L'ESSENTIEL DU COURS SUR LA CARTOGRAPHIE

Tome I

Edition révisée corrigée et complétée Septembre 2016

Barhel MAHOUKOU & Distel KEMBISSILA

I- <u>Définitions</u> :

1- <u>La cartographie</u> : c'est la science qui étudie les cartes.

2- <u>La carte</u> : C'est une représentation, à échelle réduite, d'une portion de la surface terrestre et des éléments qui la caractérisent à l'aide des signes conventionnels.

<u>Exemples de cartes</u> :

- La carte topographique (pour le relief)
- La carte géologique (nature des roches)
- La carte climatique (pour le climat).

II- <u>Intérêt de l'étude des cartes</u> :

L'étude de la cartographie revêt un double intérêt :

1- <u>Intérêt scientifique</u> :

L'étude de la carte géologique par exemple permet :

- De connaitre l'organisation spatiale des différentes formations rocheuses et la reconstitution de l'évolution géologique régionale ;
- Aux chercheurs de localiser un point de la surface terrestre ou de s'orienter à partir des repères et des coordonnées géographiques.

  De même, cette étude est un outil indispensable dans l'urbanisation, la géographie…

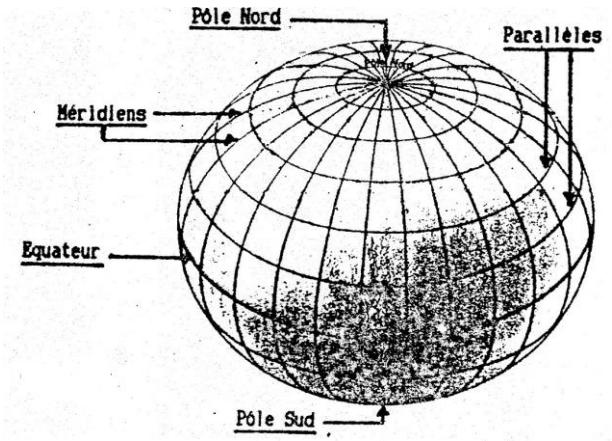
2- <u>Intérêt économique</u> :

Cette étude intervient dans l'élaboration des plans d'aménagement rural et l'identification des sols en agronomie.

III- <u>Localisation d'un point à la surface de la terre</u> :

Pour localiser un point à la surface de la terre, il faut connaitre les repères géographiques et les coordonnées géographiques.

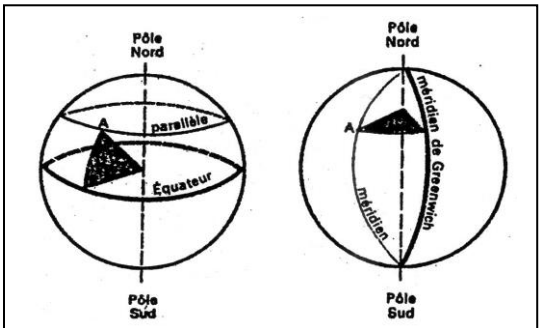
1- <u>Les repères géographiques d'un point</u> :



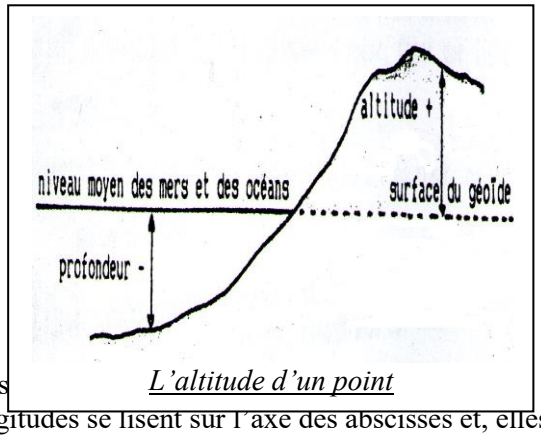
Ce sont : les pôles, l'équateur, les parallèles et les méridiens.

<u>Les repères géographiques</u>

<u>oint</u> :



<u>La latitude d'un point</u> *<u>La longitude d'un point</u>*



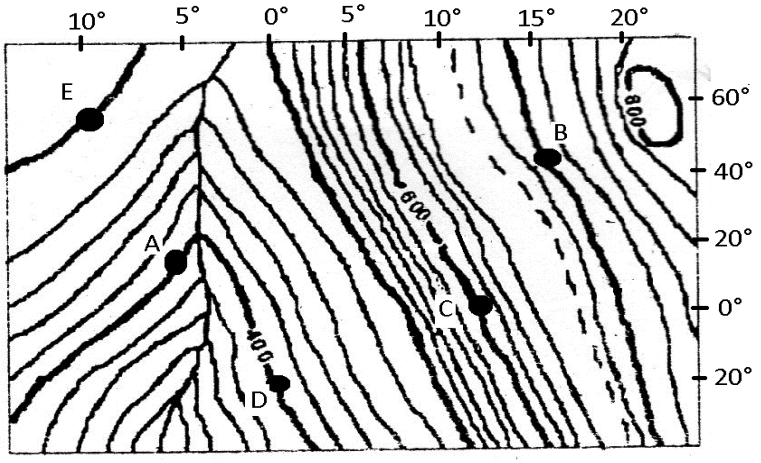
<u>L'altitude d'un point</u>

N s s

évoluent du Nord vers le Sud. Par contre les longitudes se lisent sur l'axe des abscisses et, elles évoluent de l'Est vers l'Ouest.

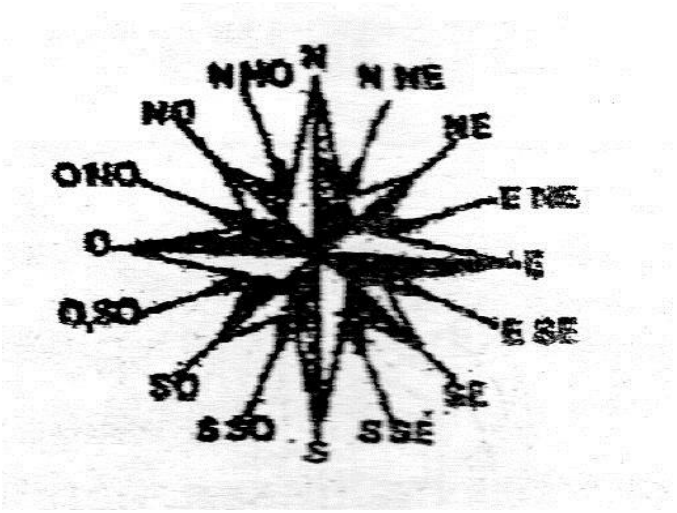
Exercice d'application :

Soit la coupe partielle de la région représentée par la figure ci-dessous :



Donner les coordonnées géographiques des points A, B, C, D et E.

IV- L'orientation du trait de coupe :



La Rose des Vents

Elle se fait grâce à l'instrument appelé **Rose des vents**.

V- Les éléments de la carte topographique :

Ce sont : l'échelle, les courbes de niveau, l'équidistance, l'écartement et les points cotés.

1- L'échelle :

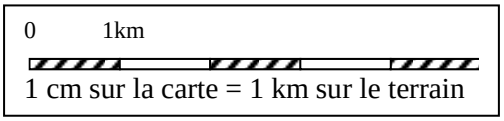
Il existe deux types d'échelles : numérique et graphique.

a) Echelle numérique : C'est le rapport entre la longueur mesurée sur la carte (l) et la longueur réelle ou longueur mesurée sur le terrain (L), exprimées dans la même unité (en centimètres).

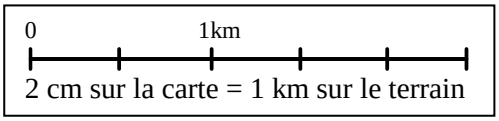
L'échelle numérique s'exprime par une fraction dont le numérateur est toujours égal à 1.

$$e = \frac{\text{longueur mesurée sur la carte}}{\text{longueur mesurée sur le terrain}} = \frac{l}{L}$$

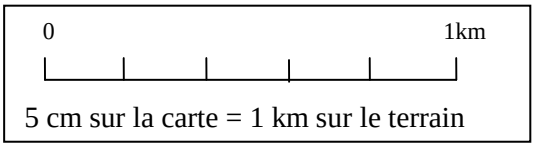
b) Echelle graphique : C'est un segment de droite qui permet de lire directement sur la carte la correspondance entre la distance cartographique et la distance réelle.



1 cm sur la carte = 1 km sur le terrain



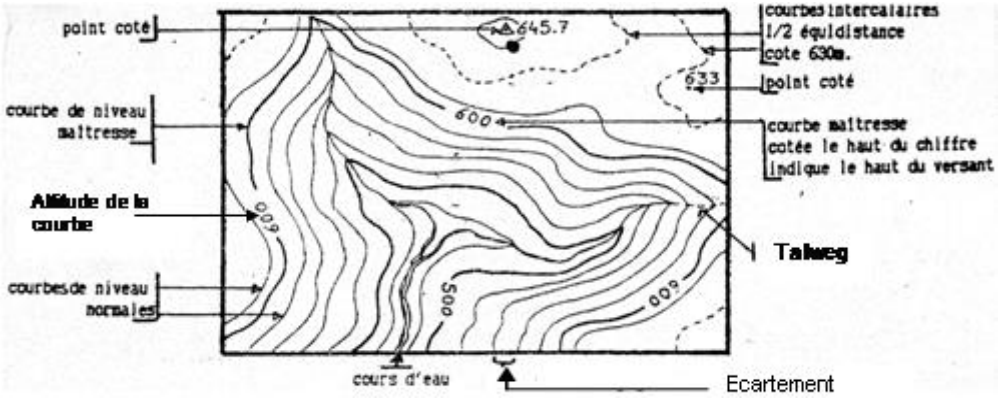
2 cm sur la carte = 1 km sur le terrain



5 cm sur la carte = 1 km sur le terrain

2- Les courbes de niveau et le point coté :

e = 1/20.000



Courbes de niveau et points cotés

a) Courbes de niveau :

Une courbe de niveau est une ligne imaginaire qui relie tous les points de même altitude dans une région donnée. Il existe trois types de courbes de niveau : maîtresse, normale et intercalaire.

b) Point coté :

Tout point d'une carte topographique portant l'indication de son altitude.

3- L'équidistance :

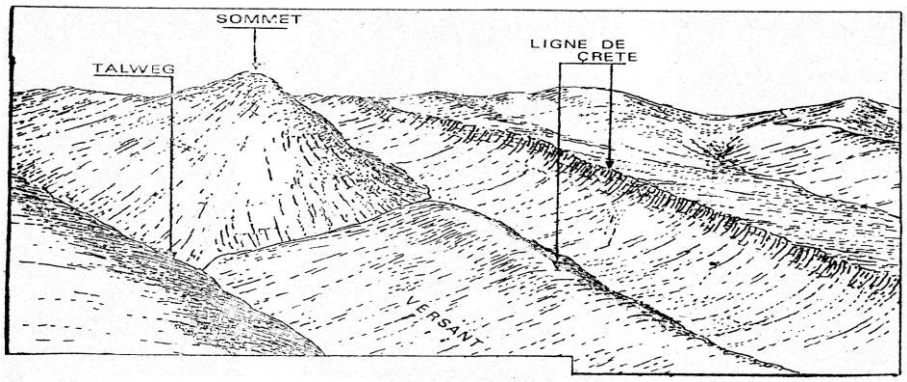
On appelle équidistance, la distance verticale constante qui sépare deux courbes de niveau consécutives.

4- L'écartement :

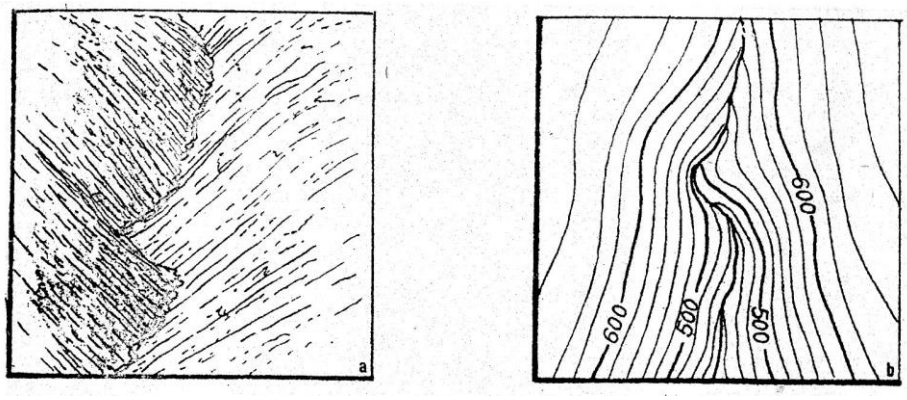
C'est la distance horizontale séparant deux courbes de niveau consécutives sur la carte.

N.B : L'écartement est variable selon la nature du terrain.

VI- Différentes formes de relief :



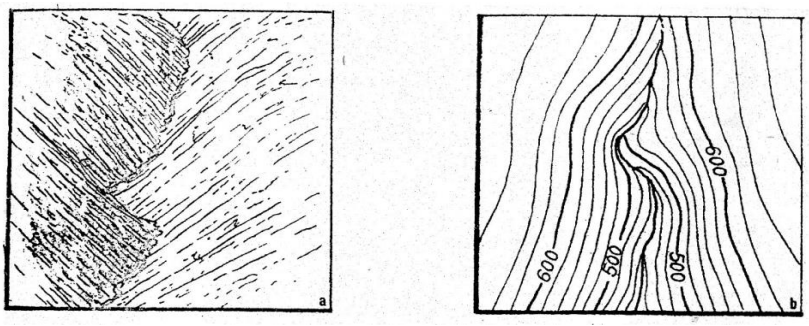
1- La vallée :



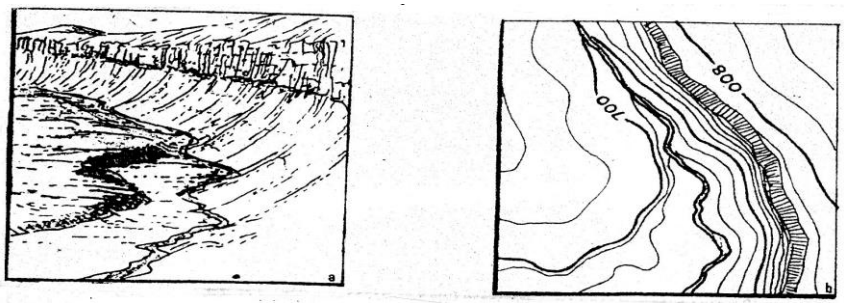
Partie creuse du relief qui résulte du recoupement vers le bas de deux pentes en sens contraires dites versants. Sur une carte topographique, la vallée se reconnait par des courbes de niveau qui rebroussent chemin au passage du talweg.

N.B : L'**interfluve** est le relief qui sépare deux vallées voisines.

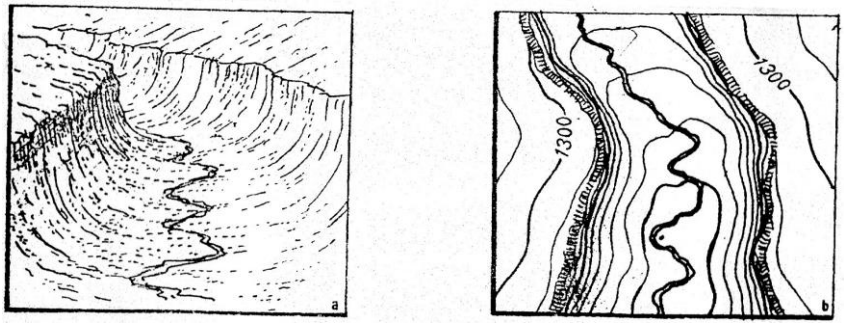
Les différentes formes de vallées



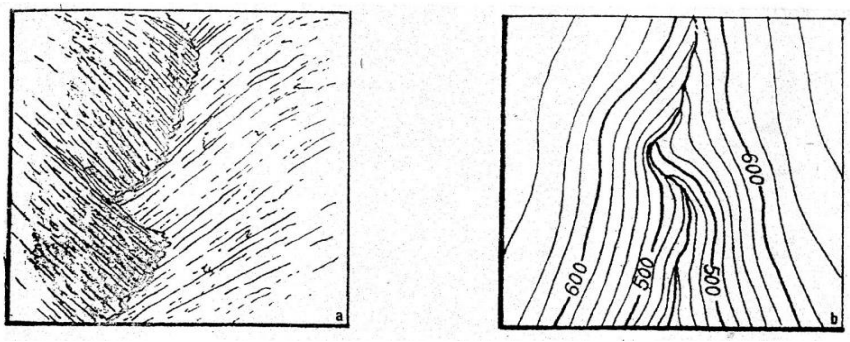
Vallée symétrique (a) et carte topographique correspondante (b)



Vallée dissymétrique (a) et carte topographique correspondante (b)



Vallée dite en U (a) et représentation cartographique (b)

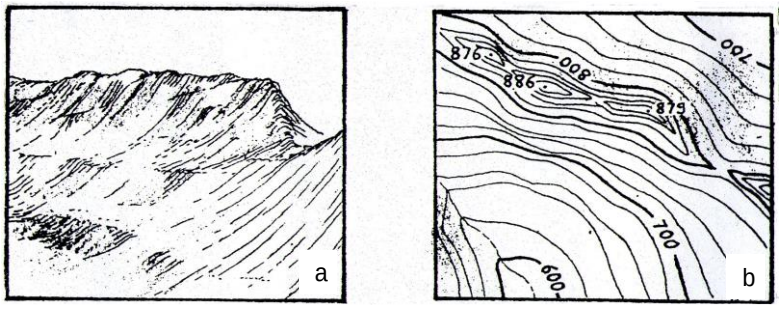


Vallée en V (a) et représentation cartographique (b)

2- Le talweg :

C'est une ligne imaginaire qui relie les points les plus bas d'une surface topographique.

3- <u>La ligne de crête</u> :

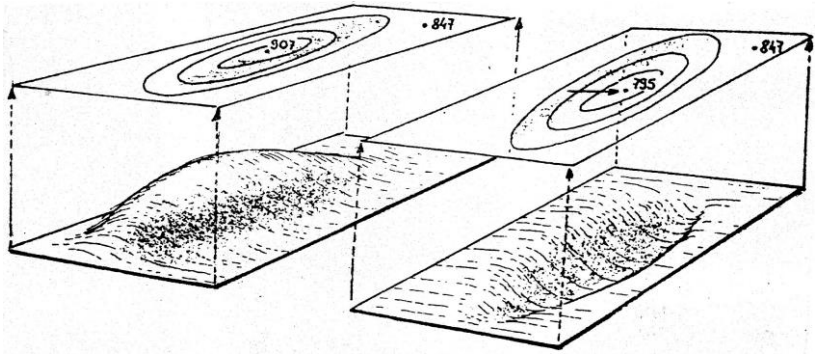


Ligne de crête en arête (a) et représentation cartographique

Ligne qui relie les points les plus élevés d'une surface topographique.

4- <u>Le sommet et la cuvette</u> :

Le sommet est le point plus élevé de la ligne de crête, alors que la cuvette est une dépression fermée à la surface de la terre.



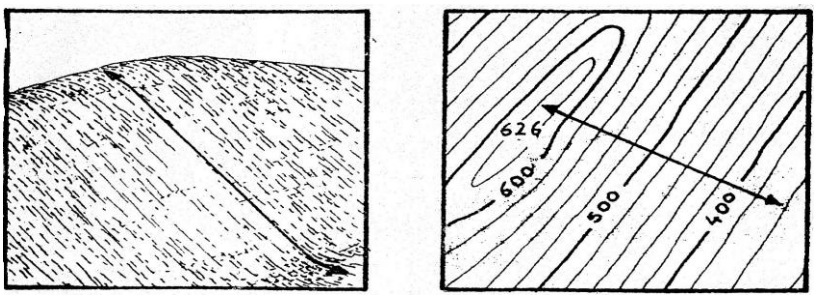
Représentation d'un Sommet *Représentation d'une Cuvette*

<u>Remarque</u> : Sur une carte topographique, le sommet se reconnait par des courbes de niveau concentriques (circulaires) et dont les altitudes croissent de l'extérieur vers l'intérieur, par contre, la cuvette se reconnait par des courbes de niveau concentriques dont les altitudes sont décroissantes de l'extérieur vers l'intérieur ou, par une flèche qui indique le fond de la dépression fermée.

5- <u>Le versant</u> :

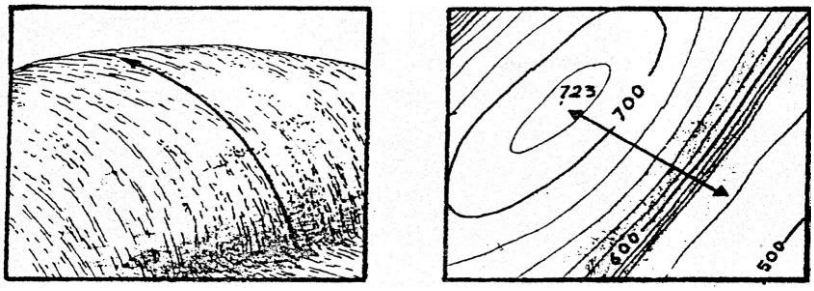
Il représente le côté d'un sommet ou d'une vallée.

Un versant est dit à pente constante si les courbes de niveau sont régulièrement espacées.

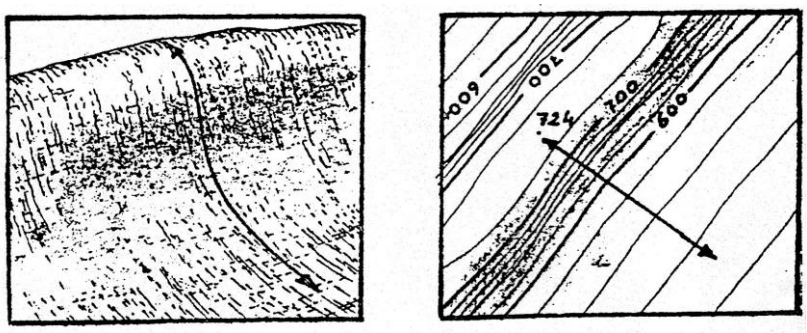


<u>Versant à pente constante (a) et représentation cartographique (b)</u>

Alors qu'il est à pente variable si les courbes de niveau sont irrégulièrement espacées.

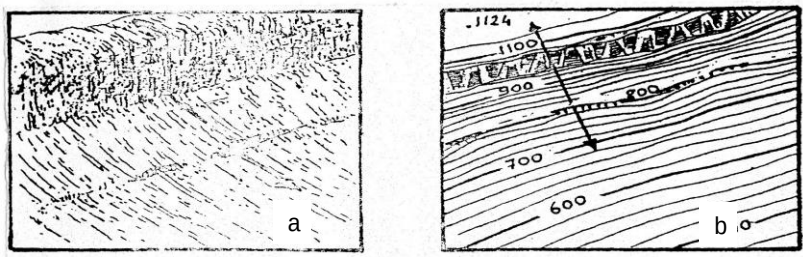


<u>Versant à pente convexe</u>



Versant à pente concave

6- La falaise (talus) :

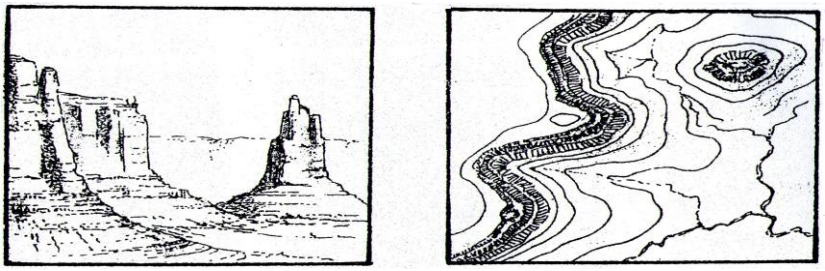


Abrupts et Falaises (a) et représentation cartographique (b)

Pente abrupte qui relie deux reliefs à peu près plats d'altitudes différentes. Sur une carte topographique, la falaise se reconnait par des hachures.

Remarque : La falaise est un **escarpement** (pente raide) rocheux crée par le travail des eaux.

7- Le plateau :



Plateau et Butte témoin (a) et représentation cartographique (b)

Un plateau est une grande surface plane ou légèrement ondulée, située en altitude assez élevée, dans laquelle les cours d'eau sont encaissés.

8- La plaine :

C'est une surface plane ou légèrement ondulée, située en altitude faible, sur laquelle les rivières coulent affleurent de sol.

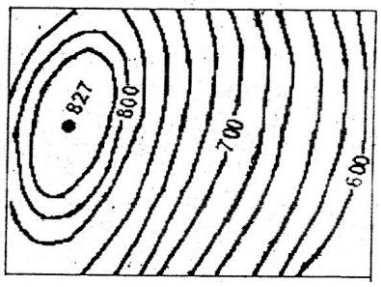
VII- Calcul de quelques paramètres d'une carte topographique :

1- Calcul de l'équidistance :

$$Eq = \frac{\Delta a}{n}$$

Eq : équidistance
Δa : différence d'altitudes entre les points concernés
n : nombre d'intervalles compris entre les deux points concernés

a) Calcul de l'équidistance à partir de deux courbes maitresses :



$$Eq = \frac{CM2 - CM1}{n}$$

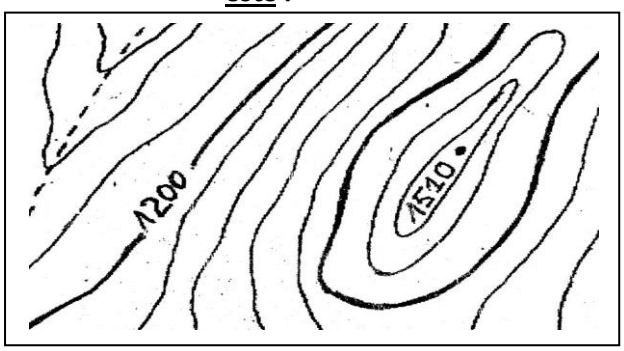
Avec $CM_2 > CM_1$

d'où $CM_1 = 600m$; $CM_2 = 700m$

A.N : $Eq = \frac{700m - 600m}{5} = \frac{100m}{5}$

==> $Eq = 20m$

b) Calcul de l'équidistance à partir d'une courbe maitresse et d'un point côté :



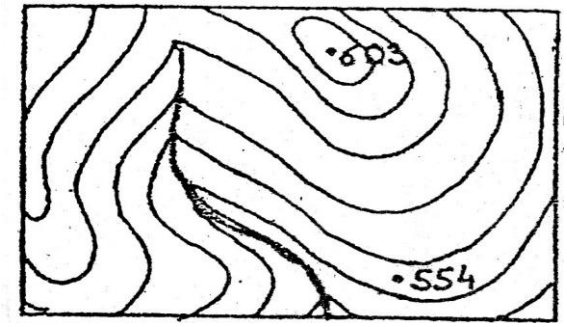
$$Eq = \frac{/\Delta a/}{n}$$

A.N : $Eq = \frac{/1510m - 1200m/}{7} = \frac{310m}{7}$

eq approchée = 44,28m

Eq réelle = 40m

c) Calcul de l'équidistance à partir de deux points cotés :



$$Eq = \frac{/\Delta a/}{n}$$

A.N : $Eq = \frac{/554m - 603m/}{4} = \frac{49m}{4}$

eq approchée = 12,25m

Eq réelle = 10m

2- Calcul du nombre total de courbes de niveau à partir de deux points :

$C_T = n + 1$

C_T **:** nombre total de courbes de niveau
n **:** nombre d'intervalles compris entre ces deux points

3- Calcul du nombre total de courbes de niveau entre deux points :

$C_T = n - 1$

4- Calcul du nombre d'intervalles entre deux points :

$$n = \frac{\Delta a}{Eq}$$

n **:** nombre d'intervalles
Δa **:** différence d'altitudes entre ces deux points
Eq **:** équidistance de la carte

5- Calcul du nombre total de courbes maîtresse à partir de deux points :

$$Cm = \frac{n}{a} + 1$$

Cm **:** nombre total de courbes maîtresses
n **:** nombre total d'intervalles entre les deux points
a **:** nombre total d'intervalles entre deux courbes maîtresses consécutives

6- Calcul du nombre total de courbes maitresses entre deux points :

$$Cm = \frac{n}{a} - 1$$

7- Calcul du nombre total de courbes normales :

$Cn = C_T - Cm$

Cn **:** nombre total de courbes normales
C_T **:** nombre total de courbes entre les deux points
Cm **:** nombre total de courbes maîtresses entre ces deux points

8- Calcul de la dénivellation H :

$H = h_2 - h_1$

H = Δa **:** dénivellation
h_1 **:** altitude du premier point
h_2 **:** altitude du deuxième point, avec $h_2 > h_1$.

9- Calcul de la pente :

- En pourcentage :

$$P = \frac{H}{D} x\, 100$$

H **:** dénivellation
D = L **:** distance réelle entre ces deux points

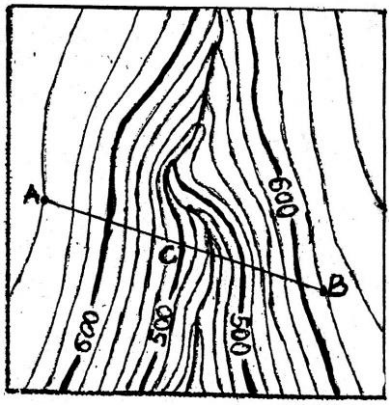
- En degré :

On pose **:** $tan\alpha = \frac{H}{D}$ puis on cherche la valeur de α par :

$$\alpha = arc\, tan(\frac{H}{D}) = tan^{-1}(\frac{H}{D})$$

Exercice d'application :

Le document ci-dessous représente une portion de carte topographique.



1- Calculez la distance réelle horizontale entre A et B sur le terrain sachant que les bords latéraux de cette carte mesurent 500 m.
2- Calculez l'équidistance.
3- Déterminez, en pourcentage puis en degré, la pente qui existe entre les points A et C.
4- Donnez l'orientation de la droite passant par AB.
5- Quel type de relief traverse le trait de coupe AB ? Justifiez.

VIII- Réalisation du profil topographique :

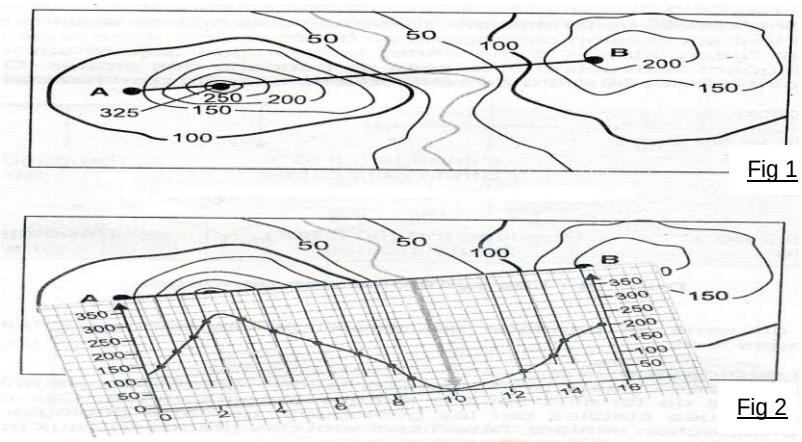


Fig 1

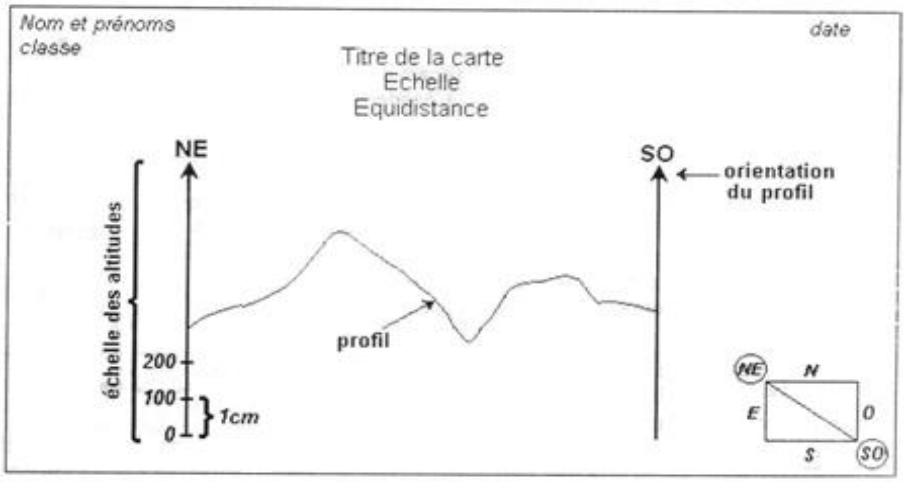
Fig 2

Fig 1 : Carte topographique Fig 2 : Réalisation du profil topographique

Pour réaliser un profil topographique, il faut :

1- Définir par un trait de coupe AB l'endroit où l'on désir réaliser le profil ;
2- Appliquer la feuille de papier millimétré contre le trait de coupe ;
3- Repérer les intersections de courbes de niveau avec le trait de coupe et les abaisser sur le papier millimétré en fonction de leur altitude et de l'échelle ;
4- Dessiner le profil en reliant par un trait continu tous les points qui ont été abaissés, à la main (et non à la règle).

Présentation de la feuille du profil :



FIN DE L'O.G.

TRAVAUX DIRIGES
SUR
LA CARTOGRAPHIE

Première Partie : questions de cours

A- Définitions :

Définis les termes : Ligne de crête ; Equidistance ; Cuvette, Vallée, Talweg ; Plateau ; Interfluve ; Escarpement ; Courbe de niveau

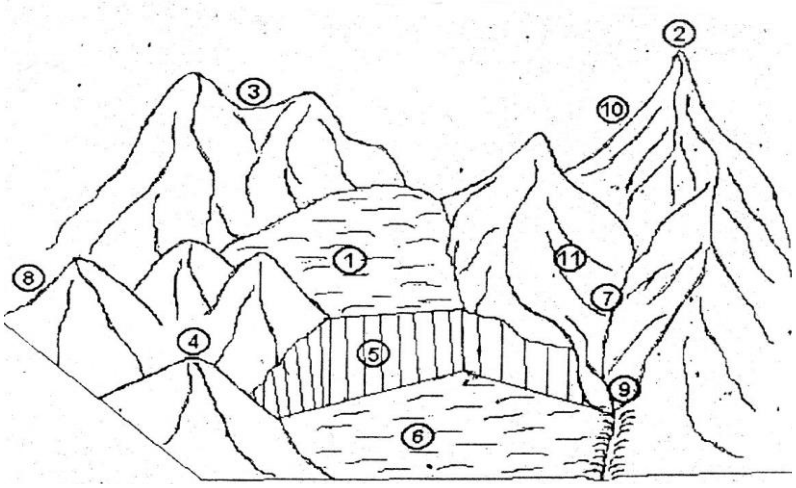
B- Schémas :

1- Donnez l'allure qu'auront les courbes de niveau, dans une carte, pour :
   a) La colline ;
   b) La cuvette ;
   c) La vallée ;
   d) La falaise.

2- Dessinez la rose des vents.

3- Dessinez l'échelle graphique correspondant à l'échelle numérique dans les cas suivants :
   e_1 = 1/10.000 ; e_2 = 1/200.000 ; e_3 = 1/5.000.000

4- Le document ci-dessous est une figuration d'un relief :



Annotez cette figure en remplaçant les chiffres de 1 à 11 par le nom correspondant (montagne, falaise, plateau, colline, talweg, versant, sommet, ligne de crête, plaine, vallée, cuvette).

C- Question à Choix Multiple (QCM) :

Choisissez la bonne réponse dans la série des affirmations suivantes : (Exemple : 1 = c)

1- L'écartement :
   a) Est la distance verticale constante qui sépare deux courbes de niveau consécutives ;
   b) Est la dénivellation ou différence d'altitudes entre les deux points ;
   c) Est la distance horizontale variable qui sépare deux courbes de niveau consécutives.

2- Une carte à petite échelle représente :
   a) Une petite superficie sur le terrain ;
   b) Une grande superficie sur le terrain ;
   c) Une variation de superficie sur le terrain.

3- Une vallée est :
   a) Une pente abrupte qui relie deux reliefs à peu près plats d'altitudes différentes ;
   b) Est une dépression creuse qui résulte du recoupement vers le bas de deux pentes ;
   c) Est une dépression fermée à la surface de la terre.

D- Appariement :

Associez chaque lettre de la liste A à un chiffre de la liste B

Liste A	Liste B
a) Montagne	1- Méridien de Greenwich
b) Talus	2- Vallées voisines
c) Système d'orientation	3- Sommet arrondi
d) Longitude	4- Pente raide
e) Vallée	5- Equateur
f) Latitude	6- Rose des vents
g) Colline	7- Sommet aigu
h) Interfluve	8- Dépression

E- <u>Vrai ou Faux</u> :

Identifiez les affirmations vraies de celles qui sont fausses :

1- On reconnait une pente forte sur une carte topographique lorsque les courbes de niveau sont espacées.
2- Les cartes topographiques à grande échelle sont celles qui occupent une vaste aire géographique.
3- L'équidistance est la distance horizontale qui sépare deux courbes de niveau ;
4- Au niveau de la vallée, la rivière coule toujours de la pointe du V ou du U vers son ouverture ;
5- Sur une carte topographique, les latitudes se lisent sur l'axe des abscisses, et évoluent du Nord vers le Sud.

F- <u>Réarrangement</u> :

1- Soit les événements suivants se rapportant à la réalisation d'un profil topographique :
   a) Repérer les intersections de courbes de niveau avec le trait de coupe et les abaisser sur le papier ;
   b) Tracer sur une feuille de papier millimétré deux axes des abscisses ;
   c) Orienter le profil et noter cette orientation sur les deux axes des abscisses ;
   d) Appliquer le papier millimétré contre le trait de coupe ;
   e) Définir par un trait de coupe sur la carte ;
   f) Relier ensuite à la main les divers points obtenus;
   g) Mettre sur l'axe de gauche une échelle des altitudes ;

En utilisant les lettres de chaque événement, donnez l'ordre normal pour la réalisation d'un profil topographique.

2- Voici la liste des éléments : latitude ; vallée ; équateur ; échelle ; courbes de niveau ; parallèles ; équidistance ; écartement ; méridiens ; points côtés ; versant ; longitude.

Rangez-les en coordonnées géographiques, repères géographiques et en éléments de relief.

Deuxième Partie : Résolution des exercices

<u>Exercice 1</u> :

Le document ci-dessous représente d'une part les valeurs de la distance sur la carte et sur le terrain, et d'autre part les échelles numérique et graphique.

Distance sur la carte	Distance sur le terrain	Echelle numérique	Echelle graphique
6,6 cm	?	?	1km 0 2km
?	12,5 km	?	0 4km 12km
?	920 cm	1/.2000.000	?
10 cm	?	1/5.000.000	?
1 cm	5 km	?	?

Reproduisez ce document et remplacez les points d'interrogation par les valeurs et les échelles attendues.

<u>Exercice 2</u> :

Soit C_1 et C_2 (C_1>C_2) deux nombres situés sur deux courbes de niveau a_1 et a_2 ; P_1, P_2, P_3 et P_4 sont des courbes de niveau séparant a_1 et a_2. Entre P_1P_2 et P_3P_4 se trouve une courbe de niveau en pointillé t.

1- Que représentent C_1 et C_2 ; a_1 et a_2 ; P_1, P_2, P_3, P_4 et t ?
2- Schématisez, annotez, titrez les informations recueillies dans ce texte.
3- Sachant que C_1= *400 m* et C_2= *800 m*. Calculez :
   a) L'équidistance de votre schéma.
   b) A quelle altitude se trouve t ?
4- La distance $C_1 - C_2$ sur ce document est de *10 cm*, évaluez la pente $C_1 - C_2$ si ce schéma a pour échelle 1/40000.

Exercice 3 :

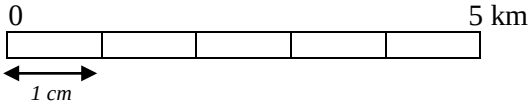
1- Un avion mal rodé vole à la vitesse de 300km/h. Il part de Brazzaville à 8 heures pour Ouesso qu'il atteint à 12 heures. Sachant que ces deux localités sont séparées de 20cm sur la carte.
   Déterminez l'échelle de cette carte.
2- La distance mesurée sur la carte entre Brazzaville et Owando est d'environ 12cm. Il existe deux villages Inoni et Gamboma situés respectivement à 5cm et 6cm de Brazzaville. Sachant que l'échelle de la carte est de 1/5.000.000.
   Calculez :
   a) La valeur sur le terrain de la distance entre Brazzaville – Owando.
   b) Les distances réelles des deux cités : Inoni et Gamboma par rapport à Owando.
   c) La distance réelle entre les deux cités (Inoni et Gamboma).

N.B : Inoni et Gamboma sont situés entre Brazzaville et Owando.

Exercice 4 :

On donne les données suivantes d'un terrain rectangulaire : longueur = 8 km ; largeur = 5 km ; équidistance = 20 m ;

Echelle graphique :



$X_0 = 100$ m ;

$X_1 > X_0$; $X_2 > X_1$; $X_3 > X_2$; $X_4 > X_3$; $X_4 = X_5$; $X_6 < X_5$; $X_7 < X_6$; $X_8 < X_7$; $X_9 = X_2$; $X_{10} = X_3$

Ce terrain est séparé par une médiane en deux triangles rectangles. Le premier a son angle noté A, en haut et à gauche, le second a son angle noté C en bas et à droite.

X_0 représente l'altitude de la courbe qui se confond avec le point D. Chaque courbe de niveau maîtresse est séparée de l'autre par 1 cm, et, 2 mm est l'écart séparant deux courbes de niveau normales.

1- Représentez sur votre feuille ce terrain.
2- Donnez l'altitude du point B ; d'abord sous la forme d'une expression littérale et ensuite sous la forme d'une application numérique.
3- Quelle est l'altitude du point X situé entre C_3 et C_4 ?
4- Que représente ce point ?
5- Donnez l'orientation d'une droite E – F qui couperait la médiane en n'importe quel point et formerait avec elle un angle de 90°.
6- Quelle sera la distance D – B sur le terrain ?
7- Donnez l'allure de la courbe passant par DB.

Exercice 5 :

A- L'échelle d'une carte est un rapport de réduction qui permet de représenter un territoire sur une carte. Chaque élément ayant des dimensions proportionnelles à celle qu'il occupe dans la réalité.

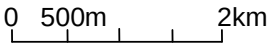
La carte peut donc être représentée à petite échelle ou à grande échelle.

1- Entre une carte à grande échelle et une autre à petite échelle, laquelle convient le mieux pour représenter une petite localité ? Justifiez votre réponse.
2- On dit souvent que « plus l'espace représenté est étendu, plus la précision est faible ». Acceptez-vous cette affirmation ? Justifiez.

B- Sur la nationale n°2, Gamboma est plus proche de Brazzaville que la ville D'Ollombo.

La distance Brazzaville – Gamboma est de 326 km et la distance Ollombo – Gamboma est de 78 km.

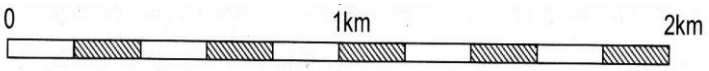
1- Trouvez l'équivalent sur la carte au 1/400.000 de la distance d'Ollombo – Nkan qui est le quart de la distance Brazzaville – Ollombo.
2- Sur une autre carte, on trouve l'annotation suivante :



   a) Que représente cette annotation ?
   b) Quelle est sa signification ?
3- Comparez l'échelle de la question 1 à celle de la question 2.
4- Quelle est la carte qui couvre une vaste superficie si les deux cartes ont chacune 60cm de long et 40cm de large ; Justifiez votre réponse.

Exercice 6 :

1- Sur une carte topographique, un élève est surpris de trouver l'indication suivante :

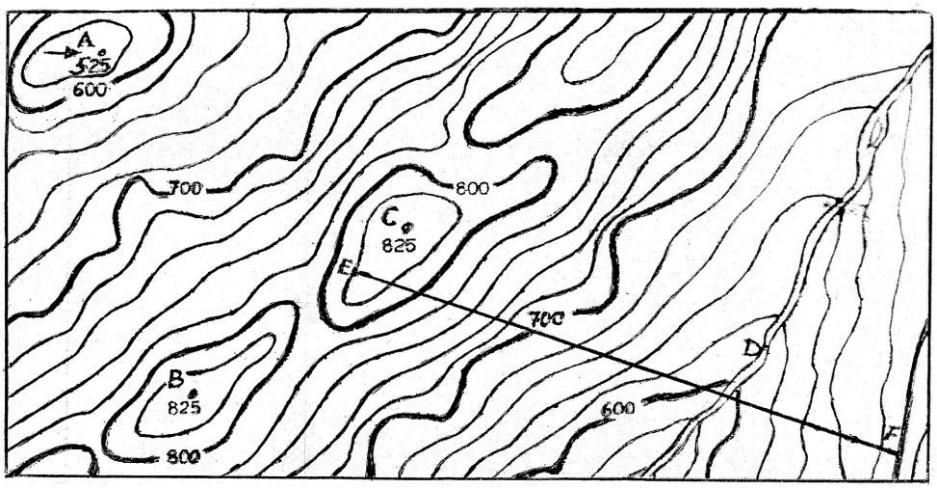


a) Que représente cette indication ? Traduisez numériquement ce graphique.
b) Déterminez la valeur de l'échelle pouvant correspondre à cette indication.

2- La distance Brazzaville – Gamboma est d'environ 350 km, celle de Brazzaville – Mbouabé Léfini est d'environ 210 km.

Calculez la distance Mbouabé Léfini – Gamboma sur la carte de 1/200.000.

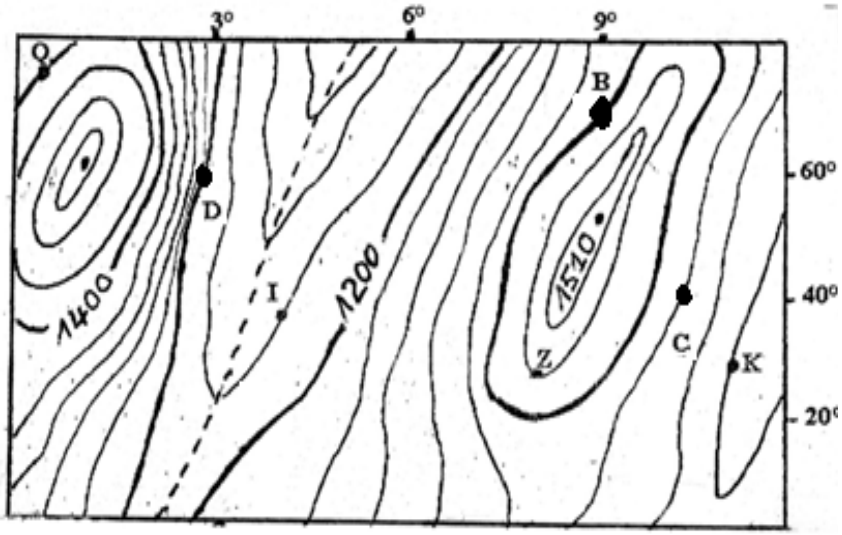
3- Soit la carte topographique représentée par le document ci-après



a) Dans quelle forme de relief se situent les points A, B et D puis les segments CD et BC ? Justifiez chaque réponse.
b) Déterminez l'équidistance des courbes de niveau et l'échelle de la carte sachant que la longueur de la carte sur le terrain est de 36 km.
c) Déterminez la pente (en pourcentage puis en degré) qui existe entre le point E et le point imaginaire situé sur la courbe de niveau maîtresse immédiatement avant la rivière.
d) Donnez uniquement l'allure du profil topographique à partir du trait de coupe.

Exercice 7 :

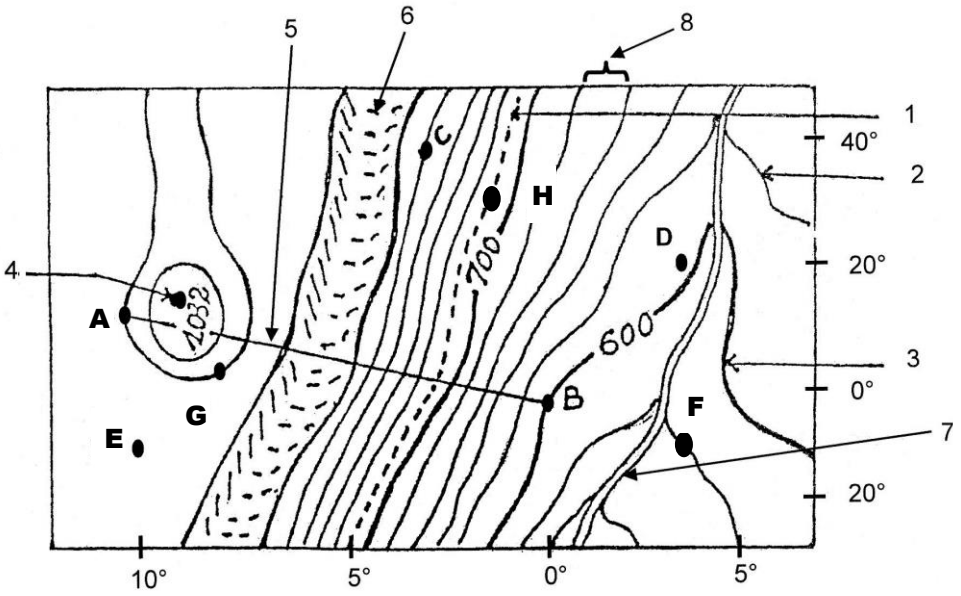
Soit la représentation suivante, relative à une région d'une ancienne île volcanique.



1- Que signifie cette représentation ?
2- Déterminez les échelles graphique et numérique de cette représentation, si les bords latéraux de cette carte représentent réellement 18 km.
3- Quelle est l'équidistance possible ?
4- Calculez la pente qui existe entre I et Z.
5- Donnez les coordonnées géographiques des points B, C et D.
6- Donnez uniquement l'allure du profil topographique de la section QK (ne pas oublier l'orientation et les différentes formes de relief traversées par le trait de coupe).

Exercice 8 :

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



1- Sans reproduire le document, légendez-le à partir de la numérotation proposée.
2- Calculer la distance verticale entre deux courbes de niveau à partir de l'élément 4 et la courbe de niveau maîtresse d'altitude 600 m.
3- Donner l'altitude d'un point H situé sur l'élément 1.
4- Quelles sont les formes de relief que traverse l'élément 5.
5- Sachant que la distance réelle entre A et B est de 1,2 km, on demande :
   a) De calculer l'échelle numérique.
   b) D'en déduire l'échelle graphique.
6- Calculer l'aire géographique occupée par cette carte sur le terrain, en la supposant plane.
7- Donner les coordonnées géographiques des points A, F et H.
8- Déterminer la valeur de la pente en pourcentage entre les points G et B.
9- Donner l'orientation des segments de droites ED et BD.
10- Donner le sens d'écoulement de l'élément 7. Justifier.
11- Donner l'altitude approchée du point D.
12- Donner uniquement l'allure du profil topographique traversé par l'élément 5.

Exercice 9 :

A partir des figures 2 (a, b et c) :

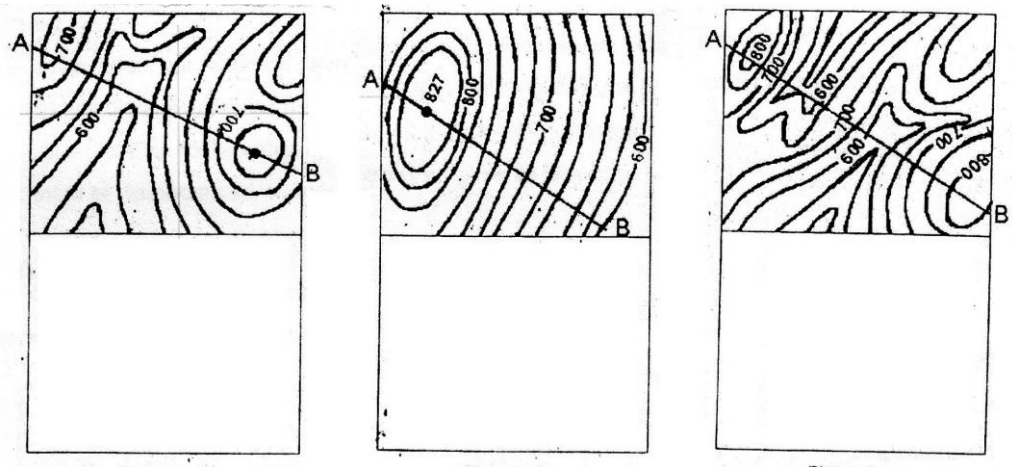


Figure 2-a Figure 2-b Figure 2-c

1- Donnez les équidistances des parties de la carte qu'elles représentent.
2- Reproduisez le rectangle blanc de chaque figure et dans ce rectangle, donnez l'allure générale du profil AB de la figure correspondante (orienter ces semblants de profil).

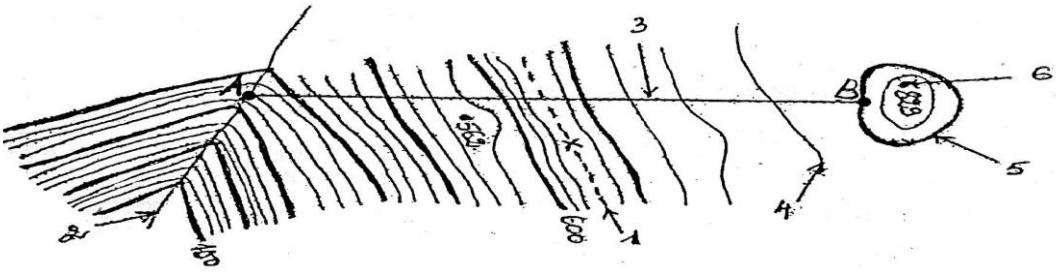
Tome I Edition révisée corrigée et complétée Septembre 2016 Barhel MAHOUKOU & Distel KEMBISSILA

Exercice 10 :

A- Une distance réelle de 100 m est représentée par un segment de droite de 1 cm. Sachant que la longueur totale des segments est de 500 m.

1- De quel type d'échelle s'agit-il ?
2- Représentez-la.
3- Faites la correspondance entre les échelles graphique et numérique.

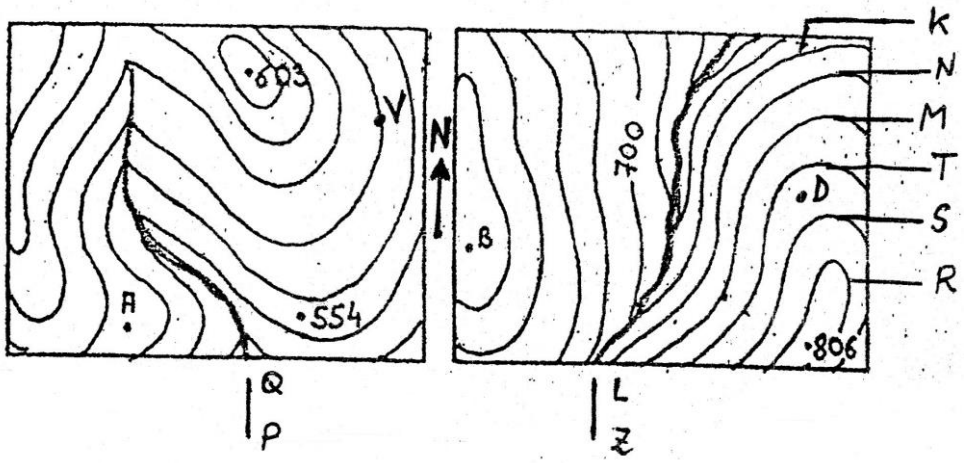
B- Le document ci-après représente un extrait de carte topographique.



1- Sans le reproduire, donnez la légende correspondant aux éléments numérotés de 1 à 6.
2- Indiquez sans construire le profil, la forme du relief traversé par l'élément 3.
3- Déterminez l'échelle de la carte si la distance réelle entre A et B est de 800 m.
4- Calculez en pourcentage puis en degré, la pente qui existe entre A et B.
5- Calculez la distance verticale entre deux courbes de niveau normales à partir de l'élément 6 et la courbe maîtresse d'altitude 400m.
6- Déterminez l'altitude du point X.
7- Orientez l'élément 3.
8- Précisez le sens de l'écoulement de l'élément 2.

Exercice 11 :

Les documents 1 et 2 ci-dessous représentent deux extraits de cartes topographiques, réalisés respectivement aux échelles numériques suivantes : e_1 = 1/25.000 et e_2 = 1/1.000.000.

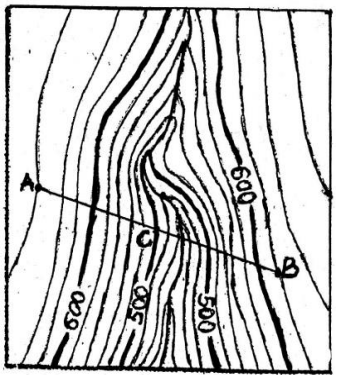


Document 1 *Document 2*

1- Comparez ces deux échelles e_1 et e_2.
2- Représentez les échelles graphiques correspondantes.
3- Donnez la valeur de l'équidistance de chaque carte.
4- Indiquez l'altitude approchée des points côtés A et B.
5- En tenant compte des segments de droites QP et LZ, placés au bas de chaque carte, indiquez par une flèche, le sens d'écoulement des rivières tout en justifiant votre réponse.
6- Soit le segment de droite reliant le point côté B et le point côté 806. Indiquez avec précision et en vous justifiant, le type de relief traversé par ce segment de droite.
7- Donnez l'orientation des traits de coupe AV et BD, sachant que les cartes sont normalement orientées.
8- Précisez pour le document 2, l'altitude des courbes de niveau R, S, T, M, N et K.

Exercice 12 :

Soit la figure suivante correspondant à une portion de carte topographique :



Déterminer, en pourcentage puis en degré, la pente qui existe entre les points A et C sachant que les bords latéraux de cette carte mesurent 500m.

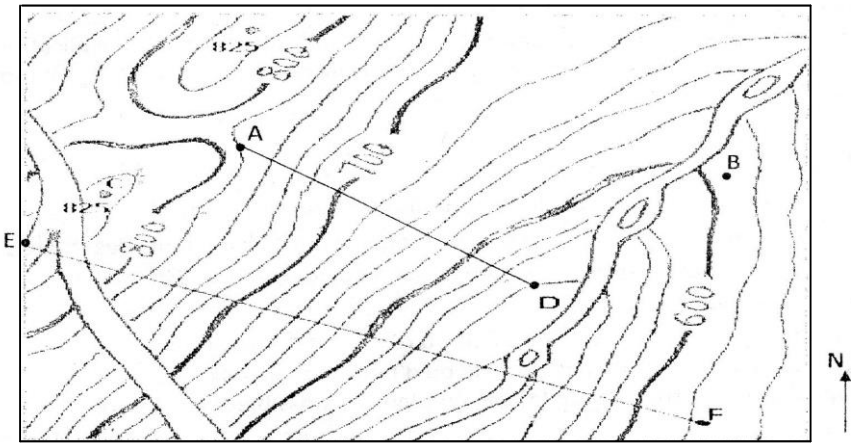
Exercice 13 :

Deux points A et B d'une carte topographique distants de 6cm sont situés sur des courbes de niveau maîtresses non consécutives d'altitudes respectives 1200m et 1900m. En bas de cette carte on peut lire les indications suivantes : e = 1/500.000 et Eq = 25m.

1- Que représente chacune des indications portées en bas de la carte topographique et que signifient-elles ?
2- Représentez l'échelle graphique de cette carte.
3- Donnez la valeur de la pente (en pourcentage) qui existe entre ces deux points B et A.
4- Sachant que, entre deux courbes de niveau maîtresses consécutives se trouvent trois courbes de niveau normales, on demande de :
   a) Calculer le nombre total de courbes de niveau en allant du point B au point A.
   b) Calculer le nombre total de courbes de niveau entre les points A et B.
   c) Dessiner cette portion de la carte tout en précisant les altitudes de toutes les courbes de niveau maîtresses.
   d) Déterminez à partir de votre dessin le nombre de courbes de niveau maîtresses.
5- Sur une carte topographique d'échelle 1/1200, deux localités A et B séparées de 4,5cm, se trouvent sur une pente de 90%. Sachant que l'équidistance entre les courbes de niveau est de 10m. Trouver le nombre de courbes de niveau se trouvant entre ces deux localités.

Exercice 14 :

Soit la représentation suivante, relative à un terrain appartenant à un sujet congolais.



1- Que signifie cette représentation ?
2- Donner les échelles numérique et graphique de cette représentation sachant que la longueur réelle de cette représentation est de 10 km.
3- Quelle est l'équidistance possible dans cette représentation ?
4- Calculer s'il ya lieu, la pente qui existe entre A et D.
5- Donner l'orientation des traits de coupe AD et DB.
6- Donner l'allure du profil topographique le long du trait de coupe EF en précisant les différents reliefs traversés.

FIN DES TRAVAUX DIRIGÉS

L'ESSENTIEL DU COURS
SUR
LA TECTONIQUE GLOBALE

La Tectonique est une discipline de la Géologie qui étudie essentiellement les déformations des matériaux de l'écorce terrestre.

I- Structure du globe terrestre :

Pour connaitre la structure interne du globe terrestre, l'homme a utilisé deux types de méthodes

1- La méthode directe :

Elle est basée sur l'analyse des carottes géologiques obtenues après forage ou par des observations des fonds océaniques. Cette méthode ne permet pas d'obtenir des informations au-delà de 30 km de profondeur.

2- La méthode indirecte :

Elle est basée sur l'interprétation des résultats obtenus à partir des ondes sismiques.

Remarque :

- La sismologie est l'étude de la propagation des ondes sismiques ;
- Le sismographe est un appareil qui permet d'enregistrer les ondes sismiques ;
- Le sismogramme est une courbe obtenue à la suite d'un enregistrement sismique.

Il existe trois types d'ondes à savoir :

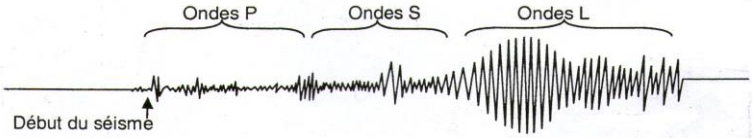


Schéma d'un sismogramme

- **Les ondes P (ou ondes primaires) :** Ce sont les ondes les plus rapides et elles se propagent aussi bien dans les milieux solides que liquides ;
- **Les ondes S (ou ondes secondaires) :** Elles ne se propagent que dans les milieux solides ;
- **Les ondes L (ou ondes longues) :** Ce sont des ondes de surface. Elles se propagent dans la partie superficielle de l'écorce terrestre.

3- Résultats et interprétations des données sismiques :

Comme les médecins font appel à la radiographie ou à l'échographie pour connaitre l'intérieur du corps humain, le géologue utilise **la sismologie** qui lui révèle la structure et la composition internes de la terre.

La figure 1 ci-contre représente la variation du temps d'arrivée des ondes sismiques en fonction de la distance à l'épicentre.

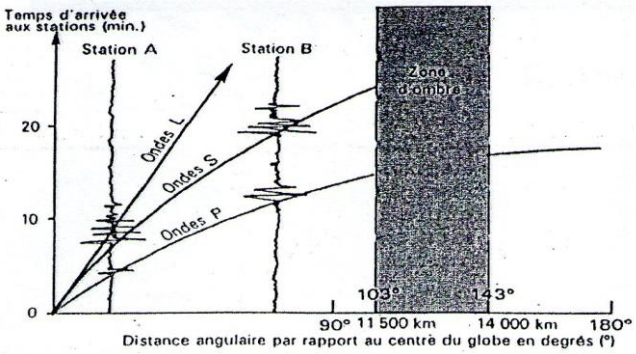


Figure 1

Interprétation :

- La courbe ou hodochrone des ondes L est rectiligne. Leur vitesse de propagation est constante : ces ondes se propagent sur une même couche superficielle, présentant les mêmes propriétés et la même nature.
- Les courbes P et S sont incurvées. Leurs vitesses de propagation sont croissantes : ces ondes se propagent sur des couches profondes de nature et de propriétés variables.

N.B :

- La variation des vitesses des ondes P et S indique que la structure interne du globe terrestre est hétérogène ;
- La forme courbée des hodochrones des ondes P et S indique que les enveloppes parcourues par ces ondes sont concentriques ;
- L'observation d'une zone d'ombre entre 103° et 143° prouve l'existence d'une discontinuité majeure ;

Remarque : L'hodographe a toujours la même forme quel que soit le lieu du séisme : le globe terrestre a une structure sphérique.

Le graphe ci-après (Figure 2) traduit la variation de vitesse de propagation (ou trajectoire) des ondes P et S en fonction de la profondeur du globe terrestre et la nature du milieu traversé par ces ondes.

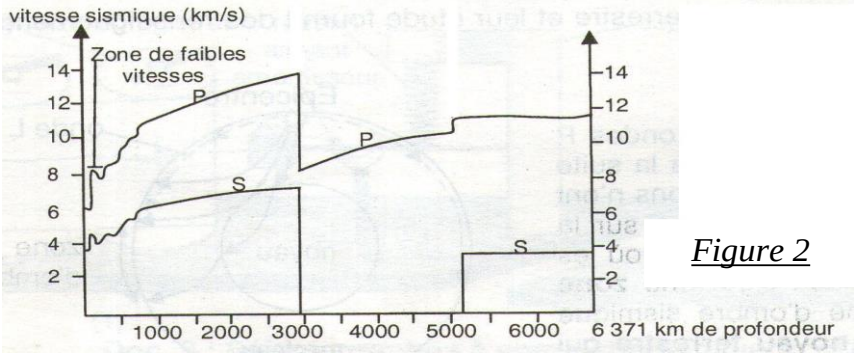


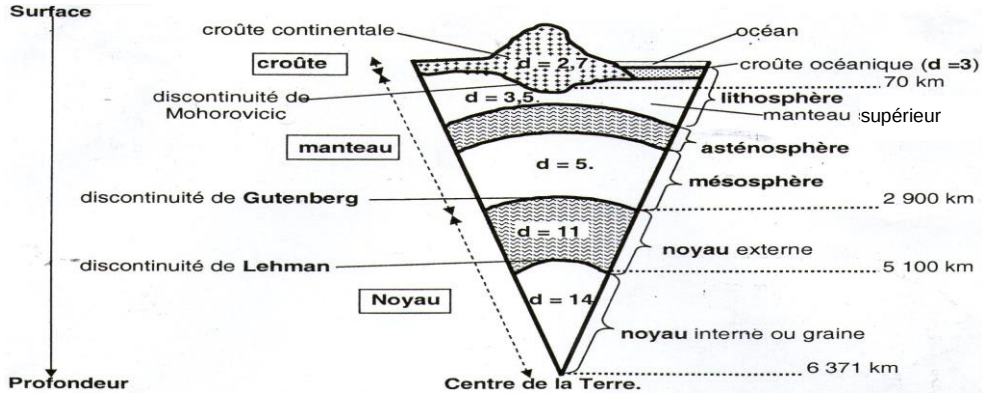
Figure 2

L'interprétation de ce graphe a permis de déduire que :

- A 35 km de profondeur en moyenne, l'augmentation de la vitesse des ondes P et S indique le changement de la de la nature du terrain : c'est la **discontinuité de Mohorovicic** qui marque le passage de la croûte terrestre au manteau ;
- A 2900 km, la brusque variation de vitesse des ondes P et la disparition des ondes S indiquent une autre discontinuité nommée **discontinuité de Gutenberg** qui sépare le manteau du noyau où les ondes S ne passent pas ;
- A 5100 km, la vitesse des ondes P devenue constante indique une troisième discontinuité : la **discontinuité de Lehmann** qui sépare le noyau externe de la graine (noyau interne).

Conclusion :

La sismologie montre que le globe terrestre est constitué de quatre enveloppes concentriques : **la croûte** (solide)**, le manteau** (solide sauf l'asthénosphère qui est fluide)**, le noyau externe** (liquide) **et la graine** (solide).



II- Théorie de la dérive des continents :

1- Rappels historiques :

En 1620, le philosophe anglais Francis Bacon avait remarqué la similitude des rivages des continents africain et sud américain ;

En1858, le moine François Placet suggérait que l'ancien et le nouveau monde furent séparés par l'effondrement de l'Atlantique lors du déluge ;

En 1859, l'américain Antonio Srides publia le premier, un schéma montrant l'Afrique et l'Amérique réunies avant le déluge ;

En 1910, Taylor puis en 1911 Baker, apportent leur contribution quant à la répartition de l'ancien et du nouveau monde.

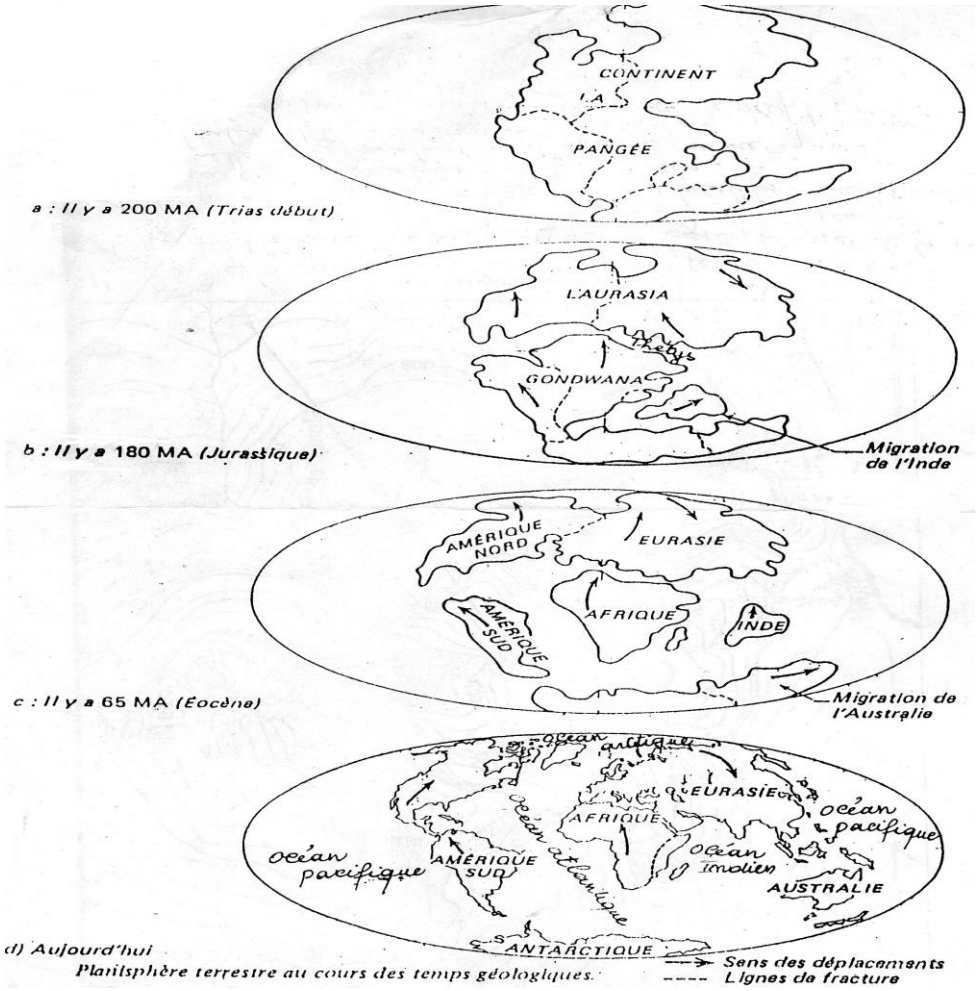
Cependant tous ces travaux ne sont pas vraiment exploités par leurs auteurs et passent plus ou moins inaperçus.

En 1912, Alfred WEGENER (1880-1930), astronome, géophysicien et météorologiste allemand, s'appuyant sur l'extrême complémentarité des contours de l'Afrique et de l'Amérique du Sud (Amérique Latine) expose ses conceptions sur une « dérive des continents ».

2- Théorie de la dérive des continents :

On appelle dérive des continents, la fragmentation de la Pangée en plusieurs continents qui flottent sur l'asthénosphère.

a) Enoncé de la théorie de Wegener :



Planisphère terrestre au cours des temps géologiques.

Planisphère terrestre au cours des temps géologiques

Selon Alfred Wegener, les continents actuels étaient réunis en une terre unique : **la Pangée** qui était entourée d'un océan unique, **le Pantalassa**. A la fin de l'ère primaire, sous l'influence des forces internes, la Pangée s'est fragmentée d'abord en deux compartiments :

- **Le Gondwana** au Sud (regroupant l'Amérique du Sud, l'Afrique, l'Inde, l'Australie et l'Antarctique) ;
- **Le Laurasia** au nord (comprenant l'Amérique du Nord, l'Europe et l'Asie).

Ces deux compartiments étaient séparés par une minuscule mer appelée **Téthys** ou **Mésogée**. Puis, au cours des temps géologiques, ces masses continentales se seraient fracturées puis se seraient dérivées les unes par rapport aux autres pour donner les continents actuels.

b) Les arguments de la théorie de Wegener :

- Argument morphologique ou topographique ;
- Argument stratigraphique ou pétrographique ;
- Argument paléontologique ;
- Argument paléoclimatique.

c) Les limites de la théorie de Wegener :

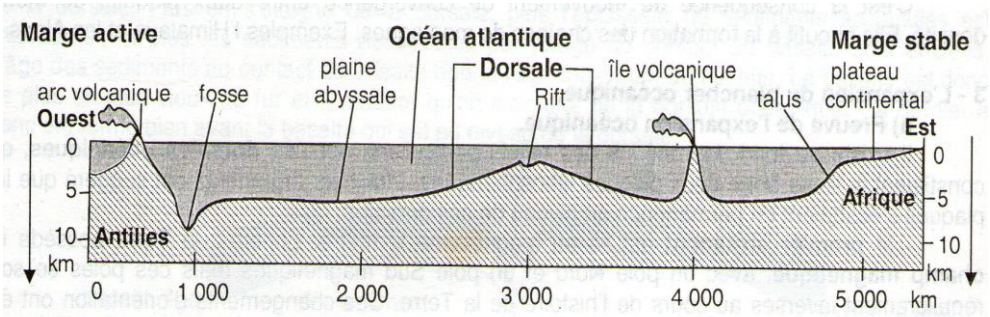
La théorie de Wegener était pendant longtemps rejetée parce qu'elle est basée sur une simple observation. C'est-à-dire qu'elle n'a pas d'argument scientifique et surtout parce que Wegener était incapable d'expliquer les causes de la séparation des continents.

d) Nouvel argument : argument paléomagnétique

La disposition du champ magnétique terrestre est identique de part et d'autre de la dorsale. La direction et le sens du champ magnétique terrestre qui existait à la surface du globe diffèrent de ceux d'aujourd'hui au niveau des continents.

III- Mécanisme de l'expansion des fonds océaniques :

1- Morphologie des fonds océaniques :



2- L'expansion océanique :

On appelle expansion océanique, la fabrication permanente d'un nouveau plancher basaltique au niveau de la dorsale.

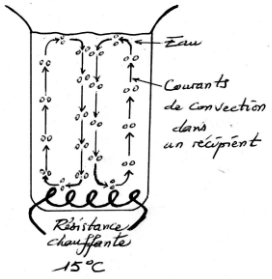
Elle est mise en évidence à partir des anomalies magnétiques et de la variation de l'âge des sédiments de part et d'autre de la dorsale.

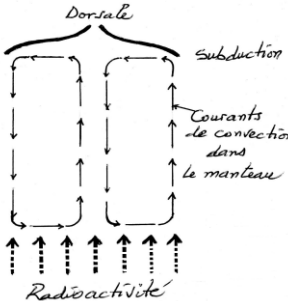
N.B : L'expansion océanique a lieu de part et d'autre de la dorsale, de manière symétrique par rapport à l'axe de la dorsale.

a) Hypothèse de Hess :

En 1960, l'américain Harry Hammond Hess émet l'hypothèse de l'expansion océanique en « tapis roulant » au niveau de la dorsale (précisément du rift) l'émission de laves donne naissance à du plancher océanique nouveau qui repousse l'ancien au fur et à mesure de l'expansion des fonds océaniques.

b) Les mouvements de convection :





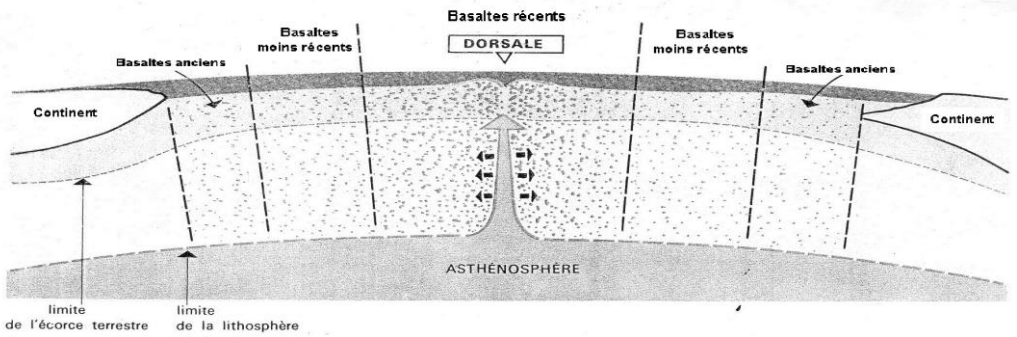
L'eau réchauffée par la résistance remonte vers la surface. Au contact de l'air plus froid, elle se refroidit, retombe au fond, s'y réchauffe, puis remonte…

Un tel phénomène est appelé CONVECTION.

Dans la terre, les mouvements de convection ont pour origine la différence de température entre la surface du globe et le manteau profond. Ce dernier échauffé, devient léger, moins dense, remonte vers la surface, se refroidit, devient lourd, dense et replonge en profondeur.

N.B : Au niveau du manteau, le moteur des mouvements thermiques est **la radioactivité** du globe.

c) Les mécanismes de l'expansion :



Sur la dorsale, par les fissures du rift, grâce aux mouvements de convection, le magma monte, s'épanche à la surface et s'y solidifie rapidement en donnant du basalte.

Pour expliquer l'expansion océanique et le déplacement des continents, les géologues considèrent que la lithosphère est divisée en un petit nombre de secteurs rigides appelés **plaques**.

3- Les preuves de l'expansion océanique :

a) Les anomalies du champ magnétique :

La polarité du champ magnétique terrestre a subi des inversions au cours des temps géologiques : à certaines époques appelées périodes inverses, les pôles magnétiques Nord et Sud étaient inversés par rapport à la situation actuelle qualifiée de normale.

b) L'hypothèse de Vine et Matthews :

En 1963, Vine et Matthews constatent que la répartition des anomalies magnétiques de part et d'autre de la dorsale océanique est approximativement symétrique et dessine une peau de zèbre si on représente en noir et blanc les anomalies positives et négatives.

Les anomalies magnétiques du plancher océanique correspondent aux variations de la polarité du champ magnétique au cours du temps et, à la manière d'un double tapis roulant ; *C'est la preuve que le plancher basaltique des océans se forme par accrétion au niveau des dorsales et qu'il s'en éloigne ensuite progressivement.*

IV- La théorie des plaques :

1- Définition d'une plaque :

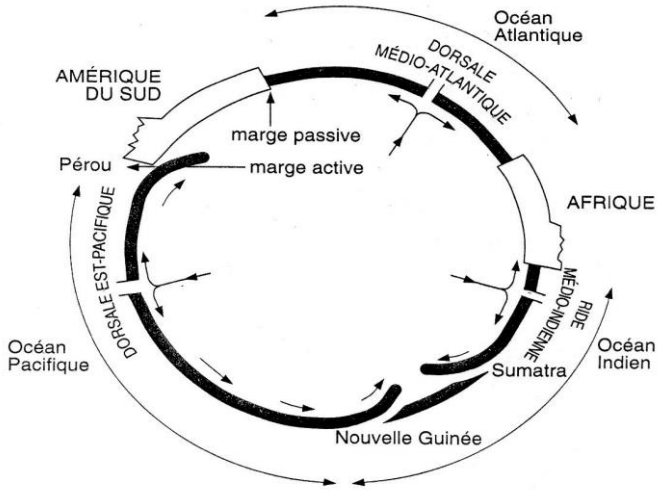
Une plaque est une portion de lithosphère rigide, stable, constituée soit d'une croûte océanique et du manteau supérieure (= plaque océanique), soit de la croûte océanique, de la croûte continentale et du manteau supérieur (= plaque mixte).

2- Différents types de plaques :

Il existe deux types de plaques lithosphériques à savoir :

- **Les plaques mixtes :** elles sont formées de croûte continentale, de la croûte océanique et du manteau supérieur.
  Exemple : la plaque africaine, la plaque sud américaine, la plaque eurasienne…
- **Les plaques océaniques :** elles sont formées de la croûte océanique et du manteau supérieur.
  Exemple : la plaque du Pacifique, la plaque indienne, la plaque de l'Atlantique, la plaque du Cocos, la plaque Nazca.

3- Les frontières ou limites des plaques :



Disposition des plaques à l'équateur.

Il existe trois types de frontières ou limites de plaques :

- La frontière de divergence ou frontière d'écartement des plaques ;
- La frontière de convergence ou frontière d'affrontement des plaques ;
- La frontière de coulissage des plaques.

V- Calcul des vitesses :

1- Vitesse de déplacement (écartement) d'une plaque :

$$V_{écart} = \frac{d}{t}$$

v : vitesse de déplacement d'une plaque ;
d : distance allant du rift (dorsale) à l'emplacement de la plaque ;
t : âge des sédiments formant cette plaque.

2- Vitesse d'expansion océanique :

L'expansion (élargissement) d'un océan se fait de part et d'autre de la dorsale, on pose :

$V_{exp} = 2 \times V_{écart}$ <=> $V_{exp} = 2\frac{d}{t}$

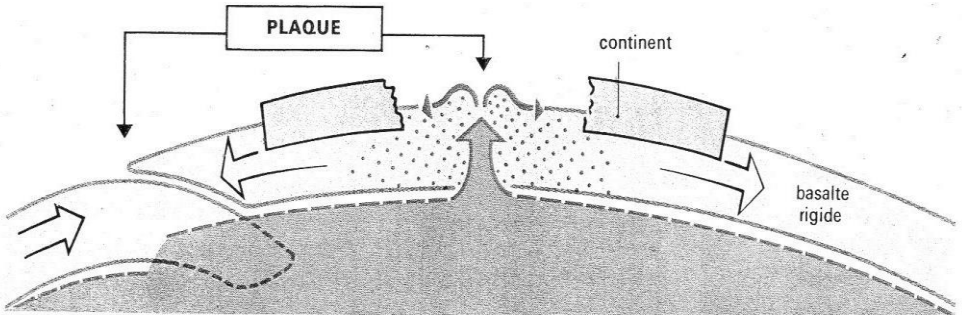
Exercice :

Soient deux points A et B, actuellement situés de part et d'autre de la dorsale Atlantique, séparés par 100 km et ayant le même âge 2 millions d'années. Calculer la vitesse d'expansion.

Tome I Edition révisée corrigée et complétée Septembre 2016 Barhel MAHOUKOU & Distel KEMBISSILA

VI- Les conséquences du déplacement des plaques :

1- Les conséquences de la divergence des plaques :



On parle de divergence de plaques lorsque deux plaques s'écartent l'une de l'autre.
Les conséquences de la divergence sont :

- Etirement puis amincissement de la lithosphère ;
- Le rifting (mise en place du rift) ;
- Le volcanisme basaltique ;
- La formation puis l'élargissement des océans ;
- Scission de la lithosphère et formation de deux continents séparés par un nouveau bassin océanique ;
- Renouvellement de la croûte océanique (= accrétion) ;
- Le métamorphisme ;
- Formation des failles normales.

2- Les conséquences de la convergence des plaques :

Lorsque deux plaques s'affrontent, plusieurs cas peuvent être observés.

a) La subduction et ses conséquences :

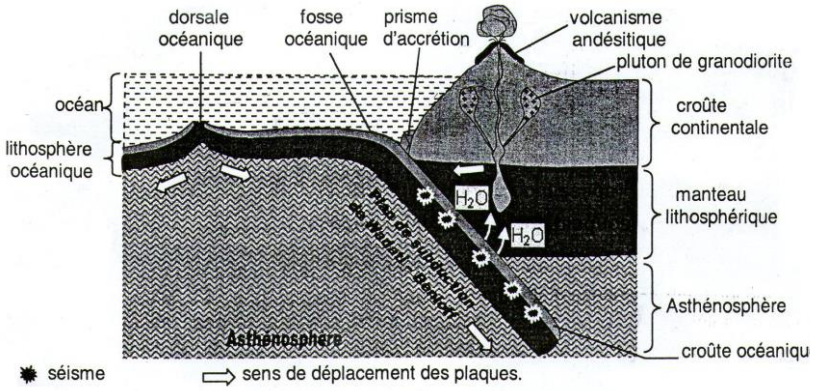


Schéma fonctionnel des zones de subduction

On parle de subduction lorsqu'une plaque océanique (plus dense) s'enfonce sous une plaque mixte (moins dense).

Les conséquences de la subduction sont :

▪ La disparition de l'ancienne croûte océanique ; ▪ La mise en place de fosse océanique ; ▪ La régénérescence du magma ; ▪ L'alignement des foyers sismiques le long du plan de Bénioff ;	▪ Formation des chaines de montagnes péri océaniques ; ▪ Volcanisme andésitique ; ▪ Le métamorphisme.

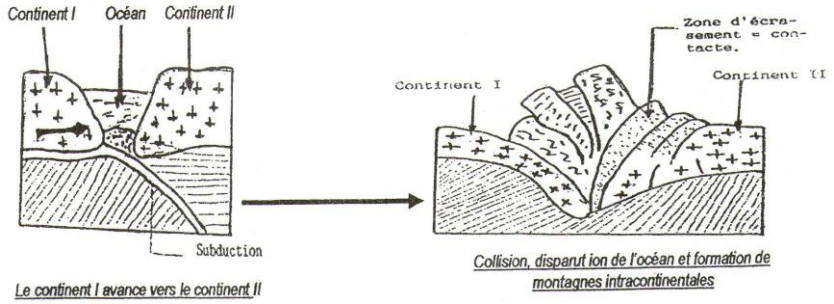
Remarque : La cordillère des Andes en Amérique du Sud (Amérique Latine) est une chaine de montagne péri océanique. Elle culmine à 7 km et borde sur 500 km de large et 10.000 km de long la côte ouest de l'Amérique du Sud.

b) L'obduction et ses conséquences :

On parle d'obduction lorsqu'une plaque océanique s'enfonce sous une autre plaque océanique, ou lorsqu'une plaque mixte s'enfonce sous une plaque océanique (dans certaines conditions particulières).
Les conséquences de l'obduction sont :

- Formation de chaine (Exemple : chaine de la nouvelle Calédonie, de la nouvelle Guinée, de la nouvelle Zélande) ;
- Mise en place des ophiolites (basalte + gabbros + péridotites).

c) La collision et ses conséquences :



On parle de collision lorsqu'une plaque mixte s'affronte contre une autre plaque mixte. Etant donné qu'elles ont la même densité, il ne peut y avoir subduction.

Les conséquences de la collision sont :

- Fermeture puis disparition des océans ;
- Formation des chaines de montagnes intracontinentales ;
- Intense activité sismique ;
- Le métamorphisme ;
- Mise en place des failles ;
- Plissement des terrains ;
- Magmatisme (volcanisme ou plutonisme).

Remarque : Les deux exemples les plus connus des chaines de collision sont **les Alpes** et **l'Himalaya**.

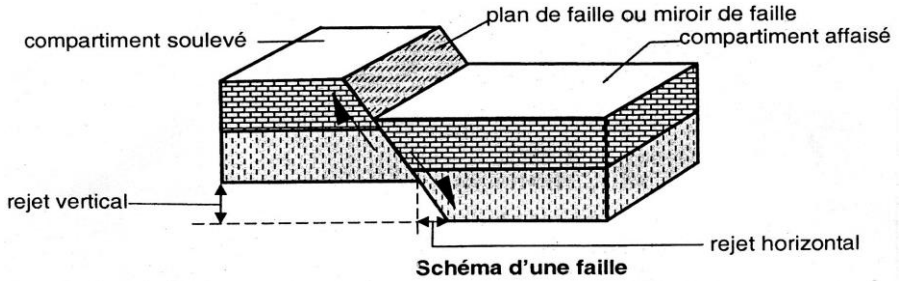
- Les Alpes résultent de l'affrontement Afrique-Europe. Le point le plus culminant est appelé **Mont blanc** (4807 m) ;
- L'Himalaya est le fruit de la collision Inde-Asie. Le point le plus culminant est appelé **Everest** (8846 m d'altitude).

3- Les conséquences du coulissage des plaques :

On parle de coulissage des plaques lorsque deux plaques glissent horizontalement l'une contre l'autre dans des directions opposées.
Dans une zone de coulissage de plaques, il n'ya ni création, ni destruction de la croûte. Seulement on peut noter quelques activités sismiques superficielles et des failles.
Exemples de failles :

- La faille de San Andréas en Californie qui est responsable des tremblements de terre qui ont détruit San Francisco en 1906 ;
- La zone de failles de la mer morte, au Moyen Orient.

Schéma d'une faille :



Différents types de failles

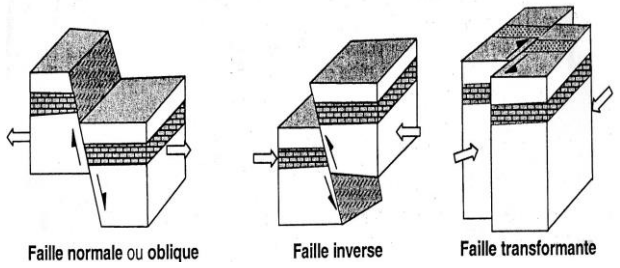
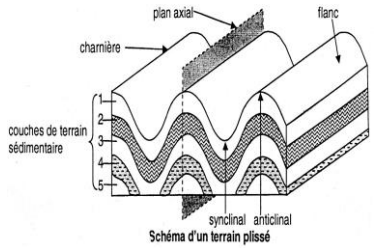


Schéma d'un pli



FIN DE L'O.G.

TRAVAUX DIRIGES
SUR
LA TECTONIQUE GLOBALE

Première Partie : questions de cours

A- Définitions : Plaque ; Subduction ; Faille ; Obduction

B- Schémas :

Donnez la légende des schémas ci-dessous en remplaçant chaque chiffre par le nom correspondant.

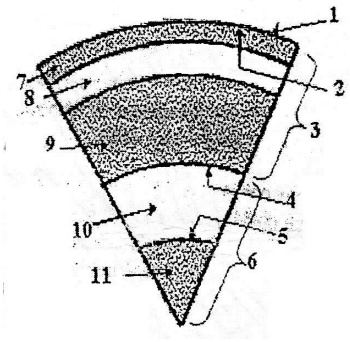


Schéma 1

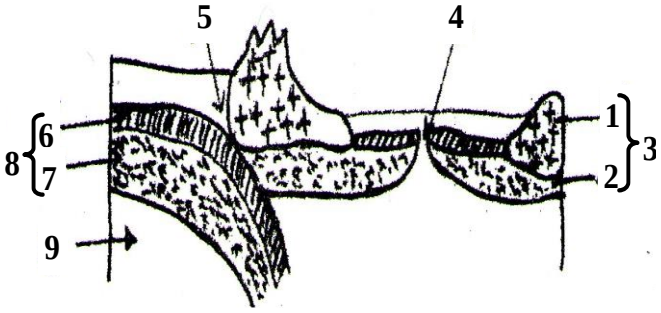


Schéma 2

C- Vrai ou Faux :

Répondez par vrai ou faux aux affirmations suivantes :

1- La lithosphère océanique formée au niveau des dorsales disparait au niveau des fosses océaniques.
2- Les ophiolites, vestiges de la lithosphère océanique, indique la suture de deux continents.
3- Les ondes P et S, superficielles, se déplacent à vitesse constante.
4- Les océans naissent dans les zones de convergence de plaques.
5- La sismologie est l'étude des séismes.
6- La sismologie est l'étude de la propagation des ondes sismiques.
7- La croute océanique est très riche en granite.
8- Le basalte est le constituant essentiel de la croute continentale.
9- Plus on s'écarte de la dorsale, plus la lithosphère est mince.
10- La dorsale est une ouverture par laquelle monte le magma.

D- Réarrangement :

Replacez les événements suivants dans un ordre chronologique normal :

a) Collision entre deux continents ;
b) Apparition d'une nouvelle dorsale ;
c) Fermeture d'un océan au niveau d'une fosse océanique ;
d) Ouverture d'un nouvel océan ;
e) Formation d'une chaîne de montagnes ;
f) Mouvement de divergence au niveau d'un continent.

E- Appariement :

Associez une lettre de la colonne A avec un numéro de la colonne pour former un couple.

Liste A	Liste B
a) Asthénosphère	1- Océan préexistant
b) Sismologie	2- Courant de convection
c) Dorsale océanique	3- Convergence
d) Ophiolites	4- Océan unique
e) Subsidence	5- Couche visqueuse du globe terrestre
f) Pangée	6- Continent unique
g) Panthalassa	7- Ondes
h) Failles inverses	8- Accrétion
i) Radioactivité	9- Effondrement

F- Question à Choix Multiple (QCM) :

Chaque série d'affirmations peut comporter une ou plusieurs réponses exactes, repérez-les.

1- L'asthénosphère fait partie :

a) Du manteau
b) De la croûte terrestre
c) De la lithosphère

2- Les dorsales :

a) Sont déformées par les failles transformantes.
b) Sont le lieu de formation de la croute océanique.
c) Sont le siège de séismes profonds.

3- La divergence des plaques :

a) Se manifeste exclusivement au niveau des dorsales.
b) Déforme les plaques lithosphériques à leurs frontières.
c) Est à l'origine de déformations cassantes en surface et en profondeur.

4- Les plaques lithosphériques coulissent l'une par rapport à l'autre :

a) Au niveau des dorsales.
b) Au niveau des failles transformantes.
c) Au niveau des zones de collision.

5- Une plaque est formée de l'ensemble :

a) Lithosphère et manteau
b) Croûte et asthénosphère
c) Croûte et manteau supérieur

6- La théorie de la dérive des continents :

a) Est une théorie « mobiliste » proposée par Alfred Wegener au début du XXe siècle.
b) A été acceptée d'emblée par la communauté scientifique.
c) S'appelle aussi la théorie des ponts continentaux.

7- Une marge active c'est :

a) La limite entre un continent et un océan.
b) Une zone où se produisent des tremblements de terre.
c) La limite entre deux plaques.

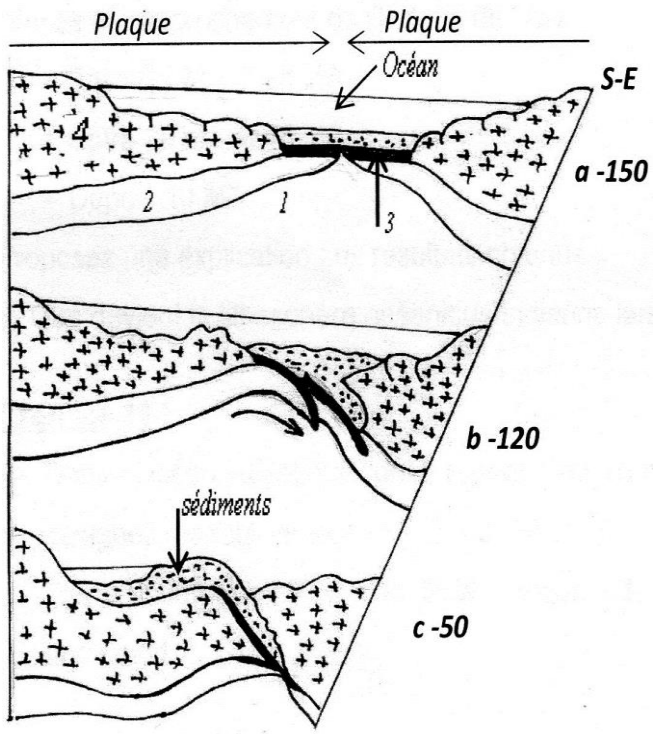
8- La naissance du magma dans la zone de subduction provient de :

a) La fusion de la plaque subductée.
b) La fusion du manteau de la plaque sus-jacent.
c) La déshydratation par réchauffement de la plaque subductée qui abaisse le point de fusion de la plaque sus-jacente.

Deuxième Partie : Résolution des exercices

Exercice 1 :

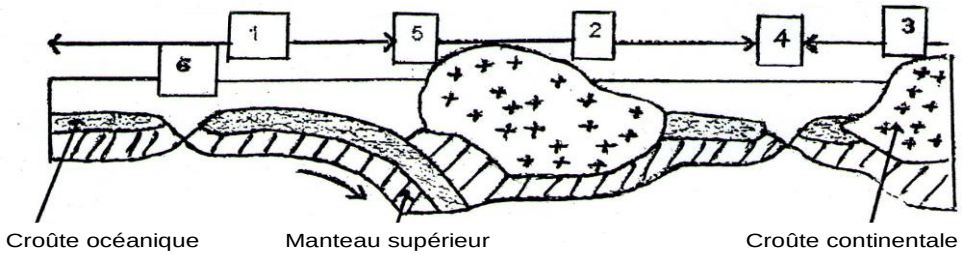
Le document ci-dessous représente la naissance d'une chaîne de montagne : Les Alpes



1- Donnez la légende qui correspond aux chiffres 1, 2, 3, 4.
2- Décrivez la position de la croûte océanique lors de la subduction (schéma b).
3- Nommez les roches qui constituaient le sommet de la chaîne il y a 50 MA.
4- Précisez la cause de la subduction puis de la collision à l'origine de la formation des Alpes.
5- A l'heure actuelle, on trouve dans les Alpes, des fragments de la croûte océanique. Expliquez la présence de cette croûte océanique au sein d'une chaîne de montagne.

Exercice 2 :

Le document ci-dessous montre trois plaques lithosphériques et leurs limites :



1- a) A quel type de plaques appartiennent les plaques 1 et 2 ?
   b) Citez trois exemples pour chaque type de plaques.
2- Les numéros 4 et 5 représente 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 ?

3- Quel phénomène naturel se produit au lieu 6. Tentez d'expliquer ce phénomène.
4- Quelles conséquences la manifestation du phénomène 6 entrainerait-il au cours des temps :
   a) Dans la zone 6. b) Dans la zone 5.
5- Quelles seraient les conséquences possibles de la manifestation du phénomène au lieu 5 ?

Exercice 3 :

Les sondages profonds réalisés de part et d'autre de la dorsale Atlantique par le navire Challenger entre 1968 et 1975 ont permis de dater les terrains rencontrés.

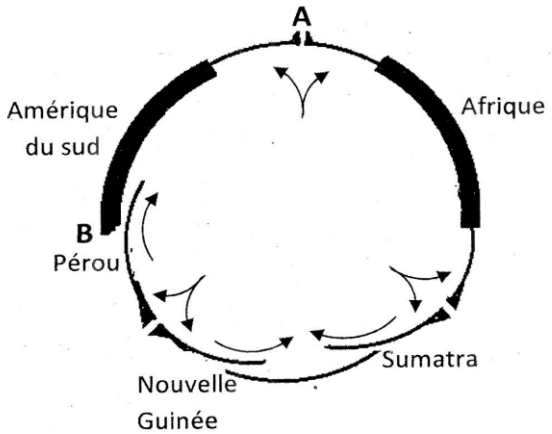
Le tableau ci-dessous montre les résultats obtenus :

Sondage	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 millions d'années)	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 suggère ces résultats sachant que les sondages 3 et 4 ont été réalisés à l'Est de la dorsale, 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 plaque rencontre-t-on au niveau de la dorsale ?
6- Quelle est la destinée de la plaque océanique qui s'écarte de la dorsale, si à l'opposé se trouve une zone de subduction ?
7- Les ondes reçues aux stations 2 et 3 ont subi des déviations brutales vers 2900 km de profondeur. Que peut-on logiquement en déduire au sujet de la nature des couches au dessus et en dessous de cette profondeur ?

Exercice 4 :

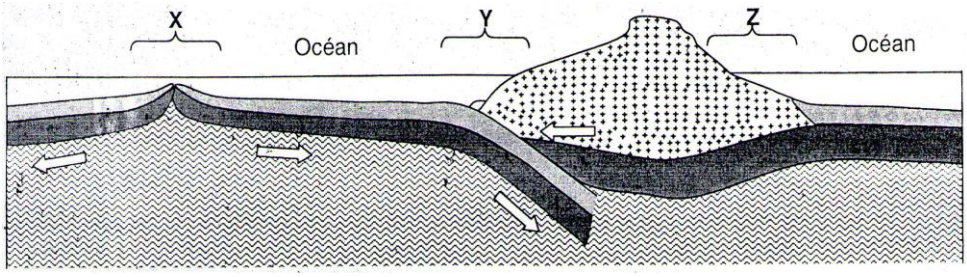
Le schéma ci-dessous représente les mouvements horizontaux de plaques lithosphériques.



1- En fonction des mouvements de plaques, que représentent les zones A et B ? Donnez le nom de chaque zone.
2- Indiquez le phénomène qui se produit à chacune des zones A et B. Comment expliquer le maintien du volume du globe terrestre, malgré le phénomène en A.
3- Citez un des marqueurs géologiques qui caractérisent l'activité de la zone B ?
4- Combien de plaques compte-t-on sur ce schéma ?

Exercice 5 :

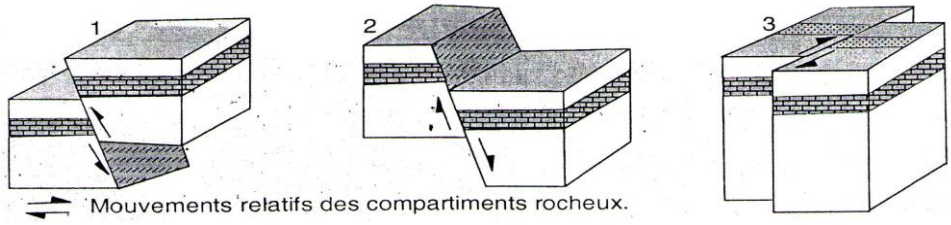
Le document 1 ci-dessous représente un continent entouré de deux marges.



Document 1

En vous servant des lettres indiquées sur le document,

1- Localisez les marges dont il est question.
2- Nommez si possible les phénomènes géologiques qui s'y déroulent.
3- Donnez le nombre de plaques lithosphériques observées sur ce document.
4- Les blocs diagramme du document 2 illustrent les différents types de déformations cassantes qui peuvent affecter les matériaux de la lithosphère.



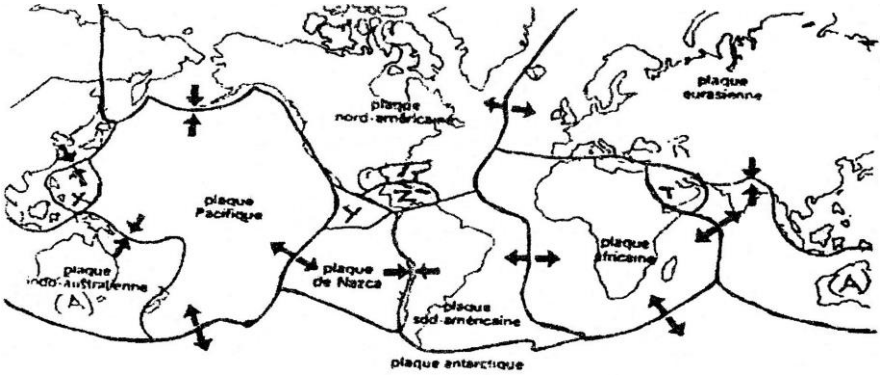
Document 2

a) Nommez les différents types de déformation en utilisant les chiffres 1, 2 et 3.
b) Associez chaque déformation à une zone X, Y ou Z du document 1. Justifiez votre choix.

5- Citez les conséquences que peuvent entraîner le phénomène qui se produit en Y.

Exercice 6 :

La lithosphère est supposée être découpée en plusieurs plaques capables de ses déplacer les unes par rapport aux autres. Certaines de ces plaques sont identifiables sur le document ci-dessous.



En vous appuyant sur ce document, répondez aux questions suivantes :

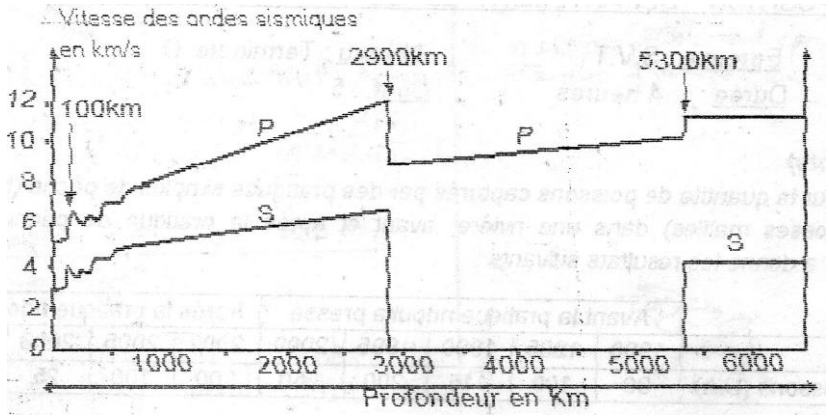
1- Qu'indiquent les lignes en gras ?
2- Combien de plaques identifiez-vous sur ce document ?
3- Quelles sont d'une part les plaques mixtes et d'autre part les plaques uniquement océaniques ?
4- Quelle est la nature du mouvement qui engage :
   a) Les plaques africaine et indo-australienne ?
   b) Les plaques indo-australienne et pacifique ?
5- Un figuré traduisant un autre type de mouvement de plaques n'apparait pas sur ce document.
   a) De quel mouvement s'agit-il ?
   b) Schématisez ce type de mouvement par un figuré.

Exercice 7 :

Les tremblements de terre occasionnent des vibrations qui se propagent dans le sous-sol sous forme d'ondes sismiques : les ondes P et S.

Ces ondes traversent différents matériaux avec des vitesses qui dépendent des propriétés physiques de ces matériaux (résistance à la compression, à la déformation, état solide ou liquide…). Ces ondes peuvent aussi être réfléchies ou réfractées sur des discontinuités entre deux milieux différents.

Le document ci-dessous présente les variations de vitesse des ondes P et S avec la profondeur.



A partir de vos connaissances, interprétez rigoureusement et simultanément ces deux courbes, en fonction de la profondeur du globe terrestre.

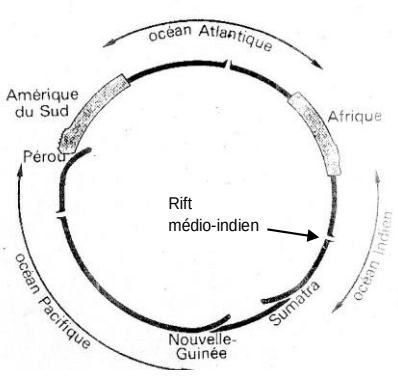
Exercice 8 :

A- Le document 1 indique l'âge de la croûte océanique de l'Atlantique-Sud en fonction de la distance à l'axe de la dorsale. Le document 2 par contre montre l'emplacement des forages réalisés

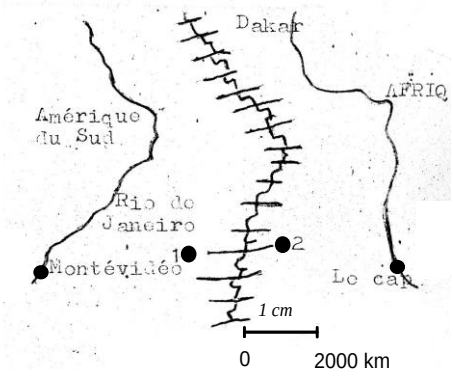
Lieu du forage	Forage N°1 à l'Ouest de l'axe de la dorsale	Forage N°2 à l'Est de l'axe de la dorsale
Distance entre l'axe de la dorsale et le forage	990 km	500 km
Age de la croûte océanique	53 M.A	26 M.A

Document 1

1- Nommer la roche constituant pour l'essentiel, la croûte océanique.
2- Calculer la vitesse (en cm/an), d'expansion de la croûte océanique dans l'Atlantique-Sud vers l'Ouest et vers l'Est.
3- Déterminer la distance approximative (document 2) séparant l'Amérique du Sud de l'Afrique (entre Monté Vidéo et le Cap).



Document 3



Document 2

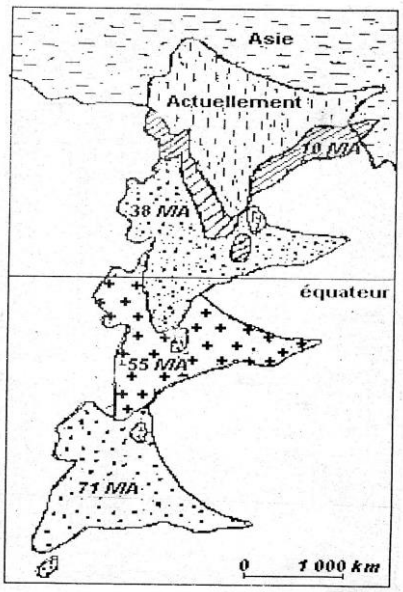
B- La coupe schématique du globe terrestre (document 3), montre les relations de surface entre les diverses plaques.

1- Combien de plaques comptez-vous sur ce modèle ?
2- Ces plaques sont-elles identiques ? Comment sont-elles constituées ?
3- Analysez les limites des plaques puis indiquez leur nom.
4- Expliquez le fonctionnement de ces limites.
5- Quel est le moteur responsable du mouvement des plaques ?

Exercice 9 :

Il y a 71 MA, le continent indien se sépare du continent africain. Le continent indien, « passager » de la plaque indo-australienne, dérive rapidement vers le Nord.

Une subduction fait progressivement disparaitre les fonds océaniques compris entre les continents asiatique et indien, et le continent indien arrive à proximité du continent asiatique. Aujourd'hui, la soudure des deux continents est marquée par d'importants reliefs (Chaîne de l'Himalaya).



1- Quelle était la largeur de l'océan qui séparait les continents indien et asiatique il y a 71 MA ? (voir document ci-contre).

2- En vous aidant de ce même document qui matérialise cette dérive depuis 71 MA et son échelle, calculez la vitesse de rapprochement de l'Inde et de l'Asie :
   - Entre 71 MA et 38 MA
   - Entre 38 MA et 10 MA
   - Depuis 10 MA.

Proposez une explication aux résultats obtenus.

3- Que devient la lithosphère océanique indienne lorsque l'océan qui les séparait « meurt » ?

Exercice 10 :

La figure 1 représente deux plaques océaniques ainsi qu'une plaque continentale.

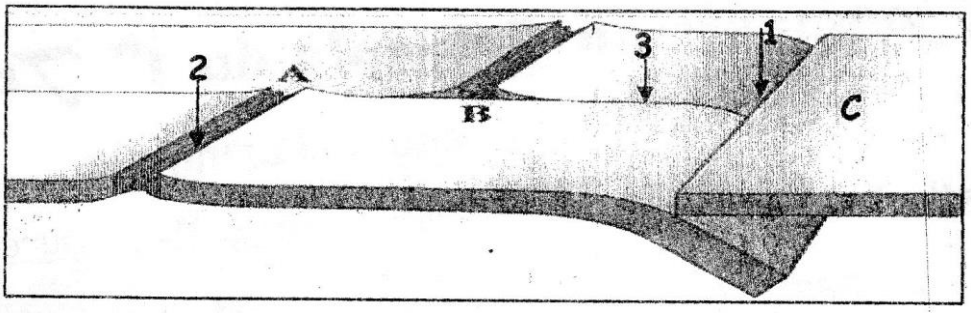


Figure 1

1- Identifiez les deux plaques océaniques et la plaque continentale en utilisant les lettres A, B et C.
2- Sachant que :
   a) La faille transformante coupe la dorsale et décale ses deux segments ;
   b) Il y a un mouvement de divergence de part et d'autre de la dorsale ;
   c) Il y a convergence entre la plaque océanique et la plaque continentale.
   Identifiez par les chiffres 1, 2 et 3 la dorsale, la faille transformante et la zone de subduction.

La figure 2 représente une portion de la dorsale Atlantique et des failles transformantes qui la découpent. Les principaux séismes ayant affecté cette zone ont été représentés.

3- Selon la figure 2, où sont localisés principalement les séismes ?
4- Expliquez l'origine de ces séismes.

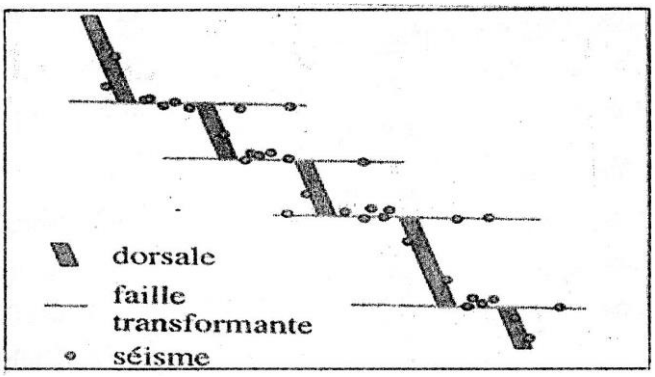
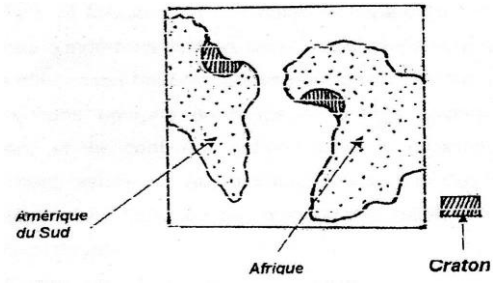


Figure 2

Exercice 11 :

Le document ci-dessous montre :

- La localisation d'anciens massifs continentaux ou cratons avant 200 MA
- La position de l'Afrique et de l'Amérique du Sud il y a 200 MA.



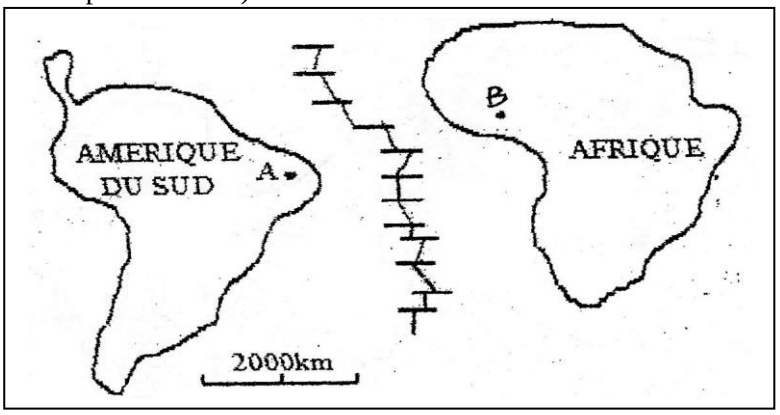
1- Quel renseignement tirez-vous de l'observation des contours des rivages atlantiques de ces deux continents ?
2- Par rapport à l'emplacement actuel de ces deux continents, quelle réflexion pouvez-vous faire ?
3- A partir de ces observations et du document, dégagez les différents types d'arguments mis en pratique.

Exercice 12 :

Le tableau ci-dessous indique l'âge de la croûte océanique de l'Atlantique Sud en fonction de la distance à l'axe de la dorsale.

Sens du forage	Forage vers l'ouest de l'axe de la dorsale	Forage vers 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

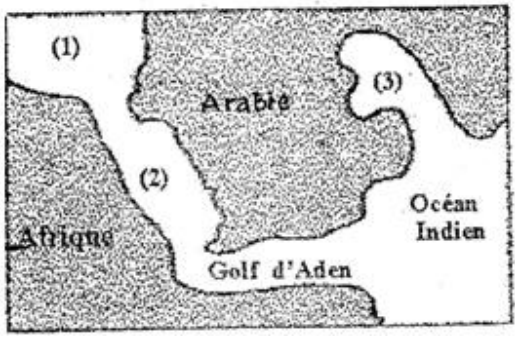
1- Nommez la roche constituant, pour l'essentiel, la croûte océanique.
2- Calculez la vitesse V, en cm/an, de l'écartement de la croûte océanique dans l'Atlantique Sud vers l'ouest et vers l'Est.
3- Déterminez la distance approximative séparant l'Amérique du Sud de l'Afrique (considérez les points A et B).



Exercice 13 :

Les basaltes de la croûte océanique ont été datées au niveau de la Mer Rouge et du Golfe de d'Aden. Les plus récents se trouvent dans une zone axiale et les plus anciens à la périphérie.

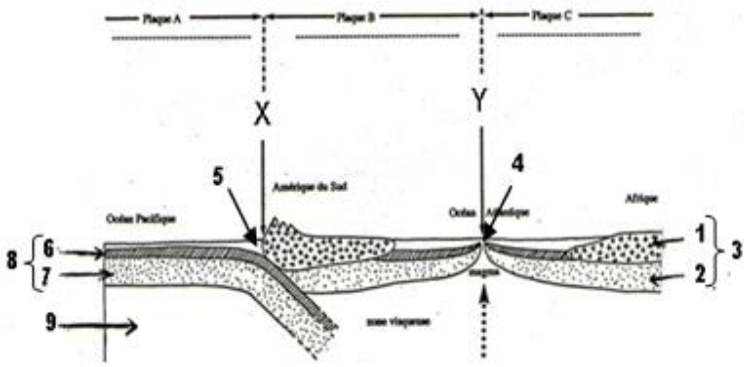
1- Justifiez l'affirmation suivante : « l'axe de la Mer rouge et du Golfe d'Aden correspond à l'axe d'une dorsale ».
2- Reproduisez le document ci-contre. Tracez une ligne en pointillé montrant l'axe de la dorsale océanique de cette région du globe et représentez par les flèches, le sens de déplacement des plaques lithosphériques situées de part et d'autre de la dorsale.
3- L'écartement de l'Arabie et de l'Afrique forme des fonds océaniques. En observant le document ci-après, trouvez un argument montrant qu'Arabie et Afrique étaient réunies avant la formation de la Mer Rouge.



(1) = Mer Méditerranée
(2) = Mer Rouge
(3) = Golfe Persique
La Mer Rouge sépare l'Arabie de l'Afrique

Exercice 14 :

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



1- Annotez ce document selon la numérotation.
2- Quelle est la nature des mouvements qui se réalise :
   a) Entre la plaque A et la plaque B ?
   b) Entre la plaque B et la plaque C ?
3- Quel est le phénomène qui se déroule en X ? Expliquez-le.
4- Quel est le moteur responsable du mouvement des plaques ?

Exercice 15 :

Le tableau du document ci-dessous indique l'âge de la croûte océanique de l'Atlantique Sud en fonction de la distance à l'axe de la dorsale.

Sens du forage	Forage vers l'ouest de l'axe de la dorsale	Forage vers 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	25 Ma

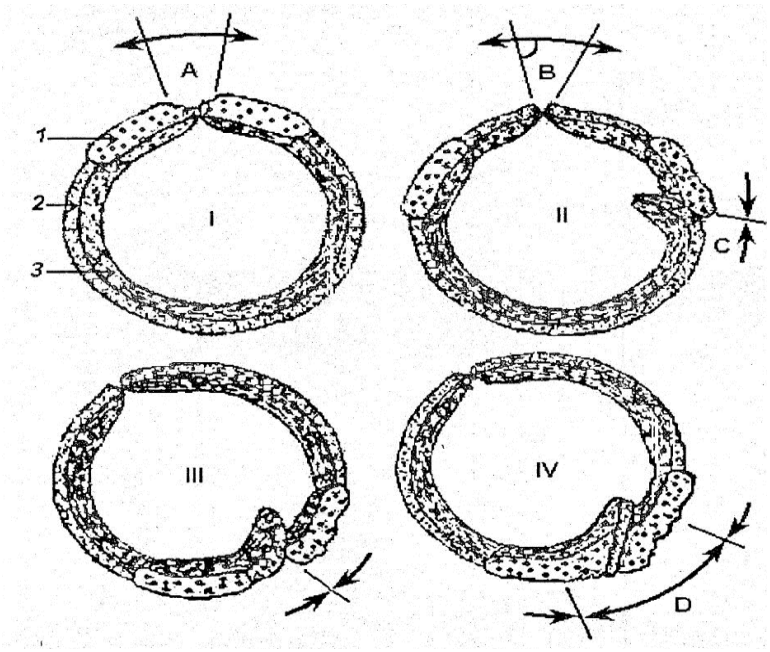
1- Nommez la roche constituant, pour l'essentiel, la croûte océanique.
2- Calculez la vitesse d'écartement de la croûte océanique dans l'atlantique sud vers l'ouest et vers l'est. En déduire le taux d'expansion océanique dans l'Atlantique Sud.
3- En considérant ce taux d'expansion océanique constant, quelle serait la largeur de l'atlantique sud dans 10millions d'années sachant que sa largeur actuelle est de 6000km.

Exercice 16 :

Un géologue écrit :

'' On sait maintenant que les chaînes de montagne naissent lorsque meurent les océans…''

Les schémas ci-contre illustrent cette phrase.

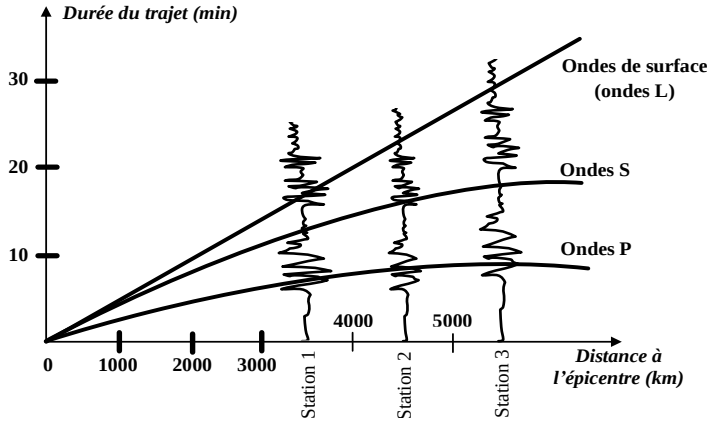


1- Nommez les couches 1, 2 et 3 décrivant la structure superficielle du globe au niveau des continents et des océans.
2- Nommez les structures géologiques A, B, C et D puis associez à chacune d'elles un qualificatif se rapportant aux mouvements des plaques à leur niveau.
3- Combien de plaques lithosphériques apparaissent et évoluent au cours de ces différents stades ?
4- Associez chacun des quatre stades représentés à l'une des phases ci-dessous :
   - Fermeture de l'ancien océan ;
   - Naissance d'une chaîne de collision ;
   - Apparition d'un rift continental par distension ;
   - Ouverture d'un nouvel océan et naissance d'une marge active.

Exercice 17 :

Pour un séisme donné, enregistré par des stations plus ou moins éloignées de l'épicentre, on détermine le temps mis par les ondes pour atteindre tous ces points. Les ondes P et S sont des ondes qui pénètrent à l'intérieur du globe, d'autant plus profondément que la station est plus éloignée de l'épicentre. Les ondes de surface comme leur nom l'indique, ne se propagent que dans la croûte terrestre.

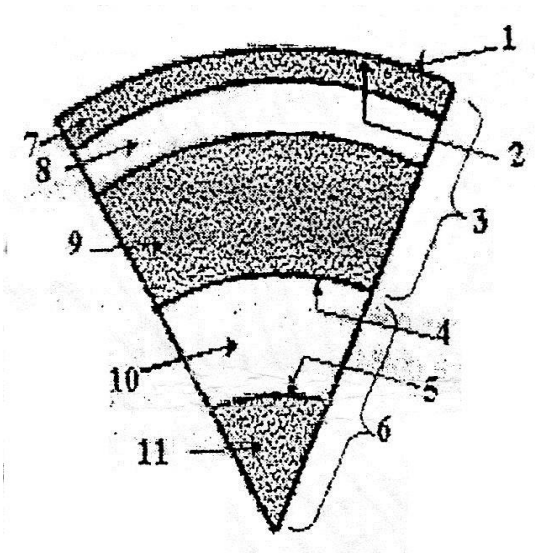
Le graphe ci-après traduit les résultats obtenus à partir de trois stations qui ont enregistré le même séisme.



1- Que traduit chaque hodochrone (courbe) ?
2- Comment varie la vitesse de chaque type d'ondes ? Justifiez
3- Classez ces ondes de la plus rapide à la plus lente après avoir calculé leurs vitesses à partir de la station 1.
4- Le globe terrestre a-t-il une structure hétérogène ou homogène ? Justifiez

Exercice 18 :

1- Le document ci-contre représente la structure interne du globe terrestre.
Donnez la légende en remplaçant chaque chiffre par le nom correspondant.



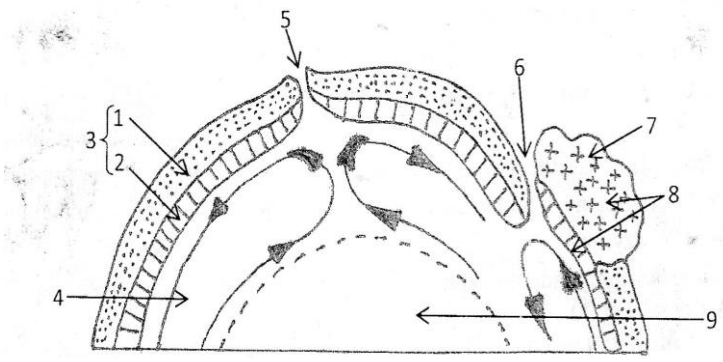
2- Un géophysicien allemand, Wegener, est frappé par la complémentarité des côtes de part et d'autre de l'Océan Atlantique représentées par l'Amérique du Sud d'un côté et de l'Afrique de l'autre côté. Il découpe leurs contours sur une carte en suivant la limite du plateau continental. En les rassemblant, il obtient une assez bonne juxtaposition.
   a) A quelle conclusion Wegener arrive-t-il ?
   b) De quel argument s'agit-il ?

3- En utilisant le rapprochement des cartes géologiques de l'Afrique et de l'Amérique de Sud, Wegener constate que des roches anciennes correspondent parfaitement d'un continent à l'autre. Pareillement, un même ensemble de couches géologiques datant de 400 à 200 millions d'années se trouve en Amérique du Sud, en Afrique, en Australie et dans l'Antarctique.
   a) Quelle hypothèse pouvez-vous émettre pour expliquer cette continuité ?
   b) De quel argument s'agit-il ?

3- Le Mésosaure est un petit reptile du Permien, d'une taille de 30 cm, il vivait dans les eaux douces où il chassait des proies en nageant grâce à ces pattes palmées.
Or on ne retrouve des squelettes de cet animal que dans deux régions situées de part et d'autre de l'Atlantique.
S'il pouvait franchir cette distance à la nage, on devrait les retrouver sur d'autres continents. Or ce n'est pas le cas.
   a) Cette information confirme-t-elle l'hypothèse émise à partir des questions 2 et 3 ? Justifiez.
   b) A quelle théorie aboutit Wegener ?
   c) Pourquoi cette théorie est-elle repoussée pendant plusieurs années ?
   d) Quel(s) élément(s) nouveau(x) fait (font) accepter cette théorie ?

Exercice 19 :

Le document ci-dessous montre la circulation de la matière au niveau des plaques lithosphériques et ses conséquences.



1- Légendez ce document, sans le reproduire, à partir de la numérotation.
2- Quelle différence existe-il entre les éléments 3 et 8 ?
3- Combien de plaques lithosphériques comptez-vous sur ce document ? Sont-elles identiques ? Justifiez votre réponse.
4- Comment nomme-t-on le phénomène responsable des déplacements internes du magma au niveau de 4 ? Donnez son origine.
5- Connaissez-vous, dans la vie de tous les jours un exemple de phénomène similaire qui permet d'expliquer le phénomène mentionné à la question 4 ?
Expliquez-le à l'aide d'un schéma.

Exercice 20 :

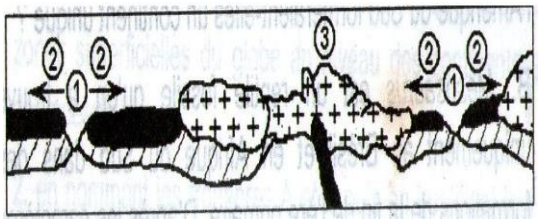
Des sondages profonds, réalisés au niveau de deux océans, ont permis de dater les différents terrains rencontrés. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau ci-dessous :

Océan	Pacifique			Atlantique		
Age des sédiments (en millions d'années)	1	2	3	1	2	3
Distance de l'axe de la dorsale (en km)	50	100	150	10	20	30

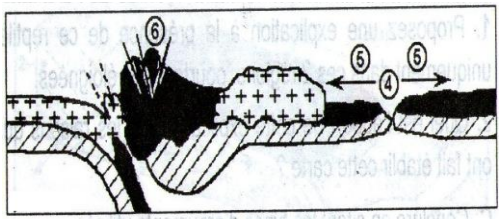
1- Construisez, dans le même repère, les deux courbes représentant les vitesses minimales d'expansion de chaque océan.
Prendre en abscisses 1 cm = 20 km et en ordonnées 2 cm = 1 million d'années.
2- En fonction de la distance de l'axe de la dorsale et de l'âge des sédiments de part et d'autre de la dorsale.
   a) Calculez, les vitesses (V_1, V_2, V_3) de l'expansion du Pacifique et de l'Atlantique en cm/an.
   b) Déterminez la vitesse moyenne de chaque océan en cm/an.
   c) Comparez ces résultats.
   d) Que pouvez-vous déduire quant à la vitesse d'expansion au cours du temps ?
   e) Que pouvez-vous dire de l'âge des sédiments marins de la dorsale au plateau continental ?

Exercice 21 :

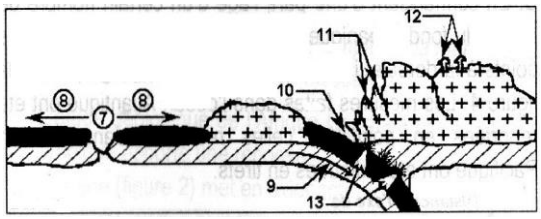
Les documents 1, 2 et 3 ci-après marquent les conséquences du déplacement des plaques lithosphériques au cours des temps géologiques.



Document 1



Document 2

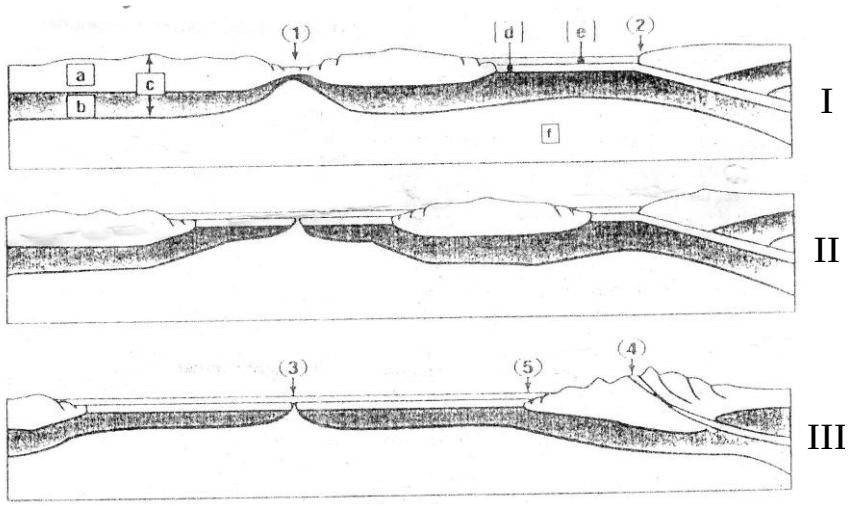


Document 3

1- Légendez chaque document, sans le reproduire, à partir de la numérotation.
2- Tentez d'expliquer chaque document.

Exercice 22 :

Le document ci-dessous (schémas I, II, III) permet de comprendre les mouvements des plaques lithosphériques et répondez aux questions suivantes :

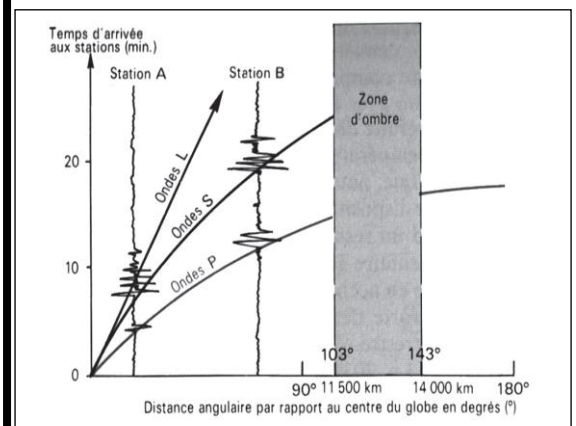


1- Indiquez ce que représentent chacune des lettres a, b, c, d, e et f ?
2- Les zones 1 et 2 correspondent-elles à des zones de convergence ou de divergence des plaques ? Expliquez ce qui se passe au niveau de chacune d'elles.
3- Que se passe-t-il au niveau de la zone 3 ?
4- A quoi correspond la zone 4 ?
5- La zone 5 est-elle une limite de plaques ? Justifiez votre réponse.
6- Relatez brièvement les événements géologiques qui se sont produits entre les schémas I, II et III.

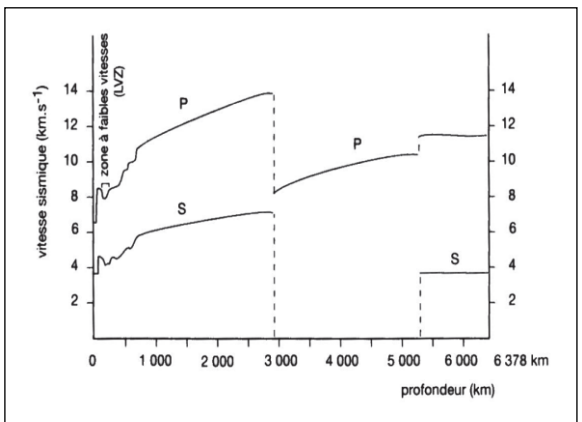
Exercice 23 :

A- Les séismes lointains permettent d'établir le graphique (document A). Les courbes obtenues, dites hodochrones, fournissent des informations sur la vitesse des ondes.
1- Proposer une ou plusieurs hypothèses permettant d'expliquer les variations de vitesse des ondes P et S, et la vitesse constante des ondes L.
2- Préciser l'application qui peut être faite des arrivées décalées des ondes P et S en une station.
3- Proposer une explication de la présence d'une zone d'ombre entre 103° et 143°.

B- Les vitesses moyennes des ondes P et S ont été calculées à partir des données recueillies dans un grand nombre de stations sismographiques (document B).
1- Identifier le nombre de variations brutales des ondes P.
2- Indiquer quelle peut être la signification de ces variations de vitesse.
3- Elaborer un schéma proposant un modèle sismique simple du globe terrestre, sachant que les hodochrones ont toujours la même forme quel que soit le lieu du séisme, et que les variations de vitesse se produisent toujours à la même profondeur.
4- Expliquer les variations de vitesse des ondes P et S constatées dans les milles premiers kilomètres du globe.
5- Proposer une explication à la disparition des ondes S entre 2900 et 5100 km.



Document A



Document B

Tome I Edition révisée corrigée et complétée Septembre 2016 Barhel MAHOUKOU & Distel KEMBISSILA

Exercice 24 :

Dans un article, le géologue Maurice Mattauer décrit quelques caractéristiques de la cordillère des Andes (chaîne de montagne).

La cordillère des Andes qui plonge sur 10.000 km la côte pacifique d'Amérique du Sud est l'exemple le plus significatif de la chaine de subduction. Cette cordillère culmine à 7.000 m et elle présente un certain nombre de caractéristiques : on a des plis d'amplitudes identiques associés à d'importantes failles inverses.

La chaîne andine est bordée par une fosse sous-marine qui atteint 8 km de profondeur au Pérou. Des fosses analogues se rencontrent tout autour du Pacifique et marquent le tracé superficiel de l'enfoncement de la lithosphère océanique dans le manteau.

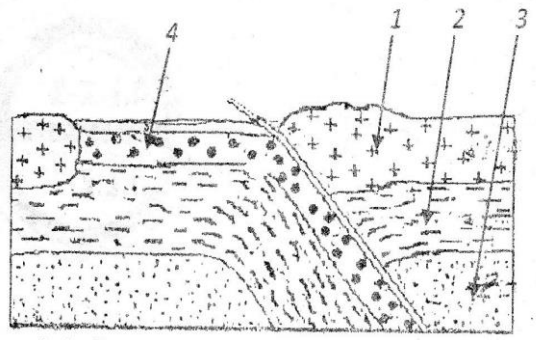


Figure 1

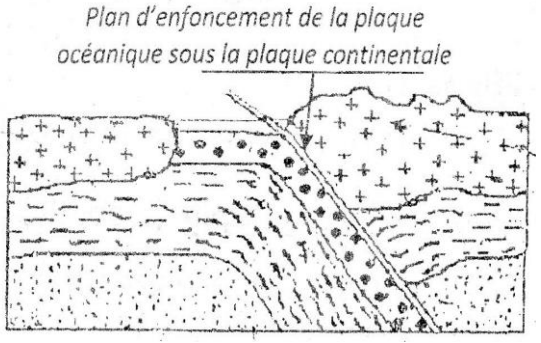
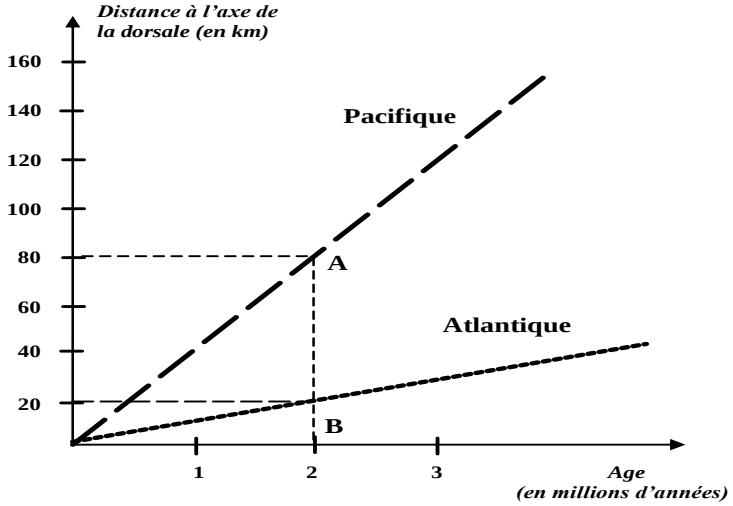


Figure 2 : Formation d'une chaîne de collision

1- Retrouvez dans cette description, les caractères (critères) :
   a) Qui permettent de concevoir que la formation des Andes est le résultat des forces de compression.
   b) Qui rappellent que cette région est une zone de subduction.
2- Justifiez le terme chaîne de subduction utilisé par Maurice Mattauer :
   a) En annotant la figure 1.
   b) En le décrivant brièvement à partir de ces deux figures.

Exercice 25 :

En connaissant d'une part l'âge d'un certain nombre de points du fond océanique et d'autre part, la distance de ces points à la dorsale, il a été possible d'établir le graphe de la figure ci-contre. Les mesures faites dans l'Océan Atlantique ont été reportées en pointillés, celles réalisées dans l'Océan Pacifique ont été indiquées en tirets.



1- Cette étude permet-elle de penser que les basaltes constituant le plancher de l'Océan Pacifique sont, comme ceux de l'Atlantique, issus de l'activité de la dorsale de cet océan ? Justifiez votre réponse.
2- En vous servant des coordonnées des points A et B, calculez la vitesse d'expansion du plancher de chaque océan (en cm par an).
3- Les géologues opposent souvent les dorsales « rapides » aux dorsales « lentes ». Attribuez à chacun des océans étudiés un de ces deux types de dorsales.
4- Les vitesses d'expansion en 2 ont-elles été constantes pendant la durée de temps considérée (3 millions d'années) ? Pour répondre à cette question, calculez les vitesses en âge 1 et en âge 3.

FIN DES TRAVAUX DIRIGÉS

L'ESSENTIEL DU COURS
SUR
LA GEOLOGIE APPLIQUEE

I- Classification des ressources naturelles :

Ressources naturelles	**Ressources minérales :** Ce sont des éléments rencontrés dans le sous sol susceptibles d'être exploités. **Ressources énergétiques :** Tout élément capable de fournir de l'énergie.

Les exemples congolais :

Ressources minérales	**Minerai :** Combinaison de deux ou plusieurs éléments chimiques tirés du sous-sol dans laquelle il est possible d'extraire un métal. Exemples : * Minerai de fer à Zanaga, Mayoko, Mayombe ; * Minerai de phosphate à Mindouli, Kouilou **Métaux purs :** Eléments chimiques se présentant à l'état isolé. Exemples : Diamant, Or dans la Sangha et le Mayombe. **Eaux minérales :** Eau riche en sels minéraux. Exemples : Eau Mayo, Eau Cristal, Okiessi
Ressources énergétiques	**Ressources énergétiques renouvelables :** Tout élément capable de produire de l'énergie et dont l'exploitation ne peut entraîner un épuisement. Exemples : l'eau, le vent, le soleil, les biogaz. **Ressources énergétiques non renouvelables :** Tout élément capable de produire de l'énergie et dont l'exploitation abusive entraîne son épuisement. Exemples : le bois, le pétrole, l'uranium, le gaz naturel, la houille, la tourbe, la lignite.

II- Importance de la Géologie dans la recherche minière :

La recherche de matière nécessite un certain nombre de connaissances en Géologie. Il faut au préalable faire une étude géologique pour déterminer la nature, le mode de formation, l'importance du gisement du minerai ou du minéral à exploiter.

III- Importance de la Géologie dans l'implantation des villes :

L'implantation des villes exige des études géologiques préliminaires qui permettent aux géologues de :

- Reconnaitre la nature du sol et les propriétés des roches (dureté, porosité, perméabilité, granulométrie), la disposition stratigraphique et leurs déformations ;
- Découvrir les nappes d'eau souterraines susceptibles de provoquer les éboulements de terrains ;
- Repérer les roches utilisables directement par l'Homme, qui peuvent être façonnées selon ses besoins.
  Exemple : le sable, les argiles, les grès ou la latérite, le calcaire (pour les constructions).

IV- Importance de la Géologie dans les travaux du génie civil :

1- **Définition :** Le génie civil désigne l'ensemble de services de construction et d'aménagement chargés d'exécuter des grands travaux d'intérêt général.

2- **Intérêt :**

Les intérêts du génie civil sont multiples : sur le plan scientifique, économique et culturel.

Exemples :

- La construction des voies ferrées, des routes, des ponts, des aérodromes, des tunnels, des barrages hydroélectriques, des logements urbains, touristiques, hôtels, usines, des sites touristiques…
- L'implantation des ports fluviaux et maritimes ;
- Pour réaliser ces grands travaux, des études géologiques préliminaires sont nécessaires afin de prévoir les risques naturels.
- La réalisation du profil topographique est indispensable pour connaitre le relief à traverser (vallée, plaine, plateau, montagne…).
- La connaissance de l'épaisseur réelle des roches.

Conclusion :

Les grands travaux doivent être précédés des études géologiques complexes qui assurent la sécurité dans l'exécution de ces travaux. Les études géologiques permettent le choix convenable des sites, de prévoir les cataclysmes naturels.

FIN DE L'O.G₃

TRAVAUX DIRIGES
SUR
LA GEOLOGIE APPLIQUEE

Première Partie : questions de cours

A- Définitions :

Définis les termes suivants : Ressource minérale ; Minerai ; Ressource énergétique non renouvelable ; Génie-civil.

B- Appariement :

Associez par un signe d'égalité chaque lettre de la colonne A à un chiffre de la colonne correspondants à la bonne réponse (exemple : d = 5)

Colonne A	Colonne B
a- Gaz naturel	1- Ressource énergétique renouvelable
b- Or	2- Métal pur
c- Eau de mer	3- Ressource énergétique non renouvelable
d- Biogaz	4- Minerai

C- Vrai ou Faux :

Répondez par vrai ou faux aux affirmations suivantes :

1- La houille est une ressource énergétique renouvelable ;
2- L'eau minérale possède des vertus thérapeutiques ;
3- Le vent et le charbon sont des ressources énergétiques renouvelables ;
4- L'eau guérit certaines maladies comme le rachitisme ;

D- Question à Choix Multiple (QCM) :

Chaque série d'affirmations peut comporter une ou plusieurs réponses exactes, repérez-les.

1- Les ressources minérales contribuent :

a) A prévoir les cataclysmes naturels et de connaitre le sol ;
b) A la création des barrages hydroélectriques ;
c) A l'amélioration du pouvoir d'achat et des conditions de vie des populations.

2- L'eau minérale permet :

a) La croissance des organes ;
b) Le développement économique d'un pays ;
c) La création des barrages hydroélectriques.

Deuxième Partie : Résolution des exercices

Exercice 1 :

1- Quelle différence faites vous entre :
   a) Ressources minérales et Ressources énergétiques ;
   b) Ressources énergétiques Renouvelables et non renouvelables.
2- Citez dans notre pays :
   a) Deux exemples de ressources minérales exploitées ;
   b) Deux exemples de ressources minérales exploitables ;
   c) Deux exemples de ressources énergétiques non renouvelables exploitées ;
   d) Deux exemples de ressources énergétiques renouvelables exploitées ;
   e) Deux exemples de ressources énergétiques renouvelables exploitables ;
3- Donnez l'importance de l'eau en médecine.

Exercice 2 :

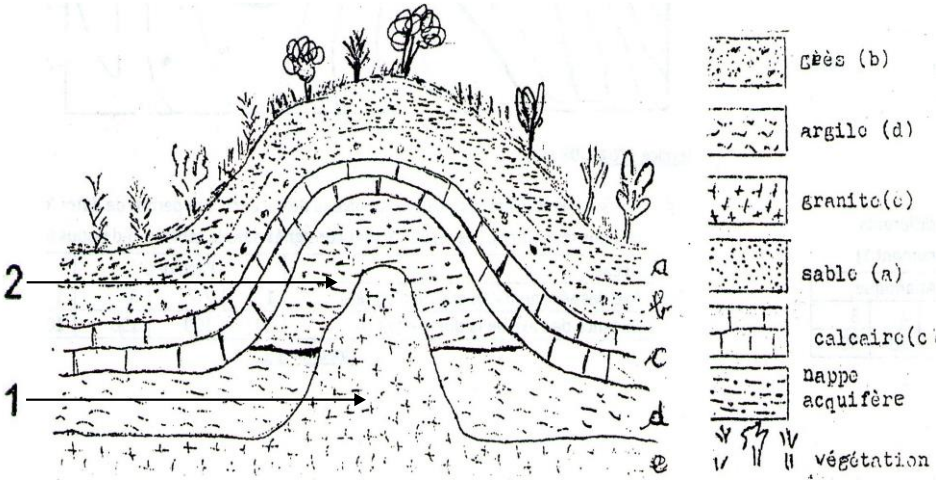
Des recherches géologiques menées en 1980 par la société SOCOREM ont permis de faire l'inventaire des ressources minérales et énergétiques du sous-sol congolais.

Voici la liste de quelques ressources : zinc, fer, étain, aluminium, pétrole, halite, or, plomb, eau minérale, gaz naturel, uranium, cuivre.

1- Quelle différence faites-vous entre ressources minérales et ressources énergétiques ?
2- Parmi les ressources citées ci-dessus :
   a) Recensez les ressources énergétiques renouvelables d'une part et les ressources énergétiques non renouvelables, d'autre part.
   b) Distinguez les ressources minérales des ressources énergétiques.
   c) Recensez les ressources minérales en minerais, métaux purs et non métaux.
3- Montrez l'importance de :
   a) L'eau minérale dans le maintien de la santé des populations ;
   b) L'eau dans le développement économique d'un pays.
4- Montrez l'importance du géologue en génie civil.

Exercice 3 :

Dans le souci de désenclaver l'arrière pays, au mieux de faire évacuer les produits agricoles, les décideurs d'un pays s'engagent à construire une autoroute reliant certains villages entre deux grandes villes du pays. Il se trouve que le long du parcours choisi pour faire passer la route, se trouve une grande forêt, élevée par une chaine de montagne dont l'architecture est donnée par le schéma ci-après :



1- Si vous êtes l'expert choisi pour réaliser un tel travail ; carte topographique à l'appui, que feriez-vous avant les travaux de terrain ?
2- Citez trois activités à mener sur le terrain.
3- On arrive au niveau du massif ; l'obstacle naturel étant là, quelle solution allez-vous choisir pour contourner la difficulté, afin de continuer les travaux ?
4- Les flèches 1 et 2 montrent la direction possible des forages. Il s'agit pour vous de forer dans la direction 1 ou dans la direction 2. Faites votre choix et justifiez.

Exercice 4 :

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

1- Citez et localisez deux ressources minérales exploitées au Congo.
2- Citez et localisez deux ressources énergétiques exploitées au Congo.
3- Par des exemples précis, justifiez l'appellation de ressources énergétiques renouvelables et de ressources énergétiques non renouvelables.
   N.B : Donnez un exemple pour chaque cas.

Exercice 5 :

Dans la recherche de son bien être et le génie humain, marqués par la boulimie énergétique et la révolution industrielle, plusieurs ressources ont été inventoriées et exploitées, dont voici quelques unes : le zinc, le pétrole, le fer, l'eau, l'étain, l'aluminium, l'or, le plomb, l'eau minérale, le gaz naturel, l'uranium.

1- Recensez dans cette liste, les ressources minérales et les ressources énergétiques.
2- Certaines de ces ressources sont qualifiées de non renouvelables.
   a) Qu'appelle-t-on ressource énergétique non renouvelable ?
   b) Citez parmi les ressources de la liste, celles qui sont des ressources énergétiques non renouvelables.
   c) Citez parmi les ressources de la liste, celles qui sont des ressources énergétiques non renouvelables exploitées au Congo.
   d) Citez les ressources énergétiques renouvelables exploitées au Congo à partir de cette même liste.
   e) Citez trois ressources énergétiques renouvelables que vous connaissez.
3- Montrez l'importance de :
   a) L'eau minérale dans le maintien de la santé des populations ;
   b) L'eau dans le développement économique d'un pays.
4- Donnez deux conditions essentielles pour qu'un gisement puisse être exploitable.

Activité 6 :

A- Lors du réalignement du CFCO, une voie, longue de 83 km, a été tracée entre Dolisie et Bilinga.

1- Sur une surface plane, ce trajet fait 83 mm. Donnez les échelles graphique et numérique de cette voie.

2- Cette voie est marquée par un long tunnel de 4 km environ à la traversée du Mont Mbamba.

a) Donnez la longueur de ce tunnel sur le plan de l'architecte.

b) Peut-on parler du génie civil dans ce cas ? Pourquoi ?

c) Pourquoi les experts ont-ils préféré le tunnel et non une autre solution ?

d) Etait-il nécessaire de s'assurer au préalable des données suivantes : nature des roches, positions de la nappe phréatique… ? Pourquoi ?

e) Etait-il possible de penser à un tunnel si à l'emplacement actuel du tunnel se trouvait du sable ou une zone aquifère redoutable ?

f) L'architecte et le géologue ont œuvré ensemble sur ce chantier. Pouvez-vous donner le rôle de chacun ? Quel rapport trouvez-vous entre les deux ?

B- L'équipe de géologues a recensé dans ses fouilles les éléments suivants : granite, basalte, sable, eau, traces d'uranium, eau minérale, or, fer, bois, potasse, aluminium.

1- Comment appelle-t-on ces éléments ?

2- Classez ces éléments en ressources minérales et en ressources énergétiques.

3- Classez les ressources minérales en métaux et non métaux.

4- Classez les ressources énergétiques en ressources renouvelable et non renouvelable.

Exercice 7 :

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 (N.B : 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. Echelle : 2 cm pour 5 ans ; 1 cm pour 10000 tonnes

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- Quel sera l'avenir de ce puits ? Justifiez l'appellation de ressource épuisable.

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 ?

Exercice 8 :

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

1- Existe-t-il une différence entre ces deux types de ressources ? Justifiez votre réponse.

2- Par des exemples précis, justifiez l'appellation de ressource renouvelable et de ressource non renouvelable.

3- Citez deux conditions pour qu'un gisement puisse être exploitable.

4- Pourquoi dit-on que le bois est une ressource énergétique ? Identifiez et localisez deux autres ressources énergétiques exploitées au Congo.

5- En quatre lignes au maximum, donnez l'importance du géologue dans le génie civil.

FIN DES TRAVAUX DIRIGÉS

L'ESSENTIEL DU COURS SUR L'ECOLOGIE

Les êtres vivants se rencontrent dans trois milieux essentiels : Le sol ; L'eau et L'air.
Toutefois l'Homme pose deux types d'action dans chacun de ces milieux : ce sont les **actions négatives** et les **actions positives**.

I- L'Homme et le sol :

1- Les actions négatives de l'Homme sur le sol et leurs conséquences :

- La déforestation peut entrainer la désertification, l'érosion, le réchauffement climatique, la destruction de l'habitat d'autres espèces ;
- Le dépôt des ordures ménagères est responsable de la pollution de l'air, qui peut engendrer les maladies pulmonaires ;
- La non dégradation de la matière plastique est responsable du réchauffement du sol, de la destruction de la couverture végétale et de la faune ;
- La chasse abusive favorise la disparition de la faune ;
- Le surpâturage pollue le sol ;
- Le déversement des hydrocarbures sur le sol augmente l'imperméabilité des sols vis-à-vis de l'eau.

2- Les actions positives de l'Homme sur le sol :

- Le reboisement (chaque 6 novembre) ;
- La restauration de l'opération ramassage des ordures par les services de la mairie ;
- L'instauration des lois qui protègent la nature (réglementation de l'exploitation forestière par exemple);
- L'interdiction de la chasse du 1er novembre au 30 avril ;
- L'installation des parcs zoologiques et des aires protégées (Jardins ou Réserves botaniques).

II- L'Homme et l'eau :

1- Les actions négatives de l'Homme sur l'eau :

- La pollution de l'eau par défécation ;
- L'utilisation des produits toxiques lors de la pêche ;
- L'utilisation des filets à mailles serrées pendant la pêche ;
- Le naufrage des navires favorise la formation des marrées noires ;
- L'utilisation des détergents lors de la lessive ;
- Le rejet des eaux usées lors du fonctionnement des usines.

2- Les actions positives de l'Homme sur l'eau :

- Imposer l'installation des W.C dans chaque ménage ;
- Instauration des lois sur la pêche ;
- Interdiction de l'utilisation des filets à mailles serrées lors de la pêche ;
- S'assurer de l'état du navire autorisé à flotter sur les aux ;
- Interdire l'utilisation des détergents lors de la lessive ;
- Recycler les eaux usées par les usines.

III- L'Homme et l'air :

1- Les actions négatives de l'Homme sur l'air :

- Les fumées qui s'échappent des usines et des véhicules sont responsables des infections pulmonaires et occasionnent la mort par asphyxie ;
- Les bruits sonores qui sont responsables des maladies cardiovasculaires.

2- Les actions positives de l'Homme sur l'air :

- Réglementer la musique au niveau des bars dancing et au moment des veillées funèbres, des veillées de prière ;
- Eviter de construire les aéroports dans les centres urbains.

Quelques définitions :

- **Pollution :** Modification d'un milieu par l'introduction de substances nocives qui gênent la vie des êtres vivants.
- **Braconnage :** Pratique illégale et abusive de la chasse.
- **Pesticides :** Substances chimiques destinées à détruire les insectes nuisibles et les mauvaises herbes.
- **Biodiversité :** Diversité des espèces présentes dans un milieu.
- **Déboisement :** Action d'arracher les bois, les forêts.
- **Déforestation :** Destruction de la forêt.

FIN DE L'OG4

TRAVAUX DIRIGES
SUR
L'ECOLOGIE

Première Partie : questions de cours

A- Définitions :

Définir les termes suivants : Ressource minérale ; Pesticide ; Minerai ; Réserve naturelle ; Pollution ; Déboisement ; Braconnage ; Biodiversité ; Génie-civil ; Surpâturage ; Ecosystème ; Déforestation.

B- Appariement :

Associer par un signe d'égalité chaque élément de la colonne A avec un élément de la colonne B pour former un couple (par exemple : 6 = f)

Colonne A	Colonne B
1- Recyclage des ordures ménagères	a) Préservation de l'environnement
2- Surpâturage	b) Dégradation du sol
3- Incendies	c) Destruction de la flore
4- Feux de brousse	d) Destruction des Ecosystèmes
5- Insecticides	e) Disparition des espèces nuisibles

C- Réarrangement :

A partir de vos connaissances, compléter le tableau ci-après (sans l'avoir reproduit) en indiquant, pour chaque action néfaste, les conséquences et les solutions à apporter.

	Actions Néfastes	Conséquences	Solutions
Sur la flore	▪ Abattage abusif des arbres ; ▪ Feux de brousse ; ▪ Surpâturage ;		
Sur la faune	▪ Chasse et Pêche abusives ; ▪ Feux de brousse ; ▪ Insecticides ;		
Sur l'eau	▪ Pollution par les ordures ménagères, les eaux usées et les excréments humains ; ▪ Pollution par les déchets industriels et les résidus toxiques des raffineries ; Pollution par les composés radioactifs		
Sur l'air	▪ Pollution par libération des gaz et des particules diverses ; ▪ Pollution par des composés radioactifs		
Sur le sol	▪ Monoculture ; ▪ Essartage et Ecobuage; ▪ Surpâturage ; ▪ Pollution par les pesticides		

D- Question à Choix Multiple (QCM) :

Chaque série d'affirmations peut comporter une ou plusieurs réponses exactes, repérez-les.

1- La protection de la faune et de la flore consiste à :

a) Recycler les déchets industriels ;
b) Utiliser les pesticides ;
c) Créer des parcs de réserves naturelles.

2- La forte pression démographique entraine :

a) L'exploitation sauvage du bois de chauffe ;
b) L'apparition des maladies respiratoires et cardiovasculaires ;
c) La réglementation de la chasse et de la pêche.

E- Vrai ou Faux :

Répondez par vrai ou faux aux affirmations suivantes :

1- Les pesticides sont destinés à lutter contre les animaux et les végétaux nuisibles ;
2- L'utilisation des pesticides détruit la flore et la faune
3- La forte pression démographique entraine la pollution des eaux des rivières et des fleuves.

Deuxième Partie : Résolution des exercices

Exercice 1 :

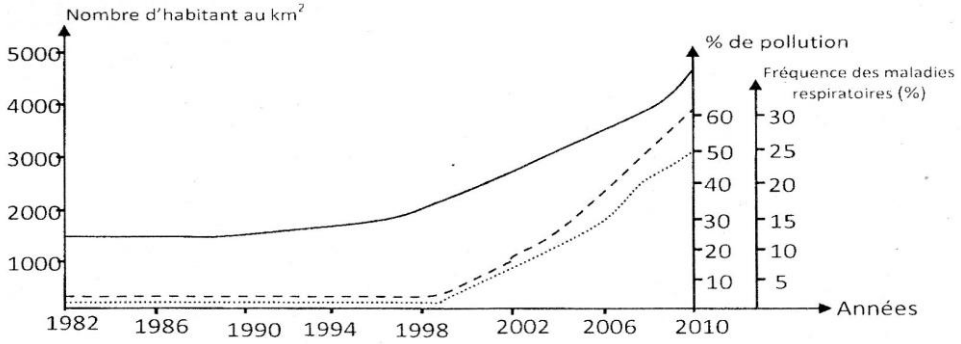
Sur une prairie de 100.000 hectares vivaient 4.000 cerfs et plusieurs carnassiers. L'homme, voulant protéger les cerfs, a massacré tous les carnassiers. Les cerfs se sont multipliés. La prairie est devenue désertique et beaucoup de cerfs sont morts de faim. L'homme a réintroduit les carnassiers et le nombre de cerfs s'est maintenu aux environs de 10.000.

1- Schématisez par des flèches (------->) les relations alimentaires entre les êtres vivants de la prairie, avant et après l'intervention de l'homme.
2- Pourquoi la prairie est – elle devenue désertique ?
3- Au départ, la prairie comptait 4.000 cerfs. A la fin, elle en compte 10.000. L'action de l'homme est – elle ici favorable ou défavorable ?
4- Que se passera – t – 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 2 :

Des études ont été menées dans une ville africaine au Sud du Sahara afin d'établir les conséquences de la pollution de l'environnement sur la santé des populations et sur les espèces animales qui s'y trouvent.

1- Le document 1 ci-dessous montre les interrelations entre la croissance démographique, la pollution de l'environnement et la santé des populations.

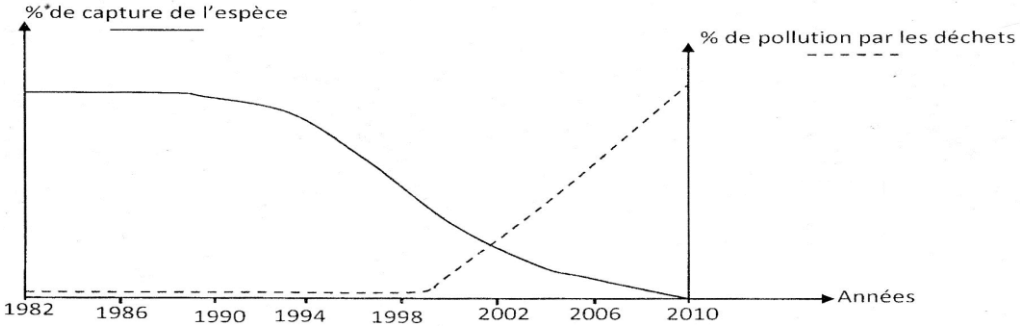


Document 1

Densité de la population ; % de pollution ;
Fréquence des maladies respiratoires.

a) Analysez chaque courbe et établissez des relations logiques entre ces différentes courbes.
b) Concluez en donnant les conséquences de la forte pression démographique sur l'environnement et sur la santé de la population.

2- Dans cette même ville, les ordures ménagères et les déchets industriels sont déversés dans une rivière. Le document 2 ci-dessous rapporte les résultats d'une étude menée sur le pourcentage de capture d'une espèce de poissons.



Document 2

a) Analysez ces courbes et déduisez les conséquences de la pollution de l'environnement sur les espèces animales d'un milieu.
b) Etablissez une relation étroite entre les documents 1 et 2.

Exercice 3 :

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

	Avant la pratique « Ndouka Pressé »					Après la pratique « Ndouka Pressé »			
Années	1980	1985	1990	1995	2000	2002	2005	2008	2010
Quantité de poissons (U.A)	80	100	115	200	250	200	100	25	5

1- Tracez la courbe traduisant la variation de la quantité de poissons capturés en fonction du temps. Prendre : 1 cm pour 25 poissons et 1 cm pour 2 ans.
2- Analysez cette courbe et dites quelles sont les conséquences de la pratique « Ndouka Pressé » sur 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 poisons ?
4- Quelles mesures préconisez-vous pour remédier à cette situation ?

B- Dans les villes africaines, on a constaté que les taux d'oxyde de soufre sont généralement faibles dans les zones résidentielles mais dépassent fréquemment les limites fixées par l'OMS dans les zones industrielles et commerciales.

Les citadins sont exposés au monoxyde de carbone, aux oxydes d'azotes, aux hydrocarbures et nombreuses particules microscopiques. A côté, il y a d'autres formes de pollution. Cette pollution multiforme pose de nombreux problèmes de santé.

De façon claire, montrez à partir de ce texte, les différentes sources de pollution en milieu urbain et leur impact sur la santé de la population.

Exercice 4 :

1- Définir les mots suivants : réserve naturelle, pollution, déforestation, braconnage.
2- Citer les quatre pratiques néfastes de l'homme sur l'environnement étudiées en classe.
3- 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

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

dans l'eau	0,014mg/l d'eau
dans le plancton	5mg
dans le poisson mangeur de plancton	15 mg
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 ? Justifier.

Exercice 5 :

De grands progrès techniques réalisés dans les moyens de pêche et le repérage des poissons rendent les chalutiers très efficaces.

Le tableau ci-dessous donne les indications sur la production mondiale en poissons entre 1900 et 2000.

Années	1900	1938	1950	1968	1971	1979	1999	2000
Production (en millions de tonne)	4	16	25	60	70	65	60	50

1- Faites la courbe de la production mondiale de poissons.
Prendre 2 cm pour 10 millions de tonnes et 1 cm pour 10 ans.
2- Analyser cette courbe.
3- Comment pouvez-vous expliquer cette courbe et en particulier sur son évolution récente ?
4- Selon vos connaissances, de quoi dépend le tonnage de poissons capturés ?
5- Quelle sera l'évolution de la population de poissons à terme si l'on maintient les méthodes d'exploitation ?

Exercice 6 :

L'Homme a toujours eu un impact sur les vivants et les naturels.

Depuis quelques décennies, ses activités menacent fortement la biodiversité en raison de l'accélération de l'industrialisation, de la croissance démographique et de la mondialisation des échanges commerciaux.

1- Quel est l'impact respectif de l'industrialisation et de la croissance démographique sur la faune, la flore et le bien être des populations.
2- Les menaces de la biodiversité ont des causes multiples. Citez quatre actions de l'Homme qui menacent la biodiversité.
3- La dégradation des écosystèmes est considérable d'où la nécessité d'une réflexion préalable pour un développement durable. Montrez, par ses actions, que l'Homme prend conscience des dangers qu'il fait courir à l'environnement.

Exercice 7 :

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

Années	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985
Nombre d'éléphants (en millier)	20	22	25	23	19	21	14	6

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

Exercice 8 :

Dans les pays africains au sud du Sahara, l'agriculture est dans sa grande partie de type traditionnel, avec des pratiques qui vont à l'encontre du respect et du maintien de l'équilibre écologique de cette région.

Des études menées dans une localité du sud du Sahara ont permis d'obtenir les résultats traduits par le tableau ci- dessous.

Temps (années)	1973	1974	1975	1976	1977	1978
Nombre d'habitants	2575	4960	7000	9025	14000	15000
% d'animaux	100 %	80 %	65 %	38 %	25 %	18 %
% d'arbres abattus	15 %	25 %	48 %	62 %	75 %	80 %

1- Comment nomme-t-on la science qui s'occupe de telles études ?
2- En vous référant au tableau, construisez dans un même graphique, les courbes de variations de ces différents paramètres étudiés en fonction du temps :

On prendra : 2 cm pour 1 an ; 1 cm pour 10% et 1 cm pour 2500 habitants.

3- Comment expliquez-vous les variations du pourcentage d'arbres abattus et du nombre d'animaux ?
4- a) Enumérer les conséquences possibles dans les années suivantes pour les populations humaines de cette région.
   b) Que préconisez-vous pour les éviter ?

Exercice 9 :

La combustion du bois, des déchets agricoles et des excréments d'animaux dans les conditions rudimentaires, dégage de grandes quantités de fumée de gaz âcres à l'intérieur des habitations.

1- En milieu rural congolais et même en milieu urbain, les ménagères utilisent le bois de chauffe pour la cuisson de la nourriture et du manioc. Quel est le type de pollution provoqué par la combustion du bois ?
2- Quelles sont les conséquences de cette pollution sur la santé de personnes exposées à l'inhalation des fumées ?
3- D'après vos connaissances, comment peut-on améliorer cette situation ?
4- Quelles sont à votre avis les mesures pratiques que le gouvernement de votre pays doit prendre pour résoudre ou prévenir cette situation ?

FIN DES TRAVAUX DIRIGÉS

L'ESSENTIEL DU COURS
SUR
LES DIVISIONS CELLULAIRES

Il existe plusieurs formes de divisions cellulaires telles que : l'amitose ; la mitose et la méiose. Ces différents types de divisions se différencient les unes des autres par leur mécanisme de déroulement, soit par le type de cellules qu'ils affectent.

I- L'AMITOSE OU DIVISION DIRECTE :

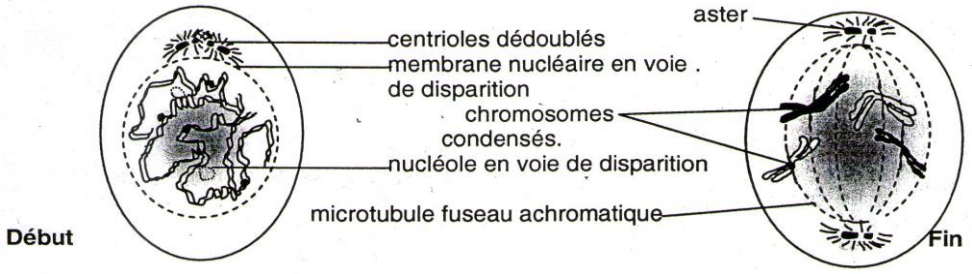
C'est un mode de division rencontré chez les protozoaires (organisme unicellulaire) et qui se déroule sans phénomènes visibles dans le noyau. La cellule s'allonge puis s'étrangle sur le plan médian. On obtient alors deux cellules filles identiques l'une de l'autre.

II- LA MITOSE :

C'est un mode de division cellulaire indirect qu'on retrouve aussi bien chez les animaux que chez les végétaux. Elle ne concerne pas les neurones et les globules rouges chez l'Homme). La mitose se déroule en quatre étapes ou phases à savoir : **la prophase**, **la métaphase**, **l'Anaphase** et **la Télophase**.

1- Les étapes de la Mitose (cas d'une cellule animale à 2n = 4) :

a) La Prophase :

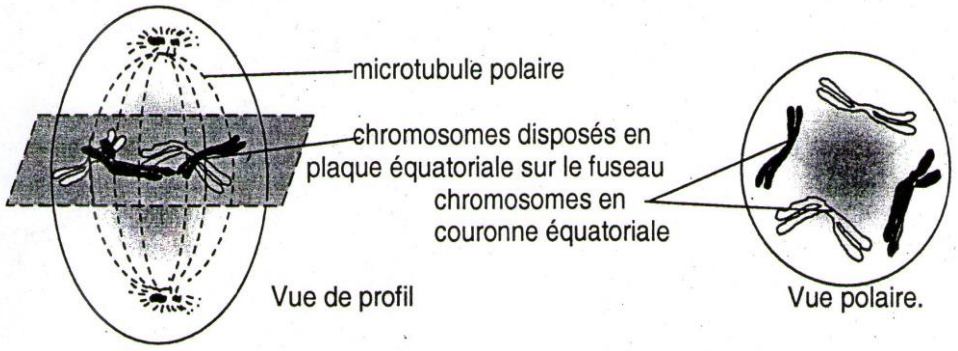


Prophase

Caractéristiques :

- Disparition du nucléole, du centrosome et de la membrane nucléaire ;
- Mise en place du fuseau achromatique et des asters ;
- Chromosomes à deux chromatides repartis en désordre sur le fuseau achromatique.

b) La Métaphase :

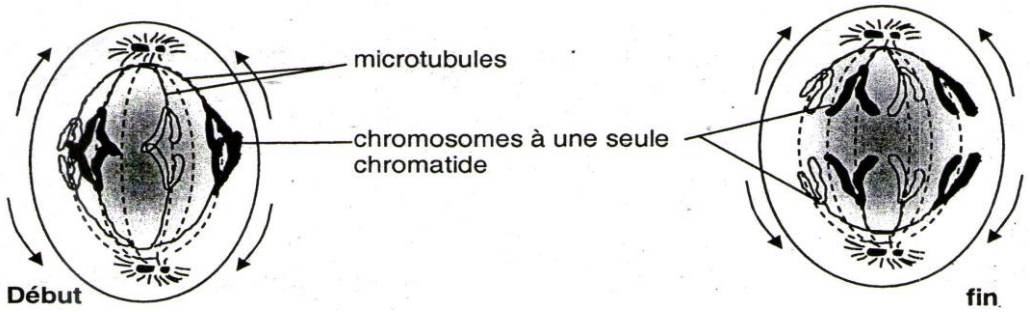


Métaphase

Caractéristiques de la métaphase :

- Les chromosomes ont deux chromatides ;
- Les centromères des chromosomes sont placés sur le plan médian de la cellule et forment une image appelée « plaque équatoriale ».

c) L'Anaphase :

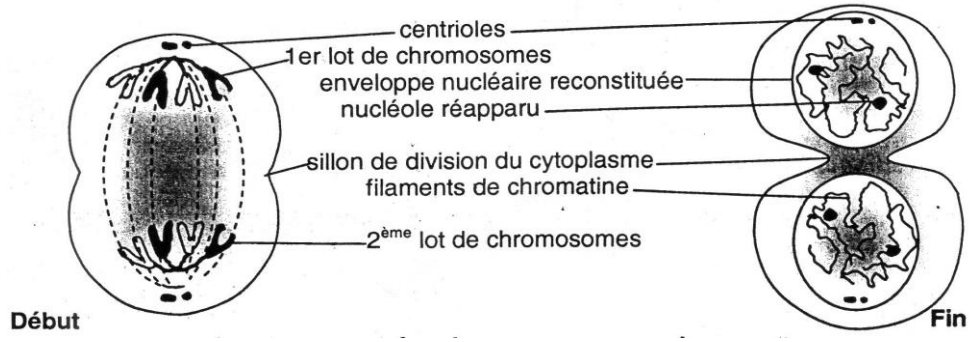


Anaphase

Caractéristiques :

- Division (clivage) des centromères en **centromères fils** ;
- Migration polaire des chromosomes non fissurés, c'est-à-dire à une seule chromatide.

d) La Télophase :



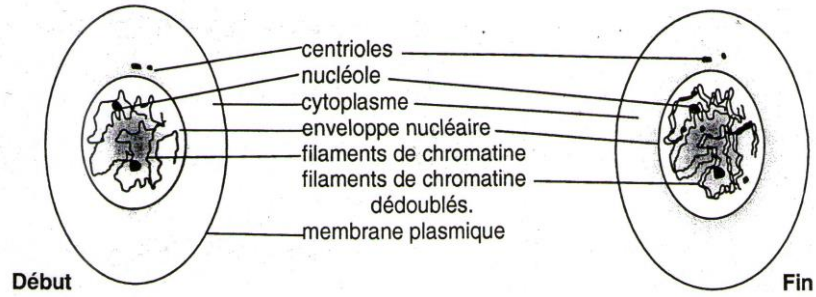
Télophase

Caractéristiques :

- Formation de deux noyaux fils ou deux cellules filles ;
- Les chromosomes possèdent une seule chromatide ;
- Disparition des asters et du fuseau achromatique ;
- Réapparition du nucléole, du centromère et de la membrane nucléaire.

Remarque : On désigne par **interphase**, la période comprise entre deux mitoses successives. C'est pendant l'interphase, à la fin surtout, que se produit la duplication de l'ADN qui a pour conséquence la fissuration dans le sens de la longueur du chromosome en deux chromatides unies par le centromère.

Les différents temps de l'interphase sont : **la phase G_1**, l**a phase S** et **la phase G_2**



Interphase

- **La phase G_1 :** Les chromosomes invisibles (despiralisés) possèdent une seule chromatide. La cellule a une taille réduite de moitié par rapport à la cellule mère. La cellule emmagasine toute l'énergie nécessaire à la duplication de l'ADN.
- **La phase S :** Elle fait suite à la phase G_1 et correspond à la duplication de la molécule de l'ADN. A la fin de cette phase, la quantité d'ADN double dans la cellule ;
- **La phase G_2 :** Dernière étape de l'interphase. Les chromosomes invisibles (despiralisés) possèdent maintenant deux chromatides. La cellule a une taille équivalente à celle de la cellule mère : **elle est apte à entrer en division**.

2- La notion de cycle cellulaire :

C'est l'ensemble de transformations biologiques que subies une cellule du début de l'interphase jusqu'à la fin de la mitose.

Deux événements importants caractérisent un cycle cellulaire :

- Le cycle du chromosome ;
- L'évolution de la quantité d'ADN.

a) Le cycle du chromosome :

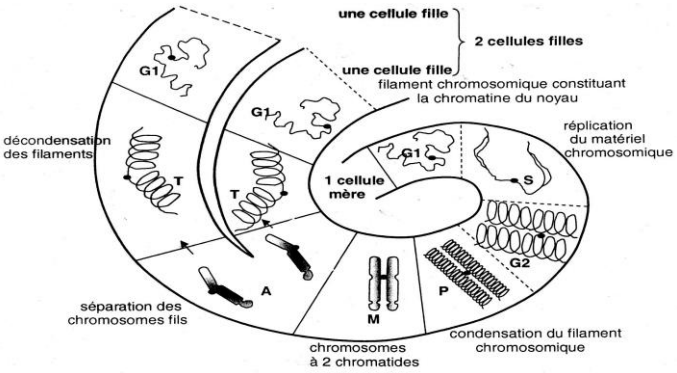
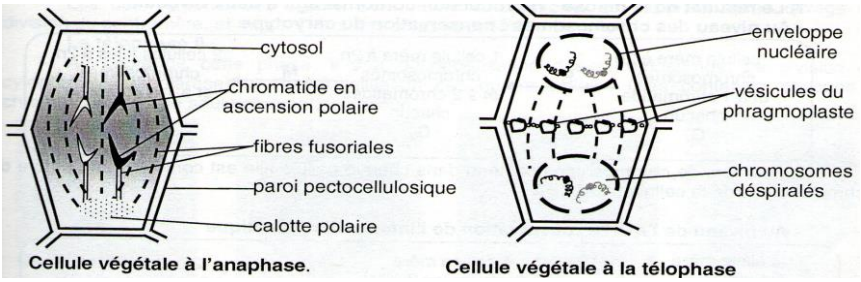


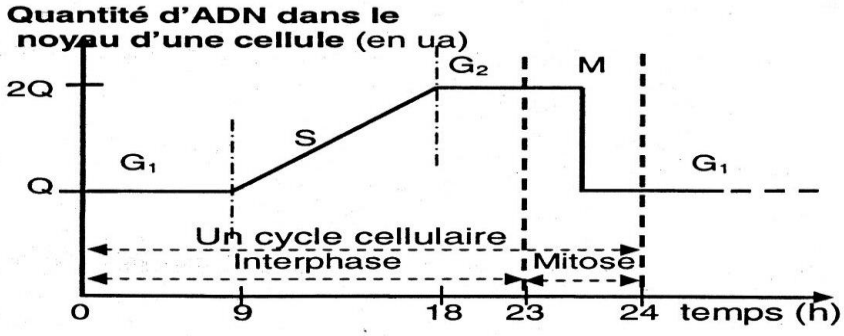
Schéma du cycle chromosomique

Remarque :
Les caractéristiques de la mitose sont les mêmes chez la cellule végétale. Cependant, celle-ci présente deux particularités essentielles à savoir :

- La présence des calottes polaires à la place des asters ;
- A la télophase, les deux cellules filles obtenues sont retenues par une membrane squelettique mais séparées l'une de l'autre par le phragmoplaste.



b) La variation de la quantité d'ADN au cours de la Mitose :



Evolution de la quantité d'ADN par noyau pendant le cycle cellulaire

3- Les Inducteurs de la Mitose :

Un inducteur est tout élément ou agent capable de provoquer l'entrée en division d'une cellule.

Exemples :

- Le rapport nucléoplasmique
- La phytohémagglutinine
- Les hormones sexuelles ou hypophysaires.

4- Les Inhibiteurs de la Mitose :

Ce sont les agents ou éléments capables de bloquer l'entrée en division d'une cellule.

Exemples :

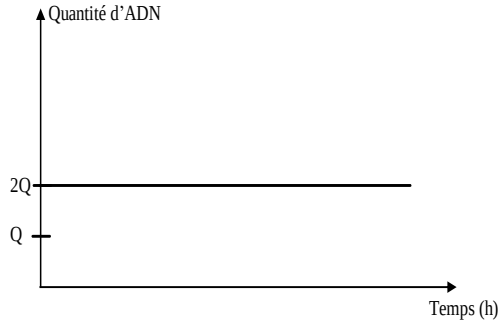
- La colchicine qui détruit le fuseau achromatique ;
- Les rayons X ou ultraviolets qui empêchent la duplication de l'ADN.

Conséquences de la colchicine :

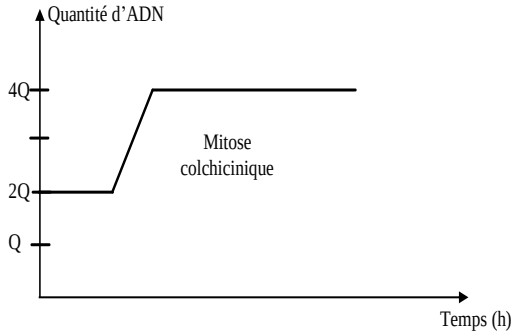
- Blocage de la division en métaphase ;
- Absence d'ascension polaire et de cytodiérèse ;
- Dédoublement de la quantité d'ADN et donc du nombre de chromosomes.

Intérêt de la colchicine : La colchicine permet d'établir le caryotype d'une cellule.

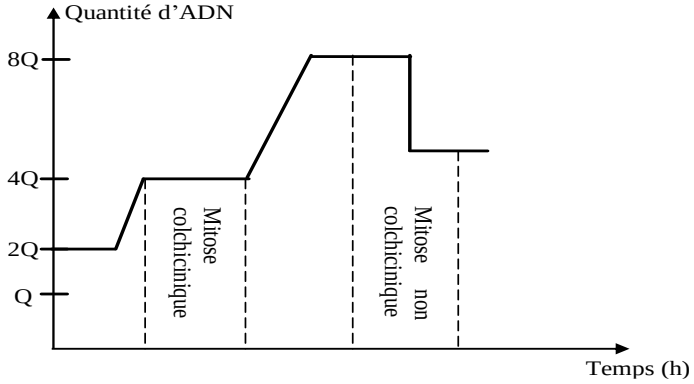
a) Variation de la quantité d'ADN dans le noyau d'une cellule traitée aux UV :



b) Variation de la quantité d'ADN dans le noyau d'une cellule mise dans une culture contenant de la colchicine :



c) Variation de la quantité d'ADN dans le noyau d'une cellule traitée à la colchicine, débarrassée de la colchicine puis placée dans un milieu normal :



5- Calcul du nombre de cellules contenues dans un milieu après plusieurs mitoses :

On pose : $\boxed{X = a.2^n}$

Avec : X = nombre de cellules à obtenir
a = nombre de cellules de départ.
n = nombre de mitose qui auront lieu dans ce milieu.

Exemple 1 : 5 cellules subissent 10 mitoses successives dans un milieu. Combien de cellules obtiendra t – on à la fin de cette expérience?

Exemple 2 : 32 cellules sont placées dans un milieu pendant 15 heures. Sachant que ces cellules se divisent toutes les 30 minutes, quelle sera la population cellulaire dans ce milieu à la fin de l'expérience ?

Si l'on introduit dans ce milieu, de la colchicine à la 9e heure que l'on débarrasse à la 12e, quel est le nombre de cellules qu'on obtiendra ?

Solution 1 :

Données :
a = 5
n = 10
X = ?

Nombre de cellules à obtenir :

On sait que : $\boxed{X = a.2^n}$ A.N : $X = 5.2^{10}$

D'où $\boxed{X = 5120 \text{ cellules}}$

Solution 2 :

Données :
Q = 32
t = 15 h
= 900 min

❖ Nombre de cellules à obtenir au bout de 15 heures :

- Cherchons le nombre de mitoses correspondant à 15 heures :

$\frac{30\ min}{900\ min} = \frac{1\ mitose}{X}$ ==> $X = \frac{900\ \text{min}\ x\ 1\ mitose}{30\ min}$ ==> X = 30 mitoses

- Nombre de cellules à obtenir :

On sait que : $\boxed{X = a.2^n}$

A.N : $X = 32.2^{30}$ ==> $\boxed{X = 3{,}43.10^{10} \text{ cellules}}$

❖ Nombre de cellules à obtenir après action de la colchicine :

La colchicine a bloqué les mitoses de 9 h à 12 h, soit pendant 3 heures. Les divisions ont alors duré 12 heures.

- Nombre de mitoses correspondant à 12 h = 720 min :

$\frac{30\ min}{720\ min} = \frac{1\ mitose}{X}$ ==> $X = \frac{720\ \text{min}\ x\ 1\ mitose}{30\ min}$ d'où X = 24 mitoses

- Nombre de cellules à obtenir :

On sait que : $X = a.2^n$ A.N : $X = 32.2^{24}$

D'où : $X = 5{,}37.10^8$ cellules

6- Résultats et Importance de la Mitose :

a) Résultats :

La Mitose permet d'obtenir deux cellules filles identiques l'une de l'autre à tout point de vue à partir d'une cellule initiale. Aussi permet-elle la conservation du caryotype de l'espèce. Cependant, les cellules filles obtenues possèdent une taille réduite de moitié par rapport à la cellule mère.

b) Importance :

La mitose trouve son importance dans le renouvellement des cellules usées de notre corps ; dans l'accroissement des tissus et l'augmentation du nombre de cellules à partir de la cellule œuf qui est le point de départ d'un être vivant. Chez les êtres unicellulaires, la mitose s'assimile à la reproduction.

III- LA MEIOSE :

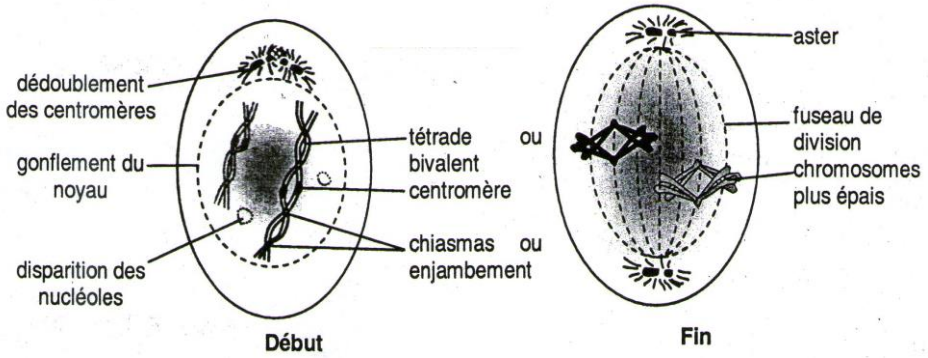
C'est un mode de division qui n'affecte que les cellules de la lignée germinale c'est-à-dire qui ne se déroule que dans les gonades (testicules ou ovaires chez l'Homme ; anthère ou ovaire chez les végétaux). La Méiose se déroule en deux étapes à savoir :

- La Mitose I qui regroupe : la Prophase I, la Métaphase I, l'Anaphase I et la Télophase I.
- La Mitose II regroupant : la Prophase II, la Métaphase II, l'Anaphase II et la Télophase II.

1- Les différentes étapes de Méiose et leurs caractéristiques :

a) La mitose I ou division réductionnelle (DR) :

a.1- La Prophase I :



Prophase I

Caractéristiques :

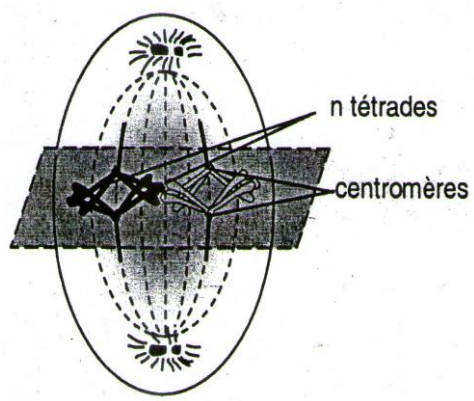
❖ Début Prophase I :
- Chromosomes despiralisés (invisibles) ;
- Disparition du nucléole et de la membrane nucléaire.

❖ Milieu Prophase I :
- Spiralisation des chromosomes ;
- Mise en place des asters et du fuseau achromatique ;
- Formation des bivalents.

❖ Fin Prophase I :
- Formation des chiasmas ;
- Répartition au hasard des tétrades.

Tome I Edition révisée corrigée et complétée Septembre 2016 Barhel MAHOUKOU & Distel KEMBISSILA

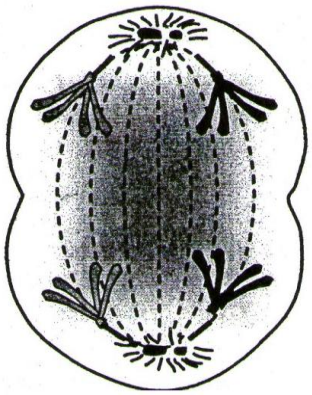
a.2- La Métaphase I :



Métaphase I

Caractéristiques :
Les chiasmas forment la plaque équatoriale

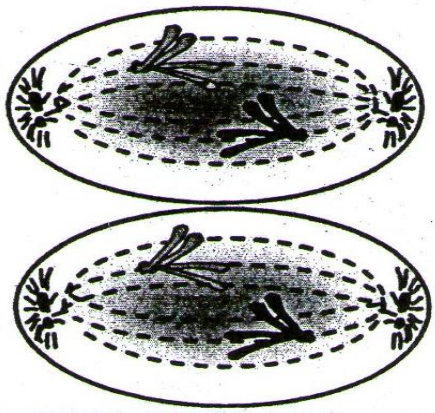
a.3- L'Anaphase I :



Anaphase I

Caractéristiques :
- Séparation des chiasmas ;
- Migration polaire des chromosomes à deux chromatides.

a.4- La Télophase I :



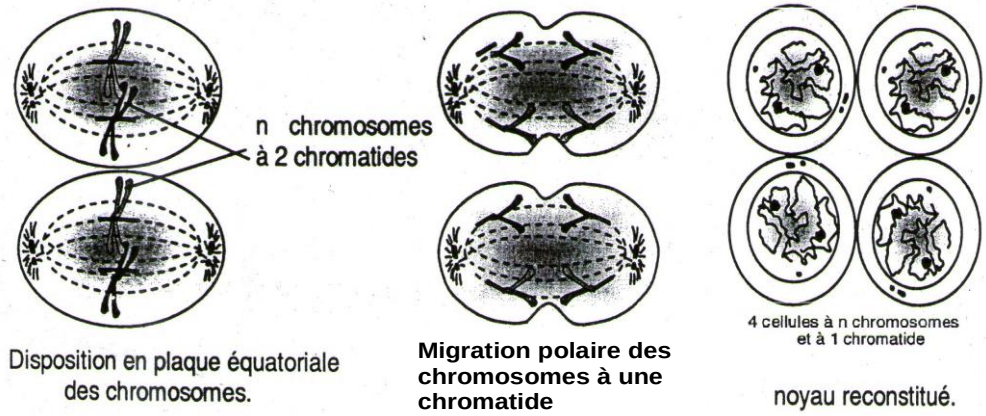
Télophase I ou Prophase II

Caractéristiques :
Obtention de deux cellules haploïdes ayant chacune des chromosomes à deux chromatides. La prophase II est masquée par la Télophase I et se confond à elle.

Remarque :
- Les chromosomes homologues sont des chromosomes identiques mais d'origine différente (paternelle et maternelle).
- Un bivalent est un ensemble formé de deux chromosomes homologues.

N.B : Les bivalents se forment en milieu Prophase I.

b) La mitose II ou division équationnelle (DE) :



Métaphase II ***Anaphase II*** ***Télophase II***

Caractéristiques :
La Mitose II ou Mitose équationnelle se déroule de la même manière qu'une mitose simple. Par conséquent, les caractéristiques de chaque phase sont identiques à celles d'une mitose simple.

2- Conséquences ou originalité ou signification de la Méiose :

- La Méiose favorise le passage de la diploïdie à l'haploïdie ;
- La méiose permet de réaliser le brassage inter chromosomique (mélange entre les chromosomes maternels et paternels) et le brassage intra chromosomique (réalisation du crossing over)

a) Le brassage inter chromosomique :

Il permet d'obtenir plusieurs types de gamètes provenant du mélange entre les chromosomes paternels et maternels.

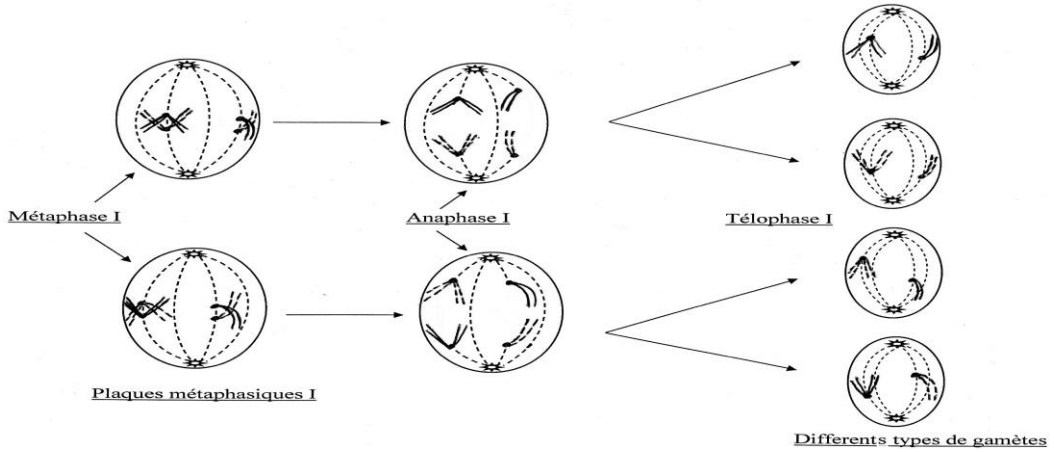
On peut calculer :

- Les différents types de gamètes que peut produire un individu, en posant : $\boxed{N = 2^n}$
  Avec : N = différents types de gamètes à obtenir ;
  n = nombre haploïde du caryotype
- Les différentes dispositions des chromosomes à la métaphase I ou nombre de plaques métaphasiques, en posant : $\boxed{Y = \frac{N}{2} = \frac{2^n}{2} = 2^{n-1}}$

Exemple :

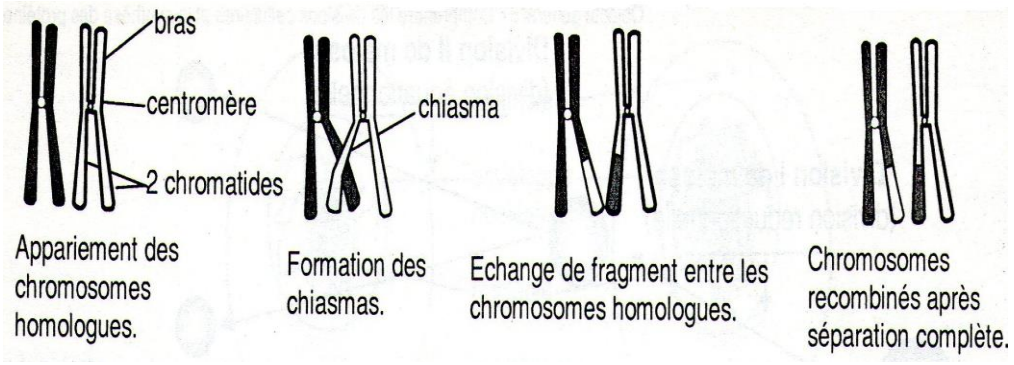
Pour un individu qui a 2n = 4, il produira :

$N = 2^n$ ==> $N = 2^2 = 4$ types de gamètes ; et présentera : $Y = \frac{N}{2} = \frac{4}{2} = 2$ dispositions possibles ou 2 plaques métaphasiques.

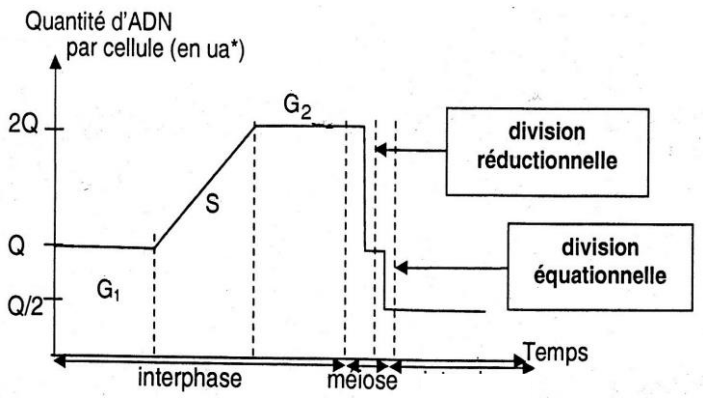


b) Le brassage intra chromosomique :

Il permet de réaliser un échange de segments de chromatides entre les chromosomes homologues. Ce qui favorise l'obtention des chromosomes mixtes ou chromosomes recombinés et des chromosomes parentaux.



3- Variation de la quantité d'ADN au cours de la Méiose :



4- Résultats et Importance de la Méiose :

La Méiose permet :

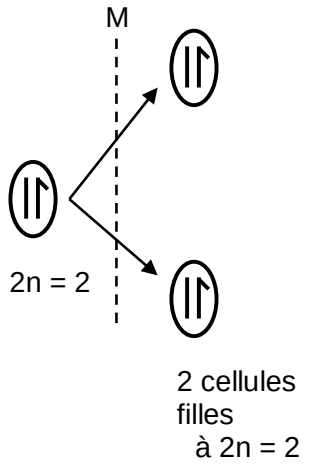
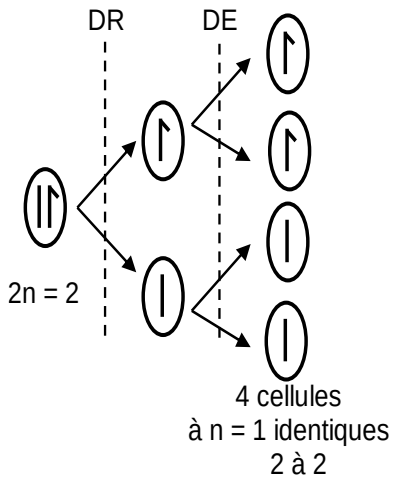
- Le passage de la diploïdie à l'haploïdie ;
- L'obtention de quatre cellules filles haploïdes à partir d'une cellule de départ ;
- Les brassages intra et inter chromosomiques.

5- Comparaison Mitose – Méiose :

a) Ressemblance :

Mitose et Méiose sont deux divisions cellulaires.

b) Différences :

	Mitose	**Méiose**
Cellules concernées	Cellules somatiques et germinales	Cellules germinales
Déroulement	Succession de 4 phases	Succession de deux divisions à 4 phases chacune
Nombre de cellules formées	Une cellule mère donne deux cellules	Une cellule mère diploïde (2n) donne 4 cellules filles haploïdes (n)
Garniture chromosomique	Conservation de la garniture chromosomique : c'est une **reproduction conforme** 	Réduction de la garniture chromosomique : c'est une **reproduction non conforme** 
Période	Durant toute la vie	A partir de la puberté seulement

FIN DE L'O.G₅

Tome I Edition révisée corrigée et complétée Septembre 2016 Barhel MAHOUKOU & Distel KEMBISSILA

TRAVAUX DIRIGES
SUR
LES DIVISIONS CELLULAIRES

Première Partie : questions de cours

A- Définitions :

Définis : Mitose ; Cytodiérèse ; Crossing-over

B- Schémas :

Reproduisez et remplissez le tableau suivant, en considérant une cellule germinale à 2n=6 chromosomes :

	Prophase	Prophase I	Métaphase I	Métaphase II	Télophase II
Schémas légendés					

C- Question à Choix Multiple (QCM) :

Chaque série d'affirmations peut comporter une ou plusieurs réponses exactes. Repérer les affirmations correctes :

1- Le crossing-over :

a) Se produit au moment de la fécondation.
b) Se réalise entre chromosomes homologues.
c) Est sans effet sur la diversité des gamètes produits.

2- La réplication de l'ADN :

a) A lieu pendant la mitose.
b) A lieu en phase G_2.
c) Implique une ouverture de la double hélice.
d) Contribue à la reproduction conforme.

3- Chaque chromosome :

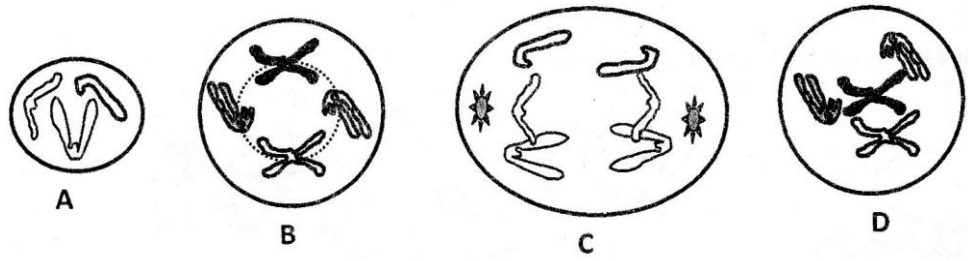
a) Disparait à la fin de la mitose.
b) Comprend une ou deux chromatides.
c) Comprend un ou deux brins d'ADN.

4- Lorsque deux cellules subissent chacune sept(7) mitoses successives, on obtient au total :

a) 128 cellules filles ; b) 256 cellules filles ; c) 192 cellules filles

D- Réarrangement :

Les figures ci-dessous représentent certaines phases de divisions cellulaires se déroulant dans les tubes séminifères.



En utilisant les lettres de chaque figure, donnez l'ordre normal de déroulement du phénomène qui s'y déroule.

E- Vrai ou Faux :

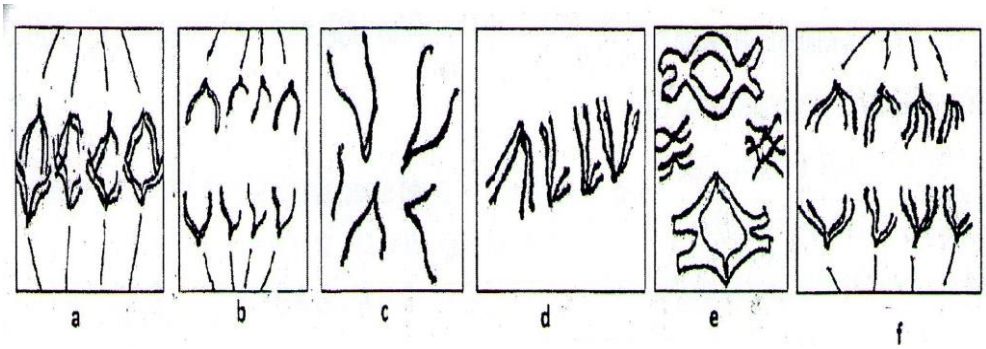
Répondez par vrai ou faux aux affirmations suivantes :

1- La première division de méiose est suivie de duplication de l'ADN.
2- Les chromosomes migrent aux pôles de la cellule au cours de la métaphase.
3- Le fuseau de division permet de scinder la cellule mère en deux cellules filles.
4- L'information génétique est divisée par deux au cours de la mitose.
5- Avant la mitose, pendant l'interphase, l'information génétique est doublée.

Deuxième Partie : Résolution des exercices

Exercice 1 :

Voici quelques images de division observées dans le tube séminifère d'un insecte :



1- De quelle division s'agit-il ? Pourquoi ?
2- L'une des figures représente une garniture chromosomique anormale. La reconnaitre en justifiant votre choix.
3- Quelles hypothèses peut-on formuler pour expliquer l'anomalie constatée en 2 ?
4- A l'aide d'un raisonnement précis et logique, classez les autres figures dans l'ordre chronologique de cette division.
5- Quel est l'intérêt génétique des chromosomes ainsi disposés dans la figure « e » ? Schématiser l'une d'elles et concrétiser la réponse en figurant une des situations possibles à la phase suivante (utiliser des figurés différents).

Exercice 2 :

A- En 1999, M. Varmus, par des techniques appropriées dose la quantité d'ADN contenue dans le noyau de la cellule d'Ephédria. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau ci-dessous :

Temps en heures	0	2	3	4	6	7	8	10	12	14	15	16	18
ADN en U.A	3,3	3,3	4,6	6,6	6,6	4,1	3,3	3,3	6,6	6,6	3,3	3,3	3,3

1- Tracez la courbe de la variation de quantité d'ADN en fonction du temps. Prendre 1 cm pour 1 heure et 1 cm pour 1 UA
2- Déterminez la durée du cycle cellulaire.
3- Interprétez ce graphe.

Exercice 3 :

Le professeur Bède réalise des expériences dans son laboratoire :

- ***1ère Expérience :*** Il cultive les cellules d'Ephédria dans un milieu riche en moutarde d'Azote. Les résultats obtenus lui ont permis de tracer le graphe de la figure 1.
- ***2ème Expérience :*** Il cultive les cellules d'Ephédria dans un milieu contenant une substance X. Le dosage de l'ADN dans les noyaux des cellules a permis de tracer le graphe de la figure 2.

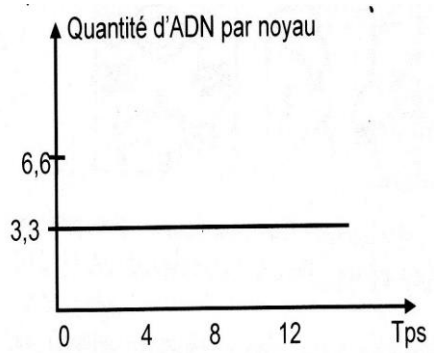


Figure 1

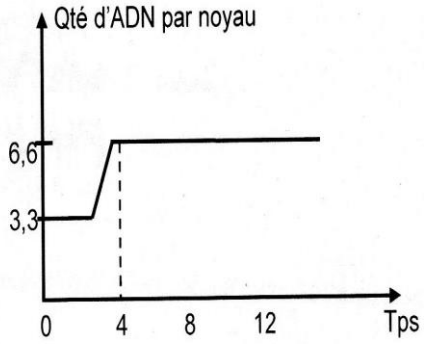
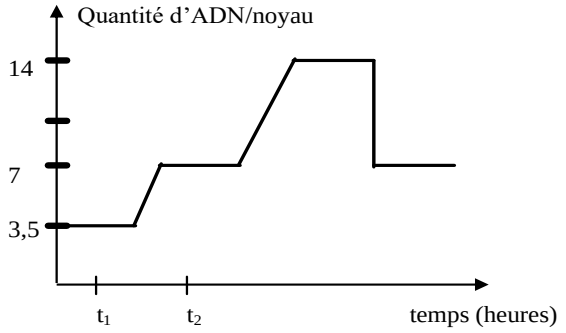


Figure 2

1- Interprétez ces graphes.
2- En prenant 2n = 8, faites les schémas annotés des cellules cultivés dans le milieu X à t = 4 heures puis à t = 10 heures.

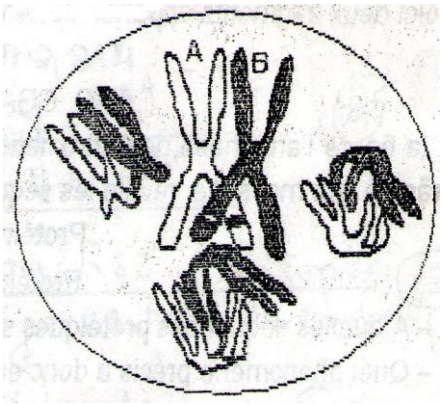
Exercice 4 :
La quantité d'ADN avait été dosée dans une cellule en division (document ci-dessous).



A t_1, la cellule est traitée à la colchicine ;
A t_2, cette cellule est lavée pour débarrasser de la colchicine.

1- Interprétez ce graphe
2- Précisez :
   a) Le nombre de cycles cellulaires (à délimiter sur le graphe) ;
   b) Le nombre de cellules obtenues à la fin de chaque cycle cellulaire ;
   c) La garniture chromosomique des cellules filles à la fin de chaque cycle cellulaire, si la cellule mère possédait 2n = 8 chromosomes ;
   d) Le mode d'action de la colchicine.
3- Dégagez les conséquences et l'intérêt de l'utilisation de la colchicine.

Exercice 5 :
Le schéma du document ci-dessous représente la disposition des chromosomes au cours d'une division cellulaire.



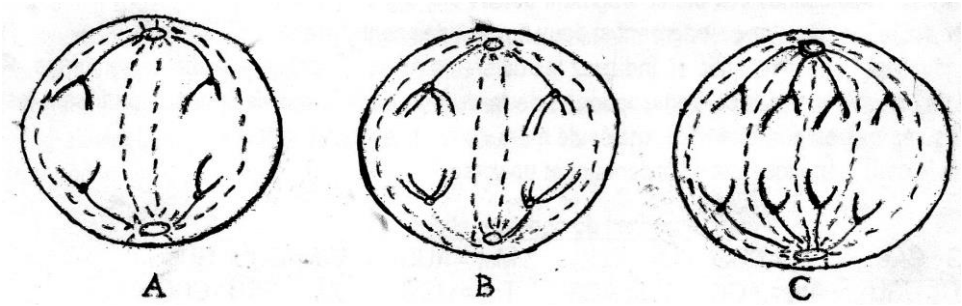
1- De quelle division s'agit-il ? Justifiez votre réponse.
2- A quelle phase de cette division correspond ce document ? Justifiez votre réponse.
3- a) Quelle est la garniture chromosomique de cette cellule ?
   b) En tenant compte de cette garniture chromosomique, combien de plaques métaphasiques peut-on avoir ?
4- Déterminez le nombre de types de cellules obtenues à l'issue de cette division.
5- a) Quelle fonction génétique de cette division a été mise en évidence par ce schéma ?
   b) Illustrez cette fonction en utilisant les chromosomes A et B.

Exercice 6 :
La figure ci-dessous montre deux chromosomes d'une cellule à un moment précis d'une division cellulaire.

1- Comment nomme-t-on :
   a) La cellule représentée et pourquoi ?
   b) La division concernée et la phase de celle-ci ?
   c) Les chromosomes fissures ?
   d) Le phénomène visible à leur niveau ?
2- Pourquoi les deux chromosomes ont été représentés avec deux figurés différents ?
3- a) Quelle est la conséquence possible de la situation chromosomique visible ?
   b) Dessinez les deux chromosomes en anaphase de cette division, la conséquence indiquée s'étant réalisée.

Exercice 7 :

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



1- De quelle phase s'agit-il ?
2- Quel critère vous permet d'identifier cette phase ?
3- Annotez avec précision la figure C.
4- A quel événement chromosomique assiste-t-on dans chacune des figures ?
5- Pour chaque schéma, indiquez la phase correspondante et la nature de la division à laquelle elle se rapporte.
6- Classez-les dans l'ordre chronologique.
7- Pour cette espèce quelle est la valeur de 2n ?
8- A quelle phase correspond chacun des événements suivants :
   - Migration de 2n chromosomes non fissurés ;
   - Migration de n chromosomes non fissurés.
9- Faire les schémas des phases qui précèdent A, B et C.
10- Dans un tableau, faire la comparaison entre les schémas A, B et C en considérant le nombre et la structure des chromosomes.

Exercice 8 :

Un répétiteur veut faire comprendre à ses élèves les conséquences de la méiose. Pour cela, il pose des exercices.

1- Il représente de façon à ce que chaque chromosome différent soit représenté respectivement par un rond blanc, un carré blanc et un triangle blanc.

   a) Quel est le nom des autres chromosomes en dehors des chromosomes sexuels.
   b) Expliquez pourquoi il dessine deux ronds, deux carrés et deux triangles.
   c) Comment peut-on dire que deux chromosomes sont homologues ?

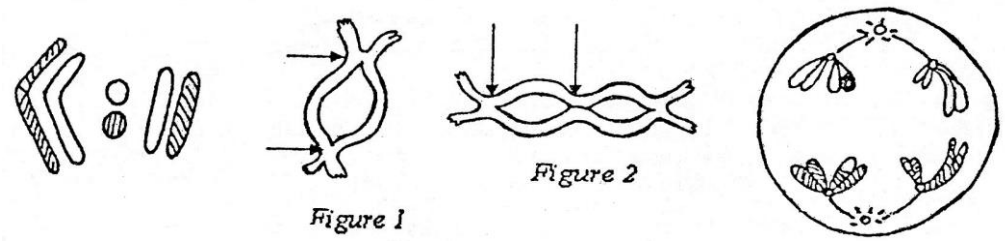
2- Il fait représenter par un élève le caryotype d'un individu B male de la même espèce. Les chromosomes sont colorés en noir pour les distinguer de ceux de l'individu A :

   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- Le répétiteur demande ensuite aux élèves de réaliser la fécondation entre un gamète de A et un gamète de B.
   a) Représentez le résultat c'est-a-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) Retrouvez les 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 9 :

Le document 1 ci-dessous schématise le caryotype d'une espèce animale. On a distingué les chromosomes paternels (en blanc) et les chromosomes maternels (en noir).



Document 1 Document 2 Document 3

1- a) Combien de dispositions possibles de chromosomes peut-on obtenir en métaphase de première division de méiose ? Schématisez-les.
   b) Quelle conséquence cela présente-t-il pour les gamètes issus de la méiose ?
2- Précisez le nombre de type de gamètes que l'on peut prévoir ?
3- Les figures 1 et 2 du document 2 représentent les chromosomes d'une cellule en division. Au cours de quelle phase trouve-t-on les chromosomes ainsi disposés ? A quoi correspondent les points indiqués par les flèches ?
4- Une cellule en anaphase de la première division de méiose montre le schéma de la figure du document 3.
   a) Quelle est la particularité que présentent certains chromosomes ? Expliquez.
   b) Représentez la cellule en anaphase de deuxième division de méiose.
   c) En reprenant les éléments de réponse des questions précédentes, donnez les conséquences génétiques de la méiose.

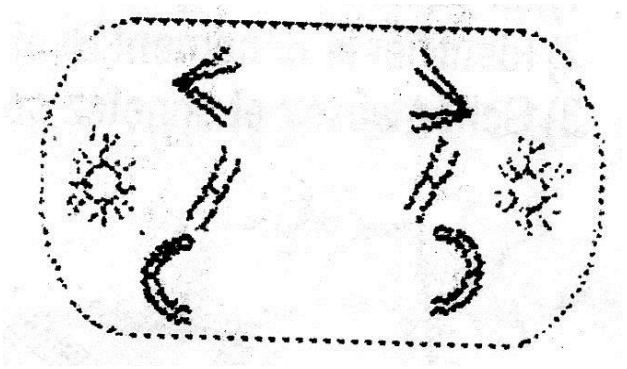
Exercice 10 :

On dispose de deux cellules animales, l'une A à n = 2 chromosomes et l'autre B à 2n = 2 chromosomes.

1- Quelle est la différence fondamentale entre ces deux cellules A et B ?
2- Représentez schématiquement ces deux cellules (on vous propose deux formes de chromosomes en V et en bâtonnet).
3- Représentez-les ci possible à l'Anaphase, à l'Anaphase I et à la Métaphase II.
4- La cellule B se divise par mitose toutes les 30 minutes dans le milieu de culture. Sachant que la concentration de départ dans le milieu de culture de 10^7 cellules par litre. On demande de calculer :
   a) La concentration en cellules dans ce milieu de culture au bout de 180 minutes, sachant que l'on a introduit la colchicine à la 120e minute.
   b) Quelle serait cette concentration s'il n'y avait pas l'ajout de la colchicine ?

Exercice 11 :

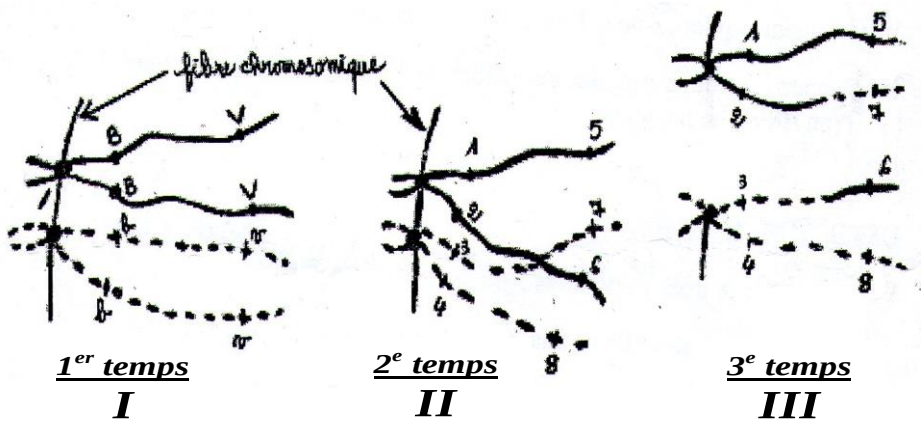
A la suite d'une observation microscopique de cellules de racine d'ail, un élève donne le schéma ci-dessous.



1- Quelle phase d'une division cellulaire a-t-il voulu représenter ? Justifiez votre réponse.
2- Donnez la garniture chromosomique de cette cellule.
3- Ce schéma compte un certain nombre d'erreurs ou d'imprécisions. Citez-les.
4- Refaites un schéma corrigé de cette cellule à la même phase et la phase précédente.
5- Décrivez la phase succédant la phase corrigée.

Exercice 12 :

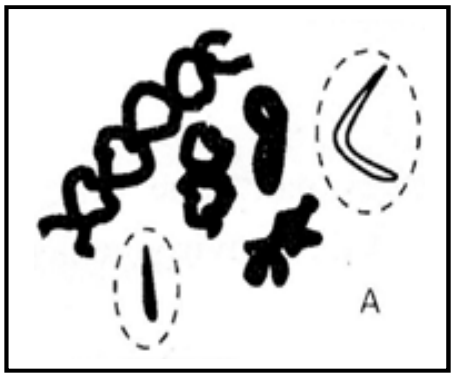
Les schémas I, II et III du document ci-dessous représentent une même fibre chromosomique, mais en trois (3) temps différents dans une même cellule. Comme on peut le constater, cette fibre porte une paire de chromosomes fissurés.

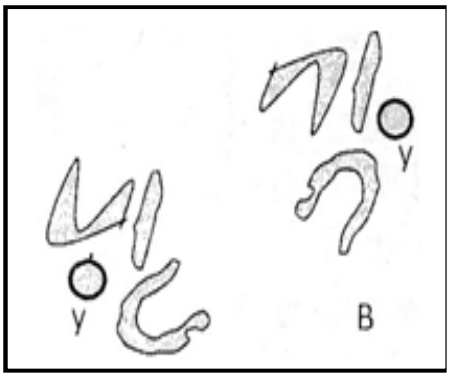


1- Cette cellule est-elle en division réductionnelle ou équationnelle ? Justifiez votre réponse.
2- Sur le schéma I certains allèles ont été représentés par les symboles (B, V, b, v). S'agit-il d'un monohybridisme ou d'un dihybridisme ? Donnez le génotype de cet individu pour ce ou ces caractère(s).
3- A quelle phase précise se situent les évènements représentés par les schémas I et II ? Donnez une justification.
4- Quel est l'évènement important qui peut se dérouler en II ? Illustrez-le par des schémas clairs.
5- Sur le schéma I, les allèles sont représentés par des lettres (B, V, b, v) ; en II et III par des nombres (1, 2, …8). A quelles lettres correspondent ces nombres en II et III ?
6- Quels sont les types de gamètes qui seront produits par cet individu en fin de division ?

Exercice 13 :

A- Le schéma A du document ci-dessous représente une figure de division cellulaire (mitose ou méiose).





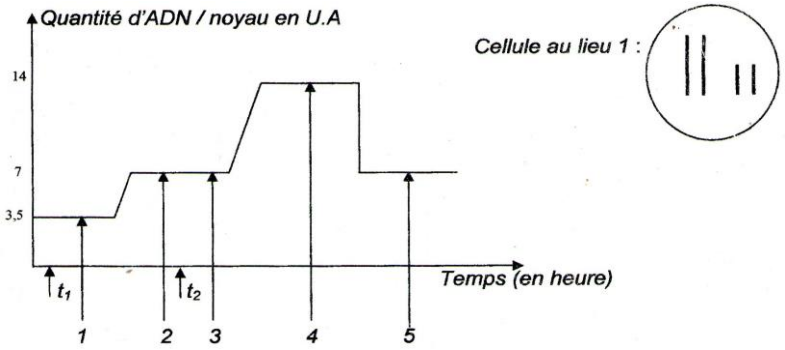
1- Chacune des quatre (4) masses colorées représentent-t-elle un chromosome fissuré ou une paire de chromosomes accolés ? Justifiez votre réponse.
2- Pouvez-vous dire s'il s'agit d'une méiose ou d'une mitose ? Précisez le stade représenté ici.
3- Pourquoi les chromosomes entourés ont-ils un aspect différent des autres ?

B- Le schéma B du même document représente une division cellulaire.

1- Un élément généralement observable dans une cellule en division n'est pas visible sur ce schéma à cause des techniques d'observation. De quel élément s'agit-il ?
2- S'agit-il d'une mitose ou d'une méiose ? Justifiez votre choix.
3- Quel est le stade représenté ? Justifiez votre réponse.
4- Schématisez le stade qui précède celui du schéma B.

Exercice 14 :

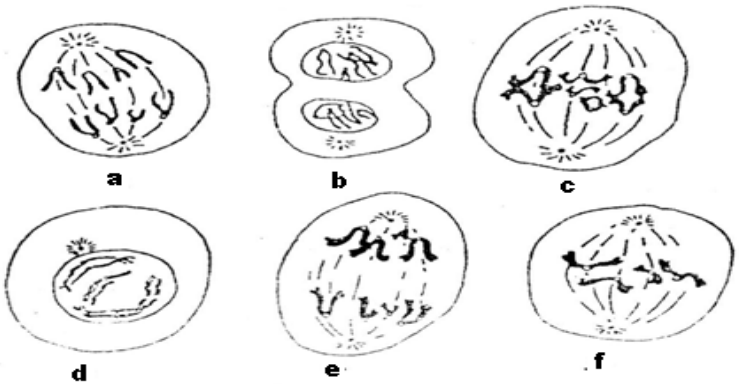
La quantité d'ADN avait été dosée dans une cellule en division ; les résultats obtenus sont consignés dans le graphique ci-après (documents ci-dessous) : à t_1 la cellule est traitée à la colchicine ; à t_2 cette même cellule est lavée pour débarrasser la colchicine.



1- Interprétez ce graphe après l'avoir reproduit.
2- Représentez les chromosomes dans les différentes cellules aux lieux indiqués par les flèches numérotées de 1 à 5.
3- Donnez la conséquence de ce type de division.

Exercice 15 :

Les schémas du document ci-dessous montrent les différentes étapes d'une cellule en division.



1- De quel type de cellule s'agit-il ? Justifiez votre réponse.
2- Donnez un titre correspondant à chacune des figures en vous justifiant.
3- Ordonnez ces schémas en utilisant les lettres.
4- Quelle est la garniture chromosomique de cette cellule en division ?
5- Représentez l'évolution de la quantité d'ADN de cette cellule en division au cours du temps. Sur chaque segment, placez, placez la phase correspondante et donnez la structure des chromosomes (chromosomes à deux chromatides ou chromosomes à une chromatide).

Exercice 16 :

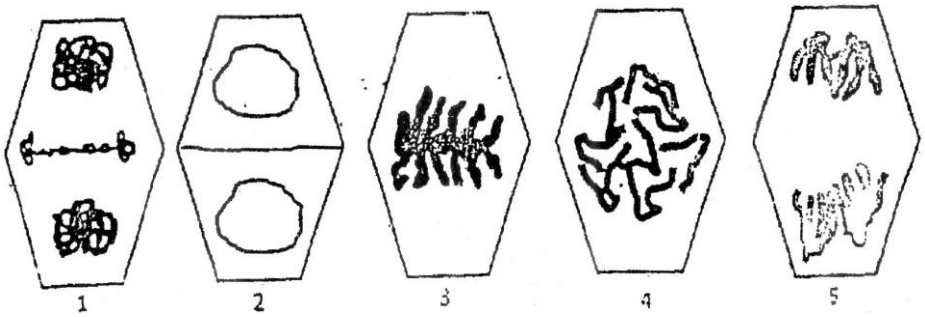
Au cours de la formation d'une cellule sexuelle mâle, on a constaté que la quantité d'ADN, contenu dans le noyau d'une cellule germinale varie en fonction du temps de la manière suivante :

Nombre de jour	0	4	8	10	11	15	16	20	24
Quantité d'ADN en UA	3.3	3,3	6,6	6,6	3,3	3,3	1,65	1,65	1,65

1- Tracez le graphique représentant les variations de cette quantité d'ADN, en fonction du temps. On prendra pour Echelle : 0.5 cm = 1 jour et 1 cm = 1,65 UA.
   a) Quel est le phénomène qui intervient entre le 4e et le 8e jour ?
   b) A partir des schémas, expliquez-le.
   c) Donnez l'intérêt de ce phénomène.
2- Quel phénomène se réalise t- il entre le 10e et le 11e jour ? Quelle est son importance ?
3- Quel phénomène se déroule-t il entre le 9e et le 18e jour ? Quelle est son importance ?
4- Faire un schéma annoté d'une cellule animale au temps t = 11 jours, en prenant 2n = 6 chromosomes.

Exercice 17 :

Les schémas du document ci-dessous ont été réalisés à la suite d'une étude sur les cellules en division.



1- Identifiez chaque schéma en justifiant votre choix.
2- S'agit-il d'une cellule animale ou d'une cellule végétale ? Justifiez votre réponse.

Exercice 18 :

Les observations ont été faites pour comprendre le mode d'action de certaines substances sur des cellules en division.

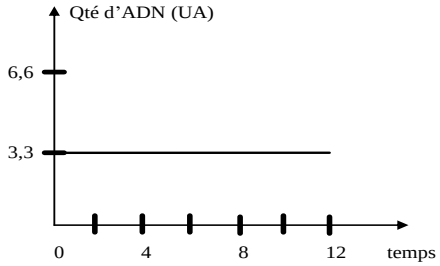


Figure 1

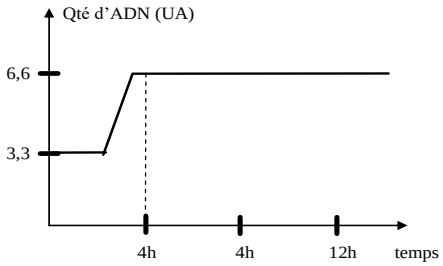


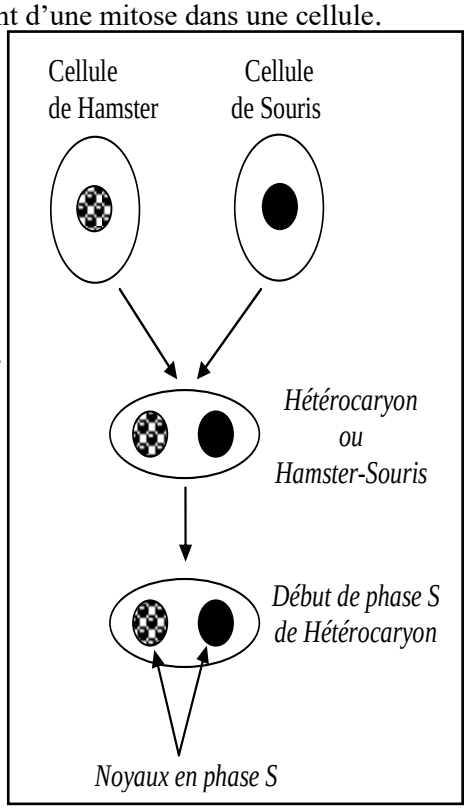
Figure 2

1- Analysez chaque graphique, puis donnez le mode d'action du rayonnement X et celui de la substance Y.
2- Quelle est la nature du rayonnement X et de la substance Y ?
3- En prenant 2n = 4, faites des schémas annotés des cellules cultivées dans les milieux avec X et Y, au temps T = 4 heures.

Exercice 19 :

On se propose de rechercher les causes de déclenchement d'une mitose dans une cellule.

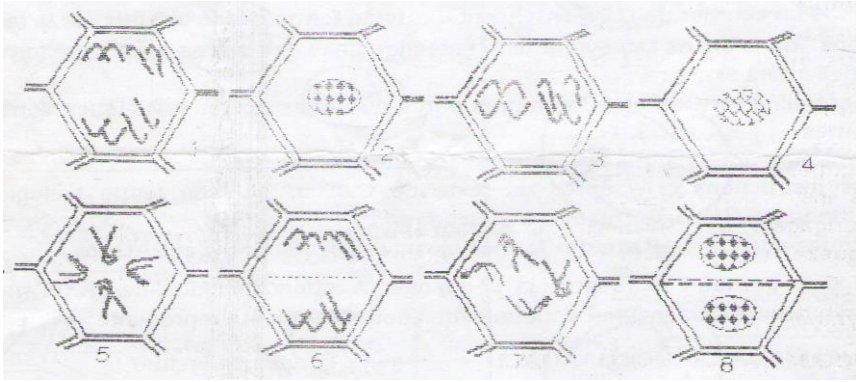
A- Au cours d'une expérience, on fait fusionner une cellule de souris et une cellule de Hamster, toutes deux en phase G1 du cycle cellulaire. On obtient une cellule à deux noyaux ou hétérocaryon, Hamster-Souris. Les cellules de Hamster ont une phase G1 plus courte que celle de la Souris. Cependant chez une cellule mixte résultant de la fusion d'une cellule de Hamster et d'une cellule de Souris, pourtant les deux entrent en phase S en même temps (document ci-contre). Quelles hypothèses pouvez-vous émettre pour expliquer ce fait ?



B- On réalise maintenant une autre expérience de fusion cellulaire entre une cellule en phase M (mitose) et une cellule en phase G1. On constate que le noyau de la cellule en phase G1 s'engage immédiatement en phase M (mitose).
   1- Qu'en déduisez-vous ? Votre réponse confirme-t-elle l'hypothèse ou les hypothèses formulée(s) précédemment ?
   2- Quelle conséquence pourra-t-on prévoir quant à l'aspect des chromosomes qui apparaitront dans la deuxième cellule ?

Exercice 20 :

On étudie les cellules en division d'une espèce donnée et on observe les schémas du document ci-dessous.



Les éléments filamenteux sont colorés et apparaissent sombres.

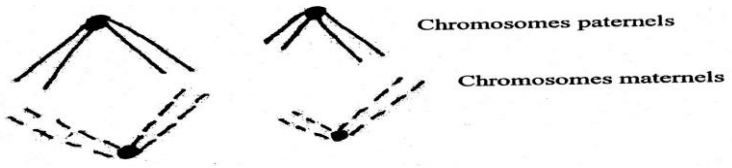
1- Nommez ces différents éléments filamenteux.
2- A votre avis, s'agit – il d'une cellule animale ou végétale ?
3- Identifiez chaque étape de cette division en justifiant, et donnez l'ordre normal du déroulement selon la numérotation.
4- Reproduisez les schémas 1 et 7 et annotez – les le plus complètement possible.

Exercice 21 :

Lors de la formation des gamètes il se produit un brassage génétique complexe.

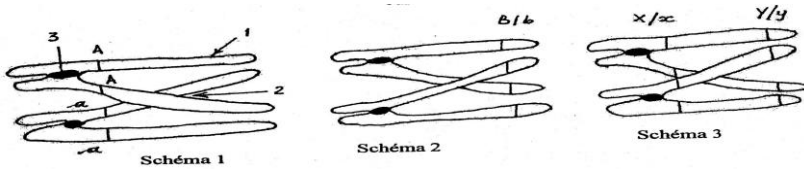
A- Soit une cellule à 2n chromosomes qui va subir la méiose et si l'on considère les chromosomes comme des unités insécables (qui ne se coupent pas).

1- A combien de combinaisons possibles et probables ce brassage de matériel génétique d'origine paternelle et maternelle conduira-t-il pour des valeurs de n=2 ; n=3 ?
2- Représentez ces différentes combinaisons, pour n=2 (utilisez les chromosomes du document 1).



Document 1

B- Soient les chromosomes homologues appariés, en début de méiose ayant permis à un observateur de faire les schémas du document 2.



Document 2

1- Suivant les emplacements relatifs du gène que l'on considère sur ce chromosome, du chiasma et du centromère, on peut distinguer deux cas :

1er cas : On considère les deux allèles A et a d'un même gène (schéma 1).

a) Annotez ce schéma, à partir des différents chiffres.
b) A quel stade de la méiose les deux allèles seront-ils séparés ?

2e cas : On considère les allèles B et b d'un autre gène (schéma 2).

a) Reproduisez ce schéma en y plaçant les deux allèles B et b.
b) A quel stade de la méiose les deux allèles seront-ils séparés ?

2- On envisage maintenant le 3e cas : l'un des chromosomes porte les allèles X et Y et l'autre les allèles X et Y.

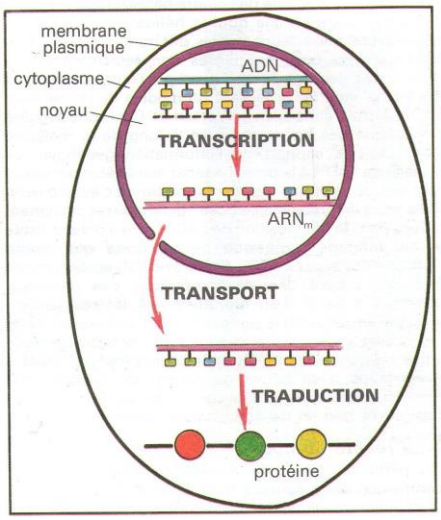
a) Représentez schématiquement l'anaphase I et l'anaphase II.
b) Donnez la répartition des allèles étudiés dans les différentes cellules obtenues en fin de méiose.

FIN DES TRAVAUX DIRIGÉS

L'ESSENTIEL DU COURS
SUR
LA SYNTHESE DES PROTEINES

Les protéines sont des polymères d'acides aminés, c'est-à-dire proviennent de la condensation de plusieurs acides aminés par les liaisons peptidiques. Dans la cellule, l'ADN possède l'information nécessaire à la synthèse des protéines.
La synthèse des protéines se déroule en deux étapes qui sont :

- La **transcription** qui a lieu dans le noyau chez les Eucaryotes ;
- La **traduction** qui se déroule dans le cytoplasme.

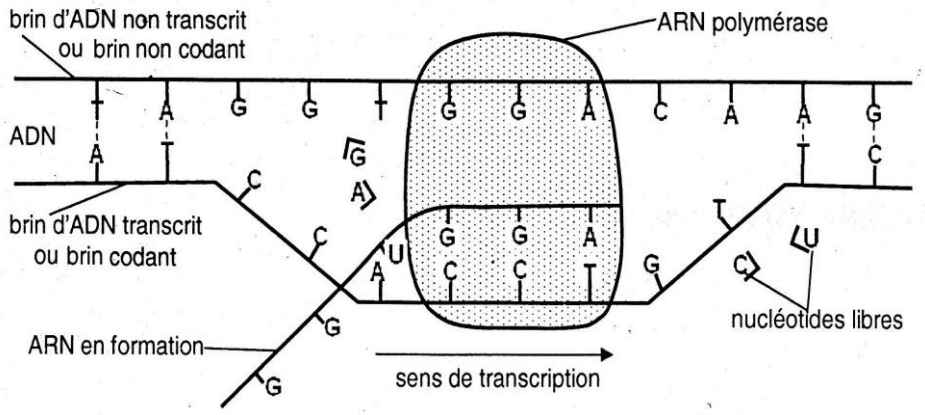


<u>Remarque</u> : Chez les cellules Procaryotes, la transcription et la traduction se déroulent simultanément dans le cytoplasme puisqu'elles n'ont pas de noyau.
L'ARNm en cours de formation se trouve directement en contact avec les ribosomes qui entament la traduction alors que la transcription n'est pas encore terminée.

I- <u>Les étapes de la synthèse des protéines et leurs caractéristiques</u> :

La biosynthèse des protéines se déroule en deux étapes : **la Transcription et la Traduction**.

1- <u>La transcription</u> :



Elle se déroule dans le noyau. Pendant la transcription, il ya :

- Ouverture de la molécule d'ADN sous l'action de l'ARN polymérase ;
- Formation de l'ARN messager (ARNm) devant le brin positif ou brin transcrit encore appelé brin actif ou brin de l'ADN par complémentarité des bases signalées dans le tableau ci-dessous :

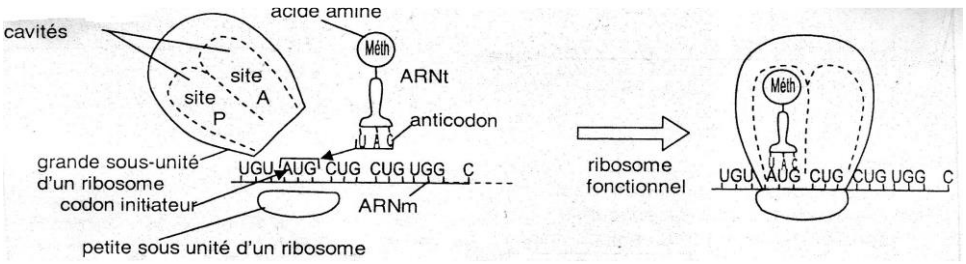
<u>Nucléotide du brin d'ADN transcrit</u>	<u>Nucléotide complémentaire de l'ARN</u>
Thymine (T)	Adénine (A)
Adénine (A)	Uracile (U)
Cytosine (C)	Guanine (G)
Guanine (G)	Cytosine (C)

- Migration de l'ARN messager dans le cytoplasme.

2- <u>La traduction</u> :

Elle se déroule dans le cytoplasme et comprend trois étapes à savoir : **l'Initiation**, **l'Elongation** et **la Terminaison**.

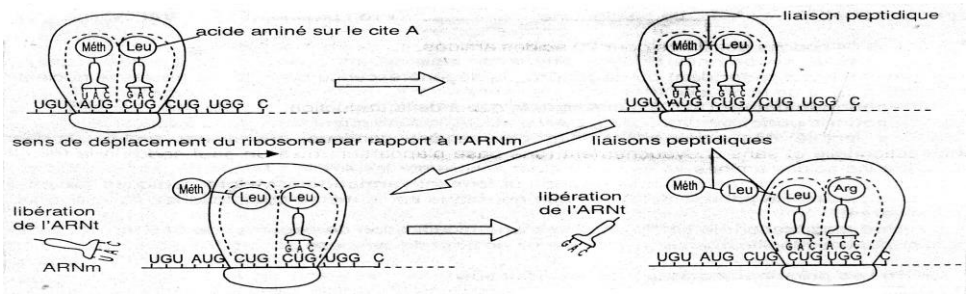
a) L'initiation :



Pendant l'initiation il ya :

- Union de deux sous unités du ribosome ;
- Union de l'ARN de transfert (ARNt) avec son acide aminé sous l'action de l'amino – acyl synthétase ;
- Fixation de l'ARNm sur le ribosome ;
- Fixation du 1er ARNt sur le 1er codon de l'ARNm en respectant la complémentarité des bases ;
- Mise en place du 1er acide aminé.

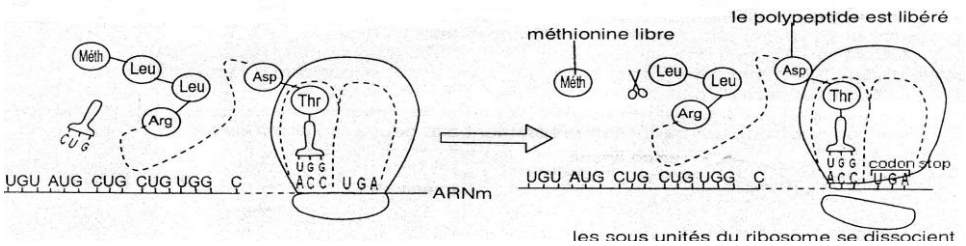
b) L'élongation :



Pendant l'élongation, il ya :

- La mise en place du 2eme acide aminé jusqu'au dernier acide aminé de la chaîne polypeptidique.
- Etablissement des liaisons peptidiques entre les différents acides aminés.

c) La terminaison :



Pendant la terminaison, il ya :

- L'arrivée d'un codon stop ou codon non sens (codon qui ne porte pas un acide aminé sur l'ARNm) ;
- Dissolution des deux sous unités du ribosome ;
- Arrêt de la synthèse.

Eléments nécessaires à la synthèse des protéines :

	Transcription	Traduction
Molécules	ADN ATP Ribonucléotides	ARNm ARNt ATP
Enzymes	ARN polymérase	Amino-acyl synthétase
Organites	Noyau Mitochondries	Mitochondries Ribosomes R.E.R
Ions	/	Mg^{2+}

II- Devenir des chaînes polypeptidiques synthétisées :

Une fois synthétisée, la chaine polypeptidique pénètre et circule à l'intérieur du réticulum endoplasmique, puis par l'intermédiaire des vésicules de transition, elle pénètre dans l'appareil de golgi où elle atteint sa maturité et se transforme en protéines.
Les protéines fabriquées peuvent être exportées à l'extérieur de la cellule ou stockées et utilisées par la cellule elle-même.

III- Le code génétique et se propriétés :

1- Le code génétique :

C'est un tableau qui permet d'établir la correspondance entre un codon et son acide aminé.

Première lettre	Deuxième lettre : U	C	A	G	Troisième lettre
U	UUU Phénylamine UUC Phénylamine UUA Leucine UUG Leucine	UCU Sérine UCC Sérine UCA Sérine UCG Sérine	UAU Tyrosine UAC Tyrosine UAA Codon-stop UAG Codon-stop	UGU Cystéine UGC Cystéine UGA Codon-stop UGG Tryptophane	U C A G
C	CUU Leucine CUC Leucine CUA Leucine CUG Leucine	CCU Proline CCC Proline CCA Proline CCG Proline	CAU Histidine CAC Histidine CAA Glutamine CAG Glutamine	CGU Arginine CGC Arginine CGA Arginine CGG Arginine	U C A G
A	AUU Isoleucine AUC Isoleucine AUA Isoleucine AUG Méthionine	ACU Thréonine ACC Thréonine ACA Thréonine ACG Thréonine	AAU Asparagine AAC Asparagine AAA Lysine AAG Lysine	AGU Sérine AGC Sérine AGA Arginine AGG Arginine	U C A G
G	GUU Valine GUC Valine GUA Valine GUG Valine	GCU Alanine GCC Alanine GCA Alanine GCG Alanine	GAU Acide aspartique GAC Acide aspartique GAA Acide glutamique GAG Acide glutamique	GGU Glycine GGC Glycine GGA Glycine GGG Glycine	U C A G

A: Adénine U: Uracile, G: Guanine, C: Cytosine

Tableau du Code génétique

Les 20 acides aminés spécifiés dans le code génétique peuvent être représentés par les symboles suivants :

Ala : alanine	**Gln** : glutamine	**Leu** : leucine	**Thr** : thréonine
Asp : acide aspartique	**Glu** : acide glutamique	**Lys** : lysine	**Trp** : tryptophane
Arg : arginine	**Gly** : glycine	**Met** : méthionine	**Tyr** : tyrosine
Asn : asparagine	**His** : histidine	**Phe** : phenylalanine	**Ser** : sérine
Cys : cystéine	**Ile** : isoleucine	**Pro** : proline	**Val** : valine

2- Les propriétés du code génétique :

- Le code génétique est **universel** : il s'applique à tous les êtres vivants ;
- Le code génétique est **redondant** ou **dégénéré** : un acide aminé peut être codé par plusieurs codons différents ;
- Le code génétique est **non chevauchant** : un codon ne peut pas désigner plusieurs acides aminés à la fois.

Schéma de la résolution des exercices sur la synthèse des protéines :

- ***1er cas*** : $Brin^{-} \rightleftarrows Brin^{+} \rightleftarrows ARNm \rightleftarrows ARNt \rightleftarrows Polypeptide$

$$\begin{array}{c} ARNm \\ \Updownarrow \\ Polypeptide \end{array}$$

- ***2e cas*** : $Brin^{+} \rightleftarrows ARNm \rightleftarrows ARNt \rightleftarrows Polypeptide$

$$\begin{array}{c} ARNm \\ \Updownarrow \\ Polypeptide \end{array}$$

Remarque :
La résolution de tous les exercices ne nécessite pas l'intervention des ARNt. Ainsi, lorsqu'on me parle des anticodons porteurs d'acides aminés ou des triplets de bases azotées qui apportent des acides aminés, je dois passer par les ARNt.
Par contre, si on me parle des triplets de bases azotées qui interviennent dans la synthèse d'une protéine ou qu'on me demande d'utiliser le code génétique, je ne dois plus chercher les ARNt.

IV- Les mutations et leurs conséquences :

1- Définition :

On appelle mutation, tout changement intervenu sur une molécule d'ADN ou d'ARNm capable de modifier ou non la structure d'une protéine.

2- Les différents types de mutation :

Type de mutation	ARNm correspondant au gène normal + protéine synthétisée	ARNm correspondant au gène muté + protéine synthétisée
Substitution (remplacement d'un couple de nucléotide par un autre)	remplacement CCA — GAG — ACU Pro — Glu — Thr	CCA — GUG — ACU Pro — Val — Thr
Inversion (retournement d'un triplet)	inversion UUC UGG GCA Phé Try Ala	UUC — GGU — GCA Phé — Gly — Ala
Délétion (perte d'un couple nucléotide)	perte UAC — ACC — ACG — A Tyr — Thr — Thr	UAC CCA CGA Tyr Pro Arg
Insertion (introduction d'un couple supplémentaire de nucléotides)	UAC — ACC — ACG Tyr — Thr — Thr	ajout UAC — GAC — CAC — G Tyr — Asp — His

Exercice d'application :

Soit le brin codant suivant : ATC GCA AAT

Les brins ci-après sont des gènes mutants :

1 : ATT GCA AAT ;
2 : ATG CAA AA
3 : ATA CGC AAT T
4 : ACT GCA AAT

Pour chaque cas, donnez la nature de la mutation.

3- Conséquences des mutations :

- Une mutation est dite silencieuse lorsque le changement affectant l'ADN ou l'ARN n'a pas modifié la structure du polypeptide, par contre, si le changement a modifié la structure du polypeptide, la mutation est dite non silencieuse ;
- La mutation est dite faux sens lorsqu'à la suite d'une substitution, le nouveau codon obtenu donne naissance à un nouvel acide aminé et modifie par conséquent les fonctions de cette protéine ;
- La mutation est dite non sens lorsqu'à la suite d'une substitution, le nouveau codon obtenu est un codon stop. Ce qui provoque un raccourcissement du polypeptide synthétisé.
- La mutation est dite conservatrice lorsque le changement, bien que modifiant la structure du polypeptide, n'a pas modifié la fonction du polypeptide synthétisé.

Remarque :

Les mutations silencieuses et les mutations conservatrices sont qualifiées de mutations neutres.

V- Quelques définitions :

1- **Codon :** C'est un triplet de bases azotées successives rencontré sur le brin positif d'ADN ou sur l'ARNm ;
2- **Anticodon :** C'est un triplet de base azotée successives constitutif du brin complémentaire d'ADN ou de l'ARN ;
3- **Transcription :** Formation de l'ARNm à partir du brin transcrit de l'ADN ;
4- **Traduction :** Synthèse d'une protéine à partir d'un ARNm ;
5- **Enzyme :** Molécule de nature protéique capable de catalyser une réaction biologique.

FIN DE L'O.G.

TRAVAUX DIRIGES
SUR
LA SYNTHESE DES PROTEINES

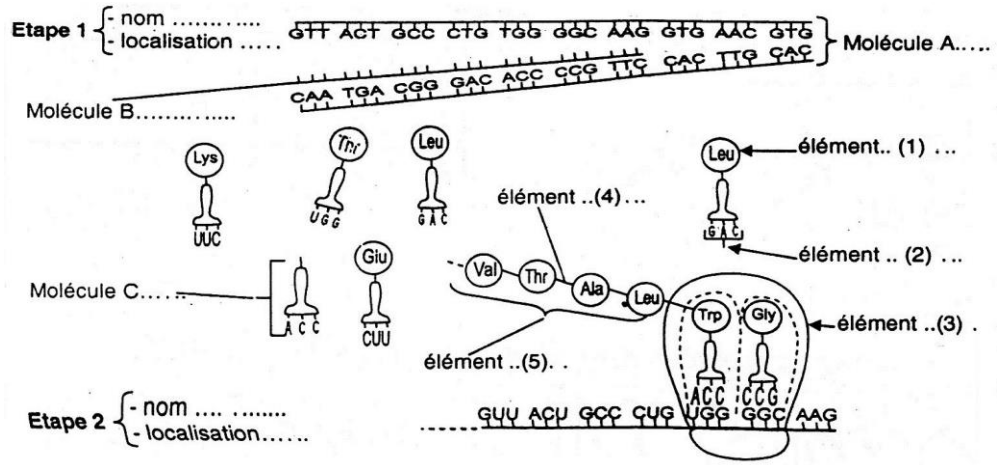
Première Partie : questions de cours

A- Définitions :

Définis : Codon ; Transcription ; Traduction ; Mutation ; Code génétique.

B- Schémas :

Le schéma suivant présente deux moments du mécanisme de la synthèse des protéines.



a) Annotez ce schéma en attribuant un nom aux molécules et à chaque élément.
b) Précisez le nom et la localisation cellulaire de chaque étape.

C- Question à Choix Multiple (QCM) :

Chaque série d'affirmations peut comporter une ou plusieurs réponses exactes. Repérer les affirmations correctes :

1- Le crossing-over :

a) Se produit au moment de la fécondation.
b) Se réalise entre chromosomes homologues.
c) Est sans effet sur la diversité des gamètes produits.

2- Un gène représente :

a) Une portion d'ADN nécessaire à la synthèse d'une protéine.
b) Un enchainement limité de nucléotides.
c) Un segment d'ADN, toujours la même.
d) Une portion pouvant gouverner un ou plusieurs caractères.
e) L'information génétique à l'origine d'un polypeptide.

3- Le rôle des molécules d'ARNm est :

a) D'assembler les acides aminés.
b) De faire passer l'ADN du noyau au cytoplasme.
c) De copier l'information contenue dans l'ADN.
d) De transférer une information du noyau vers le cytoplasme.

D- Appariement :

Associez par une flèche une lettre de la colonne A avec un numéro de la colonne B pour former un couple.

Liste A	Liste B
a) Méiose	1- Comprend 4 chromatides
b) Fécondation	2- ARN polymérase
c) Traduction	3- Réduction de moitié du nombre de chromosomes
d) Gamétogénèse	4- Formation des gamètes
e) Crossing-over	5- Rétablissement du nombre diploïde de chromosomes
f) Tétrade	6- Echange de segments chromosomiques
g) Transcription	7- Amino Acyl Synthétase

E- Vrai ou Faux :

Répondez par vrai ou faux aux affirmations suivantes :

1- La synthèse protéique s'effectue au niveau des polysomes et non au niveau des ribosomes isolés.
2- L'information génétique est divisée par deux au cours de la mitose.

Deuxième Partie : Résolution des exercices

Exercice 1 :

Après l'exploitation du document 1 présenté ci-dessous :

1- Donnez un titre à ce document et indiquez la légende correspondant aux éléments numérotés de 1 à 6.

2- Localisez dans la cellule le déroulement de cette étape.

3- En utilisant le document 2, retrouvez la séquence d'acides aminés du polypeptide en cours de synthèse.

4- Une mutation est survenue sur la molécule responsable de l'élément 4 du document 1 ; le nucléotide à adénine en position 17 a été remplacé par un nucléotide à cytosine. Quelle serait la conséquence de cette mutation ? Pourquoi ?

5- Sur une autre molécule analogue à la molécule responsable de l'élément 4 il y a remplacement du nucléotide à thymine par le nucléotide à cytosine, en position 18. Quelle serait la conséquence ? Pourquoi ?

Extrait du code génétique

AUG = Met ; CAC = His ; UUG, UUA = Leu ; GUA = Val ; CGA = Arg ; AUC = Ile ; AAC = Asn ; UUU = Phé ; UAC = Tyr ; UAA, UGA = Codon stop.

Exercice 2 :

Soit la séquence de nucléotides d'un gène représenté par le brin non transcrit ci-dessous :

1 2 3	4 5 6	7 8 9	10 11 12	13 14 15	16 17 18	19 20 21
A T G	C T G	G T G	G A G	A G G	T G C	C T G

1- Déterminez en détaillant les étapes, la molécule polypeptidique (protéine) dont la synthèse est gouvernée par ce gène. Précisez quels sont les organites et les molécules nécessaires à cette synthèse.

2- a) Quelle conséquence aurait sur la structure de ce polypeptide la substitution sur le brin d'ADN transcrit du nucléotide de la position 4 par un nucléotide à adénine ?
b) Quelle particularité de l'information génétique ce résultat met-il en évidence ?

3- Quelle conséquence aurait sur ce polypeptide l'insertion sur le brin d'ADN transcrit d'un nucléotide à thymine entre 6 et 7 et la disparition d'un nucléotide à cytosine de la position 12 ?

On donne l'extrait du code génétique suivant :

Leu : CUG, UUG, CUU et CUC ; Gly : GGA ; Cys : UGU et UGC ; Ser : AGU, AGC et UCU ; Met : AUG ; Glu : GAA et GAG ; Val : GUC, GUG et GUU ; Arg : AGG, AGA et CGA.

Exercice 3 :

On donne l'extrémité du brin codant représentant un fragment de gène :

3' T A T A G G C C A T A T 5'

1- Ecrire en précisant le sens, la séquence du fragment de la molécule d'ARN messager transcrite par ce gène.

2- Ecrire la séquence de l'extrémité N terminale du polypeptide gouverné par ce fragment. Voici un extrait du code génétique :
ACC = Thréonine (Thr) ; GGA = Glycine (Gly) ; UAU = Tyrosine (Tyr)

3- Combien d'ARN de transfert a été utilisé pour la synthèse de cette extrémité de polypeptide ?

Exercice 4 :

Récemment des chercheurs ont isolé les gènes codant pour des protéines de la membrane plasmique de la paramécie, puis les ont introduits dans des cellules de lapin afin que celles-ci synthétisent les protéines de la paramécie.

Ils ont eu la surprise de constater que les cellules de lapin ne synthétisent jamais la protéine complète attendue mais seulement des fragments de protéine. Pour élucider ce mystère, ils font l'analyse du gène dont voici un fragment du brin codant :

TAT TTC TCC ATG CCG CTC ATT CGT GCA CGA

----------> Sens de la lecture

1- En utilisant l'extrait du code génétique ci-dessous, dites pourquoi les cellules du lapin sont incapables de synthétiser la molécule entière attendue.
2- Emettez une hypothèse pouvant expliquer que la paramécie, à partir du même fragment de gène, puisse faire la synthèse d'un seul polypeptide.
3- Les chercheurs ont en outre remarqué que l'hydrolyse de la protéine synthétisée par la paramécie fournit un nombre plus important de molécules de glutamine (Gln) que celle pratiquée sur les fragments protéiques synthétisés par les cellules du lapin.

Utilisez cette nouvelle information pour préciser l'hypothèse formulée précédemment.

4- Quelle idée fondamentale, généralement admise, a été remise partiellement en cause à la suite de ces travaux ?

Extrait du code génétique :

AUA = Ile ; GAG = Glu ; AAG = Lys ; UAA = non sens ; AGG = Arg ; GCA = Ala ;
UAC = Tyr ; CGU = Arg ; GGC = Gly ; GCU = Ala UUU = Phé ; UGU = Cys

Exercice 5 :

Le tableau ci-après comprend :

- Quelques nucléotides d'un fragment d'ADN ;
- Quelques nucléotides d'une molécule d'ARN transcrite à partir de ce fragment d'ADN ;
- Quelques acides aminés du polypeptide synthétisé à partir du même fragment.

Brin d'ADN positif	CTC				TCC			
Brin d'ADN négatif		CTG				AGC		
Molécule d'ARNm			UGC				CGG	
Polypeptide				Met				Trp

1- Reproduisez et complétez méthodiquement ce tableau.
2- Combien de nucléotides compte ce fragment d'ADN ?
3- Formez le polypeptide synthétisée et indiquez les différents ARNt qui ont servi à son assemblage.
4- Comparez les phénomènes de transcription et de traduction sous forme de tableau en utilisant les critères de comparaison suivants : lieu ; molécule mère ; molécule fille ; enzymes intervenants.
5- Pourquoi le code génétique est dit redondant ; non chevauchant, et universel ?

Extrait du code génétique

Arg = AGG, CGG, ACA ; Leu = CUC, CUA, CUG ; Val = GUU, GUC ; Pro = CCU, CCC ;
Met = AUG ; Cys = UGC, UGU ; Phe = UUU ; Glu = GAG, GAA ; Ala = GCU, GCC ;
Ser = AGC ; Trp = UGG.

Exercice 6 :

Dans un gène codant la synthèse d'une enzyme interviennent deux mutations ponctuelles : addition d'un nucléotide et perte d'un nucléotide. La séquence des acides aminés sur une portion de la protéine enzymatique qui était initialement

… Lys – Trp – Glu – Ile – Val – Lys …

Devient : … Lys – Val – Gly – Asn – Cys – Lys…

1- Quel est le nucléotide ajouté ? Le nucléotide perdu ? Où se situent ces mutations sur le brin d'ADN transcrit ?
2- Quelles conséquences peuvent avoir ces mutations sur le produit synthétisé ?

On donne l'extrait du code génétique suivant :

Cys : UGU et UGC ; Glu : GAA et GAG ; Asn : AAU et AAC ; Gly : GGA ; Trp : UGG ;
Ile : AUU et AUC ; Lys : AAG ; Val : GUC, GUG et GUU.

Exercice 7 :

Soit les ARN suivants qui, au cours de la biosynthèse des protéines, apportent les acides aminés : Met (UAC) ; Trp (ACC) ; Lys (UUC) ; Ala (CGA) ; Tyr (AUG) ; Ser (AGU) ; Arg (GCA) ; Pro (GGA) ; Asn (UUA).

P' est la protéine mutée :

Met – Lys – Asn – Trp – Tyr – Arg – Pro…

Cette protéine a été obtenue à la suite des mutations constatées dans la molécule d'ARNm normal. Ces mutations sont les suivantes :

a) Le nucléotide n°7 à uracile de l'ARNm normal a été substitué par un nucléotide à adénine dans l'ARNm anormal (muté).
b) Le nucléotide n°9 de la séquence de l'ARNm anormal a été ajouté.
c) Au niveau de l'ARNm normal on aurait soustrait un nucléotide à cytosine entre les actuels nucléotides 7 et 8 de l'ARNm de la protéine mutée.
d) Il ya eu inversion entre les nucléotides 16 et 17 de l'ARNm de la protéine normale.
   1- Retrouvez la séquence des acides aminés de la protéine normale P en justifiant votre démarche.
   2- Retrouvez la molécule d'ADN à l'origine de la protéine P.

Exercice 8 :

Soit la séquence des nucléotides représentée ci-dessous :

TAC – GAC – CAC – CTC – TCC – ACG – GAC

1- S'agit-il d'une séquence se rapportant à l'ARN ou à l'ADN ? Justifiez votre réponse.
2- Si l'on considère cette séquence comme étant le brin actif :
   a) Ecrivez le fragment complet de la molécule correspondante.
   b) Schématisez simplement les étapes du décodage jusqu'à la fin de la synthèse du produit codé par ce gène.
3- On donne le polypeptide suivant :

   … Met – Leu – Val – Glu – Gly – Cys – Leu …

   a) Quelle différence faites-vous avec la séquence obtenue à la question 2- b) ?
   b) Déterminez l'origine de la mutation.

<u>Extrait du code génétique</u> :

AUG : Met ; CUG : Leu ; GUG : Val ; GAG : Glu ; AGG : Arg ; UGC : Cys ; UUG : Trp ; GGA : Gly ; CCU : Pro

Exercice 9 :

L'enzyme, molécule protéique, intervenant dans la digestion du lait maternel consommé par le nourrisson, cette molécule est formée de deux chaines. Une portion de l'enzyme normale présente la séquence suivante :

… Glu – Leu – Gln – Phé – Asp – Val – His – Tyr – Asn – Gln …

----------> Sens de la lecture

La défaillance de la digestion est due à la modification d'une chaine de l'enzyme normale. Cette modification résulte des déficiences ou délétions intervenues par addition et perte de nucléotides lors de la formation de l'enzyme.

- Addition d'un nucléotide à adénine entre les positions 12 et 13, d'un nucléotide à guanine entre les positions 19 et 20 ;
- Perte de nucléotide à uracile en position 15, d'un nucléotide à cytosine en position 19.

Sachant que l'on dispose des types d'ARN qui au cours de la biosynthèse sont porteurs d'acides aminés :

GUU : Gln ; AAA : Phé ; GUA : His ; GAA : Leu ; CUA : Asp ; CUU : Glu
CAA : Val ; ACC : Trp ; UCU : Arg ; AUA : Tyr ; UUA, UUG :Asn ;

1- Retrouvez la séquence de la chaine polypeptidique anormale.
2- Quel est l'élément indispensable à l'ARNt pour pouvoir fixer l'acide aminé nécessaire.
3- a) Combien de ribonucléotides sont utilisés pour former l'ARNm normal ?
   b) Combien de nucléotides contient le fragment d'ADN responsable de la synthèse de l'enzyme normale ? Justifiez votre réponse.
   c) Combien d'acides aminés renferme une protéine codée par une molécule d'ADN de 870 désoxyribonucléotides ?
   d) Etablissez sous forme d'un tableau, l'extrait du code génétique correspondant à cet exercice.

Exercice 10 :

A la prophase réductionnelle d'une méiose, on assiste à l'apparition des tétrades, appariement des chromosomes homologues. Voici deux fragments d'ADN appariés issus de ces chromatides :

TAC CGT ACC TTT GGC : ADN matrice 1

TAC GGA TCT CCC AGG : ADN matrice 2

A la fin de l'anaphase, les chromatides se séparent et, l'analyse ultérieure des protéines synthétisées grâce à leur message, révèle les séquences suivantes :

Met – Ala – Trp – Gly – Ser (Protéine 1)

Met – Pro – Arg – Lys – Pro (Protéine 2)

1- A quelles séquences protéiques s'attendait-on?
2- Quel phénomène précis a donc eu lieu ?
3- Quelle était la séquence des ADN après l'anaphase ?
4- Quelle est l'importance génétique du phénomène ainsi mis en évidence ?

On donne : Met = AUG ; Ile = AUU ; Pro = CCU, CCG ; Ala = GCA ; Lys = AAA ; Ser = UCC, UCA, UCG, UCU Cys = UGU ; Trp = UGG ; Arg = AGA ; Gly = GGG;
Thr = ACU, ACC, ACG, AGC ; Codon non sens : UAG

Exercice 11 :

A- Voici la séquence d'un brin non transcripteur d'ADN contrôlant la synthèse d'un pigment :

A T G A T T C C T G C A T G T A A G

A la suite d'un agent mutagène, on observe une boucle d'inversion et un changement de nucléotide. Ces mutations, sont responsables de la modification de la coloration du pigment. L'analyse de la synthèse protéique de ce nouveau pigment révèle l'enchaînement suivant :

Met – Ile – Thr – Ser – Cys

1- Déterminez la boucle d'inversion, le nucléotide perdu et le nucléotide gagné.
2- Quelles sont les conséquences de ces mutations ?

B- Un chercheur fabrique un ARN de synthèse contenant uniquement de l'Uracile (U) et de l'Adénine (A).

1- Quels sont les codons qu'il peut obtenir ?
2- En utilisant le code génétique, quel acide aminé peut-il obtenir avec un tel ARNm ?
3- Formez avec tous ces codons, une chaîne polypeptidique de sept (7) acides aminés au maximum.
4- Quelles sont les différentes propriétés du code génétique ? Expliquez – les.

On donne l'extrait du code génétique suivant : AUG = Met ; UCC = Ser ; ACG = Thr ; UGU = Cys ; AUU, AUA = Ile ; GCA = Ala ; UUU = Phe ; CCU = Pro ; UAG, UAA = Codon stop ; UUA = Leu ; UAU = Tyr ; AAU = Asn ; AAA, AAG = Lys

Exercice 12 :

Les intermédines sont au nombre de 2 : α et β qui sont des protéines respectivement de 13 et 18 amino-acides.

On dispose d'un type d'ARN qui au cours de la synthèse des protéines fixe ou apporte des acides aminés nécessaires pour la synthèse de la chaine polypeptidique d'une hormone :
AAA = Phé ; AAU = Leu ; GCC = Arg ; UCA = Ser ; CGU = Ala ; CAC = Val ; CCA = Gly ; GUC = Glu ; GGA = Pro

La lecture des chaines protéiques formant une partie de la protéine est représentée dans le document ci-après :

1	4	8	9	5	8	7	6	2	3	***Intermédine α***

----------->

3	2	5	7	8	8	9	8	4	1	***Intermédine β***

<----------

1 = Leu ; 2 = Arg ; 3 =Phé ; 4 = Gly ; 5 = Pro ;
6 = Glu; 7 = Ala; 8 = Ser; 9 = Val.

1- Comparez les deux polypeptides.
2- Reconstituez les séquences des deux ARN transcrits dans les deux cas.
3- Déterminez de façon précise la cause primordiale (fondamentale) de différenciation entre les intermedines α et β.
4- Retrouvez la séquence du brin d'ADN non fonctionnel correspondant à l'intermédine β.

Exercice 13 :

La figure 1 représente un fragment d'ADN contenu dans une hématie normale à l' origine de l'hémoglobine A. La figure 2 représente un fragment d'ADN contenu dans une hématie falciforme se traduisant par une hémoglobine S.

Figure 1 : CAT GTG GAG TGA GGT CTT GTC ----------> sens de la lecture

Figure 2 : CTG TAC TGG AGT GAG GTG TAC <---------- sens de la lecture

1- Donnez la séquence polypeptidique de l'hémoglobine A.
2- Donnez la séquence polypeptidique de l'hémoglobine S.
3- Ces deux séquences polypeptidiques pouvaient-elles être dictées chacune par un autre brin d'ADN ? Justifiez votre réponse.
4- Les hématies falciformes sont responsables d'une maladie héréditaire, la drépanocytose. Comparez les deux séquences polypeptidiques et concluez quant à l'origine de la drépanocytose.
5- Sachant que la drépanocytose est due à une mutation du gène de l'hémoglobine A, comparez les deux brins d'ADN et dites quel est le nucléotide perdu par l'ADN de l'hémoglobine A et celui gagné par l'hémoglobine S. Précisez la position.

On donne :

Leu = CUC; CUA; CUG; CUU; Glu= GAA; GAG ; Val= GUA; GUC; GUG; GUU ; Thr = ACU; ACC; ACA; ACG; Pro= CCA; CCU; CCC; CGG; Ser= UCU; UCC; UCA; UCG; His= CAU; CAC; Gln= CAG; CAA;

Exercice 14 :

On connait 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 :

… 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 3 mutants M, N et P. l'analyse biochimique de l'hormone chez les mutants donne :
   - M : Leu – Ser – Cys – Val – Ser – Thr – Cys – Cys < ---------- Sen de la lecture
   - N : Cys – Cys – Ala – Phé – Gly – Leu – Ser – Leu ---------->
   - P : Cys – Cys – Ala – Ser – Val ---------->

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 : Alanine (Ala) ; CGC : Arginine (Arg) ; GGU : Glycine (Gly)
UUC, UUU : Phénylalanine (Phé) ; UGC, UGU : Cystéine (Cys) ; UGG : Tryptophane (Trp)
ACU, ACC, ACA : Thréonine (Thr) ; UCG : Serine (Ser) ; GUU : Valine (Val) ;
CUC, CUG : Leucine (Leu) ; AUG : Méthionine (Met).

Exercice 15 :

Les ARNt suivants avec leurs acides aminés activés interviennent dans la synthèse des chaînes polypeptidiques : UAC (Met) ; AUG (Tyr) ; ACC (Trp) ; UUC (Lys) ; GGA (Pro) ; AGU (Ser) ; UUA (Asn) ; GCA (Arg); CGA (Ala).

La séquence normale du polypeptide est :

Met – Lys – Ser – Trp – Tyr – Ala – Pro

Celle du mutant double est :

Met – Lys – Asn – Trp – Tyr – Arg – Pro

1- Reconstituez tous les fragments d'ARN ayant participé à la synthèse du polypeptide normal.
2- Reconstituez la séquence des polynucléotides du brin d'ADN complémentaire à l'origine du polypeptide normal.
3- Comment expliquez-vous au niveau des polynucléotides de l'ARNm l'apparition de la mutation double dans la séquence des polynucléotides du mutant double.
4- Combien de nucléotides a-t-il fallu dans la constitution de l'ARNm du polypeptide normal ?

FIN DES TRAVAUX DIRIGÉS

L'ESSENTIEL DU COURS
SUR
LA REPRODUCTION HUMAINE

Introduction :

La reproduction est la fonction par laquelle se multiplient les êtres vivants. Il existe deux types de reproduction :

- **La reproduction sexuée :** elle est la plus répandue avec des modalités variées chez les animaux et les végétaux. Elle se fait par l'intermédiaire des cellules sexuelles haploïdes (gamètes) et est liée à la fécondation et à la méiose ;
- **La reproduction asexuée** qui s'opère sans intervention des gamètes : c'est la multiplication végétative (bouturage ; marcottage ; greffage ; bourgeonnement…) ou la parthénogénèse (développement d'un individu à partir d'un gamète non fécondé). La reproduction asexuée se rencontre chez certains invertébrés tels les crustacés inférieurs, le puceron, les abeilles et quelques végétaux comme l'ananas et le bananier.

L'Homme, comme tous les mammifères, se reproduit exclusivement par reproduction sexuée ou gamétique ; les sexes sont séparés, la fécondation est interne et elle est précédée d'une copulation au cours de laquelle l'Homme déverse son sperme dans les voies génitales de la femme à l'aide de son pénis. La fécondation conduit à la formation d'un œuf ou zygote, point de départ d'un nouvel individu.

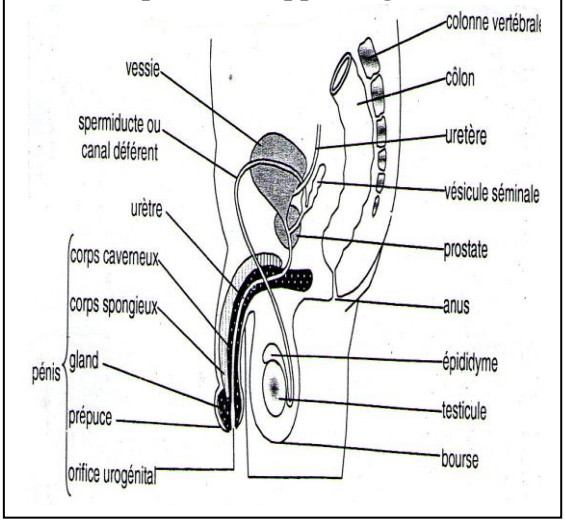
Le fonctionnement des appareils génitaux, masculin et féminin, nécessite une communication, d'une part entre les différents organes qui constituent ces appareils (gonades, voies génitales, glandes annexes) et, d'autre part, entre ceux-ci et le système nerveux.

I- Anatomie des appareils génitaux :

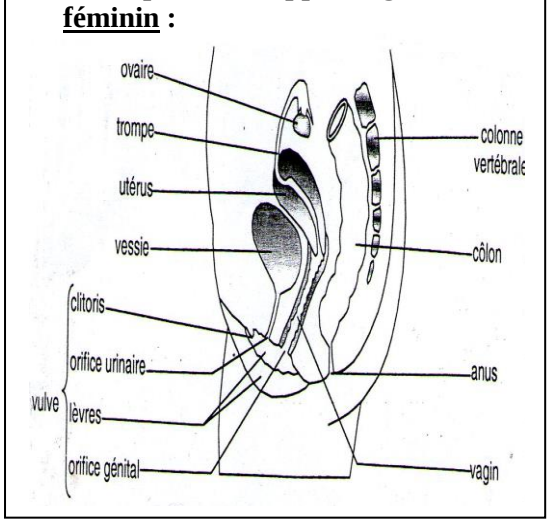
Description de l'appareil génital mâle :

L'appareil génital de l'Homme et de la femme sont construits suivant le même plan d'organisati
Un appareil génital comprend : des gonades (testicules ou ovaires), des voies génitales, des glan
annexes et un organe copulateur.

1- Description de l'appareil génital mâle :



2- Description de l'appareil génital féminin :

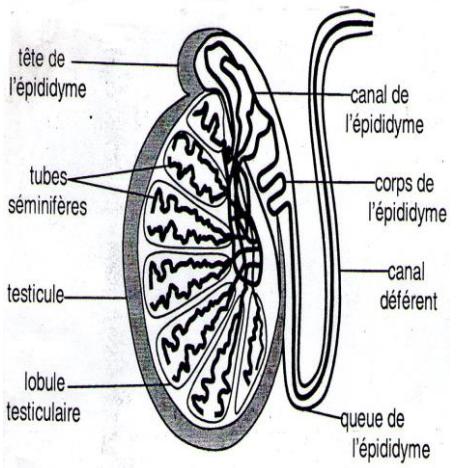


II- Etude comparée des deux appareils génitaux :

Organes	Appareil génital masculin	Appareil génital féminin
Glandes génitales (Gonades)	2 testicules	2 ovaires
Voies génitales (conduits)	▪ Deux épididymes ▪ Deux canaux déférents (spermiductes) ▪ Un urètre ou canal uro-génital	▪ Deux trompes de Fallope (oviductes) ▪ Deux pavillons ▪ Une matrice ou utérus
Glandes annexes	▪ Vésicules séminales ▪ Prostate ▪ Glandes de Cooper ▪ Glandes bulbo urétrales ▪ Glandes de tyson	▪ Glandes cervicales ▪ Glandes de Bartholin
Organes copulateurs	Pénis ou Verge	Un vagin muni de sa vulve

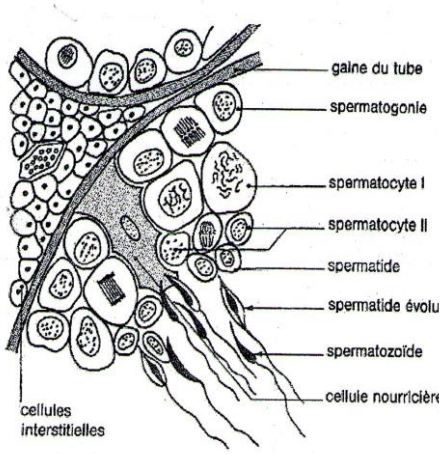
III- Coupe des gonades :

1- Cas de la gonade mâle : le testicule

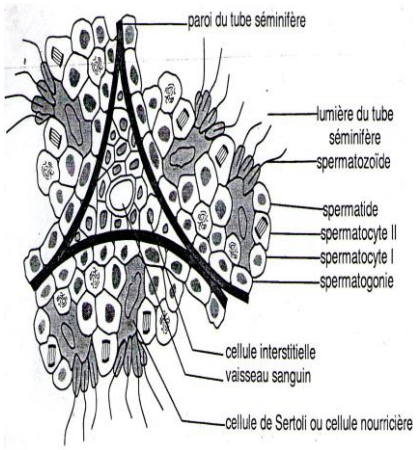


Coupe transversale schématique d'un testicule

Coupe de testicule observée au microscope photonique



Coupe transversale d'un tube séminifère

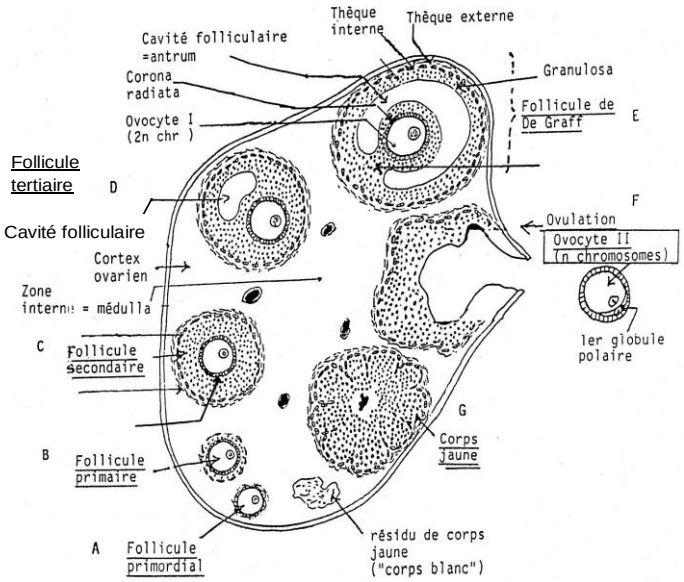


Vue partielle d'une coupe transversale entre trois tubes séminifères

2- Cas de la gonade femelle : l'ovaire

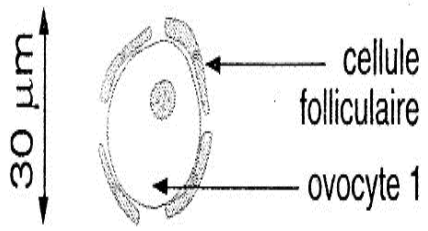
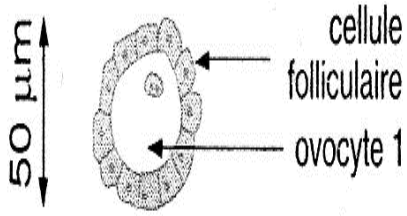
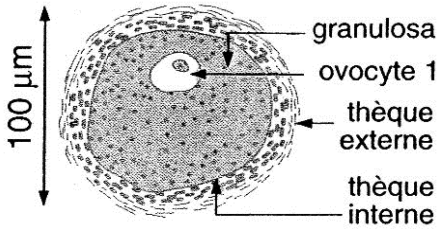
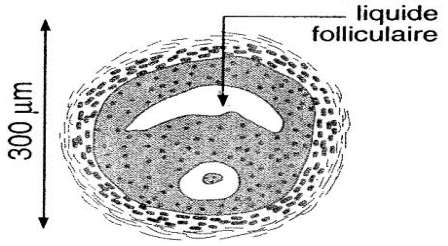
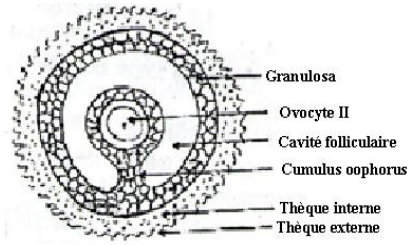
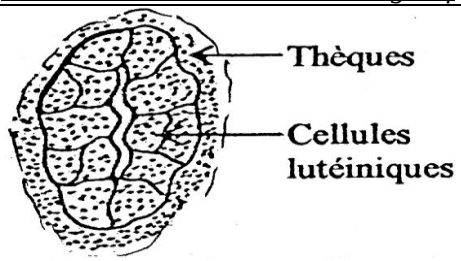
a) Coupe longitudinale de l'ovaire :

Dans l'ovaire se distingue deux zones : la zone médullaire riche en vaisseaux sanguins et en nerfs puis la zone corticale où se déroule la folliculogénèse.



Tome I Edition révisée corrigée et complétée Septembre 2016 Barhel MAHOUKOU & Distel KEMBISSILA

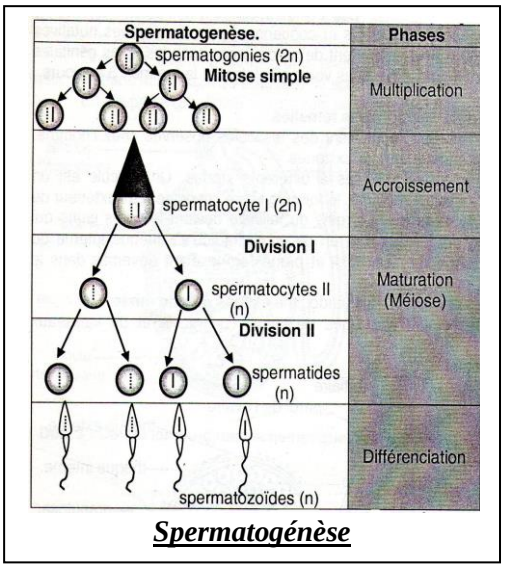
b) Différents types de follicules et leurs caractéristiques :

Stade d'évolution du follicule	Critères de reconnaissance
 *Follicule Primordial*	Quelques cellules folliculaires aplaties non jointive apparaissent autour de l'ovocyte I
 *Follicule Primaire*	Une couronne de cellules folliculaires cubiques et jointives autour de l'ovocyte I
 *Follicule Secondaire*	Plusieurs couches de cellules folliculaires jointives formant la granulosa. Autour de la granulosa, les cellules ovariennes s'organisent en deux couches : la thèque interne granuleuse et la thèque externe fibreuse
 *Follicule Tertiaire*	La granulosa se creuse de cavités remplies de liquide folliculaire. Les cellules de la granulosa et des thèques continuent à se multiplier
 *Follicule Mûr ou Follicule de Degraaf*	A partir d'un follicule tertiaire, croissance en 14 jours du volume du follicule par augmentation du nombre des cellules et accumulation importante du liquide folliculaire créant une forte pression interne. Le follicule fait saillie à la surface
 *Corps jaune*	Après ovulation, les cellules de la granulosa se multiplient, s'hypertrophient ; les cellules de la thèque prolifèrent et envahissent l'ancien follicule. Les vaisseaux sanguins prolifèrent aussi et s'insinuent dans le corps jaune. L'ancienne cavité folliculaire disparait progressivement.

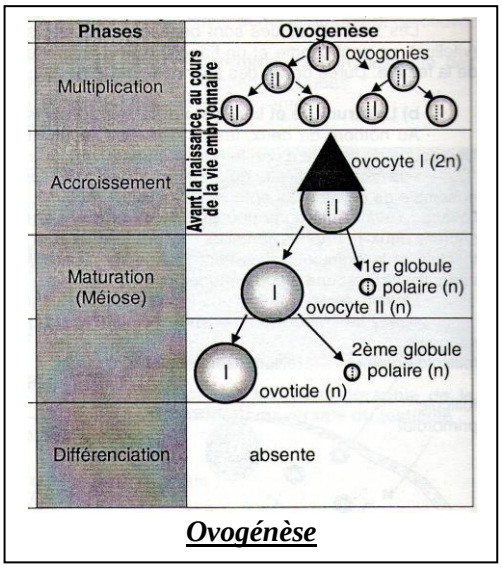
IV- Physiologie des gonades :

Les testicules tout comme les ovaires, ont une fonction exocrine (production des gamètes) et une fonction endocrine (production des hormones).

A- La fonction exocrine des gonades :

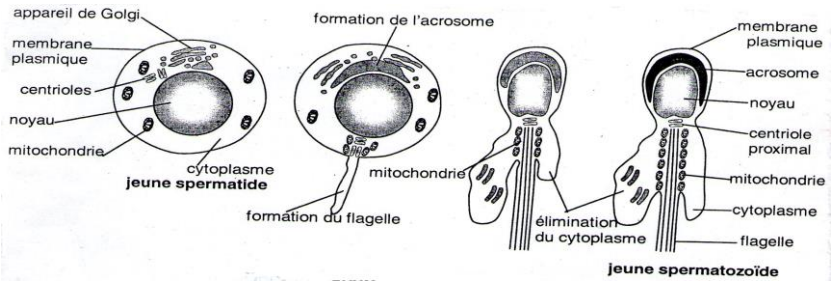


Spermatogénèse

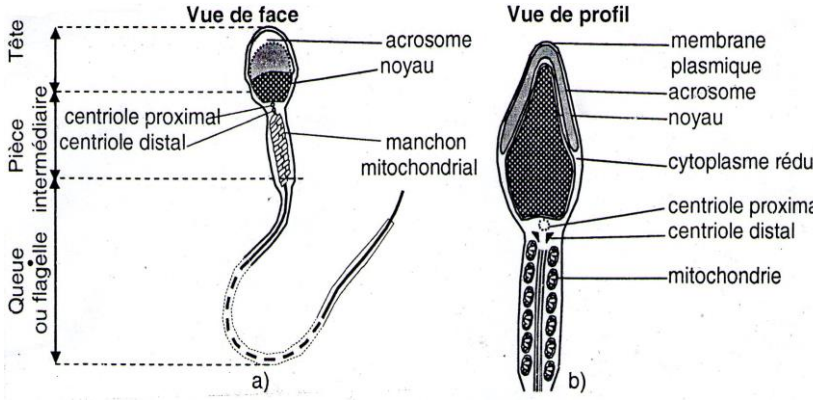


Ovogénèse

1- Le rôle exocrine du testicule : la Spermatogénèse

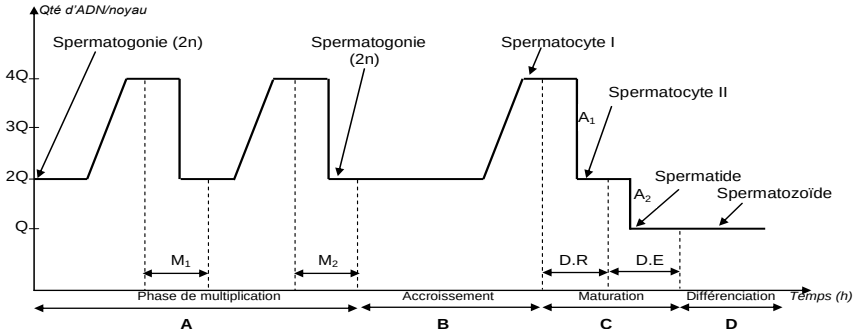


Spermiogénèse chez l'homme

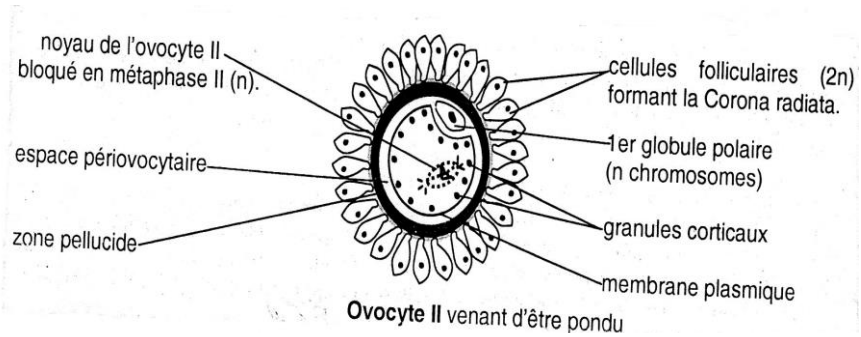


Structure générale (a) ultra structure (b) d'un spermatozoïde

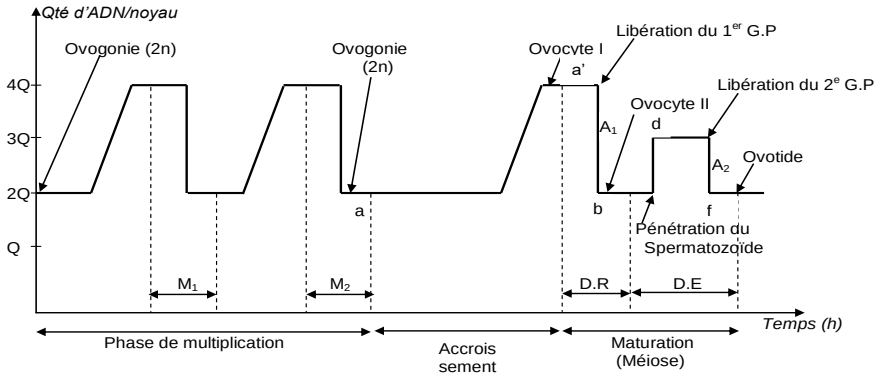
Variation de la quantité d'ADN au cours de la spermatogénèse :



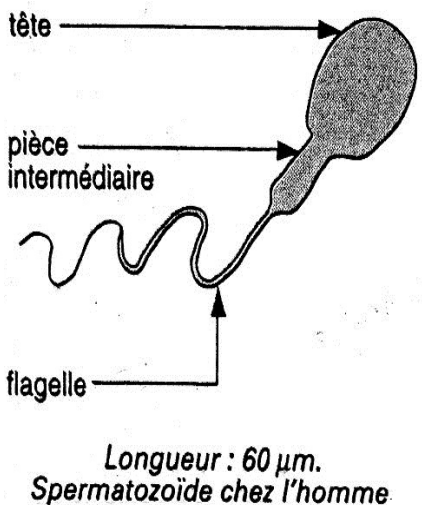
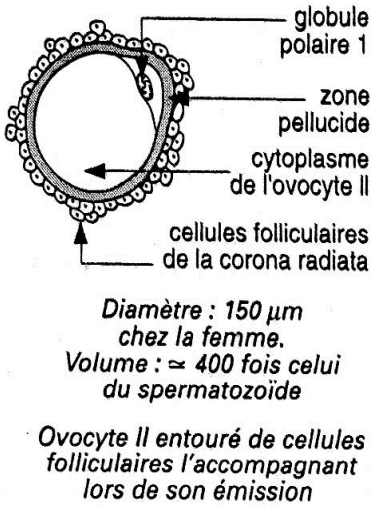
2- Le rôle exocrine de l'ovaire : l'Ovogénèse

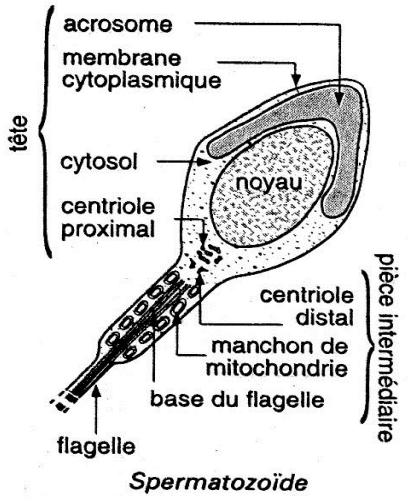
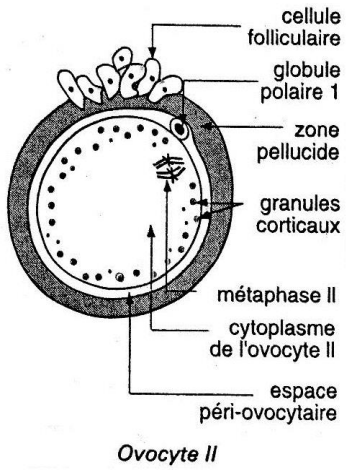


Variation de la quantité d'ADN au cours de l'ovogénèse :



Comparaison gamète mâle – gamète femelle :

	Gamète mâle	Gamète femelle
Niveau de différenciation	Le gamète mâle est toujours le spermatozoïde	Le gamète femelle est à un stade d'évolution différent selon l'espèce. Exemple : • Ovocyte II bloqué en métaphase II chez les mammifères ; • Ovule chez les oursins ; • Ovocyte I bloqué en D.R chez l'ascaris.
Structure au microscope optique		

Ultrastructure au microscope électronique		
Mobilité	Cellule mobile grâce au flagelle	Pas de mobilité propre
Durée de vie	Environ 48 heures et parfois plus (homme)	Environ 24 heures (femme)
Emission (espèce humaine)	De la puberté à la mort, environ 300.10^6 à 500.10^6 par éjaculat	Cyclique, un ovocyte II tous les 28 jours environ, de la puberté à la ménopause

B- <u>La fonction endocrine des gonades</u> :

1- <u>Cas du testicule</u> : production de testostérone et d'inhibine

- **Les cellules de Leydig** du tissu interstitiel synthétisent et sécrètent les hormones sexuelles mâles dont la principale est la testostérone.
- **Les cellules de Sertoli** de la paroi des tubes séminifères, à coté du rôle nourricier des cellules germinales, ont aussi un rôle endocrine : elles sécrètent de l'inhibine qui bloque, par l'intermédiaire de l'hypophyse, la spermatogénèse.

  Les cellules de Sertoli sécrètent également le facteur de croissance (protéine) qui agit sur la paroi du tube séminifère pour stimuler la gamétogénèse.

La testostérone permet le développement et le maintien des caractères sexuels primaires (organes génitaux) et secondaires (pilosité, masse musculaire, comportement…). De plus, elle exerce une régulation sur l'activité des cellules de Sertoli (exemple : stimulation de la synthèse du facteur de croissance) qui elle-même stimule la spermatogénèse.

2- <u>Cas de l'ovaire</u> : production des œstrogènes et de la progestérone

L'activité endocrine de l'ovaire est étroitement liée à la folliculogénèse car c'est le développement des follicules qui est responsable de la sécrétion des hormones.

En effet, les œstrogènes proviennent des cellules folliculaires, de la granulosa et des thèques des follicules. Par contre, la progestérone est produite par les cellules lutéiniques du corps jaune.

<u>Rôle des œstrogènes</u> : ***Les œstrogènes assurent le développement des caractères sexuels secondaires et de la taille de l'endomètre ; occasionnent les contractions de l'utérus et l'abaissement de la température corporelle.***

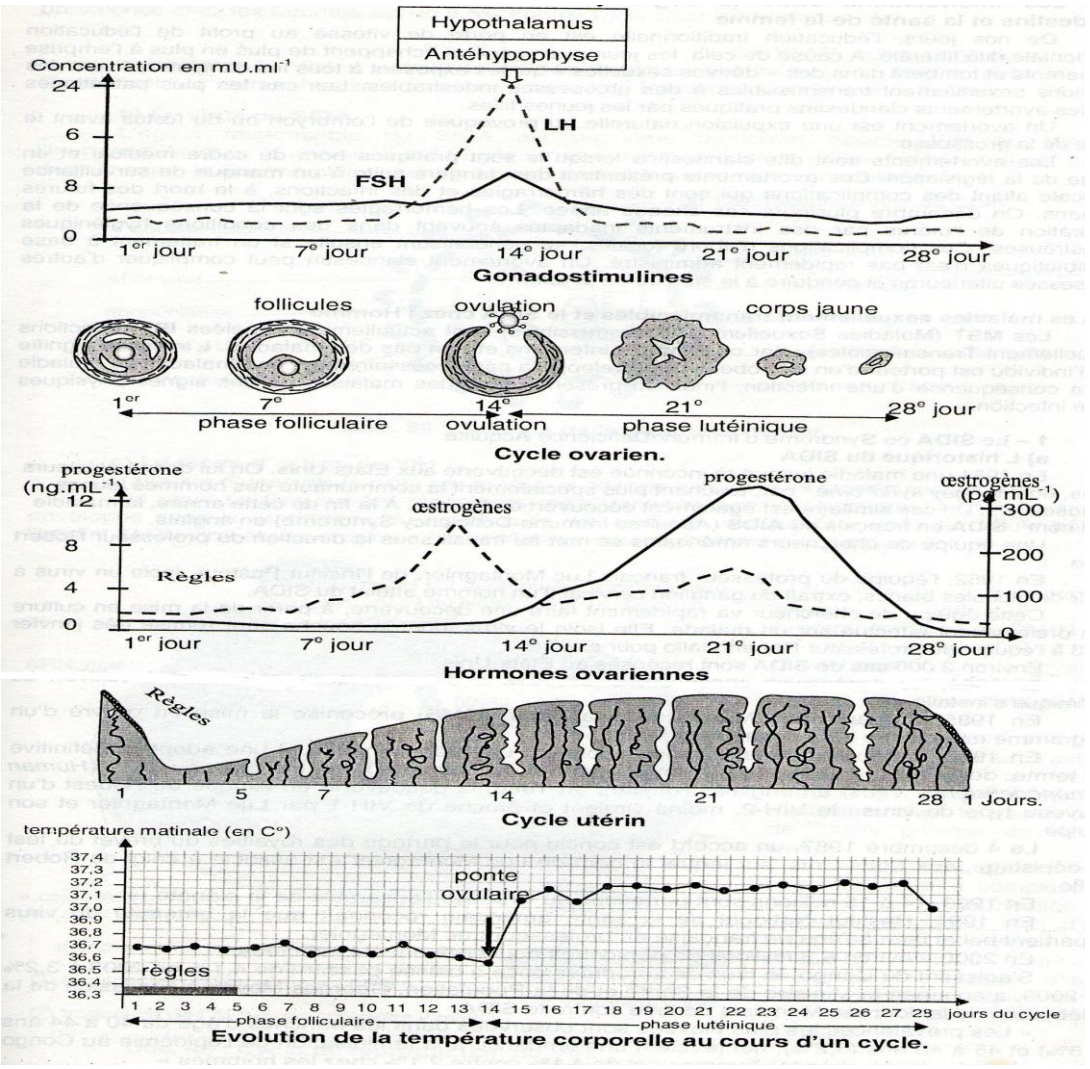
<u>Rôle de la progestérone</u> : ***La progestérone achève le développement de l'endomètre, favorise la mise en place de la dentelle utérine, poursuit le développement des caractères sexuels primaires et secondaires ; augmente la température corporelle***.

V- <u>Les cycles sexuels</u> :

Un cycle est un ensemble d'événements qui se produisent de façon identique à eux même après un intervalle de temps précis.

Chez la femme, on distingue :

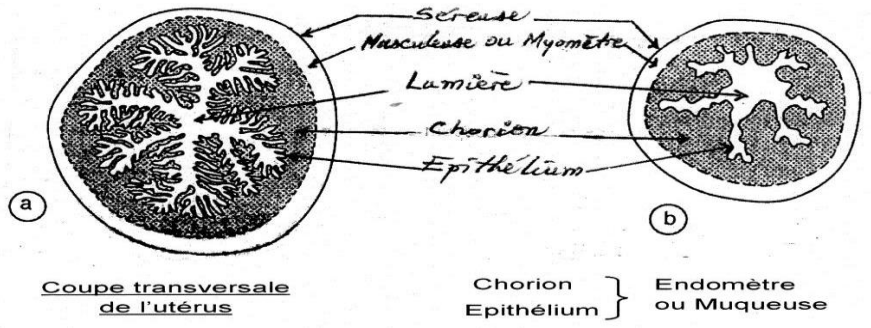
- **Le cycle ovarien :** maturation des follicules dans l'ovaire ;
- **Le cycle hormonal :** production des hormones ;
- **Le cycle utérin :** modifications subies par l'utérus ;
- **Le cycle de température :** variations de la température corporelle.



Le cycle sexuel, quel qu'il soit, se subdivise en trois phases à savoir :

- **La phase folliculaire** qui s'étend du 1er jour des règles jusqu'au jour précédant l'ovulation. Cette phase est marquée par la transformation d'un follicule tertiaire en un follicule mûr ou De Graaf.
- **L'ovulation ou ponte ovulaire :** elle correspond à la rupture du follicule mûr suivie de l'expulsion de l'ovocyte II qui est entouré par les cellules de la corona radiata ou cellules folliculaires.
- **La phase lutéinique ou phase lutéale :** elle est relativement constante et dure 14 jours. Cette phase est caractérisée par la formation et l'évolution du corps jaune. Pendant cette phase, aucun follicule ovarien ne poursuit sa croissance.

Remarque : En absence de fécondation, le corps jaune dégénère en fin de cycle : d'où l'apparition des règles. Par contre s'il ya eu fécondation, le cycle ne reprend qu'après l'allaitement du nouveau né.



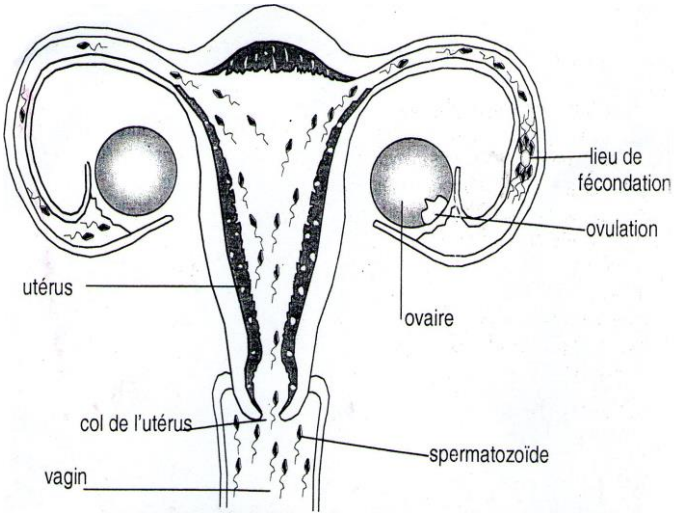
Coupe transversale de l'utérus

VI- La fécondation :

C'est la rencontre puis l'union d'un gamète mâle et d'un gamète femelle. Le résultat de la fécondation est l'obtention d'un œuf ou zygote.

N.B : La fécondation permet de passer de l'haploïdie à la diploïdie.

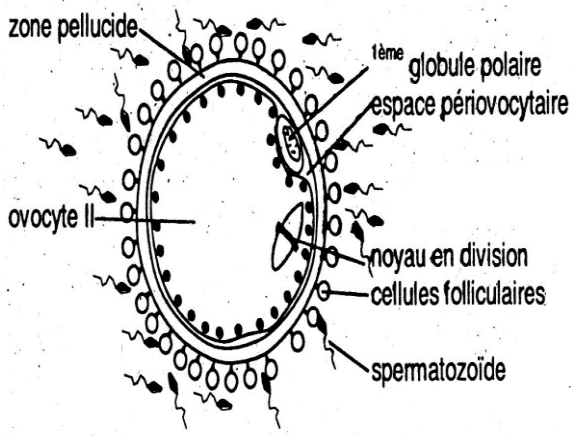
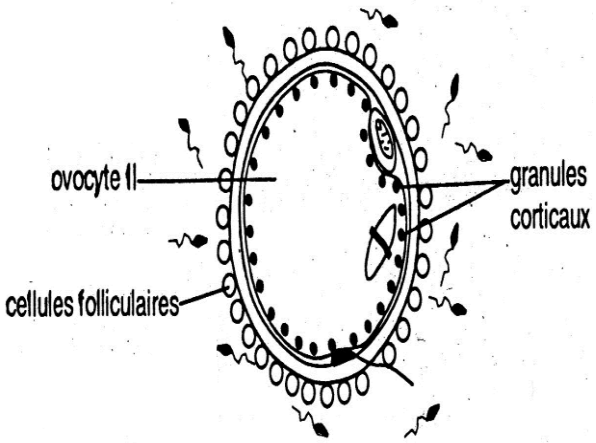
1- Le lieu de la fécondation :

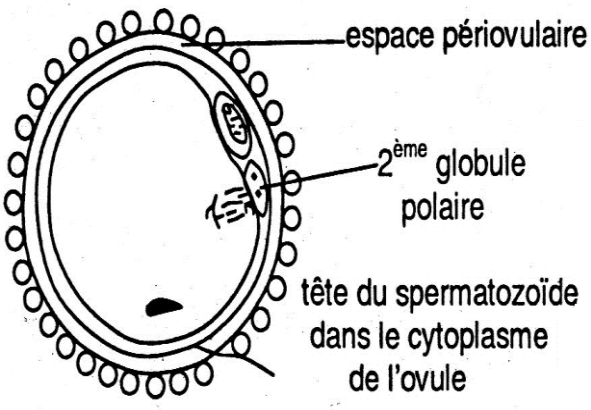
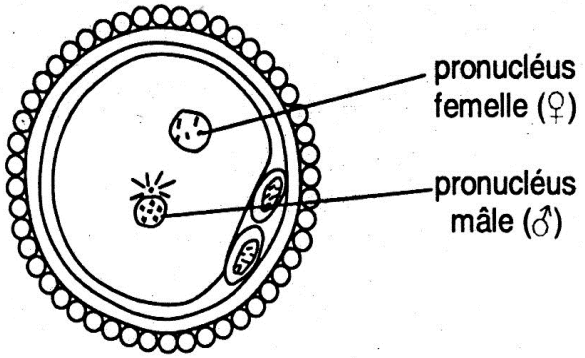
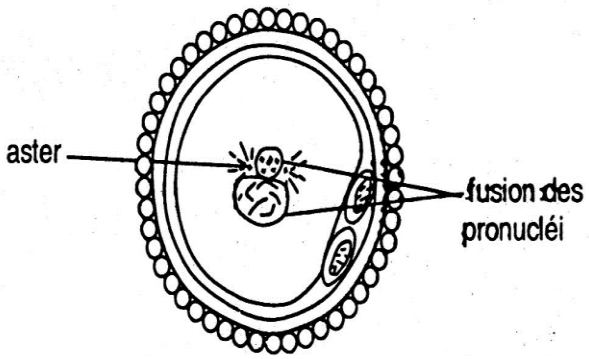


Lieu de la fécondation dans l'appareil reproducteur de la femme

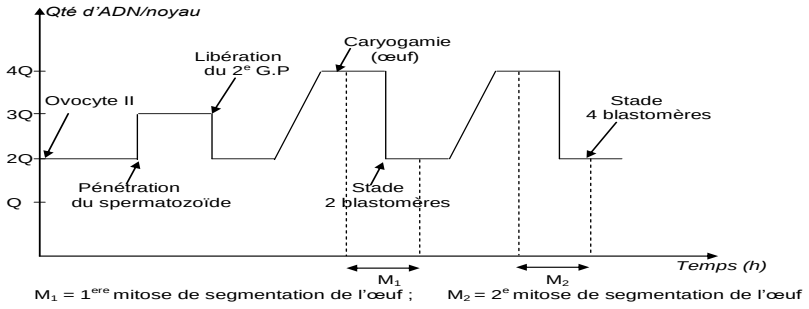
Après une insémination vaginale, les spermatozoïdes se déplacent au hasard dans les voies génitales de la femme et parviennent jusqu'à l'ampoule de fécondation où se produira la fécondation.

2- Les étapes de la fécondation :

a) La migration des spermatozoïdes vers l'ovocyte II : 	La migration des spermatozoïdes vers l'ovocyte II se fait grâce au battement du flagelle et aux contractions utérines. Chez la femme, aucune substance n'attire les spermatozoïdes : on dit qu'il n'ya pas de **chimiotactisme positif**.
b) La pénétration d'un spermatozoïde dans l'ovocyte II : 	Au contact de l'ovocyte II, les cellules folliculaires libèrent des enzymes qui favorisent la fixation des spermatozoïdes au niveau de la zone pellucide. Les spermatozoïdes à leur tour libèrent les enzymes contenues dans l'acrosome et perforent alors la zone pellucide pour accéder à la zone péri ovocytaire puis dans le cytoplasme de l'ovocyte II.

c) <u>Le réveil physiologique de l'ovocyte II</u> :  	La pénétration du spermatozoïde dans l'ovocyte II provoque : ▪ L'éclatement des granules corticaux puis la libération des enzymes contenues dans ces granules ; ▪ La formation de la membrane de fécondation qui empêche la polyspermie ; ▪ L'expulsion du 2e globule polaire ; ▪ La reprise puis l'achèvement de la méiose par l'ovocyte qui deviendra alors ovule.
d) <u>Le rapprochement des pronucléi</u> :  	Après avoir absorbé les substances de réserve contenues dans le cytoplasme de l'ovule, le pronucléus mâle augmente de volume puis, les deux pronucléi se rapprochent l'un de l'autre.
e) <u>La caryogamie ou amphimixie</u> :  	Arrivé proche du pronucléus femelle, le pronucléus mâle effectue une rotation de 180° puis, les deux pronucléi fusionnent pour former l'œuf ou zygote. Cet œuf subit immédiatement les mitoses de segmentation.

3- <u>Evolution de la quantité totale d'ADN dans l'ovocyte depuis la fécondation jusqu'au stade 4 blastomères</u> :



4- <u>Conséquence de la fécondation</u> :

La fécondation a favorisé le passage de l'haploïdie à la diploïdie. L'œuf représente alors le résultat de la fécondation.

VII- Les causes de la stérilité, la PMA et la FIVETE :

1- Les obstacles à la rencontre des gamètes :

Ils peuvent être d'origine féminine ou masculine.

a) Les obstacles d'origine féminine (2/3 des cas) :

- La stérilité hormonale : elle est due à une anomalie de l'ovulation, soit d'origine ovarienne, car parfois l'ovaire ne contient aucun follicule, soit liée aux commandes hypothalamo-hypophysaires. 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 ya bien ovulation mais l'œuf formé va mourir car la progestérone est indispensable à la nidation.
- L'obstruction ou l'altération des trompes : à la suite d'une infection génitale qui empêche la rencontre de « l'ovule » et du spermatozoïde. Seule la chirurgie est efficace dans la plupart des cas pour déboucher les trompes ;
- L'endométriose : c'est la prolifération anormale de cellules de l'endomètre dans les trompes et dans les ovaires. Elle entraine une stérilité qui nécessite l'ablation chirurgicale de ces îlots cellulaires ;
- Le trouble de réceptivité du sperme : l'acidité du pH du vagin tuant certains spermatozoïdes ; l'absence de glaire cervicale ou des anomalies de sa composition empêche la montée des spermatozoïdes dans les voies génitales femelles.

N.B : D'autres cas, dont la cause n'est pas élucidée, semble être d'origine psychique.

b) Les obstacles d'origine masculine (1/3 des cas) :

- L'oligospermie : ou nombre insuffisant de spermatozoïdes dans le sperme. Normalement il ya au moins 100 millions de spermatozoïdes par millilitre de sperme. On considère qu'un nombre inférieur à 60 millions par millilitre peut être responsable d'une infertilité ;
- L'azoospermie : ou absence totale de spermatozoïdes dans le sperme. Il peut s'agir d'une obturation des canaux permettant l'acheminement des spermatozoïdes ; ou d'une absence de production par les testicules. Dans ce dernier cas, les causes sont multiples : atteinte hypophysaire, atteintes infectieuses, oreillons, cryptorchidie.
- L'asthénospermie : ou défaut de mobilité des spermatozoïdes. Il ya normalement au moins 50% de spermatozoïdes mobiles dans le sperme ;
- La tératospermie : ou taux anormalement élevé de spermatozoïdes anormaux dans le sperme. Le pourcentage minimal de spermatozoïdes normaux dans le sperme varie entre 30 et 70%.

N.B : Des anomalies morphologiques du spermatozoïde (2 têtes, 2 flagelles, manque de flagelles) sont également à l'origine de la stérilité masculine.

2- Les techniques de procréation médicalement assistée :

Elle concerne le transfert d'embryon, l'insémination artificielle ou toute autre technique permettant la procréation en dehors du processus normal.

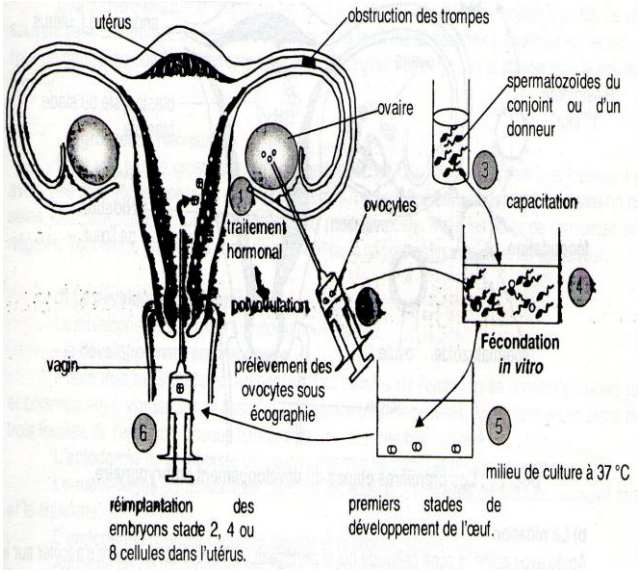
Différentes techniques médicales et chirurgicales peuvent apporter des solutions à l'infertilité ou à la faible fécondité d'un couple. Il s'agit de :

a) L'Insémination Artificielle :
Elle consiste à déposer les spermatozoïdes « 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. Cette technique permet de remédier aux problèmes de mobilité des spermatozoïdes ou à ceux causés par une glaire cervicale inadaptée. L'insémination artificielle permet de rapprocher les spermatozoïdes de l'ovocyte, ce qui augmente les chances de fécondation.

b) L'Insémination Artificielle avec le sperme du Conjoint ou IAC :
Cette technique n'est pratiquée que dans le cas d'homme impuissant ou hypofertile.

c) L'Insémination Artificielle avec le sperme d'un donneur Anonyme ou IDA :
Elle est due à une stérilité résultant d'une déficience du sperme du mari. Longtemps pratiquée en Occident, cette méthode est de plus en plus pratiquée dans les pays africains.

3- Fécondation In Vitro et Transfert d'Embryon (FIVETE) :



Etapes de la FIVETE

Le principe consiste à déclencher artificiellement une 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 préparé.
L'ensemble est laissé en incubation pendant plusieurs heures. Dès que les 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.

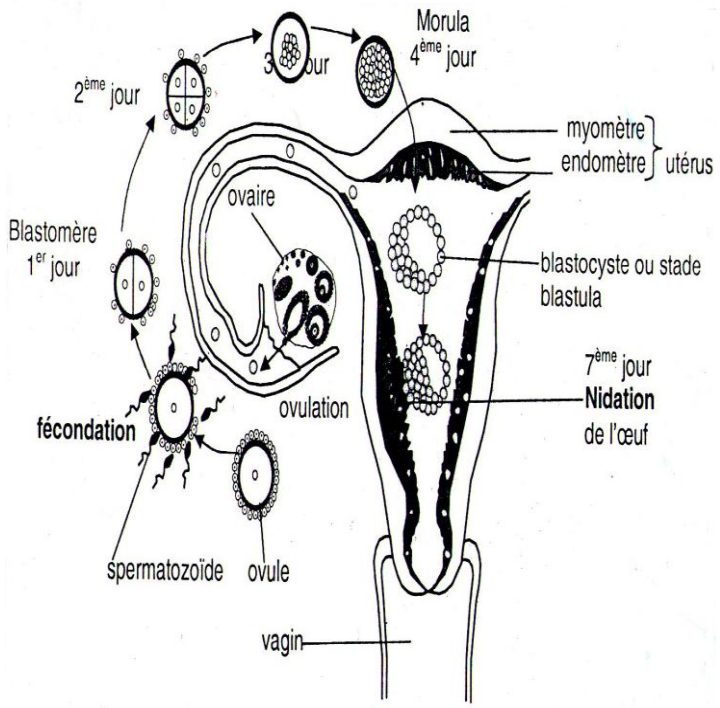
Deux jours passés dans une éprouvette, sur neuf mois de grossesse ont valu à l'enfant le nom abusif de « bébé-éprouvette ». Cette technique qui se fait exclusivement en milieu hospitalier a été utilisée pour la première fois dans l'espèce humaine avec succès en 1978 en Angleterre avec la naissance de Louise Brown. C'est une solution aux problèmes de stérilité chez les femmes dont les trompes sont obstruées.

VIII- La gestation ou grossesse :

La grossesse commence dès le stade œuf et s'arrête à l'accouchement. Son développement se déroule en deux phases à savoir : **la progestation** et **la gestation**.

1- La progestation :

Elle s'étend du stade œuf jusqu'à la nidation et se déroule au niveau des trompes.



Après la formation de l'œuf, il se produit des mitoses de segmentation. Ainsi l'œuf donne successivement deux blastomères, quatre blastomères…puis un peu plus tard la morula.
La morula se creuse ensuite d'une cavité et devient un blastocyste libre. Celui-ci adhère alors à la muqueuse utérine : **c'est la nidation**.

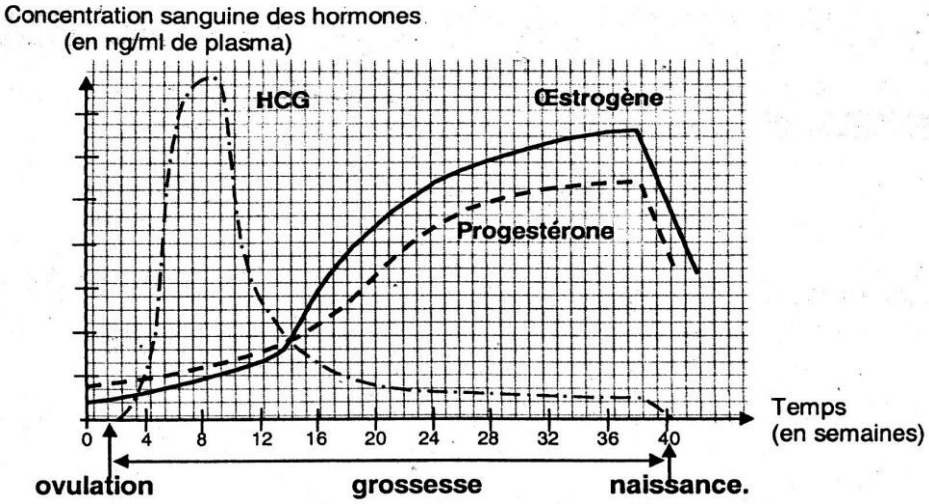
2- La gestation proprement dite :

Elle s'étend de la nidation jusqu'à l'accouchement. Pendant cette période, il se produit la mise en place de trois feuillets : **l'ectoblaste**, **le mésoblaste** et **l'endoblaste** à partir desquels vont se différencier les différents organes du futur bébé. Ainsi, l'embryon deviendra un fœtus qui à l'accouchement sera appelé nouveau né ou bébé.

IX- L'accouchement :

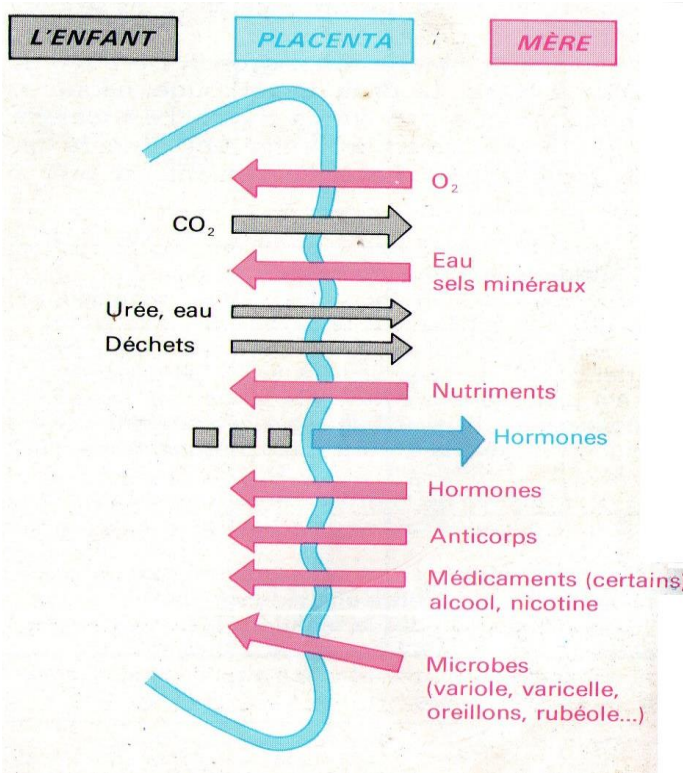
L'accouchement est déclenché lorsque le taux de progestérone et d'œstrogènes chutent. Il se produit alors des contractions de l'utérus. Celles-ci sont renforcées par une hormone hypophysaire appelée ocytocine. Le col de l'utérus s'efface progressivement, une petite hémorragie s'ensuit puis la cavité amniotique ou poche des eaux est rompue, le fœtus est expulsé : c'est **l'accouchement**.

1- Variation des taux sanguins des hormones au cours de la grossesse :



2- Rôle du placenta au cours de la grossesse :

Pendant le développement de la grossesse, le placenta joue plusieurs rôles à savoir :



- **Un rôle endocrine :** production de la progestérone et des œstrogènes qui assurent le développement du fœtus à partir du 3eme mois de grossesse ;
- **Un rôle d'échange nutritionnel** entre la maman et le fœtus. En effet, la maman apporte au fœtus les éléments nécessaires à son développement (eau, sels minéraux, vitamines, acides aminés, ions oxygène, anticorps), mais aussi certains éléments toxiques comme l'alcool, certains microbes. Le fœtus envoie chez la maman les déchets du métabolisme.
- **Un rôle de filtre sélectif :** le placenta s'oppose au passage de certains médicaments et microbes vers le fœtus.

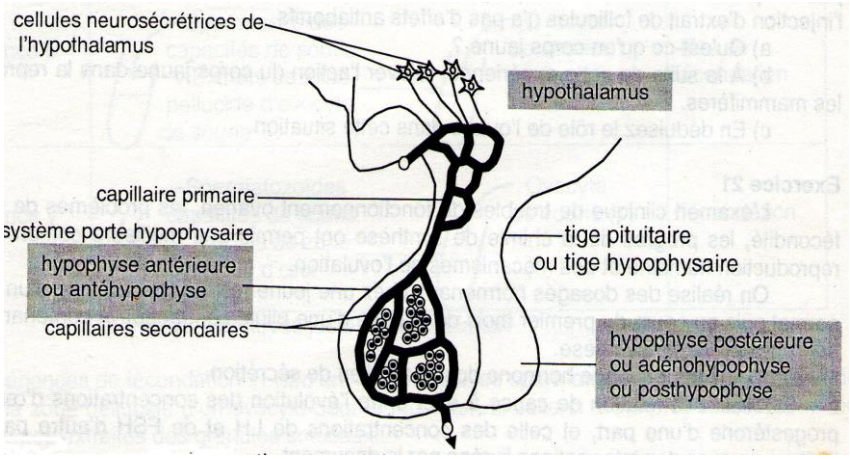
Remarque : Avant la mise en place du placenta, l'organisme produit l'HCG (Hormone Gonadotrophine Chorionique) qui assure la survie du corps jaune en attendant que le placenta se positionne. D'où, une ovariectomie pratiquée avant la mise en place du placenta entraine un avortement.

3- La production du lait :

La production du lait obéit à un phénomène réflexe et à un phénomène endocrine. En effet, lorsqu'on suce les mamelons, il ya naissance d'un influx nerveux qui parvient jusqu'à l'hypophyse et, l'hypophyse à son tour libère la prolactine qui agit sur les acini producteurs du lait.

X- Le contrôle hypothalamo-hypophysaire de la reproduction :

A- Structure de l'hypophyse :



Structure du Complexe Hypothalamo-Hypophysaire

B- Contrôle hypothalamo-hypophysaire chez l'homme :

1- Rôles de l'hypophyse :

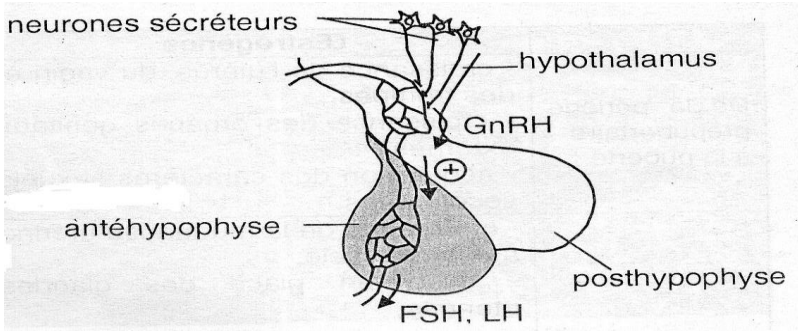
a) Expériences :

- L'ablation de l'antéhypophyse (hypophysectomie) chez un adulte entraine l'atrophie des cellules de Leydig et l'absence de la spermatogénèse.
  Conclusion : L'antéhypophyse est responsable de la spermatogénèse, du développement puis du maintien des cellules de Leydig.
- Les injections d'extraits hypophysaires restituent un état et un fonctionnement normaux des cellules de Leydig et de la spermatogénèse.
  Conclusion : L'hypophyse agit par l'intermédiaire des hormones.

b) Les hormones hypophysaires ou gonadostimulines : FSH et LH

- La FSH active indirectement la spermatogénèse par l'intermédiaire des cellules de Sertoli ;
- La LH stimule les cellules de Leydig qui produisent la testostérone.

2- Contrôle de l'hypophyse par l'hypothalamus :



Action de l'hypothalamus sur l'hypophyse

a) Expériences :

- La destruction des groupes de neurones hypothalamiques entraine un arrêt de la production des gonadostimulines ;
- La stimulation électrique de ces mêmes groupes de neurones active au contraire la sécrétion des hormones hypophysaires ;
- La section de la tige pituitaire entraine un arrêt de la production de FSH et LH par l'hypophyse.

Conclusion : La sécrétion des gonadostimulines par l'hypophyse est donc sous le contrôle de l'hypothalamus grâce à une substance appelée **GnRH** (Gonadotrophine Releasing Hormone) ou **Gonadolibérine**.

b) Mode d'action :

La GnRH est une **neurohormone** synthétisée de manière pulsatile par certains neurones de l'hypothalamus et qui stimule la libération de FSH et LH.

3- Contrôle testiculaire ou rétrocontrôle (Feed-back) :

a) Expérience :

- La castration bilatérale d'un mâle adulte est suivie d'une élévation de production de gonadostimulines.
- L'injection massive de testostérone stoppe les pulses de GnRH, et par suite, les pulses de FSH et LH.

Conclusion :

- La testostérone exerce donc en permanence un effet modérateur sur le système de commande hypothalamo-hypophysaire ;
- Un taux constant de testostérone est nécessaire à l'activité sexuelle mâle.

b) Mode d'action :

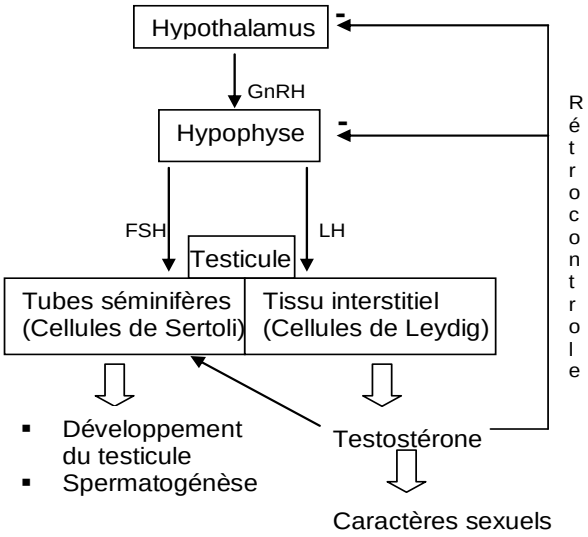


Schéma fonctionnel sur la régulation de l'hormone testiculaire

Les cellules hypophysaires et hypothalamiques qui jouent le rôle de capteurs, détectent toute augmentation de testostérone et diminuent en conséquence la sécrétion de FSH et de LH, ce qui freine l'activité des cellules de Leydig et donc, entraine un retour à la normale du taux de testostérone : il ya **rétrocontrôle (feed-back) négatif**.

Remarque : Chez l'homme, le rétrocontrôle positif n'existe pas du fait que le taux de testostérone dans l'organisme ne varie pas.

C- Contrôle hypothalamo-hypophysaire chez la femme :

1- Rôles de l'hypophyse :

a) Expérience :

- L'ablation de l'hypophyse antérieure (hypophysectomie) entraine l'atrophie des ovaires et l'arrêt du cycle ovarien.

Conclusion : L'hypophyse antérieure contrôle l'activité ovarienne et assure le maintien des ovaires.

- L'injection d'extraits antéhypophysaires à une femme impubère déclenche la maturation précoce des follicules ovariens et la formation du corps jaune.

Conclusion : L'hypophyse stimule l'activité des ovaires au moyen des hormones (**voie hormonale**).

- La greffe d'hypophyse après l'hypophysectomie permet la reprise des sécrétions ovariennes.

Conclusion : L'activité hypophysaire sur l'ovaire se fait par voie sanguine (**voie humorale**).

b) Les hormones hypophysaires ou gonadostimulines : FSH et LH

Cf cycles sexuels

2- Rôle de l'hypothalamus :

a) Expériences :

- La section de la tige pituitaire entraine l'arrêt de l'activité ovarienne.

Conclusion : L'hypothalamus est indispensable à l'activité ovarienne.

- La stimulation électrique de certaines zones de l'hypothalamus chez une femme adulte déclenche la production de LH et l'ovulation.

Conclusion : Les neurones hypothalamiques interviennent dans la production d'hormones hypothalamiques.

b) Mode d'action de l'hypothalamus :

La GnRH, synthétisée par les neurones hypothalamiques, libérée dans le sang est une neurohormone qui stimule les cellules sécrétrices de LH (surtout) et de FSH.

3- Contrôle ovarien ou rétrocontrôle (Feed-back) :

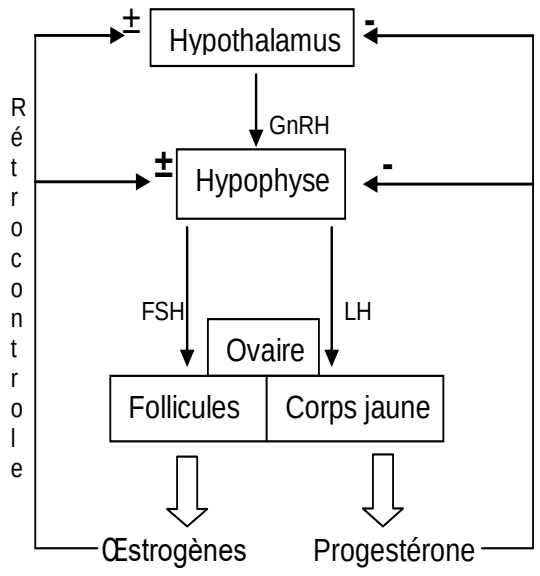


Schéma fonctionnel sur la régulation des hormones ovariennes

L'ablation des ovaires provoque la sécrétion des gonadostimulines en quantité importante et supprime le pic de LH. On en déduit que les ovaires exercent une action négative ou inhibitrice sur le complexe hypothalamo-hypophysaire.

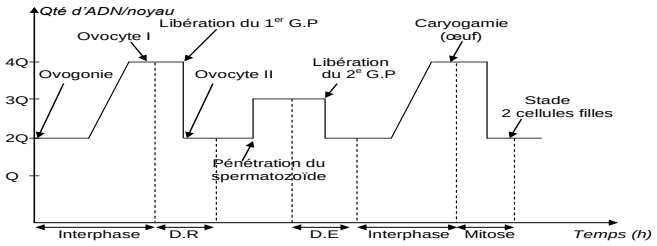
- Une hausse des taux d'hormones ovariennes est suivie d'une diminution des taux sanguins des gonadostimulines : c'est le **feed-back négatif**.
- Une chute des taux d'hormones ovariennes est suivie d'une augmentation des taux sanguins de gonadostimulines : c'est le **feed-back positif**.

N.B : On appelle feed-back, le rétrocontrôle ou contrôle en retour exercé par les gonades sur le complexe hypothalamo-hypophysaire.

XI- Les cas particuliers de reproduction chez les animaux :

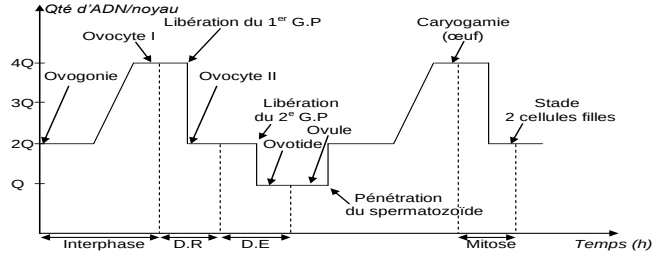
A- Rapport : fécondation, développement du gamète femelle et quantité d'ADN :

1- Chez les Mammifères :



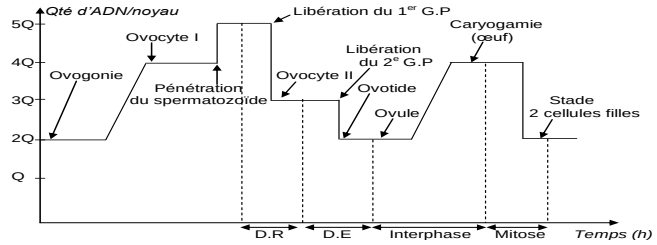
Le spermatozoïde pénètre dans l'ovocyte II, gamète femelle ayant un noyau bloqué en métaphase II.

2- Chez l'Oursin :



Le spermatozoïde pénètre dans l'ovule, gamète femelle ayant terminé sa méiose.

3- Chez l'Ascaris :



Le spermatozoïde pénètre dans l'ovocyte I, un gamète n'ayant pas subi la méiose.

B- Ovulation provoquée :

Chez la chatte, la lapine, la femelle de l'écureuil, la femelle de vison (…), l'ovulation est provoquée par l'accouplement. Les influx nerveux sensitifs nés à partir de la muqueuse vaginale dus aux frottements du pénis, sont transmis à l'encéphale en passant par la moelle épinière. L'encéphale les transforme en les réfléchissant sur l'hypothalamus qui secrète la GnRH. Celle-ci stimule l'hypophyse, d'où le pic de LH qui déclenche l'ovulation.

XII- La Contraception et la Contragestion :

La contraception désigne l'ensemble de moyens et méthodes utilisables par un couple pour éviter une grossesse indésirée, alors que la contragestion est l'ensemble des pratiques utilisables par un couple pour empêcher l'évolution d'une grossesse après formation de l'œuf. La connaissance des cycles sexuels a permis la mise au point de contraceptifs hormonaux : pilules « classiques », mini et micropilules. Cependant, d'autres méthodes contraceptives non hormonales existent : stérilet, préservatif, produits spermicides…

1- La contraception naturelle :

Différentes Méthodes Naturelles		Mode d'action
La méthode du coït	▪ Le coït interrompu ▪ Le coït réservé	Empêcher le sperme de pénétrer dans le vagin
Les méthodes d'auto-observation (M.A.O)	▪ Observation de la glaire cervicale ▪ Observation de la position du col de l'utérus ▪ Observation de la température	Situer la période approximative d'ovulation
Les méthodes Ogino	Calculer la date probable de l'ovulation	

2- Autres méthodes de Contraception et de Contragestion :

Mode d'action	Contraception hormonale	Contraception Non Hormonale
Empêcher la rencontre des gamètes	▪ Micropilule : progestatif de synthèse en faible quantité. Agit sur la glaire cervicale en la rendant « imperméable » aux spermatozoïdes. ▪ Toutes les pilules contenant des progestatifs de synthèse agissent de la même façon.	▪ Préservatifs ; ▪ Diaphragme ; ▪ Spermicides, qui tuent les spermatozoïdes ; ▪ Ligature des trompes ; ▪ Ligature ou section des spermiductes (vasectomie)
Empêcher la production des gamètes	▪ Pilule combinée (progestérone + œstrogènes) supprimant le pic de LH (empêche l'ovulation)	
Empêcher la nidation	Toutes les pilules contenant de la progestérone. Du fait de la présence de progestérone, elles empêchent la prolifération de la muqueuse utérine pendant la phase folliculaire	▪ Stérilet
Empêcher la gestation		▪ RU 486 : anti-hormone. Analogue structural de la progestérone, il bloque les récepteurs de la progestérone et empêche son action sur le maintien de la muqueuse utérine. Ceci entraîne une expulsion de l'œuf implanté.

FIN DE L'O.G.

TRAVAUX DIRIGES
SUR
LA REPRODUCTION HUMAINE

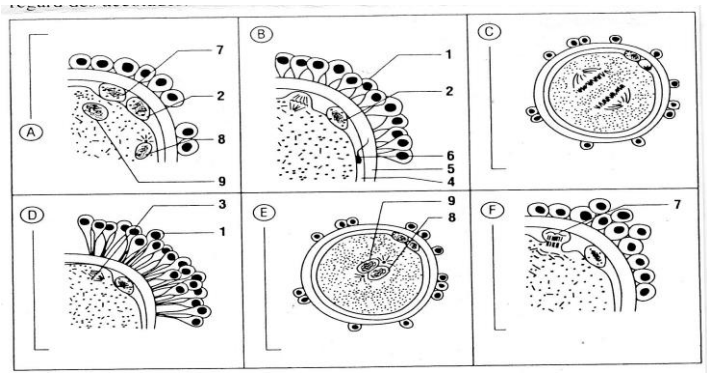
Première Partie : questions de cours

A- Définitions : Parabiose ; Hypertrophie ; Feed-back ; Castration ; Fécondation ; Caryogamie ; Ovariectomie ; Atrophie ; Tératospermie ; Hypophysectomie.

B- Schémas :

1- Réalise les schémas annotés du Spermatozoïde humain, du follicule mûr et de l'Ovocyte II.

2- La figure ci-dessous représente les différentes phases de la fécondation chez la femme.



Légendez-la, puis classez dans l'ordre chronologique les différentes étapes de la fécondation, en précisant les critères de choix.

C- Question à Choix Multiple (QCM) :

Chaque série d'affirmations peut comporter une ou plusieurs réponses exactes. Repérer les affirmations correctes

1- La testostérone :

a) Est une hormone produite par les tubes séminifères ;
b) A un taux sanguin constant car sa sécrétion est en permanence exactement équilibrée par sa dégradation dans l'organisme ;
c) Est sécrétée de façon pulsatile, c'est-à-dire sous forme d'épisodes de libération, intenses mais brefs ;
d) Une protéine hormonale.

2- Les gonadostimulines :

a) Sont des hormones produites par des gonades ;
b) Sont deux glycoprotéines : FSH et LH ;
c) Sont sécrétées de façon pulsatile ;
d) Sont susceptibles de restaurer l'activité testiculaire chez un sujet dont l'hypophyse est défaillante.

3- Les hormones contenues dans la pilule :

a) Exercent un feed-back positif sur le complexe hypothalamo-hypophysaire.
b) Sont des hormones naturelles secrétées par la femme.
c) Empêche l'ovulation.

4- Les follicules ovariens :

a) Sécrètent au cours de la phase folliculaire deux types d'hormones stéroïdes : des œstrogènes et la progestérone ;
b) Ne se développent que s'ils sont stimulés par des gonadostimulines hypophysaires ;
c) Se transforment en corps jaunes après l'ovulation ;
d) N'ont aucune influence sur le développement du reste de l'appareil génital.

5- Les hormones ovariennes :

a) Sont responsables de l'évolution cyclique de l'endomètre ;
b) Agissent sur des organes cibles qui ne sont pas exclusivement situés au niveau des voies génitales ;
c) Exercent en permanence une rétroaction négative sur la sécrétion des gonadostimulines ;
d) Sont sécrétées de façon cyclique, même en l'absence de neurohormone hypothalamique.

6- La fécondation :

a) Annule le brassage génétique réalisé par la méiose.
b) Assure une séparation indépendante des allèles de chaque gène.
c) Contribue à la variabilité génétique des individus d'une espèce.

7- <u>Le complexe hypothalamo-hypophysaire</u> :

a) Dirige l'activité ovarienne grâce à des sécrétions hormonales qui varient cycliquement ;
b) A un fonctionnement indépendant des influences extérieures provenant par exemple de l'environnement ;
c) Est hiérarchisé, l'hypothalamus stimulant les cellules hypophysaires à FSH ou à LH grâce à une neurohormone de nature stéroïde ;
d) Est sensible aux variations des taux d'hormones ovariennes.

8- <u>La GnRH</u> :

a) Est une hormone produite par certains neurones de l'hypothalamus ;
b) Est conduite jusqu'aux cellules de l'antéhypophyse par les axones des neurones sécréteurs ;
c) Stimule directement la sécrétion de l'hormone testiculaire ;
d) Est déversée dans le sang sous forme de « pulses ».

9- <u>Le pic de LH déclenche</u> :

a) La deuxième division de la méiose.
b) La croissance folliculaire.
c) La croissance du corps jaune.

D- <u>Appariement</u> :

1- Associez une lettre de la colonne A avec un numéro de la colonne pour former un couple.

Colonne A	**Colonne B**
a) Corps jaune b) Progestérone c) Pilule contragestive d) Hypophyse e) Pic de LH	5- Ovulation 6- Glande qui secrète deux hormones contrôlant l'activité ovarienne 7- Hormone ovarienne secrétée uniquement en deuxième phase du cycle sexuel 8- Empêche la grossesse 9- Résultat de la transformation du follicule ovarien après l'ovulation

2- Associez directement les organes ou structures numérotées et leurs désignations données par les lettres

Colonne A	**Colonne B**
1- Vésicule séminale	a) Gonade mâle
2- Gonade	b) Glande annexe
3- Ovocyte II	c) Gonade femelle
4- Canal déférent	d) Gamète mâle
5- Testicule	e) Voie génitale
6- Utérus	f) Gamète femelle
7- Ovaire	g) Glande reproductrice
8- Spermatozoïde	h) Voie génitale mâle

E- <u>Vrai ou Faux</u> :

E.1- Répondez par vrai ou faux :

1- <u>La pilule bloque l'ovulation en</u> :
   a) Supprimant le pic de LH
   b) Supprimant le pic d'œstradiol
   c) Exerçant un rétrocontrôle négatif sur le complexe hypothalamo-hypophysaire
2- <u>La stérilité masculine peut être causée par</u> :
   a) Les canaux déférents obstrués
   b) Les spermatozoïdes anormaux
   c) Un pH du sperme compris entre 7 et 7,5

E.2- Parmi les affirmations suivantes, identifiez celles qui sont vraies et celles qui sont fausses :

1- Les hormones ovariennes sont sécrétées de manière cyclique même en l'absence des hormones du complexe hypothalamo-hypophysaire.
2- Le préservatif masculin est le seul moyen de protection contre le VIH/SIDA
3- Le pic de LH chez la femme mâture et en bonne santé provoque l'ovulation.
4- La multiplication des ovogonies a lieu dans l'ovaire embryonnaire.

5- Les hormones ovariennes exercent en permanence un rétrocontrôle sur la sécrétion de LH.
6- Le RU486 est une molécule contraceptive.
7- Le RU486 vise à empêcher l'action de la progestérone.
8- Le corps jaune ne secrète que de la progestérone.
9- Les œstrogènes sécrétés par l'hypophyse commandent le cycle de l'utérus.
10- La GnRH est une neurohormone sécrétée par certains neurones de l'hypothalamus.
11- La castration d'un animal entraine une augmentation de la sécrétion de FSH et LH.

F- <u>Réarrangement</u> :

La FIVETE est la fécondation in vitro et transfert d'embryon. Les étapes du déroulement de cette technique de procréation sont données en désordre :

a) Capacitation des spermatozoïdes ;
b) Transfert des embryons dans l'utérus ;
c) Prélèvement des ovocytes matures ;
d) Prélèvement des spermatozoïdes ;
e) Nidation de l'embryon.

Ordonnez ces étapes selon la numérotation.

Deuxième Partie : Résolution des exercices

<u>Exercice 1</u> :

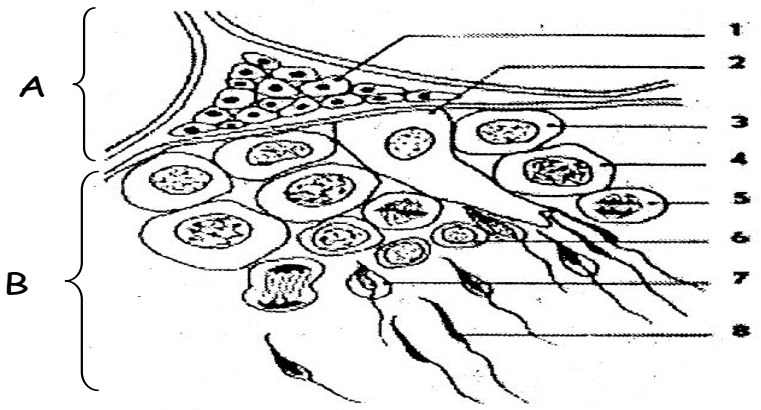
Pour comprendre les relations qui s'établissent entre les ovaires et l'utérus, on réalise chez une lapine mâture les expériences suivantes :

- *<u>Expérience 1</u> :* L'ablation des deux ovaires chez une lapine mâture provoque l'arrêt du cycle utérin suivi d'une régression de l'utérus.
- *<u>Expérience 2</u> :* La greffe d'ovaire à une lapine ovariectomisée déclenche la reprise du cycle utérin.
- *<u>Expérience 3</u> :* L'injection d'extraits ovariens à une lapine ovariectomisée provoque les mêmes effets que la greffe d'ovaire.
- *<u>Expérience 4</u> :* L'injection d'extraits ovariens à une jeune lapine immature provoque l'apparition précoce du cycle utérin puis l'écoulement du sang.
- *<u>Expérience 5</u> :* L'ablation de l'utérus à une lapine mâture ne modifie pas le cycle ovarien.

1- Analysez cette série d'expérience et concluez
2- Quelle est la relation qui existe entre les deux organes étudiés ? Comment pouvez-vous la qualifier ?

<u>Exercice 2</u> :

On soumet des testicules aux ravons X.

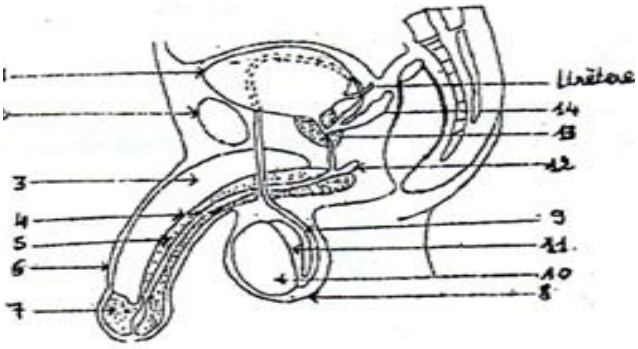


- La zone A de la figure ci-dessous est détruite et l'animal devient stérile.
- La zone B de la même figure n'est pas lésée et les caractères sexuels secondaires persistent puis disparaissent.

1- Annotez et titrez ce schéma. Dessinez soigneusement l'élément 8 de la figure 1.
2- Qu'entend-t-on par caractères sexuels secondaires ?
3- Donnez une conclusion sommaire après analyse des résultats.

Exercice 3 :

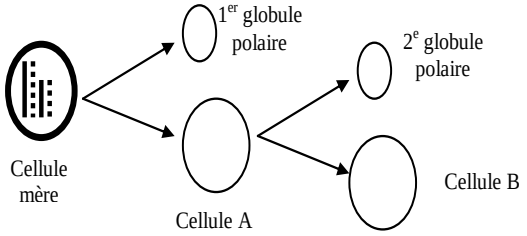
Le document ci-dessous représente l'appareil reproducteur de l'homme.



1- Sans reproduire le schéma, annotez-le selon la numérotation.
2- Dans l'élément 10 se déroule un phénomène important au niveau des tubes séminifères.
   a) Quel est ce phénomène ? Citez ses étapes.
   b) Faites un schéma annoté du produit final obtenu au cours de ce phénomène.
3- Chez l'homme, la castration effectuée après la puberté, provoque outre la stérilité, la régression des caractères sexuels primaires et secondaires. La greffe de testicule ou l'injection d'extraits testiculaires à un sujet castré restaure les caractères sexuels mais l'individu demeure stérile.
   a) Quelles conclusions pouvez-vous tirer ?
   b) Quelle différence faites-vous entre caractères sexuels primaires et caractères sexuels secondaires. Donnez un exemple pour chaque cas.

Exercice 4 :

Une cellule spéciale subit une mitose atypique : la méiose. Les schémas ci-dessous représentent les différentes étapes.



1- A partir de la composition chromosomique de la cellule mère, remplissez les autres cellules en respectant la morphologie des chromosomes.
2- Donnez un nom à la cellule mère, aux cellules A et B, et aux différentes étapes.

Exercice 5 :

Pour étudier le déterminisme de la menstruation, on dispose de divers renseignements.

1- La menstruation disparait chez les femmes auxquelles on a dû enlever les ovaires. On peut reproduire chez une femme castrée un cycle artificiel se terminant par une menstruation. On injecte de l'œstradiol pendant 14 jours puis de l'œstradiol et de la progestérone pendant 14 jours suivants. A l'arrêt de cette administration apparaît une menstruation.

Quelles informations vous apportent ces données sur le déterminisme de la menstruation ?

2- On cherche à préciser le rôle respectif des différentes hormones. On réalise les expériences suivantes sur des singes femelles :

Expérience de Allen : On administre pendant 15 jours de l'œstradiol à une guenon castrée. A l'arrêt du traitement, il apparait une menstruation.

Si dans l'expérience de Allen, on administre de la progestérone, à l'arrêt de l'administration de l'œstradiol la menstruation ne se produit pas. Elle apparait cependant à l'arrêt de la production de la progestérone.

Les injections de progestérone à une guenon castrée, non précédées d'injections d'œstradiol n'entrainent jamais lorsqu'on les interrompt, l'apparition d'une menstruation.

   a) Examinez les expériences dans l'ordre proposé. Pour chacune d'elles, dégagez les informations qu'on peut en tirer.
   b) En conclusion, formulez sur le déterminisme de la menstruation, l'hypothèse qui vous la plus plausible, en justifiant votre réponse.

Exercice 6 :

Au cours d'un cycle ovarien, on constate, parallèlement aux phénomènes ovariens, des transformations marquées de la muqueuse utérine. L'une de ces modifications est visible pour les schémas a et b du document ci-dessous :

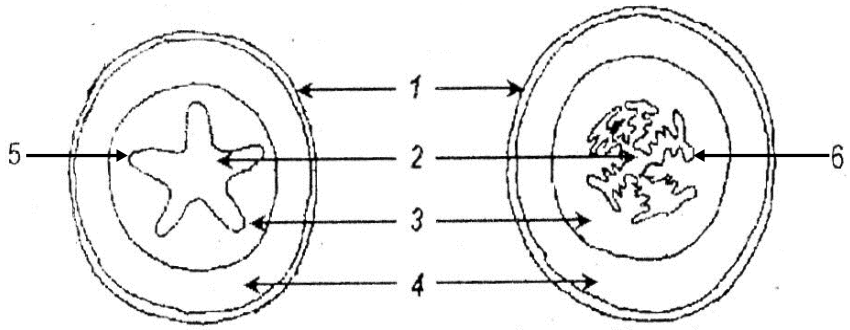


Schéma a *Schéma b*

1- a) Donnez un titre et une légende à chaque schéma.
   b) Dire à quelle phase du cycle ovarien correspond chaque schéma. Justifiez la réponse.
   c) Quelles sont les substances responsables de ces modifications.
   Donnez leur origine.
2- On cherche à connaitre le déterminisme de la menstruation, pour cela, on réalise les expériences suivantes :

Expérience 1 : Sur une guenon ovariectomisée à laquelle on administre une quantité constante de folliculine pendant une longue période, une chute lente et progressive de taux de folliculine provoque une régression lente des tissus utérins sans menstruations.
Par contre, un arrêt brutal de folliculine est suivi de menstruations.

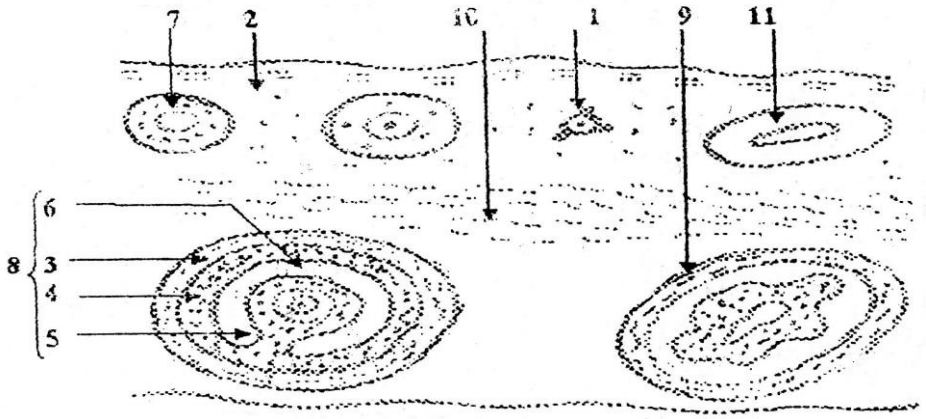
a) Pourquoi agit-on sur une guenon ovariectomisée ?
b) Quelles conclusions pouvez-vous tirer de cette expérience ?

Expérience 2 : On recommence la même expérience avec un arrêt brusque de folliculine, et on remplace immédiatement celle-ci par la progestérone, il n'y a pas de menstruations.

a) Quel est le déterminisme de la menstruation dans les conditions normales ?
b) Quel est le déterminisme de la menstruation dans le cas d'un cycle sans ovulation ?

Exercice 7 :

Le document ci-dessous représente des états successifs du follicule dans un organe de mammifère.



1- Annotez sans reproduire ce document.
2- De quel organe s'agit-il ?
3- Expliquez brièvement les transformations observées au cours de cette évolution.
4- Classez les différents éléments de ce document dans un ordre chronologique.
5- a) Quel événement important se situe entre les structures 8 et 9 ?
   b) Quelle est la fréquence chez la femme ?
   c) Quel est le devenir des éléments qui en résultent ?
6- Précisez à quel niveau de l'ovaire se fait la sécrétion des œstrogènes d'une part et de la progestérone d'autre part.

Exercice 8 :

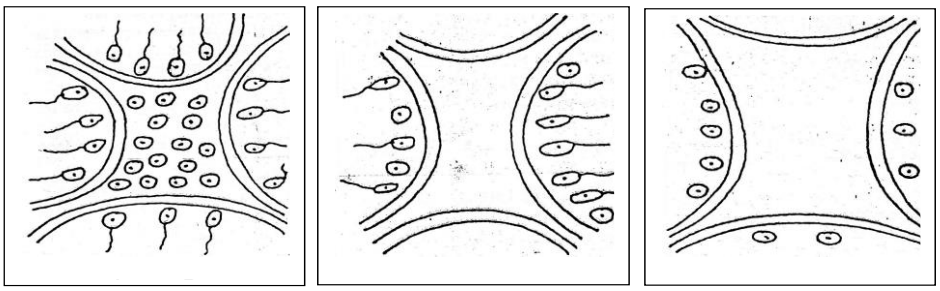
Des coupes de testicules ont été réalisées chez des rats à la suite de plusieurs expériences :

Expérience 1 : Des rats dont on a ligaturé les spermiductes (ou canaux déférents) présentent des caractères sexuels normaux et les coupes des testicules montrent l'aspect R.

Expérience 2 : Des rats adultes hypophysectomisés (ablation de l'hypophyse), montre une régression de leur appareil génital et de leurs caractères sexuels secondaires : la structure du testicule est alors représentée en S.

Expérience 3 : L'injection d'extraits hypophysaires contenant de la FSH à des rats hypophysectomisés conduit à l'aspect T.

Expérience 4 : Des injections répétées et en quantité convenable d'extraits hypophysaires contenant de la FSH et de la LH chez les rats hypophysectomisés redonnent un aspect normal aux coupes de testicules.



Aspect R *Aspect T* *Aspect S*

Coupe des testicules après diverses expériences

1- La coupe du testicule normal étant supposée connue, on vous demande de tirer de chaque expérience une conclusion intéressante (éviter les discours longs et stériles).
2- En déduire les relations existant entre l'hypophyse et les deux parties du testicule par un schéma simple.

Exercice 9 :

A- Les figures 1 et 2 représentent des reproductions partielles de la coupe d'ovaire de Mammifère. La figure 3 représente la reproduction d'une coupe réalisée dans le testicule humain.
   1- Titrez et annotez ces trois figures sans les reproduire.
   2- Dégagez le rôle de la structure représentée par la figure 2 et celui des éléments 1 et 2 de la figure 3.

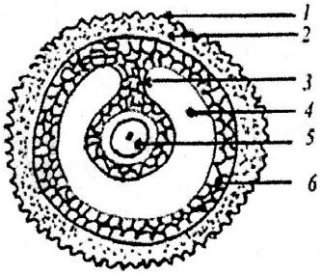


Figure 1

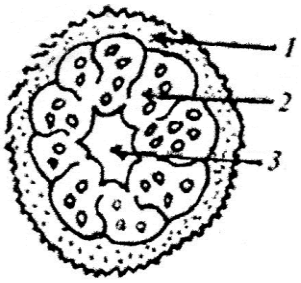


Figure 2

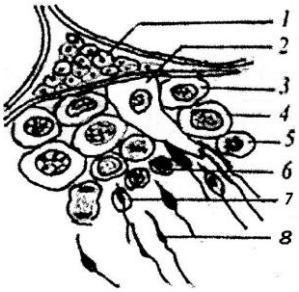
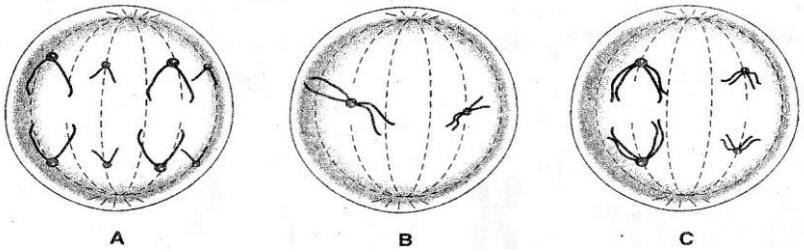


Figure 3

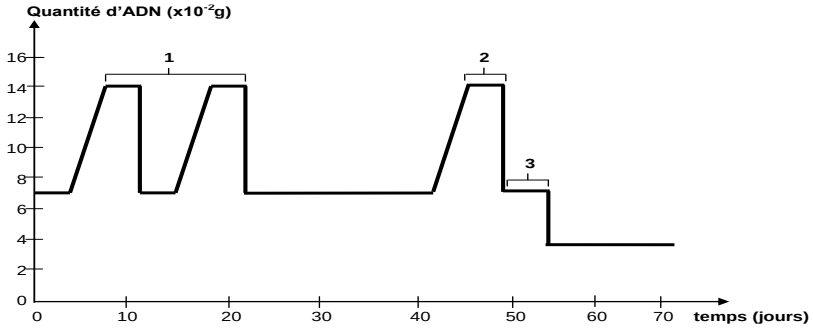
B-
   1- Les eunuques (homme ayant subi l'ablation des testicules) sont stériles et présentent un aspect féminin.
      a) Pourquoi ont-ils cet aspect ?
      b) Pourquoi sont-ils stériles ?
   2- L'injection d'extraits testiculaires chez les eunuques peut-elle :
      a) Les rendre fertiles ?
      b) Leur rendre leur aspect viril ? Justifiez.
   3- Un jeune garçon possède un seul testicule dans sa bourse, l'autre étant resté dans l'abdomen. De cette observation, pensez-vous qu'il y ait des conséquences sur l'aspect physique et la fertilité de ce jeune homme ? Justifiez.

Exercice 10 :

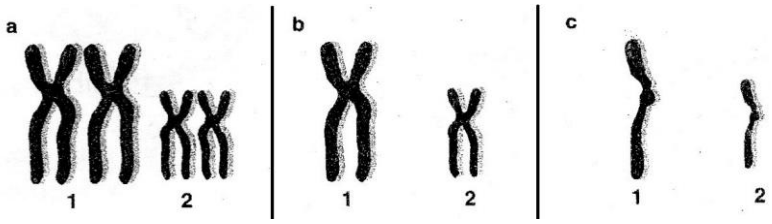
Les dessins ci-dessous correspondent à des cellules en cours de division dans les tubes séminifères des testicules. Elles subissent des mitoses puis une méiose avant d'être transformées en gamètes. Seules deux paires de chromosomes ont été représentées.



1- a) Classez dans l'ordre chronologique ces trois cellules.
   b) Indiquez la phase de division pour chaque dessin et commentez-la brièvement.
2- Faites correspondre chaque cellule A, B et C aux étapes 1, 2 et 3 du graphique ci-dessous.



3- Les cellules à la périphérie des tubes séminifères sont des spermatogonies. Elles contiennent 2n chromosomes et subissent des mitoses. Elles s'accroissent ensuite et forment des spermatocytes I. Ceux-ci subissent la première division de méiose et donnent des spermatocytes II. Les spermatocytes II sont transformés en Spermatides, comme les spermatozoïdes auxquels ils donneront naissance, sont des cellules haploïdes. On a représenté dans le dessin ci-dessous des chromosomes présents dans les cellules des tubes séminifères. Retrouvez à quelle cellule ils appartiennent. Justifiez votre réponse.



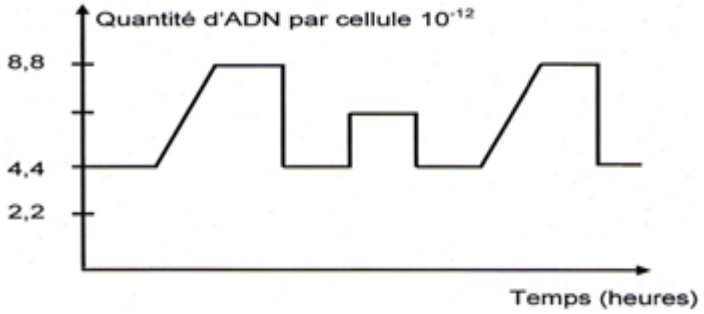
Exercice 11 :

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 ces anomalies observées ci-dessus ?
2- Quelles méthodes préconisez-vous pour les corriger ?
3- On met en parabiose la chatte malade avec une chatte hypophysectomisée.
   a) Qu'est ce que la parabiose ?
   b) Peut-on espérer une amélioration de l'état de la chatte malade ? Justifiez votre réponse.
   c) Quelle est l'importance de la parabiose ?
   d) Quel serait l'aspect de l'hypophyse et des voies génitales de la chatte malade si la parabiose était faite avec un mâle hypophysectomisé ?
   e) Résumez par un schéma les interactions entre les différents organes mis en jeu dans l'expérience réalisée en 3/.

Exercice 12 :

On mesure la quantité par noyau depuis le début de la gamétogénèse femelle jusqu'à la fin de la première division de la cellule œuf. Les résultats obtenus permettent de tracer le graphe de variation du document ci-dessous.



1- Reproduisez le graphe du document.
2- Situez sur ce graphe les événements suivants : libération du 1er globule polaire ; pénétration du spermatozoïde ; réveil physiologique ; libération du 2e globule polaire ; caryogamie ; division de la segmentation de l'œuf.
3- Interprétez cette courbe

Exercice 13 :

Connaissant la structure du complexe hypothalamo-hypophysaire, des expériences suivantes ont été réalisées :

1- L'ablation du lobe antérieur de l'hypophyse (ou antéhypophyse) entraine une diminution de la masse des testicules et des vésicules séminales. On observe parallèlement une diminution du volume des cellules de Leydig et de la production de testostérone.
   a) A partir de vos connaissances, dites pour quelles raisons l'absence de l'antéhypophyse entraine un tel effet.
   b) Les gonadostimulines sont des hormones hypophysaires qui agissent sur la spermatogénèse et sur la sécrétion des androgènes dont la testostérone.

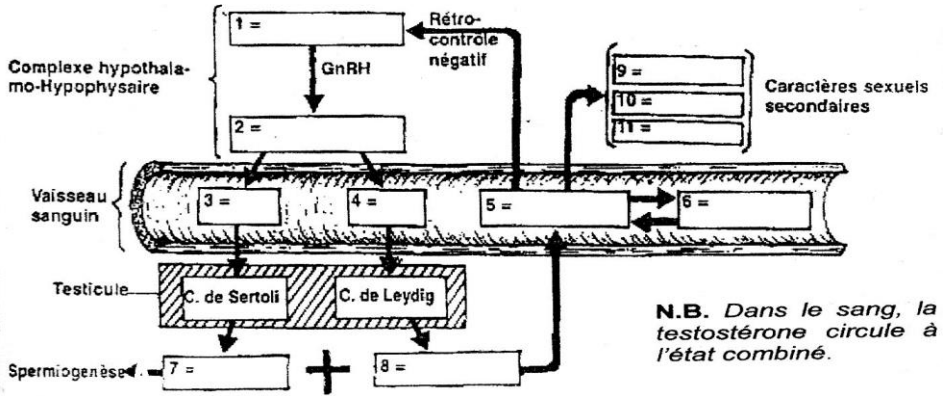
Donnez leurs noms et dites comment elles interviennent réellement pour produire leur effet.

   c) Sur d'autres rats adultes, on fait une section de la tige pituitaire (ou hypophysaire) séparant l'hypothalamus de l'hypophyse et on observe le même effet : diminution de la masse des testicules, du volume des cellules de Leydig et de la production de la testostérone. Expliquez ces observations.

2- Normalement une baisse du taux de testostérone du sang augmente la production de GnRH alors qu'un taux élevé de cette hormone diminue plutôt la production de GnRH.
   a) Que signifie GnRH ?
   b) Pourquoi chez l'homme le rétrocontrôle est toujours négatif, alors qu'il devrait être positif et négatif ?
3- Le schéma incomplet ci-après représente le bilan de la régulation du taux de testostérone dans l'organisme ainsi que son action sur les différents organes cibles.

Pour le rendre compréhensif, complétez les chiffres à l'aide des éléments suivants : Testostérone ; Hypophyse ; LH ; T. libre ; Protéine ; Hypothalamus ; FSH ; T. liée ; Larynx ; Muscles ; Système (ou follicules) pileux.

Remarque : T = Testostérone (T. libre et T. liée).



Tome I Edition révisée corrigée et complétée Septembre 2016 Barhel MAHOUKOU & Distel KEMBISSILA

Exercice 14 :

1- Les connaissances scientifiques, notamment en ce qui concerne la reproduction ont fait d'énormes progrès. Pour les couples qui ne désirent pas (ou plus) avoir des enfants, les scientifiques ont mis au point de multiples méthodes contraceptives et contragestives. A l'opposé, d'autres couples peu fertiles ou stériles qui ont l'embarras du choix devant un foisonnement de méthodes plus ou moins efficaces pour résoudre leur problème, ont préféré la plus en vue : la FIVETE.
   a) Que signifie : Méthodes contraceptives et contragestives ? En quoi consiste leur action sur les cycles sexuels que vous connaissez ?
   b) Dans les méthodes contraceptives, on cite les pilules combinées. Qu'est-ce qu'une pilule combinée ?
   c) Parmi les méthodes contraceptives, on cite surtout le RU 486 encore appelé mifépristone, dites en quoi elle consiste et donnez son principe d'action.

2- En dehors de la contraception hormonale réalisée avec les pilules renfermant les œstrogènes et progestagènes de synthèse chez la femme, il existe une autre dite non hormonale qui se réalise aussi bien chez l'homme que la femme. Elle se pratique avec le stérilet, le préservatif, le diaphragme, etc.
   a) Citez trois causes de stérilité chez la femme et chez l'homme, en utilisant vos connaissances.
   b) Le préservatif masculin ou condom est utilisé actuellement par l'homme. Quel est le double avantage qu'il procure ?
   c) Quelle autre pratique non hormonale peut-on réaliser chez l'homme ou chez la femme au niveau de leur appareil génital pour assurer une contraception à 100% ?

Exercice 15 :

Chez une femme, la figure 1 représente l'évolution de la teneur de son plasma en FSH et en LH au cours d'un cycle ovarien. La figure 2 représente l'évolution de la teneur de son plasma en Progestérone au cours de ce même cycle. Par la suite, elle est soumise durant plusieurs mois à un traitement qui consiste en la prise quotidienne, pendant 21 jours par mois, d'un comprimé associant un Œstrogène et une Progestérone, chacun étant à une dose convenable et constante. Ces deux substances obtenues par synthèse sont, la première voisine chimiquement de l'Œstradiol et la seconde voisine de la Progestérone.

Le résultat des dosages d'hormones hypophysaires effectués dans le plasma au cours du traitement est représenté par la figure 3. La teneur du plasma en Progestérone est durant tout ce traitement insuffisant pour être décelée.

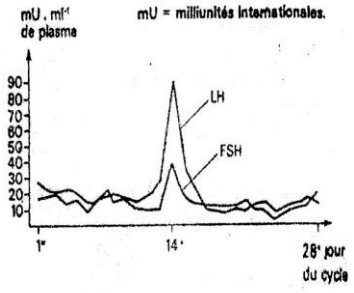


Figure 1

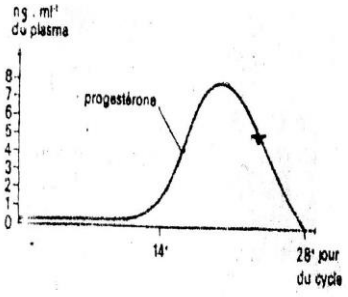


Figure 2

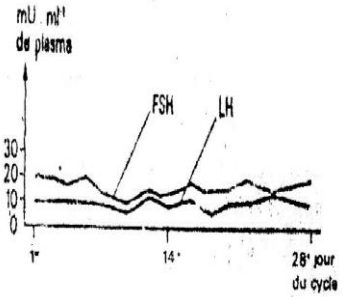


Figure 3

1- L'analyse des figures 1 et 2 vous permet-elle d'envisager une relation entre le fonctionnement de l'hypophyse et celui des ovaires ?
2- Que vous apporte l'observation de la figure 3 ?
3- Imaginez et décrivez une expérience, réalisable chez une femelle de mammifère dont la physiologie ovario-hypophysaire serait comparable à celle de la femme et qui vous permettrait de juger de la validité de la relation que vous venez d'envisager.
4- Compte tenu de vos réponses aux questions précédentes. Quelles conséquences ce traitement peut-il avoir sur le fonctionnement des ovaires ?
5- Résumez par un schéma simple, la relation existant entre les différents organes qui interviennent dans le cycle sexuel.
6- Quelle est l'origine de ses Œstrogènes, et de la Progestérone chez une femme normale ? Chez une femme en gestation ?

Exercice 16 :

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

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

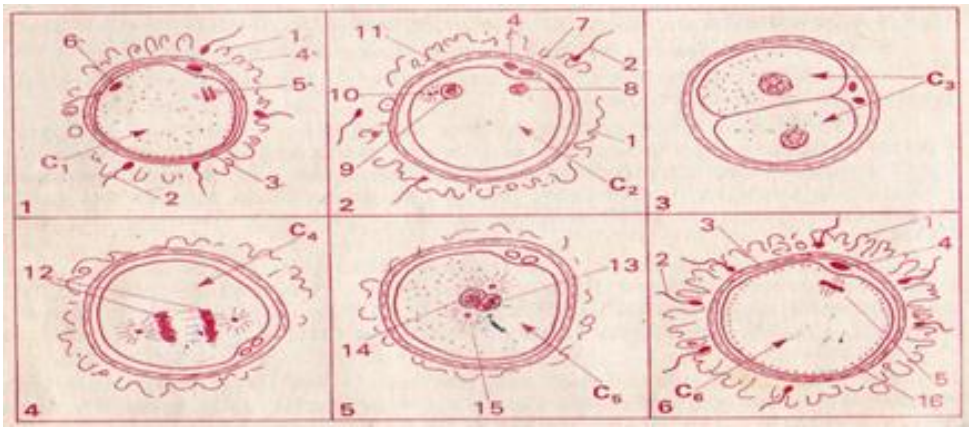
Méthodes contraceptives	Avantages	Inconvénients
Ogino		
M.A.O (méthode d'auto observation)		
Coït interrompu		
Spermicides		
Préservatif		
Diaphragme		
Pilule		
Stérilet		

Exercice 17 :

Un lot de lapines est, dans un premier temps, soumis à l'accouplement. Ces animaux sont ensuite sacrifiés, un à un, à intervalles de temps réguliers.

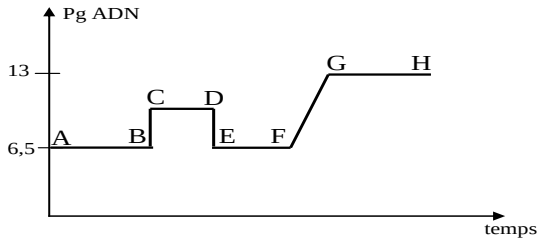
On prélève sur chacun les oviductes, dans lesquels on prépare des coupes destinées à l'observation au microscope optique.

Les dessins du document 1 représentent quelques aspects des phénomènes qui se déroulent, après l'accouplement, dans l'oviducte.



Document 1

1- Identifier les structures désignées par les flèches.
2- En justifiant soigneusement les résultats, rétablir l'ordre chronologique normal.
3- Conclure en soulignant les conséquences de la fécondation.
4- Le document 2 exprime l'évolution de la masse d'ADN totale que contient la grosse cellule « C » au cours des phénomènes présentés sur le document 1.



Document 2

Expliquez clairement les différentes parties du tracé.

Exercice 18 :

A- Les figures 1 et 2 représentent des coupes d'ovaires de mammifères.

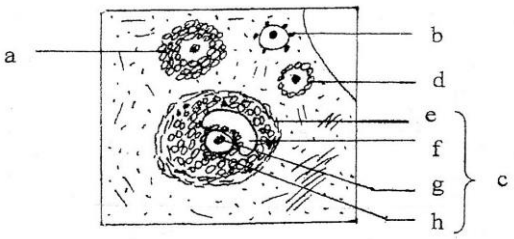


Figure 1

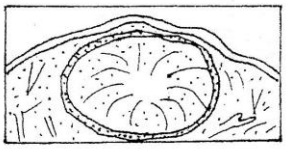


Figure 2

1- Donnez une légende précise aux lettres a ; b ; c ; d ; e ; f ; g et h.
2- Classez selon un ordre d'évolution progressive, les éléments a ; b ; c et d de la figure 1
3- Où classerez-vous le dessin de la figure 2 par rapport à ces derniers éléments ? Justifiez votre choix.

B- Les figures 3 et 4 représentent deux états de l'utérus de mammifères dont l'ovaire vient d'être étudié.

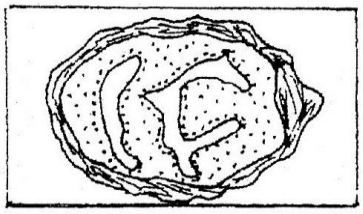


Figure 3

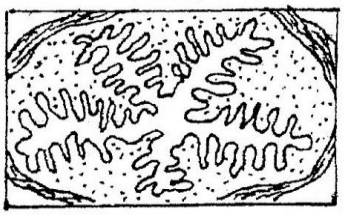


Figure 4

1- Quelles modifications constatez-vous dans la structure de cet organe ?
2- A quelle phase de l'évolution de l'ovaire correspond chacun de ces deux états ?
3- Quelles relations établissez-vous entre ces modifications et les phénomènes physiologiques dont l'utérus pourra être le siège ?

Exercice 19 :

Un laboratoire possède trois souris femelles ayant subi des interventions expérimentales différentes et une souris femelle normale :

- La souris (a) est hypophysectomisée ;
- La souris (b) est ovariectomisée ;
- La souris (c) est ovariectomisée, reçoit depuis des injections d'extraits ovariens ;
- La souris (d) est normale.

Isolées dans des cages séparées, elles sont mélangées au moment d'un nettoyage de cage. Le chercheur qui s'en occupe essaie alors de les identifier, car elles sont semblables toutes, les unes des autres.

1- A l'examen, les cellules vaginales (dont l'aspect varie parallèlement à celui de l'utérus en fonction de l'état hormonal de l'animal) de deux des souris présentent le même aspect que les cellules vaginales d'animaux castrées. Le chercheur fait un lot A de ces deux souris.
   Quelles sont les deux souris concernées ? Pourquoi ?
2- Sur les deux autres (lot B), il dose immédiatement l'urine et ne trouve pas de différence en ce qui concerne les hormones ovariennes.
   a) Cela vous parait-il normal ? Justifiez leur origine.
   b) Quelles sont les hormones dosées ? Donnez leur origine.
3- La technique de dosage employée vous parait-elle cependant utilisable pour distinguer les deux animaux du lot B ? Quelle différence faudra t-il introduire pour obtenir un résultat ?
4- Quelle technique proposez-vous (injection ; greffe ; ablation) pour distinguer les deux souris a et b, l'une de l'autre.

N.B : On rappelle que les hormones ovariennes sont rejetées dans l'urine après avoir été plus ou moins transformées.

Exercice 20 :

Chez la femme, les cycles sexuels s'enchainent normalement sans discontinuité. Ce n'est pas le cas chez la plupart des autres espèces de Mammifères.

Les expériences suivantes permettent de savoir ce qu'il en est dans le cas de la lapine.

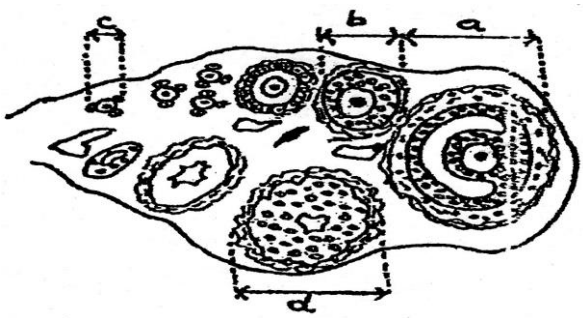
1- Avant l'accouplement les ovaires de la lapine ne présentent que des follicules ; jamais de corps jaunes. Par contre, 10 heures après un accouplement, on observe des corps jaunes.
   a) Quel phénomène s'est produit entre l'accouplement et la 10e heure ? Définissez-le.
   b) Quelle particularité présente le cycle sexuel de la lapine par rapport à celui de la femme ?

2- Pour étudier le mécanisme de ce phénomène physiologique, on réalise les expériences suivantes :
   - *Expérience 1 :* On peut provoquer artificiellement ce phénomène chez la lapine par stimulation électrique du vagin ou de l'utérus.
   - *Expérience 2 :* Si on sectionne tous les nerfs du vagin et du col de l'utérus, l'accouplement n'est pas suivi de ce phénomène.
   - *Expérience 3 :* Si on enlève l'hypophyse de la lapine, une heure après l'accouplement, ce phénomène n'a pas lieu.
   - *Expérience 4 :* Si on enlève l'hypophyse trois heures après l'accouplement, ce phénomène a lieu.

   a) Analysez ces expériences et concluez.
   b) Montrez par un schéma fonctionnel, le processus du déclenchement de ce phénomène chez la lapine.

Exercice 21 :

A- Le document 1 représente la coupe longitudinale d'une glande génitale femelle observée au microscope photonique.

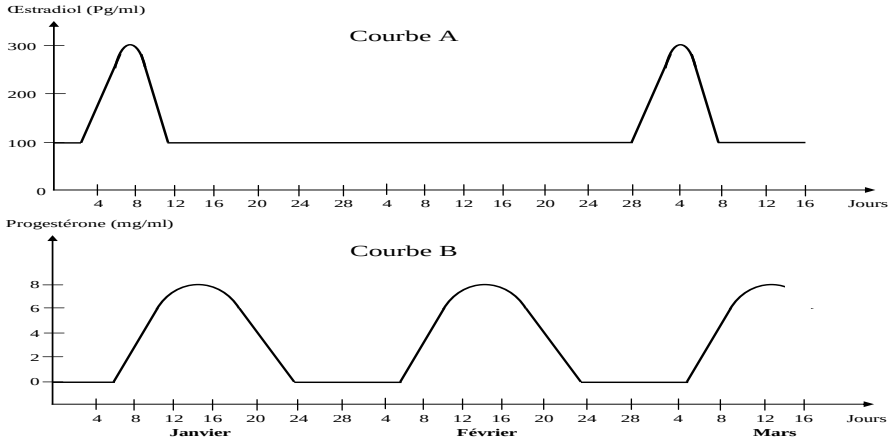


Document 1

1- Les éléments a, b, c et d représentent quatre stades de l'évolution d'un follicule ovarien.
   Donnez un nom à chacun des quatre stades et annotez l'élément a.
2- Expliquez brièvement les transformations observées au cours de cette évolution.

B- La glande génitale femelle est une glande capable de produire deux types d'hormones.

La quantité de ces sécrétions chez une guenon macaque (primate) en fonction du temps est représentée sur le document 2.



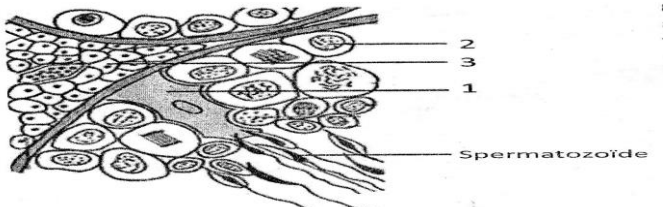
1- Indiquez les rapports existants entre certaines structures observées sur le document 1 et le document 2.
2- Délimitez sur le document 2 un cycle sexuel et ses différentes phases.
3- En utilisant les documents 1 et 2, faites l'analyse d'un cycle ovarien.

Exercice 22 :

On réalise une expérience de parabiose entre deux rats A et B. Avant la parabiose le rat A a subi l'ablation des testicules et présente une hypertrophie de l'hypophyse. Le rat B a subi l'ablation de l'hypophyse et présente une disparition de la fonction de reproduction et une régression des caractères sexuels secondaires. Après la parabiose, au bout d'un certain temps, les testicules de B redeviennent actifs, on constate une croissance des vésicules séminales et de prostate.

1- a) Qu'est-ce qu'une parabiose ?
   b) Faites un schéma explicatif de cette expérience.
2- Après avoir analysé les résultats des expériences pratiquées sur les rats A et B, ainsi que les résultats de la parabiose, précisez les relations existant entre les testicules et l'hypophyse.
3- On met en parabiose une ratte castrée et un rat normal. On constate une hypertrophie des testicules du rat normal.
   Quels renseignements supplémentaires apportent cette expérience ?
4- La séparation de l'hypophyse de l'hypothalamus en sectionnant la tige pituitaire (ou en lésant le système porte), provoque l'atrophie des testicules.
   a) Quelle particularité du fonctionnement de l'hypophyse montre cette expérience ?
   b) Quelle interprétation vous suggère-t-elle ?
5- A l'aide d'un schéma, indiquez les relations entre l'activité des testicules, celle de l'hypophyse et celle de l'hypothalamus.

Exercice 23 :



Le document ci-contre représente une coupe microscopique de testicule. On repère trois types de cellules impliquées plus ou moins directement dans la spermatogénèse.

On réalise les expériences suivantes :

Expérience 1 :

On sait que l'activité des cellules testiculaires est sous le contrôle des gonadostimulines hypophysaires. On injecte des gonadostimulines à un animal impubère et on note les conséquences au niveau des trois types cellulaires.

Les résultats sont donnés dans le tableau ci-dessous :

Eléments observés	**Injections réalisées et résultats**	
	Injection de LH	**Injection de FSH**
Lignée germinale	Au repos	Activée
Cellules de Sertoli	Peu développées	Développées
Cellules de Leydig	Activées	Inactivées

Expérience 2 :

On cultive, dans des conditions appropriées, des cellules antéhypophysaires éventuellement en présence d'autres types cellulaires et on enregistre le dosage des gonadostimulines libérées dans le milieu d'incubation.

Les résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous :

Activité des cellules hypophysaires	**Situations expérimentales et résultats**		
	Cellules hypophysaires seules	**Cellules hypophysaires + cellules de rein ou de rate, ou autres**	**Cellules hypophysaires + cellules de Leydig**
Libération de FSH	100%	100%	100%
Libération de LH	100%	100%	60%

1- Identifiez ces trois types de cellules sur le document selon la numérotation
2- Donnez le rôle de chaque type.
3- Quelles précisions apporte l'expérience 1 concernant les cibles des gonadostimulines au niveau testiculaire.
4- Quelle relation existe entre testicule et hypophyse peut être déduite des résultats de l'expérience 2.

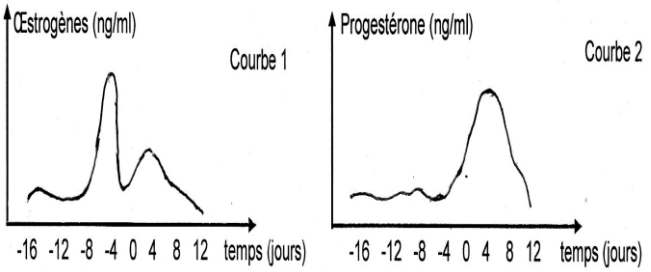
Exercice 24 :

On cherche à établir une origine possible aux causes de stérilité à l'aide d'expériences chez la guenon, dont le cycle sexuel est identique à celui de la femme, et à l'aide des dosages hormonaux chez la femme.

Chez la guenon, l'ablation de l'utérus n'est suivie d'aucune perturbation du cycle ovarien. En revanche, l'ablation des deux ovaires provoque une régression de l'utérus et une interruption de son activité.

Chez l'animal normal, la section de tous les nerfs de l'utérus ne modifie pas l'activité de cet organe.

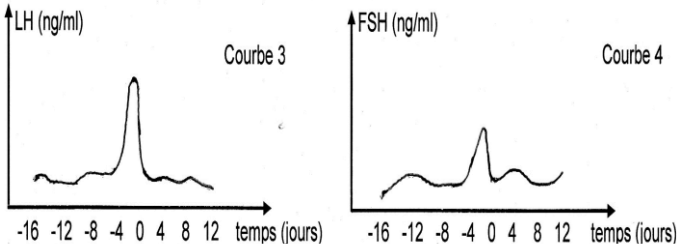
1- A partir de ces seules données, établissez la nature des relations qui existent entre ovaire et utérus.
2- Proposez deux expériences pour confirmer votre réponse.
3- Chez la femme au cours d'un cycle normal :
   a) La mesure des taux plasmatiques de l'œstradiol et de la progestérone permet de tracer les courbes 1 et 2 du document 1.



Document 1

Indiquez l'origine ovarienne précise des substances dosées.

   b) La mesure des taux plasmatiques des deux hormones de l'hypophyse antérieure, LH et FSH, permet de tracer les courbes 3 et 4 du document 2.



Document 2

En comparant les courbes 1, 2, 3 et 4 des documents 1 et 2, établissez la chronologie précise des événements hormonaux.

4- Chez la guenon, l'ablation de l'hypophyse antérieure entraine la régression des ovaires. Le taux plasmatique d'œstradiol est alors inférieur à la normale et il n'ya jamais de sécrétion de progestérone.
   A l'aide de cette donnée, expliquez le rôle que jouent FSH et LH sur les ovaires.

Exercice 25 :

1- Effectuée après la puberté, la castration d'un rat mâle provoque la stérilité et la régression de certains caractères sexuels primaires (prostate, vésicules séminales) et secondaires.
   Que peut-on conclure ?
2- On met en parabiose deux rats mâles pubères, l'animal A est normal, l'animal B a été castré. On constate que les caractères sexuels primaires et secondaires de A et de B sont normaux. L'animal B reste, bien entendu, stérile.
   Que peut-on conclure ?
3- La ligature des canaux déférents provoque à longue échéance la dégénérescence des tubes séminifères. Mais les ilots de tissu interstitiel demeurent normaux. L'animal est stérile mais ses caractères sexuels sont normaux.
   Que peut-on conclure ?

Exercice 26 :

En vue de comprendre les mécanismes de la reproduction, plusieurs lapines sont, dans un premier temps, accouplées avec des mâles fertiles. Ces lapines sont ensuite sacrifiées une à une à intervalle de temps réguliers, et on réalise dans leurs oviductes des prélèvements que l'on observe au microscope optique.

Ces prélèvements montrent des figures représentées par les figures a et b ci-dessous.

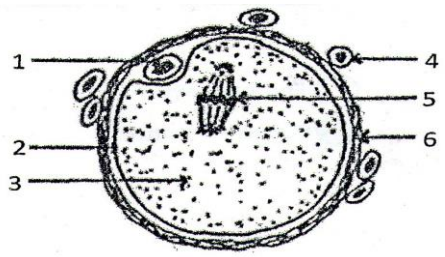


Figure a

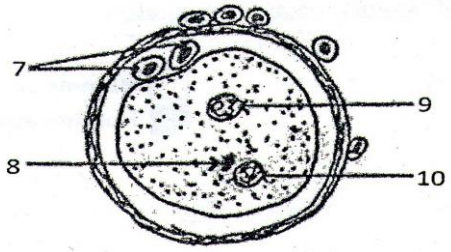


Figure b

1- Donnez un titre et une légende à chaque figure selon la numérotation.
2- Quelles différences existe-t-il entre les deux figures ?
3- Expliquez le passage de la figure a à la figure b.
4- Expliquez comment se forme l'élément 10.
5- En considérant que chez la lapine 2n = 6, donnez, sous forme de tableau, le nombre de chromosomes et de chromatides par chromosome des structures 1, 4, 5, et 10.
6- On mesure le taux d'ADN dans la cellule mère à l'origine de la cellule de la figure a, puis dans la cellule de la figure a et dans la cellule de la figure b ainsi de suite. On obtient les résultats consignés dans le tableau suivant :

Temps en jours	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
Quantité d'ADN en µm	2	6	6	12	12	12	6	6	9	9	6	6	12	12	6	6

a) Tracer le graphe traduisant la variation du taux d'ADN en fonction du temps. Prendre 1cm pour 2 jours et 1cm pour 2 µm.
b) Donner les noms des cellules aux jours 0 ; 6 et 13.
c) Interpréter le graphe obtenu en précisant ce qui s'est passé aux 11e ; 15e ; 17e et 19e jours ?

N.B : La cellule a est représentée par les éléments 2 ; 3 ; 5 et la cellule b par les éléments 8 ; 9 ; 10 enveloppés d'une membrane plasmique.

Exercice 27 :

A- On observe les cellules de la paroi du tube séminifère d'un insecte. Le schéma de la figure 1 ci-après représente les chromosomes d'une cellule en division.
1- Identifier les structures indiquées par les flèches.
2- De quel stade s'agit-il ? Pourquoi ?
3- Quelle est la garniture chromosomique de l'individu propriétaire de cette cellule ?
4- Schématiser et annoter le stade faisant suite à celui qui est représenté ci-dessous.

B- Il est possible de cultiver isolement in-vitro des spermatocytes d'insectes et de mesurer la masse d'ADN d'une telle cellule et des cellules qui en dérivent.
Interpréter le graphique de variation de la masse d'ADN correspondant (figure 2).

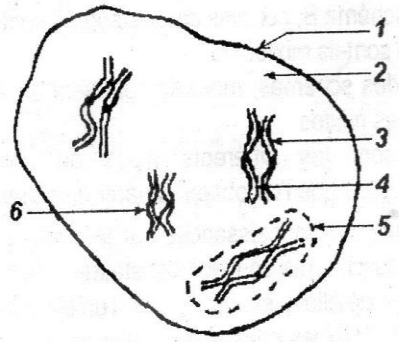


Figure 1

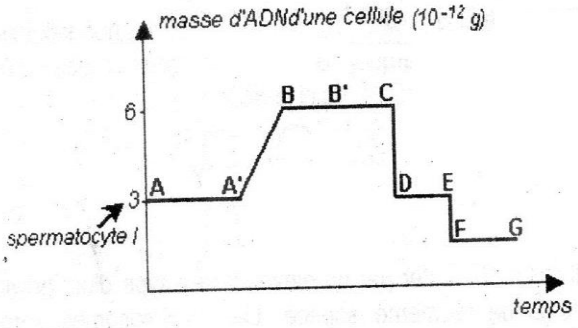


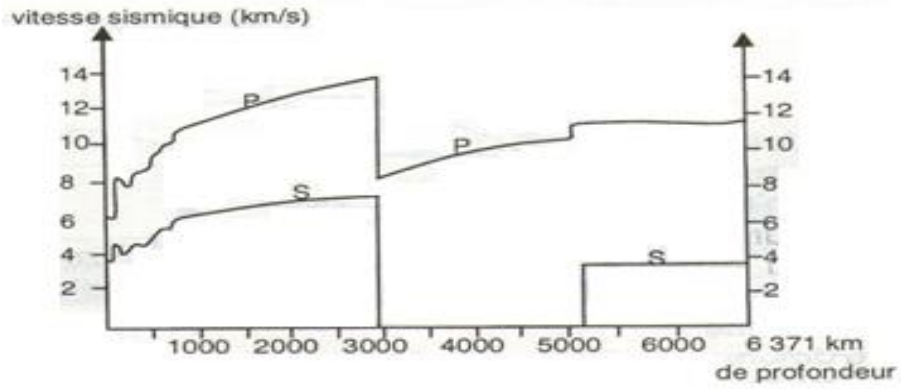
Figure 2

FIN DES TRAVAUX DIRIGÉS

QUELQUES EXERCICES SUR LA PARTIE C (RÉSOLUTION D'UN PROBLÈME)

<u>Résolution d'un problème</u> : Exercice n°1 (Tectonique Globale)

Le manteau et la graine sont de nature solide, mais le noyau externe est liquide comme le montre la disparition des ondes de cisaillement « S » entre 2900 et 5100 km de profondeur comme l'indique la figure ci-dessous :



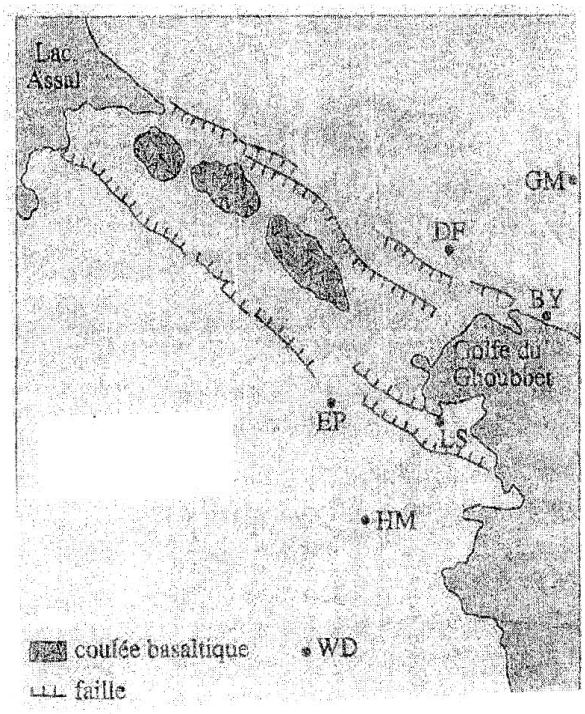
1- A l'aide de cette figure, identifiez le problème posé par la présence des ondes sismiques S après 5100 km ?
2- Quelle hypothèse simple peut-on émettre pour répondre à ce problème ?
3- A l'aide du texte suivant : « Lorsqu'une onde sismique P n'arrive pas de façon perpendiculaire à l'interface séparant un liquide d'un solide, elle induit la formation d'ondes sismiques S qui se propagent », donnez la réponse au problème posé.

<u>Résolution d'un problème</u> : Exercice n°2 (Tectonique Globale)

Dans la République de Djibouti, la région située entre le golfe de Ghoubbet et le lac Assal est le siège de fréquents séismes et éruptions volcaniques.

Le 18 novembre 1978, on pouvait lire dans un quotidien : *« … Dans la nuit du 7 au 8 novembre, une importante éruption volcanique a commencé dans l'arrière pays de Djibouti, entre le golfe du Ghoubbet et le lac Assal. Sur place, les scientifiques constatèrent qu'il s'agissait d'un phénomène rare : les roches volcaniques produites étaient des basaltes, des roches habituellement émises sous la mer… ».*

1- Quelle information semble paradoxale dans ce texte ?
2- Quelle hypothèse peut – on émettre pour résoudre ce paradoxe ?
4- Depuis de nombreuses années, cette région de l'Afrique est sous surveillance géodésique : des repères ont été fixés dans le sol en différents points (Figure 1) et la distance entre ces repères est régulièrement mesurée (Figure 2).



<u>Figure 1</u>

	Distance en m en décembre 1979	Distance en m en mars 1988
EP-DF	4573,100	4573,440
BY-LS	3544,041	3544,376
EP-LS	2518,180	2518,295
DF-GM	3883,678	3883,655
HM-WD	3540,893	3540,831

<u>Figure 2</u>

a) Calculez, sous forme de tableau, la variation de la longueur de chaque segment entre les deux périodes (décembre 1979 et mars 1988).
b) Déduisez le type de mouvement (écartement ou compression) subi par la région de la zone allant du lac Assal au golfe du Ghoubbet dans les directions (EP-DF ; BY-LS ; EP-LS) et (DF-GM ; HM-WD).

5- On a réalisé une coupe géologique de la région selon la direction EP-DF (Figure 3).

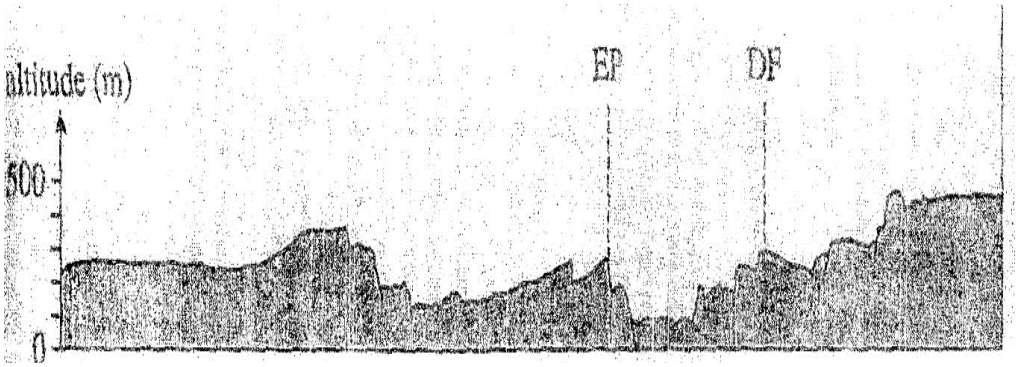


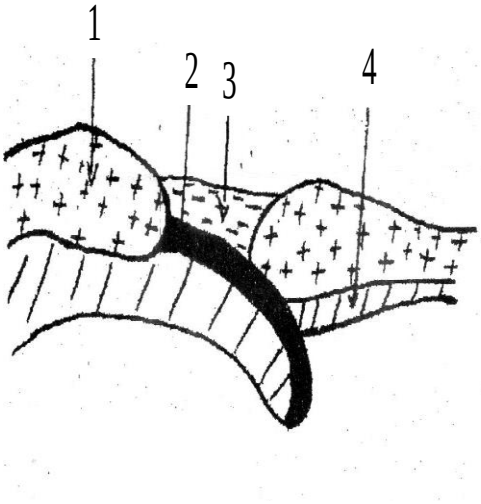
Figure 3

a) Décrivez la structure géologique dans la direction EP-DF.
b) En quoi cette description confirme les réponses précédentes ?

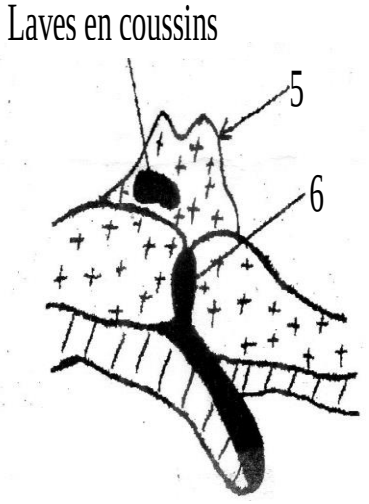
6- Des mesures ont montré que dans cette région, le manteau est situé à 5 km de profondeur sous les océans et à 30 km sous les continents. Utilisez cette information et les réponses précédentes pour expliquer le phénomène constaté.

***Résolution d'un problème* : Exercice n°3 (Tectonique Globale)**

Les laves en coussin sont généralement des témoins d'un volcanisme sous marin. On a trouvé de telles formations géologiques datées de 80 millions d'années dans l'Himalaya. De même, les radiolarites 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 1 et 2 permettent d'expliquer la présence de ces formations géologiques d'origine marine dans les formations géologiques continentales.



Document 1



Document 2

1- Identifiez le problème posé.
2- Donnez une légende aux documents 1 et 2 à partir de la numérotation.
3- Expliquez le phénomène illustré.
   a) Par le document 1.
   b) Par le document 2.
4- Expliquez le passage du document 1 au document 2.
5- Expliquez la présence des laves en coussins et des radiolarites dans l'Himalaya.

***Résolution d'un problème* : Exercice n°4 (Ecologie)**

Dans les pays africains au sud du Sahara, les populations vivent de l'agriculture. Une étude réalisée dans une localité X de cette sous-région d'Afrique montre que ces populations coupent beaucoup de bois pour leurs ménages, pour créer des espaces libres pour les travaux agricoles, pour construire leurs cases, pour fabriquer les pirogues…

Le document 1 montre l'évolution de la population de cette localité en fonction des années. Par contre, le document 2 illustre le pourcentage d'arbres abattus au cours des mêmes années dans la même localité.

Temps (années)	1973	1974	1975	1976	1977	1978
Nombre d'habitants	2575	4960	7000	9025	14000	15000

Document 1

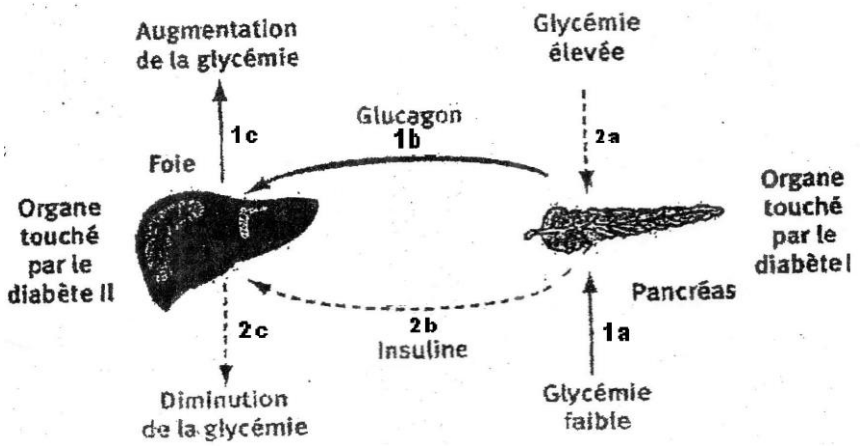
Temps (années)	1973	1974	1975	1976	1977	1978
% d'arbres abattus	15 %	25 %	48 %	62 %	75 %	80 %

Document 2

1- De quel problème écologique s'agit-il dans cet exercice ?
2- a) Analysez chacun des documents.
   b) Quel est le lien qu'on peut établir entre les données des deux documents ?
3- Que pourrait-il arriver à cette localité dans les dix ans à venir ?
4- Quelles solutions proposez-vous face au problème posé ?

***Résolution d'un problème* : Exercice n°5 (Synthèse des Protéines)**

Le diabète insulinodépendant est une maladie caractérisée par un taux élevé de glucose dans le sang. Ce taux est régulé par une hormone produite par le pancréas, l'insuline qui agit sur les cellules cibles du foie en se liant à un récepteur hormonal ayant une forme complémentaire à la sienne (document 1 ci-dessous).



Afin de déterminer l'une des causes du diabète insulinodépendant de séquences d'ARN messagers codant pour l'extrémité de la chaine β de l'insuline a été réalisée respectivement chez un individu sain (document 2) et chez un individu diabétique (document 3).

Document 2 : AGC GUG GCU UCU CUU ACA CUC CUA AGA ACU
----------> *sens de la lecture*

Document 3 : UCA AGA AUC CUC ACA UUC UAU UCG GUG CGA
<---------- *sens de la lecture*

1- Quel est le problème posé ?
2- En vous servant du document 1 et des informations du texte proposé, indiquez la cause « apparente » du diabète I et celle du diabète II.
3- Combien de nucléotides compte chacune des séquences des gènes responsables de la synthèse de la chaîne β de l'insuline.
4- Déterminez la séquence protéique synthétisée à partir de chaque ARNm. Comparez les deux séquences protéiques.
5- Trouvez dans chaque cas la séquence d'ADN transcrit puis déduisez de façon précise l'origine du diabète.

Document 4 : Extrait du code génétique
(AGC ; UCU) = Ser ; (CUU ; CUC ; CUA) = Leu ; (UAU) = Tyr ;
(ACA ; ACU) = Thr ; (GUG) = Val ; (GCU) = Ala ; (AGA) = Arg

***Résolution d'un problème* : Exercice n°6 (Synthèse des Protéines)**

La drépanocytose est une maladie héréditaire grave liée à une anomalie de l'hémoglobine (protéine). Chez les personnes atteintes, on met en évidence la présence d'une hémoglobine anormale HbS différent de l'hémoglobine normale HbA par la présence d'une valine (Val) remplaçant un acide glutamique (Glu) en position 6 sur la chaine peptidique de la bétaglobine. Cette simple modification entraine un défaut de transport du dioxygène et de la plasticité des globules rouges qui prennent la forme de faucille.

1- Identifiez le problème posé dans cet exercice.
2- Pour mieux comprendre ce problème, les chercheurs font l'analyse des portions d'ADN représentés par les documents suivants :

Document 1 : fragment d'ADN contenu dans une hématie normale à l'origine de l'hémoglobine A

CAT GTG GAG TGA GGT CTT GTC ----------> sens de la lecture

Documente 2 : fragment d'ADN contenu dans une hématie falciforme se traduisant par une hémoglobine S

CTG TAC TGG AGT GAG GTG TAC <---------- sens de la lecture

a) Donnez la séquence polypeptidique de l'hémoglobine A.
b) Donnez la séquence polypeptidique de l'hémoglobine S.
c) Comparez ces deux séquences polypeptidiques et concluez quant à l'origine de la drépanocytose.
d) Sachant que la drépanocytose est due à une mutation du gène de l'hémoglobine A, comparez les deux brins d'ADN et dites quel est le nucléotide perdu par l'ADN de l'hémoglobine A et celui gagné par l'hémoglobine S. Précisez la position.
e) Quelle serait la conséquence du remplacement du nucléotide en position 18 (document 1) par un nucléotide à cytosine (C) ?

3- La drépanocytose est une maladie incurable, quel conseil pouvez-vous donnez aux personnes atteintes sachant qu'il existe des produits pharmaceutiques qui permettent d'améliorer (et non guérir) leur état de santé ?

On donne :

Leu = CUC; CUA; CUG; CUU; Glu= GAA; GAG. ; Val= GUA; GUC; GUG; GUU ;
His = CAU ; CAC ; Thr= ACU; ACC; ACA; ACG; Gln = CAG, CAA ;
Pro= CCA; CCU; CCC; CGG; Ser= UCU; UCC; UCA; UCG;

***Résolution d'un problème* : Exercice n°7 (Synthèse des Protéines)**

Pour comprendre si tous les êtres vivants utilisent le même système de correspondance entre les nucléotides de l'ARNm et les acides aminés de la chaine polypeptidique synthétisée, des chercheurs font les expériences suivantes :

- *1ere expérience :* Ils isolent à partir des précurseurs nucléés d'hématies humaines, des ARN cytoplasmiques de masse moléculaire 130.000, qu'ils injectent dans un œuf énucléé d'amphibien. Aussitôt, la cellule œuf se met à synthétiser les chaines α et β de l'hémoglobine humaine.
- *2eme expérience :* Ils isolent le gène codant pour la protéine de la membrane plasmique de la paramécie puis l'introduisent dans les cellules de lapin afin que celles-ci synthétisent les protéines de la paramécie. Surprise, les cellules de lapin ne synthétisent pas la protéine complète attendue mais seulement des fragments de protéines.

Pour élucider ce mystère, ils font l'analyse du gène concerné dont voici un fragment du brin transcrit : AGC ACG TGC TTA CTC GCC GTA CCT CTT TAT

<---------- *Sens de la lecture*

1- Quel est le problème posé ?
2- Quelle déduction peut-on faire de la *1ere expérience* ?
3- En utilisant l'extrait du code génétique ci-dessous, dites pourquoi les cellules du lapin sont incapables de synthétiser la molécule entière attendue.
4- Emettez une hypothèse pouvant expliquer que la paramécie, à partir du même fragment de gène soit capable de synthétiser la protéine entière.
5- Les chercheurs ont en outre remarqué que l'hydrolyse de la protéine synthétisée par la paramécie fournit un nombre plus important de molécules de glutamine (Gln) que celle pratiquée sur les fragments protéiques synthétisés par les cellules du lapin. Utilisez cette nouvelle information pour préciser l'hypothèse formulée précédemment.

6- Quelle conclusion à tirer quant au problème posé ?

Extrait du code génétique :

AUA = Ile ; GAG = Glu ; AAG = Lys ; UAA = non sens ; AGG = Arg ; GCA = Ala ; UAC = Tyr ; CGU = Arg ; GGC = Gly ; GCU = Ala ; UUU = Phé ; UGU = Cys

***Résolution d'un problème* : Exercice n°8 (Synthèse des Protéines)**

L'hémophilie est une maladie héréditaire grave qui se manifeste par des anomalies plus ou moins sévères de la coagulation du sang.

La forme appelée hémophilie A est due à la présence chez les individus atteints d'une anomalie dans une des protéines de la coagulation appelée le facteur VIII.

On veut comprendre pourquoi l'hémophilie A est plus grave chez certains individus que chez d'autres. Pour cela, on a déterminé la séquence du gène du facteur VIII chez deux patients atteints d'hémophilie A. Chez le premier, on observe une forme sévère de la maladie. Chez le second on note une forme plus atténuée (moins grave).

1- Identifiez le problème posé dans cet exercice.
2- Pour comprendre ce problème, les chercheurs font l'analyse de la portion d'ADN du facteur VIII.

Le document 1 donne la séquence d'ADN du gène normal.

Doc 1 : ATG GAA GCA TAA GTG

Le document 2 donne la séquence d'ADN du gène présent chez le patient atteint de la forme grave.

Doc 2 : ATG GAA ACT TAA GTG

Le document 3 donne la séquence d'ADN du gène présent chez le patient atteint de la forme atténuée.

Doc 3 : ATG GAA GTT TAA GTG

a) Comparez les documents 1 et 2.
b) Quelle est la cause de la maladie ?

3- Donnez la séquence des acides aminés de la portion du facteur VIII chez l'individu normal et chez les sujets malades.
4- Expliquez pourquoi chez le patient 1, la maladie est plus grave que chez le patient 2 ?

On donne l'extrait du code génétique :

CAC : Ile ; CUU : Leu ; CGU : Arg ; AUU : His ; UGA : Non sens ; CAA : Gln ; UAC : Tyr

***Résolution d'un problème* : Exercice n°9 (Reproduction Humaine)**

Un jeune homme de 18 ans présente un retard de puberté se manifestant par des caractères sexuels peu apparents et des testicules de petite taille.

Pour rechercher les causes et les solutions possibles à ce cas, le médecin andrologue, consulté à cet effet, soumet le jeune homme à divers examens dont les résultats sont consignés dans les documents 1 et 2 ci-dessous :

Hormone	Concentration chez l'homme normal	Concentration chez le jeune homme
Testostérone en nmol/l	10 à 38	3,1
LH en UA/ml	2 à 10	1,7

Document 1 : résultats des dosages de la testostérone et de la LH chez l'homme normal et chez le jeune homme.

Test	Résultat observé
Injection de la LH	Augmentation de la concentration de la testostérone

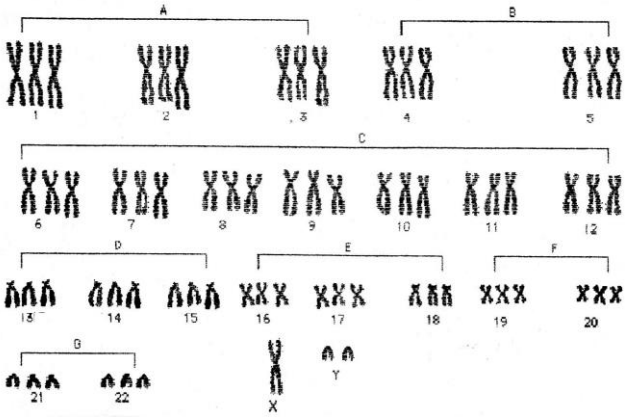
Document 2 : injection de LH puis mesure de la concentration de la testostérone.

1- De quel problème s'agit – il dans cet exercice ?
2- A partir de vos connaissances, proposez quatre hypothèses pouvant expliquer le problème du jeune homme.
3- Analysez comparativement les deux documents.
4- A partir de cette analyse, quelle conclusion tirez – vous quant à l'impact de la LH sur la sécrétion de la testostérone.
5- Parmi les quatre hypothèses énoncées à la question 2, quelle est l'hypothèse la plus probable ?
6- Proposez la solution qui conviendrait au jeune homme pour résoudre son problème.

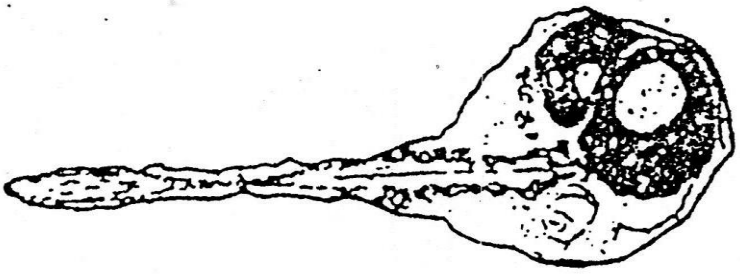
<u>Résolution d'un problème</u> : Exercice n°10 (Reproduction Humaine)

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 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 connaitre la cause.
Le document 1 présente le caryotype issu des cellules d'un embryon humain viable.
Le document 2 est un caryotype établi à partir d'une cellule d'embryon expulsé lors d'un avortement spontané.
Le document 3 montre un des spermatozoïdes observés lors de l'examen des gamètes du père du fœtus expulsé.

<u>Document 1</u>



<u>Document 2</u>



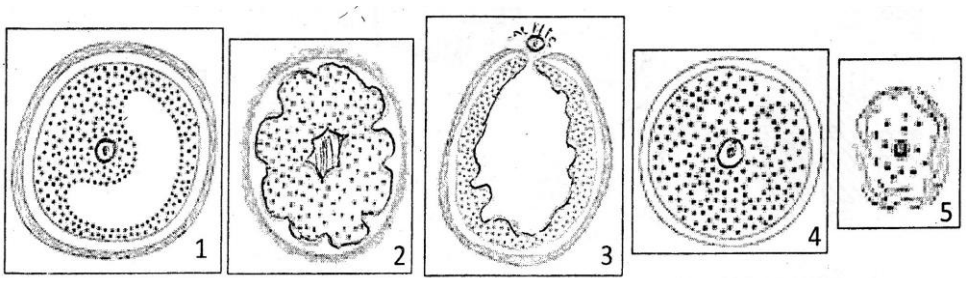
<u>Document 3</u>
(Spermatozoïde atypique au microscope électronique)

1- De l'observation comparée des documents 1 et 2, dégagez le problème posé dans l'exercice.
2- a) En vous référant au document 1 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 2.
   b) Le caryotype du document 2 est – il normal ?
   c) Proposez deux hypothèses pouvant expliquer l'obtention d'un tel caryotype.
4- a) En quoi l'observation du document 3 permet – elle de résoudre le problème posé en 1.
   b) Quelle phase précise de la spermatogénèse s'est mal déroulée ?

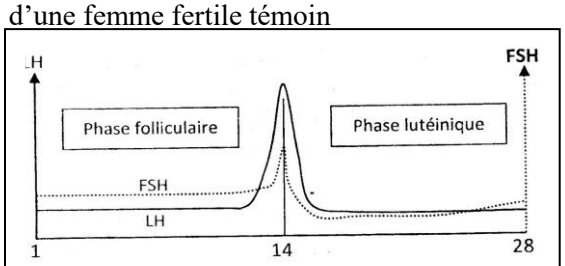
Résolution d'un problème : Exercice n°11 (Reproduction Humaine)

Une femme de 30 ans mariée à Monsieur Jules depuis 6 ans n'a jamais eu d'enfants malgré la fréquence élevée des rapports sexuels. Se sentant coupable de situation de stérilité car son mari a déjà eu deux enfants avec son ex épouse, Madame jules décide de consulter un médecin pour en avoir le cœur net. Les documents 1, 2 et 3 ci-après indiquent des différents examens.

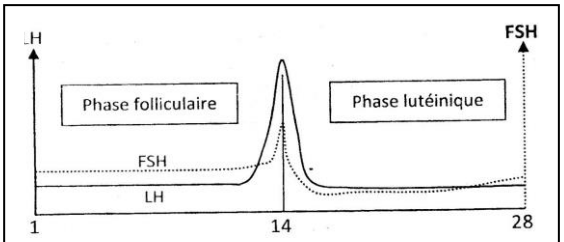
Document 1 :



Document 2 : Dosage des taux d'hormones dans le sang de Madame Jules ainsi que dans celui d'une femme fertile témoin



Résultat chez une femme témoin



Résultat chez Madame Jules

Document 3 : Résultats des expériences d'injection d'Œstradiol et de Progestérone

Expériences	témoin	1	2	3
Injection d'œstradiol au temps t1	Non	non	oui	oui
Injection de progestérone au temps t2 (t2> t1)	non	oui	non	oui
Résultats : Aspect de l'utérus en fin de traitement (coupe transversale à la même échelle)				

Document 3a : Résultats chez une femme sans anomalies

Expériences	témoin	1	2	3
Injection d'œstradiol au temps t1	Non	non	oui	oui
Injection de progestérone au temps t2 (t2> t1)	non	oui	non	oui
Résultats : Aspect de l'utérus en fin de traitement (coupe transversale à la même échelle)				

Document 3a : Résultats chez Madame Jules

1- Quel est le problème posé dans cet exercice ?
2- Ce médecin reçoit un stagiaire dans son service, il lui donne comme une tâche de classer dans l'ordre du déroulement des évènements, les différents schémas du document 1.
   a) Donnez le résultat de ce travail bien fait.
   b) Que représente l'ensemble de ces schémas dans l'organe identifié.
   c) Pouvez-vous déceler à partir de ce document une anomalie à l'origine de la stérilité de Madame Jules ?
3- Analysez les résultats du document 2 et concluez.
4- a) Interprétez les résultats du document 3a.
   b) Que remarquez-vous sur les résultats obtenus chez Madame Jules ?
5- Formulez une hypothèse pouvant expliquer la stérilité de Madame Jules à partir de ces résultats.

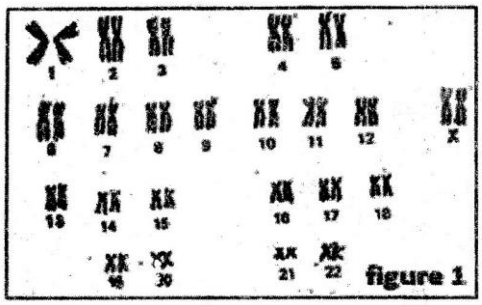
<u>Résolution d'un problème</u> : Exercice n°12 (Reproduction Humaine)

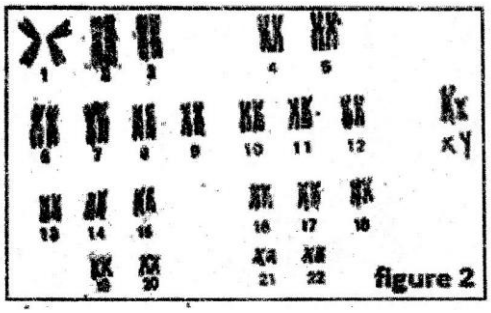
Les figures du document 1 représentent deux caryotypes humains normaux. On établit au laboratoire des caryotypes humains qui révèlent parfois des perturbations numériques concernant les hétérochromosomes (gonosomes). Ainsi on a observé des garnitures chromosomiques anormales consignées dans le document 2.

Il apparait que ces anomalies sont le plus souvent, le fait de la lignée germinale femelle et qu'elles sont d'autant plus fréquentes que la femme est plus âgée.

Il a été constaté que c'est au cours de l'ovogénèse, chez une femme à caryotype normal, que de telles anomalies trouvent leur origine.

Le document 3 représente schématiquement la répartition des chromosomes sexuels au cours d'une ovogénèse normale.

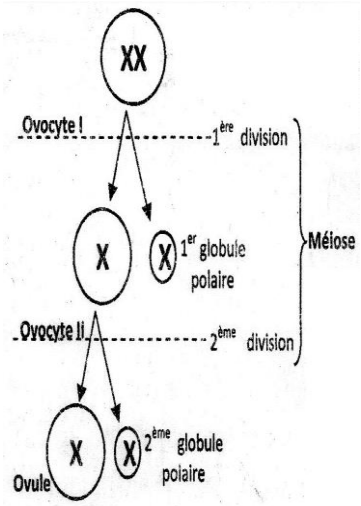




<u>Document 1</u>

	Nombre de chromosomes du caryotype	Gonosomes apparaissant dans ce caryotype
1er cas	45	X
2e cas	47	XXX

<u>Document 2</u>



<u>Document 3</u>

1- De quel problème s'agit-il ?
2- a) Analysez chacun des caryotypes du document 1.
   b) Précisez, pour chaque caryotype, le nombre total de chromosomes apporté par le spermatozoïde et par l'ovule ainsi que leur apport en gonosomes.
3- Dans l'hypothèse où la fécondation qui est à l'origine des résultats du document 1 a été assurée par un spermatozoïde normal, préciser l'apport chromosomique global de l'ovule et son apport en gonosomes pour chaque cas.
4- En utilisant le même principe de schématisation que celui du document 3, expliquez la perturbation possible ayant aboutit aux anomalies (1er cas et 2e cas) du document 2.
5- Quelle conclusion pouvez-vous tirer quant aux perturbations numériques des gonosomes.

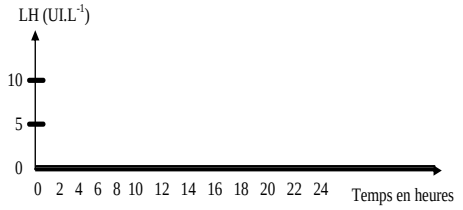
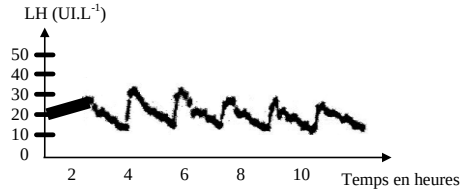
<u>Résolution d'un problème</u> : Exercice n°13 (Reproduction Humaine)

Monsieur A présente un retard de puberté. Ses testicules sont de petite taille et sa concentration plasmatique en testostérone est très basse. Pour comprendre ce problème, un certain nombre d'analyses ont été réalisées au laboratoire chez cet individu (document 1).

<u>Document 1</u> : concentrations plasmatiques de LH et FSH (en $UI.L^{-1}$: unité internationale par litre)

	LH ($UI.L^{-1}$)	FSH ($UI.L^{-1}$)
Concentration plasmatique des hormones chez un individu témoin	2 à 10	1 à 12
Concentration plasmatique des hormones chez Monsieur A	< 0,9	< 0,4

Document 2 : Certains patients présentent les mêmes symptômes que Monsieur A. Ces individus reçoivent un traitement par injection de GnRH toutes les deux heures.
On mesure chez ces patients la concentration de LH et de testostérone avant et pendant le traitement. On fait suivre à Monsieur A le même traitement.

	Concentration plasmatique de LH	Concentration plasmatique de testostérone (mg/cl)
Avant injection de GnRH		63
Avec injection pulsatile de GnRH		500
Traitement identique chez Monsieur A	La concentration plasmatique de LH reste anormalement basse	La concentration plasmatique de testostérone reste anormalement basse

Document 3 :

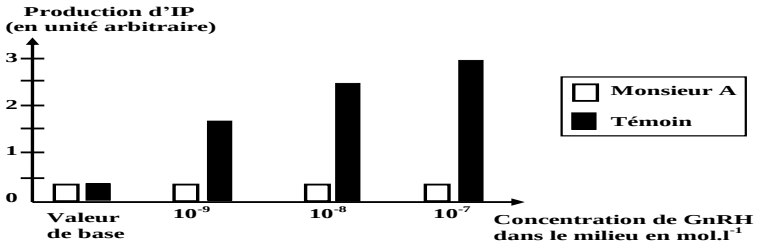
Document 3a : Le récepteur de la GnRH est une protéine de la membrane des cellules de l'hypophyse antérieure.

La séquence d'acides aminés ci-dessous est un extrait de cette protéine :

Récepteur de la GnRH chez un individu témoin (acides aminés 166 à 171)	… Leu – Ser – Val – Phe – Ala …
Récepteur de la GnRH chez Monsieur A (acides aminés 166 à 171)	… Leu – Ser – Arg – Val – Phe – Ala…

Document 3b : La fixation de la GnRH sur son récepteur provoque normalement une augmentation de la production d'inositol-phosphate (IP) dans la cellule hypophysaire.
L'IP est nécessaire à la production de LH et de FSH par la cellule.
En mesurant la quantité d''IP dans les cellules, on évalue indirectement l'activité et la production de LH et de FSH.
Le graphe ci-après représente la quantité d'IP produit par des cellules hypophysaires d'un témoin et des cellules hypophysaires de Monsieur A, en présence de concentration croissante de GnRH.

1- Quel est le problème posé par ces données ?
2- De l'analyse du document 1, quelle hypothèse pouvez-vous émettre pour expliquer cette anomalie ?

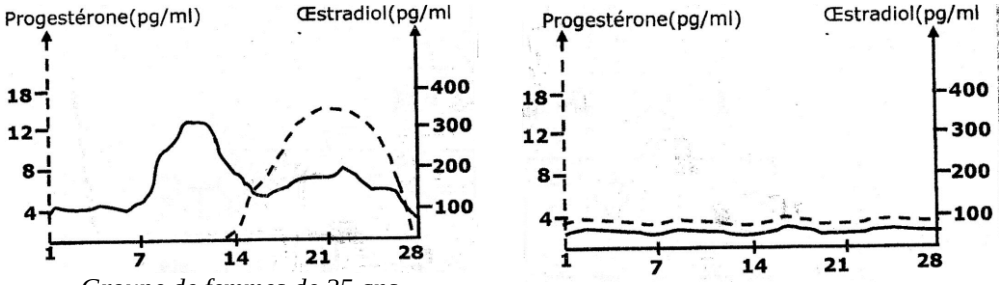


Document 3b

3- L'analyse du document 2 vous permet-elle de confirmer l'hypothèse émise en 2 ? Justifiez
4- Après avoir comparé les séquences d'acides aminés du document 3a, quelle nouvelle hypothèse pouvez-vous émettre pour expliquer l'anomalie de Monsieur A ?
5- Après analyse du document 3b, expliquez l'origine de l'anomalie de Monsieur A en vous servant de vos réponses précédentes.

<u>Résolution d'un problème</u> : Exercice n°14 (Reproduction Humaine)

A- Les femmes, en dehors des périodes de grossesse, ont des ovulations cycliques et des menstruations qui au-delà de 50 ans, disparaissent. Le document 1 représente les taux d'hormones ovariennes réalisées, chaque jour pendant une durée de 28 jours, chez des femmes de deux groupes, les unes âgées de 25 ans et les autres de 50 ans. Des coupes d'ovaires effectuées chez des femmes de 50 ans ne présentent aucun follicule mûr, les follicules primaires sont en dégénérescence et l'ovaire est envahi par du tissu conjonctif.



<u>Groupe de femmes de 25 ans</u> *<u>Groupe de femmes de 50 ans</u>*

<u>Document 1</u>

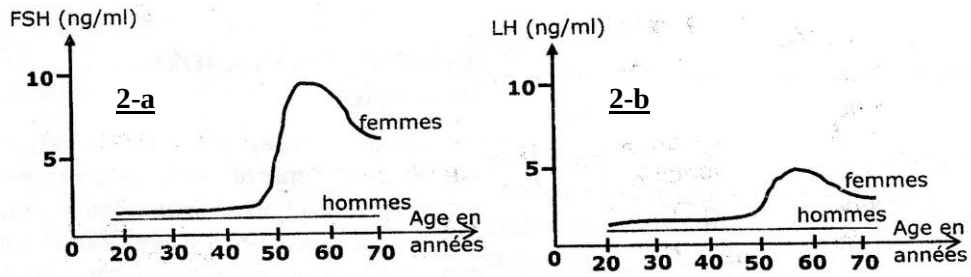
A partir de l'analyse des résultats du document 1 et des données du texte, expliquez la disparition des règles chez une femme ménopausée.

B- On cherche à savoir si la dégénérescence des follicules primaires chez la femme ménopausée est due à l'arrêt de la stimulation des structures ovariennes par le complexe hypothalamo-hypophysaire ou bien au vieillissement de l'ovaire lui-même. On dispose des données suivantes établies chez la ratte et dans l'espèce humaine. Chez ces deux espèces, l'activité des gonades est contrôlée par des gonadotrophines très voisines. Celles-ci, détectables dans le sang sont en partie éliminées dans les urines.

- Des rats mâles, préalablement hypophysectomisés, reçoivent une injection d'extraits urinaires de femmes de 50 ans. L'effet sur les testicules des rats est consigné dans le tableau ci-dessous en comparaison avec les rats témoins.

Etat des rats	Masse des testicules
Rats non hypophysectomisés	1270 mg
Rats hypophysectomisés	210 mg
Rats hypophysectomisés ayant reçu des injections d'extraits urinaires de femmes de 50 ans	756 mg

- Les gonadotrophines ont été dosées dans le sang d'hommes et de femmes d'âges différents. Les résultats sont représentés par les graphes du document 2.



<u>Document 2</u>

1- Quel est le problème posé ?
2- Analysez les résultats obtenus dans le tableau.
3- Analysez les résultats du document 2.
4- Exploitez ces deux analyses et dites quel serait l'aspect des ovaires chez la femme ménopausée ?
5- Quelle conclusion tirez-vous quant au problème posé ?

FIN DU TOME I