

REPUBLIQUE ISLAMIQUE DE MAURITANIE

Honneur – Fraternité – Justice

MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE

ET DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE

INSTITUT PEDAGOGIQUE NATIONAL

SCIENCES NATURELLES 4ÈME AS

Les auteurs

Mohamed Mahmoud Said

Inspecteur

Diallo Adama Samba

Professeur

Mohamed Mohamed Aly

Inspecteur

Souleymane Amadou Sall

Professeur

Institut Pédagogique National

AVANT-PROPOS

Chers collègues professeurs,

Chers élèves ;

Cet ouvrage est le fruit de la collaboration entre membres d'une équipe d'inspecteurs et de professeurs de terrain ayant comme souci premier de mettre à votre disposition un outil pédagogique rigoureusement conforme aux programmes officiels en vigueur (programmes élaborés en 2016 et actualisé en 2018).

Ce livre dont la structure interne est identique dans chaque thème abordé, permettra, nous l'espérons vivement, à l'élève d'aller à son rythme, seul ou en groupe, en classe ou à la maison, en passant du simple au complexe, de l'observation à la découverte, de l'expérimentation à la connaissance. Il constitue un guide, un support que l'élève doit pouvoir consulter fréquemment pour renforcer ses connaissances et forger sa mémoire.

Il aidera aussi le professeur dans l'élaboration de son cours.

Le livre de « **Sciences Naturelles 4^{ème} AS** » est organisé autour de quatre grands axes :

- Un premier axe traitant deux aspects de la cytologie (structure et divisions) et la reproduction chez l'homme.
- un deuxième axe abordant quelques aspects de la motricité chez l'homme mettant en exergue la relation entre les systèmes nerveux, osseux et musculaire.
- un troisième axe étudiant quelques notions en écologie relatives aux grands problèmes écologiques actuels.
- un quatrième axe traitant quelques phénomènes géologiques (séisme, volcanisme) et les roches magmatiques.

Une rubrique intitulée « **A retenir** » constitue une synthèse qui doit vous permettre une rapide remise en mémoire.

Des exercices variés à la fin de chaque chapitre vous permettront de choisir celui ou ceux dont le principe correspond à la démarche que vous voulez vérifier ou acquérir. Dans l'attente de vos remarques et suggestions, veuillez tirer meilleur profit de cette version expérimentale qui, nous le souhaitons, sera améliorée et affinée dans ses prochaines éditions grâce à votre collaboration.

Les auteurs :

Mohamed Mahmoud Said, Inspecteur
Mohamed Mohamed Aly, Inspecteur
Diallo Adama Samba, Professeur
Souleymane Amadou Sall, Professeur

Institut Pédagogique National

EXTRAITS DU PROGRAMME DE 4^{ème} AS

Parties	Thèmes	Notions et contenus
Biologie – Physiologie	Cytologie	<ul style="list-style-type: none"> ☞ Organisation générale de la cellule : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Structure de la cellule ▪ Ultrastructure de la cellule ☞ Divisions cellulaires : <ul style="list-style-type: none"> ▪ La mitose (reproduction conforme) ▪ La méiose
	Reproduction sexuée chez l'Homme	<ul style="list-style-type: none"> ☞ Appareil génital mâle <ul style="list-style-type: none"> ▪ Organisation ▪ Spermatogenèse ☞ Appareil génital femelle : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Organisation ▪ Ovogenèse ☞ Fécondation ☞ Nidation ☞ Hygiène
	Motricité et système nerveux.	<ul style="list-style-type: none"> ☞ Les os <ul style="list-style-type: none"> ▪ Types d'os : longs, plats, courts, irréguliers ▪ Structure d'un os long : ▪ Composition chimique ▪ Croissance ☞ Les muscles <ul style="list-style-type: none"> ▪ Types de muscles ▪ Etude du muscle squelettique ▪ Contraction musculaire ☞ Les articulations <ul style="list-style-type: none"> ▪ Définition, composants ▪ Types ☞ Les accidents ☞ Le système nerveux <ul style="list-style-type: none"> ▪ Organisation ▪ Propriétés ▪ Mouvement involontaire ▪ Mouvement volontaire ▪ Hygiène

Ecologie	Grands problèmes écologiques actuels.	<ul style="list-style-type: none"> ☞ Pollution <ul style="list-style-type: none"> ▪ Menaces ▪ Mesures de protection ☞ Changements climatiques ☞ Gestion des déchets <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ménagers ▪ Industriels ▪ Chimiques ▪ Biomédicaux ▪ Nucléaires... ▪ Catastrophes naturelles : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Inondations ▪ Feux de brousse ▪ Tsunami ▪ Tempêtes ▪ Séismes ▪ Volcans...
Géologie		<ul style="list-style-type: none"> ☞ Séisme : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Définition ▪ Caractères généraux ▪ Origine ▪ Enregistrements ▪ Echelles ☞ Volcanisme <ul style="list-style-type: none"> ▪ Définitions ▪ Produits ▪ Origine ▪ Types d'éruptions ☞ Roches magmatiques <ul style="list-style-type: none"> ▪ Roches plutoniques ▪ Roches volcaniques

LA CELLULE

I- Organisation de la cellule

Les cellules sont des éléments essentiels pour notre organisme. Elles constituent tous les organes et tissus de celui-ci et en assurent le bon fonctionnement. De taille variable, les cellules possèdent toutes la même structure et communiquent entre elles.

La cellule est une unité fondamentale, structurale et fonctionnelle des organismes vivants. Elle peut remplir toutes les fonctions de l'organisme, à savoir le métabolisme, le mouvement, la croissance, la reproduction ou encore la transmission de gènes.

C'est une entité vivante qui fonctionne de manière autonome, tout en restant coordonnée avec les autres. On en distingue deux types :

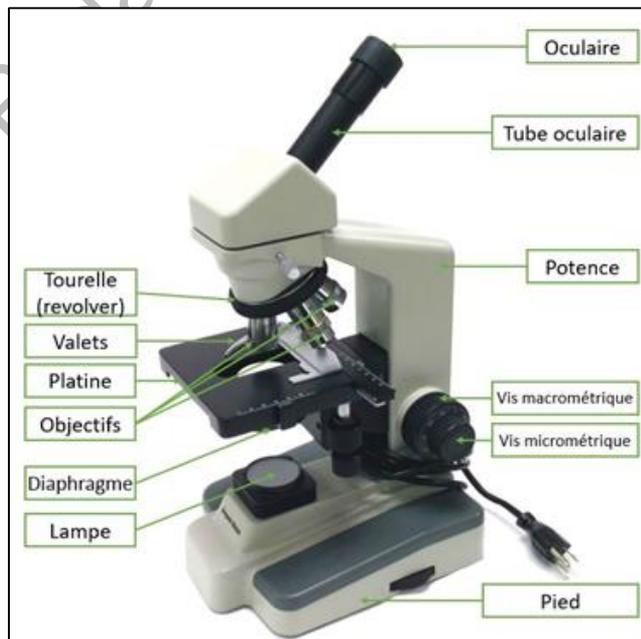
- les cellules **eucaryotes** : elles possèdent un noyau contenant le matériel génétique (exemple : l'homme, la levure).
- les cellules **procaryotes** : elles sont dépourvues de noyau, leur matériel génétique est donc libre dans la cellule (exemple : les bactéries).

A- Cellule vue au microscope optique

1- Microscope optique

a- Description

Le microscope optique permet d'obtenir des grossissements de l'ordre de 1000 à 1500 fois.



Rôles des parties du microscope

Parties	Rôles
Oculaire	Permet d'observer l'objet et produit un grossissement initial.
Tube oculaire	Supporte l'oculaire.
Potence	Supporte le microscope.
Pied	Assure la stabilité du microscope.
Tourelle (Revoluer porte-objectifs)	Supporte les objectifs : permet de tourner pour choisir le bon objectif.
Objectifs	Permettent d'agrandir l'image.
Platine	Soutient la lame.
Valets	Maintiennent en place la lame sur la platine.
Lumière (lampe)	Illumine l'objet à observer.
Vis macrométrique	Permet de faire une mise au point grossière de l'objet à observer.
Vis micrométrique	Permet de faire une mise au point finale de l'objet à observer.
Diaphragme	Contrôle la quantité de lumière illuminant l'objet.

L'oculaire et les objectifs permettent de déterminer le grossissement obtenu lors de l'utilisation d'un microscope. Ce grossissement est le rapport entre le diamètre de l'image observée au microscope et le diamètre de l'objet en réalité.

Pour le connaître, il faut tenir compte du grossissement de l'objectif utilisé ainsi que du grossissement de l'oculaire. De manière générale, le grossissement de l'oculaire est de 10X 10X, alors que celui de l'objectif est plus variable. Si un objectif de 4X 4X est utilisé, on obtient un grossissement total de $40 \times 40X$ ($10X \times 4X = 40X$) ($10X \times 4X = 40X$).

Si un objectif de 10X×10X est utilisé, on obtient un grossissement total de $100X100X$ ($10X \times 10X = 100X$) ($10X \times 10X = 100X$).

Le grossissement des objectifs d'un microscope s'exprime en diamètre. Un grossissement de 40X40X d'un objet nous donne une image dont le diamètre semble être 40 fois plus grand que celui de l'objet.

b-Manipulation

Dans le cadre de la microscopie optique classique, la préparation observée est déposée sur la platine du microscope. Posée sur une plaquette de verre appelée "porte objet" et couverte d'un "couvre objet", la préparation

est maintenue en place par deux **pincés valets**. La lumière fournie par une lampe ou un miroir, est concentrée par une lentille appelée "condensateur" avant de traverser l'objet. La lumière transmise est captée par l'un des objectifs du microscope (qui en compte généralement plusieurs, de puissances différentes). Ces objectifs sont montés sur une pièce tournante appelée revolver.

Finalement, l'image agrandie par l'objectif parcourt le tube porte-oculaire et est encore magnifiée par l'oculaire sur lequel l'observateur pose son œil. Le grossissement de l'oculaire multiplié par celui de l'objectif fournit le grandissement total de l'image par le microscope. La mise au point s'effectue à l'aide d'une ou plusieurs vis de réglage : vis micrométrique pour le réglage grossier, vis micrométrique pour le réglage fin. L'ensemble des pièces qui constituent le microscope est fixé à la potence, par laquelle il est aisé de le saisir.

c- Observation

La **cytologie** est la science qui étudie la **cellule**.

Le microscope montre l'existence de cellules chez tous les êtres vivants, animaux et végétaux. Il permet aussi d'observer des êtres vivants microscopiques (protozoaires, bactéries, virus...).

Le microscope optique (photonique) fonctionne grâce à un faisceau de lumière qui traverse la préparation donnant une image de l'objet à observer. Pour observer au microscope optique, il faut :

- fixer l'objet à observer par des fixateurs tels le formol, l'acide acétique... ;
- le colorer en utilisant des colorants caractéristiques comme le rouge neutre (pour la vacuole), le vert Janus (pour la mitochondrie), le vert de Méthyle (pour le noyau) ;
- durcir le matériel à observer en le congelant ou en utilisant la paraffine ;
- réaliser des coupes minces avec une lame de rasoir ou à l'aide d'un microtome.

L'organisation d'une cellule comporte :

- une enveloppe appelée membrane plasmique ;
- un ou plusieurs noyaux : les êtres vivants dont les cellules ont un noyau sont dits eucaryotes et ceux dont les cellules n'en ont pas sont appelés procaryotes ;
- un cytoplasme formé d'une substance fondamentale appelée hyaloplasme et d'organites comme la mitochondrie, l'appareil de Golgi, le chloroplaste, le centrosome...

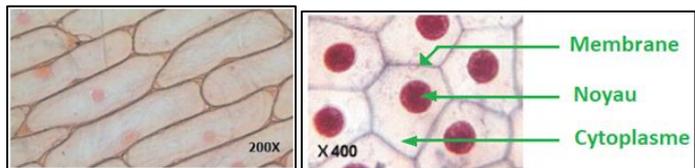
2 - Cellule végétale

a. Au faible grossissement

Le bulbe d'oignon est constitué de l'extérieur à l'intérieur par des écailles sèches, des écailles charnues et un bourgeon central, le tout portant une tige très courte appelée plateau, qui porte aussi des racines. Les écailles charnues sont des feuilles gorgées de substances de réserves.

	Prélever avec une pince la fine peau à l'intérieur d'une écaille d'oignon.
	Découper un petit carré.
	Déposer le petit carré sur une lame en verre. Ajouter Une goutte de colorant
	Déposer une lame en plastique sur la préparation.
	Observer la préparation au microscope au faible grossissement.

Un fragment d'épiderme d'oignon est placé dans une goutte d'eau et observé au faible grossissement du microscope. Plaçons-le dans une goutte d'une solution de saccharose à 6%. Observons ce fragment d'épiderme sans mettre de lamelle. Nous voyons des éléments polyédriques, parfaitement accolés les uns aux autres sans la moindre solution de continuité : ce sont des cellules. Chaque cellule a l'aspect d'une boîte dont les parois sont transparentes.



Recouvrons maintenant la préparation d'une lamelle. Au grossissement 100, nous ne distinguons guère que les contours des cellules et, parfois, un corpuscule plus réfringent, le noyau. Une cellule a de 200 à 300 microns de long sur une cinquantaine de large.

b. Au fort grossissement

- **sans coloration** : la cellule apparaît limitée par un cadre percé de pores ou punctuations ; ce cadre, essentiellement constitué de cellulose, a été appelé membrane cellulosique. Celle-ci paraît commune à deux cellules voisines.

En réalité, une mince lame ou lamelle moyenne, faite de composés pectiques (glucides) sépare la membrane en deux.

Le noyau, qui mesure de 10 à 15 μ de diamètre, est bien délimité ; il existe en effet une membrane nucléaire. A l'intérieur, on distingue seulement une ou plusieurs sphérules brillantes : les nucléoles. La masse du noyau, apparemment homogène, est constituée, en réalité, de chromatine baignant dans le nucléoplasme. La chromatine présente une grande affinité pour les colorants d'où son nom.

En faisant varier la mise au point du microscope, une plage granuleuse se dessine autour du noyau. Cette substance granuleuse, qui représente le cytoplasme, apparaît dans les angles de la cellule, s'étire en une mince couche sur son pourtour. Elle peut former des travées recoupant la partie centrale homogène, mal délimitée sans coloration.

- **Après coloration** : deux petits fragments sont placés quelques minutes dans une solution de rouge neutre à 0,5 gramme par litre. Après rinçage dans l'eau distillée, l'un est monté entre lame et lamelle dans une goutte d'eau, l'autre est immergé dans une solution de saccharose concentrée, à 40% par exemple. Le premier lambeau permet d'observer une vaste cavité centrale, colorée en rouge : la vacuole. Elle correspond à la région apparemment homogène limitée par le cytoplasme. Ce dernier non coloré, est bien visible dans les angles de la cellule et autour du noyau s'il se trouve dans le plan de l'observation. Sur la même préparation, le rouge neutre a pu colorer le cytoplasme et le noyau ; dans ce cas, la cellule est morte. Sur une cellule vivante, le rouge neutre est un colorant spécifique de la vacuole ; employé à faible dose, il ne tue pas la cellule : c'est un colorant vital.

Le lambeau coloré au rouge neutre et placé dans la solution de saccharose concentrée est monté entre lame et lamelle dans une goutte de saccharose. Les cellules vivantes présentent une vacuole rétractée, bordée d'une couche de cytoplasme. Entre membrane cellulosique et cytoplasme, il y a absence de constituants cellulaires. On en déduit que pour suivre la vacuole, le cytoplasme doit être relativement indépendant de la membrane cellulosique.

Cependant, il reste toujours attaché à la membrane cellulosique par quelques points. Ceci suppose une membrane, la membrane cytoplasmique que la microdissection a mise en évidence mais qui est très fine pour être visible.

Dans le cytoplasme, apparaissent des bâtonnets plus ou moins flexueux longs de 5 à 15 μ . Ces différenciations appelées mitochondries, n'ont rien à voir avec les granulations cytoplasmiques déjà mentionnées.

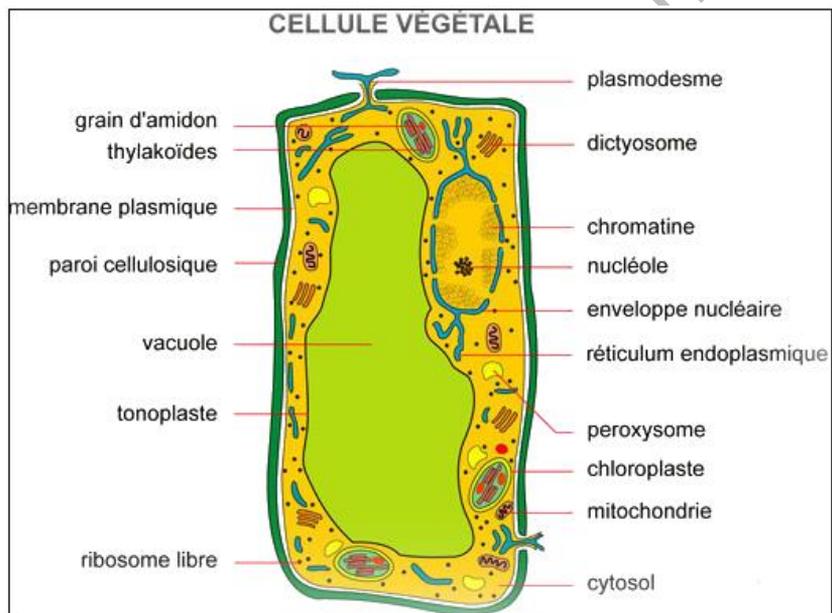
Plaçons un lambeau d'épiderme dans une goutte de réactif iodo-ioduré concentré et recouvrons d'une lamelle. Dans chaque cellule, on observe, coloré en jaune, un noyau renfermant un ou plusieurs nucléoles colorés en brun. Le contour du noyau est net. En effet, il est limité par la membrane nucléaire.

Le cytoplasme, coloré lui aussi en jaune, est bien visible dans les angles de la cellule, le long de la membrane cellulosique et autour du noyau. On y retrouve non colorées, les granulations lipidiques, mais elles sont immobiles : les

courants cytoplasmiques ont totalement disparu ; en effet, le cytoplasme est coagulé : la cellule est morte.

Le réactif iodo-ioduré a donc tué la cellule sans trop la déformer : c'est un fixateur, et, de plus, un colorant. Mais la vacuole n'est plus visible.

Avec un bon microscope, on distingue dans le cytoplasme, autour du noyau par exemple, des filaments, n'ayant que quelques microns de long, colorés en jaune : ce sont les mitochondries et les plastes, qu'on ne peut, dans ces conditions, distinguer les uns des autres. Pour le faire, il est nécessaire d'utiliser d'autres techniques de colorations et un très fort grossissement. Les mitochondries ne dépassent guère 1,5 μ de large, alors que les plastes peuvent atteindre 3 μ .



3 – Cellule animale

Dans le règne animal, l'observation de la cellule est rendue délicate par la consistance molle des organes, consistance qui exige des coupes très fines après inclusions dans la paraffine. Il existe cependant des cellules isolées : ce sont les animaux unicellulaires, ou Protozoaires.

Les animaux pluricellulaires, ou Métazoaires, permettent aussi quelques observations sans avoir recours à la coupe.

a. Epithélium buccal

a-1- Sans coloration

Après avoir nettoyé l'extrémité d'un doigt à l'aide d'un tampon de coton hydrophile imbibé d'alcool à 90°,

- raclons doucement avec l'ongle la face interne de la joue, et déposons dans une goutte d'eau placée sur une lame porte-objet les débris grisâtres ainsi recueillis.

- recouvrons d'une lamelle et observons au microscope, d'abord à un grossissement voisin de 100, puis au fort grossissement (500 à 600 diamètres).

Nous découvrons une série d'éléments incolores, isolés ou groupés. Chacun de ces éléments est une cellule. On distingue dans chaque cellule :

- un corpuscule de forme circulaire ou ellipsoïdale : le noyau.
- la substance qui entoure le noyau est appelée cytoplasme qui contient des granulations.
- une fine pellicule, la membrane cytoplasmique limite le cytoplasme.

Les différentes parties de cette cellule sont incolores. Nous les distinguons grâce à des indices de réfraction différents.

a-2- Avec coloration

Le produit de grattage est déposé sur une lame dans une goutte de bleu de méthylène. Le cytoplasme est coloré en bleu clair et présente de grosses granulations plus foncées, visibles au voisinage du noyau. Ce dernier, de forme très régulière, a fixé intensément le colorant. Au sein du noyau, on distingue une ou des sphérules très réfringentes, les nucléoles.

b. Frottis sanguin humain

Observer au fort grossissement un frottis de sang humain, fixé et coloré. Un tel frottis peut être préparé de la façon suivante :

- à l'aide d'une aiguille stérilisée, piquer, d'un coup sec, la peau bien nettoyée du lobule de l'oreille ou de l'extrémité du doigt.
- essuyer les premières gouttes de sang.

- recueillir les suivantes sur une lame bien propre.
- étaler aussitôt à l'aide d'une lame rodée inclinée à 20-30°.
- agiter à l'air (10 à 15 secondes) pour dessécher.
- colorer au May- Grünwald, puis au Giemsa (mélanges de colorants dissous dans un liquide fixateur. Pour cela :
 - * verser sur le frottis 10 à 15 gouttes de May-Grünwald ; recouvrir avec une demi-boîte de pétri ; laisser agir 3 minutes.
 - * verser sur le colorant 10 à 15 gouttes d'eau distillée neutre ; mélanger en agitant ; laisser agir 1mn.
 - * jeter le colorant et, sans laver, verser sur la lame une solution de Giemsa fraîchement préparée (3 gouttes de Giemsa dans 2ml d'eau distillée) ; laisser agir 5 minutes.

Distinguer les trois types de globules :

- les globules rouges, ou hématies. Nombreux colorés en rose, discoïdes, biconcaves et anucléés ;
- les globules blancs, ou leucocytes. Ils sont plus grands que les globules rouges puisqu'ils mesurent 10 à 25 μ de diamètre. On retrouve les constituants déjà observés : un cytoplasme granuleux ou non, limité par une membrane cytoplasmique, renfermant un noyau entier ou lobé ;
- les globulins, ou plaquettes : cellules anucléées, très petites, souvent rassemblées en amas.

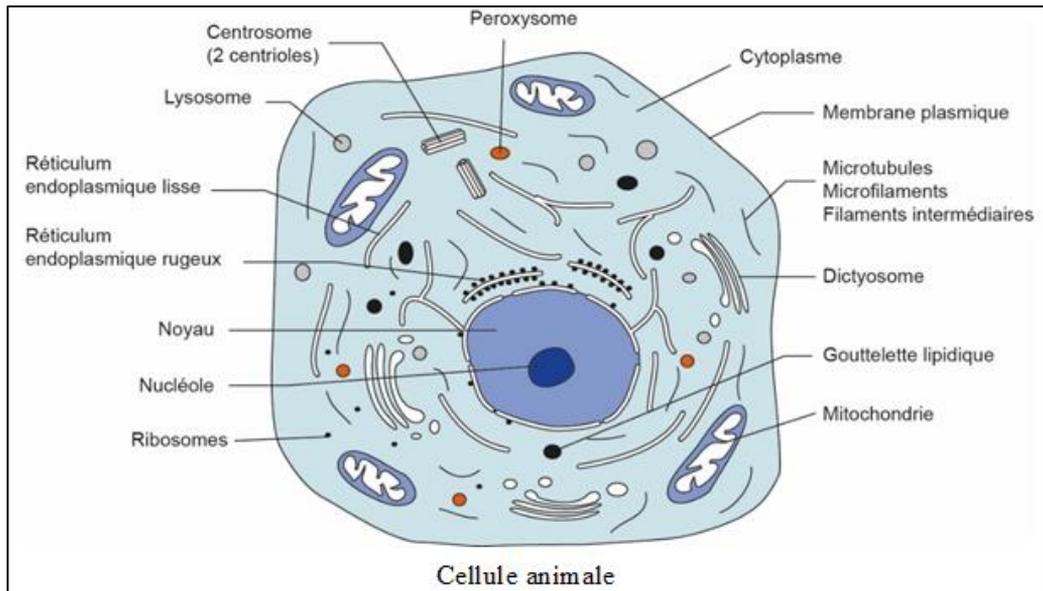
c. Autres constituants cellulaires

En plus des constituants cellulaires que nous venons d'observer (noyau, vacuole, etc.), il en existe d'autres dont la mise en évidence nécessite l'emploi de techniques plus délicates que celles employées au cours des observations précédentes.

On peut trouver dans le cytoplasme des inclusions inertes, etc.

Nous avons retrouvé chez toutes les cellules animales observées :

- une membrane cytoplasmique ;
- du cytoplasme renfermant des inclusions, ou enclaves, que l'on peut diviser en deux groupes, les inclusions vivantes (mitochondries, appareil de Golgi, centrosome...) et les inclusions non vivantes ou inertes constituées par des substances chimiques (vacuoles, gouttelettes de lipides, grains de glycogène, pigments divers, cristaux, etc.).
- un noyau entouré d'une membrane nucléaire et contenant un ou plusieurs nucléole(s) ainsi qu'une substance colorée par le bleu de méthylène et le vert de méthyle : la chromatine. Nucléoles et chromatine baignent dans le nucléoplasme.



A retenir :

La cellule est une unité fondamentale, structurale et fonctionnelle des organismes vivants. La science qui étudie la cellule est la **cytologie**.

Le microscope optique permet d'obtenir des grossissements de l'ordre de 1000 à 1500 fois.

La cellule végétale présente :

- une membrane cellulosique (ou pecto-cellulosique) ;
- une membrane cytoplasmique (ou plasmique) ;
- un cytoplasme, avec des mitochondries, des plastes, des granulations lipidiques entre autres ;
- un noyau limité par la membrane nucléaire et contenant des nucléoles ;
- la vacuole, vaste poche liquide.

La cellule animale quant à elle, renferme :

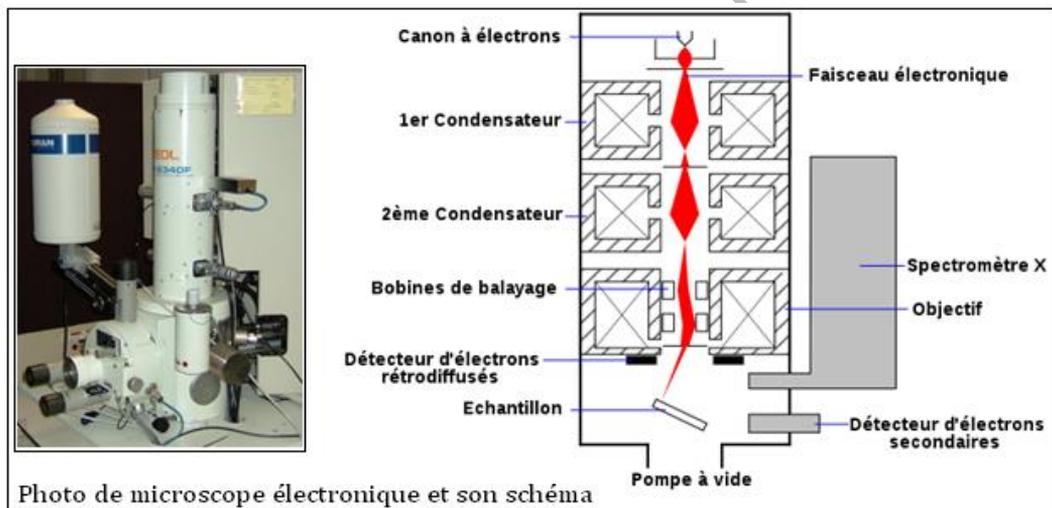
- une membrane cytoplasmique ;
- du cytoplasme renfermant des inclusions ou enclaves vivantes (mitochondries, appareil de Golgi, centrosome...) et non vivantes, (vacuoles, grains de glycogène, cristaux, etc.) ;
- un noyau entouré d'une membrane nucléaire et contenant un ou plusieurs nucléole(s) ainsi que la chromatine colorée par le bleu de méthylène et le vert de méthyle. Nucléoles et chromatine baignent dans le nucléoplasme.

B- Cellule vue au microscope électronique

1- Principe du microscope électronique

La microscopie électronique à balayage (MEB) est une technique de microscopie basée sur le principe des interactions électrons-matière. Un faisceau d'électrons balaie la surface de l'échantillon à analyser qui, en réponse, réémet certaines particules. Différents détecteurs permettent d'analyser ces particules et de reconstruire une image de la surface.

Un microscope électronique à balayage est essentiellement composé d'un canon à électrons et d'une colonne électronique dont la fonction est de produire une sonde électronique fine sur l'échantillon, d'une platine porte-objet permettant de déplacer l'échantillon dans les 3 directions et de détecteurs permettant de détecter et d'analyser les rayonnements émis par l'échantillon. En outre l'appareil doit nécessairement être équipé d'un système de pompes à vide». Il peut agrandir jusqu'à 500 000 fois.



2- Ultrastructure cellulaire

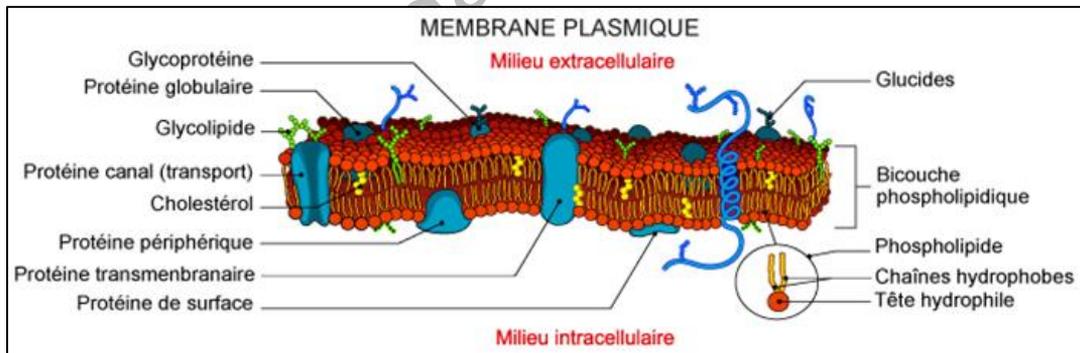
a. Membrane plasmique

En biologie cellulaire, la membrane désigne un assemblage de molécules en un double feuillet séparant la cellule de son environnement et délimitant le cytoplasme cellulaire, ainsi que les organites à l'intérieur de celui-ci. La membrane est un ensemble complexe de lipides, de protéines et de sucres (ou oses) régulant les échanges de matière entre l'intérieur et l'extérieur de la cellule ou entre deux compartiments cellulaires. Les composants-clé de la membrane biologique sont les phospholipides. Comme toutes les membranes biologiques, elle est globalement organisée selon le

modèle de la "mosaïque fluide" proposé dès 1972 par Singer et Nicholson. Dans ce modèle toute membrane est constituée de deux monocouches ou feuilletts de phospholipides, la bicouche, dans laquelle les chaînes hydrophobes se font face. Les têtes polaires sont orientées vers les phases aqueuses. Les protéines intégrales ou intrinsèques traversent la membrane de part et d'autre. Leurs séquences hydrophobes leur permettent d'être dissoutes au cœur de la bicouche. Les protéines périphériques, ou extrinsèques sont, quant à elles, liées par des liaisons faibles en énergie, soit aux têtes polaires des phospholipides, soit aux protéines intrinsèques sur l'une ou l'autre face de la membrane.

Les membranes plasmiques des cellules eucaryotes jouent de multiples rôles dans la vie cellulaire :

- ◆ ce sont des barrières imperméables séparant les milieux externes et internes de la cellule mais permettant cependant des échanges contrôlés entre les deux compartiments.
- ◆ leurs surfaces externes comportent des sites de reconnaissances spécifiques qui permettent la réception de signaux moléculaires de différentes origines.
- ◆ elles contiennent des enzymes, sites d'activités biochimiques.
- ◆ elles sont parfois capables d'adapter leur forme, comme dans le cas des globules rouges, ou de résister à des cycles de contraction-relaxation, comme dans le cas des cellules musculaires.



b. Membrane squelettique

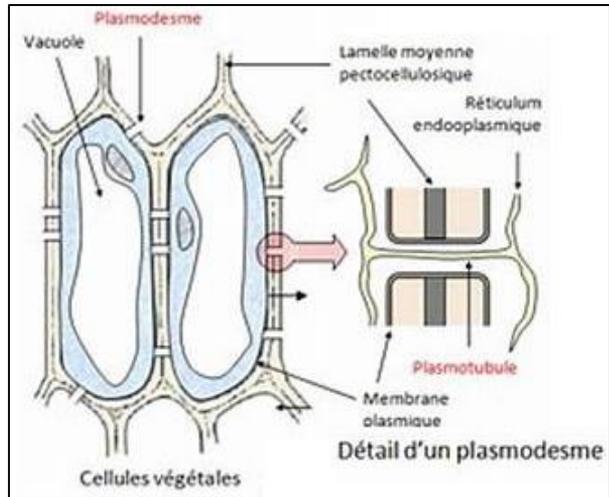
La paroi pectocellulosique est un élément de structure cellulaire qui protège chaque cellule végétale. Elle constitue le squelette et l'enveloppe de la cellule ; elle protège la cellule, prévient une absorption excessive d'eau, assure le maintien et définit la taille et la forme de la cellule végétale. Elle participe à la régulation des relations avec les autres cellules et l'extérieur, de

manière passive, au transport, à l'absorption, et à la sécrétion de multiples substances. Elle est spécifique aux cellules végétales (sauf quelques cellules comme les gamètes mâles n'en possèdent pas). Elle est périphérique par rapport à la membrane plasmique, et comportant, de l'extérieur vers l'intérieur :

- la lamelle moyenne : elle est commune à deux cellules contiguës. Elle colle les cellules les unes aux autres et est constituée de pectines.

- la paroi primaire : elle est de nature pecto-cellulosique et extensible permettant la croissance cellulaire.

- la paroi secondaire : elle est constituée de cellulose et est enrichie en composés comme la lignine (pour renforcer la rigidité), la cutine et la subérine (pour l'imperméabiliser).



La paroi pecto-cellulosique est

percée de fins canaux, ou plasmodesmes, par lesquels les membranes plasmiques et les cytoplasmes des deux cellules voisines sont en continuité.

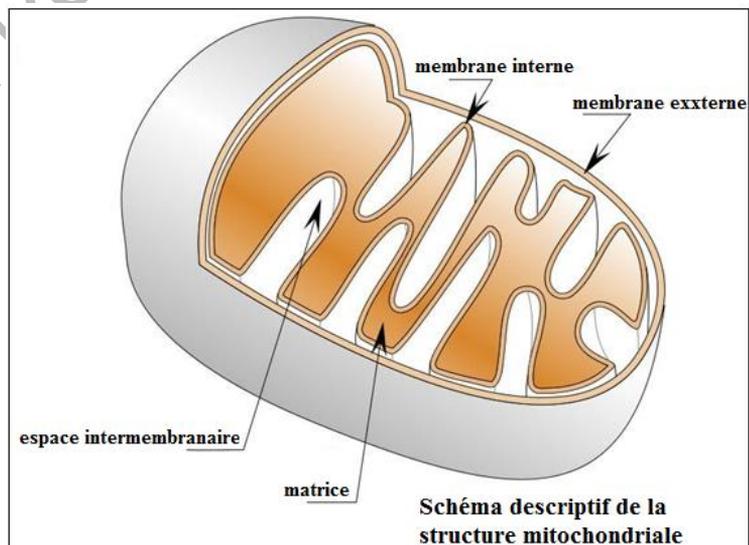
c. Mitochondrie

Il s'agit de minuscules filaments ayant quelques microns de long sur 0,5 à 1 micron de large.

Leur forme peut varier dans une même cellule et d'une cellule à l'autre : granulations et bâtonnets.

Les mitochondries s'observent chez tous les êtres vivants, à l'exception peut-être des bactéries.

Le microscope électronique montre



que chaque mitochondrie est limitée par une membrane double d'où partent, dirigés vers l'intérieur, soit des tubes sinueux, soit des crêtes irrégulières, longitudinales ou transversales, formant autant de cloisons incomplètes. Ces cloisons sont d'autant plus nombreuses que l'activité chimique de la cellule est plus intense.

L'intérieur de la mitochondrie est occupé par une substance d'aspect homogène : matrice.

La membrane interne très développée de la mitochondrie ne ressemble pas à une membrane ordinaire. A un très fort grossissement elle montre la présence de petits grains pédicellés riches en ATP (substance énergétique).

La mitochondrie est le siège d'oxydations cellulaires, expression même de la respiration.

La matrice renferme des granules ressemblant à des ribosomes, des inclusions et un filament d'ADN.

d. Plastes

Ce sont des organites propres à la cellule végétale.

Ils ont en commun certaines propriétés ;

* Ils contiennent de multiples copies d'un petit génome.

* Ils sont entourés d'une enveloppe formée d'une double membrane.

Les différents types de plastes sont :

- **Les proplast**es : tous les plastes dérivent de proplast ou protoplastes, petits organites présents dans les jeunes cellules méristématiques.

Les proplast se développent selon les besoins des cellules.

- **Les leucoplast**es : plastes non pigmentés de forme irrégulière, qui synthétisent des essences et des résines.

-**Les protéoplast**es : accumulent des protéines.

-**Les oléoplast**es : accumulent des Lipides.

- **Les chromoplast**es : dépourvus de chlorophylle, mais contiennent des pigments caroténoïdes. (Jaune, orangé, rouge).

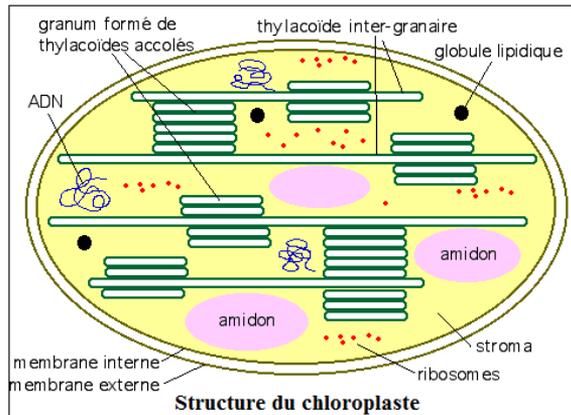
- **Les amyloplast**es : Ce sont des plastes spécialisés dans le stockage de produits de la photosynthèse sous forme d'amidon.

- **les chloroplast**es : renferment la chlorophylle.

Alors qu'au microscope optique, les plastes présentent seulement des granulations riches en chlorophylle appelées grana, disséminées dans une substance d'apparence homogène nommée stroma, ils présentent au microscope électronique un grand nombre de lamelles parallèles formant des sacs aplatis. La lumière des sacs a une largeur de l'ordre d'une cinquantaine d'ångströms.

Un granum paraît être constitué par un empilement de quelques dizaines de sacs aux parois épaisses chargées de chlorophylle. Dans le stroma, les membranes sont plus minces et sans doute dépourvues de pigment.

Les plastes ont une structure voisine de celle des mitochondries, mais avec lamelles plus développées et disposées de manières différentes suivant les types considérés.

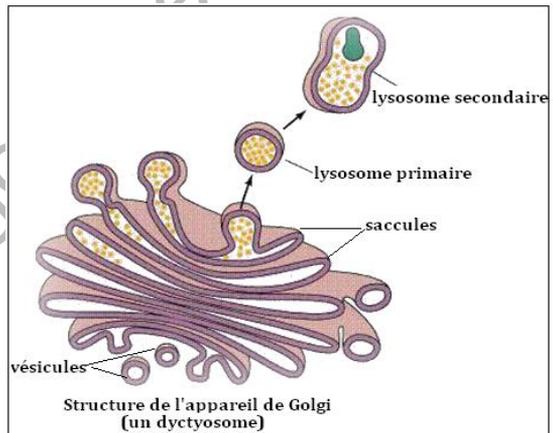


e. Appareil de Golgi

Il est constitué par des unités appelées dictyosomes. Un dictyosome est formé de cavités ou saccules, limitées par des membranes simples, d'une épaisseur de 40 à 60 angströms.

Il n'y a jamais de ribosomes accolés à ces membranes.

Vers les extrémités, on voit nettement se former des vésicules qui peuvent se détacher et s'éloigner des saccules, ainsi qu'on a pu le vérifier au microscope optique. On pense que ces vésicules contiennent des produits de sécrétion.



L'appareil de Golgi permet la concentration des protéines et peut également effectuer la synthèse de polysaccharides (polyholosides). C'est ainsi que la cellule végétale sécrète la cellulose nécessaire à la formation de sa paroi cellulosique.

f. Réticulum endoplasmique

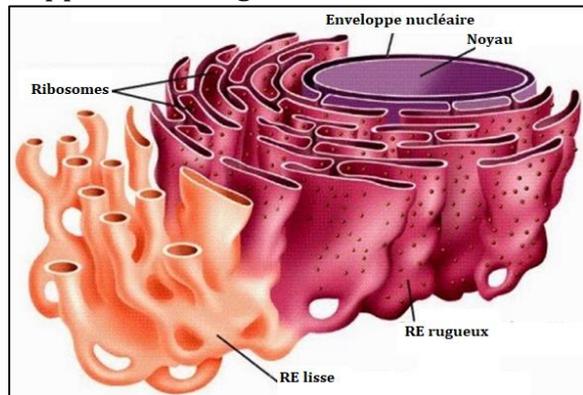
Il est formé de saccules anastomosés, parfois groupés grossièrement parallèles, et présentant en période d'activité des dilatations, ou citernes.

Il existe deux types de réticulum endoplasmique :

- **Le réticulum endoplasmique rugueux** : est lié à la membrane nucléaire et recouvert sur sa surface externe de ribosomes. Les protéines formées par les

ribosomes sont déplacées vers les citernes et triées. Elles formeront des enzymes qui servent au maintien des membranes ou elles seront excrétées dans des vésicules de transport vers l'appareil de Golgi.

- Le réticulum endoplasmique lisse est formé de tubules agencés en réseau. Il joue un rôle important dans la synthèse des lipides et des stéroïdes, au métabolisme des glucides, ainsi que la désintoxication des médicaments, des drogues et des poisons.



g. Vacuole

Les vacuoles sont des cavités remplies d'eau et de substances dissoutes absorbées par la cellule ou élaborées par elle. Ce sont des enclaves hydrophiles que l'on oppose aux enclaves hydrophobes renfermant des graisses (cellules animales), des huiles, des essences ou des résines (cellules végétales). Limitées par une membrane simple, les vacuoles peuvent être considérées comme des vésicules dilatées provenant, soit du réticulum endoplasmique, soit de la membrane plasmique, soit des dictyosomes.

h. Centrosome

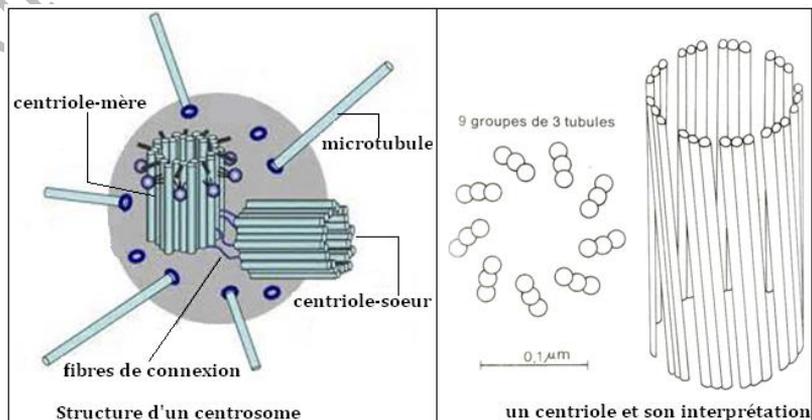
Il s'observe chez toutes les cellules animales et chez certaines cellules végétales, mais il est toujours absent chez les plantes supérieures (Angiospermes).

Situé au voisinage du noyau, il est formé d'un amas sphérique d'hyaloplasme dense (sans réticulum, ni mitochondries)

dont le centre est occupé par un (ou deux) granule colorable : le (ou les) centriole.

Le microscope électronique

montre que le nucléole est un cylindre de 5000 angströms de long et de 1500 angströms de



diamètre dont la paroi est formée de 9 tubes parallèles, régulièrement espacés. Chaque tube est souvent double, rarement simple ou triple. Lorsqu'un centrosome renferme deux centrioles, ces derniers sont toujours disposés en position orthogonale.

Certaines cellules présentent des organites moteurs tels que cils (Protozoaires ciliés, cellules épithéliales ciliées de la trachée de l'homme, de l'œsophage de la grenouille, des branchies de la moule), ou flagelle (Protozoaires flagellés, spermatozoïdes humains). A la base de chaque organite, est situé un granule colorable dont la structure est identique à celle d'un centriole. Quant à l'organite lui-même, c'est un cylindre dont la paroi est formée de 9 tubes et dont l'axe est occupé par un dixième tube, souvent double. Les cils et les flagelles, les granules qui leur sont associés et les centrioles constituent l'appareil cinétique de la cellule.

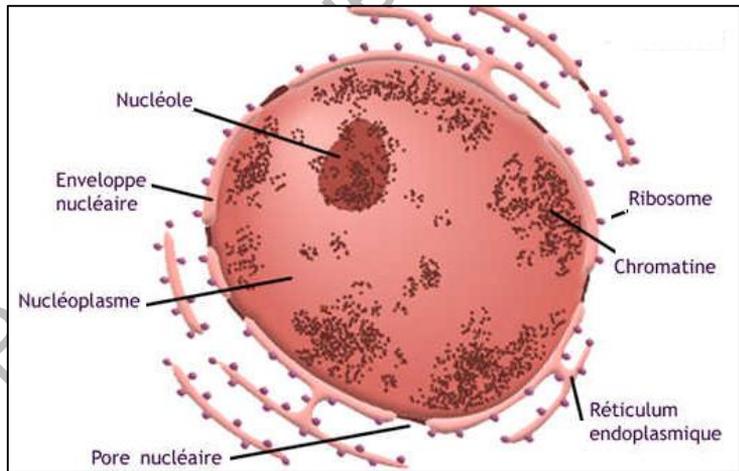
i. Noyau

Le microscope électronique a fourni des renseignements intéressants sur l'enveloppe nucléaire qui est formée de deux membranes. Elle présente des pores qui ne sont pas de simples trous. Il y en a environ une cinquantaine par micron carré, mais le nombre varie avec l'activité cellulaire.

L'enveloppe nucléaire peut être en relation avec le réticulum et c'est d'ailleurs aux dépens de ce dernier qu'elle se reforme à la fin d'une division cellulaire.

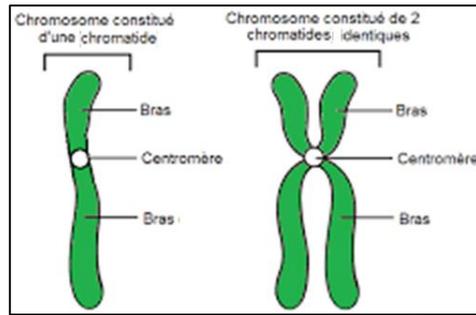
Le nucléole est formé surtout d'ARN et de protéines. Il n'est pas limité par une membrane. Le reste du contenu du noyau :

- **La chromatine** : est une substance fortement colorable par les colorants basiques, constituée d'ADN et de protéines. Elle est présente uniquement durant l'interphase et va se condenser en **chromosome** au début de la division cellulaire



- **Les chromosomes**: ce sont des éléments microscopiques présents dans toutes les cellules de l'organisme. Ils sont les porteurs de l'information génétique propre à chaque individu.

Le noyau a un rôle dans le métabolisme de la cellule, dans sa division et dans le maintien des caractères héréditaires.



- **Caryotype**

Le caryotype est une représentation ordonnée de l'ensemble des chromosomes d'une cellule somatiques. Toutes les cellules somatiques possèdent l'intégralité des chromosomes (excepté les globules rouges). Chez l'homme, on compte 22 paires de chromosomes numérotées de 1 à 22, et une paire mise à part (encadrée) contenant deux chromosomes différents notés X et Y : il s'agit d'une cellule appartenant à un homme. Une cellule appartenant à une femme présente une paire notée XX classée au même endroit que la paire XY de l'homme. Chacun des chromosomes d'une paire provient de la mère et du père qui ont fourni un gamète chacun : le spermatozoïde chez l'homme et l'ovule chez la femme.

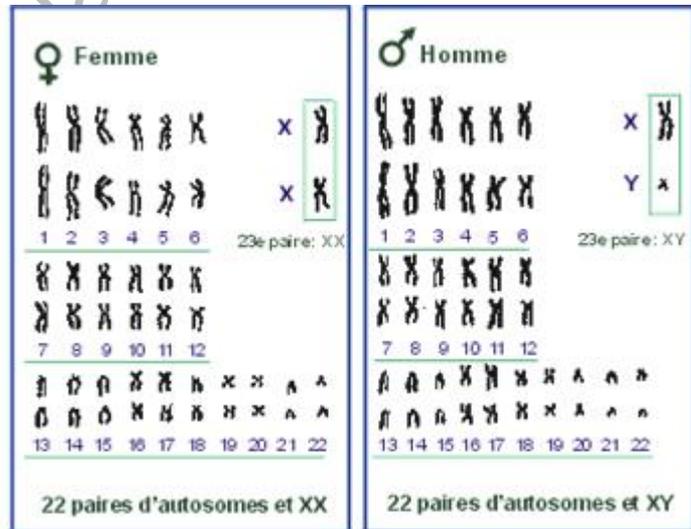
-**Réalisation**

Pour réaliser un caryotype, il faut utiliser des cellules en métaphase de mitose car la chromatine est condensée, les chromosomes sont alors visibles.

Le matériel génétique est ensuite coloré, cette étape fait apparaître les bandes caractéristiques des chromosomes homologues, il est alors possible de les classer par paires d'après leur taille et leur forme. Classement par ordre de taille décroissant.

du

caryotype :



A retenir :

La microscopie électronique est une technique basée sur le principe des interactions électrons-matière. Il peut agrandir jusqu'à 500 000 fois.

L'ultrastructure cellulaire désigne l'ensemble des organites cellulaires observés au microscope électronique :

- la membrane plasmique : assure plusieurs fonctions : la protection de la cellule et les échanges entre le milieu extracellulaire et intracellulaire... ;

- la membrane squelettique (paroi pectocellulosique) protège la cellule végétale, assure le maintien et définit la taille et la forme de la cellule ;

- la mitochondrie : siège de production d'énergie (ATP) dans la cellule ;

- le chloroplaste : organite propre à la cellule végétale, constitue le siège de la photosynthèse ;

- l'appareil de Golgi est constitué par des unités appelées dictyosomes. Son rôle est de stocker les protéines issues du REG, d'achever leur maturation et de les sécréter ;

- le réticulum endoplasmique (RE) : Il existe deux types :

- le réticulum endoplasmique rugueux (REG) recouvert sur sa surface externe de ribosomes.

- le réticulum endoplasmique lisse(REL) formé d'un réseau de tubules.

Le RE intervient dans la synthèse des protéines, lipides, le stockage et la formation de la membrane nucléaire...

- les vacuoles sont des cavités remplies d'eau et de substances dissoutes absorbées ou élaborées par la cellule ;

- le centrosome s'observe chez toutes les cellules animales et chez certaines cellules végétales. Chaque centrosome est composé de deux centrioles et intervient dans la division et le déplacement cellulaires ;

Le noyau renferme de la chromatine organisée en chromosomes (ADN et protéines) et commande le métabolisme, la division et le maintien des caractères héréditaires de la cellule.

Le caryotype est une représentation ordonnée de l'ensemble des chromosomes d'une cellule somatique.

II- Divisions cellulaires

A. Mitose

La division cellulaire est un phénomène universel. Des êtres procaryotes sans véritable noyau (bactéries) aux cellules eucaryotes à vrai noyau ; des êtres unicellulaires aux êtres pluricellulaires, la finalité du phénomène est la même, même si le déroulement varie dans le détail : la division cellulaire assure la transmission intégrale de l'information génétique

contenue dans les chromosomes. Ainsi naissent les clones, ensemble de cellules possédant le même programme génétique.

Bien que la mitose soit un phénomène continu, le comportement des chromosomes permet de distinguer quatre phases.

1-Déroulement

a. La prophase.

C'est la phase la plus longue (15 à 60 minutes) qui se caractérise par :

- la condensation de la chromatine qui forme des chromosomes clivés longitudinalement en deux chromatides, réunies au niveau du centromère.
- la disparition de l'enveloppe du noyau.
- l'apparition d'un fuseau de fibres entre deux pôles de la cellule ; au niveau des pôles, on note soit la présence d'une formation claire (la calotte polaire) dans le cas d'une cellule végétale, soit l'existence d'une structure rayonnante (l'aster) dans le cas d'une cellule animale.

b. La métaphase

De courte durée (quelques minutes seulement), elle est caractérisée par le regroupement des centromères dans le plan équatorial du fuseau de division. L'ensemble des chromosomes clivés, ainsi rangés, forme une figure appelée plaque équatoriale. Des fibres particulières, les fibres chromosomiales, qui naissent au voisinage du centromère, rattachent chaque chromosome aux pôles du fuseau. Une vue polaire de la plaque équatoriale permet de dénombrer les chromosomes.

c. L'anaphase

Au cours de cette phase très rapide (2 à 3 minutes), chaque centromère se divise en deux ; les centromères fils, solidaires chacun d'une chromatide, s'écartent l'un de l'autre en direction des pôles du fuseau par raccourcissement des fibres achromatiques. On assiste ainsi à une migration en sens opposé de deux lots de chromosomes strictement identiques : c'est l'ascension polaire. En effet, tout chromosome de la cellule initiale est représenté dans chacun des deux lots par un chromosome fils (c'est-à-dire une chromatide).

d. La télophase :

D'une durée comparable à celle de la prophase, elle se caractérise par la formation d'un noyau au niveau de chacun des deux lots de chromosomes :

- les chromosomes se désindividualisent pour redonner une masse diffuse de chromatine ;

- le fuseau de division disparaît ;
- l'enveloppe nucléaire se reconstitue. La division du noyau est alors terminée.

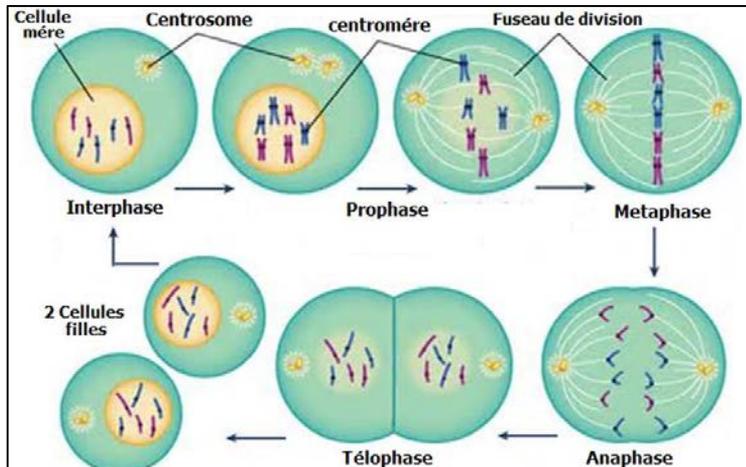
L'obtention de deux cellules filles nécessite une division du cytoplasme entre les deux noyaux fils. Cette séparation se réalise :

- par élaboration d'une nouvelle paroi squelettique dans le cas d'une cellule végétale ;

- par simple étranglement du cytoplasme dans le cas d'une cellule animale ;

Les deux cellules filles entrent alors en interphase.

Chaque chromosome comprend un centromère et deux chromatides. A la



métaphase, les centromères se sont dédoublés ; à l'anaphase, les centromères s'écartent, entraînant les chromatides.

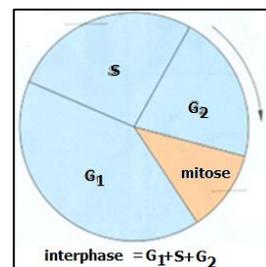
2- Rôle de la mitose

La mitose permet la croissance d'un organisme de la cellule-œuf à l'adulte ainsi que le renouvellement tout au long de sa vie de ses cellules comme par exemple les cellules sanguines ou les cellules de la peau chez les animaux. Chez les végétaux, la mitose participe à la croissance des organes comme la racine ou la tige par augmentation du nombre de cellules. La division cellulaire est un phénomène contrôlé. Un défaut de ce contrôle peut aboutir à la prolifération anarchique des cellules et à la formation de tumeurs.

3. Le cycle cellulaire

Le cycle cellulaire comprend deux phases :

- l'interphase formée de la phase G₁ (intervalle de temps qui correspond à une croissance de la cellule), la phase S (au cours de laquelle la cellule double son stock d'ADN (chromatine)), la phase G₂ (pendant laquelle la croissance cellulaire de poursuit).
- La mitose (M) divisée en 4 étapes.



La durée totale du cycle varie selon les espèces : la phase M (mitose) est courte (1 à 3 heures). L'interphase dure plus longtemps. Un cycle complet se déroulant sur 15 à 20 heures.

A retenir :

La mitose est une division qui permet d'obtenir deux cellules (cellules filles) génétiquement identiques à la cellule de départ (cellule mère).

Les quatre phases de la mitose s'enchaînent l'une à l'autre en continuité :

-la prophase se caractérise par la condensation des chromosomes, l'effacement du nucléole, la disparition de l'enveloppe nucléaire et la formation de l'appareil achromatique ;

-la métaphase se caractérise par l'alignement de l'ensemble des chromosomes clivés, pour former une plaque équatoriale ;

-l'anaphase caractérisée par l'ascension polaire des chromatides suite au clivage du centromère de chaque chromosome ;

- la télophase caractérisée par la décondensation des chromosomes, la réapparition du nucléole, la reconstitution de l'enveloppe nucléaire, la disparition de l'appareil achromatique et la division du cytoplasme.

La mitose et l'interphase (G_1 , S, G_2) qui la précède forment un cycle cellulaire.

B. Méiose

La méiose est le processus de double division cellulaire permettant la formation de gamètes, ou cellules sexuelles chez les organismes eucaryotes.

À partir d'une cellule mère diploïde, on obtient quatre cellules filles haploïdes au matériel génétique différent

1. Première division

La première division se caractérise par les faits suivants :

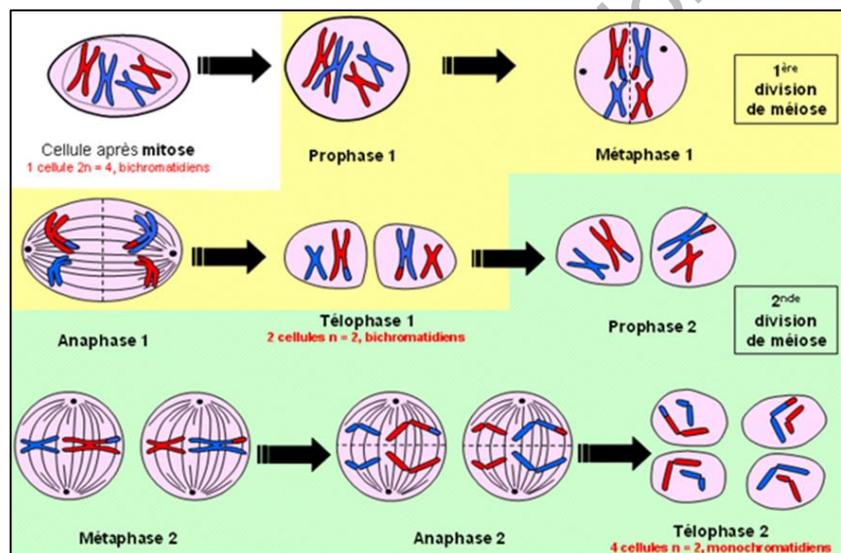
• **la prophase** est très longue et marquée par un véritable appariement des chromosomes homologues qui constituent ainsi des bivalents, très épaissis, dédoublés chacun en deux chromatides ; leurs bras s'entrecroisent en des figures caractéristiques au niveau du chiasma. Chaque ensemble de quatre chromatides forme une tétrade. Des échanges de segments de chromosomes peuvent avoir lieu à ce moment-là ;

• **la métaphase** : les centromères de chromosomes homologues se placent de part et d'autre du plan équatorial (et non dans le plan équatorial comme pour la mitose) ;

- **l'anaphase** : est marquée par la séparation des chromosomes homologues sans clivage de leurs centromères : ainsi n chromosomes (c'est-à-dire un chromosome de chaque paire) encore fissurés migrent vers chaque pôle ;
- **la télophase** : deux cellules filles haploïdes se sépareront.

2- Deuxième division

La deuxième division a lieu en général immédiatement après une brève interphase. Le seul fait original de cette division est le clivage du centromère de chaque chromosome à l'anaphase : ainsi n chromosomes-fils migrent en direction de chaque pôle de la cellule. Les cellules haploïdes nées de cette division sont les spermatides. Les phénomènes cytologiques de la méiose ressemblent à ceux des mitoses banales (apparition des chromosomes, asters, fuseau achromatique, cytotdiérèse) : elle s'en distingue par la réduction du nombre de chromosomes de $2n$ à n ; la première division est dite réductionnelle, la seconde est dite équationnelle. La méiose se traduit par une réduction chromatique.



A retenir

La méiose est une division qui permet d'obtenir quatre cellules (cellules filles) génétiquement différentes de la cellule de départ (cellule mère). Elle permet le passage d'une cellule diploïde ($2n$) à des cellules haploïdes (n).

Elle est formée de deux divisions successives :

-Une division réductionnelle subdivisée en quatre phases (prophase I, métaphase I, anaphase I et télophase I) ;

Une division équationnelle subdivisée en quatre phases (prophase II, métaphase II, anaphase II et télophase II).

EXERCICES

Exercice 1

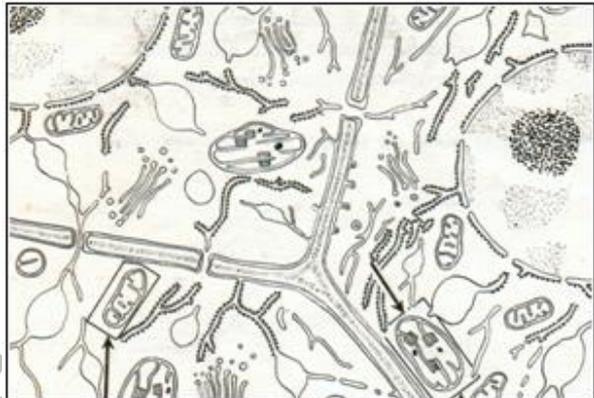
Concernant le microscope électronique (ME), quelles sont les propositions vraies :

- a) Le ME utilise des électrons, ce qui nécessite que l'objet observé soit placé dans le vide.
- b) Comme le MO, le ME nécessite une simple fixation au glutaraldéhyde.
- c) L'enrobage au ME se fait après déshydratation et utilise la paraffine.
- d) L'enrobage permet à l'ultramicrotome de débiter des coupes de 50 nm environ.
- e) Après la coupe, on peut placer l'objet sur une lame porte objet.

Exercice 2

Le document ci-contre représente un fragment de tissu, vu au microscope électronique.

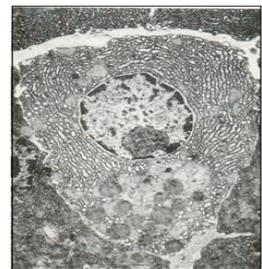
- 1- Mettre une légende précise à chacun des éléments représentés.
- 2- S'agit-il d'un tissu végétal ou animal ? Justifier votre choix.
- 3- Préciser l'ultrastructure et le rôle des organites encadrés et indiqués par une flèche.



Exercice 3

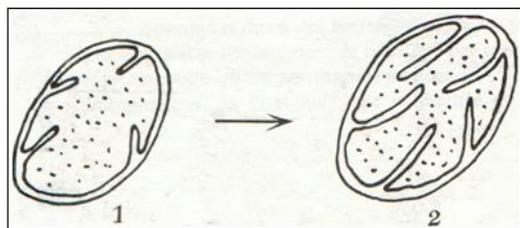
La photographie ci-après représente une cellule vue au microscope électronique.

Faire un schéma très simplifié de l'ensemble et donner une brève description des organites identifiés.



Exercice 4

La levure peut vivre en milieu normalement oxygéné où elle respire (= aérobiose), ou en milieu très pauvre en oxygène où la respiration est suspendue (= anaérobiose). En anaérobiose, certains organites présentent l'ultrastructure dessinée en 1 sur la figure suivante. Si les cellules sont transportées en



aérobiose, ces organites se modifient et se présentent alors comme le montre le dessin 2.

1-De quels organites s'agit-il ? Justifie ta réponse.

2-Comment peux-tu interpréter cette modification.

Exercice 5

Le document ci-contre montre une cellule (A) qui a subi une division cellulaire.

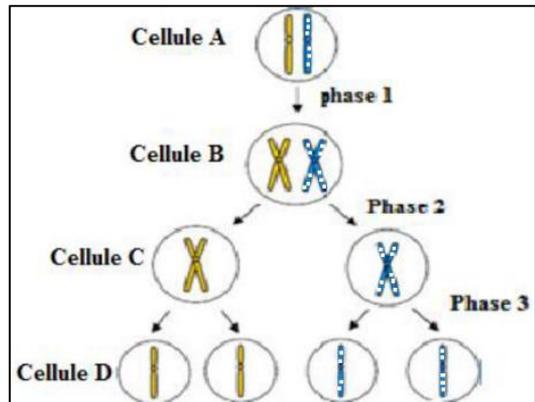
Pour simplifier, une seule paire de chromosomes est représentée.

Indiquer, en se référant au document, les phrases correctes et celles qui sont incorrectes. Justifier la réponse.

1-La cellule (A) a subi une mitose.

2-La phase 1 correspond à l'interphase.

3-Le nombre de chromosomes dans la cellule (B) se dédouble à la fin de la phase 2.



Exercice 6

Répondez par VRAI ou FAUX

a) Lors de la division cellulaire, le nombre de chromosomes est divisé par deux.

b) Le mot mitose signifie division cellulaire.

c) La méiose est une division cellulaire qui a lieu pendant la formation des gamètes.

d) Toutes les cellules humaines contiennent 46 chromosomes.

e) La chromatine et les chromosomes sont deux états du matériel génétique

Exercice 7 : QCM

1- Comment s'appelle l'étude des cellules ?

a) La biologie.

b) La dermatologie.

c) La cytologie.

2- Quelle est la taille moyenne d'une cellule ?

a) entre 10 et 30 mm

b) entre 100 et 300 μm .

c) entre 10 et 30 μm .

3- Quel est le rôle des mitochondries dans la cellule ?

- a) La destruction des déchets grâce aux enzymes.
- b) La production d'énergie.
- c) La synthèse des protéines.

4- Dans une cellule, où se trouvent les chromosomes ?

- a) dans le nucléole.
- b) dans le noyau.
- c) dans l'appareil de Golgi.

5- La chromatine est un élément :

- a) du noyau cellulaire.
- b) du liquide interstitiel.
- c) de la membrane cellulaire.
- d) du réticulum endoplasmique.
- e) de la membrane plasmique.

6- La plèvre est une membrane à :

- a) quatre feuillets.
- b) deux feuillets.
- c) trois feuillets.

7- La membrane plasmique :

- a) Possède comme rôle celui de barrière sélective.
- b) Délimite la périphérie des cellules procaryotes et eucaryotes.
- c) Permet le passage des nutriments mais aussi des déchets.
- d) Doit avoir un rapport surface/volume important pour faciliter les échanges avec le milieu.
- e) Toutes ces réponses.
- f) Aucune de ces réponses

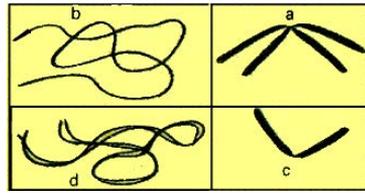
Exercice 8

Rédigez un texte reliant de façon logique les notions indiquées (dans l'ordre).
Duplication des chromosomes – Interphase - Séparation des chromosomes
fils – Mitose - Répartition égale de l'information.

Exercice 9

Les figures a, b, c, d schématisent 4 aspects du même chromosome à divers moments de la vie d'une cellule.

Classez-les suivant un ordre chronologique en précisant le moment de la vie cellulaire dont il s'agit.

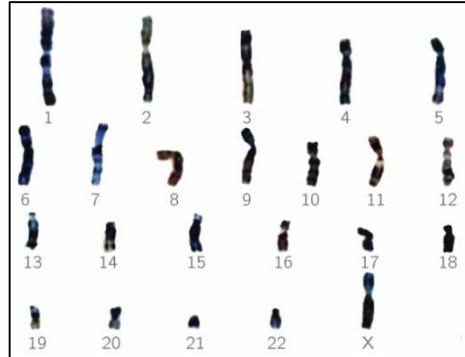


Exercice 10

La figure ci-contre montre le caryotype d'une cellule d'un organisme humain.

À partir d'arguments précis tirés de l'analyse de ce caryotype, dites si cette cellule peut être :

- a- une cellule de la peau ;
- b- une cellule de la moelle des os ;
- c- une cellule du foie ;
- d- une cellule du testicule ;
- e- une cellule de l'ovaire.



Exercice 11

Concernant les mécanismes de la mitose, propositions vraies :

- a) Tout au long de la mitose, il y a compaction des chromosomes.
- b) Le chromosome le plus compacté est le chromosome métaphasique.
- c) La compaction permet d'éviter la perte de matériel lors de la séparation des chromosomes.
- d) La séparase commence à lyser les cohésines en métaphase.
- e) Le chromosome télophasique, est totalement identique au chromosome prophasique : la cellule fille a le même matériel que la cellule mère.

LA REPRODUCTION CHEZ L'HOMME

Chez l'homme, la reproduction est sexuée ; c'est-à-dire qu'elle est caractérisée par la formation de cellules reproductrices mâles et femelles, ou gamètes dans des organes spécialisés.

L'homme et la femme diffèrent par leurs appareils reproducteurs ou génitaux.

I- Les appareils génitaux

Les appareils génitaux sont constitués de :

- glandes sexuelles ou gonades,
- voies génitales ;
- d'organes d'accouplement ;
- glandes annexes.

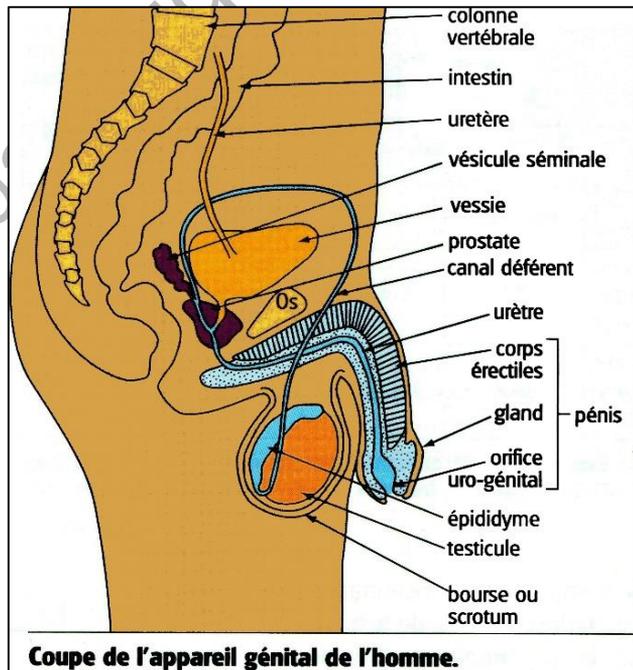
A- L'appareil génital mâle

Chez l'homme, l'appareil génital est formé :

- **les gonades** appelées **testicules** : Ce sont des masses ovoïdes de 4 cm de long et 2 cm de large en moyenne, logées en position extra-abdominale dans un sac appelé bourse ou scrotum.

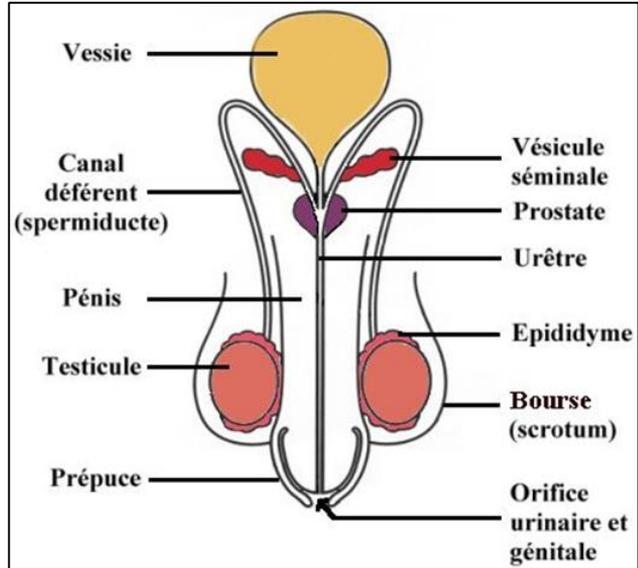
- **les voies génitales** : Le testicule est coiffé par l'épididyme. Chaque épидидyme est formé d'un conduit sinueux dans lequel les cellules reproductrices deviennent mures et mobiles. De chaque épидидyme part un canal déférent ou spermiducte, de 50 à 60 cm de long conduisant les cellules reproductrices jusqu'à l'urètre.

L'urètre ou uro- spermiducte est un canal conduisant à la fois les urines et le sperme.



- **l'organe d'accouplement** : appelé pénis ou verge, il renferme les corps caverneux, le corps spongieux riche en vaisseaux sanguins entourant le canal uro-génital et une extrémité renflée : le gland recouvert d'un repli de peau appelé prépuce. Les corps caverneux et le corps spongieux, sous l'action d'une excitation se gorgent de sang et durcissent entraînant une érection.

- **les glandes annexes** : il s'agit de deux vésicules séminales qui rejoignent les spermiductes avant l'urètre, de la prostate et des glandes de Cowper sécrétant le liquide séminal qui se mélange avec les cellules reproductrices mâles ou spermatozoïdes pour former le sperme (liquide blanc un peu collant).



A retenir

L'appareil génital mâle comprend :

- deux gonades (glandes génitales) logées dans des bourses (ou scrotums) appelées testicules assurant la production de l'hormone sexuelle mâle ou testostérone et la production des cellules reproductrices mâles.
- des conduits (ou voies) génitaux : 2 épидидymes (lieu de maturation et d'acquisition de mobilité des spermatozoïdes), 2 spermiductes ou canaux déférents (conduisant les cellules reproductrices mâles des épидидymes jusqu'à l'urètre), 1 urètre ou uro-spermiducte (conduisant le sperme et les urines).
- un organe d'accouplement ou copulateur : le pénis ou verge qui s'ouvre par l'orifice uro-génital.
- des glandes annexes : 2 Vésicules séminales, 1 prostate ; 2 glandes de Cowper.

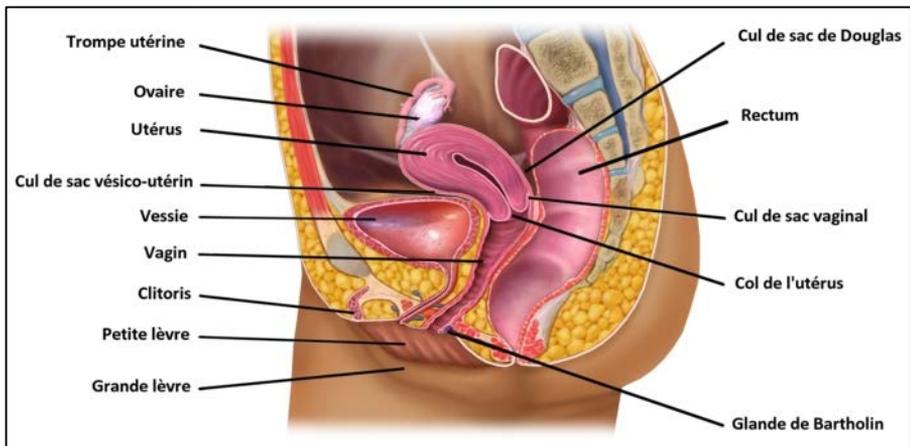
B - L'appareil génital de la femme

Chez la femme, cet appareil comprend :

- **les gonades** ou **ovaires** : ce sont deux masses ovoïdes de 2 à 3 cm de long et 1.5 cm de large environ, logées dans la cavité abdominale.

- les **voies génitales** : à proximité de chacun des ovaires, les oviductes ou trompes

de Fallope débutent par un pavillon dentelé. C'est le lieu de rencontre des cellules



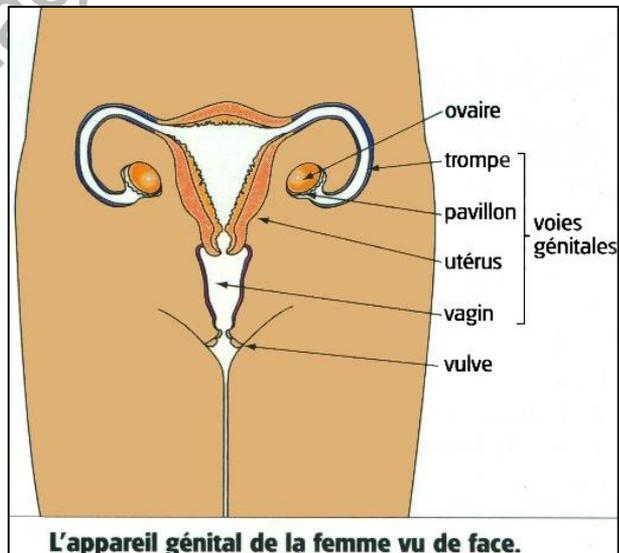
reproductrices mâles et femelles. D'une longueur de 10 cm environ tapissées de cils, elles viennent se jeter dans l'utérus.

L'utérus est un muscle creux à paroi épaisse, en forme de poire, de 7 à 8 cm de long sur 4 à 5 cm de large et se terminant par un col étroit col de l'utérus. C'est le lieu où se déroulent les règles et la grossesse.

- **l'organe d'accouplement** : le vagin c'est un canal d'une dizaine de cm, qui permet l'écoulement des règles et le passage du bébé lors de sa naissance. Il s'ouvre à l'extérieur par la vulve.

La vulve correspond aux organes externes de l'appareil génital, elle est limitée par les grandes lèvres sous lesquelles se trouvent les petites lèvres et le clitoris.

L'orifice vaginal en partie fermée par l'hymen (membrane perforée plus ou moins épaisse et souple) est séparé de l'orifice urinaire venant de la vessie.



- **les glandes annexes** : il s'agit des glandes utérines, cervicales, de Bartholin et des glandes mammaires.

A retenir :

L'appareil génital femelle comprend :

- **deux gonades** appelées **ovaires** logées dans la cavité abdominale assurant la production d'hormones sexuelles femelles : œstrogènes et progestérones et la production des cellules reproductrices femelles.
- **des voies génitales** : 2 oviductes ou trompes de Fallope (lieu de rencontre des cellules reproductrices mâles et femelles), 1 utérus, lieu où se déroulent les règles et la grossesse.
- **un organe d'accouplement** ou copulateur : le vagin s'ouvre à l'extérieur par la vulve.
- **des glandes annexes** : il s'agit des glandes utérines, cervicales, de Bartholin et des glandes mammaires.

II- La puberté

La puberté est une période marquée par le début de fonctionnement de l'appareil génital. Elle est caractérisée par des transformations morphologiques, physiologiques et psychologiques chez les filles et chez les garçons. Ce processus de changement ne s'effectue pas du jour au lendemain : il dure environ 6 ans et est achevé, en moyenne vers 16 ans chez la fille, vers 18 ans chez le garçon.

Les différences qui portent sur les organes génitaux sont appelés « caractères sexuels primaires ». Les transformations morphologiques sont appelées « caractères sexuels secondaires ».

	Chez les filles	Chez les garçons
Silhouette	<ul style="list-style-type: none">- accroissement de la taille- développement des seins- arrondissement des hanches- élargissement du bassin	<ul style="list-style-type: none">- accélération de la croissance- élargissement des épaules et de la cage thoracique- développement des muscles
Pilosité	<ul style="list-style-type: none">- apparition de poils sur le pubis puis aux aisselles	<ul style="list-style-type: none">- apparition de poils sur le pubis, les aisselles et le visage
Organes génitaux	<ul style="list-style-type: none">- premières règles- production des cellules reproductrices	<ul style="list-style-type: none">- augmentation de la taille des testicules et du pénis- premières éjaculations : émissions du sperme
Autres	<ul style="list-style-type: none">- peau plus grasse- acné (boutons sur le visage)	<ul style="list-style-type: none">- acné- voix plus grave

L'ensemble de ces changements morphologiques sont dus à la présence dans le sang des hormones sexuelles, mâles (testostérone) et femelles (œstrogènes et progestérones).

Les changements physiologiques reflètent le fonctionnement des organes génitaux.

A retenir :

Le passage de l'enfance à l'adolescence est marqué par des modifications de l'organisme : c'est la **puberté**. Celle-ci se traduit par :

- ✓ chez le garçon, un développement des caractères sexuels primaires (développement des organes génitaux) et l'apparition des caractères sexuels secondaires (développement de la pilosité et de la musculature, l'aggravation de la voix, l'élargissement des épaules...).
- ✓ chez la fille, un développement des caractères sexuels primaires (des organes génitaux) et l'apparition des caractères sexuels secondaires (développement des seins, de la pilosité et du bassin...)

La maturité des organes génitaux se manifeste par la production des hormones sexuelles qui sont à l'origine de ces transformations et la production des cellules reproductrices.

III- La production des gamètes

L'homme et la femme produisent des cellules reproductrices spécialisées ou gamètes : c'est la gamétogenèse.

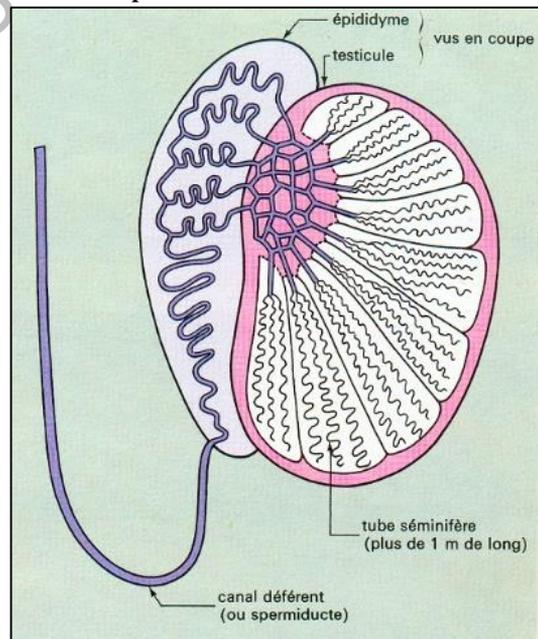
A- Spermatogenèse

C'est la production de gamètes mâles ou spermatozoïdes.

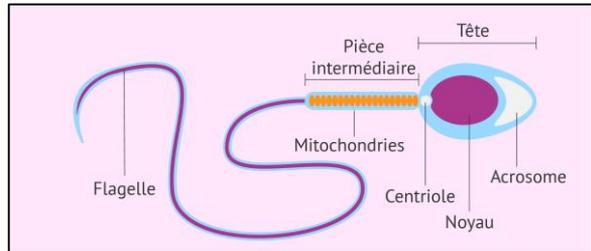
Chez l'homme, les spermatozoïdes sont facilement observables au microscope.

À chaque éjaculation, du sperme est émis à l'extrémité du pénis. Le sperme contient environ 500 millions de spermatozoïdes qui baignent dans un liquide nourricier. Les spermatozoïdes sont des cellules de petite taille qui comprennent :

- la tête : elle renferme un noyau et mesure 5 micromètres.
- la pièce intermédiaire : est formée du cytoplasme riche en mitochondries.
- un long flagelle : qui permet de se mouvoir dans les sécrétions de l'appareil génital de la femme.



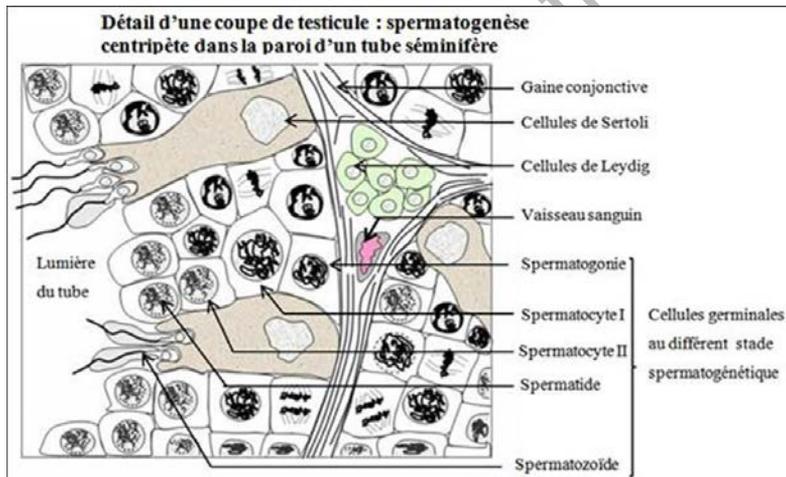
Les spermatozoïdes sont fabriqués dans les testicules. L'observation d'une coupe de testicule au microscope montre qu'il est formé d'un grand nombre de tubes fins pelotonnés : les tubes séminifères logés dans des lobules séparés par des closions. C'est à l'intérieur de ces tubes séminifères que se déroule la production des spermatozoïdes de la puberté jusqu'à la fin de la vie d'une manière continue.



Les étapes de la spermatogénèse sont :

- multiplication : les cellules souches subissent des mitoses donnant naissance à des spermatogonies, petites cellules arrondies.

- croissance ou accroissement : les spermatogonies subissent une légère croissance pour se transformer en spermatocyte I.



- maturation :

Chaque spermatocyte I donne deux spermatocytes II après la division réductionnelle de la méiose et quatre spermatides après la division équationnelle.

- différenciation ou spermiogénèse : chaque spermatide se métamorphose ensuite progressivement en un spermatozoïde.

A retenir :

Les spermatozoïdes sont de cellules de petite taille, de forme allongée, mobile, produite en grand nombre d'une manière continue de la puberté jusqu'à la fin de la vie par les testicules plus précisément dans les tubes séminifères.

La transformation d'une cellule souche (spermatogonie) en spermatozoïdes passe par quatre étapes : multiplication, croissance, (ou accroissement) maturation et différenciation (ou spermiogénèse).

B- Ovogenèse

C'est la production de gamètes femelles : les ovules

Chez la femme, les cellules reproductrices, formées dans les ovaires, sont rejetées au rythme d'un par mois, récupéré par les pavillons des trompes de l'utérus.

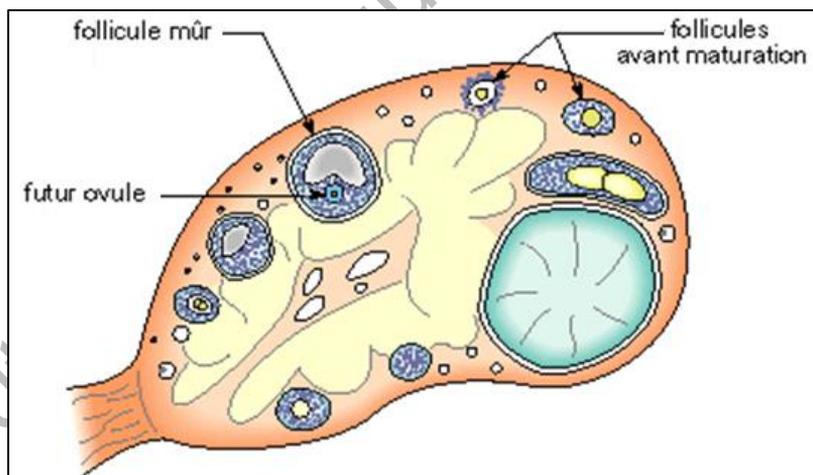
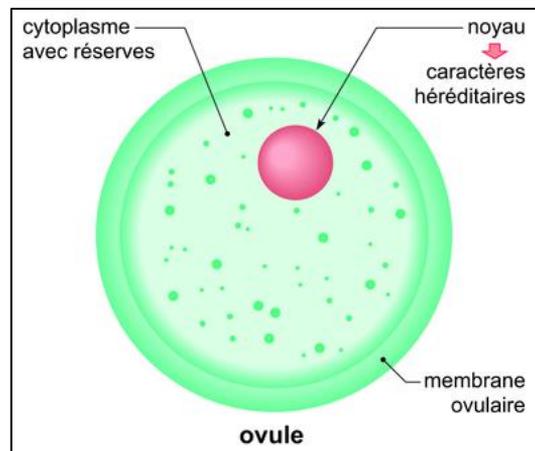
Chaque gamète est une grosse cellule, d'un diamètre d'environ 100 micromètres dont le cytoplasme est gorgé de réserves. Il est immobile et entraîné passivement vers l'utérus par les mouvements de cils qui tapissent les trompes.

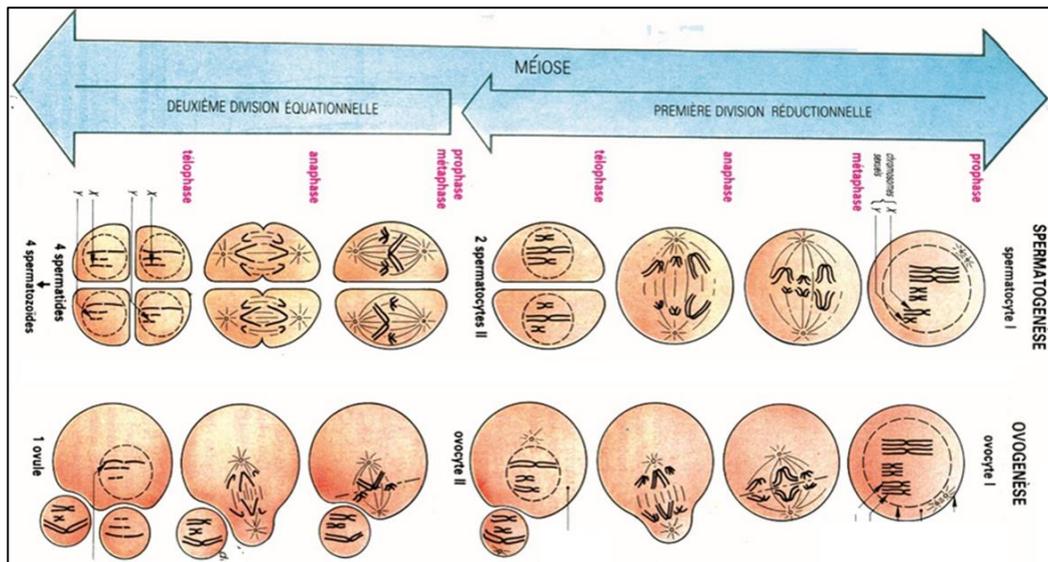
L'observation d'une coupe d'ovaire au microscope montre de nombreux follicules. Chaque follicule renferme un gamète, entouré de nombreuses cellules folliculaires.

A chaque mois (cycle), un follicule arrive à maturité en 14 jours et libère l'ovocyte II : c'est l'ovulation. La production des gamètes femelles commence à la puberté et s'arrête à la ménopause (vers 50 ans).

Les étapes de l'ovogenèse sont :

- multiplication : les cellules souches subissent des mitoses donnant naissance à des ovogonies ;
- croissance ou accroissement : les ovogonies subissent une importante croissance pour se transformer en ovocyte I.
- maturation : Chaque ovocyte I donne un ovocyte II après la division réductionnelle de la méiose et un ovotide après la division équationnelle.





NB : Chez la femme, l'ovocyte I se transforme en ovocyte II bloqué en métaphase II lors de l'ovulation. Celui-ci achève sa division équationnelle après la pénétration du spermatozoïde au moment de la fécondation.

A retenir :

Les ovules sont de cellules de grosse taille, de forme sphérique, immobiles, et produites en petit nombre (un ovule par mois), d'une manière cyclique par les ovaires, de la puberté jusqu'à la ménopause.

La transformation d'une cellule souche (ovogonie) en ovotide (ovule) passe par les phases de multiplication, croissance et maturation.

IV- Fécondation

Au cours d'un rapport sexuel, le sperme contenant des millions de spermatozoïdes est déposé dans le vagin de la femme. Un rapport sexuel pendant la période de fécondité (aux alentours de l'ovulation) peut aboutir à une rencontre entre un gamète mâle et un gamète femelle : la fécondation.

Les sécrétions de l'utérus assurent la nutrition des gamètes mâles. Sur plusieurs millions de spermatozoïdes, quelques centaines parviennent aux trompes. En attendant l'ovulation (libération de l'ovocyte II par l'ovaire), ils peuvent survivre 2 à 3 jours dans les voies génitales femelles.

Après l'ovulation,

- les spermatozoïdes se rassemblent autour de l'ovocyte II dans la partie supérieure des trompes : c'est la phase d'attraction ;

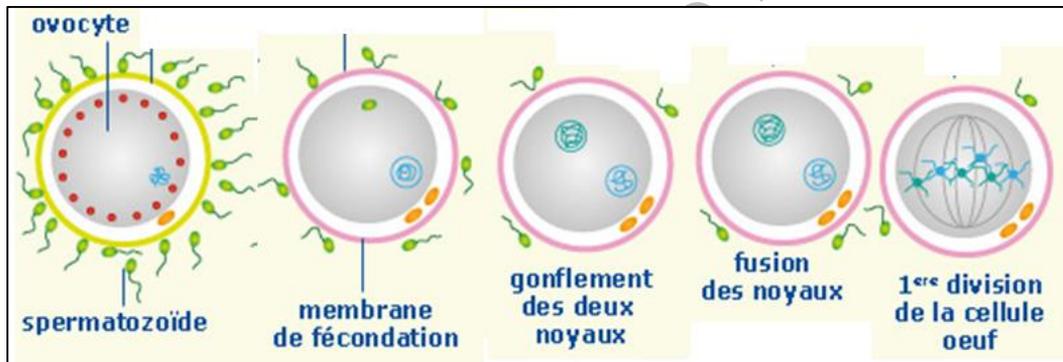
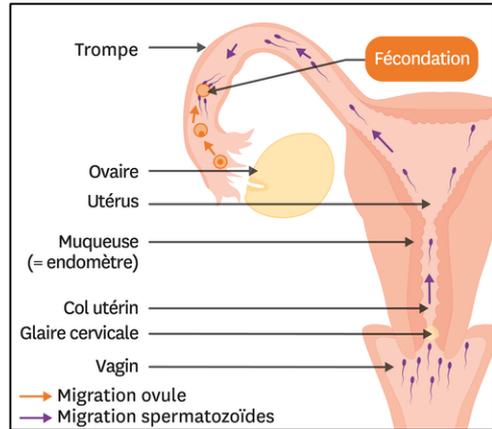
-Après une heure environ, la surface de l'ovule devient accessible ; un seul spermatozoïde (monospermie) va franchir la membrane de l'ovocyte II : c'est la phase pénétration.

Seule sa tête pénètre et assure la fécondation. Dès sa pénétration, la membrane ovulaire devient imperméable aux autres spermatozoïdes.

- Après pénétration, le noyau du gamète mâle gonfle et se rapproche de celui de l'ovule.

Les deux noyaux vont fusionner pour n'en former qu'un seul : c'est la caryogamie.

La nouvelle cellule obtenue est appelée cellule œuf ou zygote.



A retenir :

La fécondation est la rencontre d'un spermatozoïde et d'un ovocyte II. Elle a lieu dans le tiers supérieur des oviductes, pendant la période de fécondité au cours d'un rapport sexuel.

La fécondation se fait en quelques étapes :

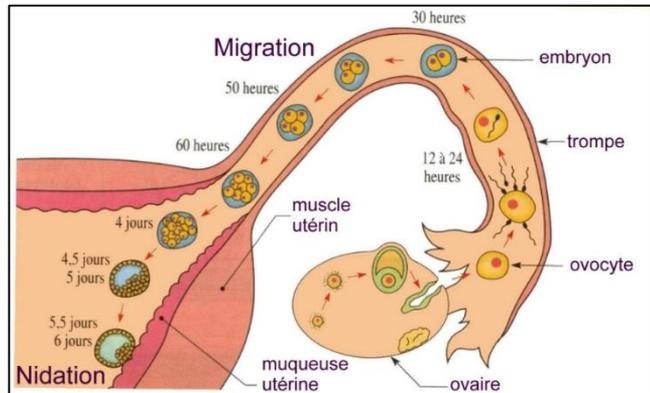
- Attraction des spermatozoïdes : les spermatozoïdes viennent entourer l'ovule.
- Pénétration : un seul spermatozoïde pénètre dans l'ovule et aucun autre ne peut plus ensuite entrer (monospermie).
- Migration des noyaux des vers le centre de la cellule.
- Caryogamie : les noyaux de l'ovule et de spermatozoïde fusionnent en un noyau unique.
- Formation de la cellule œuf : première cellule de l'être humain.

V- La nidation

Dès sa formation, la cellule œuf est entraînée vers l'utérus par les mouvements de cils qui tapissent la paroi interne de la trompe. Pendant ce parcours, l'œuf se divise en deux cellules. C'est maintenant un embryon dans son développement. Les divisions se succèdent toutes les 12 heures faisant passer l'embryon à quatre, huit, seize, trente-deux cellules.

Au bout de quatre jours, il ressemble à une petite mure constituée d'une soixantaine de cellules et à un diamètre de 120 micron-mètres.

Lorsque l'embryon arrive dans l'utérus, les cellules se sont réparties en deux groupes. Les unes forment une membrane protectrice. Les autres se regroupent en un disque : le futur embryon. Au 7^{ième} jour, il s'implante dans la muqueuse utérine prête à le recevoir : c'est la nidation.



A retenir :

Après la fécondation, l'œuf se divise pour donner un embryon qui descend vers l'utérus, où il finit par se fixer au bout du 7^{ième} jour environ : c'est la nidation.

VI- Hygiène de l'appareil reproducteur

A- Les infections sexuellement transmissibles

1-Généralités

Les infections sexuellement transmissibles (IST), plus connues par maladies sexuellement transmissibles (MST) sont en expansion. Elles concernent autant l'homme que la femme et parfois les enfants.

Les IST peuvent se transmettre par :

- voie sexuelle : transmission par le sperme, les sécrétions vaginales ;
- objets souillés par le sang, le sperme, les sécrétions vaginales, le placenta ou liquide amniotique ;
- lors des transfusions sanguines ;
- relations entre mère-enfant : au cours de la grossesse, lors de l'accouchement et pendant l'allaitement.

Pour expliquer la recrudescence des IST, on peut évoquer une période d'incubation silencieuse, l'ignorance des mesures les plus élémentaires de prévention, et la multiplication des rapports sexuels avec des partenaires de

rencontre. Ces maladies se contractent à deux, il faut traiter en même temps les deux partenaires de façon à briser les chaînes de contamination.

2- Exemples d'IST

a- Chlamydie

- Agent responsable : bactérie chlamydia ;
- Durée d'incubation 7 à 30 jours ;

Symptômes : Chez l'homme, picotements ou brûlures de l'uretère, parfois écoulement clair à l'extrémité du pénis. Chez la femme, souvent aucun symptôme, parfois des pertes blanches avec démangeaisons.

- Traitements : Antibiotiques chez les deux partenaires ;
- Complications : Risque de stérilité par atteintes profondes des organes génitaux profonds.

b-Gonococcie

- Agent responsable bactérie : gonocoque ;
- Durée d'incubation : 2 à 5 jours ;
- Symptômes : Chez l'homme, inflammations, brûlures intenses en urinant, écoulement de pus. Chez la femme, peu de symptômes nets. Parfois pertes blanches.
- Traitements : Antibiotiques chez les deux partenaires ;
- Complications : Risque de stérilité.

c- Syphilis

- Agent responsable bactérie : tréponème ;
- Durée d'incubation 2 à 6 jours ;
- Symptômes : Stade 1 et 2 : chancre d'inoculation sur les organes génitaux, l'anus ou la bouche, 3 mois plus tard : apparition de petites taches roses sur tout le corps, puis atteintes nerveuses graves.
- Traitements : Antibiotiques chez les deux partenaires.
- Complications : Sans traitement, la maladie évolue vers un stade très grave et même mortel.

d- Hépatites B ou C

- Agent responsable virus ;
- Durée d'incubation quelques jours ;
- Symptômes : Peu ou pas de symptômes dans la majorité des cas malgré une hépatite. Parfois fatigue et jaunisse.
- Traitements : Vaccin préventif.
- Complications : Risque de cirrhose évoluant vers un cancer du foie.

e- SIDA

- Agent responsable virus ; VIH ;
- Durée d'incubation de quelques mois à plusieurs années ;
- Symptômes : Maladies sans symptômes nets pendant de nombreuses années. Diminution progressive des défenses immunitaires.
- Traitements : Association des médicaments antiviraux.
- Complications : Apparition de maladies opportunistes.

A retenir :

Les IST (infections sexuellement transmissibles) ou MST (maladies sexuellement transmissibles) sont infectieuses et contagieuses. Elles se transmettent par voie sexuelle, par voie sanguine et de la mère à son enfant. Ces maladies infectieuses sont provoquées par des bactéries (gonocoques, tréponèmes...), des virus (hépatite B, herpès, HPV, CMV, VIH...) ou des parasites (chlamydiae, trichomonas vaginalis...). Certaines (blennorrhagie, syphilis....) se manifestent par des symptômes comme : des boutons au niveau des organes génitaux, des brûlures, des démangeaisons, une gêne au cours des rapports sexuels.

B- Mesures d'hygiène

Parmi les principales mesures d'hygiène, on peut citer :

- l'abstinence sexuelle : se conformer aux instructions islamiques en évitant tous rapports sexuels illégitimes.
- dépistage pré-nuptial (avant le mariage) ;
- la vaccination est aussi efficace dans certains cas, notamment contre l'hépatite B et le papillomavirus.
- une éducation sexuelle complète : des conseils avant et après chaque test de dépistage, des interventions auprès de populations à risque comme les adolescents, les consommateurs de drogues injectables...

A retenir :

Les Infections Sexuellement transmissibles (IST) sont causées par des bactéries, des virus, des champignons ou des parasites qui sont transmis de personne à personne. Il est important que chacun soit bien informé sur les risques encourus et puisse se protéger efficacement contre la contagion. La prévention est fondamentale : sensibiliser et informer, pratiquer l'abstinence pour les célibataires, rester fidèle à sa ou son partenaire légitime, faire les dépistages avant les mariages et pendant les grossesses, utilisation des préservatifs en cas de risque, éviter l'utilisation des objets souillés (seringue, Lames, outils de coiffure ...).

EXERCICES

Exercice 1

Recopiez le texte suivant en complétant par les mots qui conviennent :
L'appareilprésente deux,deux et unà la fois uro-génital. C'est dansque se fait la fécondation qui est l'.....des gamètes mâles et femelles . L'....formé, se multiplie et devient unqui pénètre dans l'utérus. Trois mois après, il devient un..... ayant tous les organes d'une personne.

Exercice 2

Répondez par vrai ou faux et rectifiez quand c'est faux.

- a-La gonococcie est une maladie microbienne causée par les chlamydiae.
- b- Le tréponème pénètre dans le corps et donne la fièvre jaune.
- c-La stérilité masculine provient de son incapacité à pénétrer son pénis dans le vagin.
- d- L'obstruction des voies génitales femelles empêche la rencontre du spermatozoïde et de l'ovule.
- e-Chez la femme, l'appareil génital et l'appareil urinaire sont ensemble et communiquent entre eux.

Exercice 3

Recopier le texte ci-dessous en remplaçant les espaces vides par les mots :

Cellule- Fécondation - Œuf - Ovule - Spermatozoïde- Trompes.

Chaque mois, au jour fixé, l'ovaire entre en « éruption ». Il en jaillit un minuscule.....qui a le pouvoir de transmettre la vie. Aspiré par un courant dans l'une des deux.....de l'utérus, il entame un long voyage. Enfin, il rencontre le..... unique : c'est la premièrede l'être humain.

Exercice 4

A chacun des mots ou groupe de mots suivants on peut associer une ou plusieurs bonnes réponses, lesquelles ?

- a- Le sperme :
 - est constitué uniquement de spermatozoïdes.
 - est fabriqué au niveau des testicules.
 - est constitué de spermatozoïdes et de sécrétions.
- b- Le nombre d'ovules émis par une femme en une année est de :
 - Plusieurs millions
 - Un par ovaire
 - Environ douze.

Exercice 5

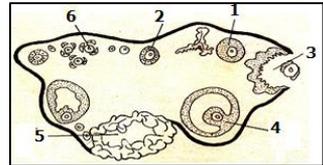
Répondez aux questions suivantes :

- 1- Nommer l'évènement qui indique d'un cycle utérin.
- 2- Nommer l'évènement qui se produit 14 jours avant les règles.
- 3- Qu'est-ce que le SIDA ? Comment se transmet-il ? Peut-on en guérir ?

Exercice 6

Le document ci-contre représente une coupe d'organe chez une femme.

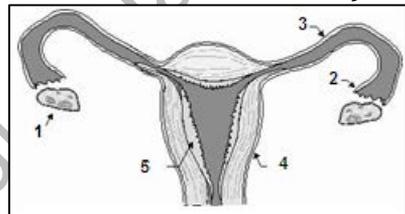
- 1- De quel organe s'agit-il ?
- 2- Nommez les structures de 1 à 6 ?
- 3- Classez les structures dans l'ordre chronologique.
- 4- Précisez si l'organe est prélevé d'une femme pubère ou impubère.



Exercice 7

1- Donnez un titre et une légende au schéma (limitez-vous aux numéros).

- 2- Où se forme le gamète femelle ?
- 3- Citez 3 différences entre le gamète mâle et le gamète femelle.
- 4- Quelles sont les différentes phases d'un cycle sexuel ? Précisez la durée moyenne d'un cycle sexuel.



5- Existe-t-il un lien entre l'ovaire et le développement de l'utérus ? Justifiez.

Exercice 8

Recopie et complète le tableau ci-dessous en y classant les informations suivantes dans les colonnes convenables.

- Fonctionne de la puberté à la ménopause.
- Produit les spermatozoïdes.
- Lieu des règles.
- Fonctionne de façon cyclique.
- Produit un seul ovule tous les 28 jours.
- Fonctionne de la puberté à la fin de la vie.
- Produit des ovules.

Ovaire	Utérus	Testicule

Exercice 9

Écrire sur votre copie le mot ou l'expression qui corresponde aux numéros.

Le testicule a deux rôles ; la sécrétion d'une hormone mâle appelée ① et la production de cellules reproductrices mâles appelées ②. L'ensemble formé par les cellules sexuelles et les sécrétions de glandes annexes est le ③.

L'ovaire a aussi deux rôles : la sécrétion d'hormones femelles et la production de cellules reproductrices femelles appelées (4). L'union des cellules reproductrices mâle et femelle est appelée la (5). Cette fusion donne un (6) qui se fixe plus tard dans l'utérus. Cette fixation est appelée la (7).

Exercice 10

Complète le texte ci-dessous :

Chez la femme, le fonctionnement des organes reproducteurs est.....de la.....à laTous les.....jours en moyenne, unlibère unC'est

Exercice 11

Omar est un étudiant de 17 ans. Un jour, il remarque sur sa verge et sa peau des taches roses. En urinant, il sentit des brûlures. Omar s'interroge sur la nature de cette maladie.

Aide Omar à répondre à ces questions :

1-Quels sont les signes de cette maladie ?

2-Quelle est la cause de cette maladie ?

3-Comment appelle-t-on cette maladie ?

4-Quel peut-être le mode de transmission de cette maladie ?

5-Citer deux autres maladies qui ont le même mode de transmission.

Exercice 12

Testez vos connaissances en complétant les phrases suivantes :

Les maladies, que l'on attrape aux cours de rapports sexuels, sont les maladies..... encore appelées ou L'ulcération de la peau ou d'une muqueuse au premier stade de développement de certaines maladies vénériennes est appeléeLa maladie vénérienne qui se caractérise par une ulcération assez profonde et molle de la verge ou de la vulve avec tuméfaction est le encore appelé chancrelle.

Exercice 13

Utilisez vos connaissances pour compléter les phrases suivantes :

Les groupes de personnes à risques les plus menacés par le SIDA sont :: les polytransfusés. La maladie virale très grave, qui se transmet par voie sexuelle ou sanguine et dont le premier symptôme caractéristique est une diminution brutale du taux des défenses immunitaires est le On lutte contre la contamination par le virus HIV du SIDA en évitant : Le dépistage des anticorps dans le sérum est la sérologie. Celle-ci est pratiquée pour le dépistage des maladies suivantes :..... On dit qu'une personne est séropositive lorsque son sérum contient des anticorps pour le SIDA. On dit qu'une personne est séronégative quand son sérumd'anticorps

Exercice 14

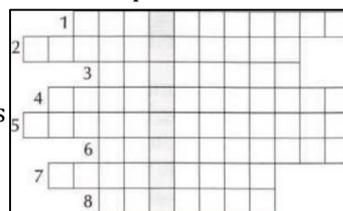
Complétez le tableau suivant :

Maladie : MST	Germe responsable
SIDA
Gonococcie
Candidose	Champignon unicellulaire :
Condylome acuminé
Syphilis	Bactérie :le
Maladie de Nicolas et Fabre
Herpès génital
Trichomonase	Protozoaire flagellé :
Chancre mou
Hépatites virales

Exercice 15

Trouvez le mot caché :

- 1-Dispositif en matière souple utilisé comme contraceptif à action mécanique.
- 2-Infection à chlamydiae.
- 3-Maladie du foie d'origine toxique ou virale.
- 4-Infection à Trichomonas vaginalis.
- 5-Acte par lequel une personne consent à des rapports sexuels contre de l'argent.
- 6-Inflammation de la trompe utérine.
- 7-Mycose provoquée par un candida.
- 8-Premiers signes de la syphilis secondaire se manifestant par une éruption cutanée sur le tronc. **Mot caché** :.....



Donnez la définition du mot caché :.....

Exercice 16

Complétez les phrases suivantes à l'aide des mots clés :

Mots clés : examiner - fidèle - traiter - soigner - propreté - rapports sexuels - protégés - guérison complète.

A- On peut se mettre à l'abri des maladies sexuellement transmissibles en :

1-étant.....à un seul partenaire. 2- ayant des rapports sexuels.....

3- ayant une.....rigoureuse des organes génitaux.

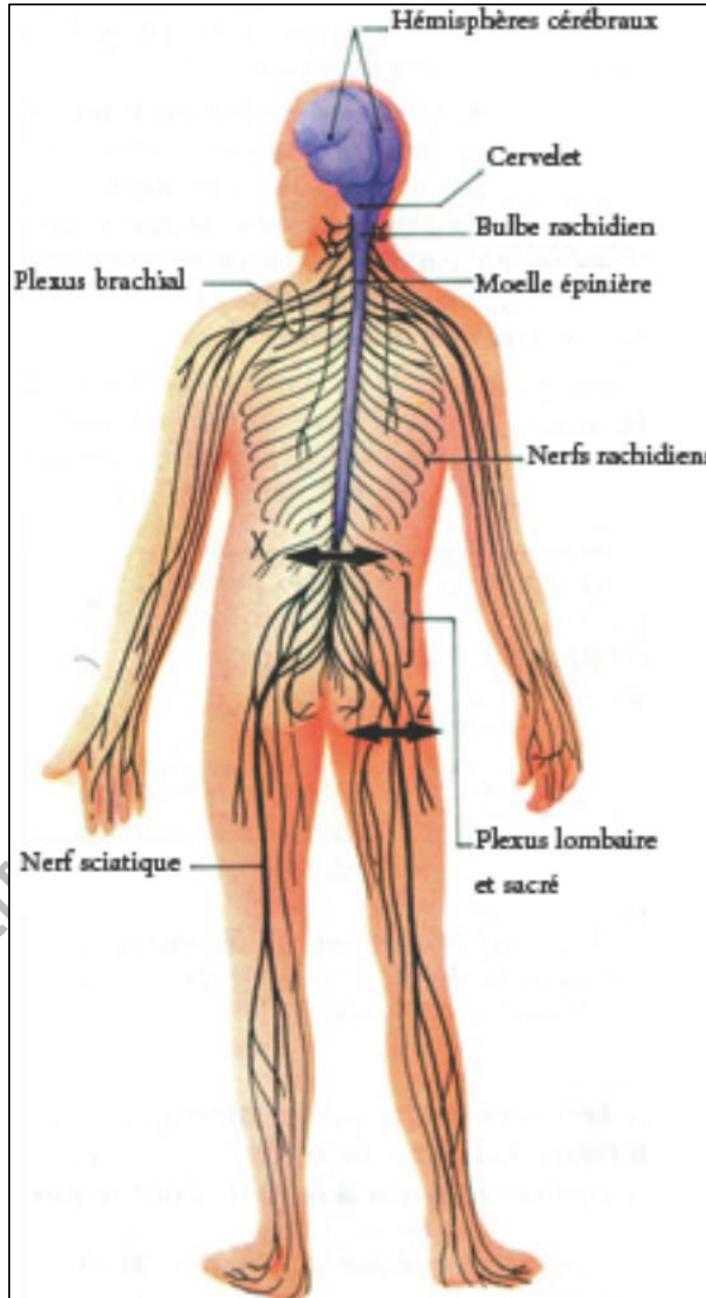
B- Lorsqu'on est atteint d'une maladie sexuellement transmissible, le comportement responsable à tenir est le suivant : 1-consultez le médecin le plus rapidement possible, afin de très tôt la maladie ; 2-prévenir son (ou ses) partenaire et le (les) faire.....et..... ;

3- ne pas avoir de..... avant.....dûment.....constatée par son médecin.

SYSTEME NERVEUX

I- Organisation générale

A- Vue d'ensemble



Le système nerveux de l'homme est formé de :

- l'encéphale, logé dans la boîte crânienne, et comprenant notamment :

le cerveau, formé de deux hémisphères cérébraux volumineux qui présentent de nombreuses circonvolutions, le cervelet et le bulbe rachidien ;

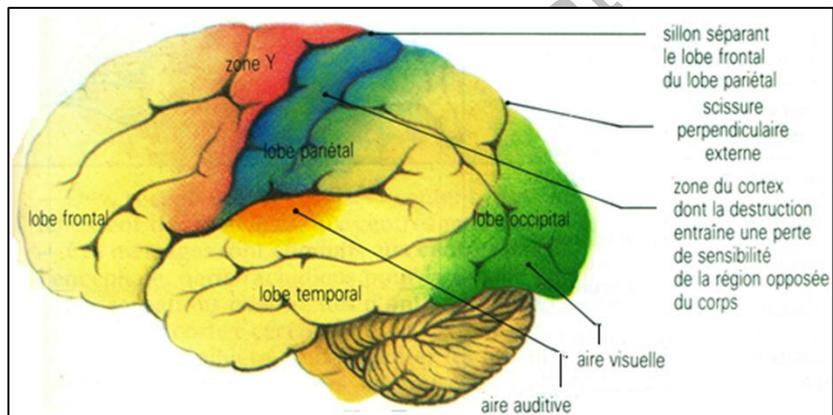
- la moelle épinière : un long cordon blanc qui occupe le canal rachidien formé par l'empilement des vertèbres ;

- les nerfs crâniens, qui unissent l'encéphale aux organes de la tête ;

- les nerfs rachidiens, qui sont reliés à la moelle épinière et se ramifient dans tout le corps.

En plus de ces organes formant le système nerveux cérébrospinal, on trouve aussi des nerfs sympathiques qui, avec les régions du bulbe rachidien et de la moelle épinière qu'ils unissent à nos viscères, constituent le système nerveux sympathique.

Rappelons que l'encéphale et la moelle épinière sont protégés par trois enveloppes superposées, les méninges (dure-mère, arachnoïde, pie mère). Entre la première et la deuxième se trouve le liquide céphalo-rachidien.



Les nerfs rachidiens sont reliés à la moelle épinière par deux racines, une racine antérieure (ou ventrale) et une postérieure (ou dorsale). Cette dernière présente un renflement, le ganglion spinal.

A retenir :

Le système nerveux comprend :

- L'encéphale logé dans la boîte crânienne, composé de cerveau, du cervelet et du bulbe rachidien.

- La moelle épinière logée dans le canal rachidien.

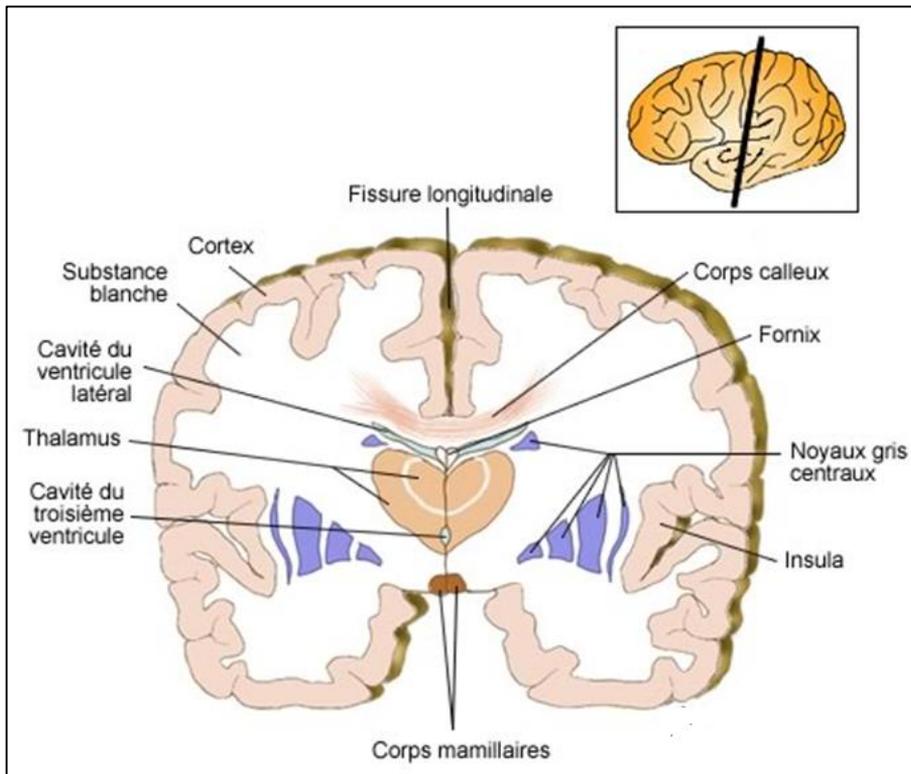
L'encéphale et la moelle épinière sont des centres nerveux et sont protégés par des membranes protectrices et nourricières appelées, méninges.

Il existe deux catégories de nerfs, reliant les centres nerveux aux autres organes de l'organisme : les nerfs crâniens qui partent de l'encéphale et les nerfs rachidiens qui partent de la moelle épinière.

B- Structure des centres nerveux

1- Encéphale

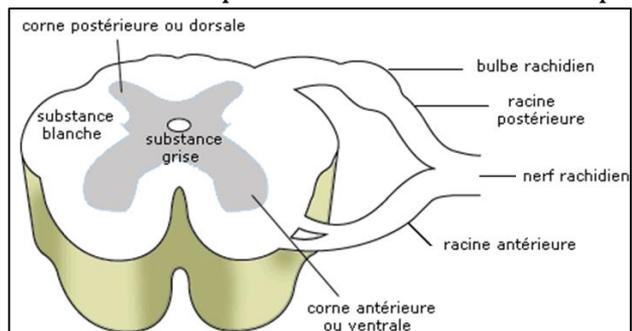
Une coupe transversale dans les hémisphères cérébraux (voir figure) montre une couche superficielle, l'écorce cérébrale, plus sombre que le centre. En effet, comme le cervelet, le cerveau est formé de substance grise externe et de substance blanche interne.



2- Moelle épinière

Une coupe transversale de la moelle épinière observée à la loupe

montre une position inverse avec, au centre, la substance grise qui a en gros, la forme d'un (X). On y distingue deux extrémités renflées, les cornes antérieures et deux extrémités plus fines, les cornes postérieures. La substance blanche, externe est divisée en deux moitiés symétriques par deux sillons : un sillon antérieur,



assez large et un sillon postérieur, très étroit et profond. La substance grise est également interne au niveau du bulbe rachidien.

A retenir :

Une coupe transversale du cerveau montre que ce dernier est formé de substance grise externe, qui constitue l'écorce cérébrale (cortex cérébral) et de substance blanche interne.

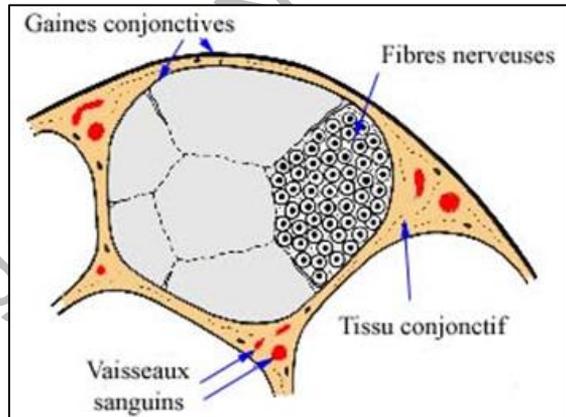
La coupe transversale de la moelle épinière montre une structure inverse, avec une substance grise interne et une substance blanche externe.

C- Structure de nerfs

Au microscope, la substance blanche apparaît formée de filaments très fins, appelés fibres nerveuses, entourés chacun d'une gaine de substance blanche. C'est à cette gaine que la substance blanche du système nerveux doit son aspect.

Des observations plus délicates montrent que ces fibres nerveuses sont, soit des cylindraxes, soit des longues dendrites.

En observant au microscope un nerf dissocié, on constaterait que les nerfs sont formés de fibres nerveuses, regroupées en petits cercles (faisceaux). Des observations précises montrent d'autre part que les fibres nerveuses présentent des ramifications terminales. De telles ramifications s'observent par exemple dans la peau et dans les fibres musculaires.



A retenir :

Comme la substance blanche, le nerf observé au microscope se montre formé de fibres nerveuses regroupées en faisceaux.

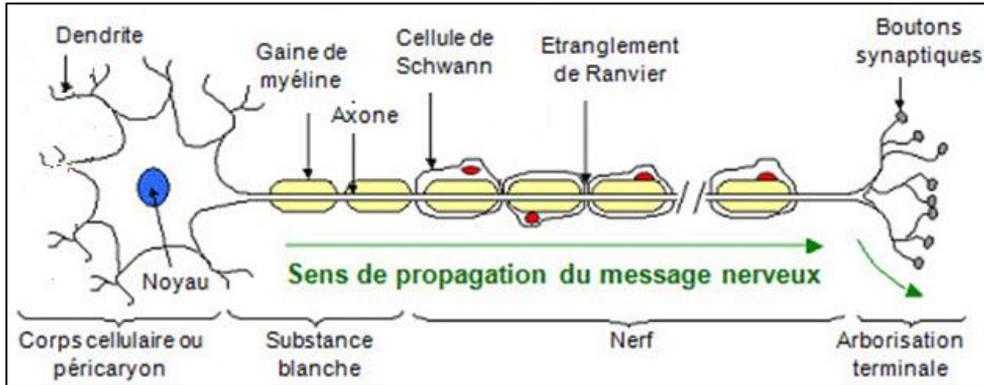
La fibre peut être entourée d'une gaine au niveau des prolongements.

Les fibres nerveuses présentent des ramifications terminales les mettant en contact avec les organes (peau, muscle...).

D- Structure d'un neurone

L'examen microscopique d'un fragment de la substance grise prélevée dans le cerveau ou dans la moelle épinière nous a permis d'observer des cellules nerveuses ou neurones. Ces cellules comprennent :

- un corps cellulaire : de forme étoilée où l'on retrouve les constituants fondamentaux de toute cellule : membrane, cytoplasme et noyau.
- des dendrites, prolongements cytoplasmiques courts et ramifiés ;
- un cylindraxe, prolongement plus long et non ramifié.



A retenir :

Les centres nerveux sont constitués de cellules spécialisées : les neurones. Un neurone comprend un corps cellulaire et des prolongements : des dendrites et un cylindraxe ou axone.

II- Fonctionnement du système nerveux

A- Propriétés du tissu nerveux

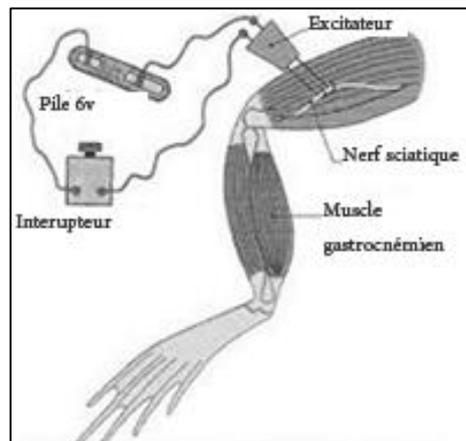
Pour mettre en évidence les propriétés des nerfs, on a fait l'expérience sur une grenouille :

On prend une grenouille décérébrée (sans cerveau et moelle épinière), on met à nu son muscle de sa jambe (le gastrocnémien) et son nerf sciatique relié à ce muscle. On excite le nerf par le courant électrique : on observe une contraction musculaire. On excite le muscle par pincement, il réagit de la même manière. Nous pouvons en conclure que le nerf :

- est excité par le courant ; il est excitable.

- conduit l'excitation jusqu'au muscle gastrocnémien ; il est conducteur.

On dit qu'un influx nerveux prend naissance au point excité, puis chemine dans le nerf jusqu'au muscle qui réagit.



A retenir :

Un nerf est excitable et conducteur. L'excitabilité et la conductibilité sont les deux propriétés du nerf, donc des fibres nerveuses qui le composent et par conséquent, des neurones eux-mêmes.

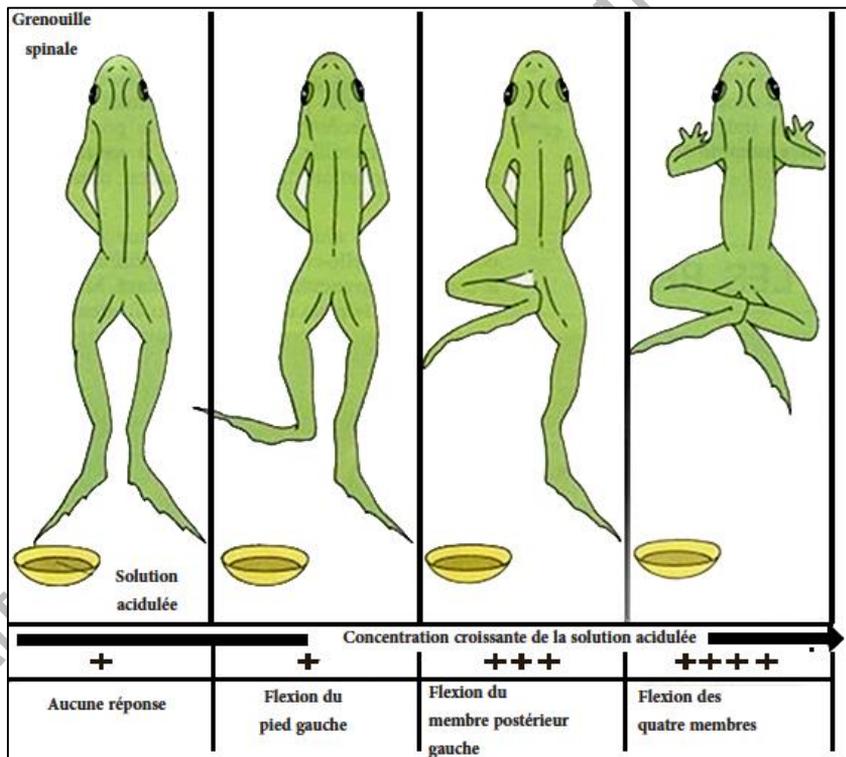
Il existe 3 types de nerfs : des nerfs sensitifs (conduisant l'influx nerveux des organes de sens au centre nerveux), des nerfs moteurs (conduisant l'influx nerveux des centres nerveux aux organes effecteurs) et des nerfs mixtes (conduisant l'influx nerveux dans les deux sens).

B- Mouvements involontaires : réflexes innés

Considérons le cas du camarade qui vous pique la main. Vous retirez votre main brusquement sans avoir y pensé, sans l'avoir voulu, et en réalité

avant même d'avoir senti la pique : ce mouvement est incontrôlé et inconscient.

Pour étudier le mécanisme d'un acte reflexe, nous pouvons opérer avec une grenouille dont le cerveau a été détruit à l'aide d'une aiguille introduite



dans la boîte crânienne. La grenouille suspendue à une potence par sa mâchoire inférieure reste immobile.

Trempons son pied dans de l'acide acétique étendu d'eau ; nous observons une flexion de la patte gauche. Re commençons l'opération avec de l'acide moins dilué ; nous observons un retrait des deux pattes postérieures. Ces réactions prévisibles et incontrôlées sont des réflexes.

- Trempons le pied gauche de la grenouille dans l'éther pendant deux minutes puis dans l'acide, aucun mouvement ne se produit. Trempons alors le pied droit dans l'acide dilué ; les deux pattes remuent. La patte gauche ayant bougé, n'a pas donc été paralysée par l'éther et la suppression du réflexe ne peut être due qu'à une suppression de l'excitabilité des terminaisons nerveuses de la peau du pied.

Si, quelques minutes plus tard, nous trempons le pied gauche dans l'acide dilué, le réflexe réapparaît. L'éther a donc provoqué une anesthésie passagère.

Les terminaisons nerveuses de la peau qui reçoivent les excitations sont des organes de sens, indispensables dans les conditions de l'expérience.

- Dégageons puis sectionnons le nerf sciatique de la patte gauche. Trempons le pied gauche dans l'acide dilué ; la patte reste immobile. Cependant, si on pince le tronçon du nerf relié à la moelle épinière, on observe un mouvement de la patte droite. On en conclut que le nerf sciatique conduit les influx nerveux qui naissent dans la peau, donc des excitations venant du monde extérieur, c'est-à-dire des influx centripètes ou influx sensitifs.

Plongeons le pied droit dans l'acide dilué, la patte droite se contracte ainsi que la cuisse de la patte gauche, mais le pied gauche reste inerte. Cependant, si on pince le bout sectionné du nerf qui se rend à la jambe gauche, nous observons un mouvement du pied.

On en conclut que le nerf sciatique conduit les influx nerveux qui provoquent la contraction des muscles, c'est-à-dire les influx centrifuges ou influx moteurs.

Des expériences précédentes, il découle que le nerf sciatique, à la fois sensitif et moteur, est un nerf mixte.

-Détruisons la moelle épinière de la grenouille en introduisant une aiguille dans le canal rachidien. Plongeons le pied droit dans l'acide dilué, nous n'observons plus le mouvement de la patte droite. On en déduit que l'influx nerveux déterminant les réflexes, passe par la moelle épinière.

Tout se passe donc comme si la moelle épinière, recevant les influx nerveux de la peau par les racines postérieures du nerf sciatique, renvoyait cet influx sur les muscles par les racines antérieures : d'où le nom de réflexe donné à cette forme d'activité nerveuse.

La substance grise de la moelle épinière se présente donc comme un lieu où aboutissent les influx sensitifs et d'où partent les influx moteurs : un tel lieu est appelé centre nerveux. Ici ce centre est un centre réflexe.

A retenir :

Les réflexes sont des mouvements involontaires et inconscients.

Un acte réflexe fait intervenir cinq structures :

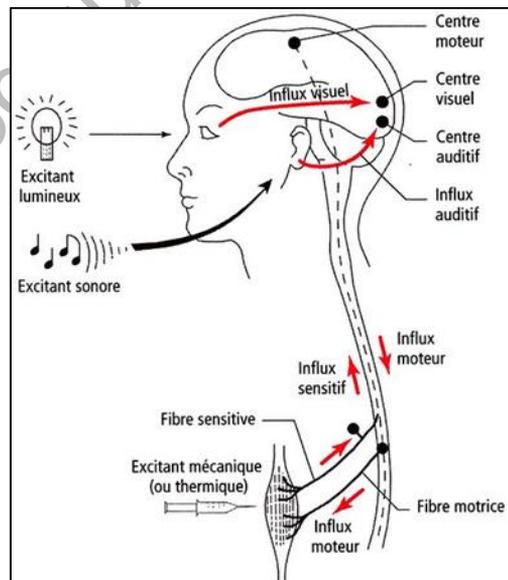
- un récepteur : où naît l'influx nerveux (exemple : la peau) ;
- un conducteur sensitif ou centripète (fibres sensibles) : conduisant l'influx nerveux des récepteurs au centre nerveux (exemple : fibre sensitive du nerf sciatique) ;
- un centre nerveux : où l'influx nerveux sensitif se transforme en influx moteur (un centre réflexe : la moelle épinière) ;
- un conducteur moteur ou centrifuge conduisant l'influx nerveux moteur du centre nerveux à l'organe effecteur (exemple : fibre motrice du nerf sciatique) ;
- un organe effecteur qui exécute la réponse : (exemple : les muscles).

C- L'activité cérébrale

1- La sensibilité consciente

Supposez que vous soyez dans votre chambre, les yeux fermés et qu'une personne entre. Ne la voyant pas, vous n'aurez pas conscience de sa présence, à moins qu'elle ne fasse du bruit. Les yeux, les oreilles, le nez ...sans lesquels nous ne pouvons pas voir, entendre, sentir...c'est-à-dire éprouver des sensations, sont des organes qui nous permettent de connaître le milieu qui nous environne. Mais pour voir, entendre, sentir, suffit-il d'avoir des organes des sens ?

Pour répondre à cette question, considérons par exemple, le cas de la vision. Des observations de personnes accidentées, des expériences faites sur des animaux ont montré que :



- une section du nerf optique entraîne la cécité de l'œil correspondant à la section : ce n'est donc pas l'œil qui voit.

- des lésions totales de la substance grise de la zone occipitale du cerveau entraînent la cécité totale, alors que des lésions partielles entraînent des troubles visuels plus ou moins étendus. C'est donc qu'il existe un centre visuel cérébral au niveau duquel les influx nerveux nés dans l'œil, conduits par le nerf optique (sensitif ou centripète), prennent une signification.

A retenir :

La sensibilité consciente est l'activité cérébrale qui nous permet d'avoir des sensations sur notre environnement.

Elle fait intervenir :

- un récepteur (organe de sens) sensible à un type d'excitation ; où naît l'influx nerveux sensitif ;
- un conducteur sensitif (exemple nerf optique) qui conduit l'influx nerveux né dans le récepteur au cerveau ;
- un centre cérébral (centre visuel par exemple), localisé dans une zone bien définie du cerveau où les influx sont transformés en sensations.

Le cerveau est divisé en plusieurs petits centres (visuel, auditeur, moteur, tactile...) ; chaque centre contrôle une sensibilité donnée.

2- La motricité volontaire

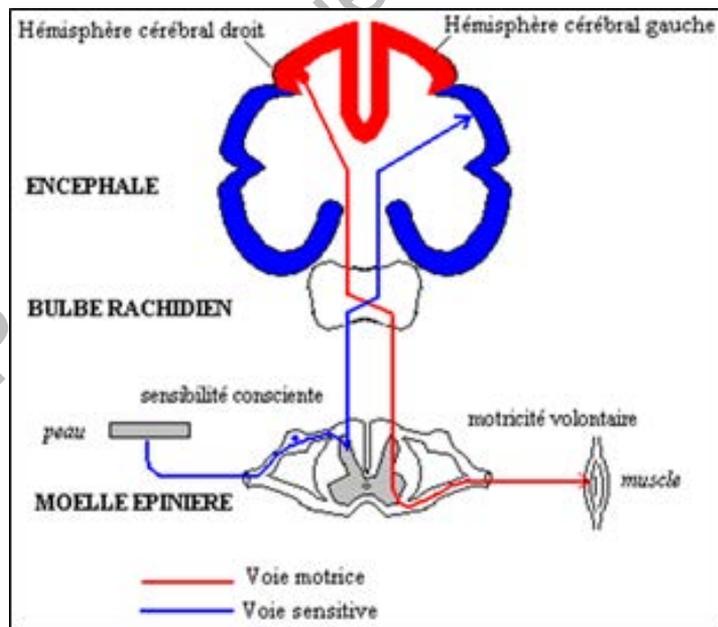
Un verre d'eau qui se trouve devant vous, vous pouvez le saisir et le porter à vos lèvres quand vous désirez boire. Votre bras, votre main, vos doigts font les gestes nécessaires quand vous le voulez, et vous pouvez arrêter ces mouvements à votre gré, de tels mouvements sont des mouvements volontaires. D'autres exemples : taper sur un ballon, écrire au tableau, soulever un sac....

Mais d'où viennent alors les influx qui excitent les muscles ?

Ce sont encore des observations de

personnes accidentées, des malades et des expériences faites sur des animaux qui vont nous permettre de répondre.

L'excitation électrique de certaines régions du cerveau détermine des mouvements, et un mouvement donné naît de l'excitation d'un point bien précis. L'ablation ou une lésion de ces mêmes points supprime la motricité volontaire des parties correspondantes du corps. Il existe donc des centres



cérébraux moteurs dans lesquels naissent les influx qui déterminent les mouvements volontaires.

D'autre part, des sections faites dans la substance blanche, au niveau du bulbe rachidien ou de la moelle épinière, des sections des racines antérieures (voies motrices) des nerfs rachidiens, montrent que les influx moteurs volontaires sont transmis aux muscles par certaines fibres de la substance blanche, puis par les racines antérieures des nerfs rachidiens.

NB : la racine postérieure des nerfs rachidiens est une voie sensitive.

A retenir :

La motricité volontaire est une activité cérébrale qui nous permet de faire des mouvements volontaires tels que : porter un verre d'eau, taper sur un ballon.

Elle fait intervenir 3 éléments :

- Le cerveau : centre moteur : ou l'influx nerveux prend naissance ;
- Un conducteur moteur (fibre centrifuge) : qui conduit l'influx nerveux moteur du centre moteur aux organes effecteurs ;
- Un organe effecteur qui exécute la réaction : muscle par exemple.

NB : il existe des liaisons entre les différents centres du cerveau.

III- Hygiène du système nerveux

1- Règles générales

Les cellules nerveuses ne se renouvellent pas : il faut donc les préserver pour leur permettre d'avoir une durée de vie suffisamment longue et ainsi garantir un bon fonctionnement du système nerveux le plus longtemps possible. Il faut donc avoir une hygiène de vie permettant d'éviter de dégrader prématurément le système nerveux :

▪ Avoir une hygiène alimentaire équilibrée, saine et variée :

Apporter les vitamines nécessaires au bon fonctionnement du système nerveux :

- Les vitamines du groupe B notamment B₁ (présente dans les céréales complètes, les fruits, le foie et le jaune d'œuf) ;
- La vitamine PP.

▪ Avoir une hygiène de vie saine :

- un sommeil en quantité suffisante et régulier : Respecter les différents stades du sommeil : se coucher rapidement aux premiers signes de l'endormissement (le premier sommeil étant le plus récupérateur).
- une quantité de sommeil selon son âge : au moins 7 à 8 h par nuit pour l'adulte, 9 à 10 h pour l'adolescent, et 10 à 12 h pour l'enfant. Ces durées peuvent varier d'un individu à l'autre

- une régularité : se coucher à la même heure chaque jour...
- un lieu calme et sombre permet une meilleure qualité de sommeil.

- **Limiter les excitants du système nerveux :**

Les boissons contenant de la caféine et de la théine (café, thé...) doivent être limitées.

- **Proscrire tabac, alcool et autres drogues :**

Le tabac contient de la nicotine qui a un effet néfaste sur le système nerveux :
 -dérèglement du tonus végétatif : le fonctionnement de certains organes est perturbé (exemple : augmentation du rythme cardiaque...)
 -dérèglement du système cérébro-spinal : sensibilité amoindrie (goût, odorat...), diminution de la mémoire et de la volonté (la décision de l'arrêt du tabac est difficile à prendre).

La consommation d'alcool nuit gravement au système nerveux, l'ivresse et l'alcoolisme engendrent des troubles :

- moteurs : tremblements, diminution de la force musculaire, le commandement des muscles et donc des gestes moins efficaces.
- sensitifs : les sens sont perturbés ;
- intellectuels : perte de jugement pouvant aller jusqu'à l'apparition de troubles mentaux.

La consommation de drogues perturbe gravement le système nerveux (altération des tissus nerveux, réduction de la volonté...)

- Limiter le bruit

Le bruit a des conséquences néfastes sur le fonctionnement du système nerveux : troubles du sommeil, troubles auditifs, fatigue nerveuse, troubles de l'équilibre....

- **Avoir une activité physique** suffisante pour permettre une bonne oxygénation et améliorer les capacités motrices du corps.

2- Le stress

a- Définition

C'est une réaction de l'organisme aux contraintes et pressions physiques ou psychologiques exercées sur lui.

Les agents stressants peuvent être physiques (chaleur, froid, bruit) ou psychologiques (forte émotion, frustration, examen, drame, deuil ...).

b- Les manifestations du stress

On peut distinguer trois phases dans l'évolution de l'état de stress :

- **la phase d'alarme** : sous l'action des stimuli agressifs, une réaction émotionnelle intense très brève est déclenchée. Au cours de cette phase la vigilance est accrue, le rythme cardiaque s'accélère, la circulation du

sang augmente dans les muscles et le cerveau alors qu'elle diminue dans la peau, d'où sa pâleur visible, la pression artérielle s'élève, des sueurs froides apparaissent. L'ensemble de ces modifications mettent l'organisme en alerte et le préparent à se défendre rapidement contre l'agression.

- **La phase de résistance ou d'adaptation** : cette phase présente une durée variable. C'est une phase de mobilisation totale de toutes les ressources énergétiques de l'organisme pour s'adapter à la nouvelle situation.

Si la situation agressive se prolonge, la résistance de l'organisme diminue, la phase d'adaptation est suivie par la phase d'épuisement.

- **La phase d'épuisement** : L'individu fatigué, devient indifférent et déprimé. Il peut être atteint de certaines maladies psychosomatiques : ulcères, gastroduodéal, constipation, troubles cardiovasculaires, allergie...

3- Les drogues et leurs effets

Les Drogues sont des substances naturelles ou synthétiques qui modifient le fonctionnement du cerveau, donnant pendant un certain temps des sensations d'euphorie et de plaisir avec déconnexion de la réalité. La consommation répétée des drogues conduit à la toxicomanie. Celle-ci est un état d'intoxication par la drogue conduisant à la tolérance et à la dépendance. Quand le toxicomane prend toujours la même dose de drogue, le plaisir recherché diminue, d'où la tendance à augmenter les doses pour retrouver le même plaisir et pour éviter les souffrances du manque, d'où le risque de surdosage (overdoses) : c'est la tolérance (ou accoutumance).

La dépendance est un état où on ne peut plus se passer de consommer la drogue sous peine de souffrances physiques et/ou psychiques. C'est le besoin irrésistible de consommer de la drogue avec sensation de malaise et d'angoisse allant parfois jusqu'à la dépression.

A retenir :

Il est important d'avoir une bonne hygiène du système nerveux pour son bon fonctionnement. Pour cela il faut entre autres ;

- avoir une alimentation équilibrée et riche en vitamine B et PP (présente les céréales, les fruits, le foie et le jaune d'œuf) ;
- le repos ;
- un sommeil en quantité suffisante et régulière ;
- éviter le travail sous fortes pressions, les bruits assourdissants, les lumières aveuglantes.
- éviter l'usage des excitants (thé, café, tabac, alcool, drogues...).
- avoir une activité sportive régulière.
- favoriser l'enthousiasme, l'optimisme et faire un entraînement mental.

EXERCICES

Exercice 1

Parmi les signes suivants réponds par vrai (V) ou faux (F).

La fatigue nerveuse se manifeste par :

- a- des insomnies et des tremblements dus à la consommation à forte dose de caféine et de théine ;
- b- des troubles de l'équilibration, des difficultés d'élocution et une diminution des réflexes résultant d'une forte consommation d'alcool ;
- c- une diminution de la mémoire consécutive à l'absorption de la nicotine ;
- d- l'utilisation abusive des drogues toxiques qui est responsable, à la longue, de lésions neurologiques graves ;
- e-une augmentation du temps de réaction provoquant des accidents graves de travail et de la route.

Exercice 2

Complète le texte ci-dessous avec les mots ou groupes de mots suivants : Excitations sensorielles – travail – surmenage intellectuel – surchargés – surmenage – assourdissants – conduisent – agressions – responsabilités – fatigues – structures cérébrales – agression – aveuglantes.

Lesqui nous assaillent créent unepermanente de nos...;... les lumières....., les bruits.....provoquent des.....nerveuses graves, pouvant aller jusqu'à des lésions organiques. Le.....des adultes.....de.....et de.....se manifeste également chez les élèves., états psychologiques et.....du milieu extérieur finissent par créer chez certaines personnes des états dépressifs quià des maladies nerveuses graves.

Exercice 3

Parmi les phénomènes physiologiques ci-dessous, coche ceux qui traduisent les signes de la fatigue musculaire.

- a) Un exercice musculaire très intense engendre vite une sensation pénible au niveau des muscles qui ont travaillé.
- b) Un exercice musculaire intense provoque un durcissement des muscles qui perdent leur élasticité.
- c) Une grande fatigue se change en courbature douloureuse.
- d) Les exercices violents, pratiqués sans ménagement, fatiguent le cœur qui bat à se rompre. Il peut survenir une mort subite.
- e) Les exercices physiques accélèrent le rythme respiratoire. Ils amplifient les mouvements du thorax, renforcent les muscles respiratoires, augmentent le taux de poitrine et les capacités pulmonaires.

Exercice 4

Dans le souci d'une meilleure connaissance des réponses motrices chez l'homme, les élèves d'une classe réalisent quelques expériences ainsi représentées : un élève assis sur une table, jambes pendantes, reçoit une percussion sur le genou.

Le tableau suivant résume les expériences et leurs résultats :

	Situation	Résultat
Première expérience	La jambe du sujet est fléchie, pendante. Un léger choc est porté de façon inattendue sous la rotule.	Extension de la jambe.
Deuxième expérience	La jambe du sujet est fléchie, pendante. Celui-ci est informé qu'il recevra une percussion sous la rotule. Il lui est par ailleurs demandé de retenir si possible sa jambe, puis un léger choc est porté sous la rotule.	Exécution du même mouvement que précédemment.

- Analyse et interprète ces expériences.
- Que peux-tu conclure ?
- Propose une définition de cette réaction comportementale.

Exercice 5

On coupe la racine postérieure d'un nerf en relation avec une patte d'un chien anesthésié. Au réveil, le membre continue à bouger, mais en le piquant, le chien ne crie pas : la patte est insensible.

La racine postérieure étant intacte, on coupe la racine antérieure ; les muscles concernés ne produisent plus de mouvements.

1°) Complète le tableau, ci-dessous, et utilise les termes : centre nerveux, périphérie.

Racine	Rôle	Sens du message nerveux
postérieure		
antérieure		

2°) La section d'une racine détermine deux bouts : l'un en relation avec la périphérie et l'autre avec le centre nerveux.

Complète le tableau suivant :

Racine	Stimulation sur le bout	Réactions
postérieure	Central	
	Périphérique	
antérieure	Central	
	Périphérique	

Exercice 6

Chez l'homme, comme chez tous les vertébrés, la plupart des réponses comportementales nécessitent des mouvements réflexes. Diverses expériences permettent de déterminer les organes indispensables à un tel acte. Pour le besoin d'expériences, des études ont été entreprises sur un animal (grenouille) au laboratoire.

Si on pince un doigt de la patte postérieure, l'animal fléchit le membre excité.

Le tableau ci-dessous résume l'étude expérimentale de cet acte réflexe.

Expériences faites sur des grenouilles différentes	Réponses	Organes mis en jeu
1. Anesthésie à l'éther de la patte gauche. (L'anesthésie rend insensibles les terminaisons nerveuses sensorielles de la peau). a-Stimulation par pincement du pied gauche. b-Stimulation par pincement du pied droit	Aucune réponse. Flexion de la patte droite	
2. Elimination de l'effet de l'éther par lavage à l'eau. a-Stimulation du pied gauche. b-Section du nerf du pied gauche puis pincement de ses doigts.	Flexion de la patte gauche. Aucune réponse.	
3. Destruction de la moelle épinière. a-Stimulation du pied droit. b-Stimulation du pied gauche.	Aucune réponse. Aucune réponse.	

a- Complète le tableau ci-dessus en indiquant, dans la case correspondante, l'organe indispensable à l'accomplissement de l'acte réflexe.

b- Relie chaque mot ou expression de la colonne de gauche à sa définition correspondante dans la colonne de droite.

1. Les nerfs rachidiens...	A. ... est un centre nerveux.
2. Les relais synaptiques...	B. ... sont des conducteurs d'influx nerveux.
3. Les racines antérieures...	C. ... réagissent aux messages véhiculés par les fibres efférentes des nerfs rachidiens.
4. Les muscles fléchisseurs...	D. ... sont des voies nerveuses uniquement efférentes.
5. La moelle épinière...	E. ... existent dans la substance grise des centres nerveux.

Exercice 7

Au début du XX^e siècle, des chercheurs anglais observent que des Mammifères dont la moelle épinière n'est plus reliée au cerveau peuvent encore produire des mouvements des membres, semblables à ceux de la locomotion. Cependant ces animaux se déplacent comme des automates : ils sont par exemple incapables d'éviter les obstacles.

1. À partir des informations apportées par le texte, montrez que la moelle épinière est le centre nerveux qui commande ces mouvements automatiques. Justifiez votre réponse.

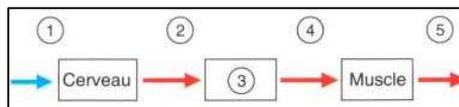
2. D'après l'observation de ces chercheurs, énoncez un rôle du cerveau dans la réalisation des mouvements de locomotion.

3. Recopiez le schéma ci-contre, puis :

a. Remplacez les chiffres par la légende

qui convient : mouvement - information - message nerveux moteur - moelle épinière.

b. Localisez la section par un trait vertical.



Exercice 8

A-1- Citer dans l'ordre les différents éléments qui interviennent dans la réalisation d'un acte réflexe.

2- Donner deux différences entre un acte volontaire et un acte réflexe.

B- Le muscle est un organe actif dans les mouvements du corps.

Pour mettre en évidence sa contractilité, on utilise un appareil qui enregistre les contractions musculaires.

1- Comment appelle-t-on cet appareil ?

2- Qu'appelle-t-on la courbe enregistrée par cet appareil lors de l'activité musculaire ?

3- Comment obtient-on une secousse musculaire isolée ?

Exercice 9

Utiliser ses connaissances pour faire un schéma fonctionnel d'une réaction comportementale.

Considérez la réaction comportementale suivante : la sonnerie du téléphone qui déclenche le mouvement de la main vers le combiné.

Voici dans le désordre des structures indispensables à l'exécution de cette réaction : aire motrice du cortex, racines antérieures (ventrales) de nerfs rachidiens, moelle épinière, récepteurs auditifs de l'oreille interne, muscles du bras, de l'avant-bras et de la main, nerf acoustique (auditif), nerfs rachidiens des membres antérieurs, aire auditive du lobe temporal, fibres nerveuses descendantes issues de l'aire motrice.

Placer ces différentes structures dans un schéma illustrant le chemin suivi par les messages nerveux au cours de cette réaction. Vous indiquerez l'endroit où les messages ne sont pas seulement véhiculés, transmis mais exploités.

Exercice 10

Relevez parmi ces quatre affirmations la seule fausse.

A- Nous sommes capables de distinguer des stimulations sonores de stimulations thermiques car :

- les récepteurs mis en jeu sont différents.
- les voies transportant les messages nerveux sont différentes.
- la nature des messages véhiculés par ces voies est différente.
- les zones du cortex traitant les messages reçus sont différentes.

B- On trouve les corps cellulaires des neurones dans :

- les ganglions des racines postérieures.
- les racines antérieures des nerfs rachidiens.
- la substance grise de la moelle épinière.
- la substance grise des hémisphères cérébraux.

LES OS

En enlevant les muscles d'un mouton par exemple, nous voyons apparaître des pièces dures et solides appelées os. L'ensemble des os forme une véritable charpente soutenant les parties molles du corps (mode de soutien) : c'est le squelette. Il en est de même chez l'homme.

I- Description

Le corps humain peut être divisé en trois parties : la tête, le tronc et les membres.

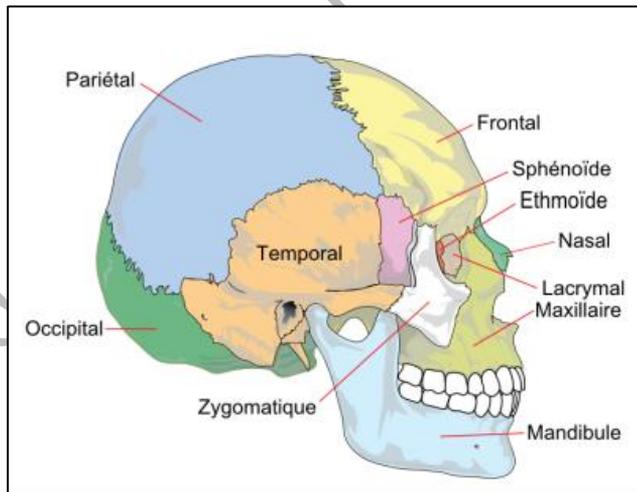
A- Squelette de la tête

En observant la tête de l'homme, on distingue deux parties :

1- Le crâne

Sorte de boîte osseuse dans laquelle est logé l'encéphale. Le crâne est formé par la soudure de plusieurs os larges et plats, dont les limites sinueuses sont bien visibles :

- le frontal, qui forme en avant, les arcades sourcilières ;
- les deux pariétaux situés en arrière du frontal ;
- les deux temporaux, chaque temporal présente un trou auditif, orifice du conduit auditif ;
- l'occipital, par lequel la tête repose et s'articule sur la 1^{ère} vertèbre.



2- La face

La face est formée de nombreux os, parmi lesquels on reconnaît :

- les deux os du nez ou nasaux ;
- les os des pommettes ;
- les deux maxillaires supérieurs, soudés, qui forment la mâchoire supérieure ;
- le maxillaire inférieur, qui forme la mâchoire inférieure.

C'est le seul os mobile de la face. Il s'articule avec les temporaux, au moyen de deux tubercules de forme ovoïde, les condyles d'articulation, qui s'engagent dans la cavité correspondante.

A retenir :

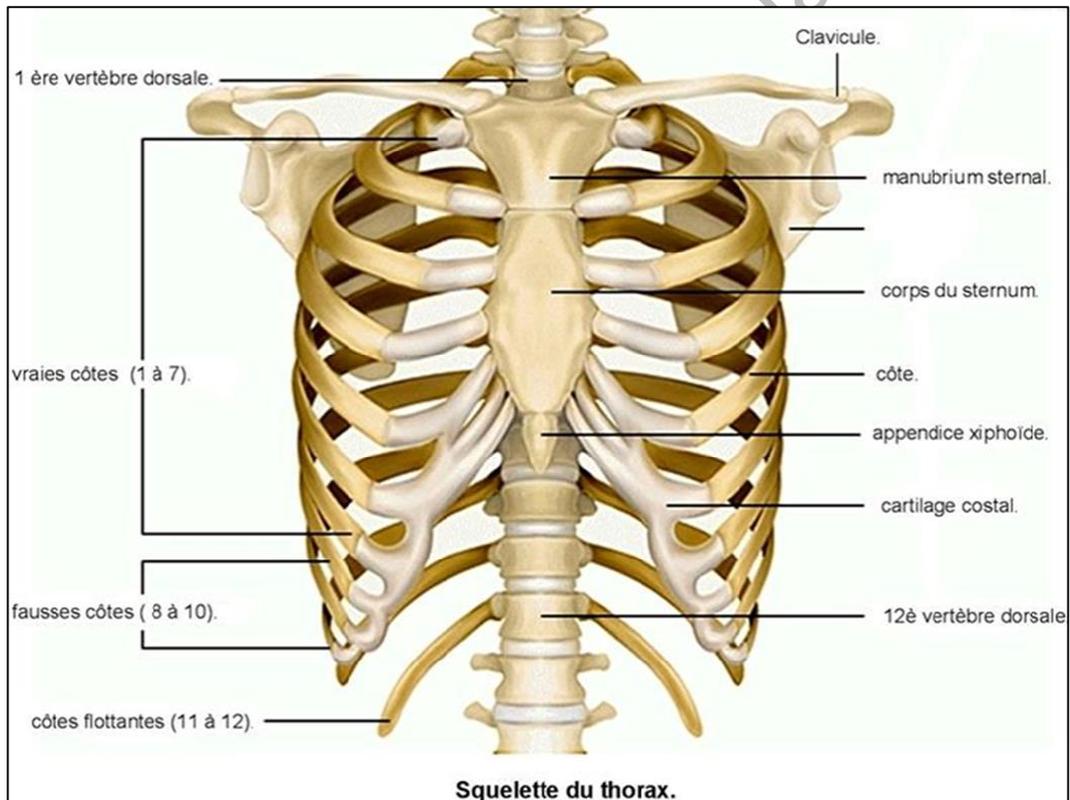
Le squelette humain est formé de 206 pièces solides et dures appelées os, repartis sur le corps : tête, tronc et membres.

On a 24 os au niveau de la tête, 14 sur la face, 8 pour le crâne.

Les os du crâne sont soudés entre eux et forment la boîte crânienne logeant l'encéphale.

B- Le tronc

Le tronc se compose d'axe souple, la colonne vertébrale, sur laquelle s'attachent douze paires de côtes formant la cage thoracique. Cet axe n'est pas rectiligne et dessine deux courbatures, l'une dorsale, l'autre lombaire. Les dix premières paires de côtes sont reliées au sternum ; les deux dernières sont libres.



La colonne vertébrale est formée par l'empilement de nombreux petits os, les vertèbres, qui se répartissent en cinq groupes :

- ❖ 7 vertèbres cervicales, correspondant au cou ;

- ❖ 12 vertèbres dorsales, correspondant au dos, sur lesquelles s'articulent les côtes ;
- ❖ 5 vertèbres lombaires, qui correspondent à la région lombaire. Ce sont les plus larges ;
- ❖ 5 vertèbres sacrées, soudées en un seul os, le sacrum ;
- ❖ 4 vertèbres réduites formant le coccyx.

La structure d'une vertèbre montre :

- un disque épais, le corps vertébral ;
- un trou vertébral. L'ensemble des trous vertébraux forme un canal dans lequel est logée la moelle épinière ;
- un arc osseux portant trois saillies ou apophyses, une médiane, ou apophyse épineuse et deux latérales ;
- des surfaces lisses, correspondant, les unes aux points d'articulation des vertèbres, les autres aux points d'articulation des côtes : ce sont des facettes articulaires.

A retenir :

Au niveau du tronc, il y a 24 côtes, 1 sternum et 33 vertèbres formant la colonne vertébrale logeant la moelle épinière. Les côtes, le sternum, les vertèbres dorsales forment la cage thoracique qui loge le cœur et les poumons.

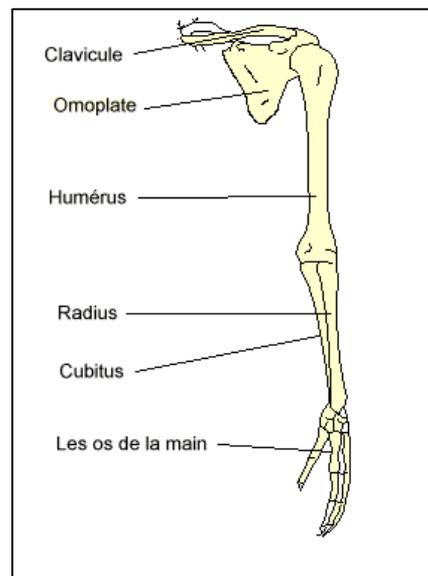
C- Les membres

Il existe quatre membres, deux supérieurs et deux inférieurs.

1- Les membres supérieurs

Ils sont formés par plusieurs os :

- l'omoplate et la clavicule par lesquelles le membre se rattache au tronc. Ces deux os forment un ensemble appelé ceinture scapulaire ; ils correspondent à l'épaule.
- l'humérus, os long reconnaissable à la forme arrondie de son extrémité ou tête supérieure et à la cavité de sa tête inférieure ; c'est l'os du bras.
- le cubitus et le radius, os de l'avant-bras. Le cubitus permet à l'avant-bras de se replier sur le bras. Sa tête supérieure qui, correspond au coude à une forme très particulière. Elle présente une saillie,



l'olécrane, qui en boutant dans la cavité correspondante de l'humérus, empêche l'avant-bras de se replier en arrière.

En palpant l'avant-bras, on remarque que le radius tourne autour du cubitus qui permet ainsi la rotation de la main.

-les os de la main comprennent :

- Les carpiens, petits os correspondant au poignet.
- Les métacarpiens ou os de la paume leur nombre est à celui des doigts.
- Les phalanges ou os des doigts (trois par doigt sauf le pouce deux).

2- Les membres inférieurs

Ils sont formés de plusieurs os :

- l'os de la hanche ou os iliaque, cet os solidement fixé sur le sacrum, constitue avec le pubis et l'ischion la ceinture pelvienne du membre ;

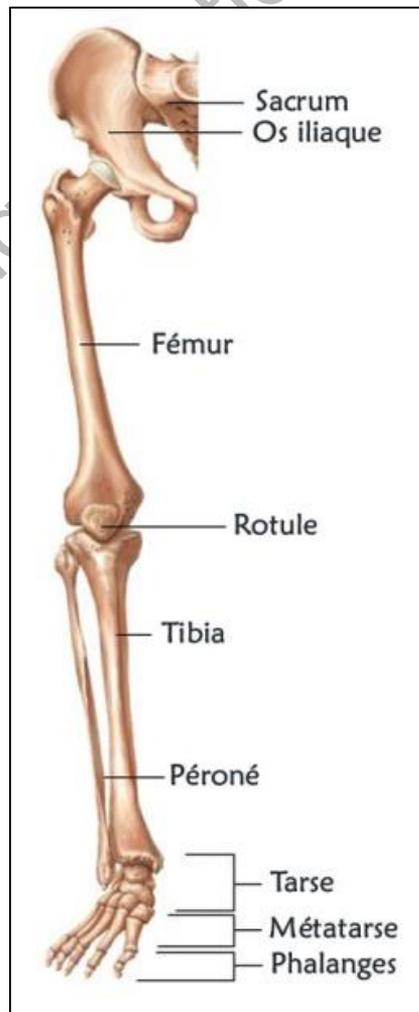
- le fémur, os long, reconnaissable à sa tête supérieure située sur le côté et qui fait penser à une crosse. C'est l'os de la cuisse ;

- le rotule ou os du genou ;

- le tibia et le péroné ou os de la jambe. Le tibia se reconnaît à sa section triangulaire.

-les os du pied comprennent :

- Les tarsiens, petits os dont le plus gros correspond au talon.
- Les métatarsiens ou os de la plante du pied dont le nombre est égal à celui des doigts.
- Les phalanges ou os des orteils. Il y'en a deux pour le gros orteil et trois pour chacun des autres.



A retenir :

Au niveau des membres, on a 126 os :

- membre supérieur : humérus (os du bras), cubitus et radius (os de l'avant-bras), carpes, métacarpes et phalanges (os de la main).
- membre inférieur : fémur (os de la cuisse), tibia et péroné (os de la jambe), tarses, métatarses et orteils (os du pied).

On peut distinguer quatre types d'os :

- os longs, os de longueur considérable. On les trouve généralement au niveau des membres.

Exemple : le fémur, l'humérus, le tibia le cubitus...

- os courts, os de longueur négligeable. On les trouve au niveau des pieds, des mains etc....

Exemple : carpes, métacarpes, phalanges, tarse etc.....

- os plats : exemple l'os frontal, os occipital, les côtes ...

- os irréguliers : Exemple : les os du bassin, les vertèbres ...

II- Structure d'un os

La structure d'un os comme l'humérus comprend :

- une partie allongée, la diaphyse ;
- deux têtes enflées, les épiphyses.

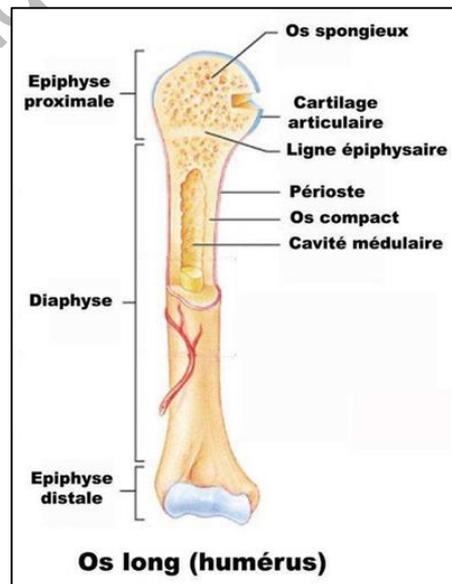
Vers les épiphyses, à la surface de l'os, on observe des trous minuscules par où pénètrent vaisseaux sanguins et nerfs : ce sont les trous nourriciers.

La coupe longitudinale d'un humérus sec nous montre que la diaphyse est constituée par un tube dont la paroi est formée d'os compact.

Dans les épiphyses, des lamelles osseuses s'entrecroisent, formant l'os spongieux.

Sur un os frais, nous voyons que les épiphyses sont recouvertes de cartilage, substance moins dure que l'os compact et parfaitement lisse. Les cavités de l'os spongieux renferment de la moelle rouge et celle de la diaphyse de la moelle jaune.

Dans la moelle s'effectuent des phénomènes importants pour la vie de l'os, et aussi des phénomènes essentiels pour l'individu, tels que la formation des globules du sang. Enfin, la diaphyse est entièrement recouverte par une membrane vivante, fibreuse, appliquée étroitement contre l'os compact : le périoste. Nous verrons l'un des rôles du périoste en étudiant les fractures.



A retenir

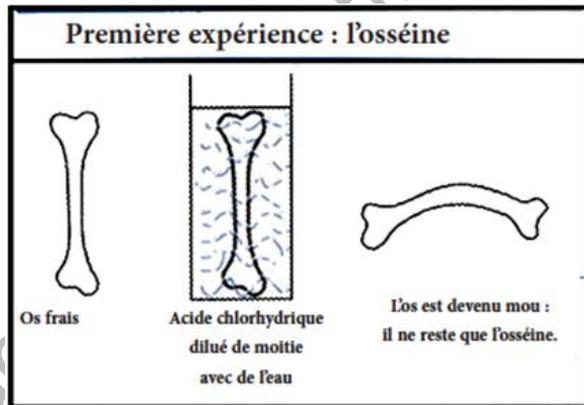
La structure d'un os, l'humérus par exemple, montre deux têtes ou épiphyses et un corps ou diaphyse.

La coupe longitudinale montre au niveau des épiphyses un cartilage, un os spongieux dont les cavités sont remplies de moelle rouge et au niveau de la diaphyse une cavité, le canal médullaire, renfermant la moelle jaune et l'os compact couvert du périoste.

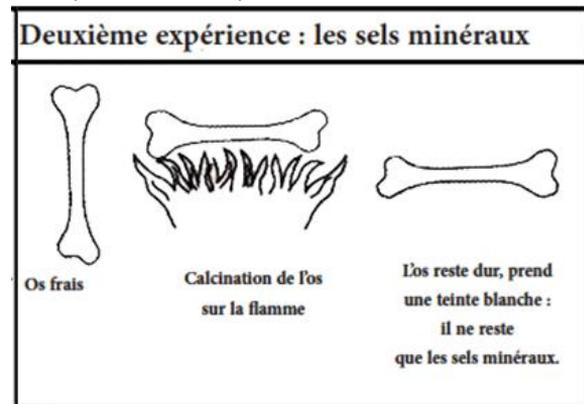
Les os jouent cinq fonctions : mode de soutien, mouvements, protection des organes, fabrication des cellules sanguines et stockage des sels minéraux.

III- La composition chimique d'un os

- Première expérience : Plongeons un os dans une solution diluée d'acide chlorhydrique après l'avoir débarrassé du périoste par grattage. Il se produit une légère effervescence : l'os contient donc du carbonate de calcium. Laissons cet os dans la solution d'acide pendant une dizaine de jours. Quand on le retire, il a conservé sa forme, mais il est devenu mou et flexible ; d'autres part son poids est diminué. Une partie des corps chimiques qui constituaient l'os (carbonate de calcium en particulier) a été décomposée par l'acide chlorhydrique et transformée en substances solubles. La partie qui reste est une substance appelée osséine qui se transforme en gélatine.



- Deuxième expérience : Dans un feu vif, à l'air libre, un os conserve sa forme, mais devient beaucoup plus léger ; il noircit, puis blanchit. L'osséine (substance carbonée organique) a été brûlée et l'eau s'est évaporée. L'os ainsi calciné est friable, il s'écrase facilement donnant de la cendre d'os composée de corps incombustibles : les sels minéraux. Ce sont les sels minéraux qui sont attaqués par l'acide chlorhydrique. Les os sont des grandes réserves des sels minéraux.



A retenir :

L'os se compose donc :

- d'osséine, substance organique combustible : 30%.
- des sels minéraux, substances incombustibles (carbonate de calcium, phosphate de calcium, potassium, des sels divers ...) : 45%
- d'eau : 25%.

La résistance de l'os compact est due à la liaison étroite qui existe entre l'osséine (souple) et les sels minéraux (rigides).

IV. La croissance des os

La formation des os commence dès le stade embryonnaire, mais de nombreuses parties du squelette sont encore constituées de cartilage à la naissance. Les os n'atteignent leur taille définitive qu'à l'âge adulte. Cette croissance s'effectue par un processus nommé ossification : les cellules cartilagineuses se multiplient, meurent, et sont remplacées par des cellules osseuses.

1- Croissance en longueur

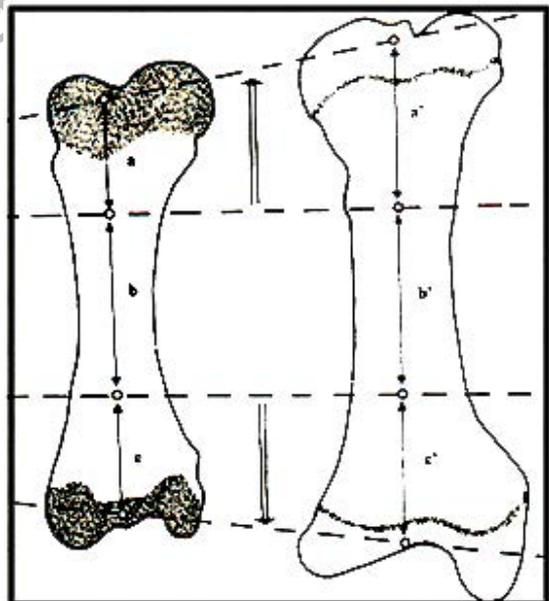
Expérience mettant en évidence la croissance en longueur d'un os long :

Des clous d'argent sont enfoncés dans l'humérus droit de deux jeunes veaux de même âge. Ces clous sont plantés de part et d'autre de la bande de cartilage interne, ainsi que l'indique le premier schéma. Le premier veau est tué immédiatement : son humérus servira de témoin. Le second est tué à l'âge adulte : son humérus est alors comparé avec l'os témoin.

Les résultats sont :

Humérus de veau		Humérus de vache
a	>	a'
b	=	b'
c	>	c'

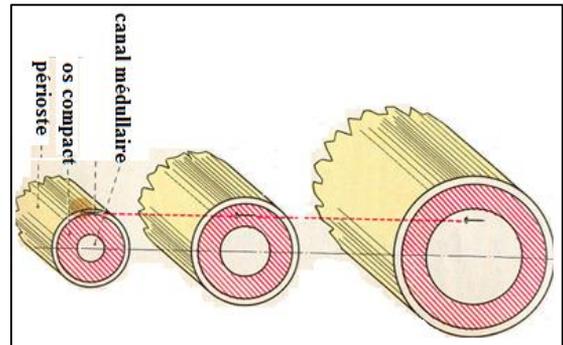
Le même os après quelques temps montre un écartement entre les clous des épiphyses et ceux de la diaphyse alors que la distance entre les deux clous de la diaphyse reste constante.



2-Croissance en épaisseur

Expérience mettant en évidence la croissance en épaisseur d'un os long :

Une aiguille de platine est implantée sous la membrane (le périoste) qui recouvre l'os d'un jeune pigeon (figure a). Elle est encore à la même distance du centre de l'os quelques semaines plus tard (figure b). De l'os a disparu vers l'intérieur, l'autre a été formé vers l'extérieur.



A retenir :

La croissance en longueur d'un os long est localisée dans les épiphyses. Elle résulte de l'activité du cartilage de croissance ou cartilage de conjugaison. La croissance en épaisseur de l'os résulte de l'activité du périoste.

V- Accidents et hygiène des os

Les accidents des os sont les **fractures** et les **déformations**.

1- Les fractures

Une fracture est une cassure d'os. Il existe plusieurs types de fractures :

- fracture incomplète quand tout le diamètre de l'os n'est pas touché par la fracture ;
- fracture complète quand la cassure touche tout le diamètre de l'os, donnant deux ou plusieurs morceaux. On distingue alors plusieurs cas :
 - les fractures fermées où les morceaux résultant de la fracture restent à l'intérieur des muscles ;
 - les fractures ouvertes où, au moins, l'un des morceaux traverse les muscles et la peau et apparaît à l'extérieur ;
 - les fractures multiples où l'os se casse à plusieurs endroits.

La conduite à tenir en cas de fracture est de remettre les morceaux brisés à leur place et à les immobiliser. La soudure après plâtrage a lieu grâce à l'activité du périoste qui fabrique un épaissement osseux appelé cal tout le long de la fissure.

2- Les déformations

Ce sont :

- la **scoliose** qui est une déviation latérale de la colonne vertébrale ;

- la **cyphose** qui est une déviation de la colonne vertébrale d'avant en arrière, entraînant une exagération de la courbure dorsale (dos rond) ;
- la **lordose** qui est une déviation de la colonne vertébrale entraînant une incurvation exagérée vers l'avant de la courbure lombaire.

Toutes ces déformations sont provoquées par une mauvaise attitude assise ou debout.

3- Le rachitisme

C'est une déformation des os due à la malnutrition. Le rachitisme se manifeste par un corps chétif, un gros ventre, des jambes minces déformées en X ou en cerceau, les dents poreuses, ... La maladie est causée par une carence en vitamine D et en sels de calcium. Ces éléments sont indispensables à l'ossification du squelette. Pour éviter la maladie, l'alimentation doit être riche en sels de calcium et en vitamine D. La vitamine D peut être fabriquée à partir du cholestérol de la peau sous l'action des rayons ultraviolets du soleil.

A retenir :

Les os peuvent subir des déformations, ou se briser ou même souffrir de carences en vitamine D. Parmi les déformations, qui peuvent affecter les os, on peut noter celles de la colonne vertébrale :

- la cyphose ou « dos rond » se caractérisant par un affaissement de la courbure cervicale et une accentuation de la courbure dorsale ;
- la lordose ou « ensellure » caractérisée par une accentuation de la courbure lombaire et une bascule du bassin ;
- la scoliose caractérisée par une déformation latérale de la colonne vertébrale (forme de S).

La fracture est la cassure d'un os.

Pour permettre la guérison d'une fracture, le médecin doit souvent poser un plâtre pour immobiliser l'os pendant qu'il se ressoude. Deux mois environ suffisent pour que l'os se répare et que tout redevienne normal. La guérison est assurée par le périoste.

Le rachitisme est une maladie qui provoque des déformations des os, jambes arquées par exemple. Il est dû à une carence en vitamine D.

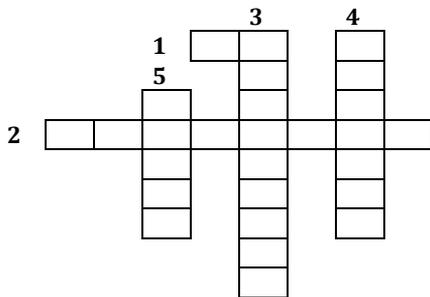
Les troubles du rachitisme (grosse tête, jambes arquées, ventre bombé) sont dus à une carence en vitamine D.

On peut y remédier par :

- une exposition à la lumière solaire ou aux rayons ultra-violets en provoquant la formation de la vitamine D dans la peau ;
- une alimentation riche en vitamine D.

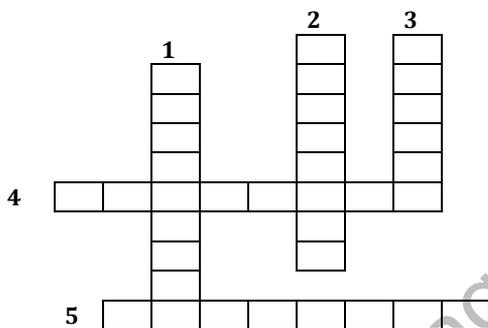
EXERCICES

Exercice 1 : Mots croisés



1. Organe dur, solide qui constitue la charpente des vertébrés.
2. Os court formant la colonne vertébrale.
3. Ensemble des os d'un vertébré.
4. Os reliant les côtes dans la partie ventrale du thorax.
5. Ensemble d'os plats soudés couvrant l'encéphale des vertébrés.

Exercice 2



1. Région d'un os long responsable de sa croissance en longueur.
2. Corps d'un os long.
3. Substance se trouvant dans le tissu spongieux et le canal médullaire d'un os long.
4. Tête d'un os long.
5. Couche couvrant l'os compact.

Exercice 3

Chez un jeune veau, on soulève délicatement un lambeau de périoste. A l'âge adulte et après sa mort, on observe une cal osseuse sous le fragment de périoste soulevé. Que peut-on en déduire ?

Exercice 4 :

Le cartable des collégiens pèse entre 6 et 10 Kg. Or, les médecins conseillent que la masse du cartable ne représente pas plus de 10% de la masse de l'élève.

- a- Calcule la masse que devrait avoir ton cartable.
- b- Indique la déformation causée par un cartable trop lourd, porté à bout de bras, toujours du même côté.
- c- Propose des solutions pour transporter tes affaires scolaires tout en évitant les déformations du squelette.

LES MUSCLES

I- Structure

On distingue deux types de muscles : les muscles blancs (ou viscères) et les muscles rouges qui, à l'exception du cœur, sont fixés au squelette : ce sont les muscles squelettiques. Les muscles squelettiques représentent une des deux sortes de muscles striés. Ils ont pour fonction d'assurer la motricité du corps (déplacement du squelette) grâce à leur contraction. Parmi les muscles striés squelettiques les plus connus, on peut citer les biceps, les quadriceps ou les abdominaux.

Le corps humain comprend plus de 650 muscles fixés sur le squelette. Ces muscles constituent environ 40 % du poids total du corps. Le point d'attache des muscles aux os ou aux autres muscles peut-être :

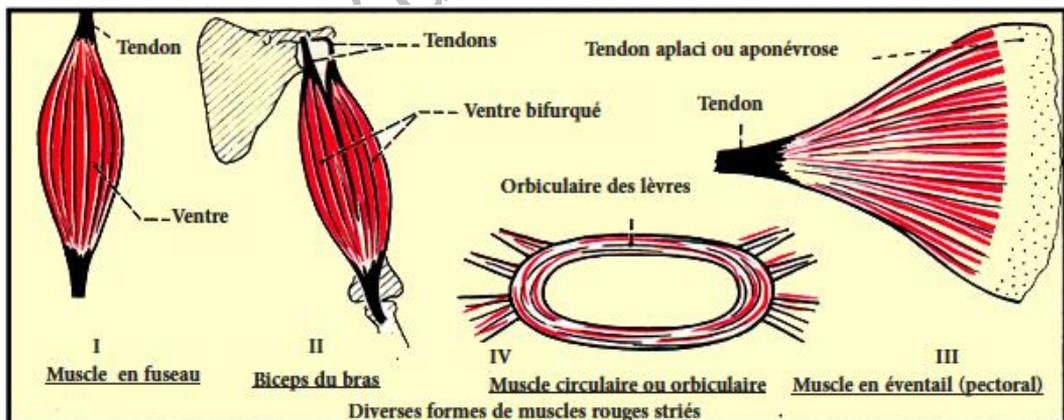
- le point d'origine : point d'attache à l'os qui reste fixe
- le point d'insertion : point d'attache du muscle à l'os qu'il met en mouvement.

En général, les muscles sont fixés par de solides structures appelées tendons, formées de fibres conjonctives.

On distingue les muscles lisses et striés (squelettique et cardiaque).

1- Types de muscles squelettiques

Il existe différents types de muscles squelettiques : muscles longs (en fuseau), muscles circulaires (orbiculaires), muscles en éventail.



Le muscle squelettique est composé d'un ventre et de tendons assurant les attaches sur les os.

2. Fibre musculaire

Une fibre musculaire est une cellule "géante" (plusieurs centimètres de long : diamètre = 40 à 150).

Au microscope photonique, elle apparaît entourée d'une gaine membraneuse, le sarcolemme. Elle comprend un cytoplasme formé de deux parties :

- une partie homogène appelée sarcoplasme contenant : une centaine de noyaux disposés à la périphérie du cytoplasme (syncytium), des mitochondries, des grains de glycogène, de la myoglobine (protéine responsable de la couleur rouge du muscle) et un réticulum développé.

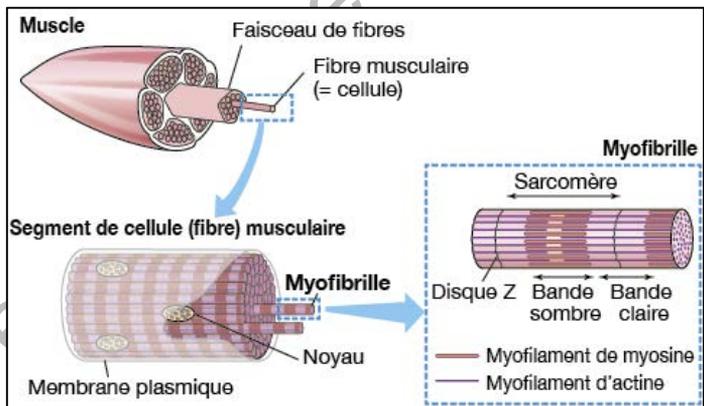
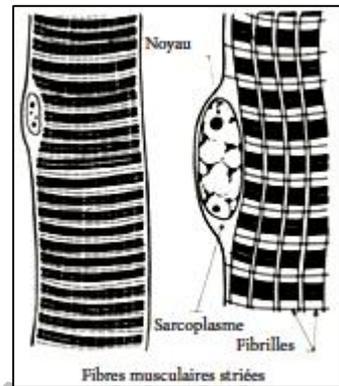
- une partie striée formée de myofibrilles de 1-2 μ m de diamètre s'étendant sur toute la longueur de la fibre. Ces myofibrilles montrent qu'elles sont formées par une succession de bandes claires et de bandes sombres : d'où l'aspect strié affecté à ce type de muscle.

Les myofibrilles forment des cylindres disposés parallèlement formés d'une alternance des bandes sombres (disques A) et des bandes claires (disques I). Chaque disque sombre (A) présente au milieu une zone claire

appelée strie ou bande H et chaque disque clair (I) présente un trait sombre appelé strie Z. Une striation longitudinale est déterminée par la disposition parallèle de toutes les myofibrilles d'une même fibre musculaire.

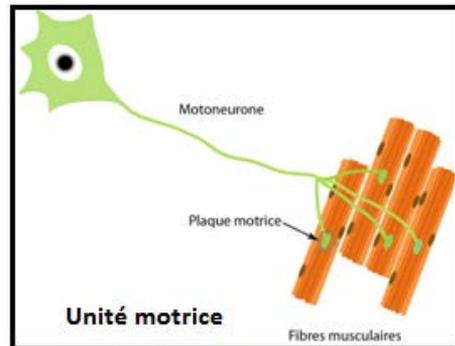
Une striation transversale répétitive est déterminée par la superposition des bandes A, des bandes I, des stries Z et des stries H de toutes les myofibrilles d'une même fibre musculaire.

Dans le ventre, les faisceaux de fibres musculaires sont emballés dans les tissus conjonctifs. Il est formé de faisceaux de cellules géantes allongées et disposées parallèlement (fibres musculaires et entourées d'une gaine conjonctive).



Les nerfs du muscle squelettique dérivent du système nerveux central. Etant en partie sous le contrôle de la volonté, ce type de muscle est également appelé muscle volontaire.

Une même fibre nerveuse innerve plusieurs fibres musculaires. L'ensemble formé par le motoneurone et les fibres musculaires innervées constitue une unité motrice.



3- Propriétés

➤ **Elasticité** : C'est la propriété que possède le muscle de se laisser allonger par traction et de revenir à sa position première lorsque cette traction cesse. L'élasticité joue le rôle d'amortisseur, supprimant les chocs, évitant les accidents, améliorant le rendement et permettant la fusion des secousses musculaires.

➤ **Contractilité** : C'est la faculté que possède le muscle de se raccourcir, donc de rapprocher ses extrémités, et par là de mouvoir les éléments squelettiques où elles sont fixées, à toute excitation.

➤ **Excitabilité** : C'est la propriété que possède le muscle de répondre par sa réponse naturelle, la contraction, à toute excitation portée sur lui. Normalement, le muscle est soumis à l'action de son nerf moteur qui lui transmet les influx nerveux générateurs des contractions musculaires. Mais le muscle réagit également à d'autres types d'excitation : mécanique (pincement), thermique, chimique, électrique. Cette propriété est utilisée pour explorer fonctionnellement les muscles, l'électricité étant l'excitant idéal car on peut à volonté en régler l'intensité et la durée.

➤ **Tonicité** : C'est la propriété que possède le muscle vivant, en dehors de tout mouvement actif, de demeurer dans un état de tension, de légère contraction permanente involontaire : c'est le tonus musculaire.

Cette propriété dépend étroitement des connexions nerveuses du muscle avec son nerf moteur et la moelle épinière ; toute altération de la moelle, du nerf ou toute inaction prolongée du muscle diminuant ou supprimant la tonicité.

A retenir :

Il existe différents types de muscles squelettiques : muscles longs (en fuseau), muscles circulaires (orbiculaires), muscles en éventail.

Le muscle long est formé d'une partie charnue appelée corps ou ventre et deux extrémités effilées ou tendons.

A la dissection, le muscle apparaît formé de fibres musculaires (cellules musculaires) regroupées en faisceaux ; ceux-ci sont séparés par des cloisons conjonctives renfermant des nerfs et des vaisseaux sanguins. Ces cloisons se prolongent aux extrémités pour former les tendons fixés aux os. En microscopie optique, la fibre musculaire contenant plusieurs noyaux périphériques montre un aspect strié dû aux myofibrilles.

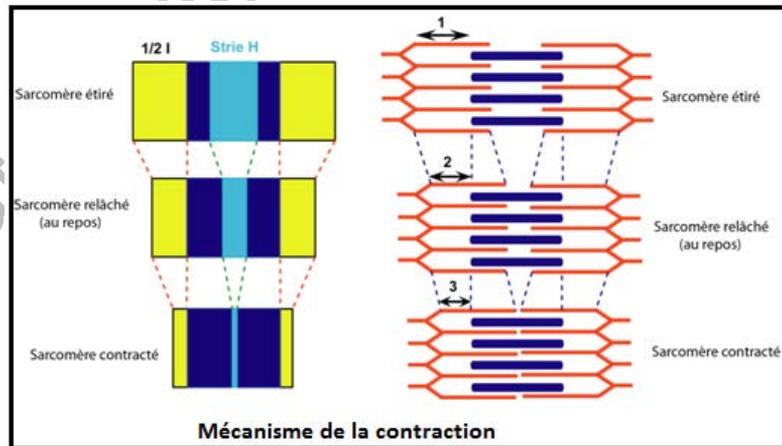
Les myofibrilles forment des cylindres disposés parallèlement et formés d'une alternance de bandes sombres (disques A) et de bandes claires (disques I). Chaque disque sombre (A) présente au milieu une zone claire appelée strie ou bande H et chaque disque claire (I) présente un trait sombre appelé strie Z.

Excitabilité, contractilité et élasticité sont trois propriétés importantes du muscle. La plus caractéristique est la contractilité : c'est elle qui permet les mouvements.

II-Contraction musculaire

La contraction musculaire est caractérisée au niveau du muscle par le raccourcissement, l'épaississement et le durcissement de celui-ci.

L'étirement consiste en un allongement des sarcomères (élargissement des stries H et des $\frac{1}{2}$ disques clairs (1)) par contre la



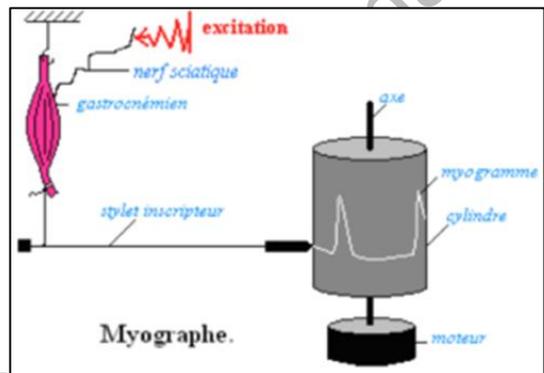
contraction consiste en un raccourcissement des sarcomères (réduction des $\frac{1}{2}$ disque clair (3) et rétrécissement des stries H).

On distingue une contraction Isométrique et une contraction isotonique. :

- tantôt le muscle qui se contracte, rapproche ses insertions : la contraction est alors isotonique. Le déplacement des leviers osseux sur lesquels s'insère le muscle constitue un travail dynamique.
- tantôt les insertions du muscle qui se contracte restent fixes, par exemple dans le fait de transporter un objet. Le travail que fournit le muscle est alors un travail statique. La contraction est dans ce cas isométrique.

1- Dispositif d'enregistrement

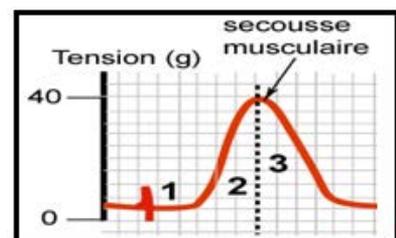
Pour étudier expérimentalement la contraction musculaire, on utilise un myographe qui permet de l'enregistrer sous forme de tracé appelé myogramme. Pour ce faire, on détruit soigneusement l'axe cérébro-spinal d'une grenouille, puis on dégage le nerf sciatique et le gastrocnémien de l'une des pattes. Ensuite on attache l'un des tendons du muscle au levier du myographe grâce à un fil. On pose l'excitateur sur la sciatique. Pour enregistrer la réponse, on pose sur le cylindre enregistreur les trois stylets correspondant respectivement au myographe, au signal d'excitation et au signal temps.



2- Réponse à une stimulation unique : Secousse musculaire

Si on porte au nerf un choc unique d'intensité suffisante, le myographe enregistre une courbe simple appelée secousse musculaire ou réponse élémentaire. La secousse musculaire se caractérise par :

- ◆ avant la stimulation, on enregistre une faible tension musculaire qui correspond au tonus musculaire ;
 - ◆ la stimulation efficace, déclenche après un certain temps de latence **(1)** un tracé appelé une secousse musculaire qui présente deux phases :
 - une phase de contraction **(2)** : la phase ascendante au cours de laquelle la tension musculaire augmente progressivement.
 - une phase de relâchement **(3)** : la phase descendante au cours de laquelle la tension musculaire diminue progressivement pour retrouver sa valeur initiale.
- On peut enregistrer l'activité électrique et mécanique d'un muscle. Le potentiel d'action musculaire (**PAM**) représente cette activité.



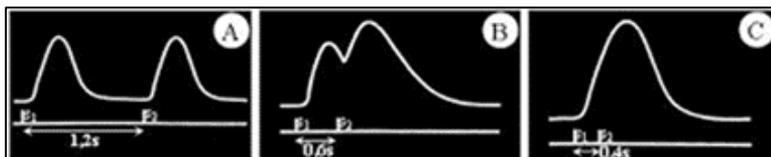
3- Réponses à une série d'excitations

La forme du myogramme dépend du rythme des chocs :

- si le temps séparant deux excitations successives est supérieur à la durée totale d'une secousse, on obtient des réponses élémentaires comme celle décrite précédemment (A).

- si la 2^{de} est portée au cours de la phase de relâchement de la première, le myogramme montre

une deuxième réponse dont l'amplitude est supérieure à celle de

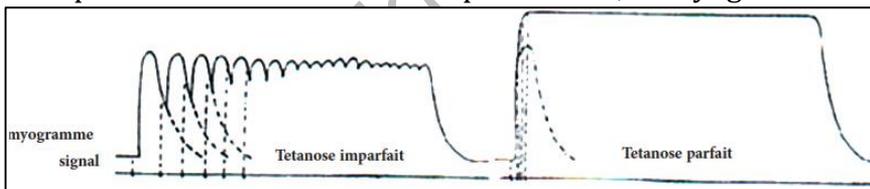


la première : fusion incomplète de 2 secousses élémentaires (B).

- si la 2^{de} excitation intervient au cours de la phase de contraction de la première, il y a fusion complète des deux secousses avec une amplitude plus importante (C).

- Dans le cas d'une série d'excitations rapprochées de même intensité maximale, on obtient une téτανisation musculaire : si chaque excitation intervient durant la phase de relâchement de la précédente, le myogramme se

présente comme une ligne sinueuse constituée d'une suite



de secousses partiellement fusionnées : c'est le téτανos imparfait.

Si, par contre, chaque excitation intervient en phase de contraction de la précédente, les secousses élémentaires fusionnent complètement et le myogramme ne présente plus d'ondulations : c'est le téτανos parfait.

A retenir :

Pour étudier expérimentalement la contraction musculaire, on utilise un myographe qui permet de l'enregistrer sous forme de tracé appelé myogramme. En se contractant, un muscle augmente de diamètre et diminue de longueur. Ce raccourcissement permet le déplacement de la partie du membre sur laquelle le muscle est fixé.

- Une excitation unique et efficace donne une secousse isolée comprenant trois phases : latence, contraction et relâchement ;
- Plusieurs excitations très rapprochées entraînent un téτανos (parfait ou imparfait).

III- Les accidents

Il existe plusieurs sortes d'accidents auxquels les muscles peuvent être exposés. Parmi ces accidents, on distingue :

- une entorse : extension de ligaments avec ou sans déchirure ;
- un claquage : rupture, à la suite d'un effort violent, de quelques fibres d'un muscle non encore échauffé ou fatigué ;
- une tendinite : inflammation des tendons due à des lésions microscopiques qui les affectent et compromettent leur solidité ;
- une contracture : le muscle ne retrouve pas sa longueur initiale après un exercice, d'où douleur. C'est la conséquence d'une activité anormale ou exagérée du muscle. Il n'y a pas de lésion. Elle n'arrive pas pendant l'entraînement (mais une heure ou deux après ou le lendemain matin) ;
- une crampe : Elle intervient pendant l'effort. Son origine est métabolique et due à l'accumulation de déchets au niveau du muscle insuffisamment irrigué ;
- une élongation : elle intervient au cours de l'exercice. Généralement ce n'est pas une douleur très importante. Impression d'étirement du muscle qui n'implique pas l'arrêt de l'effort mais simplement sa limitation. Il n'y a pas de gros dégâts anatomiques. C'est l'inverse de la contracture, le muscle a été au-delà de ses possibilités d'étirement ;
- une déchirure : le muscle peut parfois se rompre totalement, c'est la déchirure musculaire qui est un accident très grave devant parfois être opéré.
- le claquage est dû à un dépassement des possibilités physiologiques du muscle ; dépassement souvent causé par un geste incorrect en particulier dans son amplitude.

A retenir :

Il existe plusieurs sortes d'accidents auxquels les muscles peuvent être exposés. Parmi ces accidents, on distingue :

- une entorse : extension de ligaments avec ou sans déchirure ;
- un claquage : rupture, à la suite d'un effort violent, de quelques fibres d'un muscle non encore échauffé ou fatigué ;
- une tendinite : inflammation des tendons due à des lésions microscopiques qui les affectent et compromettent leur solidité.

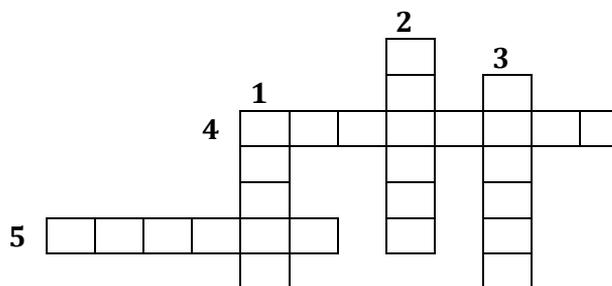
Pour entretenir les muscles, il faut :

- une alimentation équilibrée ;
- du sport régulier et modéré.

La marche est l'un des meilleurs sports. Et, en cas d'accident, une mise à repos complet de la région lésée est nécessaire.

EXERCICES

Exercice 1 : Mots croisés



1. Cellule musculaire.
2. Organe assurant le mouvement du squelette.
3. Partie attachant le muscle aux os.
4. Ensemble de fibres musculaires.
5. Partie enflée du muscle.

Exercice 2

a- Les élèves incisent la peau d'une patte arrière d'un crapaud décérébré. Ils dégagent le plus gros muscle du mollet.

Un élève pique brusquement le muscle. Il se raccourcit et se gonfle. Ce mouvement du muscle dure une fraction de seconde.

b-Ils incisent ensuite l'enveloppe du muscle. L'un d'eux pince le tissu musculaire, le touche avec un corps froid ou chaud, y dépose une goutte d'acide ; le muscle répond de la même façon que précédemment.

Interprète ces résultats.

Exercice 3

Complète le texte suivant avec les mots ci-après :

Elasticité - muscle - tonicité - volumineux - saillant - graisse - développement parallèle - ferme - disparition - travaille - variés - forme harmonieuse.

La culture physique et le sport occupent dans la vie moderne une place qui grandit. Ainsi, unqui.....reçoit quatre à cinq fois plus de sang que lorsqu'il est au repos. Les éléments nutritifs apportés par celui-ci le rendent plus..... Il devient en même temps pluspar suite de lade la contenue dans l'organisme, mais aussi plus.....par suite de la disparition de la graisse sous-cutanée.

De plus, la culture physique n'augmente pas seulement le volume et la force des muscles, mais encore laet l'.....des muscles.

Les exercices physiques..... (Marche, escalade, saut, course, attaque, défense) permettent unde tous les groupes musculaires. Le corps acquiert ainsi une.....

Exercice 4

1-Quand un muscle se contracte, l'os sur lequel il est fixé est-il tiré ou poussé ? Justifie ta réponse.

2-Explique comment le glissement des os est facilité.

Exercice 5

Recopie cet exercice en associant chaque mot à la définition correspondante.

- | | |
|-------------|---|
| 1) Scoliose | a) Etirement ou déchirure des ligaments d'une articulation. |
| 2) Entorse | b) Déformation latérale de la colonne vertébrale en S. |
| 3) Cyphose | c) Cassure d'un os. |
| 4) Fracture | e) Dos rond. |

Exercice 6

Le muscle est un organe actif dans les mouvements du corps. Pour mettre en évidence sa contractilité, on utilise un appareil qui enregistre les contractions musculaires.

1- Comment appelle-t-on cet appareil ?

2- Qu'appelle-t-on la courbe enregistrée par cet appareil lors de l'activité musculaire ?

3- Comment obtient-on une secousse musculaire isolée ?

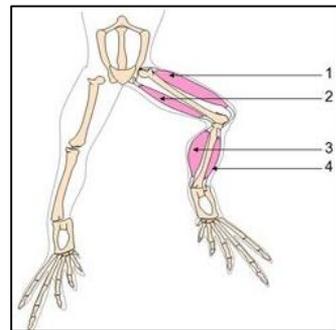
Exercice 7

A- Sur le schéma ci-contre, les muscles :

- a) 2 et 3 sont des muscles extenseurs
- b) 1, 2, 3 et 4 sont des muscles striés squelettiques
- c) 2 et 3 sont des muscles fléchisseurs
- d) 1 et 3 sont des muscles extenseurs

B- Les tendons sont des structures qui assurent :

- a) le lien entre les muscles.
- b) le lien entre les muscles et l'os.
- c) le lien entre les os.
- d) la contraction du muscle.



Exercice 8

A- Deux affirmations sont fausses parmi les énoncés suivants, lesquelles ?

1- Les cellules musculaires sont différenciées en vue de la contraction et ont donc une capacité d'excitabilité.

2- Toutes les cellules musculaires striées sont à contraction volontaire.

3- Toutes les cellules musculaires lisses sont à contraction involontaire.

4- Les cellules musculaires striées squelettiques proviennent des somites.

B- Dans quel(s) organe(s) parmi les suivants pourra-t-on observer du muscle strié squelettique ?

- 1- Poumons
- 2- Langue
- 3- Peau
- 4- Partie inférieure de l'œsophage
- 5- Duodénum
- 6- biceps

Exercice 9

A- Quelles affirmations, parmi les suivantes, sont-elles correctes ?

- 1- Les protéines contractiles sont éosinophiles.
- 2- On peut trouver du muscle strié squelettique dans la partie supérieure de l'œsophage.
- 3- Le muscle strié squelettique est contrôlé par certaines glandes endocrines.
- 4- Le muscle strié squelettique est contrôlé par le système nerveux autonome.
- 5- Les muscles n'ont pas besoin de nombreux capillaires car ils contiennent de la myoglobine qui peut fixer et transporter l'oxygène.

B-

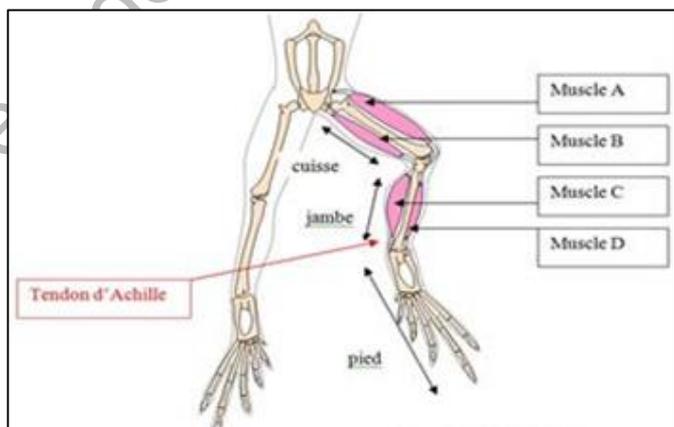
On sectionne le muscle C au niveau du tendon d'Achille d'une grenouille. L'animal :

a) peut encore fléchir le pied.

b) peut encore tendre la jambe et le pied.

c- ne peut plus tendre le pied.

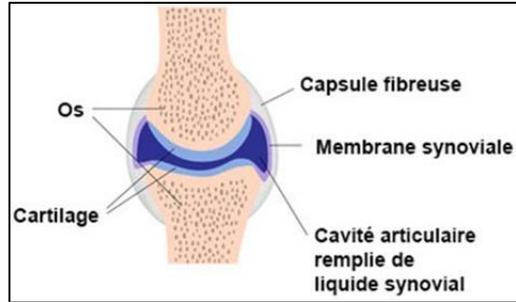
d- ne peut plus fléchir la jambe.



LES ARTICULATIONS

I. Définition

Une articulation est la jonction entre un ou plusieurs os. Elle a pour fonction de relier les os entre eux et confère ainsi une certaine mobilité au squelette. Les articulations sont donc les différents éléments qui permettent aux os de bouger entre eux, de s'articuler.



2- Classification

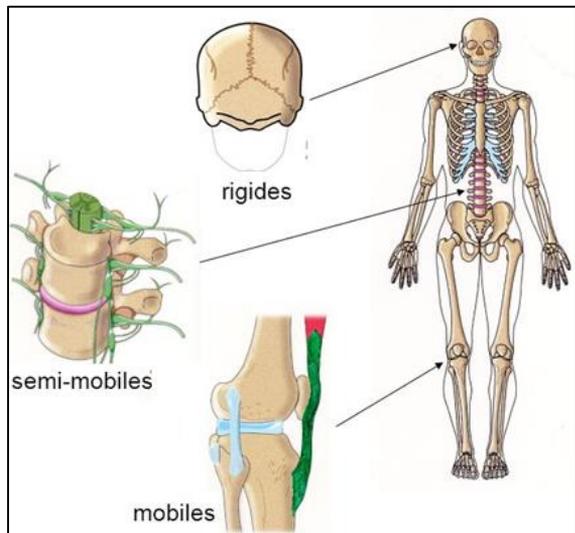
Il existe trois types d'articulations :

a- Articulation immobiles ou synarthroses

Les os sont fortement unis et aucun mouvement n'est possible. Ce sont des articulations fixes qu'on appelle aussi articulations fibreuses : Syndesmose qui unit deux os par du tissu conjonctif, ligament interosseux unissant le radius et le cubitus, suture qui unit deux os par du tissu conjonctif, et qui s'est progressivement solidifié (ex : entre le frontal et le pariétal), Gomphose qui unit la dent à l'alvéole dentaire. Elles sont irrégulières comme les os du crâne.

b- Articulations semi-mobiles ou amphiarthroses

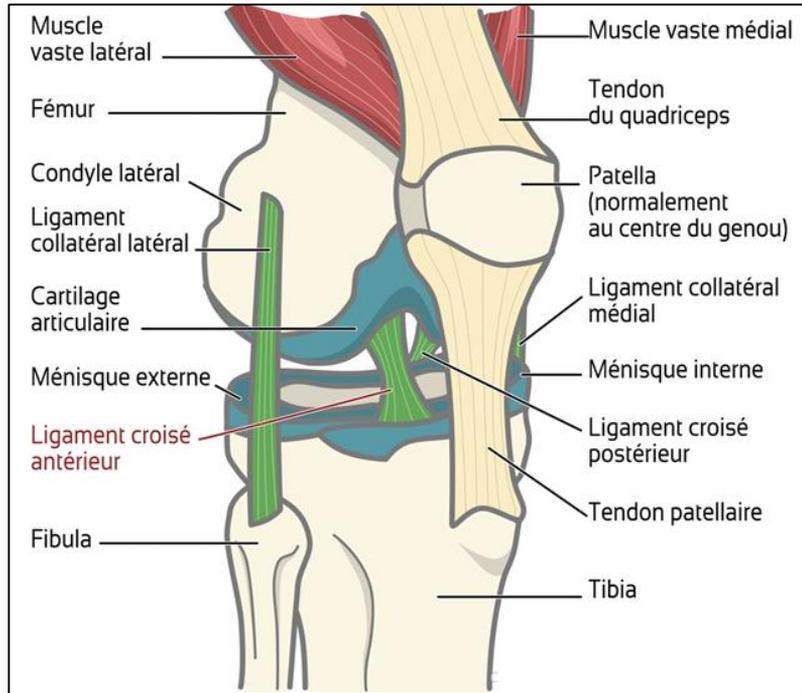
Dans les articulations semi-mobiles, les os sont séparés par un disque cartilagineux et les mouvements permis sont de faible amplitude. Ce sont des articulations semi-mobiles, mais aussi des articulations cartilagineuses : Symphyse qui réunit deux os par du tissu cartilagineux et du tissu conjonctif (ex : symphyse pubienne), Synchrondrose qui unit deux os par uniquement du cartilage (ex : côtes unies au sternum ou vertèbres avec le disque intervertébral). Elles sont réunies par de nombreux ligaments.



c- Articulation mobiles ou diarthroses

Articulations synoviales. Elles sont très mobiles et les plus répandues. Dans ce cas, un os présente une extrémité avec une cavité dans laquelle s'emboîte l'extrémité renflée d'un autre os ; les surfaces en contact sont

recouvertes de cartilage articulaire et lubrifiées par un liquide, la synovie que secrète la membrane synoviale. Les deux os sont attachés l'un à l'autre par des cordons solides, les ligaments. Ce type d'articulation permet des mouvements de grande amplitude. La classification des diarthroses se



fait suivant la forme des surfaces articulaires, c'est-à-dire où les deux os rentrent en contact.

Ces diarthroses sont recouvertes de cartilage articulaire qui est un tissu souple, extensible et compressible.

3- Les accidents des articulations

A la suite d'un faux mouvement, d'une chute ou d'un choc, il peut y avoir :

a- Déboîtement ou luxation

C'est un déplacement des têtes des os qui se trouvaient en contact au niveau de l'articulation. La luxation est un déplacement ou un écartement de deux surfaces articulaires, accompagné d'une déchirure des ligaments, qui peut aller dans les cas extrêmes jusqu'à leur rupture ou à un arrachement osseux. Il y a donc une fragilisation de l'articulation. Elle est souvent causée par un traumatisme et ce déplacement est permanent en l'absence de prise en charge et rend l'articulation moins ou non fonctionnelle. Elle peut aussi être consécutive à une hyperaxité ligamentaire. Elle cause généralement une

douleur et empêche le mouvement articulaire normal. La luxation est parfois accompagnée d'une déchirure ligamentaire. Les deux surfaces articulaires doivent être remises rapidement en place.

b- L'épanchement de synovie

C'est une affection qui touche les articulations, notamment celles du genou. L'intérieur du genou est normalement lubrifié par un liquide jaune clair, transparent et visqueux (la synovie), sécrété par les cellules du tissu qui tapissent l'articulation (la synoviale). Le rôle de la synovie : lubrifier l'articulation, nourrir le cartilage et les cellules pour réduire l'usure des surfaces articulaires lors de frictions. Dans le cas d'un épanchement de synovie, ce liquide est sécrété de manière trop importante dans la poche qui contient l'articulation, en réaction à une agression (fracture, entorse...).

Les deux principales origines d'un épanchement de synovie sont :

- mécaniques : dues à de l'arthrose, à un traumatisme sportif ou à une sollicitation sportive importante. Lorsqu'il existe une lésion du cartilage, la membrane tapissant la poche qui entoure l'articulation réagit en produisant beaucoup de liquide pour essayer "d'huiler" l'articulation ;
- inflammatoires : dues à des maladies de la poche synoviale et des articulations : arthrite, traumatisme inflammatoire, polyarthrite rhumatoïde, maladies complexes auto-immunes, rhumatisme psoriasique... L'épanchement survient car la synoviale est malade. Lorsqu'il s'agit d'un traumatisme articulaire (entorse, fracture...), du sang peut être présent dans la synovie. Il s'agit d'une hémarthrose, mais ces cas sont assez rares. Il peut arriver que les symptômes d'un épanchement de synovie passent inaperçus après une sollicitation des articulations. Toutefois, lorsque le liquide s'accumule dans la poche fermée autour de l'articulation, cela provoque une douleur. L'épanchement continue d'augmenter et l'articulation grossit. Une limitation de la mobilité peut être associée à la douleur, car il y a trop de liquide dans la poche. Le traitement de l'épanchement de synovie est celui de sa cause. En cas d'épanchement de synovie d'origine inflammatoire, important et douloureux, le médecin peut prescrire des anti-inflammatoires pendant deux ou trois jours. Il ne le fera qu'après identification de la cause pour que les anti-inflammatoires ne la masquent pas. Il est également possible de faire des ponctions pour évacuer le liquide de l'articulation. Le but du repos dans un épanchement de synovie est antalgique : il permet d'éviter que la poche contenant la synovie ne soit sous tension. Mais le fait d'immobiliser le genou (ou une autre partie du corps atteinte) ne favorise pas la résorption de l'épanchement.

c- Le rhumatisme

Ce terme général désigne l'ensemble des affections touchant les articulations (tissus et enveloppes) :

- Arthrite : rhumatisme dont l'origine est une infection le plus souvent. Cela correspond bien souvent à une inflammation de la synoviale et du cartilage. Elle se traduit par une douleur, une enflure et une raideur des articulations, sous formes de crises. La crise de goutte correspond à une crise d'arthrite aiguë.
- Arthrose : maladie dégénérative des articulations par usure du cartilage avec déformation des parties distales des os (souvent liée à l'âge, au surpoids et à certains travaux sollicitant les articulations). Elle survient en général après 50 ans et constitue 70% des cas de rhumatisme.

Les articulations deviennent douloureuses car rugueuses.

A retenir :

Une articulation est la jonction entre deux ou plusieurs os. On distingue :

- l'articulation immobile ou synarthrose : les os sont fortement unis et aucun mouvement n'est possible ;
- l'articulation semi-mobile ou amphiarthrose : les os sont séparés par un disque cartilagineux et les mouvements permis sont de faible amplitude.
- l'articulation mobile ou diarthrose : un os présente une extrémité avec une cavité dans laquelle s'emboîte l'extrémité renflée d'un autre os ; les surfaces en contact sont recouvertes de cartilage articulaire et lubrifiées par un liquide, la synovie. Les deux os sont attachés l'un à l'autre par des cordons solides, les ligaments. Ce type d'articulation permet des mouvements de grande amplitude.

A la suite d'un faux mouvement, d'une chute ou d'un choc, il peut y avoir :

- déboîtement ou luxation : déplacement des têtes des os qui se trouvaient en contact au niveau de l'articulation ;
- épanchement de synovie : affection qui touche les articulations, notamment celles du genou ;
- rhumatisme : ensemble des affections touchant les articulations (tissus et enveloppes) :
 - Arthrite : rhumatisme dont l'origine est une infection le plus souvent et correspond souvent à une inflammation de la synoviale et du cartilage.
 - Arthrose : maladie dégénérative des articulations par usure du cartilage avec déformation des parties distales des os.

EXERCICES

Exercice 1

Voici une liste d'accidents survenant dans l'organisme :

Claquage, fracture, crampes, foulure, déchirure, luxation, élongation.

Relevez parmi eux, ceux qui sont :

- a- des accidents des os.
- b- des accidents des articulations.
- c- des accidents des muscles.

Exercice 2

Recopiez cet exercice en associant chaque mot à la définition correspondante.

• Cartilage articulaire	• Zone de contact entre deux os
• Ligament	• Membrane souple reliant les os entre eux
• Tendon	• Partie amincie du muscle qui permet sa fixation sur l'os
• Articulation	• Surface lisse facilitant le glissement entre les os

Exercice 3

1-Sur ce schéma de l'anatomie du bras, on peut identifier :

A- 2 articulations : le coude et le poignet,

B- 1 seule articulation le coude,

C- 2 articulations : l'épaule et le coude,

D- 2 articulations : le genou et la cheville.

2-Pour mettre en mouvement un membre :

A- les tendons se contractent pour exercer une force qui fait jouer une articulation,

B- un muscle et un tendon se contractent pour faire jouer une articulation,

C- un muscle se contracte et exerce une force sur les tendons, ce qui fait jouer une articulation,

D- les tendons tirent sur le muscle, qui fait jouer une articulation,

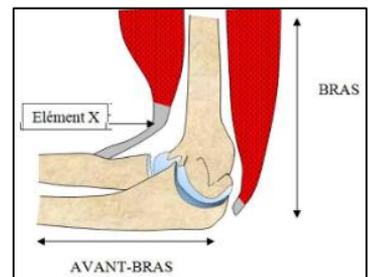
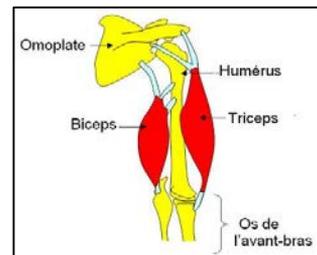
3-Sur le schéma ci-contre, l'élément X :

A- est un ligament,

B- est un tendon,

C- participe au mouvement d'extension de l'avant-bras,

D- participe au mouvement de flexion de l'avant-bras.



4-Un exercice physique trop intense est dangereux car :

- A- il y a risque de déchirure musculaire,
- B- il y a risque de lésion du tendon,
- C- la fragilité du système musculo-articulaire augmente,
- D- il y a risque de fracture osseuse.

5-Une articulation comporte:

- A- des tendons,
- B- des ligaments,
- C- souvent un liquide lubrifiant appelé synovie,
- D- des muscles.

6-Un mouvement est le résultat de :

- A- la contraction musculaire qui tire sur les tendons et fait jouer une articulation,
- B- la contraction tendineuse qui tire sur les ligaments et fait jouer une articulation,
- C- l'activité d'un seul muscle,
- D- l'activité coordonnée de plusieurs muscles.

7-Le mouvement relatif des os :

- A- est la cause de la contraction musculaire,
- B- est la conséquence de la contraction musculaire,
- C- ne sollicite pas les tendons,
- D- est facilité par l'absence de cartilage au niveau de l'articulation.

8-Le rôle d'une articulation est de :

- A- protéger les muscles,
- B- relier les muscles entre eux,
- C- permettre le déplacement des os,
- D- maintenir les ligaments.

GRANDS PROBLEMES ECOLOGIQUES ACTUELS

I- Pollution

La pollution est la dégradation d'un écosystème par l'introduction, généralement humaine, de substances ou de radiations altérant de manière plus ou moins importante le fonctionnement de cet écosystème. Par extension, le mot désigne aussi parfois les conséquences de phénomènes géologiques comme une éruption volcanique.

On distingue plusieurs types de pollutions :

- la pollution de l'air, provoquée par des polluants dits atmosphériques : rejet de pots d'échappement, des usines...
- la pollution du sol souvent d'origine industrielle ou agricole : utilisation d'engrais, de pesticides ...
- la pollution de l'eau qui peut résulter de la contamination des eaux usées, des rejets de produits (les produits phytosanitaires, ceux présents dans les engrais, les hydrocarbures...).

A- Pollution de l'air

Il y a pollution de l'air lorsque la présence d'une substance étrangère ou une variation importante de la proportion de ses constituants est susceptible de provoquer un effet nuisible, compte tenu des connaissances scientifiques du moment, ou de créer une gêne.

Notre planète se trouve aujourd'hui plus que jamais, menacée.

Au-dessus des villes industrielles, se forme un brouillard acide générateur de bronchites souvent mortelles, à cause de l'accumulation de soufre issu de la combustion de mazout

et de Fuel. A cela s'ajoutent les CFC (chlorofluorocarbone) dégagés essentiellement par les chaînes frigorifiques ainsi que la pollution radioactive due aux explosions nucléaires et aux déchets de l'industrie atomique.



La pollution atmosphérique (ou pollution de l'air) se définit comme une altération de la qualité de l'air provoquée par des polluants chimiques, biologiques ou physiques présents dans l'air. Les origines et les circonstances de la pollution atmosphérique sont très variées. Ces polluants peuvent être d'origine naturelle ou anthropique.

Parmi les facteurs polluants de l'air en milieu urbain, le rejet des gaz de combustion par la

circulation de véhicules à moteur et des autres moyens de transport est principalement indexé. A

cela s'ajoutent des particules en

suspension ou autres substances dont la

concentration et les durées de présence

suffisent à produire un effet toxique. Ainsi, les

émissions de dioxyde d'azote (NO_2), de

monoxyde d'azote (NO), de benzène (C_6H_6), de monoxyde de carbone (CO), de dioxyde de soufre (SO_2), de fumées noires, de plomb et de particules liées

à la combustion du charbon constituent la première source de pollution majeure de l'atmosphère.

La qualité dégradée de l'air est une cause directe des maladies respiratoires et des allergies de plus en plus constatées chez les personnes ainsi que des dégâts affectant le climat et les biens matériels.



A retenir :

La pollution de l'air (de l'atmosphère) est la contamination par un facteur chimique, physique ou biologique qui modifie les caractéristiques naturelles de l'atmosphère.

L'air que nous respirons est de plus en plus souillé. Aux poussières et microbes s'ajoute une pollution chimique issue surtout de la combustion du charbon et du pétrole dans les foyers, par les usines et les moteurs.

Parmi les gaz dégagés, le moins dangereux est le dioxyde de carbone, rapidement absorbé par les plantes vertes. Les véhicules rejettent parmi d'autres gaz, le dioxyde d'azote (NO_2), le monoxyde d'azote (NO), le monoxyde de carbone (CO), le dioxyde de soufre (SO_2), le plomb...

B- Pollution du sol

La pollution du sol peut être diffuse ou locale, d'origine industrielle, agricole (utilisation excessive d'engrais, de pesticides, etc. qui s'infiltrent dans les sols). Ces pollutions agricoles peuvent avoir plusieurs impacts sur la santé humaine en contaminant par bioaccumulation ou diffusion par ruissellement.

Le degré de gravité de la pollution des sols est variable. Il dépend de plusieurs facteurs, comme :



- la nature du sol, qui peut impacter, selon les cas, sur la diffusion des métaux ;
- les risques de transmission d'éléments pathogènes suite au transport de terre ;
- le niveau de dégradabilité de chaque élément perturbateur/polluant ;
- la capacité même du polluant à impacter de quelque façon que ce soit le fonctionnement de la biosphère ou d'un écosystème.

A retenir :

L'accumulation des substances polluantes (acides, métaux lourds, composés organiques ...) modifie les propriétés (physiques, chimiques et biologiques) du sol, affecte sa fertilité et constitue un danger pour la santé publique en contaminant les végétaux et les eaux.

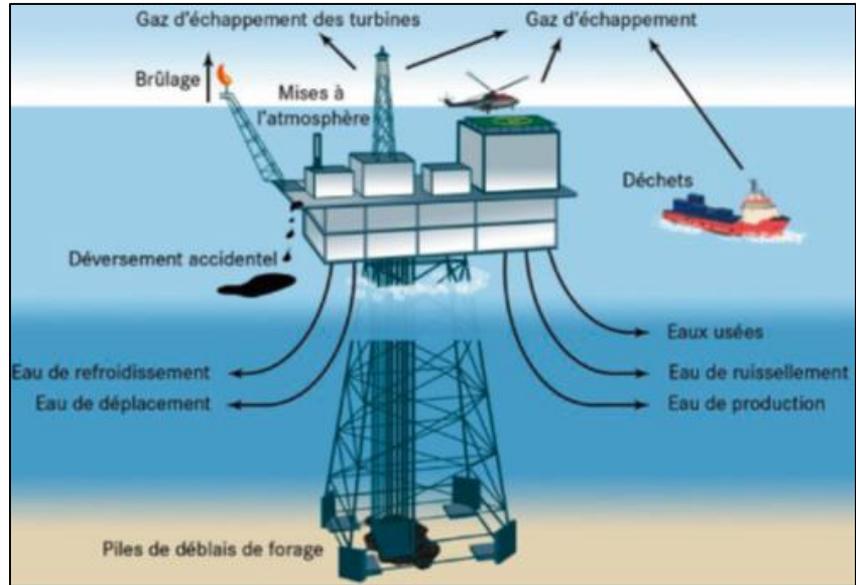
C- Pollution de l'eau

La pollution (ou contamination) de l'eau correspond à la présence dans l'eau de minuscules organismes extérieurs, de produits chimiques ou de déchets industriels. Cette pollution due principalement aux activités humaines entraîne une dégradation de la qualité de l'eau et perturbe le milieu aquatique. On distingue plusieurs types de pollution de l'eau parmi lesquels :

- * la pollution par les hydrocarbures (vidanges) etc.

- * la pollution agricole avec les déjections animales, les nitrates et les phosphates contenus dans les engrais, ainsi que les pesticides ;
- * la pollution industrielle avec les produits chimiques que rejettent les industries et les eaux évacuées par les usines ;
- * la pollution domestique

avec les eaux usées rejetées des toilettes, les savons de lessive, les détergents, le chlore (eau de javel) pour la désinfection de l'eau et le plomb qui compose les tuyaux ; Certains polluants tels



que les pesticides, le pétrole, le plastique et les métaux (plomb, mercure, calcium, etc.) peuvent rester plusieurs milliers d'années dans l'eau. La pollution de l'eau peut avoir de graves conséquences sur la santé des hommes. En effet,

la présence de nitrates dans l'eau potable, peut entraîner des maladies mortelles chez les jeunes enfants tandis que les



les métaux lourds (mercure, plomb...) sont des produits très toxiques pour l'homme. Le calcium, présent dans les engrais, peut être stocké par les plantes cultivées que l'on mange, provoquant ainsi des problèmes de digestion, des dysfonctionnements du foie et des reins chez les hommes.

A retenir :

La pollution de l'eau peut avoir diverses origines parmi lesquelles :

- l'industrie : Il s'agit essentiellement des produits chimiques et d'hydrocarbures (par exemple : dégazage en mer, rejet de papeteries, etc.) ;
- l'agriculture : l'utilisation excessive de produits chimiques qui finissent soit dans les nappes phréatiques soit dans les cours d'eau par ruissellement ;
- l'automobile : les rejets d'hydrocarbures (carburants imbrûlés, huile, etc.) finissent dans les cours d'eau s'ils ne sont pas captés et recyclés correctement ;
- les eaux usées : peuvent être une source de pollution de l'eau si elles ne sont pas traitées correctement.

La pollution de l'eau peut avoir de graves conséquences sur la santé des hommes : présence de nitrates dans l'eau potable, les métaux lourds (mercure, plomb), le calcium présent dans les engrais,

D- Pollution du littoral

L'espace côtier et maritime mauritanien abrite une riche biodiversité. Plusieurs types de pressions pèsent sur le milieu marin et l'environnement côtier mauritanien. Deux sources principales peuvent être identifiées : la surpêche et la pollution.

Les pollutions par hydrocarbures sont liées aux défaillances des installations

portuaires mais elles proviennent également des soutes non vidées des nombreuses épaves ainsi qu'aux dégazages sauvages de navires. Les récentes activités d'exploration et exploitation d'hydrocarbures pourraient



également être une nouvelle source de pollution. Mais si elle est particulièrement médiatisée, la pollution par les hydrocarbures est loin d'être la seule. En effet, les rejets solides, matières en suspension, sont une menace importante pour les écosystèmes.

A retenir :

L'environnement marin et côtier en Mauritanie, est de plus en plus menacé. Les principales menaces sont : accumulation des substances polluantes (acides, métaux lourds, composés organiques ...), marées noires, eaux usées domestiques, eaux industrielles, surpêche....

E- Mesures de protection

Parmi les solutions de réduction de la pollution de l'air on peut citer :

- le développement des énergies renouvelables dites « propres », comme l'énergie solaire, l'énergie éolienne, les biocarburants, etc ;
- la réduction des moyens de transport individuels ;
- l'importation de véhicules neufs ;
- l'utilisation de systèmes limitant la pollution atmosphérique, comme les pots catalytiques pour les voitures, les filtres atmosphériques pour les cheminées d'usines, etc ;
- l'utilisation rationnelle des engrais chimiques ;
- la création d'espaces verts surtout dans les grandes agglomérations ;
- la limitation des gaz et produits à effet de serre (dioxyde de carbone, méthane...);

Le sol est un patrimoine fragile et non renouvelable. Il subit des dégradations qu'il convient de diagnostiquer pour mettre en œuvre des mesures de protection dont :

- éviter ou limiter l'utilisation des engrais chimiques et des pesticides ;
- utiliser les engrais naturels (fumier, engrais verts,...) ;
- utiliser la lutte biologique (exemple : coccinelle contre la cochenille).

Pour éviter les effets néfastes de l'exploitation des hydrocarbures, il faut prendre des dispositions préventives.

Un tri des déchets de soin et une collecte séparée des déchets biomédicaux dangereux sont essentiels pour réduire les risques posés par les déchets de soin. Des incitations seront probablement nécessaires pour une adoption des meilleures pratiques par les cliniques et les cabinets de médecins.

L'amélioration de la gestion des déchets solides, liquides et de soins amènerait d'importants bénéfices à la santé. Un système de tri des déchets solides est essentiel pour la gestion des composantes toxiques.

Il faudra intégrer la gestion des produits chimiques au plan national du développement et, en parallèle, aux stratégies sectorielles (agriculture, artisanat, commerce, développement rural, énergie, industrie, mine, pêche, pétrole, santé, etc.).

A retenir :

Parmi les solutions de réduction de la pollution on peut citer :

- le développement des énergies renouvelables dites « propres » ;
- la réduction des moyens de transport individuels ;
- l'importation de véhicules neufs ;
- l'utilisation rationnelle des engrais chimiques et des pesticides ;
- la création d'espaces verts surtout dans les grandes agglomérations ;
- la limitation des gaz et produits à effet de serre (dioxyde de carbone, méthane...);
- prendre des dispositions préventives pour éviter les effets néfastes de l'exploitation des hydrocarbures ;
- un traitement adéquat des déchets de soin ;
- adoption des meilleures pratiques par les cliniques et les cabinets de médecins ;
- mise en place d'un système de gestion rationnelle des déchets (traitement, législation, outils de surveillance...).

II- Changements climatiques

En Mauritanie, le climat évolue, d'année en année, vers une plus grande aridité, une augmentation de fréquence des événements climatiques extrêmes, une diminution des précipitations. Cette évolution climatique est marquée par un réchauffement global, une baisse significative des précipitations, un affaiblissement du phénomène d'upwelling...

Les zones sahéenne, saharienne et du littoral sont fortement affectées par ces changements climatiques.

Parmi les impacts négatifs, on peut citer l'érosion progressive des sols, la réduction des parcours pastoraux, la diminution de la surface agricole utile, un affaiblissement progressif et aggravé du cordon littoral, une fluctuation des stocks halieutiques liée à la fluctuation du front thermique, la dégradation du système oasien avec enfouissement de la nappe...

L'effet de serre est un phénomène naturel lié à l'absorption des rayonnements infrarouges (IR) de grande longueur d'onde renvoyés, par la surface de la terre, par des composés présents dans l'atmosphère, appelés gaz à « effet de serre » Une partie du rayonnement IR n'est pas



renvoyée vers l'espace. L'énergie absorbée est transformée en chaleur. L'augmentation de l'effet de serre est aujourd'hui directement indexée par les experts comme responsable du réchauffement climatique en cours.

Certaines pollutions ont des origines liées à la production de produits chimiques (pesticides, combustion du bois, incinérateurs d'ordures ménagères ...) et aux émissions de particules fines provenant du chauffage domestique, de l'industrie, de l'agriculture et des transports.

Certains événements naturels peuvent perturber la composition de l'air de façon non négligeable et durable, comme une éruption volcanique ou certains feux naturels à très grande échelle. Les activités



humaines contribuant à l'augmentation de température ou qui amplifient ces effets doivent être limitées. La combustion d'énergie fossile joue un rôle notable dans le réchauffement global en rejetant dans l'atmosphère du dioxyde de carbone et d'autres gaz absorbants de chaleur, les gaz à « effet de serre ». Des sources d'énergies plus propres (énergies renouvelables : solaire, éolienne, hydrique...) devront être plus utilisées.

A retenir :

La Mauritanie, pays totalement désertique dans sa partie nord et sahélien dans sa partie sud, se caractérise par un climat généralement chaud et sec marqué par des hivers relativement doux (avec des températures minimales moyennes de 19 à 23° C) et des périodes d'hivernage très courtes (environ trois mois).

Les multiples pollutions de l'air ont de graves conséquences sur l'atmosphère et le climat. Les polluants sont rejetés dans l'atmosphère par des activités humaines venant s'ajouter à des constituants d'origine naturelle.

Les changements climatiques sont marqués par un réchauffement global, une baisse significative des précipitations, un affaiblissement du phénomène d'upwelling entre autres. Les zones sahélienne, saharienne et du littoral sont fortement affectées par ces changements climatiques.

Les principaux secteurs d'activité responsables de l'accroissement des émissions de gaz à effet de serre, sont le chauffage domestique, l'industrie, l'agriculture et les transports.

III- Gestion des déchets

La production de déchets solides en croissance, l'absence de tri, l'inexistence de centre de traitement physico-chimique des déchets dangereux (industriels, déchets médicaux...) favorisent leur accumulation surtout dans les grandes agglomérations.

La gestion des déchets urbains, industriels et commerciaux consiste à les récupérer puis à les stocker.

La gestion (collecte + traitement) de tous les déchets (solides, liquides ou gazeux, toxiques, dangereux, etc.) vise à réduire leurs effets sur la santé humaine et environnementale et le cadre de vie.

Les décharges anciennes ou mal gérées peuvent avoir de forts impacts sur l'environnement (éparpillement des déchets légers comme les papiers et les sacs plastiques par le vent, ou des déchets solubles par l'eau...), la libération de polluants dans l'air, dans l'eau et dans les sols pouvant contaminer les nappes phréatiques et les cours d'eau, les déchets organiques émettant du biogaz (méthane, dioxyde de carbone, ...).

Le recyclage regroupant la récupération et la réutilisation des divers déchets ménagers est un procédé par lequel les matériaux qui composent un produit en fin de vie (généralement des déchets industriels ou ménagers) sont réutilisés en tout ou en partie. Ceux-ci sont collectés et triés en différentes catégories pour que les matières premières qui les composent soient réutilisées (recyclées).

Après leur collecte les déchets peuvent subir divers traitements dans le but de réduire leur dangerosité, de valoriser les matériaux qu'ils contiennent



(métaux, par exemple) par le recyclage, de produire de l'énergie ou encore de réduire leur volume.

La bonne gestion des déchets, doit commencer par une distinction des déchets suivant leur temps de dégradation dans le sol : éléments

biodégradables (déchets verts, papiers...) disparaissent en moins d'un an, les métaux ne disparaissent qu'au bout de 10 ans alors qu'il faut 100 à 1.000 ans pour les plastiques, les polystyrènes et autres matières synthétiques assimilées.

A retenir :

Il existe différents types de déchets : ménagers, industriels, chimiques, nucléaires, biomédicaux, ...

Il en résulte aussi suite aux catastrophes naturelles : inondations, feux de brousse, tsunami, tempêtes, séismes, volcans...

Les ordures ménagères sont les déchets de notre vie quotidienne (plastiques, cartons, bouteilles, boîtes de conserves...). D'autre part, les voitures, les usines et l'agriculture produisent aussi des déchets (CO₂, soufre, plomb, engrais chimiques, pesticides...). Ces déchets sont rejetés dans l'eau, les sols et l'air qu'ils contribuent à polluer.

Selon leur nature, on traite les déchets en les enfouissant (biodégradables), en les recyclant (plastiques, papiers...) ou en les brûlant.

Ces polluants peuvent éliminer certaines espèces végétales et animales au détriment des équilibres naturels.

Institut Pédagogique

EXERCICES

Exercice 1

On a reporté dans le tableau ci-dessous l'organisation verticale d'un sol tropical sous couvert végétal dense :

Profondeur (m)	Organisation du sol
0 à 1,5	Horizon superficiel riche en concrétions siliceuses
1,5 à 5	Zone d'accumulation de fer ferrique
5 à 8	Argile altérée
8 à 12 (et +)	Granite plus ou moins altéré

La dégradation des sols tropicaux se traduit par la formation d'une cuirasse latéritique à la surface de la zone d'accumulation mise à nu.

- 1-Compare un sol tropical normal et un sol tropical dégradé.
- 2-Propose une explication quant à l'origine possible de la dégradation du sol.
- 3-Quelles sont les conséquences de cette dégradation sur la vie sur le sol ?

Exercice 2 : Mots croisés

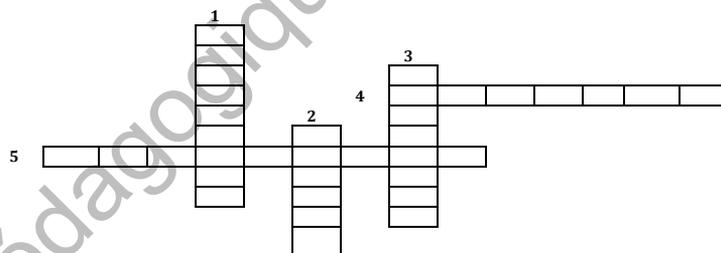
1. Phénomène de modifications défavorables des milieux naturels qui résulte directement ou indirectement des activités humaines.

2. Ce que l'on rejette.

3. Lieu où sont déposés les objets dont on veut se débarrasser.

4. Elles peuvent être aussi ménagères.

5. Brûler ce que l'on rejette.



Exercice 3

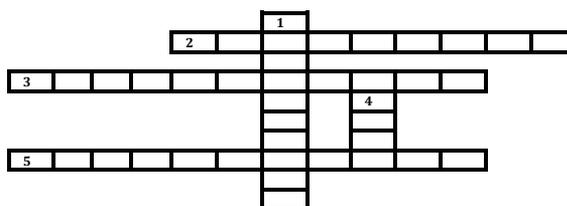
1. Action de récupérer la partie utile des déchets.

2. Opération consistant à évacuer les eaux des terrains trop humides.

3. Action de protéger un sol.

4. Clôture faite d'arbres et d'arbustes.

5. Apport d'eau sur un terrain cultivé.



Exercice 4

Chaque année, la production de nouveau papier se fait en partie des arbres prélevés dans la forêt et pour une autre partie grâce au papier récupéré dans les déchetteries ou les bacs à papier. Dans le second cas, on dit que le papier

est recyclé. Le tableau suivant résume les productions en papier fabriqué à partir d'arbres et recyclé

Années	Production en millions de tonnes	
	Papier fabriqué à partir d'arbres	Papier recyclé
1991	4,8	3
1996	4	4

- 1-Compare la production de papier en 1991 et 1996.
- 2-Compare la production de papier recyclé en 1991 et 1996.
- 3-Que peux-tu conclure sur les moyens de sauvegarder les forêts dans le monde ?

Exercice 5

A est une grande agglomération ;

B est un petit village rural.

Soient les données du tableau suivant :

Horaire (h)	Niveau horaire d'Ozone en microgrammes/m	
	A	B
1	48	90
7	Traces	90
16	125	310
12	45	100

- 1-A l'aide du tableau, compare les niveaux d'Ozone dans les deux villes et conclue.
- 2-Quelle peut être la cause essentielle de la pollution de l'air dans les grandes villes ?
- 3-Propose une solution permettant d'atténuer la pollution dans ces villes.

Exercice 6

Soient les données suivantes :

	Ville A	Ville B	Ville C
Nombre de voitures	50 000	5 000	5 000
Nombre d'usines	10	0	3
Nombre d'espaces verts	3	3	0

- 1) En exploitant les données du tableau, classe les villes de la moins polluée à la plus polluée.
- 2) Propose des solutions permettant d'atténuer la pollution dans les trois villes.

STRUCTURE ET FONCTIONNEMENT DU GLOBE TERRESTRE

I - Séisme

A - Définition et caractères généraux

Un séisme est une manifestation de l'activité interne du globe terrestre. Les dégâts qu'il occasionne à la surface du globe et le nombre de victimes dont il est responsable en font un des risques naturels majeurs.

Un séisme est une libération soudaine d'énergie qui se produit à l'intérieur de la terre et qui peut occasionner des dégâts considérables à cause des ondes élastiques qui se propagent depuis le foyer jusqu'à n'importe quel point de la surface.

Il se manifeste par une suite de secousses brusques, violentes et brèves du sol : les secousses sismiques. On observe en général trois phases :

- Les signes précurseurs : bruits souterrains semblables au grondement d'un train lointain. Trépidations faibles ressenties par les animaux qui marquent leur inquiétude et cherchent à fuir.

- Le paroxysme : successions de secousses de 1 à 2 secondes chacune qui détruisent les édifices.

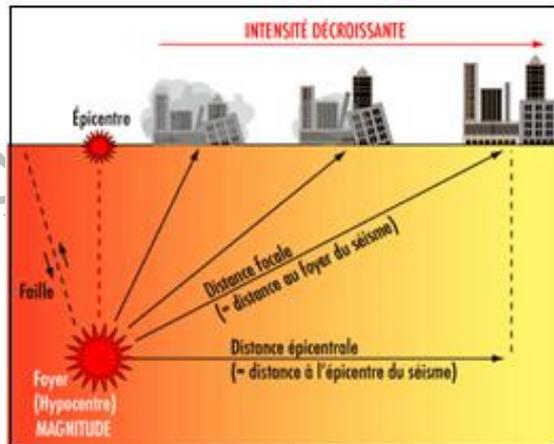
- Les répliques, moins violentes, les jours suivants, et de plus en plus espacées pendant le mois.

En profondeur, à la verticale de l'épicentre, se trouve le lieu où prend naissance le séisme, il est

appelé foyer ou hypocentre. Au foyer se sont accumulées des contraintes sur les masses rocheuses. Les roches finissent à la longue par céder engendrant une faille parfois visible en surface. L'épicentre est le point situé en surface le plus proche du foyer et où les dégâts sont, en général, les plus importants.

La libération brusque d'énergie élastique lors de la rupture provoque l'émission d'ondes sismiques qui ébranlent le sol et se propagent - tels que les rayons lumineux - dans toutes les directions.

Les foyers sont superficiels (jusqu'à - 60 km), intermédiaires (de - 60 à - 300 km), ou profonds (au-delà de - 300 km). Les séismes à foyer superficiel sont les plus destructeurs.



Les séismes peuvent être classés en trois catégories :

- les séismes tectoniques, ce sont les plus puissants et les plus meurtriers. Ils ont lieu à l'intersection des plaques tectoniques, et donc sur une ou plusieurs failles. L'énergie libérée est auparavant accumulée par la déformation des roches. Elle est donc brusquement libérée lors d'un séisme tectonique, c'est pourquoi ils sont très dévastateurs.

- les séismes d'origine volcanique correspondent à une accumulation de magma dans la chambre magmatique d'un volcan. Cela entraîne une rupture dans les roches, et l'on ressent des microséismes.

- les séismes d'origine artificielle correspondent à des séismes de magnitude moyenne qui sont dus aux activités humaines comme les explosions souterraines, les essais nucléaires...

Voici le tableau de quelques tremblements de terre ayant fait plus de 15 000 morts d'après les estimations des autorités locales :

Ville /Zone	Pays	Date	Magnitude	Nombre de morts
Messine	Italie	28 décembre 1908	M = 7,5	100 000
Avezzano	Italie	13 janvier 1915	M = 7,5	29 980
Gansu	Chine	16 décembre 1920	M = 8,6	200 000
Tokyo	Japon	1 ^{er} septembre 1923	M = 8,3	143 000
Quetta	Pakistan	30 mai 1935	M = 7,5	45 000
Chilan	Chili	24 janvier 1939	M = 8,3	28 000
Erzinca	Turquie	26 décembre 1939	M = 8,0	30 000
Ashgabat	Turkménistan	5 octobre 1948	M = 7,3	110 000
Chimbote	Pérou	31 mai 1970	M = 8,0	66 000
Tangshan	Chine	27 juillet 1976	M = 8,2	240 000
Michoacan	Mexique	19 septembre 1985	M = 8,1	20 000
Région de Spitak	Arménie	7 décembre 1988	M = 7,0	25 000
Zangan	Iran	20 juin 1990	M = 7,7	45 000
Kocaeli	Turquie	17 août 1999	M = 7,4	17 118
Bhuj	Inde	26 janvier 2001	M = 7,7	20 085
Bam	Iran	26 décembre 2003	M = 6,6	26 200
Sumatra	Indonésie	26 décembre 2004	M = 9,3	227 898
Muzaffarbad	Pakistan	8 octobre 2005	M = 7,6	79 410
Province du Sichuan	Chine	12 mai 2008	M = 7,9	87 149
Port-au-Prince	Haïti	12 janvier 2010	M = 7,2	230 000
Côte Pacifique du Tohoku	Japon	11 mars 2011	M = 9,0	18 079

A retenir

Les séismes (ou tremblements de terre) sont des manifestations de l'activité interne du globe qui s'accompagnent de la libération d'une importante énergie à l'origine de nombreux dégâts humains et matériels.

Ils prennent toujours naissance à partir d'un point situé en profondeur appelé foyer (ou hypocentre) d'où partent des ondes sismiques dans toutes les directions. Ces ondes se propagent à des vitesses différentes et ne possèdent pas les mêmes propriétés.

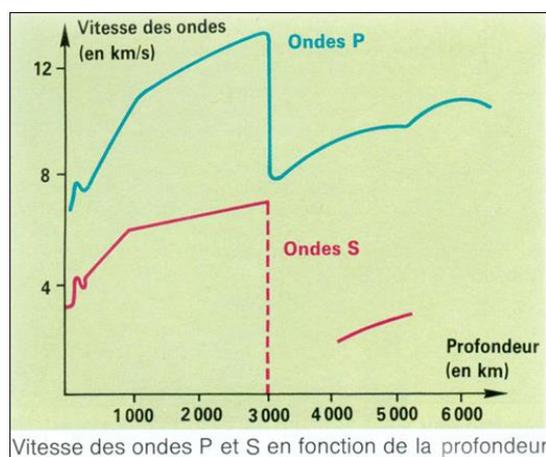
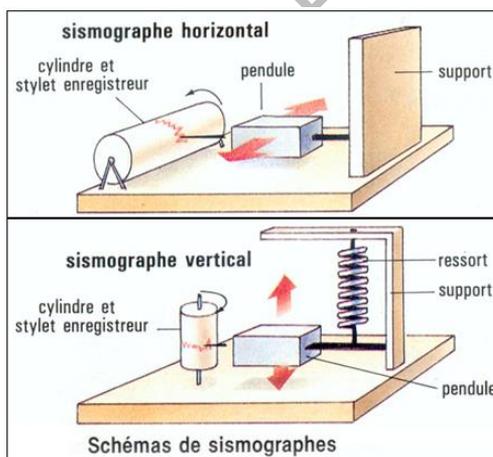
L'enregistrement de ces ondes se fait par des appareils spécialisés : les sismographes

B-Enregistrements

Les instruments qui sont utilisés en sismologie pour enregistrer les tremblements de terre s'appellent des sismographes (*sismo* = séisme, tremblement ; *graphe* = qui écrit). Les sismographes furent construits pour la première fois peu avant le début du XX^{ème} siècle. Même s'ils sont aujourd'hui plus sophistiqués, le principe de base utilisé est le même. Il s'agit de la loi du pendule : une masse suspendue à une colonne appuyée sur le sol, masse qui est donc relativement indépendante du mouvement de la colonne. Lorsque la colonne bouge en raison des ondes d'un séisme, l'inertie de la masse fait que celle-ci reste stationnaire par rapport au mouvement de la colonne, ce qui permet d'enregistrer ce mouvement relatif à l'aide d'une plume sur un papier enroulé autour d'un tambour qui tourne. Le registre s'appelle sismogramme. On observe une masse accrochée à une colonne. Lorsque se produit le mouvement du sol, la masse reste stationnaire par rapport au mouvement de la colonne de façon à ce que le mouvement est relatif. À la masse est unie une petite plume qui dessine le mouvement sur un tambour qui tourne grâce à un petit moteur. Le principe du sismographe à pendule peut s'utiliser pour enregistrer le mouvement vertical et horizontal du sol. Le mouvement vertical peut être enregistré en accrochant la masse à un ressort suspendu, de façon à ce que le va-et-vient de la masse, comme pour une balance de cuisine, dessine un registre. Pour les mesures de mouvements latéraux du sol, la masse s'accroche normalement à un pendule horizontal qui bouge comme la porte d'une maison autour de ses charnières. Actuellement, les capteurs sont de type électromagnétique et les enregistrements sont digitaux de haut rang dynamique. Lors de la fracture de la roche, les ondes générées se propagent à travers la Terre, autant en son intérieur qu'en surface. Fondamentalement, il y a trois types d'ondes. Les premières, appelées ondes P, consistent en la transmission de mouvements de compression et de dilatation de la roche, de façon semblable à la

propagation du son. Le second type d'ondes, les ondes S, consiste en la propagation des ondes de cisaillement, où les particules bougent perpendiculairement à la direction de propagation de la perturbation. Il existe un troisième type d'ondes appelées ondes superficielles (de Love et de Rayleigh). Elles se propagent à travers les couches les plus superficielles de la Terre. Dans le cas des ondes de Love, les vibrations sont horizontales, perpendiculaires à la direction de propagation. Dans le cas des ondes de Rayleigh, les vibrations sont elliptiques dans le plan vertical qui contient la direction de propagation. Parmi ces variétés d'ondes, les ondes P sont celles qui se propagent à plus grande vitesse (d'où leur nom, ondes primaires), présentant en plus la caractéristique de pouvoir se propager à travers n'importe quel type de matériel, qu'il soit solide ou liquide. Les ondes S se déplacent à une vitesse un peu inférieure (ondes secondaires) et ne se propagent pas à travers les masses liquides. Finalement, les ondes superficielles se déplacent à une vitesse encore inférieure. En raison de la différence de vitesse de chacune des ondes, lorsque nous percevons un tremblement de terre, les premières secousses sont dues aux ondes P, les suivantes étant les ondes S et les dernières les ondes superficielles. La différence de vitesse de chaque type d'onde est la propriété utilisée pour déterminer la localisation du foyer du séisme.

Les enregistrements des sismographes, ou sismogrammes, et les diverses manifestations d'un séisme permettent de tracer des courbes d'égale intensité sismique : les courbes isoséistes. On détermine ainsi le lieu de la surface du globe où l'intensité du séisme a été maximale : l'épicentre, sur lequel les courbes isoséistes sont centrées.



A retenir

Les appareils permettant d'enregistrer les séismes (sismographes) ont permis de distinguer trois types d'ondes : P, S et L

- les ondes P (Primaires) sont les plus rapides et se propagent dans tous les milieux ;
- les ondes S (Secondes) moins rapides, sont transmises uniquement par les milieux solides ;
- les ondes L (lentes) sont des ondes superficielles lentes ;

Les premières secousses ressenties sont donc celles causées par les ondes P, et les dégâts, proportionnels à l'énergie libérée, peuvent servir de « baromètre » pour établir une échelle des séismes

C - Echelles

1. Intensité

Dès le siècle dernier, on a essayé de classer les tremblements de terre. A l'échelle Forel-Rossi de 10 degrés a succédé l'échelle de 12 degrés proposée par Cancaris dite habituellement de Mercalli qui l'a améliorée. Elle est relative, basée essentiellement sur les dégâts causés : en envoyant un questionnaire aux autorités locales de la zone atteinte, on arrive aisément à tracer une carte isosismique.

1^{er} degré : Seulement enregistré par les instruments sensibles.

2^e degré : Très faible. Peu d'observateurs, au repos, le remarquent.

3^e degré : Faible. Ressenti par un petit nombre d'habitants.

4^e degré : Médiocre. Ressenti en général à l'intérieur des maisons, mais par un petit nombre de personnes en plein air. Légères oscillations d'objets ; quelques dormeurs réveillés.

5^e degré : Assez fort. Il est parfaitement ressenti en plein air. Oscillation comme à bord d'un bateau. Les objets suspendus entrent en oscillations. Quelques balanciers de pendules (suivant la direction des ébranlements) s'arrêtent. Réveil général des dormeurs.

6^e degré : Fort. Provoque la panique. Objets et meubles lourds sont déplacés ; le blanc des plafonds et quelques plâtres tombent. Chute de quelques cheminées en mauvais état.

7^e degré : *Très fort*. De sérieux dégâts peuvent se produire ; les eaux sont troublées, il se produit des lézardes, des chutes de cheminées. Dans les puits, le niveau de l'eau change.

8^e degré : Ruineux. Des objets sont transportés à une distance importante ou sont renversés, les monuments funéraires, les statues, sont renversés. Eroulements partiels de cheminées d'usines ou de clochers.

9^e degré : Désastreux. Des maisons peuvent s'écrouler. Destruction partielle ou totale d'édifices bien construits.

10^e degré : Très désastreux. Des digues s'écroulent, les tuyaux d'alimentation (eau-gaz) sont coupés. Les rails de chemins de fer sont tordus. Des mamelons se produisent sur les routes ainsi que des fissures dans les terrains meubles.

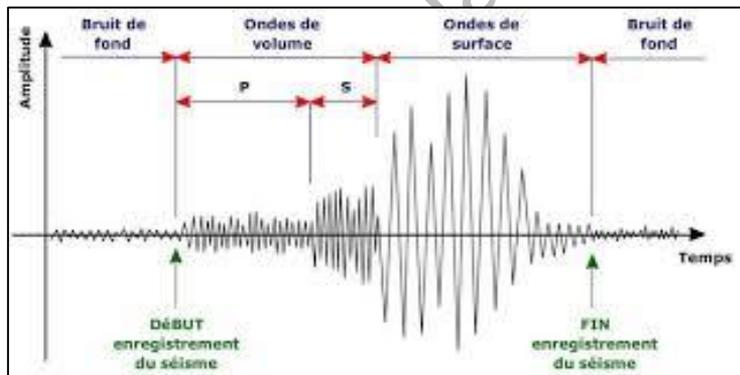
11^e degré : Catastrophique. Même les ponts les plus solides sont détruits, les rails complètement tordus. De grands éboulements se produisent.

12^e degré : Cataclysmique. Rien ne subsiste des œuvres humaines. La géographie est modifiée. Ce degré n'a pas été observé.

2. Magnitude

Les sismographes permettent de mesurer l'intensité d'un séisme : la magnitude est une grandeur mesurant l'énergie libérée sous forme d'ondes sismiques et elle est déduite de l'amplitude des sismogrammes.

Elle peut aller de 1 à 9. L'échelle des magnitudes (ou échelle de Richter) est telle qu'une augmentation de 1 degré correspond à une intensité dix fois



plus forte : un séisme de magnitude 8 est 10 fois plus intense qu'un séisme de magnitude 7, 100 fois plus intense qu'un séisme de magnitude 6, etc.

A retenir :

Il existe 2 types d'échelles pour évaluer les séismes :

- l'intensité du séisme, qui repose sur un questionnaire et qui permet d'établir une échelle de 12 degrés ;
- la Magnitude du séisme : elle est déduite de l'intensité et permet d'établir une échelle de 9 degrés, elle est également appelée échelle de Richter.

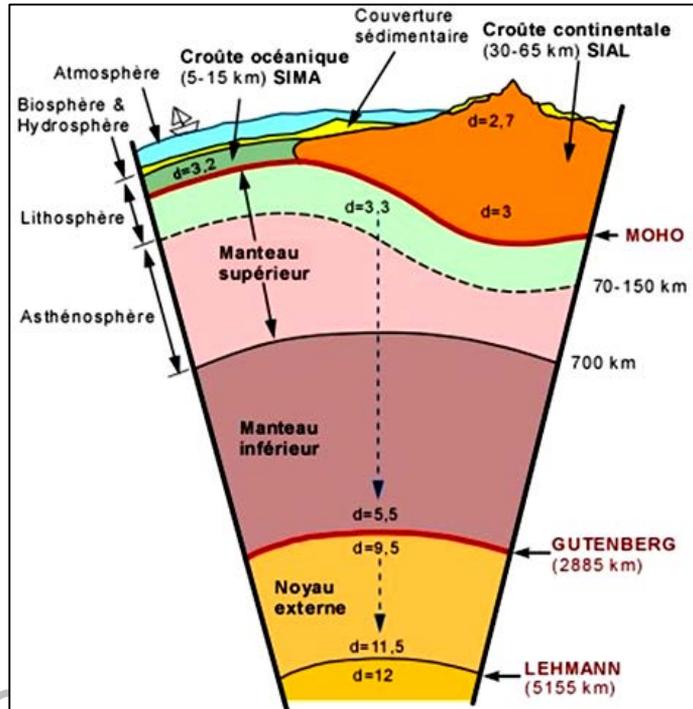
Il faut rappeler que, dans les 2 cas, les degrés les plus forts correspondent aux séismes les plus violents.

D - Structure de la terre

Les études du comportement des roches sous différentes pressions et à différentes températures renseignent sur leurs propriétés physiques,

notamment leur aptitude à transmettre les ondes sismiques et leurs réactions aux contraintes. L'intérieur de la Terre est donc constitué d'un certain nombre de couches superposées, qui se distinguent par leur état solide, liquide ou plastique, ainsi que par leur densité.

Les sismologues Mohorovicic, Gutenberg et Lehmann ont réussi à déterminer l'état et la densité des couches par l'étude du comportement de ces ondes sismiques. La vitesse de propagation des ondes sismiques est fonction de l'état et de la densité de la matière. Certains types d'ondes se propagent autant dans les liquides, les solides et les gaz, alors que d'autres types ne se propagent que dans les solides. Lorsque qu'il se produit un tremblement de terre à la surface du globe, il y a émission d'ondes dans toutes les directions. Il existe deux



grands domaines de propagations des ondes : les ondes de surface, celles qui se propagent à la surface du globe, dans la croûte terrestre, et qui causent tous ces dommages associés aux tremblements de terre, et les ondes de volume, celles qui se propagent à l'intérieur de la terre et qui peuvent être enregistrées en plusieurs points du globe. Chez les ondes de volume, on reconnaît deux grands types : les ondes de cisaillement ou ondes S, et les ondes de compression ou ondes P.

L'ensemble de ces informations a conduit à imaginer une structure interne possible du globe terrestre. La terre est formée de trois enveloppes concentriques :

- en surface, la croûte : solide et épaisse de 10 à 50 km, elle représente 2 % du volume terrestre. On connaît deux types de croûtes terrestres :

- la croûte océanique, celle qui, en gros se situe sous l'océan et qui est formée de roches basaltiques de densité 3,2 et qu'on nomme aussi **SIMA** (silicium-magnésium)

- la croûte continentale, celle qui se situe au niveau des continents, plus épaisse à cause de sa plus faible densité (roches granitiques à intermédiaires de densité 2,7 à 3) et qui est nommée SIAL (silicium-aluminium). La couverture sédimentaire est une mince pellicule de sédiments produits et redistribués à la surface de la croûte par les divers agents d'érosion (eau, vents, glace) et qui compte pour très peu en volume.
- en dessous, le manteau s'étend jusqu'à 2 900 km : il est plus pauvre en silice et plus riche en fer et en magnésium. Il constitue le gros du volume terrestre, 81 %, et se divise en manteau inférieur solide et manteau supérieur principalement plastique, mais dont la partie tout à fait supérieure est solide. La couche plastique du manteau supérieur est appelée asthénosphère, alors qu'ensemble, les deux couches solides qui la surmontent, soit la couche solide de la partie supérieure du manteau supérieur et la croûte terrestre, forment la lithosphère.
- au centre, le noyau est composé principalement de fer et d'un peu de nickel et désigné pour cela par NIFE. Ce mélange, solide à l'intérieur (en raison des pressions gigantesques qui règnent au cœur de la terre) est fondu à l'extérieur. Il forme 17% du volume terrestre et se divise en noyau interne solide et noyau externe liquide. Deux discontinuités importantes séparent croûte, manteau et noyau : la discontinuité de Mohorovicic (MOHO) qui marque un contraste de densité entre la croûte terrestre et le manteau, et la discontinuité de Gutenberg qui marque aussi un contraste important de densité entre le manteau et le noyau. Une troisième discontinuité sépare noyau interne et noyau externe, la discontinuité de Lehmann.

A retenir :

L'analyse des sismogrammes et l'étude comparée des différentes ondes sismiques basée sur leurs propriétés ont permis de mieux connaître la structure interne du globe terrestre .

Celle-ci comprend deux discontinuités majeures :

- Discontinuité de MOHO
- Discontinuité de GUTENBERG

Ces 2 discontinuités découpent le globe terrestre en trois couches concentriques qui sont, de l'extérieur vers l'intérieur :

- Ecorce (SIAL)
- Manteau (SIMA)
- Noyau (NIFE).

Mais les séismes ne sont pas les seules catastrophes naturelles redoutées par l'homme qui doit faire face aussi à une autre manifestation de l'activité interne du globe : le volcanisme

II. Volcanisme

A. Définitions et caractères généraux

Le volcanisme, manifestation permanente de l'activité du globe terrestre, est localisé en certains points des continents ou des océans, mais il est constant au niveau des dorsales médio-océaniques. C'est un phénomène important tant par les catastrophes qu'il peut causer, que par le volume considérable de roches produites chaque année (4 milliards de m³ en moyenne) ainsi que par l'énergie qui est libérée lors de chaque éruption. Les formes d'éruptions dépendent de la quantité de magma disponible, de sa fluidité ou viscosité, de la difficulté avec laquelle les gaz peuvent s'en échapper.

Le volcanisme est l'ensemble des phénomènes associés aux volcans et à la présence de magma.

Un volcan est un orifice naturel par lequel un réservoir de magma à haute température issu des profondeurs communique avec la surface de la terre.

Des gaz, de la lave peuvent alors remonter à la surface du globe.

Le volcan peut être terrestre ou sous-marin. On peut comparer un volcan à une sorte de cheminée qui met en contact des zones profondes de la Terre et sa surface.

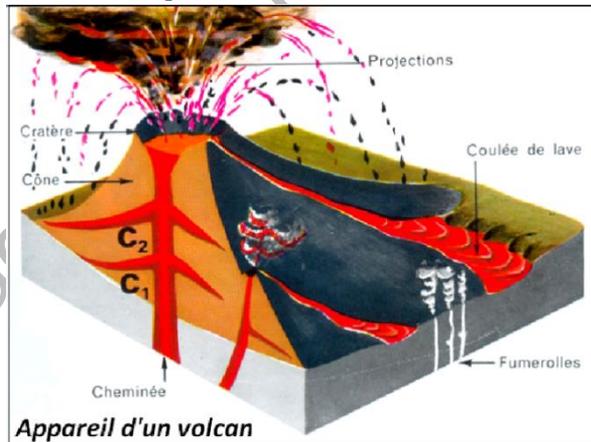
Lorsque la pression augmente sous l'écorce terrestre, le magma (roche en fusion) issu des profondeurs gagne la surface en se frayant un chemin à travers les parties faibles de l'écorce.

Ce qui donne alors lieu aux éruptions volcaniques.

Un volcan est formé de trois parties : un réservoir de magma en profondeur, une ou des cheminées volcaniques et enfin, une montagne volcanique, qui peut prendre la forme d'un cratère, d'un cône à cratère, d'un dôme, par lequel s'échappent les produits volcaniques.

Dans les conditions normales, le manteau terrestre est à l'état solide. Dans certaines conditions de pression et de température, de petites zones de ce manteau fondent et remontent dans des chenaux vers la surface pour donner naissance à des volcans. Ces conditions sont rencontrées dans trois environnements :

- au niveau des dorsales océaniques, la zone de production des fonds océaniques ;



- au niveau des *zones de subduction*, un mécanisme important de production de la croûte continentale ;
- au niveau d'un volcanisme de point chaud dit intra plaque dont les exemples les plus connus sont les îles Hawaï et de Polynésie. Généré à plus grande profondeur, il prendrait naissance à l'interface entre le noyau et le manteau inférieur.

A retenir :

Un volcan est une cheminée qui fait communiquer le magma avec la surface du globe. Il a généralement lieu dans certaines parties du globe telles que les dorsales océaniques et les zones de subduction, sièges d'importants mouvements lithosphériques. Certains volcans sont terrestres, d'autres sous-marins.

Une éruption volcanique s'accompagne de l'émission de plusieurs produits

B. Produits volcaniques

Les produits émis par les volcans peuvent être gazeux, solides ou liquides

1. Produits gazeux

Des fumerolles dont le nuage trahit la présence d'eau et les cristaux celle de soufre dans les gaz volcaniques.

Les magmas contiennent des gaz volcaniques dissous. Le dégazage des magmas est un phénomène déterminant dans le déclenchement d'une éruption et dans le type éruptif. Le dégazage fait monter le magma le long de la cheminée volcanique, ce qui peut expliquer le caractère explosif et violent des éruptions en présence d'un magma visqueux.

Les gaz volcaniques sont principalement composés de :

- vapeur d'eau à teneur de 50 à 90 % ;
- dioxyde de carbone à teneur de 5 à 25 % ;
- dioxyde de soufre à teneur de 3 à 25 %.

Puis viennent d'autres éléments volatiles comme le monoxyde de carbone, le chlorure d'hydrogène, le dihydrogène, le sulfure d'hydrogène, etc. Le dégazage du magma en profondeur peut se traduire à la surface par la présence de fumerolles autour desquelles des cristaux, le plus souvent de soufre, peuvent se former.

2. Produits solides

Les émissions rythmiques de vapeurs et de gaz laissent place souvent, dans un même volcan, à des projections de diverses matières solides qui peuvent se poursuivre pendant des semaines et même des mois. Ces produits sont de taille et d'origine différentes.

a- Les scories et les lambeaux de lave

La projection de scories et de lambeaux de laves ne se produit que dans les volcans à laves très fluides. Le magma très riche en gaz est monté très haut dans la cheminée. Les gaz se dégagent rapidement, les bulles viennent crever la surface de la lave et, en éclatant, arrachent des lambeaux de laves qui sont projetés dans les airs et retombent à proximité du cratère, participant ainsi à l'élaboration du cône volcanique. Ces projections sont dues au phénomène de dégazage de la lave très fluide.

b- Les cendres

Les cendres sont des matériaux meubles pulvérulents ou sableux constitués soit de magma pulvérisé, soit de roches broyées provenant de la paroi de la cheminée, soit le plus souvent d'un mélange des deux. Un triage s'opère au cours du transport aérien, les sables volcaniques retombent au pied du volcan, les cendres fines peuvent rester très longtemps en suspension dans les airs, emportées par le vent : lors de l'explosion du Krakatoa (1883), les cendres auraient fait plusieurs fois le tour de la terre avant de se déposer deux ans plus tard.

c- Les ponces

On appelle ponce les fragments solidifiés de magma vitreux boursoufflés, et très poreux, projetés par des explosions violentes. Elles ne se forment que lorsqu'un magma très visqueux vient à subir une détente brusque lors d'une explosion. Dans la cheminée, les gaz contenus dans la lave sont sous une très forte pression et sont comprimés, comme les gaz contenus dans une bouteille d'eau gazeuse non encore ouverte. Projetés dans l'air, la pression baisse brusquement et les gaz se détendent et donnent naissance à une très grande quantité de bulles comme celles observées à l'ouverture d'une bouteille d'eau gazeuse. Dans le parcours aérien, la lave se refroidit très rapidement, se solidifie, et les gaz restent prisonniers. Les ponces ou fragments de lave expansée peuvent flotter sur l'eau.

d- Les lapillis

Ce sont des produits solides éjectés par des explosions ayant leur siège dans le cratère du volcan. Leur diamètre est compris entre 2 mm et 2 cm. Ils sont, en général, constitués par des fragments de vieilles laves solidifiées.

e- Les bombes volcaniques

Ce sont des lambeaux de lave dont la forme particulière provient de la rotation subie au cours du parcours aérien et qui arrivent figés au sol. La

forme de ces bombes volcaniques est fonction de la viscosité de la lave qui leur a donné naissance. Une lave fluide donne des bombes en forme de fuseau ou de poire, terminées par une ou deux extrémités recourbées. Les magmas plus visqueux donnent des bombes en croûtes de pain. La dimension des bombes varie de quelques centimètres cubes à plusieurs mètres cubes.

3. Produits liquides

Ces produits sont essentiellement représentés par les coulées de laves et les lahars.

Les produits liquides plus ou moins visqueux, ou lave, s'échappent en coulées de la bouche d'émission à des températures variant de 600 à 1200 °C. La vitesse d'écoulement et la pente du volcan dépendent de la viscosité du magma. La vitesse est généralement de quelques kilomètres par heure. Mais, exceptionnellement, on a pu relever des vitesses de 50 km/h. La lave est composée, du point de vue chimique, d'oxyde de silicium (silice), de silicate de sodium, de calcium, de fer, de magnésium et autres. Sa fluidité au moment de l'émission dépend de la proportion de gaz qui s'y trouve, de sa température, mais surtout de sa composition chimique. On distingue plusieurs types de lave : Les laves fluides, les laves intermédiaires, les laves visqueuses :

-Les laves fluides : Ce sont des laves de couleur sombre très pauvres en silice (renferment 45% de silice). Les coulées de ces laves sont très longues et peuvent s'étendre sur les dizaines de kilomètres. Ces laves après refroidissement donnent une roche appelée basalte.

-Les laves visqueuses : Elles sont riches en silice, renferment 65% de silice. Les coulées sont courtes, ces laves se solidifient rapidement et donnent les roches claires telles que les rhyolites.

-Les laves intermédiaires : Elles sont moins riches que les laves visqueuses, elles renferment 55% de silice. Elles sont de couleur claire, les coulées plus ou moins importantes et donnent des roches telles que des trachytes, des andésites. Ce sont des écoulements non-newtonien (c'est à dire dans lesquels l'eau n'est plus le moteur de la dynamique) à matériaux volcaniques prépondérants : soit coulées de débris (> 50% blocs), soit coulées de boue (> 50% de matériaux fins sables, limons, argiles).

A retenir :

Il existe trois sortes de produits volcaniques : solides, liquides et gazeux. L'importance relative de chacun de ces produits dépend de plusieurs facteurs dont les plus essentiels demeurent la nature chimique de la lave, critère fondamental pour classer les volcans.

C- Classification

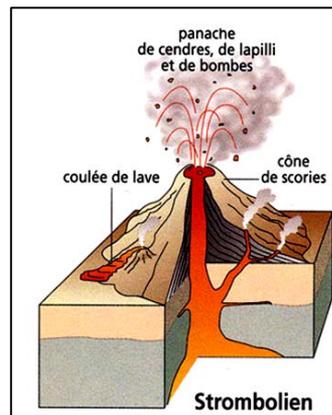
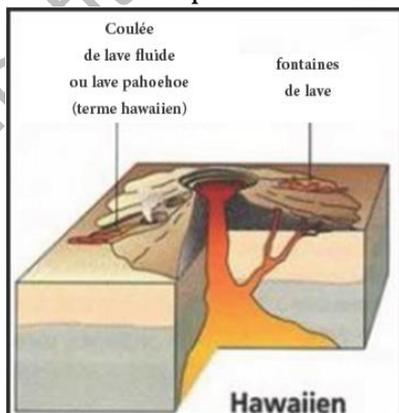
Lors des débuts de la volcanologie, l'observation de quelques volcans a été à l'origine de la création de catégories basées sur l'aspect des éruptions et le type de lave émise. Chaque type est nommé selon le volcan référent. Le grand défaut de cette classification est d'être assez subjective et de mal tenir compte des changements de type d'éruption d'un volcan. Le terme de « cataclysmique » peut être rajouté lorsque la puissance de l'éruption entraîne de lourds dégâts environnementaux et/ou humains.

Afin d'introduire une notion de comparaison entre les différentes éruptions volcaniques, l'indice d'explosivité volcanique, aussi appelée échelle VEI, fut mis au point par deux volcanologues de l'Université d'Hawaïi en 1982. L'échelle, ouverte et partant de zéro, est définie selon le volume des matériaux éjectés, la hauteur du panache volcanique et des observations qualitatives. Il existe deux grands types d'éruptions volcaniques dépendant du type de magma émis : effusives associées aux « volcans rouges » et explosives associées aux « volcans gris ». Les éruptions effusives sont les éruptions hawaïenne et stromboliennes tandis que les explosives sont les vulcanienne, peléenne et plinienne. Ces éruptions peuvent se dérouler en présence d'eau et prennent alors les caractéristiques d'éruptions phréatiques, sous-glaciaire, sous-marine et limnique. On distingue 3 types d'éruption volcanique :

- **Type effusif ou Hawaïen (45% silice)** : Il est caractérisé par des laves très fluides, des coulées vastes pouvant atteindre plusieurs dizaines de kilomètres, éruption tranquille sans projection ni explosion.

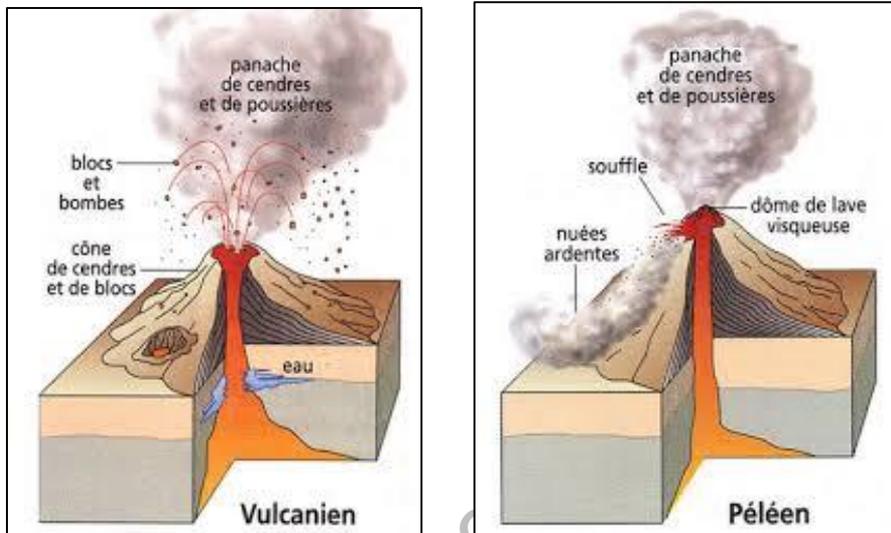
Exemple : Le mont Cameroun, le mont Manengouba, le mont Bamboutos.

- **Type strombolien ou intermédiaire (55% de silice)** : Les laves sont claires moins fluides, les éruptions sont violentes avec projection des bombes et lapilli. Exemple : Volcans de Tomber. On trouve aussi ce type dans l'Adamaoua et dans la plaine du Noun.



-**Type vulcanien** : Il est caractérisé par des laves très visqueuses avec des projections violentes, des coulées massives et courtes. Il y'a formation des dômes. Exemple : Lac bambili.

- **Type peléen** : Il est caractérisé par des laves plus visqueuses qui ne coulent pas et ferment la cheminée, il y'a formation des aiguilles peléennes.



A retenir :

Il est possible de classer les volcans en se basant sur leur localisation géographique : on distingue dans ce cas les volcans terrestres et les volcans sous-marins. Mais la typologie des volcans la plus usitée repose sur la viscosité de la lave. Celle-ci permet de les classer en :

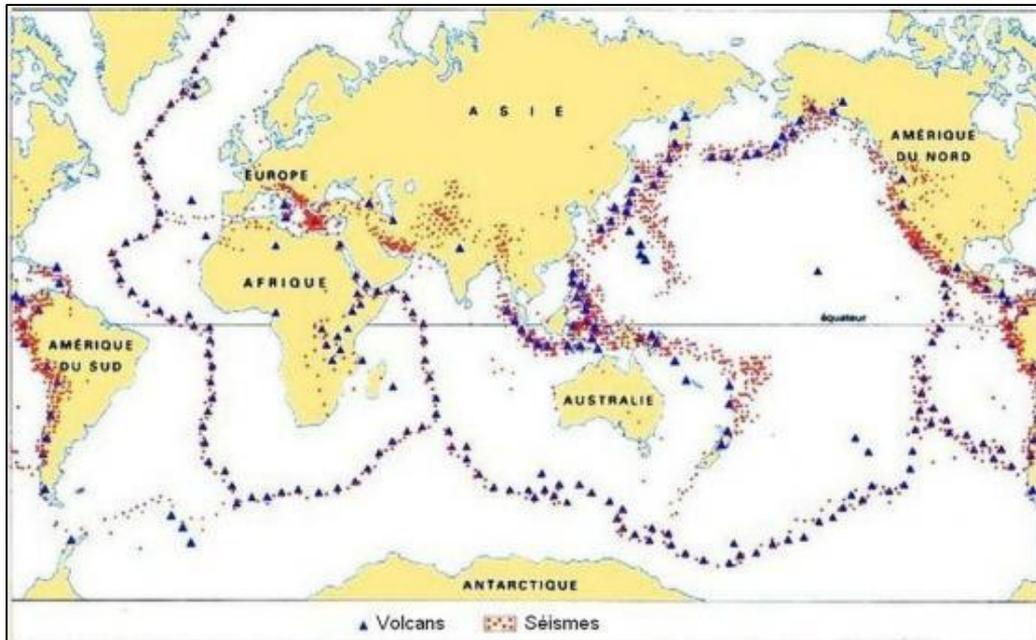
- Volcan effusif
- Volcan intermédiaire
- Volcan explosif.

La viscosité d'une lave est fonction de sa teneur en silice : plus elle est riche en cet élément, plus elle est visqueuse

III. Répartition des séismes et des volcans dans le monde

A l'échelle du globe, la répartition géographique des séismes coïncide généralement avec celle du volcanisme. Les volcans effusifs sont isolés (sur les continents ou les îles) ou alignés (surtout sous-marins). Ils sont peu à pas dangereux. Les volcans explosifs sont le plus souvent alignés le long de l'Océan Pacifique, le long de grandes cassures. Ce sont des volcans dangereux.

Les séismes sont particulièrement fréquents dans certaines zones de la surface terrestre. Ils se produisent surtout dans les chaînes de montagne, près des fosses océaniques et aussi le long des axes des dorsales.



V. Roches magmatiques

Les roches magmatiques, également désignées sous le vocable de roches ignées éruptives, se forment quand un magma se refroidit et se solidifie, avec ou sans cristallisation complète des minéraux les composant.

Le magma, qui est un mélange de cristaux et d'un liquide, se forme à l'intérieur du globe, à la limite de la lithosphère et de l'asthénosphère (entre 70 et 120 km de profondeur) par une fusion partielle du manteau supérieur. Cette solidification peut se produire :

- en profondeur, cas des roches magmatiques plutoniques (dites « intrusives ») ;
- à la surface, cas des roches magmatiques volcaniques (dites « extrusives » ou « effusives »).

A. Roches plutoniques

1. Granite

a- Caractères généraux

Cette famille comprend le granite et la granodiorite ; Les membres de ce groupe sont appelés granitoïdes ou roches quartzofeldspathiques. Ce sont

les roches plutoniques les plus répandues. Le nom de granite vient du latin "granum" qui signifie grain, par référence à la texture grenue de cette roche très dense (densité moyenne : 2,7 g/cm³).

Il existe de nombreux granites différents : des granites roses, des granites gris à patine blanche, des granites de teinte claire, des granites de teinte foncée, des granites à petits grains, des granites à gros grains....



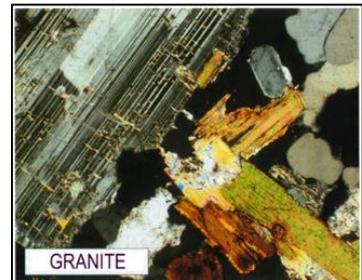
La comparaison entre plusieurs échantillons de granite fait apparaître les ressemblances suivantes : ce sont des roches rugueuses au toucher, imperméables (une goutte d'eau versée sur un échantillon ne pénètre pas), très dures, constituées d'un assemblage de petits grains (les cristaux), visibles à l'œil nu et imbriqués les uns dans les autres : c'est une roche cristalline.

b- Composition

L'observation des associations de cristaux donne une information sur la composition minéralogique, donc chimique, remarquablement homogène de la roche. Le granite est une roche riche en silice (plus de 65%) : c'est une roche acide. Cette roche contient :

- **feldspaths** (silicates d'alumine) de deux types : feldspaths potassiques comme l'orthose et feldspaths plagioclases riches en sodium (Na) ou en calcium ;
- **quartz** (silice pure),
- **micas** (silicates d'alumine) noir (biotite) et blanc (muscovite) et autres minéraux accessoires.

Le granite est une roche acide.



c- Structure

Le granite est une roche magmatique plutonique à texture grenue, c'est-à-dire entièrement cristallisée (holocristalline) et composée de minéraux bien développés et visibles à l'œil nu. Cette texture est le résultat du refroidissement lent, en profondeur, de grandes masses de magma qui formeront des plutons ; ces derniers étant actuellement en surface grâce au



jeu de l'érosion qui a décapé les roches sus-jacentes. Ces magmas, acides (c'est-à-dire relativement riches en silice) sont essentiellement le résultat de la fusion partielle de la croûte terrestre continentale.

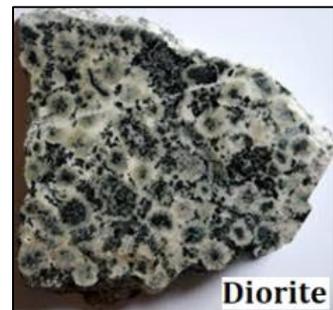
Dans un granite les micas et les feldspaths, minéraux de haute température, cristallisent les premiers avec leur forme propre (cristaux automorphes), le quartz, minéral de plus basse température, cristallise en dernier en occupant les espaces libres (cristaux xénomorphes).

d- Utilisation

Le granite est un matériel de construction très répandu car il possède une grande résistance à l'usure et à l'altération du fait de sa forte teneur en quartz. Son fil, dû à une fissuration à angle droit ainsi qu'à l'abondance des feldspaths (qui se clivent à 90 %) permet de l'extraire sous forme de parallélépipèdes et de le façonner selon des plans de séparation perpendiculaires. Les variétés grises sont utilisées pour la fabrication de pavés de bordures ou de bornes, ou sous forme concassée, de matériau d'empierrement. Les granites colorées servent de pierre brute pour les sculptures; taillés et polis, ils sont utilisés pour le revêtement des façades, des sols ou pour toute autre décoration de ce genre. Un grain régulier facilite la taille et le polissage tandis qu'une forte proportion de micas entraîne des inconvénients.

2. Autres roches plutoniques

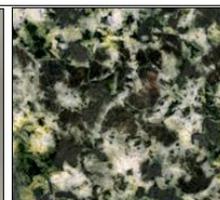
- **Diorite** : roche éruptive à structure grenue, contenant du feldspath calcosodique, du mica, de l'amphibole et parfois un peu de pyroxène. Ne contient pas de quartz. Souvent associée au granite et au gabbro. Plus sombre que le granite, présente des cristaux verdâtre (feldspath) et foncé (amphibole).



- **Gabbro** : roche éruptive, à structure grenue, sombre et dense, composée de feldspath alcalin, mica, amphibole, et beaucoup de pyroxènes (augite). Peut contenir aussi de l'olivine et de la magnétite. Ne contient pas de quartz. Accompagne souvent les diorites. Roche lourde, de couleur verte et noire.



Echantillon de gabbro



Gabbro océanique altéré

- **Pegmatite** : roche granitoïde à cristaux de grande taille (notamment de mica), constituée de quartz, de feldspath alcalin et de muscovite. Contient parfois des minéraux rares ou des minéraux contenant des métaux rares.



- **Syénite** : roche éruptive, à structure grenue, ressemblant au granite, ne contenant pas de quartz, mais de l'amphibole. Nom venant de Syène, ancienne Assouan, en Egypte.



B. Roches volcaniques

1. Basalte

a- Caractères généraux

C'est la roche volcanique la plus abondante, elle représente 80% des laves émises. Le basalte est le principal constituant des planchers océaniques qui se forment au niveau de la dorsale océanique.

Ainsi près de 60% de la planète est recouverte d'une couche basaltique.

Le mot basalte est emprunté du latin *basalte*, lui-même probablement dérivé d'un terme éthiopien signifiant « roche noire ».

L'étude d'échantillons révèle que le basalte est une roche très sombre, mate, lourde, un peu rugueuse, pouvant présenter quelques vacuoles.



b- Structure et composition

Le basalte est une roche mélanocrate à holomélanocrate (sombre à très sombre). Il a une structure microlithique, et il est composé essentiellement de plagioclases (50 %), de pyroxènes (25 à 40 %), d'olivine (10 à 25 %), et de magnétite (2 à 3 %). Le basalte est une roche microlitique: cristaux de taille inégale (phénocristaux visibles à l'œil nu et microlites en baguettes microscopiques) noyés dans une pâte non cristallisée ou verre.

Au microscope, la pâte apparaît parsemée de cristaux plus petits ; une lame mince est particulièrement révélatrice au microscope polarisant : microcristaux en bâtonnets orientés autour de gros cristaux, les phénocristaux qui sont de deux espèces : les uns, de forme très irrégulière, présentent des cassures. Ce sont des cristaux d'olivine, identiques à ceux qui étaient apparus verdâtres à la loupe ; ils apparaissent, de loin, comme des

bois flottants à la dérive en ligne parallèles. La forme des autres est plus géométrique, ce sont des pyroxènes.

Les roches microlitiques se sont formées par refroidissement en plusieurs phases : les gros cristaux automorphes lors du refroidissement lent au sein de la chambre magmatique, les microlites lors du refroidissement rapide en surface, constituant ainsi deux associations cristallines différentes. Lorsque le magma est effusif (refroidissement brutal) le matériau n'a pas le temps de cristalliser, on obtient un verre (matériau amorphe).



c- Utilisation

La fibre de basalte est un matériau fait à partir de fibres extrêmement fines de basalte, elle est composée de minéraux comme le plagioclase, le pyroxène et l'olivine. Elle est similaire à la fibre de carbone et la fibre de verre mais possède de meilleures propriétés physico-mécaniques que la fibre de verre, elle est aussi moins chère que la fibre de carbone. La fibre de basalte est utilisée comme matériau résistant au feu dans l'industrie spatiale et automobile. Le basalte commercialisé pour le jardinage provient d'une roche très finement broyée. Sa très grande surface de contact lui permet d'être très rapidement décomposé par les micro-organismes du sol contrairement aux produits plus grossiers à action très lente. Exceptionnellement riche en magnésium (8,8 %), très riche en oligo-éléments et en silice, le basalte facilite l'absorption par les plantes des éléments nutritifs présents dans le sol, il participe à la formation du complexe argilo-humique et stimule la vie microbienne. Grâce à son "*pouvoir tampon*" le basalte neutralise aussi bien les sols acides que les sols basiques. Pour les conduites des eaux usées et le nettoyage de celles-ci, le basalte fondu est considéré comme un matériau parfait en ce qui concerne la complexité généralement admise des travaux de rénovation sur de telles installations et les exigences de longévité de ces constructions.

2. Autres roches volcaniques

- **Rhyolite** : roche éruptive, à structure microlithique, correspondant au granite. Contient quartz, feldspath et mica dans une



pâte rougeâtre. Couleur rose clair à rouge ("porphyre rouge"). Nom dérivant de "ruas" : qui coule. Les rhyolites de l'Adrar des Iforas (Mali) ont des cristaux analogues au granite : quartz, feldspath, orthose, mica.

- **Andésite** : roche éruptive, à structure microlithique, correspondant à la diorite. Contient du feldspath calcosodique (plagioclase), mica, amphibole et pyroxène. Se compose de gros cristaux dans une pâte claire. Dure, rugueuse, de couleur gris violacé.

Les andésites, abondantes dans les Andes (Amérique) mais aussi en Afrique, sont voisines du basalte mais sans olivine. Le porphyre rouge d'Égypte utilisé par les anciens dans les monuments en est une variété, avec de grands cristaux de feldspaths. Les volcans actuels en rejettent (Paricutín, Mexique).



Echantillon d'Andésite

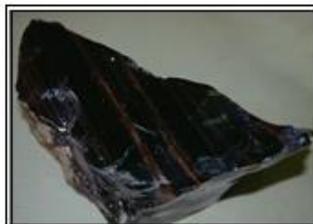
- **Dolérite** : Du grec doleros, trompeur est une roche magmatique intermédiaire entre le gabbro et le basalte. Elle est constituée de grains visibles à la loupe. De teinte verdâtre à bleuâtre, elle est composée de plagioclase en latte (ou baguette) englobé par de pyroxènes. C'est une roche compacte.

La dolérite, vert foncé, présente de la matière vitreuse entre des cristaux de feldspath et de pyroxène.



Dolérite

- **Obsidienne** : roche éruptive, à structure vitreuse, sans cristaux, de couleur noire. Très dure. L'obsidienne est une lave volcanique entièrement vitreuse appelée « verre des volcans ». Elle se brise suivant une cassure ondulée et tranchante.



Echantillons d'Obsidienne

- **Pierre ponce** : écume de lave vitrifiée, très légère. Elle est rugueuse et très légère. Elle flotte sur l'eau. On l'utilise pour polir le calcaire et le marbre.



Echantillon de Pierre-ponce

- **Trachyte** : roche éruptive, à structure microlithique, correspondant à la syénite. Contient feldspath potassique (orthose), mica et amphibole, mais pas de quartz. Se présente en gros cristaux, dans une pâte grise et rugueuse. Légère et de couleur claire. Variété plus claire : domite. Les trachytes avoisinent très souvent les basaltes. Elles sont plus claires, grisâtres et rudes au toucher (du grectrachys, rude). Des cristaux de feldspath, d'amphibole, de mica noir se distinguent à l'œil nu. Elles fondent moins facilement et leurs gisements sont moins étendus.



A retenir :

Les roches magmatiques sont des roches issues de la solidification du magma, masse fondue en profondeur du globe terrestre, sous l'effet d'une température et d'une pression élevées.

Cette matière en ébullition peut, dans certaines conditions, se solidifier.

- Si cette solidification est rapide, parce qu'elle s'est faite en surface (volcan) : on obtient les roches **volcaniques** : c'est précisément le cas du **basalte** ;
- Si, par contre, la solidification a été lente, parce qu'elle a lieu en profondeur (à l'abri de l'air) : on obtient les roches **plutoniques** : c'est le cas du **granite** par exemple.

Mais il existe bien d'autres roches magmatiques différentes les unes des autres par leur structure, leur composition minéralogique, leur dureté... certaines de ces roches sont utiles pour l'Homme (constructions, minerais...)

EXERCICES

Exercice 1

Corriger les affirmations inexactes : les affirmations suivantes sont toutes inexactes. Modifier les phrases (en remplaçant, en supprimant ou en complétant certaines parties) pour les rendre exactes.

1°) Les ondes sismiques P et S traversent la totalité des couches profondes du globe terrestre.

2°) Une onde sismique ralentit lorsque la densité du milieu traversé augmente.

3°) Les matériaux du noyau terrestre sont soumis à des pressions énormes et se comportent comme des solides.

Exercice 2

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

1. Les rais sismiques :

a- se propagent en ligne droite dans les profondeurs du globe terrestre ;

b- ont leur trajectoire brutalement perturbée lorsqu'ils atteignent obliquement une surface de discontinuité ;

c- ne se réfractent en changeant de milieu que si leur vitesse de propagation augmente ;

d- peuvent traverser la totalité du globe terrestre et ressortir ainsi aux antipodes du foyer sismique ;

e- sont rectilignes dans le cas des ondes P et incurvés dans les ondes S.

2. Les ondes sismiques :

a- sont émises au foyer du séisme dans une direction précise ;

b- se propagent indifféremment dans les couches solides et liquides du globe ;

c- se réfléchissent et se rétractent dans tous les cas lorsqu'elles atteignent obliquement des surfaces de discontinuité sismique ;

d- ont une vitesse de propagation constante dans une couche terrestre donnée (le manteau par exemple) ;

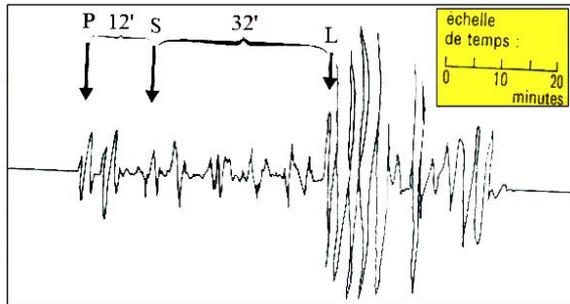
e- ont des vitesses de propagation différentes suivant le type d'onde ;

f- de type S sont plus lentes que les ondes P quel que soit le milieu de propagation.

Exercice 3

Quand les vibrations issues d'un séisme parviennent à une station d'enregistrement, trois trains d'ondes successifs s'inscrivent sur le sismographe.

- les ondes P (premières) les plus rapides ;
- les ondes S (secondes) quelques minutes plus tard ;
- les ondes L (lentes), les plus amples donc les plus destructrices.



Sachant que le sismographe ayant permis cet enregistrement (ou sismogramme) est situé à une distance de 15 000 km de la zone

d'origine du séisme et que les ondes P sont arrivées 18 minutes après son déclenchement, calculez :

- a- La vitesse **moyenne** des ondes P (exprimées en km par seconde).
- b- Le temps mis par les ondes S puis L pour arriver à cette même station.
- c- Les vitesses moyennes des ondes S et des ondes L.

Exercice 4

Vrai ou faux ?

- 1-Les gaz contenus dans le magma s'échappent plus facilement des laves très fluides que des laves visqueuses.
- 2-La viscosité d'un magma volcanique dépend de sa composition chimique.
- 3-Les éruptions « calmes » rejettent beaucoup de cendres.
- 4-Tous les cônes volcaniques sont constitués de la même roche volcanique : du basalte.

Exercice 5

Vrai ou faux ?

Repérer les phrases exactes et modifier celles qui sont fausses.

- a. Le basalte provient du refroidissement d'une lave fluide.
- b. Le basalte est une roche entièrement cristallisée.
- c. La taille et le nombre des cristaux sont indépendants de la vitesse de refroidissement de la lave.
- d. L'olivine est un minéral cristallisé présent dans le basalte.

Exercice 6

Association :

A chacun des mots suivants associer l'une des phrases ci-dessous.

1. Microlite – 2. Nuées ardentes – 3. Minéral.
- a. Gaz à haute température, transportant des masses considérables de débris de lave (des cendres aux blocs) et se déplaçant à grande vitesse.

- b. solide de composition homogène et reconnaissable par certaines caractéristiques (aspect, forme, couleur...).
- c. cristal microscopique en forme de baguettes allongées.

Exercice 7

Liaison logique :

Relier par des flèches les expressions ou mots suivants :

a. Coulée de basalte	1. Volcanisme explosif
b. Dôme d'andésite	2. Volcanisme effusif
c. Nuées ardentes	3. Minéral cristallisé
d. Verre	4. Matière minérale non cristallisée
e. Olivine	

Exercice 8

Comprendre les mots clés du chapitre.

- a. Retrouvez quelques mots clés du chapitre étudié à l'aide des définitions suivantes et reportez ces mots dans les cases horizontales de la grille.
 1. Quartz, feldspath et mica en sont les principaux dans le granite.
 5. Commun à la rhyolite et au granite.

Exercice 9

Regrouper ces mots en deux familles :

Granite. Structure microlitique. Roche plutonique. Roche volcanique. Basalte. Refroidissement très lent. Structure grenue. Roche magmatique. Refroidissement en deux temps.

Exercice 10

Compare les roches en complétant le tableau ci-dessous :

Roche	Granite	Basalte
Composition minéralogique		
Lieu du refroidissement		
Texture		

Exercice 11

Testez votre savoir en complétant les phrases suivantes :

L'ensemble des phénomènes liés à l'émission naturelle de matériaux solides, liquides ou gazeux, à hautes températures, à la surface du globe est le
 Le mélange de roches fondues et de gaz provenant de l'intérieur du globe est appelé.....

Le volcanisme est une manifestation de l'..... du globe.
Les fonds des océans sont entièrement constitués d'une roche volcanique appelée

La chaîne de montagne la plus longue du monde : la..... (70 000 km) est constituée d'une succession de..... dont la grande majorité est.....

Une fissure ouverte dans l'écorce terrestre mettant en communication le avec l'atmosphère est un.....

Exercice 12

Testez votre savoir en complétant les phrases suivantes :

Les principaux volcans du continent africain sont :

Les laves fluides, visqueuses et intermédiaires sont les.....rejetés par les volcans.

Les produits solides rejetés par les volcans sont des matériaux meubles pulvérulents ou sableux : les.....; des produits de 2 mm à 2 cm de diamètre : les..... ; des..... fragments solidifiés de magma vitreux boursoufflés et très poreux appelés ; des projections dues à des phénomènes de dégazage d'une lave très fluide : les.....et les..... et des blocs de lave encore visqueux de forme caractéristique : les.....

- Les émanations de gaz à hautes températures qui s'échappent des volcans en période de repos sont les.....et les.....

Les phénomènes volcaniques secondaires sont les sources d'eau chaudes ou de vapeur jaillissant par intermittence, les.....Des eaux fortement minéralisées, chaudes à la source et possédant des propriétés thérapeutiques sont appelées des.....

Lorsqu'une coulée de basalte s'effectue sous l'eau, elle donne des éléments de forme caractéristique, lesou pillow lavas.

Exercice 13

Comment expliquez-vous la présence de gros cristaux de pyroxène ou d'olivine, des microlites de feldspath et d'un verre qui comble tous les interstices dans un basalte ?

.....
.....

Exercice 14

De nombreux cratères volcaniques présentent à leur sommet une profonde dépression appelée caldeira, beaucoup plus vaste qu'une cheminée volcanique, qui persiste souvent au milieu. Comment cette caldeira se forme-t-elle ?.....

Exercice 15

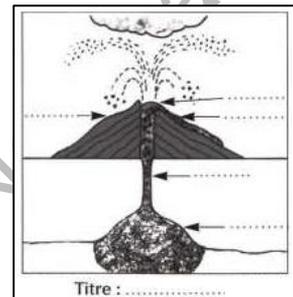
Comparez les volcans effusifs et les volcans explosifs :

Volcans	Nature et aspect de la lave et longueur de la coulée.	Quantité de gaz et mode d'émission
Volcan de type effusif		
Volcan de type explosif		

Exercice 16

Reproduisez le schéma ci-contre, complétez les légendes et donnez-lui un titre :

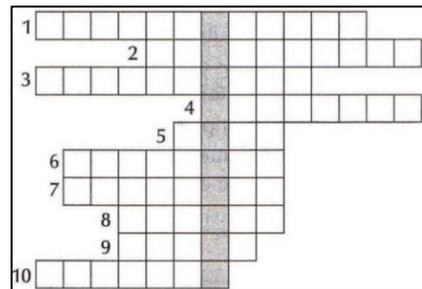
Coloriez en marron l'écorce terrestre, en orange la chambre volcanique et la cheminée, en noir le cône volcanique.



Exercice 17

Trouvez le mot caché :

1. Cône volcanique édifié à partir de projections solides.
2. Chaleur interne du globe terrestre.
3. Roche volcanique à structure alvéolaire, recherchée pour ses qualités d'isolation.
4. Vaste dépression circulaire formée par l'effondrement de la partie centrale d'un appareil volcanique.
5. Matière en fusion émise par un volcan.
6. Canal par lequel monte le magma volcanique.
7. Émission de matériaux volcaniques fluides à la surface de la terre.
8. Source d'eau chaude ou de vapeur jaillissant par intermittence.
9. Mélange plus ou moins visqueux de liquide, de gaz, de cristaux provenant de l'intérieur du globe.
10. Roche volcanique pauvre en silice de couleur sombre constituée essentiellement de cristaux de pyroxène, d'olivine et de feldspath microlitique.



Mot caché :

Donnez la définition du mot caché.....

Exercice 18

Répondez aux questions suivantes :

Pourquoi les roches volcaniques sont-elles très utilisées dans la construction d'habitations ?

Quels sont les dégâts provoqués par les éruptions volcaniques dans les régions habitées où elles se produisent de nos jours ?

Pourquoi les sols volcaniques sont-ils très fertiles ?

Exercice 19

Testez vos connaissances en complétant les phrases suivantes :

Les brusques et soudains ébranlements de l'écorce terrestre sont appelés ou

L'enregistrement des séismes se fait grâce aux appareils appelés et les sismogrammes sont les ou obtenus.

L'intensité des séismes est déterminée par l' divisée en douze degrés et la magnitude par l' divisée en neuf degrés.

Les vagues isolées et très hautes, capables de traverser les océans et de pénétrer profondément dans les terres, sont les ou tsunami.

Ces tsunamis sont provoqués par des ou des sous-marines.

L'étude des séismes a permis de déterminer la structure interne du globe terrestre. Celui-ci est formé de trois couches concentriques qui vont de l'extérieur vers le centre :

-1'de 10 à 60 km d'épaisseur ;

-lede 60 à 2 900 km de profondeur ;

-lede 2 900 à 6 371 km de profondeur,

Exercice 20

Utilisez vos connaissances pour compléter les phrases suivantes :

L'échelle de Mercalli est basée sur la gravité descausés aux constructions humaines, tandis que l'échelle de Richter est basée sur laou force du séisme.

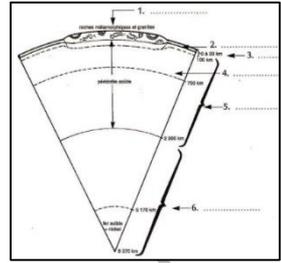
Des chocs soudains tels que les explosions artificielles provoquent des microséismes pouvant entraîner en montagne, des , des , des , ou des

Le point de la surface où le sol a tremblé avec le plus de violence est l'du séisme.

La comparaison des temps des arrivées des ondes P et S dans les observatoires permet de déterminer avec précision l'emplacement du ou , situé plus ou moins profondément à la verticale de l'épicentre.

Exercice 21

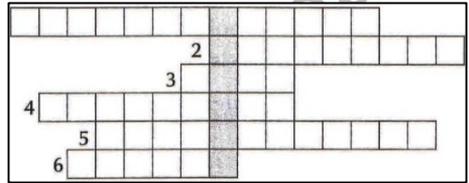
Annotez le schéma suivant et donnez-lui un titre, coloriez chaque couche d'une couleur différente :



Exercice 22

Trouvez le mot caché :

1. Zone Interne du globe terrestre s'étendant entre 100 et 500 km de profondeur,
2. Point de la surface de la Terre où un séisme est le plus intense.
3. De l'anglais : fossé, fissure, faille.
4. Se dit d'une courbe ou ligne réunissant les points de la Terre où un séisme s'est fait ressentir avec la même intensité.
5. Tracé obtenu par un séismographe pendant un séisme.
6. Cassure de couches géologiques accompagnée d'un déplacement vertical ou latéral des blocs séparés.

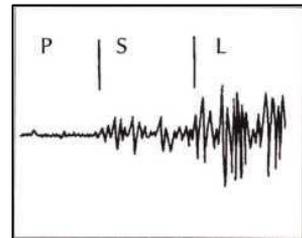


Mot caché :
 Donnez la définition du mot caché.....

Exercice 23

Observez et répondez aux questions suivantes :

- Que montre l'illustration ci-contre ?
 Comment a-t-on obtenu cet enregistrement ?
 Qu'enregistrent les séismographes ?
 Analysez l'enregistrement obtenu

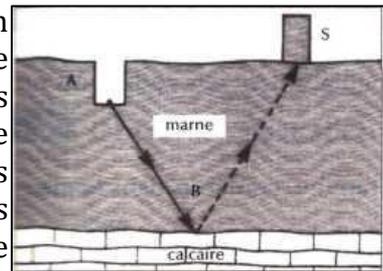


Exercice 24

Complétez les phrases suivantes à l'aide des mots clés :

Mots clés : gisement - explosion - couches - trou.

La figure ci-contre représente l'obtention d'un séisme artificiel. Au point A on provoque une..... à l'aide d'une charge d'explosifs placée dans unde 1 à 5 m de profondeur. Les ondes se propagent vers l'intérieur en traversant plusieurs surfaces limites. En S on recueille celles qui se réfléchissent en B. Un séisme artificiel peut donc servir à déterminer le nombre de de roches du sous-sol et à



découvrir un de pétrole dans une région où aucun indice de surface ne l'annonce.

Exercice 25

Complétez les phrases suivantes : Dans les régions sismiques, on doit construire les immeubles en respectant les normes..... Les fondations doivent reposer sur des blocs de séparés par des plaques d'acier qui..... les vibrations. Pour ce faire, on intercale entre les immeubles des plaques de pour éviter qu'ils ne s'entrechoquent. Dans les régions à risque sismique, à la première secousse les réflexes qui sauvent sont :.....

Exercice 26

Complétez les phrases suivantes : La roche volcanique la plus répandue à la surface de la Terre est lequi représente 95% des roches volcaniques. La présence de basalte à la surface de la Terre est un indice qui permet de localiser les.....anciennes et actuelles de la croûte terrestre. Un échantillon de basalte attire le pôle nord d'une aiguille aimantée, comme le fait un aimant. Les basaltes contiennent de nombreuses microlithes de..... qui se comportent comme autant de petitesorientées dans la direction que le nord avait au moment du refroidissement de la lave. Le basalte met en mémoire la direction duau moment de son refroidissement. Si on compare deux échantillons de basalte formés à des époques géologiques différentes, chacun d'eux a une orientationde l'autre. On en conclut que, le pour les deux échantillons ne coïncidant pas : les continents ont donc changé de entre les deux éruptions. L'importance géologique du basalte est grande car c'est une « mémoire magnétique » très importante qui témoigne desintervenues dans les places respectives des par rapport aux pôles. L'étude de cette mémoire magnétique : le , permet de reconstituer la dérive des plaques lithosphériques au cours des temps géologiques et par conséquent de faire de la

BIBLIOGRAPHIE

- Belléguard M & al (1997) : Sciences de la Vie et de la Terre 5^e, HATIER
- Cambergue M & al (1997) : Sciences de la Vie et de la Terre 5^e, Nathan
- Carité D (1989) : Géologie en Mauritanie, 4^{ème} AS, Edisud
- Caro & Al : Biologie 3^e, MAGNARD
- Chabrol S & Ai (1997) : Sciences de la Vie et de la Terre 5^e, HACHETTE
- Désiré C& Tavernier R (1980) : Biologie -Géologie 3^e, Bordas
- Equipe d'enseignants (2005) : Sciences de la Vie et de la Terre 4^e, Nathan
- Hélio R-C &Al (1989) : Biologie 3^e, HACHETTE
- Hervé J-C & AL (1988) : Sciences et techniques biologiques et géologiques, 4^e, HATIER
- Hervé J-C & AL (1989) : Biologie 3^e, HATIER
- IPN (2009) : Sciences Naturelles ; Manuel de l'élève, 3AS, Sivakasi
- IPN (2009) : Sciences Naturelles ; Manuel de l'élève, 4AS, Sivakasi
- Leroy C &Al (1989) : Biologie 3^e, BELIN
- Leroy C &Al (1989) : Géologie-Biologie 4^e, BELIN
- R. Tavernier/C. Lizeaux : Sciences de la Vie et de la Terre 5^e , Bordas, 1997.

REFERENCES

<http://cell.sio2.be/moyens/4.php>
fr.wikipedia.org/wiki/Microscopie_électronique_à_balayage
<https://www.futurasciences.com/planete/dossiers/developpement...dechets>
<https://magde.be/dossiers/gestion-des-dechets-qui-fait-quo...>
https://www.dictionnaireenvironnement.com/gestion_des_dechets...
www.incinerateurs-ati.com/
<https://www.notre-planete.info/ecologie/dechets/dechets.php>
https://fr.wikipedia.org/wiki/Changement_climatique
https://fr.wikipedia.org/wiki/Réchauffement_climatique
<https://www.notre-planete.info/terre/climatologie.../changement-climatique-donnees.p..>
<https://equiterre.org/.../la-science-du-climat-pour-expliquer-le-changement-climatique>
<https://www.apc-paris.com/changement-climatique>
<https://www.climat.be/fr-be/changements-climatiques/en.../les-changements-climatique>
<https://www.un.org/fr/sections/issues-depth/climate-change/index.html>
https://www.actu-environnement.com/ae/dictionnaire.../changement_climatique.php4
<https://fr.numbeo.com/la-pollution/ville/Nouakchott-Mauritanie>
cridem.org/imprimable.php?article=675544
cridem.org/C_Info.php?article=705678
https://fr.wikipedia.org/wiki/Pollution_de_l'air
<https://www.encyclopedie-environnement.org/air/les-pollutions-de-lair/>
<https://www.atmosud.org/article/lair-et-ses-pollutions-0>
<https://www.ecologistasenaccion.org> › Participación › Otros idiomas ›
<https://www.atmo-guyane.org/air-et-polluants/la-pollution-de-lair/>
https://www.notre-planete.info/environnement/pollution_air/
www.environnement.gov.mr/fr/.../problematique-de-la-desertification-en-mauritanie
perspective.usherbrooke.ca/bilan/servlet/BMTendanceStatPays?langue=fr..
<https://fr.euronews.com> › Lifestyle › Voyage

TABLE DES MATIERES

AVANT-PROPOS.....	3
EXTRAIT DU PROGRAMME DE 4AS.....	5
LA CELLULE	7
I- Organisation de la cellule.....	7
A- Cellule vue au microscope optique.....	7
1- Microscope optique	7
2 - Cellule végétale.....	10
3 - Cellule animale.....	13
B- Cellule vue au microscope électronique.....	16
1- Principe du microscope électronique.....	16
2- Ultrastructure cellulaire.....	16
II- Divisions cellulaires.....	24
A- Mitose	24
1-Déroulement.....	25
2- Rôle de la mitose.....	26
3. Le cycle cellulaire.....	26
B- Méiose.....	27
1- Première division.....	27
2- Deuxième division.....	28
EXERCICES.....	29
LA REPRODUCTION CHEZ L'HOMME	33
I- Les appareils génitaux.....	33
A- L'appareil génital male.....	33
B - L'appareil génital de la femme	34
II- La Puberté.....	36
III- La production des gamètes.....	37
A- Spermatogenèse.....	37
B- Ovogenèse.....	39
IV- Fécondation.....	40
V- La nidation.....	42
VI- Hygiène de l'appareil reproducteur.....	42
A- Les infections sexuellement transmissibles.....	42
1-Généralités.....	42
2- Exemples d'IST.....	43
B- Mesures d'hygiène.....	44
EXERCICES.....	45
SYSTEME NERVEUX	49
I- Organisation générale.....	49
A- Vue d'ensemble.....	49
B- Structure des centres nerveux.....	51
1- Encéphale.....	51
2- Moelle épinière.....	52
C- Structure de nerfs.....	52

D- Structure d'un neurone.....	53
II- Fonctionnement du système nerveux.....	53
A- Propriétés du tissu nerveux.....	54
B- Mouvements involontaires : reflexe inné.....	56
C- L'activité cérébrale.....	56
1-La sensibilité consciente.....	57
2- La motricité volontaire.....	58
III- Hygiène du système nerveux.....	58
1- Règles générales.....	59
2- Le stress.....	60
3- Les drogues et leurs effets.....	61
EXERCICES.....	
LES OS	65
I- Description.....	65
A- Squelette de la tête.....	65
1- Le crâne	65
2- La face	65
B- Le tronc.....	66
C- Les membres.....	67
1- Les membres supérieurs.....	67
2- les membres inférieurs.....	68
II- Structure d'un os.....	69
III- La composition chimique d'un os.....	70
IV. La croissance des os.....	71
1-Croissance en longueur.....	71
2-Croissance en épaisseur.....	72
V- Accidents et hygiènes des os.....	72
1- Les fractures.....	72
2- Les déformations.....	72
3- Le rachitisme.....	73
EXERCICES.....	74
LES MUSCLES	75
I- Structure.....	75
1- Types de muscles squelettiques.....	75
2. Fibre musculaire.....	76
3- Propriétés.....	77
II-Contraction musculaire.....	78
1- Dispositif d'enregistrement.....	79
2-Réponse à une stimulation unique : Secousse musculaire.....	79
3- Réponses à une série d'excitation.....	80
III- Les accidents.....	81
EXERCICES.....	82
LES ARTICULATIONS	85
I. Définition.....	85
2. Classification	85
3- Les accidents des articulations.....	86

EXERCICES.....	89
GRANDS PROBLEMES ECOLOGIQUES ACTUELS.....	91
I- Pollution.....	91
A- Pollution de l'air.....	91
B- Pollution du sol.....	92
C- Pollution de l'eau.....	93
D- Pollution du littoral.....	95
E- Mesures de protection.....	96
II- Changements climatiques.....	97
III- Gestion des déchets.....	99
EXERCICES.....	101
STRUCTURE ET FONCTIONNEMENT DU GLOBE TERRESTRE.....	103
I - Séisme.....	103
A - Définition et caractères généraux.....	103
B-Enregistrement.....	105
C - Echelles.....	107
1. Intensité.....	107
2. Magnitude.....	108
D - Structure de la terre.....	108
II. Volcanisme.....	111
A. Définitions et caractères généraux.....	111
B. Produits volcaniques.....	112
1. Produits gazeux.....	112
2. Produits solides.....	112
3. Produits liquides.....	114
C-Classification.....	115
III. Répartition des séismes et des volcans dans le monde.....	116
V. Roches magmatiques.....	117
A. Roches plutoniques.....	117
1. Granite.....	117
2. Autres roches plutoniques.....	119
B. Roches volcaniques.....	120
1. Basalte.....	120
2. Autres roches volcaniques.....	121
EXERCICES.....	124
BIBLIOGRAPHIE.....	132
REFERENCES	133
TABLE DES MATIERES.....	134