autre de couleur rouge. Toutes les fleurs de la F₁ sont de couleur rose. L'autofécondation des individus de la F₁ donne : 32 fleurs blanches, 36 fleurs rouges et 68 fleurs roses. Interpréter ces résultats.

2) Le gène létal

Un gène est dit létal lorsqu'il provoque la mort de l'individu porteur à l'état homozygote. Dans ces conditions, les proportions classiques de la F₂ du Monohybridisme « $\frac{3}{4}$ et $\frac{1}{4}$ » deviennent $\frac{2}{3}$ et $\frac{1}{3}$.

3) Hérédité liée aux gonosomes ou chromosomes sexuels

Lorsque les gènes sont portés sur les gonosomes, leur hérédité est particulière et entraîne des modifications apparentes.

Dans chaque espèce, on note deux types de chromosomes : les autosomes et les gonosomes. Il y a qu'une seule paire de chromosomes sexuels dans chaque espèce. Chez certaines espèces ces deux chromosomes sont X et Y, on peut trouver alors des individus de type XX (femelles) et ceux de type XY (mâles).

- Après méiose la femelle est homogamétique (X) car tous ses gamètes sont de même nature.
- Après méiose le mâle est hétérogamétique (X ou Y).

N.B : chez les oiseaux et les lépidoptères (papillon), certains amphibiens et les poissons, la femelle est hétérogamétique (ZW) et le mâle homogamétique (ZZ).

a) Hérédité liée au le chromosome X

Lorsque le gène est sur le chromosome X, les faits suivants sont observés :

- Chassé-croisé ;
- Ségrégation du caractère selon le sexe ;
- Le croisement réciproque ne donne pas les mêmes résultats.

b) Hérédité liée au chromosome Y

Lorsque le gène est sur le chromosome Y, seuls les mâles portent le caractère transmis.

4) Epistasie

On parle d'épistasie, lorsque l'expression d'un gène conditionne l'expression d'un autre gène mais non alléliques

En F_2 on retrouve trois phénotypes au lieu de quatre. Il existe une épistasie dominante et une épistasie récessive.

- **Epistasie dominante** : le gène qui conditionne l'expression de l'autre est dominant. En F_2 on obtient les proportions : $12/16$; $3/16$; $1/16$.

N.B : le gène qui conditionne l'expression de l'autre est dit épistatique et le gène conditionné est dit hypostatique.

- **Epistasie récessive** : le gène épistatique est récessif. On obtient en F_2 les proportions : $9/16$; $4/16$; $3/16$.

5) Complémentarité

On parle de complémentarité, lorsque la présence de deux gènes non alléliques conditionnent l'expression d'un caractère. On distingue la complémentarité dominante et la complémentarité récessive.

- **Complémentarité dominante** : la présence de deux gènes dominants non alléliques est nécessaire pour l'expression d'un caractère donné. On obtient en F_2 les proportions : $9/16$ et $7/16$.
- **Complémentarité récessive** : l'expression d'un caractère exige la présence de deux gènes récessifs et non alléliques. On obtient en F_1 les proportions : $15/16$ et $1/16$.

6) Linkage et recombinaison intrachromosomique

On parle de linkage, quand deux gènes sont liés c'est-à-dire lorsqu'ils sont portés par un même chromosome. Ils ne peuvent être séparés que par un crossing-over. Les crossing-over apparaissent avec une certaine fréquence. Les gamètes recombinés apparaissent avec une fréquence P tandis que, les gamètes parentaux apparaissent avec une fréquence 1-P.

Les deux gamètes parentaux : $(1-P)/2$ Les deux gamètes recombinés : $P/2$

Le pourcentage de recombinaison noté %R = $\frac{\text{Nombre de gamètes recombinés}}{\text{Nombre total de gamètes}}$

Celui-ci permet d'établir la carte factorielle. La distance gène-centromère en centimorgan (CM) ou en unité de recombinaison (UR) est notée :

$$D = \frac{\text{Nombre d'individu de phénotypes recombinés}}{\text{Nombre total d'individu}} \times 100$$

N.B : les proportions : $3/8$; $3/8$; $1/8$ et $1/8$ sont ceux du croisement entre un double hétérozygote et un simple hétérozygote récessif pour un allèle.

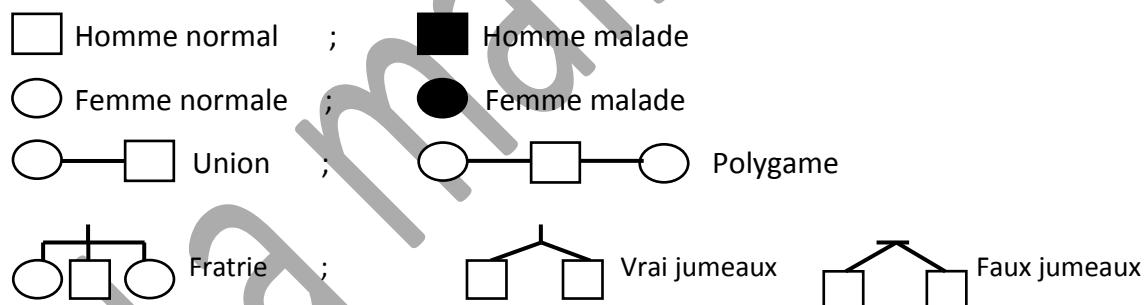
V- Hérédité humaine

L'hérédité humaine s'intéresse d'une part à la transmission des maladies héréditaires et des gènes impliqués dans le masquage de l'identité biologique (groupe sanguin) et d'autre part aux (maladies) anomalie de la transmission des chromosomes. En génétique, les méthodes expérimentales ne sont pas utilisées pour les raisons suivantes :

- L'impossible de diriger les unions ;
- La fécondité très restreinte chez l'homme ;
- La longévité des générations.

NB : Ici, on fait recours à l'arbre généalogique ou pédigré qui est la représentation conventionnelle des liens parentaux qui unissent les différents membres d'une famille.

On utilise les conventions suivantes



Mode de transmission

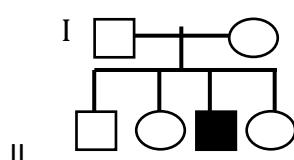
1. Rapport de dominance

Il s'agit de savoir si l'allèle responsable d'une anomalie donnée est dominant ou s'il est récessif

a. Allèle responsable de l'anomalie récessif :

L'individu atteint est issu des parents phénotypiquement sains.

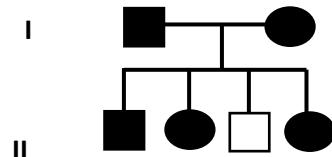
Exemple : I₁ et I₂ ont donné le garçon II₃ atteint.



b. Allèle responsable de l'anomalie est dominant :

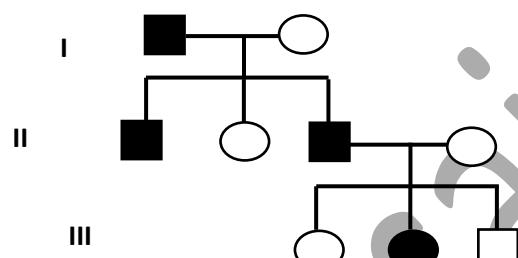
- **1^{ère} situation** : deux parents malades ont un enfant sain

Exemple : cas des parents I₁ et I₂ qui ont donné l'enfant I₃ sain.



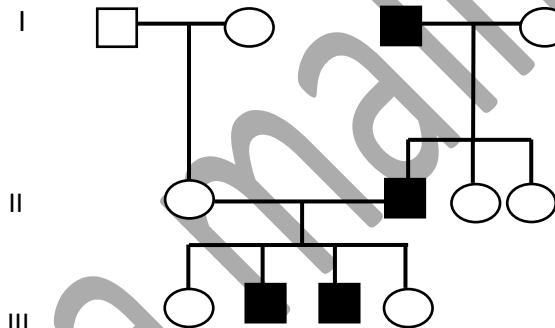
- **2^{ème} situation** : tous individus malades ont au moins un parent malade et l'anomalie est présente dans toutes les générations.

Exemple : les individus malades II₁ et III₂ ont tous des parents malades I₁ II₃ respectivement.



2. Localisation du gène

a. Gène responsable de l'anomalie est le chromosome Y

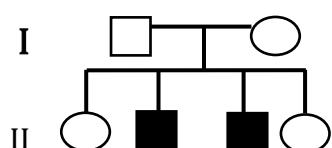


Le père malade transmet l'anomalie à tous ses fils sans exception.

N.B : Quand le gène de la maladie est situé sur le chromosome Y, la dominance d'allèle n'a pas d'importance, car même récessif le gène s'exprime toujours.

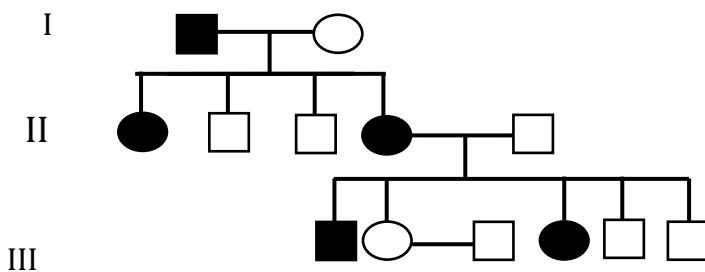
b. Gène responsable de l'anomalie est sur le chromosome X

- Gène récessif situé sur X



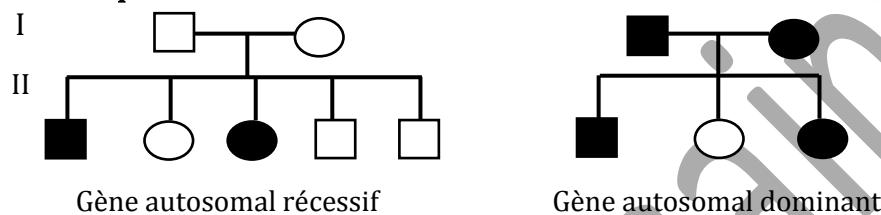
La maladie n'affecte que les garçons (elle n'est pas transmise par un père malade) : il y a ségrégation de la maladie selon le sexe.

- **Gène dominant situé sur X**



Présence du chassé-croisé quand le père est atteint.

- c. **Gène responsable de l'anomalie est sur les autosomes**



- Il n'y a pas de ségrégation de la maladie selon le sexe, et le parent atteint ne transmet pas forcément la maladie à la descendance.
- Le père ou la mère transmet indifféremment l'anomalie à ses fils ou à ses filles.

IV/ Etude de quelque cas d'hérédité humaine

1. Les groupes sanguins

a. Le système ABO

Découvert par Landsteiner en 1890 (biographe autrichien), il résulte de l'existence de trois (3) d'antigènes : AgA ; AgB ; AgH, incorporés dans la membrane plasmique des hématies ; sur la 9^{ème} paire des chromosomes, trois gènes allèles sont possibles : ABO.

Les gènes A et B sont codominant alors qu'ils dominent O.

Anticorps	Génotypes et phénotypes	Antigènes
Anti A	A//A [A]	AgA
Anti B	B//B [B]	AgB
Absence d'anticorps	A//B [AB]	AgA + AgB
Anti A et Anti B	O//O [O]	Absence d'Ag

b. Le système rhésus

C'est la substance contenue dans le sang de certains sujets et qui est responsables des accidents lors des transfusions sanguines et des grossesses pathologiques. L'individu

procédant ce facteur est dit rhésus positif noté (rh^+) et celui qui n'en procède pas est dit rhésus négatif noté (rh^-)

Remarques : le facteur rhésus accompagne toujours le système ABO. Par exemple, si un individu est de groupe A^+ signifie qu'il est du groupe sanguin A et de rhésus positif. Le rhésus positif domine le rhésus négatif.

- Groupe A^+ : $(A//A)(rh^+ // rh^+) ; (A//A)(rh^+ // rh^-) ; (A//O)(rh^+ // rh^+) ; (A//O)(rh^+ // rh^-)$
- Groupe B^+ : $(B//B)(rh^+ // rh^+) ; (B//B)(rh^+ // rh^-) ; (B//O)(rh^+ // rh^+) ; (B//O)(rh^+ // rh^-)$
- Groupe A^- : $(A//A)(rh^- // rh^-) ; (A//O)(rh^- // rh^-)$
- Groupe B^- : $(B//B)(rh^- // rh^-) ; (B//O)(rh^- // rh^-)$
- Groupe AB^+ : $(A//B)(rh^+ // rh^+) ; (A//B)(rh^+ // rh^-)$
- Groupe AB^- : $(A//B)(rh^- // rh^-)$
- Groupe O^+ : $(O//O)(rh^+ // rh^+) ; (O//O)(rh^+ // rh^-)$
- Groupe O^- : $(O//O)(rh^- // rh^-)$

2. Sur le gonosome X

a. L'hémophilie

C'est une maladie caractérisée par une incoagulation du sang. Cette anomalie est héréditaire et n'apparaît que chez les garçons et leur est transmise par leur mère. Le gène de cette anomalie est récessif et situé sur le gonosome X.

Allèle normal : H ; Allèle hémophile : h

Génotypes et phénotypes

- Homme normal : $X^H//Y [H]$
- Homme hémophile : $X^h//Y [h]$
- Femme normale : $X^H//X^H [H]$
- Femme porteuse saine hétérozygote : $X^H//H^h [H]$

N.B : Il n'existe pas de femme hémophile car ce gène est létal à l'état récessif c'est-à-dire les individus de génotype $X^h//H^h$ ne naissent pas.

b. Le daltonisme

C'est une anomalie de la vision caractérisée par la confusion des couleurs vertes et rouges. L'allèle responsable de celle-ci est récessif et situé sur le gonosome X.

Allèle normal : D ; Allèle dalton : d

Les génotypes et phénotypes :

- Homme normal : $X^D//Y [D]$



- Homme dalton : $X^d//Y$ [d]
- Femme normale : $X^D//H^D$ [D]
- Femme dalton : $X^d//H^d$ [d]

c. La myopathie

C'est une anomalie génétique rare caractérisée par la dégénérescence évolutive de la musculature striée entraînant la mort très généralement avant la puberté. Cette anomalie frappe plus les garçons que les filles. Le gène de la maladie est récessif et situé sur le gonosome X.

Allèle normal : m^+ ; Allèle malade : m

Les génotypes et phénotypes :

- Homme normal : $X^{m+}//Y$ [m^+]
- Homme malade : $X^m//Y$ [m]
- Femme normale : $X^{m+}//H^{m+}$ [m^+]
- Femme malade : $X^m//H^m$ [m]

3. Sur le gonosome Y

Cas de l'hypertrichose des oreilles

C'est une anomalie caractérisée par la présence sur les pavillons de l'oreille des poils longs et durs. Le gène responsable est récessif et porté par le gonosome Y.

Allèle normal : H ; Allèle malade : h

Génotypes et phénotypes

- Homme normal : $X//Y^H$ [H]
- Homme malade : $X//Y^h$ [h]
- Femme normale : $X//X^H$ [H]
- Femme porteuse saine hétérozygote : $X//H^h$ [h]

4. Sur les autosomes

Cas de l'albinisme

C'est une anomalie due à l'absence d'un pigment sombre : la mélanine, dans les cellules épidermiques de la peau, des racines des poils. Les individus atteints de cette anomalie sont des albinos. Le gène qui code pour l'albinisme est autosomal et l'allèle responsable est récessif.

Allèle normal : A ; Allèle albinos : a

VI- Génétique chez les haplontes

Les haplontes sont des êtres vivants qui passent la plus grande partie de leurs cycles de vie à l'état haploïde.

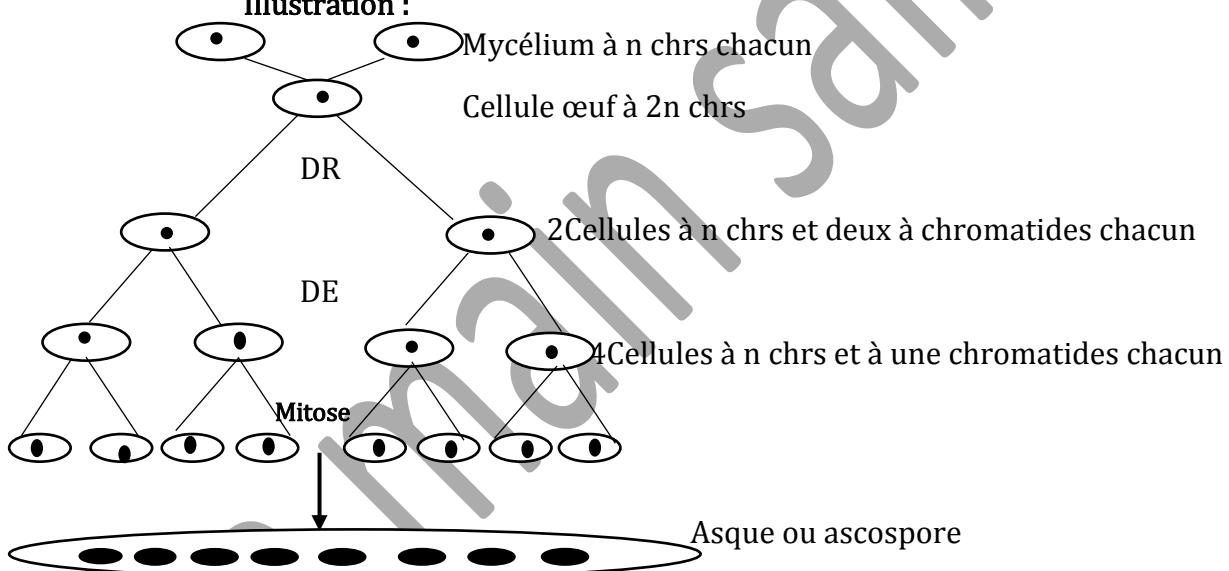
Exemple : le champignon moisissure appelé sordaria macrospora est formé des filaments ramifiés constituant le mycélium.

A) Cycle de développement du sordaria macrospora.

Chez la sordaria macrospora, la reproduction sinuée est observée grâce à la fusion de deux cellules haploïdes (n). Cette fusion donne un zygote ou cellule œuf diploïde ($2n$). La cellule œuf subit une méiose puis une mitose. On obtient une cellule à 8 noyaux haploïdes qui évolueront chacun en spore ou ascospore.

L'ensemble des ascospores forme un asque. Cet asque une fois libéré germe en donnant un noyau de mycélium.

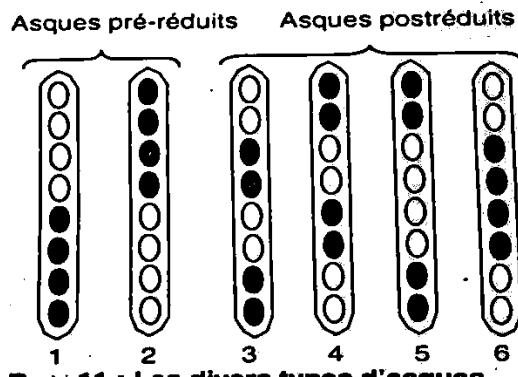
Illustration :



Remarque : la cellule œuf issue de la fécondation est l'unique cellule diploïde chez les haplontes.

B) Croisement de deux souches de sordaria.

On croise deux souches de champignons haploïdes de l'espèce Sordaria : la souche sauvage possède des spores de couleur noire et la souche mutée des spores de couleur blanche. On définit différents types d'asques selon la position des spores noires et des spores blanches qu'elles contiennent. Cette position dépend des mécanismes chromosomiques qui se déroulent durant la méiose.

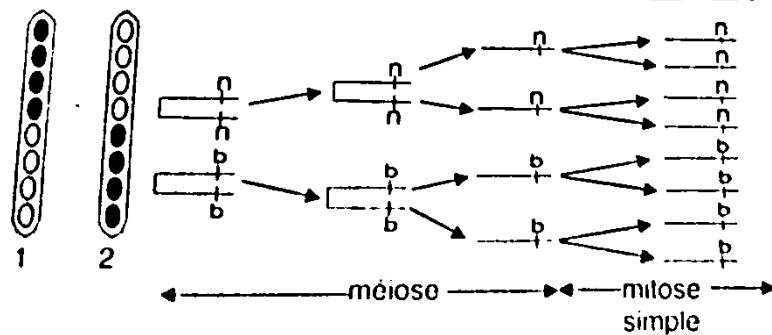


NB : on appelle périthèce la structure représentant plusieurs asques. On peut voir dans celui-ci divers types d'asques issus du mycélium noir et le mycélium blanc.

Pour expliquer cette disposition des spores dans les asques, on fait appel aux mécanismes de brassage des gènes lors de la méiose.

a) Brassage interchromosomique

Lors d'une disjonction indépendante des chromosomes à l'anaphase I et des chromatides à l'anaphase II, il se produit un brassage interchromosomique par répartition aléatoire de chaque couple allélique. Ce mécanisme explique l'existence des asques 1 et 2, appelés asques pré-réduits.

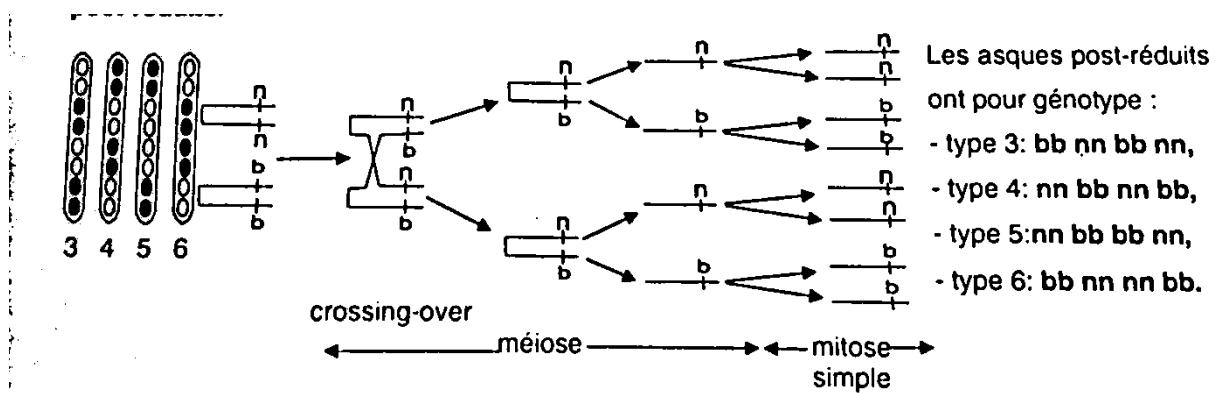


Les asques pré-réduits ont pour génotype :

- type 1: nn nn bb bb,
- type 2: bb bb nn nn.

b) Brassage intrachromosomique

Au cours de la prophase I, l'existence de chiasmas permet des échanges de portions de chromatides entre chromosomes homologues. Ils sont responsables des recombinaisons intrachromosomiques ou crossing-over, qui forment tous les asques se types 3 ; 4 ; 5 et 6 dits asques post-réduits.



L'exploitation statistique de ces résultats permet d'évaluer la distance entre le gène étudié et le centromère :

$$D = \frac{\text{nbre d'asques post-réduits}}{2 \times \text{nbre total d'asques}} \times 100$$

Elle évalue le % de recombinaison. (1CM=1% de recombinaison).

VII- Génie génétique

1) Définition

Le génie génétique est l'ensemble des techniques permettant de transférer du matériel génétique, modifié ou non, d'un organisme à un autre. Les individus obtenus sont des organismes génétiquement modifiés (OGM).

2) Etapes du génie génétique

Pour faire de la génie génétique, on procède de la manière suivante :

- Identifier et isoler les gènes d'intérêt (c'est-à-dire gène à transférer dans une autre espèce pour lui apporter une propriété nouvelle). Le gène d'intérêt peut provenir de tout organisme vivant, plante, animal ou bactérie puisque le code génétique est universel. L'intérêt de ce gène peut être l'amélioration de rendement, la résistance aux maladies, l'accélération de la croissance d'une espèce...)
- Intégrer le gène d'intérêt dans l'organisme à multiplier (bactéries, cellules végétales, cellules animales). Cette intégration consiste en un transfert de gène ou transgénèse. Le gène d'intérêt étant appelé transgène.
- Multiplier l'organisme modifié en vue d'obtenir plusieurs individus transgéniques. L'ensemble de ces individus transgéniques constitue un clone (lors de l'évaluation, l'individu n'ayant pas ce génotype est éliminé).

3) Avantages et inconvénients des OGM

a) Avantages

- Dans le domaine biomédical.**

Il intervient dans la fabrication de certaines molécules présentant un intérêt pharmacologique. Exemple : les vaccins, les anticorps tels qu'immunologies, les hormones telles que l'insuline.

- Le gène génétique permet de produire les sondes à l'ADN qui interviennent dans le diagnostic prénatal.
- Il permet la réalisation des greffes d'organes des animaux chez l'Homme.

- Dans le domaine agro-alimentaire.**

- Le génie génétique permet d'améliorer la qualité et la quantité de certains produits. Exemple : le lait de vache, la laine de mouton.
- Il améliore la résistance des végétaux aux ravageurs, aux parasites, et aux herbicides ;
- Il permet de rendre les plantes non légumineuses capable de vivre en symbiose avec les bactéries fixatrices de l'azote atmosphérique.

b) Les inconvénients

- La trop grande dépendance des agriculteurs aux grandes firmes qui produisent les semences,
- Le risque de destruction de la biodiversité car les substances toxiques telles que les herbicides peuvent détruire définitivement certaines races sauvages (les herbes, les oiseaux),
- Les manipulations incontrôlées des molécules pouvant conduire à la création des monstres ou à l'apparition des malformations sur des individus transgéniques,
- L'obtention des individus (animaux et végétaux) producteurs des substances toxiques lorsqu'il y'a mauvaise manipulation,
- Le risque d'échanges génétiques par pollinisation croisée entre les plantes transgéniques et les espèces sauvages apparentées.

4) L'application du génie génétique : la production du maïs transgénique

Le maïs est généralement attaqué par un insecte ravageur : la pyrale (un papillon) ; ce qui peut entraîner la perte dans les récoltes jusqu'à 30%. La larve de la pyrale s'introduit dans la jeune tige du maïs à l'intérieur de laquelle elle progresse en se nourrissant de ses tissus : le maïs ne se développe plus normalement.

Il existe dans le sol une bactérie appelée Bacillus thuringiensis(Bt) qui secrète une substance (protéine insecticide) capable de détruire la pyrale. En intégrant le gène codon (Bt) pour cette protéine insecticide dans le patrimoine génétique du maïs, la plante s'autoprotège. Le maïs transgénique produit alors tout au long de son cycle biologique, cette protéine insecticide et dès que la pyrale dévore la feuille, elle est immédiatement détruite.

La main Sainte

TRAVAUX DIRIGÉS DE GÉNÉTIQUE

PARTIE 1 : GÉNÉTIQUE FORMELLE

EXERCICE N°1 (Monohybridisme)

On croise des souris grises de race pures avec des souris blanches de race pures.

- Comment peut-on s'assurer de la pureté des gamètes de ces deux races ?
- Toutes les souris obtenues à la première génération sont grises. Que peut-on en conclure ?
- Quelle loi de Mendel peut être appliquée dans ce cas ? Enoncez-la.
- Comment peut-on appeler les souris grises ainsi obtenues ?
- On croise entre elles les souris grises. Quels sont les résultats statistiques de ce type de croisement ?
- Etait-il nécessaire de s'assurer de la pureté de la race de souris blanches ? justifiez votre réponse.

EXERCICE N°2 (Monohybridisme)

Dans la race de poule dite andalouse, certaines volailles sont blanches, d'autres sont noires, d'autres enfin sont bleues.

- En croissant les volailles noires entre elles, on obtient uniquement des volailles noires.
 - En croissant les volailles blanches entre elles, on obtient uniquement des volailles blanches.
 - En croissant une volaille noire par une volaille blanche, on obtient des volailles bleues.
 - Les volailles bleues entre elles donnent un mélange de volailles noires, blanches et bleues.
- Quel est le caractère étudié ?
 - De quel type de croisement s'agit-il ?
 - Ecrivez le génotype des volailles noires, et des volailles blanches.
 - Etant donné que les volailles bleues proviennent du croisement entre les volailles noires et des volailles blanches, donnez le génotype des volailles bleues.
 - Quelles sont des volailles qui sont :
 - De lignée ou de race pure ?
 - Hybrides ?
 - A l'aide d'un tableau à double entrées (ou échiquier de croisement), réalisez le croisement entre deux volailles bleues et précisez la répartition statistique de la descendance.
 - Etait-il nécessaire de s'assurer de la pureté des races initiales ? justifiez votre réponse.
 - On procède à un croisement d'une volaille noire par une volaille bleue. Réalisez le tableau qui permet d'en prévoir les résultats.

EXERCICE N°3 (Monohybridisme)

On croise deux variétés de pois, l'une à graines lisses et l'autre à graines ridées. La filiation première est constituée uniquement des pois à graines lisses.

En laissant s'autoféconder les fleurs des plantes issues de F₁ entre elles, on obtient une F₂ composée de 7324 graines dont 5474 lisses et 1850 ridées. Interprétez ces résultats.

EXERCICE N°4

Soit un croisement entre papillon mâle de race pure doté d'ailes tachetées avec un papillon femelle de race pure aux ailes uniformément colorées (allèle « uni »). Les descendants directs (1^{ère} génération) sont tous à coloration tachetée, mâles ou femelles. Ceux-ci, devenus adultes et croisés entre eux, donnent une deuxième génération comportant des mâles tous « tachetées » et des femelles dont la moitié seulement est à ailes tachetées (l'autre moitié a des ailes de type « uni »).

- a) Que pouvez-vous dire des allèles « tacheté » et « uni » ?
- b) En considérant chaque catégorie de chromosomes sexuels (XX-XY) ou (ZW-ZZ), dites à quelle catégorie appartient le papillon.

EXERCICE N°5 (Dihybridisme)

Mendel croise deux variétés pures de pois différant entre elles par la forme et la couleur des graines. L'une est à graines lisses et jaunes, l'autre à graines ridées et vertes. Après la récolte, il obtient 100% des graines lisses et jaunes.

Mendel sème les graines de la F₁ et laisse les fleurs s'autoféconder. Il obtient après la récolte quatre types de graines dont les valeurs sont les suivantes :

- 7304 de graines lisses et jaunes,
 - 2431 de graines lisses et vertes,
 - 2422 de graines ridées et jaunes,
 - 809 de graines ridées et vertes.
- 1- Quelles conclusions peut-on tirer de l'homogénéité des phénotypes obtenus en F₁ ?
 - 2- Etablissez l'échiquier de croisement des individus de la F₁ entre eux afin d'interpréter les résultats obtenus.
 - 3- Récapitulez les phénotypes obtenus et leurs proportions.

EXERCICE N°6 (Dihybridisme avec linkage partiel)

Deux lignées pures d'une même espèce végétale peuvent être caractérisées par leurs grains de pollen (gamétophytes mâle des spermaphytes). Dans une d'elles, les grains de pollen sont jaunes et riches en amidon ; dans l'autre, ils sont orangés et riches en dextrines. On étudie les grains de pollen des hybrides de la 1^{ère} filiation obtenue à partir du croisement de ces deux lignées pures. On obtient :

- 25% de grains de pollen jaunes, riches en amidon,
- 25% de grains de pollen jaunes, riches en dextrines,
- 25% de grains de pollen orangés, riches en amidon,
- 25% de grains de pollen orangés, riches en dextrines.

- 1) Donnez une interprétation chromosomique du résultat obtenu, en supposant les allèles de la lignée jaune et riche en amidon dominants.
- 2) Quel est le type de brassage chromosomique qui justifie ce résultat ? précisez

EXERCICE N°7 (Dihybridisme avec linkage absolu)

On croise une souris de race pure à pelage brun et à moustaches raides avec une souris de race pure à pelage noir et à moustaches souples. Toutes les souris à la première génération ont un pelage noir et des moustaches souples.

- 1- Relevez les caractères qui intéressent le généticien au cours de ce croisement. En déduire le type d'hybridation.
- 2- A partir de ces résultats, dégagiez les allèles dominants.
- 3- On dispose d'une souris à pelage brun et à moustaches raides. On la croise avec une souris de première génération précédente et on obtient : 50% des souris à pelage brun et à moustaches raides et 50% des souris à pelage noir et à moustaches souples.
 - a) Si on tient compte de ces résultats, quelle hypothèse peut-on formuler concernant la localisation des gènes qui déterminent ces caractères ?
 - b) Ecrivez alors les génotypes des parents et des individus de cette 1^{ère} génération.
 - c) Dans ce cas, faire une représentation chromosomique qui rend compte de cette localisation des gènes, du phénotype de l'hybride de la 1^{ère} génération et de son partenaire, c'est-à-dire la souris à pelage brun et à moustaches raides.
- 4- Le croisement des souris de la première génération entre elles a donné les résultats suivants : 58 souris obtenues ont un pelage noir et des moustaches souples ; 23 souris ont un pelage brun et des moustaches raides.
Ces résultats permettent-ils d'infirmer ou de confirmer l'hypothèse formulée à la question 3a ? Justifiez.

EXERCICE N°8 (Dihybridisme)

On croise deux drosophiles de race pures, l'une à ailes longues et aux yeux rouges, l'autre à ailes vestigiales et aux yeux bruns. En F₁ on trouve uniquement des drosophiles aux ailes longues et aux yeux rouges. Par autofécondation des hybrides de la F₁, on obtient une F₂ composée de :

- 2705 drosophiles à ailes longues et aux yeux rouges ;
- 905 drosophiles à ailes longues et aux yeux bruns ;
- 903 drosophiles à ailes vestigiales et aux yeux rouges ;
- 300 drosophiles à ailes vestigiales et aux yeux bruns.

- 1) Interprétez ces résultats.
- 2) On considère le croisement d'un hybride de la F₁ avec une femelle aux ailes vestigiales et aux yeux bruns. On obtient en F₂ 478 drosophiles aux ailes longues et aux yeux rouges ; 482 drosophiles aux ailes vestigiales et aux yeux bruns.
Interprétez ces nouveaux résultats.
- 3) Faites une interprétation chromosomique au deuxième croisement.

EXERCICE N°9 (Hérédité liée au sexe)

On croise deux drosophiles de race pures, une femelle aux yeux blancs et un mâle aux yeux rouges. On constate qu'en F₁ tous les mâles ont des yeux blancs et toutes les femelles des yeux rouges. En F₂ on obtient :

- 115 femelles aux yeux rouges ;
- 123 femelles aux yeux blancs ;
- 118 mâles aux yeux rouges ;
- 119 mâles aux yeux blancs.

- 1- Interprétez ces résultats.



2- On croise deux drosophiles aux yeux rouges, on obtient en F₁ :

- 193 mâles aux yeux blancs ;
- 204 mâles aux yeux rouges ;
- 402 femelles aux yeux rouges.

Interprète ces résultats.

EXERCICE N°10 (BAC BLANC "C" 2015)

On dispose de deux souches pures de drosophiles :

- Souche1 : au corps noir et œil blanc
- Souche2 : au corps gris et œil rouge.

Le croisement des drosophiles femelles de la souche1 avec des mâles de la souche2 donne une F₁ constituée des mouches femelles au corps gris et œil rouge et des mouches mâles au corps noir et œil blanc.

Cependant, le croisement réalisé avec des mouches femelles au corps gris et œil rouge et des mouches mâles au corps noir et œil blanc, donne en F₁ exclusivement des mouches au corps gris et œil rouge.

- 1) Indiquez les gènes impliqués dans ces croisements tout en précisant les allèles correspondants.
- 2) Quels sont les allèles dominants ? Justifiez votre réponse.
- 3) Formulez une hypothèse justifiée permettant de préciser la localisation chromosomique de ces allèles. Vérifiez cette hypothèse.

EXERCICE N°11 (Codominance)

On croise une plante A à fleurs blanches avec une plante B à fleurs rouges. On obtient en F₁ uniquement des fleurs roses. On autoféconde une plante de la génération F₁ et l'on observe la couleur des fleurs de la génération F₂, on obtient : 32 fleurs blanches, 36 fleurs rouges et 68 fleurs roses.

Interprétez ces résultats.

EXERCICE N°12 (Gène létal)

Au sein d'un élevage de volaille naissent deux poussins. L'un mâle, l'autre femelle, différents des autres par la taille petite des ailes et des pattes. Il s'agit de la mutation « creeper ».

- a) D'abord l'éleveur les croise chacun avec des individus de taille normale et la descendance de ce type de croisement est pour la moitié constituée d'animaux de taille normale, pour moitié d'animaux à membres petits.
- b) Ensuite, il croise entre eux et leur descendance viable est dans les proportions suivantes : 2 animaux sur 3 ont des petits membres.

Sachant que le croisement entre individus de taille normale donne une descendance homogène à la taille normale.

Interprétez ces résultats des croisements a et b.

EXERCICE N°13 (Epistasie dominante)

Chez l'avoine, deux couples d'allèles déterminent la pigmentation des téguments des graines : (B ; b) et (G ; g).



[B] : tégument noir ; [b] : tégument blanc ; [G] : tégument gris. Mais, G ne s'exprime qu'en absence de B et g ne s'exprime pas, même en présence de b.

Soit le croisement suivant : Avoine à téguments noirs croisé avec avoine à tégument blancs. En F₁, on obtient des avoines à téguments noirs. Par contre F₁ × F₁ donne un F₂ :

- ▶ 48 individus à téguments noirs ;
- ▶ 12 individus à téguments gris ;
- ▶ 4 individus à téguments blancs. Interprétez ces résultats.

EXERCICE N°14 (Epistasie récessive)

Le maïs présente une transmission héréditaire de la forme des grains (pleins ou déprimés) et de la couleur de ceux-ci (noirs ou clairs). La récolte de première génération est entièrement constituée de grains pleins et noirs. Les pieds de maïs issus de la germination de ceux-ci donnent en F₂, après autofécondation :

- ▶ 190 grains noirs déprimés ;
- ▶ 150 grains clairs et pleins ;
- ▶ 460 grains noirs et pleins.

Interprétez ces résultats.

EXERCICE N°15 (Complémentarité dominante)

On croise deux variétés pures de pois de senteur à fleurs blanches et à fleurs pourpres. Les plantes obtenues portent toutes les fleurs pourpres. Lorsqu'on croise entre elles deux de ces à fleurs pourpres à obtient une descendance composée de : 72 pieds à fleur pourpres et 56 pieds à fleurs blanches.

Sachant que la couleur des fleurs chez le pois est contrôlée par deux couples d'allèles présentant chacun, un allèle dominant et un allèle récessif. On les appelle r⁺/r et p⁺/p. Pour que les allèles (fleurs) soient colorées, il faut que la plante possède nécessairement dans son génotype au moins un allèle dominant de chaque couple, sinon les fleurs sont blanches.

Interprétez ces résultats.

EXERCICE N°16 (Gènes liés : linkage)

On croise deux lignées pures de drosophiles, l'une à ailes longues et corps noirs, l'autre à ailes vestigiales et corps gris. Tous les individus de la F₁ ont des ailes longues et corps gris. La F₂ obtenue par croisement F₁ × F₁ comprend :

- ▶ 1160 drosophiles à ailes longues et corps gris ;
- ▶ 578 drosophiles à ailes longues et corps noirs ;
- ▶ 592 drosophiles à ailes vestigiales et corps gris.

Interprétez ces résultats.

EXERCICE N°17 (Dihybridisme, linkage partiel, codominance et dominance absolue)

Un horticulteur cultive des plantes à bulbes dont les fleurs sont à pétales rouges et lisses pour les unes et à pétales bleus et frisés pour les autres. L'horticulteur cherche à obtenir des variétés nouvelles.

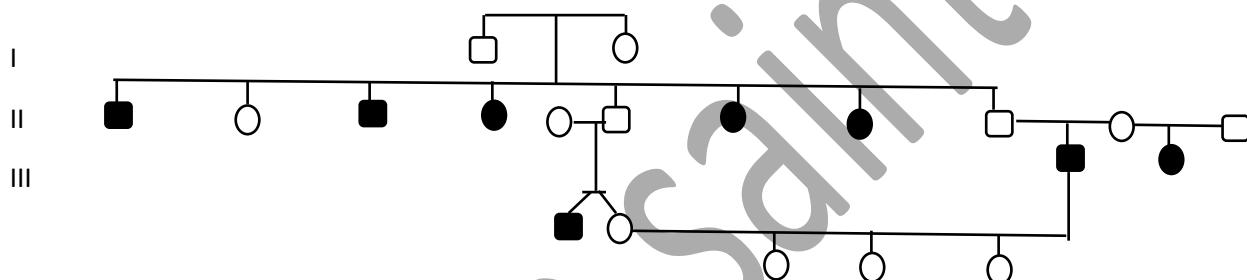
1. La génération obtenue après ce croisement ne comporte que des fleurs à pétales violets et lisses. Quelle conclusion peut-on tirer de ces résultats ?
2. Espérant obtenir des fleurs à pétales violets et frisés ; l'horticulteur croise des individus de la F₁ avec ceux à pétales bleus et frisés.

- a) Quel type de croisement a-t-il effectué ?
 b) Il obtient en réalité :
- 140 fleurs à pétales violets et lisses ;
 - 175 fleurs à pétales bleus et frisés ;
 - 6 fleurs à pétales violets et frisés ;
 - 5 fleurs à pétales bleus et lisses.
- Interprétez ces résultats.

PARTIE 2 : GENETIQUE HUMAINE

Exercice 1 :

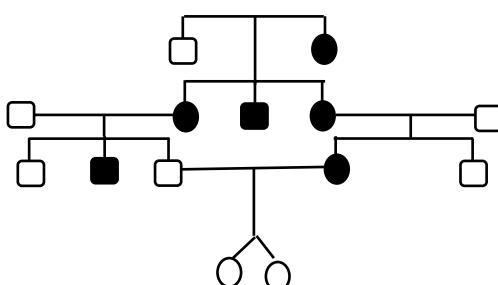
Voici un extrait du pédigrée d'une maladie héréditaire.



- 1) Etudier la dominance de la maladie.
- 2) Etudier d'une manière hypothétique la localisation du gène de la maladie.
- 3) Que peut-on dire de cette maladie en général ?
- 4) Les individus III1 et III2 sont-ils des vrais jumeaux? Justifier.
- 5) Quel(s) génotype(s) donnerez-vous aux individus issus de II9 et II10?

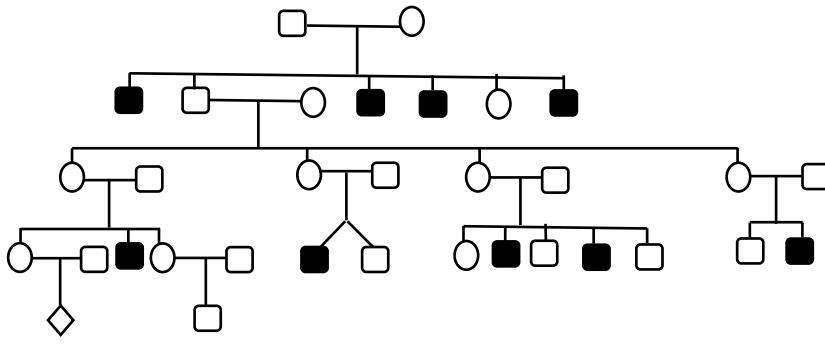
Exercice 2 :

Faites l'analyse détaillée de l'arbre généalogique suivant.



Exercice 3 : BAC BLANC C 2009-2010

Le syndrome de Lesch-Nyhan est une forme de paralysie rare, mais très grave car elle entraîne généralement la mort avant la puberté. Madame A est issue d'une famille dont plusieurs individus sont atteints de cette maladie et dont l'arbre généalogique est le suivant.

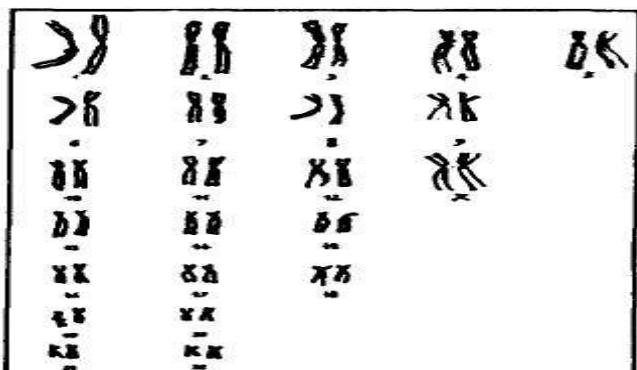


Homme malade : ■

Homme normal : □

Fœtus : ◊

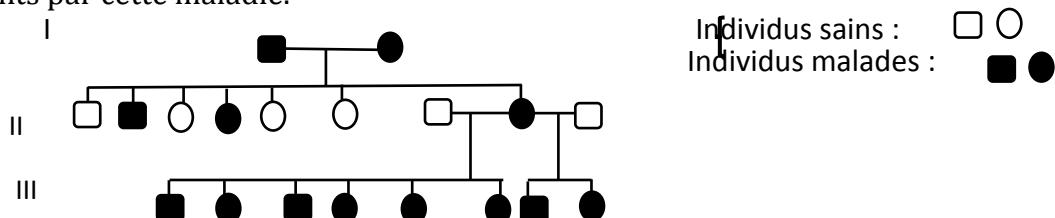
- 1) Le gène responsable de ce syndrome est-il dominant ou récessif ? Justifiez votre réponse.
- 2) S'agit-il d'une hérédité autosomale ou sexuelle ? Justifiez votre réponse. Si plusieurs solutions sont possibles, quel est le mode de transmission probable ?
- 3) Donnez les génotypes possibles de l'individu 1, 2, 3, 5, 10 et 18 (Madame A)
- 4) Pour quelle raison est-il peu probable de rencontrer une fille malade ?
- 5) Comment expliquez-vous que seul l'un des jumeaux 23 et 24 soit malade ? Quels sont leur génotype ?
- 6) Madame A(18) se préoccupe du sexe de son futur enfant. Après réalisation du caryotype du fœtus ; son médecin lui présente les résultats ci-après :



- a) Analysez ce caryotype et donnez la réponse à la préoccupation de Mme A
- b) Quel pourra être le ou les génotypes possibles du futur enfant de Mme A.

Exercice 4 : BAC C 2011

L'épithélioma adénoïde cysticum est une maladie héréditaire humaine qui se traduit par la présence sur le visage des petits colorés. Le reste du corps porte également des tumeurs des dimensions variables. Voici l'arbre généalogique d'une famille dont certains membres sont atteints par cette maladie.



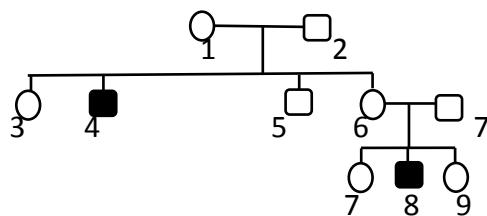
- 1) L'allèle responsable de cette maladie est-il récessif ou dominant ? Justifiez votre réponse.

2) Démontrez s'il s'agit d'un cas d'hérédité autosomale ou d'un cas d'hérédité liée aux chromosomes sexuels.

3) Donnez les génotypes possibles des individus 1,2,6,10,11,12 et 18. Nb : la femme 10 à effectué deux mariages successifs avec les hommes 9 et 11.

Exercice 5

L'hémophilie est une maladie caractérisée par une incoagulabilité héréditaire du sang. Le document ci-dessous montre des personnes atteintes de cette maladie.



1) L'allèle de la maladie est-il dominant ? Pourquoi ?

2) S'agit-il d'un cas d'hérédité autosomale ? Pourquoi ?

3) Que peut-on dire de cette maladie compte-tenu de sa transmission ?

PARTIE 3 : GENETIQUE CHEZ LES HAPLOONTES

Exercice 1

La figure représente un bouquet d'asques, issu d'une fructification (périthece) obtenue en croisant deux souches de *Neurospora crassa* : une souche à spores jaunes et l'autre à spores roses.

1- Observez puis classez les asques numérotés en différents types d'asques visibles.

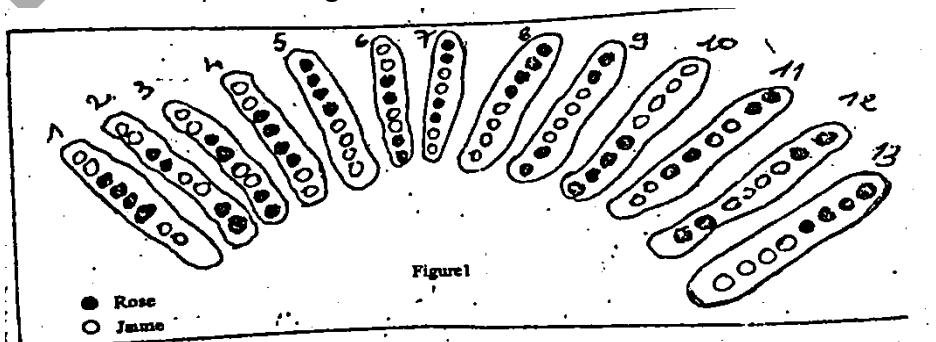
2- a) Montrez à partir de ce document, que les deux souches croisées, ne diffèrent que par les allèles d'un seul gène pour le caractère considéré.

b) Ecrivez les génotypes des souches parentales et celui des œufs, à l'origine des asques.

3- Déssinez clairement le comportement des chromosomes durant la méiose, ayant aboutit à la formation des asques 6 et 13.

4- Quel phénomène est à l'origine de l'asque 7 ?

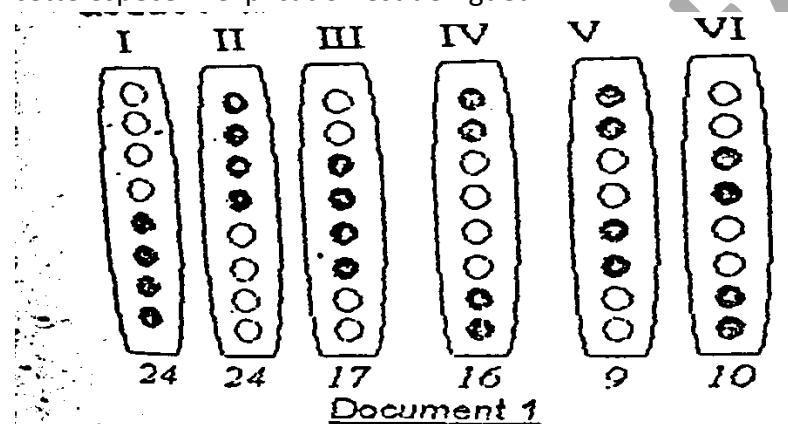
5- Déterminez la distance séparant le gène du centromère.



Exercice 2

On réalise un croisement entre deux souches différentes d'un champignon haploïde, le *Sordaria*. Celui-ci se reproduit par l'intermédiaire des spores formées par divisions successives de la cellule œuf. Ces spores, contenues dans des asques, peuvent être noirs ou clairs en fonction des pigments présentés. Ce croisement a donné les résultats consignés dans le document 1. On a recensé les asques de différents types observés et les chiffres indiquent la représentativité (l'effectif).

- 1- A l'aide de l'exploitation rigoureuse du document 1 et de vos connaissances, montrez comment l'asque III est-il obtenu.
- 2- A partir de ce même document 1, évaluez la distance gène-centromère.
- 3- A partir de vos connaissances, représentez la variation de la quantité d'ADN au cours des divisions chez cette espèce. L'explication est de rigueur.



Exercice 3

Les figures 1 et 2 schématisent deux bouquets de *Sordaria*, résultant du croisement de souches haploïdes de chacun de ce champignon : une souche à spores noires et une autre à spores blanches. Les asques mûrs comportent 8 spores haploïdes (ou ascospores).

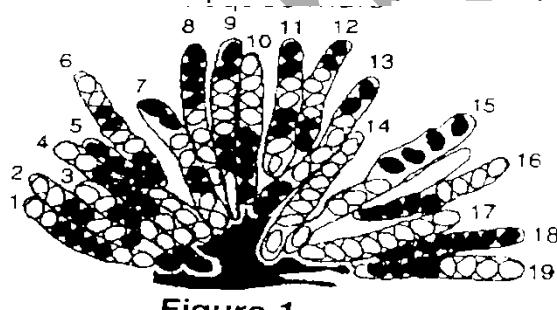


Figure 1

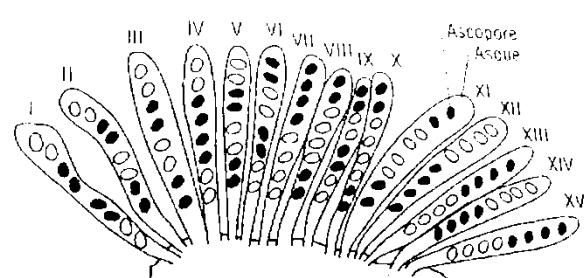


Figure 2.

- 1- Dire en les classant, combien de types d'asques différents observe-t-on dans chacun des bouquets (1 et 2)
- 2- Quelle particularité présente le bouquet numéro 1 ?
- 3- Comment explique-t-on la formation des asques 17 et 18 (bouquet 1)
- 4- Ecrivez les génotypes des souches parentales, celui des œufs de l'asque 2.
- 5- Déssinez clairement le comportement des chromosomes durant la méiose ayant abouti aux asques 5, 6 et 13.

- 6- Certains asques sont dits pré-réduits opré-disjoints et d'autres post-réduits ou post-disjoints.
Justifiez ces appellations.
- 7- A partir des résultat obtenus pour chaque type d'asque et pour chacun des deux bouquets,
donnez la position du gène par rapport au centromère.
- 8- Quel intérêt principal offre l'étude de la génétique de ces individus hoploïdes par rapport
celle effectuée sur les diploïdes ?

La main Sainte

COMPRENDRE LE PRINCIPE DE DEFENSE DE L'ORGANISME

Objectifs spécifiques :

- Décrire les cellules de l'immunité ;
- Décrire les organes lymphoïdes ;
- Décrire les mécanismes de l'immunité ;
- Identifier les problèmes actuels de l'immunologie.

INTRODUCTION

Les organismes sont toujours en concurrence les uns par rapport aux autres (lutte pour la nourriture, l'espace,...). Les microbes se combattent entre eux, mais aussi attaquent les organismes plus complexes (végétal ou animal). Notre organisme est à tout moment exposé aux agents infectieux qui peuvent-être internes ou externes. C'est par le biais du système immunitaire que l'organisme lutte contre ces derniers (bactéries, microbes et virus).

Le système immunitaire est l'ensemble des éléments qui assurent l'immunité. L'immunité est la capacité naturelle qu'à notre organisme de lutter contre les agents infectieux ou antigènes, *c'est donc l'ensemble des phénomènes qui contribuent au maintien de l'intégrité de l'organisme et à son rétablissement en cas d'agression*. Les acteurs de cette défense sont des cellules immunitaires aux mécanismes de fonctionnement différents, les organes lymphoïdes et les molécules.

La science qui permet d'étudier cette immunité s'appelle l'**immunologie**. Cette dernière, aide à expliquer certains problèmes comme :

- Les allergies ;
- Les transplantations et rejets de greffes ;
- Les cancers
- Les maladies auto-immunes.

I- LES CELLULES IMMUNITAIRES

Certaines sont sanguines d'autres non.

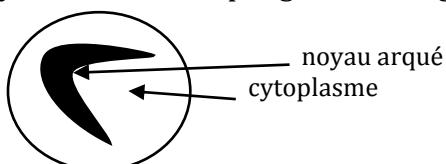
1- Les cellules sanguines

Ce sont des mononucléaires et les polynucléaires ou granulocytes (globules blancs ou leucocytes).

a- Les mononucléaires

Ce sont des cellules immunitaires qui ont un seul noyau, il s'agit des monocytes, des macrophages et les lymphocytes.

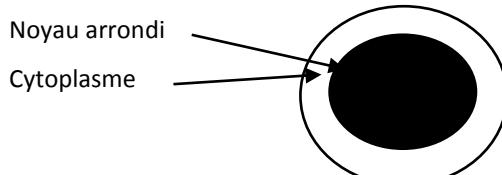
- Les monocytes et les macrophages sont de grande taille à noyau arqué en forme de rein.



N.B : les monocytes se transforment en macrophages dans les tissus en cas d'infections microbiennes ou parasitaires, ces derniers par la phagocytose sont les « grands » éboueurs de l'organisme.

- Les lymphocytes sont de petite taille à noyau central arrondi, occupant presque tout le cytoplasme de la cellule.

Il existe deux types de lymphocytes : les lymphocytes B (LB) et les lymphocytes T (LT).



- Les LB se transforment en plasmocytes sécréteurs d'anticorps circulants.
- Les LT se transforment soit en LT4 ou "T auxiliaires" dont l'activité est nécessaire au développement des clones de LB spécifique de l'antigène, soit en LT8 qui sont des précurseurs des lymphocytes T cytotoxiques, qui détruisent des cellules infectées ou modifiées.

b- Les polynucléaires

Encore appelés granulocytes, sont des cellules à noyau polylobé. Elles traversent par diapédèse la paroi des capillaires et assurent la phagocytose des bactéries.

N.B : Les autres cellules immunitaires sont : les cellules de Langerhans, les cellules tueuses

2- Origines des cellules immunitaires

Les cellules impliquées dans la réponse immunitaire proviennent des cellules souches ou cellules pluripotentes présentes dans la moelle osseuse. Elles donnent naissance aux cellules de :

- la lignée lymphoïde, à l'origine des lymphocytes B et T, d'où dérivent par différenciation, les plasmocytes et les lymphocytes T cytolytiques.
- la lignée myéloïde, à l'origine des cellules phagocytaires : granulocytes, macrophages et monocytes.

Remarque :

Tout élément constitutif de l'organisme, toléré par les cellules immunitaires de ce dernier constitue le « soi » ; tandis que tout élément étranger à l'organisme susceptible de déclencher une réaction immunitaire est qualifié de « non soi ». En effet, sur la membrane de toute cellule de l'organisme possédant un noyau, y compris les globules blancs, il existe des récepteurs de « soi » de nature glycoprotéique appelés CMH (Complexe Majeur d'Histocompatibilité) ou HLA (Human Leucocyte Antigen). Ces récepteurs sont considérés comme des marqueurs majeurs d'histocompatibilité. Ils définissent l'identité immunologique des organismes qui les portent.

Les hématies (cellules sans noyau), par contre portent sur leur membrane d'autres récepteurs de reconnaissance de « soi » appelés agglutinogènes (considérés comme marqueurs mineurs d'histocompatibilité)

La reconnaissance immunitaire est donc, cette fonction de l'immunité qui permet à l'organisme de reconnaître le « soi », le tolérer et de rejeter le « non soi ».

II- DESCRIPTION DES ORGANES LYMPHOÏDES

La majorité des cellules immunitaires ne se trouvent pas dans le sang mais plutôt dans les organes lymphoïdes. Un organe lymphoïde est le lieu de naissance, de maturation et/ou de stockage des cellules immunitaires. Les organes lymphoïdes comprennent la moelle osseuse, le thymus, la rate, les ganglions lymphatiques et les amygdales.
Ils sont deux types : les centraux ou primaires et les périphériques ou secondaires.

N.B : les lymphocytes B et T ont une origine commune (naissance dans la moelle osseuse) mais des lieux de maturation différent (*les LB acquièrent leur maturité sur place tandis que, les LT l'acquièrent dans le thymus*).

1- Les organes lymphoïdes centraux ou primaires

Les organes lymphoïdes centraux sont des organes où les lymphocytes (LT et LB) sont produits et se différencient. Ce sont la **moelle osseuse** et le **thymus**.
La moelle osseuse est le lieu de production et de maturation des lymphocytes B. tandis que, le thymus est lieu de maturation des lymphocytes T. Cette maturation des lymphocytes se traduit par la mise en place des récepteurs membranaires spécifiques et correspond à l'acquisition de l'immunocompétence.

2- Les organes lymphoïdes périphériques ou secondaires

Les organes lymphoïdes périphériques sont des organes dans lesquels les lymphocytes achèvent leur maturation et entrent en contact avec les antigènes ou le soi modifié, ce qui déclenche leur prolifération et différenciation. Ce sont les ganglions lymphatiques, la rate, les amygdales, les végétations adénoïdes et les plaques de Peyer de l'intestin.

Remarques :*Les lymphocytes B effectuent leur maturation dans le foie et la rate chez le fœtus.

*Les lymphocytes B et T matures et les macrophages, quittent définitivement les organes lymphoïdes centraux et migrent vers les périphériques ou bien circulent dans milieu intérieur. C'est donc au niveau de ses organes lymphoïdes périphériques ou dans le milieu intérieur que les cellules du système immunitaire entrent en contact avec les germes microbiens ou toutes substances nuisibles à l'organisme.

III- DESCRIPTION DES MECANISMES EFFECTEURS DE L'IMMUNITE

L'introduction dans l'organisme d'un élément étranger (microbes, parasites, molécules...) ou la présence de certaines cellules anormales (cellules cancéreuses, cellules parasitées) entraîne un ensemble de manifestations de l'organisme appelées **réactions immunitaires ou réponses immunitaires**. On distingue deux types de réponses immunitaires :

- La réponse immunitaire non spécifique ou innée,
- La réponse immunitaire spécifique ou adaptative (acquise)

1- Réponse immunitaire non spécifique ou naturelle

L'organisme s'oppose en permanence à la pénétration ou à l'invasion de tout corps étranger par des moyens de défense naturelle :

- **Les barrières naturelles** (*par la peau et les muqueuses*),
- **Les barrières internes** (*oxygènes, enzymes, phagocytes et flores intestinales et vaginales, interféron, enzymes, complément et réaction inflammatoire*)

1-1- Les barrières naturelles

Elles s'opposent à la pénétration microbienne. En fonction de leur modalité d'action, ces barrières sont classées en :

- **Barrières anatomiques** : par la **peau** et les **muqueuses** qui tapissent les voies digestives, respiratoires, urinaires et génitales
- **Barrières chimiques** : par les sécrétions de la peau et des muqueuses (sueur, larmes et mucus)

1-2- Les barrières internes

Il s'agit de :

- l'oxygène qui détruit les microbes anaérobies ;
- le pH du milieu intérieur,
- les enzymes : suc intestinal et suc gastrique par exemple,
- la flore intestinale et vaginale
- la réaction inflammatoire*
- les phagocytes*
- les interférons contre les virus*
- le système du complément*

1-2-1- Cas de la réaction inflammatoire

Les barrières naturelles de protection de l'organisme peuvent être franchies (lors d'une blessure par exemple). Il y a infection c'est-à-dire pénétration et développement des microbes dans l'organisme. L'inflammation est généralement le premier signe visible de l'infection. Cette réaction inflammatoire est caractérisée par :

- une **rougeur** ou **vasodilatation** et une **chaleur** dues à la dilatation des capillaires et au ralentissement de la circulation sanguine,
- un **gonflement**, provoqué par une fuite du plasma vers les tissus (diapédèse), entraînant la migration par les vaisseaux sanguins des globules blancs (polynucléaires, lymphocytes, monocytes et macrophages,)
- une **douleur** due à une stimulation des terminaisons nerveuses par les toxines bactériennes.

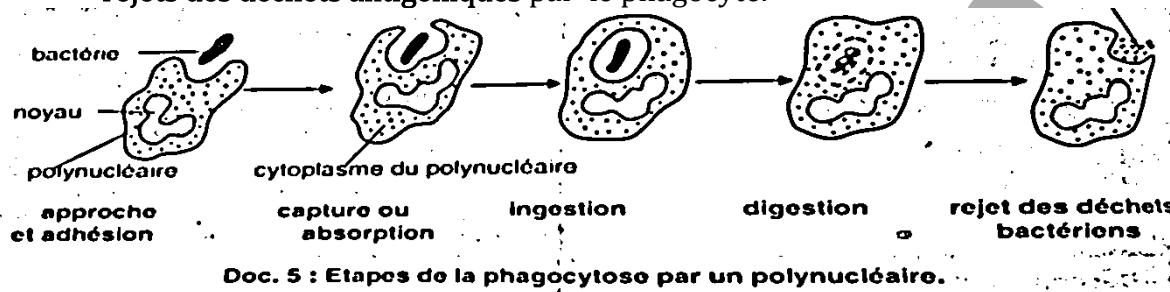
Au même moment, les globules blancs sensibilisés par les antigènes se dirigent vers le lieu de l'infection où il y aura **phagocytose**.

1-2-2- Cas de la phagocytose par les phagocytes

La phagocytose est un système de défense naturelle assuré par les granulocytes ou polynucléaires et les macrophages. Ces acteurs cellulaires de la phagocytose sont communément appelés **phagocytes**. Ils reconnaissent, ingèrent puis digèrent les antigènes grâce aux enzymes contenues dans leurs lysosomes cytoplasmiques.

Le mécanisme de la phagocytose est le suivant :

- approche et adhésion du phagocyte de l'antigène ;
- capture ou absorption de l'antigène par l'antigène ;
- ingestion de l'antigène par le phagocyte ;
- digestion de l'antigène par le phagocyte ;
- rejets des déchets antigéniques par le phagocyte.



N.B : *le polynucléaire détruit s'il le peut, le corps étranger ; dans le cas contraire il meurt et il y a formation du pus (débris de polynucléaires et de microbes).

*les macrophages découpent les particules constituant le corps phagocyté et en présentent les fragments associés à des molécules de CMH du « soi » à des lymphocytes ; c'est dès ce moment qu'ils deviennent des cellules présentatrices de l'antigène (CPA).

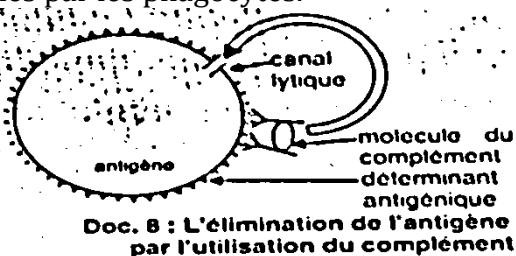
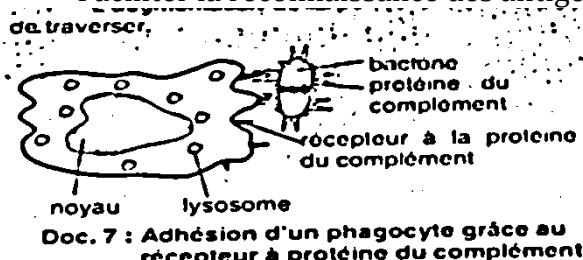
1-2-3- Cas des interférons contre les virus

Une cellule infectée par un virus sécrète des protéines appelées **interférons** qui se fixent sur des récepteurs membranaires des cellules voisines. Ces cellules ainsi sensibilisées, produisent dans leur cytoplasme des protéines antivirales qui, en cas de pénétration d'un virus, s'opposent à sa multiplication.

1-2-4- Cas du système du complément

Le complément est un système enzymatique complexe, constitué d'une vingtaine de protéines plasmatiques qui sont inactive hors infection. Pour entrer en action, le complément doit être activé. Il a pour action principale :

- La formation d'un canal permettant le passage de l'eau dans l'antigène entraînant ainsi la lyse de l'antigène ;
- L'amplification du processus de l'inflammation ;
- Faciliter la reconnaissance des antigènes par les phagocytes.



Conclusion : l'immunité non spécifique ou innée est suffisante pour assurer la défense de l'organisme mais elle est complétée par l'immunité spécifique en cas de défaillance.

2- Réponse immunitaire spécifique ou adaptative

Face à un antigène bien déterminé, il se développe une immunité bien précise, donc spécifique ou adaptative (ou acquise). Elle est soit à **médiation humorale**, soit à **médiation cellulaire**. C'est la réponse immunitaire qui nécessite une reconnaissance spécifique de l'antigène par certaines cellules immunitaires. Elle se fait suite à la réponse immunitaire non spécifique. Elle se déroule en trois principales phases :

- **La phase d'induction :**

Elle a lieu dans les organes lymphoïdes périphériques lorsqu'un déterminant antigénique est reconnu par les lymphocytes immunocompétents.

L'immunocompétence est la capacité pour une cellule immunitaire de distinguer le « non soi » du « soi » afin d'éliminer le « non soi ». *Les LT et LB dont le récepteur membranaire est complémentaire d'un déterminant antigénique, sont retenus lors de leur contact avec ce déterminant : c'est la sélection clonale*

Pour les LB, cette sélection a lieu au cours d'un contact direct avec les antigènes libres ou exposés à la surface des cellules étrangères, des cellules infectées ou des virus.

- **La phase d'amplification :**

Elle est caractérisée par la multiplication clonale et différenciation des lymphocytes B et T. Au cours de cette phase certains de ces lymphocytes activés deviennent des cellules effectrices :

- *Les LB se transforment en plasmocytes sécrétateurs d'anticorps circulants,*
- *Les LT8 se différencient en lymphocytes T cytolytiques (LTc),*
- *Les LT4 deviennent des lymphocytes T auxiliaires ou helpers (LTa ou LTh) sécrétateurs des protéines appelées interleukines (IL) qui ont pour rôle de contrôler la multiplication et la différenciation des différents lymphocytes.*

- **La phase effectrice :** elle peut être à médiation humorale ou cellulaire

2-1- Réponse immunitaire spécifique à médiation humorale

Elle est mise en évidence par les expériences ci-après :

Expérience A : On dispose de trois souris A, B et C. On réalise les expériences suivantes :

Expérience 1 : la souris A reçoit la toxine tétanique fraîche. Elle meurt 15 jours plus tard.

Expérience 2: la souris B reçoit une injection d'anatoxine tétanique, 15 jours après, on lui fait une injection de la toxine tétanique fraîche. Elle survit.

Expérience 3 : la souris reçoit une injection d'anatoxine tétanique, 15 jours après, on lui fait une injection de la toxine diphtérique fraîche. Elle meurt.

Conclusions à tirer de ces expériences

- La mort de la souris A, nous permet de comprendre que la toxine tétanique est mortelle ;

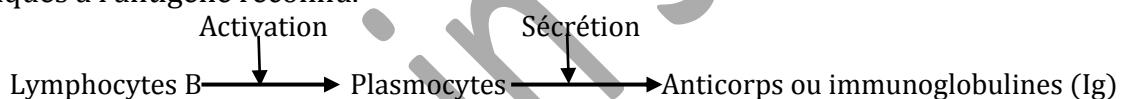
- La souris B survie à l'injection de la toxine tétanique car son organisme a développé une immunité acquise ou adaptative (principe de la vaccination), c'est-à-dire l'injection de l'anatoxine tétanique (ATT) lui permis d'acquérir les moyens de se défendre contre la toxine tétanique (TT) ;
- La souris C meurt quoique ayant reçu l'injection de l'anatoxine tétanique (ATT) par ce que cette dernière est spécifique à un antigène précis (toxine tétanique) donc, les moyens de défense n'ont pas d'effet sur un autre antigène (toxine diphtérique).

Expérience B :

On dispose de deux souris A et B : la souris A est traité par l'anatoxine tétanique et la souris B est normal. Après quelque temps, le sérum prélevé chez A est transféré chez B. Les deux souris reçoivent chacune une injection de la toxine tétanique : il y a survie des deux souris.

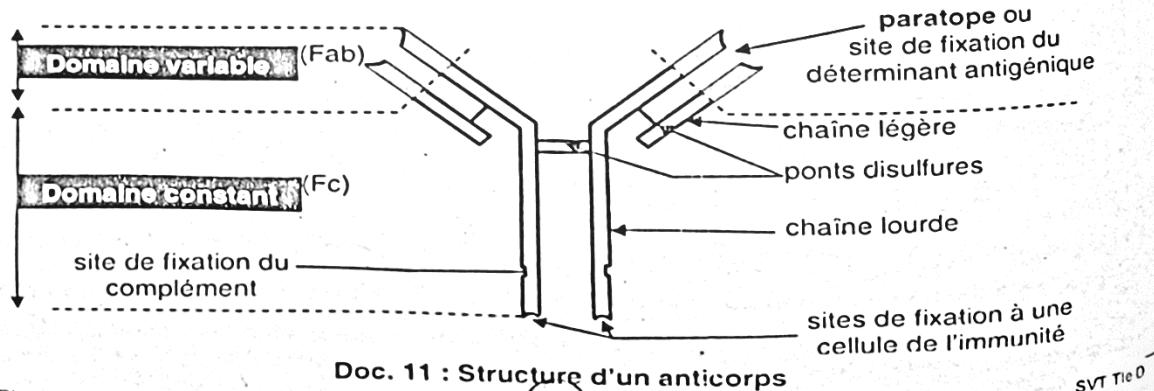
Conclusion à tirer de cette expérience : le sérum de A à transférer l'immunité à B (principe de la sérothérapie). En effet, l'organisme de A à développer l'immunité humorale ; présence dans le milieu intérieur de A des substances chimiques immunisantes de nature protéique : ce sont des anticorps ou immunoglobulines.

La réponse immunitaire humorale se fait donc grâce aux lymphocytes B qui, ayant reconnu un antigène, se multiplie et se différencie en plasmocytes sécrétors d'anticorps circulants spécifiques à l'antigène reconnu.



Cette immunité intervient dans la lutte antibactérienne, contre les toxines ou substances solubles et a pour support un clone de plasmocytes.

Exemple : Dans la lutte contre le tétanos, en cas d'infection par le bacille tétanique, le microbe se localise au niveau de la blessure, sécrète des toxines qui circulent dans le milieu intérieur et qui pourront être neutralisées par les anticorps sécrétés par les plasmocytes.

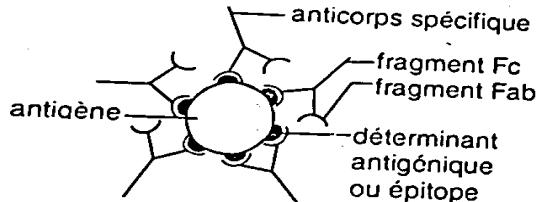


Un **anticorps** ou immunoglobuline (Ig) est une protéine hautement variable produite par le LB et les plasmocytes qui en dérivent, capable de se fixer spécifiquement à un déterminant antigénique.

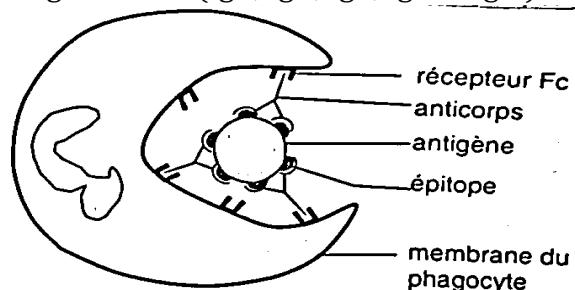
L'anticorps ne détruit pas directement l'antigène, il forme d'abord avec ce dernier un complexe immun (association Anticorps-Antigène) dans le but de le neutraliser. Ce complexe immun doit être en suite phagocyté par un macrophage pour être détruit.

Ainsi, la réponse humorale doit être complétée par la phagocytose des complexes immuns et/ou par l'activation du complément.

N.B : Il existe différentes catégories d'immunoglobulines (IgA, IgD, IgE, IgG et IgM).



a) Complexe immun

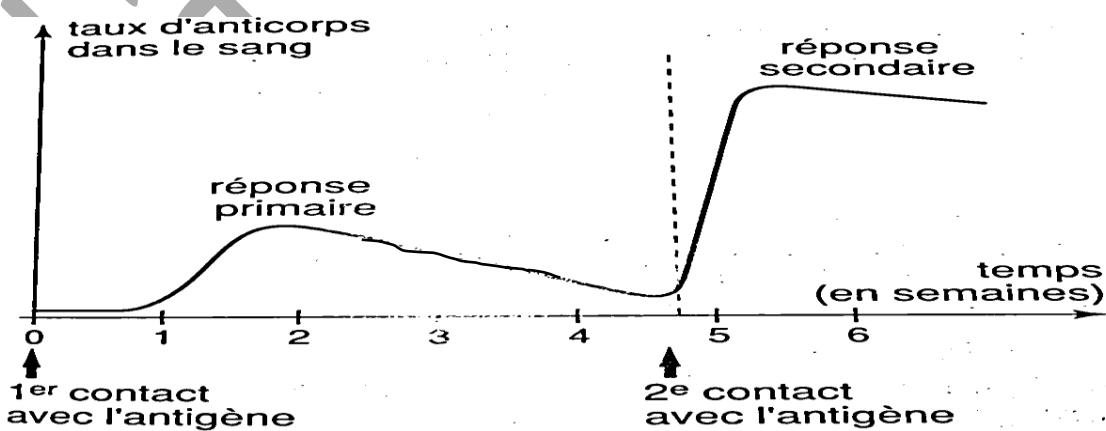


b) Phagocytose du complexe immun

Réponses primaire, secondaire et cellules mémoires

Certaines LT4 et LB ne participent pas à la réponse immunitaire. Ces lymphocytes restent dans l'organisme après élimination des corps étrangers qui ont déclenché la réponse immunitaire tout en gardant le souvenir de l'agresseur : ce sont des « **lymphocytes mémoires** ». Ils peuvent intervenir à une nouvelle attaque du même corps étranger. La réponse sera donc plus rapide et plus massive que lors de la première attaque, et l'élimination du corps étranger plus efficace

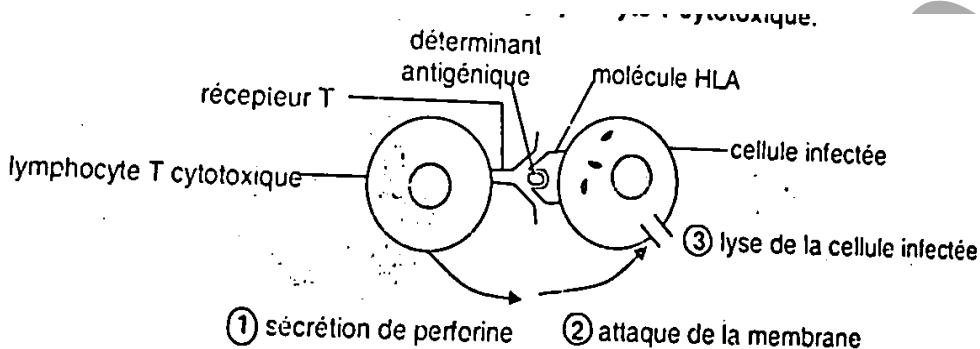
- **Réponse primaire :** c'est la production d'anticorps suite à un 1^{er} contact avec un antigène donné. Cette réponse est lente à apparaître, de faible amplitude et de courte durée.
- **Réponse secondaire :** elle est déclenchée par le deuxième contact avec le même antigène (de même nature que le précédent). Ce nouveau contact entraîne une réponse plus rapide, plus forte et plus durable.



2-2- Réponse immunitaire spécifique à médiation cellulaire

Cette voie de réponse concerne les virus qui sont entrés dans une cellule de l'organisme, les **bactéries endocellulaires** (exemple bacille de Koch), les **cellules cancéreuses** et les **cellules greffées**.

Elle est réalisée par des cellules effectrices spécifiques du déterminant antigénique : **les lymphocytes T cytotoxiques ou cytolytiques** qui libèrent dans le milieu intérieur des molécules de **perforine** qui se polymérisent et intègrent dans les cellules à détruire. Ces lymphocytes détruisent par contact direct les cellules cibles après reconnaissance des molécules de HLA associé à un déterminant antigénique (soi modifié).



Doc.15 : Schéma d'interprétation d'action des lymphocytes cytotoxiques

Cette réponse immunitaire est mise en évidence par des expériences ci-après :

Première expérience* :

On dispose de deux cobayes A et B. Le cobaye A est normal mais le cobaye B a reçu une injection du BCG un mois avant. On injecte à ses derniers le bacille de Koch (BK) : le cobaye A meurt à l'opposé de B.

Interprétation : le cobaye B survit à l'injection du BK normalement mortel (preuve = la mort de A). Le BCG a permis à B de développer une immunité contre le BK.

Deuxième expérience* :

On a immunisé un cobaye contre la tuberculose par l'injection de bacilles tuberculeux (principe de la vaccination BCG). Un mois plus tard, on prélève chez celui-ci, du sérum et des lymphocytes T que l'on a injecté respectivement à des cobayes A et B non immunisés : le cobaye A succombe et meurt tandis que le cobaye B survit.

Interprétation : l'injection du sérum du cobaye immunisé contre la tuberculose au cobaye A n'entraîne aucune protection contre la tuberculose, l'immunisation contre celle-ci ne met pas en jeu des anticorps, d'où la mort du cobaye A. L'élément protecteur n'est donc pas un constituant du sérum renfermant les anticorps et autres protéines. Il ne s'agit donc pas d'une immunité humorale. L'animal (cobaye B) a été protégé de la tuberculose par les lymphocytes issus de l'animal immunisé. Les lymphocytes transférés sont donc le support de la protection : la lutte contre la tuberculose met en jeu une immunité spécifique à médiation cellulaire.

Les lymphocytes responsables de cette protection sont des LTc issus de la prolifération et la différenciation des LT8.

Remarque :

- Les LTc sont également responsables du rejet des greffes et de la destruction des cellules virosées ;
- Les LTh stimulent la réaction immunitaire à médiation cellulaire (en activant les LT8) et la réaction immunitaire à médiation humorale (en activant les LB ou cellules sensibilisées) ;
- Les lymphocytes T suppresseurs (LTs) ralentissent la défense immunitaire et participent ainsi à la régulation de celle-ci.

IV- IDENTIFICATION DES PROBLEMES ACTUELS DE L'IMMUNOLOGIE

En général, tout organisme vivant tolère le « soi », réagit au « non soi » et/ou au soi modifié. Ces réactions dites immunitaires entraînent un certain nombre de problèmes parmi lesquels ceux liés aux transfusions sanguines, à l'introduction du VIH dans l'organisme, aux cancers, aux allergies, aux maladies auto-immunes et aux rejets de greffe.

1- Les transfusions sanguines

D'une manière expérimentale, de deux gouttes de sang de deux personnes de groupes sanguins (système ABO) différents peut conduire à deux cas :

- 1^{er} cas : si le mélange est homogène, il y a **compatibilité** entre les deux groupes ;
- 2^e cas : si le mélange est hétérogène, il y a **agglutination** ou hémagglutination des hématies d'un groupe par l'autre. **Les deux groupes sont dits incompatibles.**

L'agglutination des hématies est due à la formation du complexe immun entre les anticorps spécifiques du plasma (**agglutinines**) et les marqueurs des récepteurs membranaires des hématies appelés **agglutinogènes**.

Remarque : En cas d'incompatibilité dans l'organisme, il y a lyse des hématies transfusées et la libération de l'hémoglobine qu'elles contiennent. Après plusieurs jours, l'accumulation de ces pigments au niveau des reins entraîne un blocage fonctionnel grave.

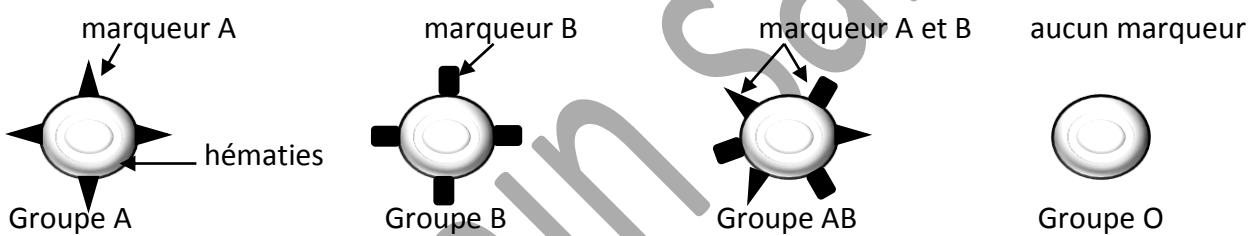
a) Les groupes sanguins du système ABO

Au début du 20^e siècle, un médecin américain d'origine autrichienne Karl Landsteiner (1868-1943) remarque que les globules rouges d'un sujet, mis en présence du sérum de certaines personnes, forment de petits amas. Il observe que des amas comparables se produisent chez les personnes transfusées et sont à l'origine des accidents transfusionnels.

En déterminant les types de sérum qui agglutinent de façon spécifique les globules rouges. Landsteiner identifie alors les quatre groupes sanguins du système ABO.

Sérum-tests			Conclusions
Avec agglutinine anti-A	Avec agglutinine anti-B	Avec agglutinines anti-A et anti-B	
			Groupe A
			Groupe B
			Groupe AB
			Groupe O
			Pas d'agglutination
			Agglutination

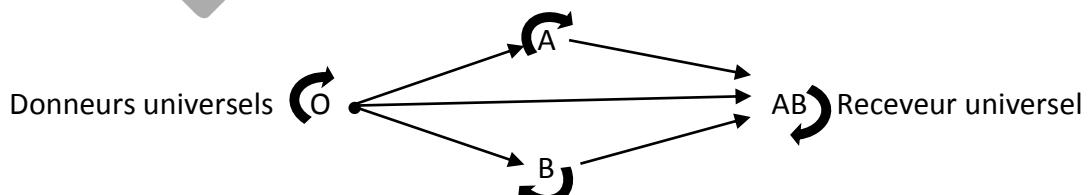
D'autres recherches ont montré que, les groupes sanguins de système ABO sont déterminés par des glycoprotéines (marqueurs mineurs d'histocompatibilité) de surface portées par les hématies. Ces antigènes, appelés agglutinogènes caractérisent les quatre groupes sanguins A, B, AB et O.



Par ailleurs, d'autres groupes sanguins non moins importants existent. Exemple le système Rhésus gouverné par un ensemble de trois gènes liés, portés par le chromosome n°1 (gène C, D et E). Les individus portant l'antigène D sont qualifiés de rhésus positifs (ils représentent 85% de la population).

Dans le plasma se trouvent des anticorps naturels, anti-A, et anti-B encore appelés agglutinines. En se fixant sur les agglutinogènes (antigènes), ils provoquent l'agglutination (agglomération) des hématies.

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



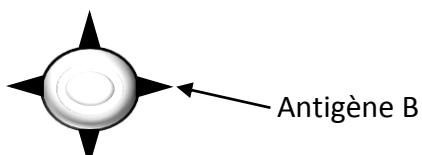
Mais en appliquant ce schéma, il se produit parfois des accidents inexplicables, indépendants du système ABO. D'où la découverte du facteur Rhésus en 1940 par Landsteiner et Wiener.

b) Le système Rhésus ou antigène D

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

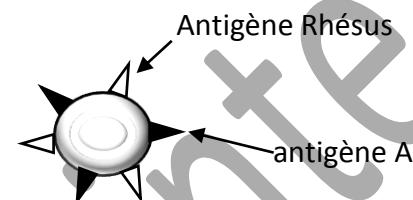
N.B : il n'existe pas d'anticorps anti-Rhésus naturels. Mais les individus Rhésus négatifs les synthétisent après un premier contact avec l'antigène Rhésus, à la suite d'une transfusion sanguine avec un donneur Rh+ ou au moment de l'accouchement d'un bébé Rhésus positif dont la mère est Rh-.

Les antigènes se présentent de la manière suivante sur la membrane des hématies :



Hématie d'un individu de groupe A

Rh- ou A⁻



Hématie d'un individu de groupe A

Rh+ ou A⁺

De même, cet antigène est génétiquement contrôlé. Il existe deux allèles possibles : Rh+ et Rh-. L'allèle Rh+ domine l'allèle Rh-.

2- Les transplantations et rejet de greffes

Une greffe est un transfert de tissu ou d'organe d'un donneur à un receveur. Le tissu ou l'organe greffé est appelé greffon alors que l'organisme receveur est taxé de porte-greffe.

a) Types de greffes :

On distingue quatre (04) types de greffes :

- **L'autogreffe** : lorsqu'une personne est à la fois donneur et receveur du greffon : **il y a succès** ;
- **L'isogreffe** : lorsque le donneur et le receveur sont deux sujets génétiquement identiques (cas des vrais jumeaux) : **il y a succès** ;
- **L'homogreffe ou allogreffe** : lorsque le donneur et le receveur appartiennent à la même espèce mais sont génétiquement différents : **il y a rejet lent** ;

Remarque : si l'on renouvelle la greffe (la même), le rejet devient plus rapide : c'est la preuve d'une mémorisation de la réponse immunitaire.

- **L'hétérogreffe ou Xénogreffe** : lorsque le donneur et le receveur appartiennent à des espèces différentes : **Il y a rejet**.

Dans les deux premiers types il y a toujours acceptation du greffon ; car il **histocompatibilité**. Dans les cas d'homogreffe et d'hétérogreffe, il y a toujours rejet du greffon ; car il y a une incompatibilité tissulaire. Ce rejet est dû à l'existence d'autres antigènes qui sont l'expression d'un ensemble de gènes constituant le CMH ou HLA chez l'homme. Chaque individu appartient donc à un groupe tissulaire. Pour augmenter les chances de réussite de la greffe, on choisit donc un donneur dont le système HLA est le plus voisin possible de celui du receveur.

b) Evolution d'une greffe

Elle engendre deux moments :

Premier moment : on observe une vasodilatation du greffon (circulation sanguine effectrice) : 3 à 4 jours ;

Deuxième moment : mise en place des mécanismes de rejet :

- A partir du 4^e jour, on observe un gonflement (hypertrophie) des ganglions lymphatiques régionaux ;
- Au 8^e jour, il y a arrêt progressif de la vasodilatation ;
- Au 10^e jour, on remarque une inflammation (aspect œdémateux) du greffon ;
- Au 14^e jour, il y a nécrose (mort d'un tissu vivant) et rejet du greffon.

c) Mécanisme de rejet

EXPERIENCE N°1 :

Une souris de souche CBA reçoit deux greffes de la peau ; la première vient d'un donneur CBA, la deuxième d'un donneur de souche A.

Les greffons prennent, et le 6^e jour après l'opération, leur aspect est semblable. Mais du 6^e au 12^e jour, le receveur rejette le greffon « A ».

En revanche, le greffon « CBA » est définitivement accepté.

Quelques jours après, on fait une nouvelle tentative de greffe d'un greffon « A » sur le receveur « CBA ». Cette fois, le greffon est éliminé en 6 jours. En revanche, une greffe de la peau d'une souris de souche C (toujours sur le receveur CBA) est rejetée en 12 jours.

Analyse et explication de l'expérience 1

- a) Le receveur CBA tolère le greffon du donneur CBA car, tous les deux sont histocompatibles (même CHM). Le même receveur rejette le greffon du donneur A, à cause d'une incompatibilité entre les cellules des tissus des deux animaux.
- b) Le rejet plus rapide du greffon A par le receveur CBA, s'explique par le phénomène de mémoire immunologique mise en place lors de la 1^{ère} tentative de greffe. Le rejet tardif du greffon s'explique par le fait que, ces cellules mémoires sont spécifiques au greffon A.

EXPERIENCE N°2 :

Une souris de souche « CBA » reçoit une greffe de peau d'un donneur A. Huit (8) jours après, on sacrifie l'animal et on extrait une fraction de sérum et une fraction de cellules lymphoïdes des ganglions lymphatiques. Ces deux fractions sont injectées séparément à deux sous CBA auxquelles on greffe, quelques semaines après la peau d'une souris A.

La souris ayant reçu le sérum rejette la greffe au 10^e jour, la souris qui a reçu la fraction « cellules » rejette la greffe en 6 jours (moyenne).

Une souris de souche CBA subit l'ablation du thymus (thymectomie) à la naissance. Deux mois après, elle reçoit une greffe de peau d'un donneur A. Trois mois plus tard, la greffe est toujours en place.

Interprétation

Le receveur CBA, ayant reçu le sérum du 1^{er} receveur sacrifié, rejette le greffon A moins vite que celui qui a reçu la fraction cellulaire.

3- Les auto-immunités

Dans les maladies auto-immunes, le système immunitaire du malade présente une agressivité vis-à-vis de ses propres constituants. Les défenses immunitaires sont dirigées contre certaines molécules du « soi » : il y a la présence dans le milieu intérieur d'auto-anticorps dont la cible est un organe ou une molécule déterminée. Les organes atteints sont fréquemment infiltrés par des lymphocytes sécréteurs d'anticorps et/ou des LTc ainsi que par les phagocytes.

On appelle donc par maladie auto-immune, une maladie due à l'attaque et à la destruction des cellules d'un individu par son propre système immunitaire.

Exemples :

- * le diabète de type I ou insulinodépendant (attaque des cellules productrices d'insuline)
- * la maladie de Basedow (attaque des récepteurs de l'hormone stimulant la thyroïde)
- * myasthénie (attaque des récepteurs à acétylcholine)
- * sclérose (attaque des récepteurs de myéline)

Quelques causes de ces maladies :

- Les facteurs héréditaires (certains types de HLA sont plus atteints que les autres)
- Une mauvaise régulation du système immunitaire
- Un dérèglement interne de l'organe cible
- Une atteinte virale
- L'Age de l'individu

4- Les allergies

Les allergies sont des réactions hypersensibilités de l'organisme vis-à-vis de certains antigènes ou allergènes. On distingue deux types d'allergies dont les mécanismes sont différents, l'une à médiation humorale l'autre à médiation cellulaire.

- **L'hypersensibilité à médiation humorale** : les troubles apparaissent rapidement après contact avec l'allergène. Ils sont liés à la production d'immunoglobulines spécifiques de type IgE.
- **L'hypersensibilité retardée à médiation cellulaire** : ils s'agit des réactions cutanées survenant après contact répété de la peau avec certaines substances chimiques contenues dans les objets de la vie courante ou professionnelle. Ces allergies s'opposent aux précédents par deux caractères :
 - *le rôle prédominant des LT dans l'initiation de la réponse immunitaire*
 - *un minimum de réaction inflammatoire après 24 à 48 heures :*

Quelques exemples d'allergies

Quelques substances responsables de l'allergie	Quelques réactions allergiques courantes
La poussière	Eternuements, toux, rhume
Les médicaments	Démangeaisons, œdèmes
Les piqûres d'insectes	Démangeaisons, œdèmes
Les produits chimiques	Larmoiement, boutons
Les aliments	Diarrhées, vomissements

5- Les cancers

Elles se caractérisent par des proliférations anarchiques des cellules infectées, formant des tumeurs. Ils sont dus à la transformation des cellules de l'organisme par diverses causes (radiations, substances chimiques, virus...). Ces cellules formées deviennent des métastases (cellules en colonies) et forment des tumeurs. On distingue deux types de cancers :

- **Les tumeurs bénignes** : ce sont des tumeurs sans conséquences graves, les cellules cancéreuses restent localisées. L'ablation de cette tumeur est suivie de guérison.
- Les tumeurs malignes : les cellules cancéreuses se dispersent dans l'organisme et développent en des points très variés des métastases. L'ablation d'une tumeur est suivie de récidives, car il y restera toujours des cellules capables de former de nouvelles colonies.

Les cancers les plus fréquents sont : cancers de la peau (Sarcome de Kaposi), de l'utérus, du sein, des poumons, du sang (leucémie)...

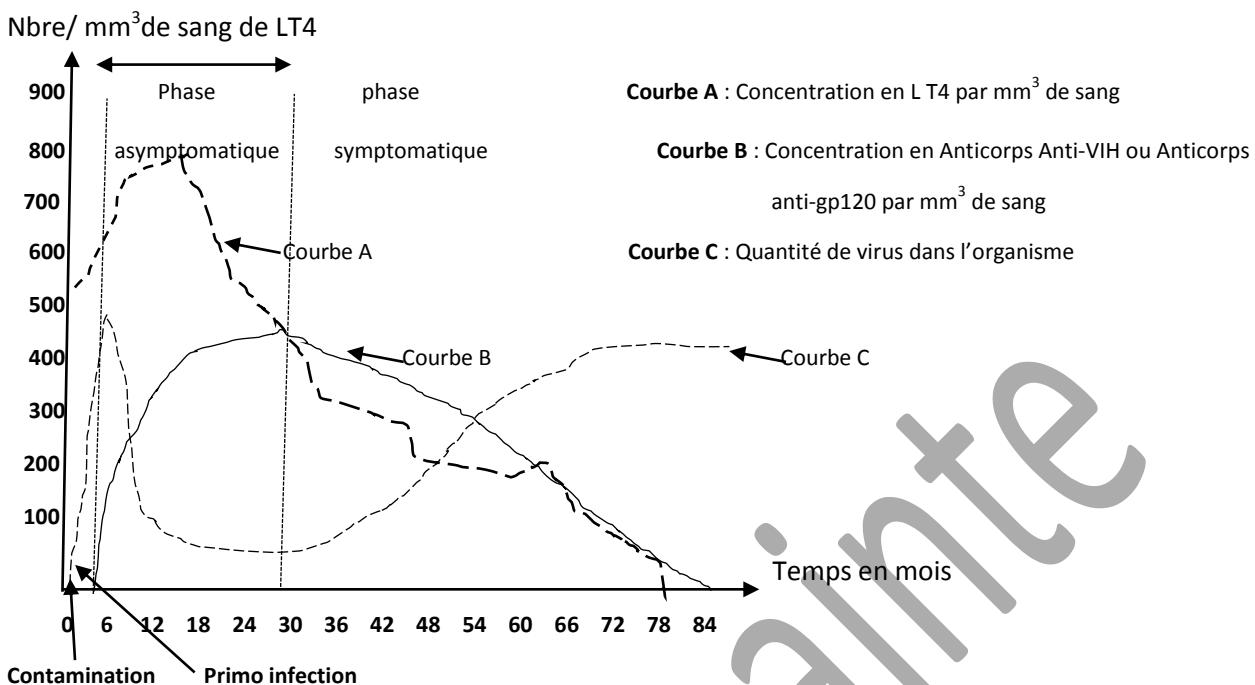
6- Le VIH/SIDA

6-1- Mécanisme d'action

Les cellules immunitaires cibles du VIH sont : les LT4 considérés comme pivot du système immunitaire, les macrophages et les monocytes.

L'infection par le VIH affaiblit le système immunitaire. L'organisme ne parvient plus à se défendre contre des maladies auxquelles il faisait habituellement face. Ces maladies dites « opportunistes » peuvent devenir mortelles, ce sont par exemple: les diarrhées diverses, la tuberculose, les atteintes pulmonaires, les cancers de la peau...

6-2- Le SIDA est une maladie évolutive comportant plusieurs phases :



a) La primo infection : phase initiale

Elle correspond à la contamination. Quand le VIH pénètre dans le lymphocyte, il apporte avec lui une enzyme, la transcriptase inverse, qui engendre à partir de l'ARN viral l'ADN viral. Cet ADN migre dans le noyau du lymphocyte et s'incorpore dans le génome du lymphocyte. Il est transmis à chaque cellule descendante par mitose, mais ne s'exprime pas forcément tout de suite. Plus tard, cet ADN est traduit en protéine, ce qui permet la reproduction du virus sous forme de particules virales. Ces dernières sont disséminées et infectent d'autres LT4. On constate ainsi une multiplication du virus et un envahissement progressif des cellules du système immunitaire par le VIH.

A retenir : cette phase est caractérisée par une prolifération du virus et un abaissement significatif de la production de LT4.

b) Phase asymptomatique : on parle de séropositivité

Elle dure plusieurs années : il se crée un équilibre qui limite la prolifération du virus. Les défenses immunitaires mises en place sont de deux types :

- Sécrétion dans le plasma sanguin des anticorps anti-VIH ou anti-gp120, dont l'apparition provoque la « séropositivité ».
- Apparition des cellules particulières, les LTc dirigés spécifiquement contre les cellules infectées par le VIH.

Toutefois, ces réactions immunitaires ne suffisent pas à éliminer le virus. Les LT4 étant détruits au cours de cette phase, leur taux décline fortement. Or leur rôle dans la réponse immunitaire est essentiel.

c) **Phase symptomatique** : on parle de SIDA

A ce stade, l'organisme n'a pratiquement plus de défenses immunitaires. Il se développe toutes sortes de maladies opportunistes qui aboutissent à la mort de l'individu.

La stratégie du VIH est diabolique :

Le VIH attaque les cellules portant des protéines CD4, c'est-à-dire essentiellement les LT4, et les macrophages. Par conséquent, la production d'anticorps est diminuée, de même que la production des LTc. Les infections opportunistes s'installent.

Si le virus du SIDA est donc très dangereux, c'est parce qu'il oblige l'organisme à réagir contre ses propres défenses, c'est-à-dire à s'autodétruire.

La main Sainte

TRAVAUX DIRIGÉS D'IMMUNOLOGIE

Exercice 1 : Vérification des connaissances

Chaque série d'affirmations comporte une seule réponse exacte. Repérez-les affirmations correctes et notez le numéro de la question suivi de la lettre qui désigne la réponse juste.

- 1- Parmi les cellules suivantes, quelles sont celles qui sécrètent les anticorps circulants ?
 - a) Polynucléaires,
 - b) Lymphocytes B,
 - c) Lymphocytes T,
 - d) Macrophages,
 - e) Plasmocytes.
- 2- Les lymphocytes T :
 - a) Sont munis d'un récepteur CD4 et CD8 qu'ils ont acquis dans le thymus,
 - b) Se transforment en cellules sécrétrices d'anticorps,
 - c) Sont capables de reconnaître le non soi libre,
 - d) Subissent une expansion clonale après stimulation.
- 3- Les lymphocytes B :
 - a) Sont des leucocytes capables de traverser la paroi des capillaires,
 - b) Naissent dans les ganglions lymphatiques et la rate,
 - c) Sont des cellules tueuses,
 - d) Phagocytent les antigènes.
- 4- Les anticorps membranaires :
 - a) Sont des récepteurs des lymphocytes T,
 - b) Sont des récepteurs des lymphocytes B,
 - c) Sont des effecteurs des réponses à médiation cellulaire,
 - d) Sont des effecteurs des réponses à médiation humorale,
- 5- Les anticorps circulants :
 - a) Sont des récepteurs des lymphocytes T,
 - b) Sont des récepteurs des lymphocytes B,
 - c) Sont des effecteurs des réponses à médiation cellulaire,
 - d) Sont des effecteurs des réponses à médiation humorale,
- 6- Le virus du SIDA se lie :
 - a) Spécifiquement aux plasmocytes,
 - b) A tous les lymphocytes,
 - c) Aux cellules munies de récepteurs CD4,
 - d) A plusieurs types cellulaires, parmi lesquels les lymphocytes T4 et T8.
- 7- Accolez ensemble deux à deux les termes de chacune des deux listes suivants qui vous paraissent le mieux en relation.

A- Lymphocytes B, B- Cellule présentant l'antigène, C- Plasmocyte,	1- Récepteur CD4, 2- Immunité cellulaire, 3- Phagocytose,
--	---

D- Lymphocytes T cytotoxiques,
E- Lymphocytes T4 auxiliaires.

4- Immunité humorale,
5- Sécrétion d'anticorps.

Exercice 2 :

- A) L'organisme est exposé en permanence aux agressions du milieu extérieur.
Expliquer comment, grâce à son système immunitaire inné, l'organisme parvient à assurer en partie sa défense.
- B) Bordet a étudié à la fin du 19^e siècle, les propriétés du sérum d'animaux immunisés par une bactérie, le vibrion du choléra.

Sérum utilisé	Action sur le vibrion du choléra
Sérum frais d'animal immunisé	Agglutination et lyse
Sérum frais d'animal immunisé, chauffé à 56° pendant 1heure	Agglutination mais pas de lyse
Sérum d'animal immunisé, chauffé pendant 1heure + sérum frais d'animal non immunisé	Agglutination, pas de lyse
Sérum frais d'animal non immunisé	Ni agglutination, ni lyse

- 1- A partir d'un raisonnement basé sur l'analyse de ces résultats expérimentaux et de vos connaissances expliquez comment le sérum frais d'animal immunisé provoque l'agglutination et la lyse des vibrions du choléra.
- 2- Quelles conclusions peut-on tirer après analyse de ces résultats ?

Exercice 3 :

- 1-a) Une souris de souche CBA reçoit deux greffes de la peau ; la première vient d'un donneur CBA, la deuxième d'un donneur de souche A.
Les greffons prennent, et le 6^e jour après l'opération, leur aspect est semblable. Mais du 6^e au 12^e jour, le receveur rejette le greffon « A ».
En revanche, le greffon « CBA » est définitivement accepté.

- b) Quelques jours après, on fait une nouvelle tentative de greffe d'un greffon « A » sur le receveur « CBA ». Cette fois, le greffon est éliminé en 6 jours. En revanche, une greffe de la peau d'une souris de souche C (toujours sur le receveur CBA) est rejette en 12 jours.
Analysez et expliquez ces expériences.

- 2-a) Une souris de souche « CBA » reçoit une greffe de peau d'un donneur A. Huit (8) jours après, on sacrifie l'animal et on extrait une fraction de sérum et une fraction de cellules lymphoïdes des ganglions lymphatiques. Ces deux fractions sont injectées séparément à deux sous CBA auxquelles on greffe, quelques semaines après la peau d'une souris A.
La souris ayant reçu le sérum rejette la greffe au 10^e jour, la souris qui a reçu la fraction « cellules » rejette la greffe en 6 jours (moyenne).
- b) Une souris de souche CBA subit l'ablation du thymus (thymectomie) à la naissance. Deux mois après, elle reçoit une greffe de peau d'un donneur A. Trois mois plus tard, la greffe est toujours en place.

c) Il est possible, actuellement, de réaliser la greffe des cellules d'une souris A à des embryons de souris CBA (greffe in-utéro).

Les souriceaux ainsi traités devenus ensuite adultes, acceptent des greffes de peau d'une de souris A et CBA, mais rejettent la greffe de peau d'une souris C.

Analysez et expliquez ces expériences.

Exercice 4 :

Une personne n'ayant pas subi de rappel de vaccination antitétanique depuis plus de 15 ans s'est profondément blessée, en marchant sur une pointe rouillée. Craignant le déclenchement éventuel d'un tétanos, le médecin utilise la sérovaccination. Il réalise des injections successives de sérum antitétanique et de vaccin antitétanique.

L'injection du sérum est faite une seule fois (0 semaine). Le vaccin est injecté quant-à-lui trois fois de suite (0,4 et 8 semaines). La recherche des anticorps antitétaniques dans le sang du blessé donne les résultats contenus dans le tableau du document 1.

	Temps en semaine	0	1/2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Taux d'antitoxines téstaniques en $\mu\text{l}/\text{ml}$ de plasma	Vaccin	0	0	0	10	15	12	25	26	28	25	35	40
	Sérum	0	29	20	11	9	7	5	2	0	0	0	0

1- Qu'appelle-t-on :

- a) Sérovaccination ?
- b) Anticorps ?

2- Tracez les graphes traduisant l'évolution du taux d'anticorps antitétaniques en fonction du temps.

Echelle : 2 cm = $\mu\text{l } 10/\text{ml}$; 1 cm = 1 semaine.

3- L'analyse du graphique permet de retrouver le mode d'action du sérum et celui du vaccin. Précisez-les.

4- Quel est le temps nécessaire pour un rappel de vaccination ?

5- Quel type de réponse immunologique met-on en évidence dans cet exercice ? Justifiez votre réponse.

6- Sachant que les troubles dus au tétanos apparaissent en général une semaine après la blessure, dites si pour lutter contre la maladie, l'injection efficace est celle du sérum ou celle du vaccin. Pourquoi ?

7- Dans le cas où sept (7) semaines après le début de ce traitement la personne se blesse à nouveau. Est-elle protégée ? Justifiez votre réponse.

Exercice 5 :

On réalise les expériences suivantes :

Expérience 1 : Une souris reçoit la toxine tétanique fraîche. Elle meurt.

Expérience 2 : Une souris reçoit une injection d'anatoxine tétanique, 15 jours après, on lui fait une injection de la toxine tétanique fraîche. Elle survit.

Expérience 3 : Une souris reçoit une injection d'anatoxine tétanique, 15 jours après, on lui fait une injection de la toxine diphtérique fraîche. Elle meurt.

Quelles conclusions peut-on tirer de ces expériences ?

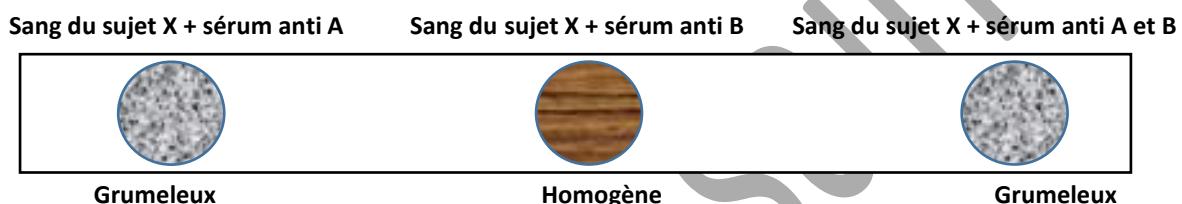
Expérience 4 : Une souris reçoit une injection de d'anatoxine tétanique, 15 jours après, on prélève son sérum et on injecte à une autre souris à laquelle on injecte simultanément de la toxine tétanique fraîche. Elle survit.

Expérience 5 : Une souris reçoit une injection de sérum obtenu précédemment puis 15 jours après, on lui fait une injection de toxine tétanique fraîche. Elle meurt.

- 1- Qu'appelle-t-on sérum ?
- 2- Interprétez ces expériences et dégager la notion de sérothérapie.

Exercice 6

On désire connaitre le groupe sanguin d'un sujet X. pour cela, on prélève l'extrémité d'un doigt quelques gouttes de sang avec un vaccinostyle. Sur une plaque de porcelaine blanche sont déposés une goutte de sérum anti A, une goutte de sérum anti B et une autre goutte anti A et anti B. Une goutte de sang du sujet X est mélangé à chaque goutte de sérum : on obtient le résultat suivant :



Aspects du sang avec les différents sérums

- 1) Définissez la notion de sérum anti A, de sérum anti B et sérum anti AB. De quels groupes sanguin a-t-on extrait chaque sérum ?
- 2) Expliquez les réactions obtenues en vous aidant par des schémas.
- 3) A quels types de substances chimiques sont-elles dues ? Comment et par quelles cellules ces substances sont-elles produites ? Précisez l'origine de ces cellules.
- 4) Déterminez le groupe sanguin du sujet X. De quel(s) autre(s) groupe(s) sanguin (s) le sujet x peut-il éventuellement recevoir le sang ?

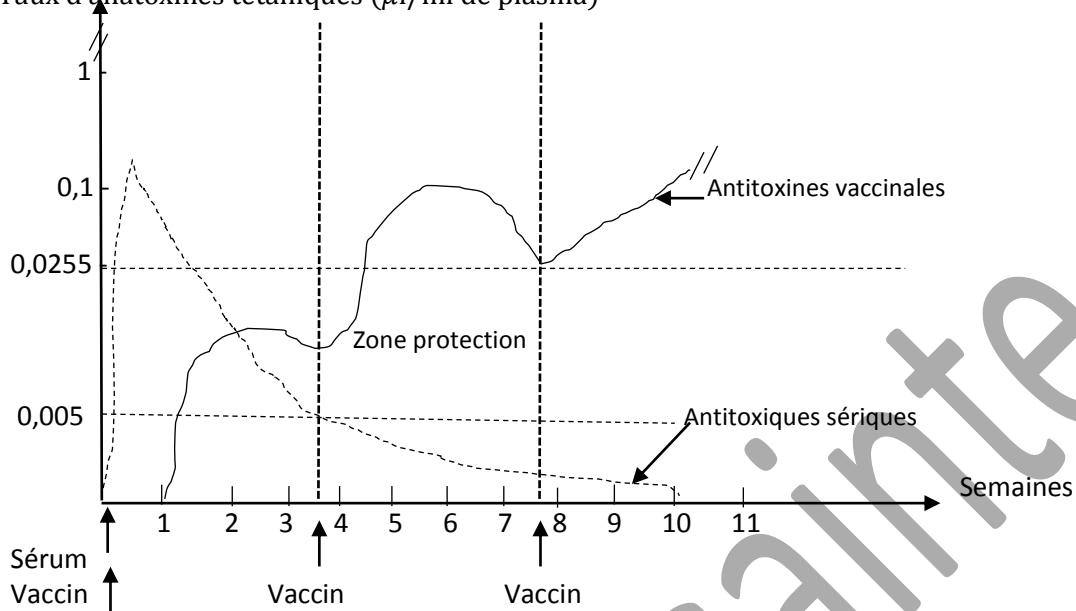
Exercice 7 :

Une personne n'ayant pas subit le rappel antitétanique depuis plus de 15 ans, s'est profondément blessée sur une clôture souillée. Afin d'enrager le développement éventuel du tétonos, le docteur procède à une sérovaccination (injection à deux endroits différents d'un sérum antitétanique chevalin et d'un vaccin antitétanique) qui sera suivi d'une deuxième puis d'une troisième injection du vaccin seul. La figure ci-dessous permet de suivre l'évolution des antitoxines tétaniques présentes dans le plasma du blessé en fonction du temps. La zone de protection correspond aux taux d'antitoxines minimal, protégeant contre la maladie (se taux varie selon les individus).

- 1°) Que contiennent respectivement le sérum et le vaccin utilisés ?
- 2°) En utilisant les données du graphique, comparez l'action du sérum à celle du vaccin dans la prévention du tétonos. Quel est l'intérêt de la combinaison des deux procédés ?
- 3°) Expliquez les variations du taux d'anatoxines obtenues, à chacune des trois injections vaccinales.

4°) Avant d'injecter le sérum, on demande au blessé, s'il a reçu d'autres sérum (antidiphérique, antivenimeux,...) et s'il a déjà manifesté des accidents allergiques. Pourquoi ce questionnement ?

Taux d'anatoxines tétaniques ($\mu\text{l/ml}$ de plasma)



Exercice 8 :

1°) a- Un lapin de souche BDR, reçoit deux greffes de la peau ; la première venant d'un donneur BDR ; la seconde, d'un donneur R.

Du 6^{ème} au 12^{ème} jours, le receveur rejette le greffon « R ». En revanche, le greffon « BDR » est définitivement accepté.

b- Quelques jours plus après, on fait une nouvelle tentative de greffe d'un greffon « R » sur le receveur « BDR ». Cette fois, le greffon est éliminé en six (6) jours. En revanche, une greffe à un lapin de souche B (toujours sur le receveur BDR) est rejetée en 12 jours.

Analysez et expliquez ces expériences.

2°) a- Un lapin de souche BDR, reçoit une greffe de la peau d'un donneur R. Huit (8) jours plus tard, on sacrifie l'animal et on extrait une fraction de sérum et une fraction de cellules lymphoïdes des ganglions lymphatiques. Ces deux fractions sont injectées séparément à deux lapins auxquels on greffe, quelques semaines après la peau d'un lapin R. Le lapin ayant reçu le sérum, rejette la greffe au 10^{ème} jour ; le lapin qui a reçu la fraction cellulaire rejette la greffe en six (6) jours (moyenne).

b- Un lapin de souche BDR subit l'ablation du thymus (thymectomie) à la naissance. Deux mois après, il reçoit une greffe de peau d'un donneur R. Trois mois plus tard, la greffe est toujours en place.

c- Il est possible de réaliser actuellement, la greffe des cellules des cellules d'un lapin R à des embryons de lapins BDR (greffe in-utéro).

Les petits lapins traités, devenus ensuite adultes, acceptent des greffes de peau de lapins R et BDR, mais rejettent la peau d'un lapin B. **Analysez et expliquez ces expériences.**

Exercice 8 :

Une greffe de peau humaine est réalisée entre un donneur A et un receveur B. Cinq jours plus tard, le greffon est bien vascularisé et les cellules se multiplient normalement. Mais le 12^{ème} jour, la greffe est détruite. Une seconde greffe est alors réalisée à partir du même donneur A sur le même receveur B. Sept jours plus tard, elle n'est même pas vascularisée et elle est ensuite rapidement détruite. Des greffes réalisées en même temps sur le receveur B à partir du donneur différent de A ne sont rejetées qu'à partir de 12 jours comme lors de la première greffe de A sur B.

- 1- Comment expliquez-vous le rejet obtenu lors de la première greffe de peau de A sur B ? Pourquoi ce rejet n'est-il pas immédiat ?
- 2- Comparez les délais de rejet entre la première et la seconde greffe de peau de A sur B. Comment interprétez-vous les variations constatées ?
- 3- Pourquoi dit-on que le rejet de greffe révèle à la fois la spécificité de la réponse immunologique et l'existence d'une mémoire immunologique ?

Exercice 9 :

- A- On effectue chez un cobaye une première injection d'ovalbumine (0,1mg) ; deux semaines plus tard, une injection identique déclenche immédiatement la toux, l'écoulement nasal et lacrymal, et la dyspnée. Non traité, l'animal meurt d'asphyxie en quelques minutes par contraction généralisée des muscles bronchiques. Le traitement consiste en injections de substances antihistamiques et anti-inflammatoires.
- B- Chez certains poulets, des anticorps antithyroïdiens apparaissent spontanément et le poulet devient « obèse ». Les oiseaux possèdent un organe, la bourse de Fabricius, qui joue pour les lymphocytes B le même rôle que le thymus pour les lymphocytes T. L'ablation de cet organe réduit considérablement les troubles.
- 1- a.) Quel nom donneriez-vous au phénomène présenté en A ?
b.) Quel rôle joue ici l'ovalbumine ?
c.) Par quel mécanisme aboutit-on aux symptômes décrits ?
 - 2- a.) Comment appelle-t-on le dysfonctionnement présenté en B ?
b.) Interprétez les résultats de l'ablation de la bourse de Fabricius.

Exercice 10 :

Le SIDA est une maladie qui évolue de façon différente selon les sujets. Les variations de la teneur en lymphocyte T4 présentée sur graphe concernent un jeune homme dont la maladie a évolué de façon représentative jusqu'à la mort survenue 7 après la contamination. Les données du graphe permettent de suivre le « combat » du système immunitaire face au virus du SIDA.

- 1- D'après les données fournies ici, quelles sont les réactions de l'organisme pendant la première année de l'infection par le virus du SIDA ?
- 2- A partir de quel moment le sujet est-il contagieux ?
- 3- A partir de quel moment le sujet est-il séropositif ?

