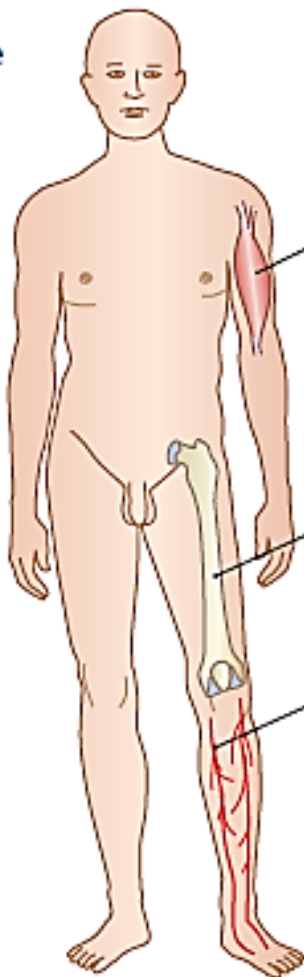


# Cahier de l'élève

Sciences de la Vie et de la Terre (SVT)

## Composition générale biochimique du corps humain (pourcentage de la masse corporelle)

- eau : 65 %
- protéines : 18 %
- sels minéraux : 8,9 %
- acides nucléiques : 3,7 %
- lipides : 3 %
- glucides : 1,4 %



## Répartition des constituants dans différents tissus (pourcentage de la masse)

### Tissu musculaire squelettique

- eau : 75 %
- protéines : 15 à 20 %
- lipides : 2 %
- glycogène, sels minéraux : variable

### Tissu osseux

- sels minéraux : 45 %
- protéines (osséine) : 30 %
- eau : 25 %

### Plasma sanguin, composé du tissu sanguin

- eau : 91 %
- protéines : 7 %
- autres composés (nutriments, lipides, gaz respiratoires...) : 2 %

## 11<sup>ème</sup> Sciences

Nom .....Prénom :.....

Ecole :.....

Année scolaire :.....

République du Mali  
Un Peuple-un But-une Foi



Sciences de la Vie et de la Terre (SVT)

## Introduction

Le cahier de l'élève est un document d'activité pédagogique qui contient les activités et une synthèse générale de chaque concept du programme de SVT niveau 11<sup>ème</sup> Sciences.

Ce document a été rédigé par **Mr Dembélé Abdoulaye Seydou**, Professeur d'enseignement secondaire, **major de la promotion 2018 Master SVT de l'Ecole Normale Supérieure de Bamako (ENSup)** avec l'appui de **Mr Traoré Adama** de la même promotion ; afin de faciliter l'enseignement/apprentissage des SVT en classe de 11<sup>ème</sup> Sciences surtout dans l'application de l'APC.

En effet le manque de documentation rend très difficile voire impossible l'application de l'APC. Recopier les activités et organiser les travaux de groupes demande beaucoup de temps, par conséquent il est difficile d'épuiser le programme. Ce document a pour but de permettre au professeur un gain de temps dans l'exécution de la leçon ; permettre aux élèves une économie d'énergie et de faciliter l'application de l'APC.

**A l'intention des élèves !!! Avoir ce document ne remplace pas la présence en classe. Les synthèses générales ne peuvent pas remplacer les activités.**

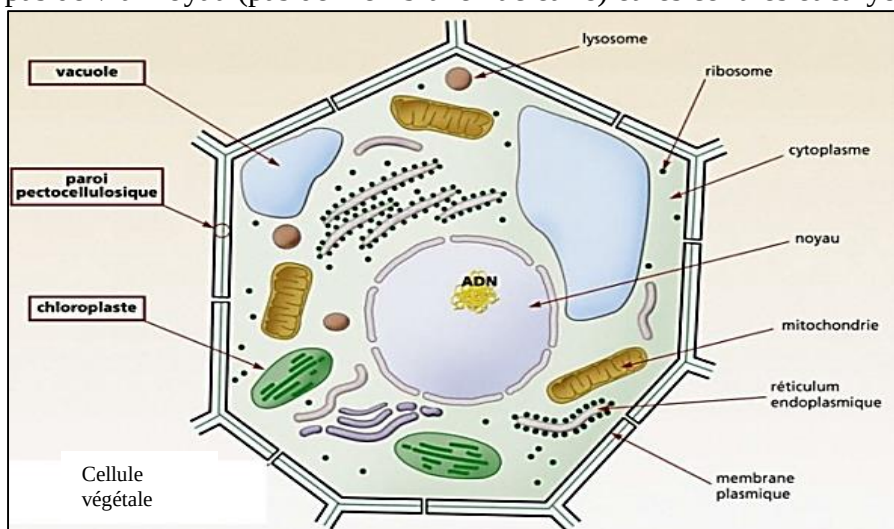
## Histoire de la Terre et de la Vie.

La Terre, planète du système solaire s'est formée il y a 4,6 milliards d'années. Les premières étapes de son évolution (diminution de température, formation des océans...) ont permis l'apparition de la vie, environ un milliard d'année plus tard. Les premiers êtres vivants étaient sans doute des bactéries comparables à celles vivant actuellement dans les sources chaudes (90°C). Les événements géologiques ayant affecté la surface de la Terre (déplacement des continents, formation des chaînes de montagnes, fluctuations du climat, chute sur Terre de météorites géantes...) ont modifiés les milieux et les peuplements ont changé. Parfois ces modifications de la faune et de la flore ont été définitives suite à des extinctions massives d'espèces et l'apparition de nouvelles espèces. Ces extinctions massives ainsi que les grands événements géologiques ont été utilisés pour subdiviser les temps géologiques en ères et en périodes plus courtes.

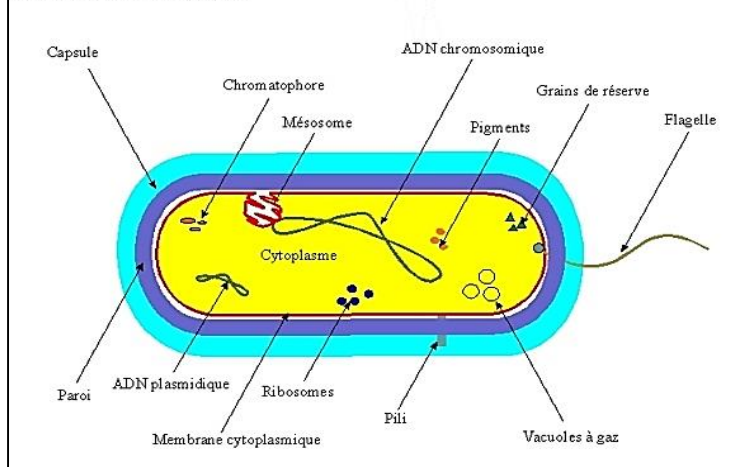
### Organisation de la vie

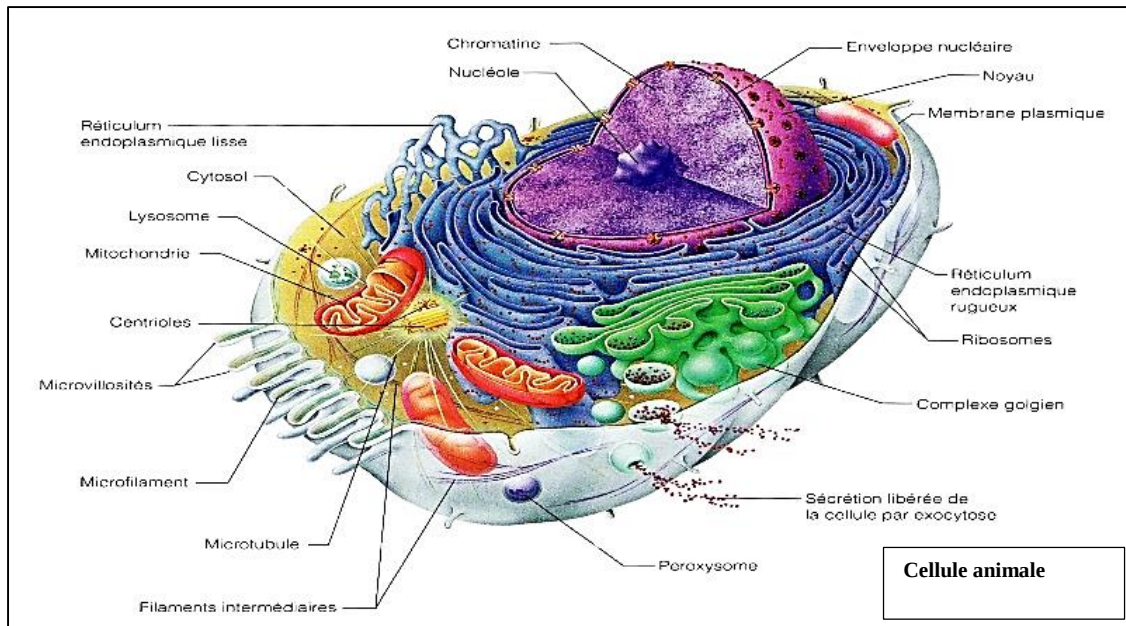
Il y a de très nombreux êtres vivants différents les uns des autres sur Terre, c'est ce que l'on appelle la Biodiversité. Les conditions de vie de ces êtres vivants sont intimement liées aux facteurs de leurs milieux de vie. Pourtant, on peut observer des points communs entre eux, comme la présence de cellules.

La cellule est l'unité structurale et physiologique des êtres vivants à l'exception des virus. Il existe deux grands groupes de cellules : les cellules procaryotes ou bactéries qui ne possèdent pas de vrai noyau (pas de membrane nucléaire) et les cellules eucaryotes qui en possèdent un.



### cellule bactérienne





### Les organites :

Les membranes cellulaires forment un réseau qui permet de délimiter différents compartiments dans la cellule (les organites) chacun jouant un rôle bien précis. En comparant les organites de la cellule animale et ceux de la cellule végétale, nous constatons que ce sont pratiquement les mêmes, la cellule végétale possédant toutefois en plus des chloroplastes mais pas de centrosome. Il est possible de regrouper ces différents éléments de l'ultrastructure cellulaire en fonction des rôles qu'ils assurent dans la cellule.

**Le noyau :** C'est un organite sphérique ou ovale séparé du cytoplasme par la membrane nucléaire. Elle a une particularité, c'est qu'elle comporte des pores qui lui permettent de communiquer avec le cytoplasme et avec le réticulum endoplasmique.

Le noyau est composé de 3 éléments : **Le nucléoplasme** : liquide gélatineux, **le nucléole** : « le noyau du noyau » composé de l'ARN. C'est à ce niveau que sont assemblés les ribosomes et **la chromatine** (composée d'ADN). Le noyau assure la vie cellulaire (il dirige les divisions cellulaires : mitose et méiose, transmet le matériel génétique : ADN).

**Les ribosomes :** Petits granules composés d'ARN, ils sont soit libres dans le cytoplasme soit fixés sur le réticulum endoplasmique pour donner le RE granuleux. Il permet la synthèse des protéines à partir des acides aminés.

**Le réticulum endoplasmique :** Il est constitué de sacs aplatis qui forment un réseau tubulaire dans le cytoplasme. Le REG stock et distribue les protéines synthétisées. Le REL synthétise des lipides et des lipoprotéines et stock les réserves de calcium.

**L'appareil de Golgi :** Il est formé de sacs membraneux aplatis appelés des citernes. Elles sont empilées les unes sur les autres et présentent des renflements à leurs extrémités qui se détachent pour former des vésicules. Il récupère les protéines qui ont été synthétisées par les ribosomes libres et il les excrète dans le milieu extracellulaire.

**Les mitochondries :** Ce sont des structures allongées composées de deux membranes : la membrane interne comporte des crêtes. Les mitochondries assurent la respiration cellulaire (produisent de l'énergie à partir du glucose qui est stocké sous forme d'ATP).

**Les lysosomes :** Organites arrondis entourés d'une membrane.

**Enzymes :** molécule d'origine protéique capable de détruire par réaction chimique de nombreuses substances. Elles dégradent les molécules ou les bactéries.

**Les centrioles :** A l'intérieur de chaque cellule animale il existe toujours 2 centrioles qui sont disposés perpendiculairement l'un à l'autre. Ils sont à proximité du noyau car ils dirigent le sens de la division cellulaire.

**Les vacuoles :** Ce sont des petites cavités sphériques, mobiles dans le cytoplasme. Elles tiennent en réserve des substances que la cellule utilisera ultérieurement et permettent l'évacuation des déchets de la cellule.

**Les inclusions :** Ce sont des substances chimiques contenues dans le cytoplasme (ex : le glycogène).

# BIOLOGIE

## APERÇU DU PROGRAMME

### **I. Concept général I : écologie.**

- Etude sociologique des formes végétales
- Etude sociologique des formes animales

### **II. Environnement et santé.**

- Environnement et santé.

### **III. Transformation de la matière et flux d'énergie chez les êtres vivants.**

- La nutrition minérale d'un végétal chlorophyllien.
- L'élaboration de la matière organique.
- La chlorophylle et la conversion de l'énergie lumineuse en énergie chimique.
- L'alimentation des animaux.
- L'utilisation des nutriments par l'organisme : la libération et la conversion d'énergie.
- Les besoins alimentaires chez l'Homme.
- L'adaptation de l'alimentation aux besoins de l'organisme : les rations alimentaires.
- L'interdépendance des êtres vivants dans la transformation des substances.

## Concept général 1 : Ecologie

### Sous-concept 1 : Notion d'écologie

#### Pré-évaluation :

Qu'est-ce qu'un écosystème ?

Quelles sont les caractéristiques d'un écosystème ?

#### Situation problème :

Dans un écosystème plusieurs organismes (animaux et végétaux) vivent associés. La vie de chacun de ces individus dépend de celle des autres.

Comment sont organisés les organismes au sein d'un écosystème ?

Quelles sont les critères de base de l'étude des êtres vivants d'un écosystème ?

### Activités

#### Activités 1 : Rappel sur la notion d'écologie.

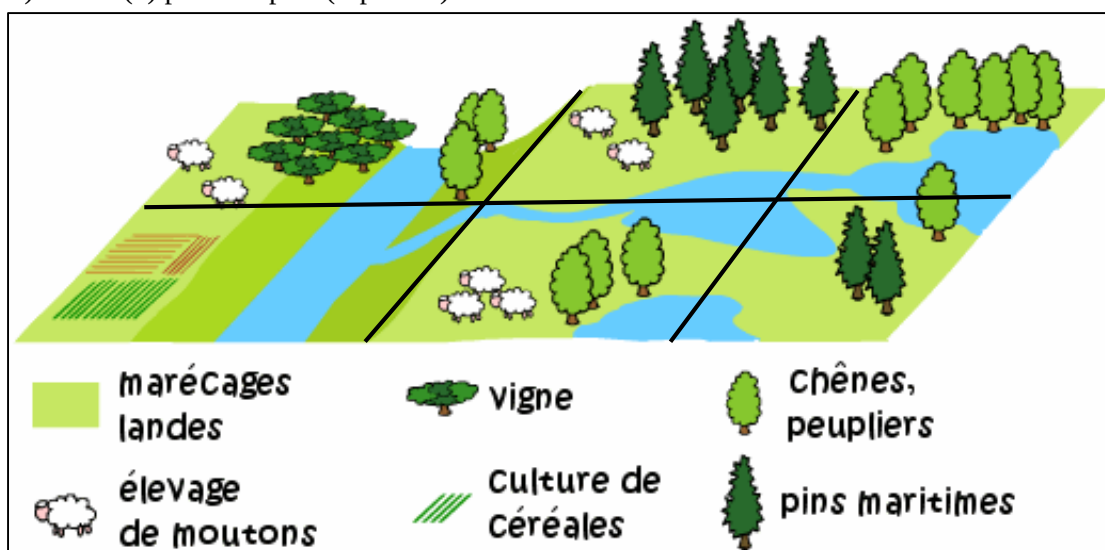
**Consigne :** à partir de vos connaissances antérieures :

1. Définis écologie, facteurs écologiques, un écosystème
2. Classe les différents éléments d'un écosystème et donne un nom à chaque groupe.

#### A) Etude sociologique des formes végétales

##### Activité 2 : organisation horizontale.

Soit un milieu naturel (M) avec différentes espèces végétales qui la peuplent, sur ce milieu on a recensé 29 pieds d'arbres, dont huit (8) pieds de vigne (espèce A), treize (13) pieds de chênes peupliers (espèce B) et huit (8) pieds de pins (espèce C).



Doc 1 : organisation horizontale des végétaux.

**Consigne :** à partir des données de ce milieu :

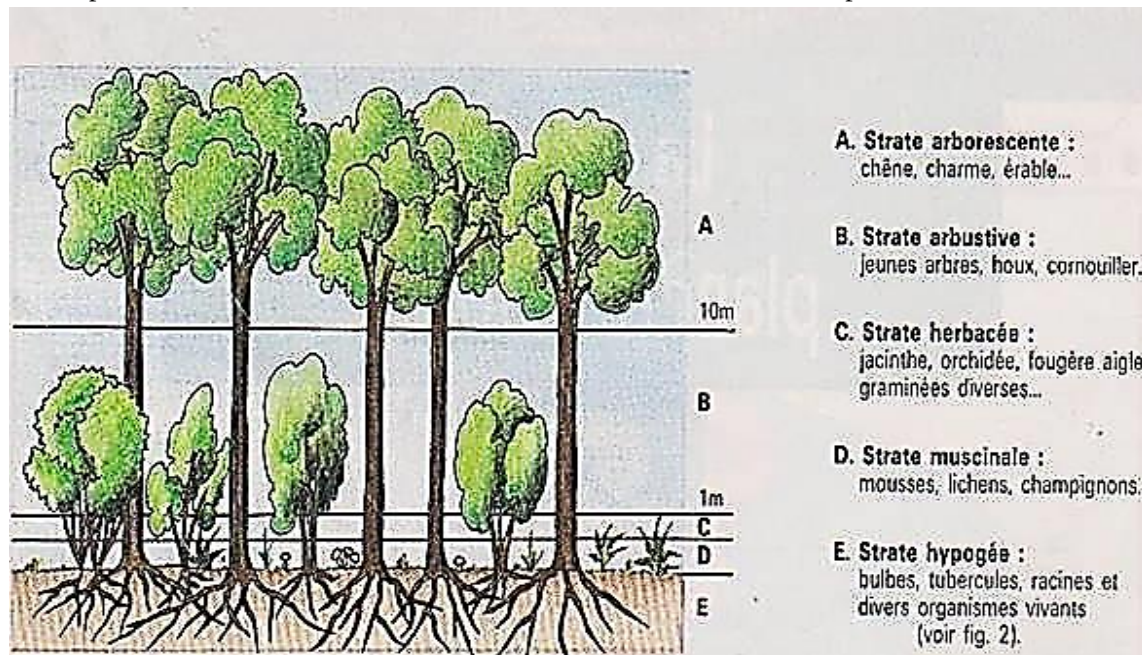
1. Trouve le nombre des espèces végétales de ce milieu
2. Trouve l'espèce la plus abondante, et définis abondance.
3. Trouve l'espèce dominante, et définis la dominance.
4. La fréquence d'une espèce est la présence effective signalée de ses individus par rapport au nombre total des relevés effectués. Elle s'exprime en pourcentage : c'est la régularité de rencontrer des individus de l'espèce dans les relevés.

$$\text{Fréquence (F)} = \frac{\text{nombre de relevé contenant l'espèce}}{\text{nombre de relevé totale}}$$

Calculer la fréquence des espèces A et B en faisant 6 relevés dans ce milieu.

### Activité 3: organisation verticale.

La taille des êtres augmente ou diminue par rapport aux conditions imposées par le milieu. Les végétaux sont repartis verticalement à la surface de la terre selon leur taille et en plusieurs niveaux.



Doc 2 : organisation verticale des végétaux.

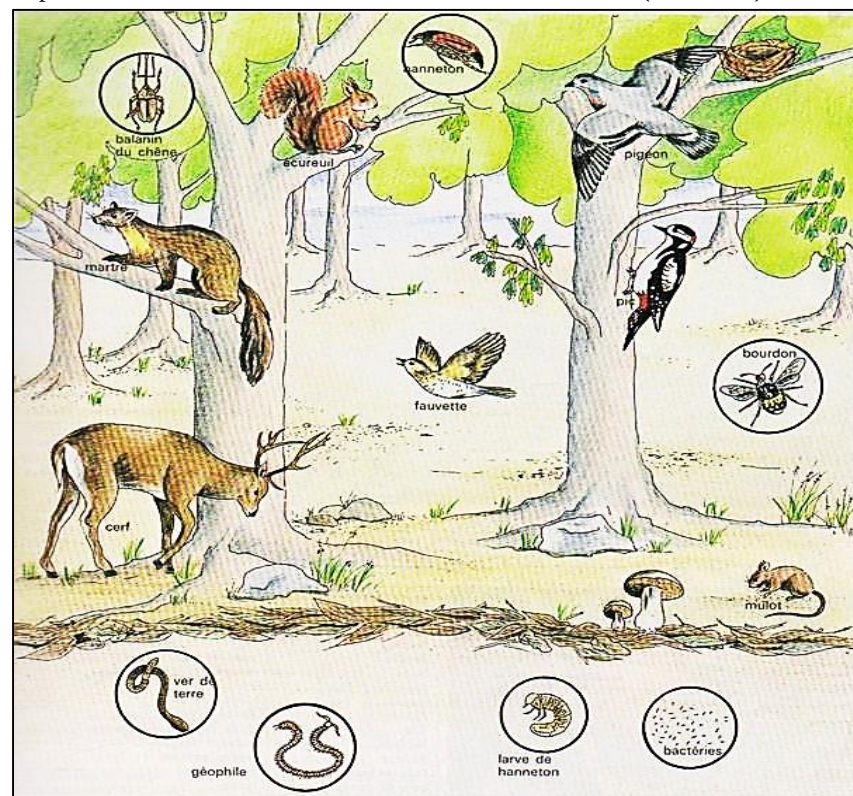
**Consigne :** A partir du texte ci-dessus et du document 2,

Définir l'organisation verticale des végétaux et donne les différents niveaux.

### B) Etudes sociologiques des formes animales

#### Activité 4 : organisation des animaux

Les êtres vivant agissent sur leur milieu. Ainsi la présence des animaux influence sur les conditions du milieu. Cependant le milieu a aussi une influence sur les animaux. (Doc3 et 4)



Doc 3 : organisation des animaux



**Doc 4.**

**Consigne.**

1. Dénombrer les espèces animales du document 4.
2. Quel est l'espèce le plus représenté ?
3. Comment ces animaux sont-ils organisés ?
4. Comment sont réparties les différentes espèces animales ? (Doc 3)
5. Définis une fréquence chez les animaux, donne sa formule et ses indices.

### Synthèse générale

**I- Etude sociologique des formes végétales :**

**1- Organisation horizontale :** tout groupe végétal peut-être défini par l'ensemble de ses caractéristiques.

- a. **Abondance-dominance :** on dit que les individus d'une espèce sont abondants dans une surface lorsqu'ils sont très nombreux. La dominance s'exprime par la surface couverte par l'espèce étudiée.
- b. **Sociabilité :** s'exprime de façon dont les individus d'une même sont réparties les uns par rapport aux autres.
- c. **Vitalité :** c'est l'expression du degré de vigueur des individus d'une espèce.
- d. **Zonation :** c'est la répartition des individus d'une espèce dans les différentes zones.
- e. **Dynamique des groupements végétales :** un groupement végétal est un ensemble des plantes réunies sur le même espace. Les formations végétales d'un milieu évoluent dans le temps et dans l'espace, c'est-à-dire qu'elles ne restent pas stables, elles peuvent être :
  - **Progressive :** si la progression évolue vers le climat. Les plantes pionnières instables d'abord et sont progressivement remplacés par d'autres puis la forêt.
  - **Régressive :** si la formation végétale s'éloigne de plus en plus du climat c'est-à-dire que les espèces disparaissent.

La dynamique des groupements végétaux est l'ensemble des modifications subi par les végétaux de la formation végétale dans le temps et dans l'espace.

- f. **La périodicité :** correspond aux diverses transformations subies par les végétaux du milieu au cours des saisons.

## **2- Organisation verticale :**

Dans la forêt les végétaux se répartissent dans le sens de la hauteur en plusieurs niveaux appelés strates (couches). On distingue de haut en bas :

- La strate arborée ou arborescente : c'est la strate des grands arbres,
- La strate arbustive : c'est la strate des arbustes,
- La strate herbacée : c'est la strate des herbes et herbacées,
- La strate muscinale : c'est la strate des algues, mousses, champignons ;
- La strate hypogée : c'est la strate des rhizomes, bulbes, tubercules.

**NB :** toutes ces strates n'existent pas obligatoirement partout.

## **II- Etude sociologique des formes animales**

Le monde animal, peut comme le monde végétal, être décrit de façon qualitative et quantitative. Cependant, la mobilité des animaux, leurs changements fréquents d'habitat avec les saisons et même des heures de la journée, avec aussi pour beaucoup d'entre eux, les stades de leurs développements (Hanneton), font que l'étude de leurs groupements est beaucoup plus difficile que celle des végétaux.

### **1. Organisation verticale :**

En milieu terrestre, il est facile de distinguer :

Des animaux qui volent ou qui grimpent (insectes, oiseaux, écureuil...) hôtes des strates arborescentes et arbustives.

Des marcheurs et des rampants (mammifères, reptiles, batraciens...) vivant dans les strates herbacée et muscinales.

Des fouisseurs et petits animaux du sol (taupes, vers de Terre, campagnols...) qui correspondent à la strate hypogée.

En milieu aquatique d'eau douce, on peut reconnaître des animaux qui marchent sur l'eau ; nagent ; marchent ou tiennent sur le fond ; fouissent la vase.

### **2. Organisation horizontale :**

La technique des relevés, de pratique courante pour les végétaux, peut être facilement réalisée pour les animaux fixés, elle est encore utilisable pour les sédentaires qui se déplacent peu ; elle est d'utilité plus aléatoire pour les espèces très mobiles.

Il faut souvent faire de nombreux relevés, pendant plusieurs années pour se rendre compte de l'abondance, et de la fréquence en un lieu donné des espèces très mobiles.

La notion de dominance, nette chez les plantes, l'est encore dans le monde animal, pour les espèces grégaires et pour celle qui vivent, seules ou presque seules.

### **3. Dynamisme des populations animales :**

L'Homme peut à l'échelle de sa durée, se rendre compte de modifications de populations animales d'un milieu déterminé ; les données de la paléontologie ont mis en évidence des modifications de faunes aux périodes géologiques, en des régions précises, dues à des changements des conditions écologiques.

## Concept général 2 : environnement et Santé

### Sous concept 1 : Environnement et santé.

#### Pré-évaluation :

Comment attrape-t-on les maladies ?

Comment peut-on les éviter ?

#### Situation problème :

Dans le but d'améliorer ses conditions de vie, l'homme invente beaucoup de techniques qui lui permettent d'exploiter de plus en plus son environnement ; et cela n'est pas sans conséquences néfastes. De jours en jours les ressources naturelles diminuent, les forêts disparaissent, le changement climatique est devenu une question d'actualité.

Quelles sont les causes et les conséquences de la dégradation de l'environnement ?

En quoi la dégradation de l'environnement nuit à la vie des Hommes ?

Comment peut-on prévenir la dégradation de l'environnement ?

#### Activités :

#### Activités 1 : définition de l'environnement (rappel).

**Consigne :** à partir de vos connaissances antérieures :

Définir l'environnement et citer les caractéristiques de l'environnement.

#### Activité 2 : Dégradation de l'environnement.

**Texte :** Les ressources naturelles d'un pays comprennent le sol (terre), les eaux, les plantes, les animaux et les minéraux. La recherche d'un meilleur cadre de vie des populations du pays passe par des activités exercées par les hommes pour la transformation de ce capital ou potentiel que constituent ces ressources naturelles en biens de consommation servant de déterminant de base à long terme pour un développement et une croissance. Si le moyen ou l'outil de transformation de ces ressources naturelles est et demeure la technique, le problème clé devient la recherche d'un équilibre entre la technique et la nature qui secrete ces ressources, autrement dit il faut trouver un compromis entre les deux en faveur des ressources naturelles et parfois au dépend de la technique qui doit forcément s'adapter mais pas l'inverse. Cette attitude de protection de l'environnement et de l'écologie trouve son explication dans le fait que ces ressources sont des dons de la nature qui demandent simplement à être bien gérés afin de maintenir un certain équilibre avec une amélioration des conditions de vie des populations actuelles (présentes) et celles des générations futures. En général l'homme utilise les ressources naturelles à des fins de production : sols et terres pour l'agriculture et comme pâturages pour l'élevage, les cours d'eau et les lacs pour la pêche, la forêt pour la production de bois : bois de chauffe, bois d'œuvre et bois de production, les animaux sauvages pour la viande et d'autres besoins.



doc.1

**Consigne** : à partir du texte ci-dessus et de vos propres connaissances :

1. Enumérer les causes de la dégradation de l'environnement.
2. Cite quelques polluants de l'environnement.
3. Quelles sont les conséquences de la dégradation de l'environnement ?

### Activité 3 : conservation de l'environnement.

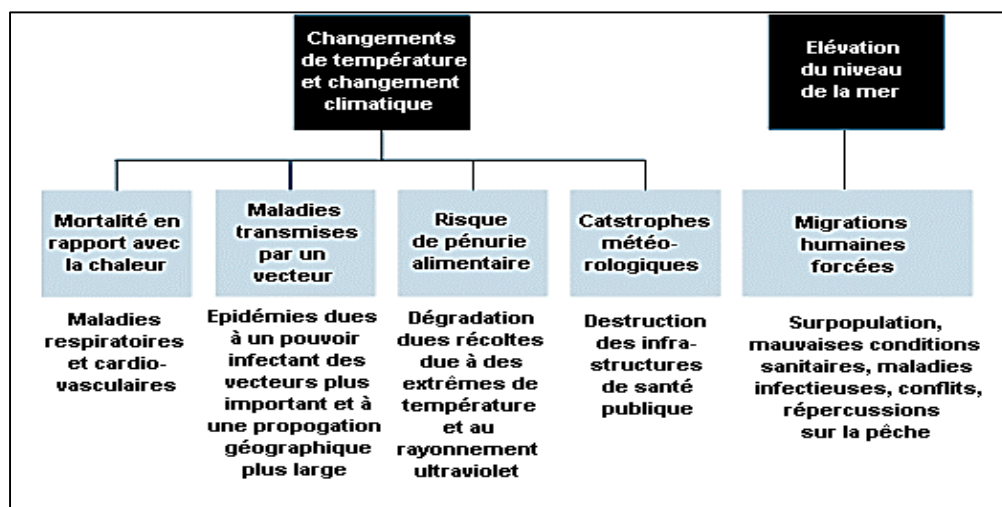
**Consigne** : à partir des réponses à l'activité 2

Quelles mesures faut-il mettre en place pour protéger notre environnement ?

Cite quelques espèces protégés au mali.

### Activité 4 : dégradation du cadre de vie et santé.

L'état de l'environnement détermine la vie des humains des humains qui la peuplent. L'Homme tire dans son environnement les éléments dont il a besoins et y rejette ses déchets. Ainsi il est confronté aux effets de modifications de son milieu.



Doc 2.

**Consigne** :

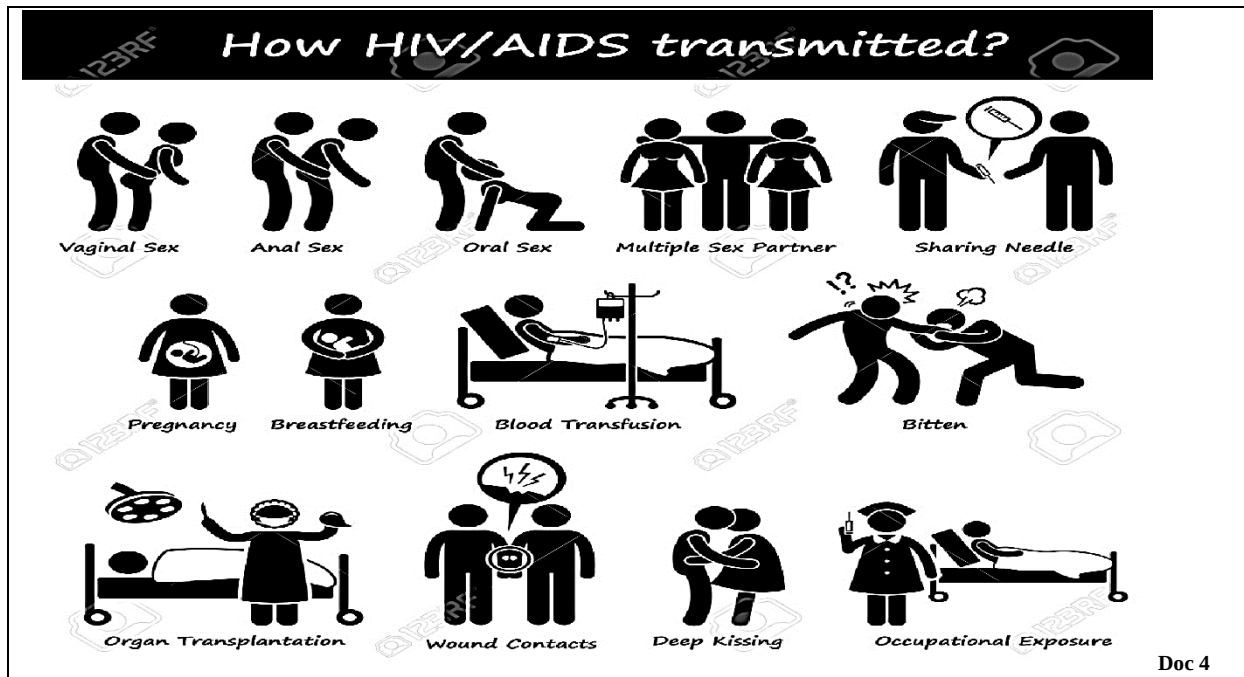
1. Quelle sont les conséquences de l'insalubrité ?
2. En quoi notre santé est liée à notre environnement ?

### Activité 5 : le VIH/SIDA

Les premiers cas de SIDA ont été décrits en 1981 aux USA. En effet, les cliniciens ont observé la survenue d'infections pulmonaires chez des sujets homosexuels. Dans la même période, on a observé chez ces sujets homosexuels l'apparition d'une forme de cancer qui s'appelle sarcome Kaposi. La particularité de ces malades était le déficit immunitaire. On a très vite associé le déficit immunitaire à l'homosexualité, mais les cas en Afrique ont conduit les spécialistes à étudier d'autres facteurs de risques : la transfusion sanguine chez les hémophiles et l'hétérosexualité. Mais le problème restait à déterminer la cause du déficit immunitaire. Les recherches menées par Luc Montagnier en France et de Robert Gallo aux USA ont permis d'identifier le virus du SIDA en 1983. Les premiers tests diagnostiques ont vu le jour en 1985.

**Consigne** : à partir du doc 4 et du texte :

- 1- Définis le VIH/SIDA.
- 2- Citer les voies de transmission du sida.
- 3 Citer les actions qui ne permettent pas la transmission du sida.
- 4- décrire le VIH.
- 5- Citer les facteurs qui favorisent la transmission du VIH et du sida.
- 6- Citer les moyens de lutter contre le sida.



## Synthèse générale

L'environnement est tout ce qui nous entoure, ensemble des éléments naturelles et artificiels où se déroule la vie humaine.

L'environnement présente alors deux éléments fondamentaux, en interactions permanente :

Des éléments biotiques (animaux, végétaux et microorganismes) et des éléments abiotiques : climatiques (température, vent, humidité etc.) et édaphiques (nature, structure, porosité du sol).

### 1. Dégradation de l'environnement :

Pour assurer une bonne conservation de la diversité biologique, il est indispensable d'avoir une bonne compréhension des facteurs responsables de la dégradation de cette diversité. C'est par la maîtrise de ces facteurs que l'on assurera la conservation et la pérennité des ressources biologiques. L'extinction de certaines espèces ainsi que la perte de souches génétiques et des types d'écosystèmes compromettent les opportunités d'un développement durable.

Le défi majeur qui se pose est la satisfaction des besoins en ressources biotiques d'une population de plus en plus nombreuse par des systèmes de production demeurés extensifs et peu productifs.

#### a) Déforestation

Au début du XXe siècle, la couverture forestière représentait 5 milliards d'hectares qui sont tombée aujourd'hui à 3,9 milliards d'hectares, couvrant 30% des terres émergées. L'activité humaine fait reculer leur surface de 0,2% par an.

Les forêts primaires sont détruites plus rapidement que les autres (celles qui n'ont jamais été exploitées et dont les processus biologiques sont intacts). On estime que seuls 40% de forêt mondiale peut rentrer dans cette catégorie.

La plupart des entreprises qui dominent le marché mondial des produits forestiers s'intéressent surtout aux variétés rares qui poussent dans les forêts primaires, car plus rentables.

En parallèle de l'utilisation des bois tropicaux, les agro-carburants, l'élevage, la culture du palmier à huile sont les responsables de la déforestation.

Les forêts tropicales soumises au brûlis ou coupes à blanc se régénèrent très rarement, devenant des landes ou buissons bas qui sont pourtant comptabilisés comme « forêt ».

L'impact de la destruction et de la dégradation des forêts induit chaque année environ 20% des émissions mondiales de CO<sub>2</sub> (1,7 Gt). En effet, détruites par le feu et les coupes, dégradées par l'exploitation du bois, les forêts renvoient dans l'atmosphère le carbone qu'elles retenaient, contribuant au dérèglement

du climat. Les puits de carbone perdent ainsi leur force et capacité de régulation. Au total, les émissions mondiales humaines sont de 6,8 Gt par an.

#### **b) Surpâturage**

Les pâturages sont en diminution constante à cause de la concentration des troupeaux autour des points d'eau et des villages, de la suppression des couloirs de passage du bétail, etc.

Ce qui a engendré un glissement progressif des terroirs pastoraux du nord (zone sahélienne) vers les zones soudanienne et guinéenne du Sud, accentuant notamment les conflits fonciers entre agriculteurs et éleveurs.

La pâture a une incidence sur les processus interactifs de la physiologie végétale et de la biologie des sols. La forte saisonnalité qui caractérise l'utilisation des ressources pastorales dans la zone sahélienne limite les risques de surpâturage et les préjudices environnementaux qui en découlent à de courtes périodes et à des zones restreintes.

#### **c) Feux de brousse**

La perte de la matière organique végétale, qui résulte des feux, réduit la fertilité des sols, entraînant une baisse de leur productivité. Les éleveurs allument des feux en savane et dans les plaines inondées à graminées pérennes pour stimuler la reprise de la croissance et de disposer d'herbe verte de grande qualité nutritive. Lorsqu'ils sont allumés en zone sud-sahélienne, où le fourrage herbacé est formé d'espèces annuelles, ils détruisent entièrement le tapis herbacé privant ainsi le bétail de pâturage. Les feux ont des effets néfastes sur la végétation ligneuse. Les pousses annuelles fragiles meurent, compromettant ainsi la régénération de la végétation.

En détruisant la végétation herbacée et en réduisant le recouvrement ligneux, les feux dégradent les habitats indispensables à la faune. Les populations de reptiles, oiseaux, batraciens, insectes qui dépendent des micro-milieus de la strate herbacée sont réduites. Les petits animaux comme les insectes marcheurs qui ne peuvent pas échapper aux feux sont tués.

#### **d) Braconnage**

Aujourd'hui nous assistons à une période de grande extinction des espèces vivantes. Bien des spécialistes prévoient que 30% des espèces pourraient avoir disparu en 2050. La commission du développement durable des Nations Unies évoque une « crise mondiale majeure de la disparition des espèces ». La dégradation accélérée des habitats et ressources vivantes contribue à cette extinction dont l'impact est estimé entre 500 et 10 000 fois le taux naturel (Millenium Ecosystem Assessment). Il y a déjà eu dans l'histoire de la Terre cinq périodes de grande extinction, mais celle-ci est due à l'activité humaine (destruction des milieux naturels, chasse, surpêche, pesticides, pollutions, effet de serre, etc.). La faune et la flore sont plus sensibles à la pression humaine : 83% de la surface terrestre est affectée par « l'empreinte humaine », l'espace de terre nécessaire aux activités des hommes. Le braconnage reste aussi important : on considère que le « chiffre d'affaires » du trafic d'animaux sauvage dans le monde rapporterait 5 milliards de dollars. La quantification de la diversité du vivant est sans cesse réévaluée, mais se situe actuellement à environ 3,6 millions d'espèces. Selon l'Union internationale pour la conservation de la nature, les 11 046 espèces menacées de disparition représentent un tiers des mammifères (et la moitié des mammifères qui seraient en déclin), 12% de toutes les espèces d'oiseaux (70% des espèces déclinent), 25% des reptiles, 20% des amphibiens et 30% des espèces de poissons.

#### **e) La pêche abusive**

Les régions côtières accueillent près de 66% de la population mondiale. 700 millions de personnes dépendent de la pêche pour vivre. Or aujourd'hui, on assiste à un phénomène de surpêche : 60% des pêcheries maritimes du monde sont exploitées au maximum de leur capacité ou au-delà (source : rapport annuel du FAO 2001).

Après avoir épuisé les zones côtières, des navires de pêche de plus en plus sophistiqués et efficaces pour prendre le plus de poissons le plus rapidement ont été fabriqués pour s'attaquer aux grands fonds. Ces navires raclent le fond des océans jusqu'à 2000 m de profondeur avec des filets de plusieurs kilomètres

de long. Si ces bateaux sophistiqués (filets dérivants, sonars pour détecter les poissons) ne représentent qu' 1% de la flotte mondiale de pêche, ils assurent la moitié des prises mondiales.

Les prises de pêche de haute mer ont quintuplé de 1950 (19 millions de tonnes) à 1997 (93 millions de tonnes). Depuis, la pêche maritime stagne, en raison d'une raréfaction des poissons.

Un tiers des espèces de poissons est aujourd'hui en danger, une tierce peine à se renouveler et un tiers seulement est préservé. Des poissons ont vu leur stock s'effondrer car la pression de la pêche ne permet plus aux espèces de se renouveler: les maquereaux, les cabillauds (les réserves ont diminué de 97% en 50 ans) les saumons, le thon rouge de l'Atlantique ainsi que menacées : l'églefin, le merlu, le hareng et la morue. Et l'effondrement de certaines espèces augmente la pression sur celles qui restent.

En plus de la surpêche, l'effondrement de certaines espèces est dû à la disparition des lieux de reproduction des poissons : 90% des poissons se reproduisent dans les marécages côtiers, les mangroves ou les rivières. Seulement 2% des océans et des mers sont interdits de pêche...

### **Les pollutions**

La pollution est la dégradation de l'environnement par des substances chimiques ou des déchets. Ce phénomène peut avoir un impact très important sur la sante, les écosystèmes et la biodiversité. C'est un phénomène ayant plusieurs origines mais deux d'entre elles restent majeures: l'origine humaine qui en est la cause principale et l'origine naturelle, par ailleurs ce phénomène présente de nombreux dangers pour l'environnement et l'être humain dont les conséquences pourraient s'avérer plus grave et même conduire à l'extinction de la race humaine; il est donc nécessaire pour les états d'adopter des mesures drastiques en vue de cesser la pollution, meilleure solution étant l'utilisation des énergies renouvelables.

### **2. Environnement et santé**

Aujourd'hui, nous savons que l'environnement a un impact fort sur la santé mais il est difficile d'en mesurer précisément les effets en raison notamment de multiples facteurs interdépendants les uns des autres, des effets à long terme et des différences individuelles de sensibilité.

L'Organisation Mondiale de la Santé(OMS) reconnaît ainsi que « l'environnement est la clé d'une meilleure santé », incluant dans ce terme des paramètres liés à la qualité des milieux (pollution de l'atmosphère, de l'eau, des sols, déchets mais aussi nuisances sonores, insalubrité, etc.) et à l'ensemble des activités humaines (air ambiant, accidents domestiques, violences urbaines, etc.). Une multiplicité de facteurs (physique, chimique, biologique, sociaux, psycho-sociaux et esthétique) peuvent avoir un impact sur la santé environnementale et peuvent l'aggraver par un effet cumulatif. Les substances chimiques, les polluants atmosphériques, agents biologiques (bactéries, moisissures...), bruit et champ électromagnétique ont un impact avéré sur la santé :

- 7 à 20% des cancers sont imputable à des facteurs environnementaux.
- Dans les 20 dernières années, un doublement des allergies respiratoires et chroniques a été enregistré : 10 % des adolescents présentent un asthme chronique.
- 14% des couples consultent un médecin pour des difficultés à concevoir un enfant : une partie de ces problèmes pourrait être due à une exposition à des produits chimiques toxiques.

### **3. Conservation de l'environnement.**

Le terme « gérer » recouvre de nombreuses réalités qui vont du non intervention à la restauration des habitats en passant par les réintroductions d'espèces, les réhabilitations de sites naturels, les études, les suivis continus, les interventions de type fauche, pâturage ou brûlis. En effet, l'intérêt de rappeler que c'est bien l'homme qui a besoin de la nature nous ramène à plus de modestie et de réalisme par rapport à la portée de nos actions en faveur d'une nature qui, comme disait Stephen Jay Gould, « n'existe pas pour nous, n'avait aucune idée de notre venue et se fiche complètement de nous ».

Cela nécessite la mise en place de plusieurs mesures comme : le reboisement, le recyclage ; la lutte contre les facteurs de la pollution (produits chimiques, production de gaz à effet de serre...) le braconnage etc.

### Concept général 3 : Transformation de la Matière et le Flux d'énergie chez les Etres Vivants

#### Sous concept1 : La nutrition minérale d'un végétal chlorophyllien.

##### Pré-évaluation :

Qu'est-ce qu'un végétal chlorophyllien ?

Quelles sont les principaux organes d'un organisme végétal ?

##### Situation problème :

Dans un écosystème, les végétaux verts sont les producteurs primaires. Elles se développent sur le sol ou dans les eaux dans lesquels elles puisent les éléments nutritifs indispensables à leur survie.

De quoi se nourrissent les plantes ?

Comment la plante puise-t-elle les éléments nutritifs dont elle a besoins ?

#### Activités

##### A) La plante et l'eau.

##### Activité 1 : Mise en évidence de l'absorption d'eau chez les plantes vertes.

**Expérience 1 :** Deux plantes dont, les racines ont été délicatement débarrassées des particules terreuses qu'elles contiennent, l'une d'elle est plongée avec ses racines dans un tube rempli d'eau (fig. A) et l'autre se trouvant à sec dans un tube (fig. B). Après un certain temps, la plante B se fane, dépérit et accuse une déperdition de poids, par contre, celle de la figure A continue à vivre pendant un certain temps et enregistre une baisse de niveau d'eau dans le tube.

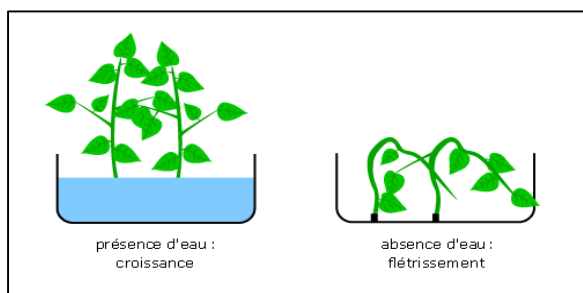


Figure B

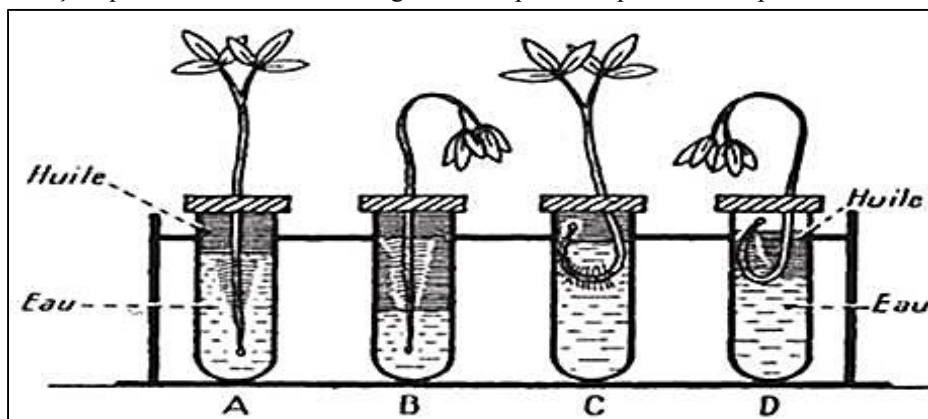
Figure A

**Consigne :** à partir du document et du texte ci-dessus :

1. Analyser l'expérience.
2. Nomme le phénomène dont il s'agit dans cette expérience.
3. Tire une conclusion.

##### Activité 2 : Mise en évidence des structures adaptées à l'absorption.

**Expériences :** Utilisons des jeunes plantules de ou la racine couverte de poils absorbants n'est pas encore ramifiée. Si nous plongeons l'extrémité non pilifère dans l'eau, la plantule se fane. Si c'est la zone pilifère qui est plongée dans l'eau, l'absorption se fait normalement, et la plante continue de vivre. Enfin si la racine est recourbée de façon que la subéreuse est immergée, l'absorption n'a pas lieu et la plantule se fane.



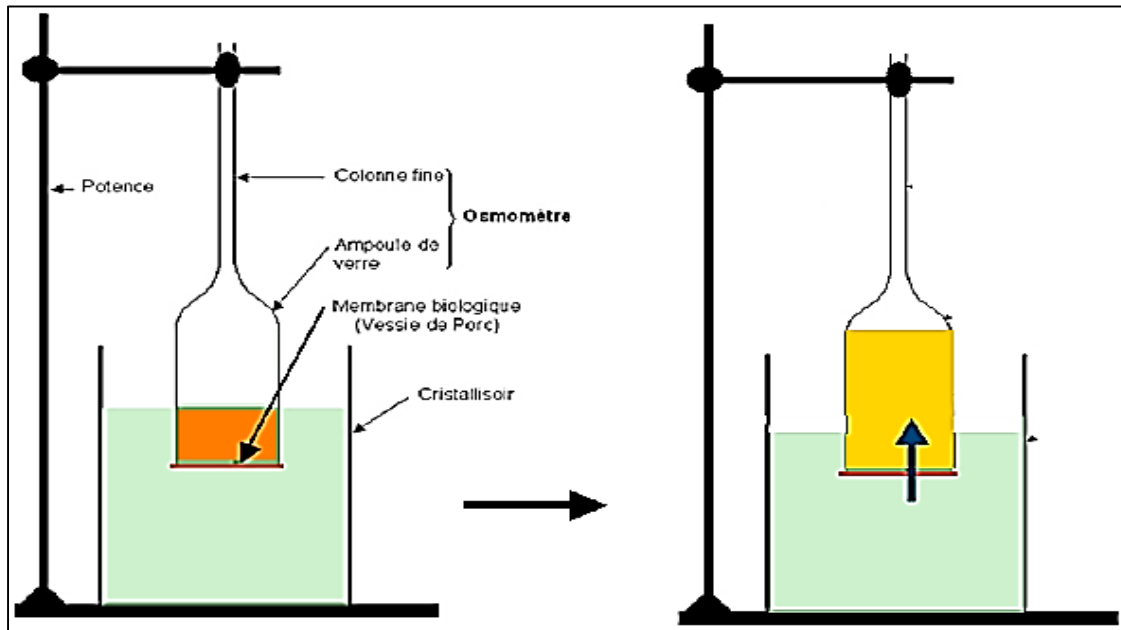
doc.1

**Consigne :** Interpréter ces résultats et tirer une conclusion.

### Activité 3 : Les mécanismes cellulaire de l'absorption.

#### A) Expérience de Dutrochet : le mécanisme d'osmose

Une ampoule de verre contenant un soluté (en orange) est plongée dans un solvant (eau, en vert clair). Une membrane semi-perméable (ici une vessie de porc) sépare les deux compartiments. Le solvant a diffusé au travers de la membrane cellulaire et dilué la solution jusqu'à ce que la pression hydrostatique de la colonne équilibre la pression osmotique (la pression minimum qu'il faut exercer pour empêcher le passage du solvant de la solution moins concentrée vers la solution plus concentrée).



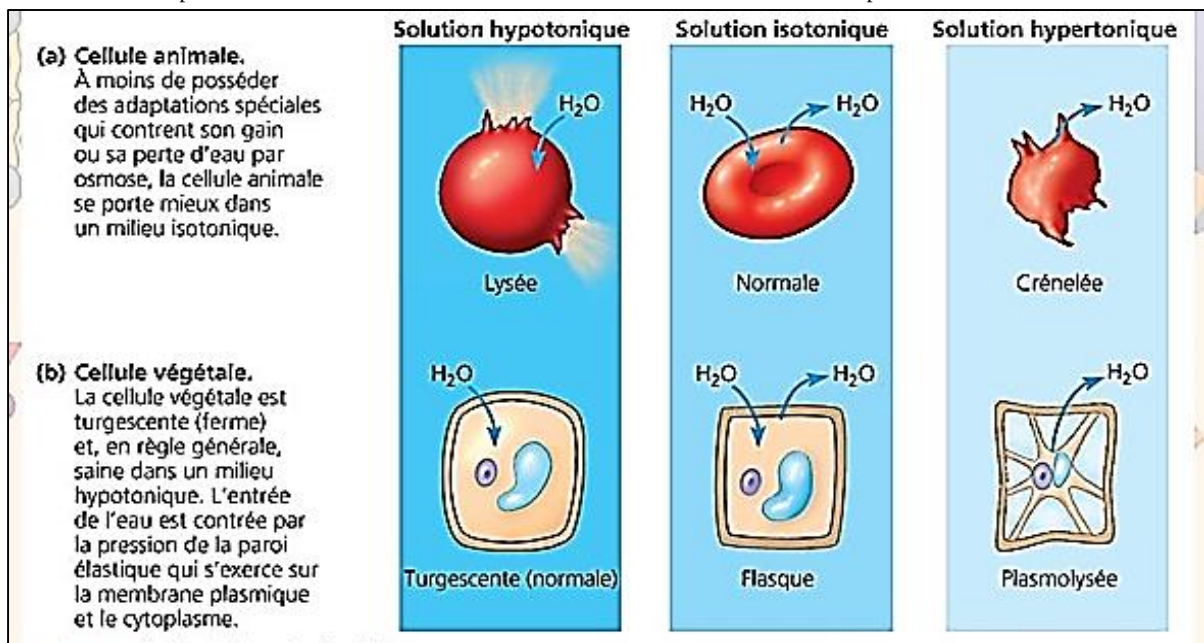
doc.2

**Consigne :**

1. Interpréter ces résultats et tirer une conclusion.
2. Définir l'osmose et la diffusion.

#### B) Expérience 2 : mise en évidence de l'osmose au niveau cellulaire.

Des cellules sont placées dans des milieux de concentration différente. Les résultats sont présentés sur le document 3.

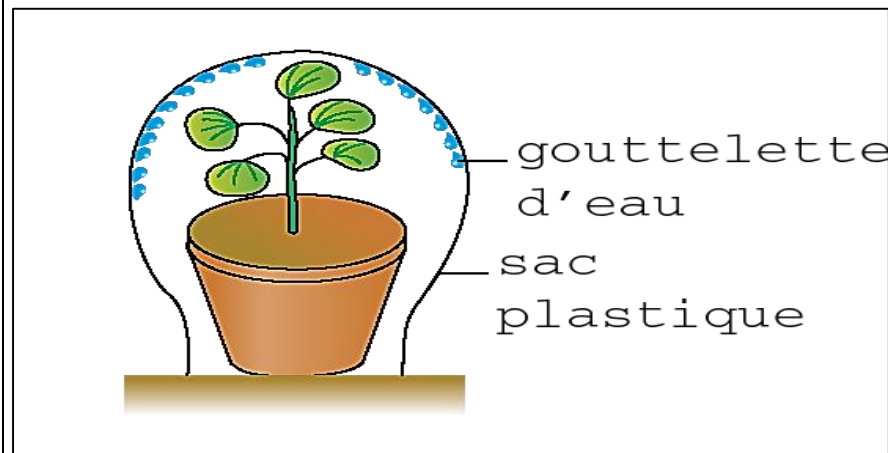


Doc.3

**Consigne :** Interpréter ces résultats et tirer une conclusion.

#### Activité 4 : Perte d'eau au niveau des feuilles : la transpiration

**Expériences :** sous une cloche plançons un rameau feuillé dans un récipient dont l'eau est recouverte d'une mince couche d'huile. On constate que des gouttelettes d'eau se déposent sur la paroi de la cloche, parfois au point d'y ruisseler.



doc.4

**Consigne :** Interpréter ces résultats et tirer une conclusion.

#### B) L'absorption des ions et du carbone

Pour connaître la composition chimique d'un végétal, on incinère un fragment de végétal, et on recueille les cendres et le gaz provenant de cette combustion. On procède à l'analyse chimique de ces produits de combustion.

Cette analyse nous permet de connaître les éléments constitutifs des végétaux. Mais pas le rôle joué par chaque élément.

Les résultats sont enregistrés dans le tableau suivant.

| Eléments caractéristiques des substances organiques.                     | Macroéléments                                                                                                | Oligoéléments                                                                               |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Oxygène : 44,4%<br>Carbone : 43,6%<br>Hydrogène : 6,24%<br>Azote : 1,46% | Phosphore : 0,20%<br>Soufre : 0,17%<br>Potassium : 0,92%<br>Calcium : 0,23%<br>Magnésium : 0,18%<br>Sodium : | Fer : 0,08%<br>Silicium : 0,17%<br>Aluminium : 0,11%<br>Chlore : 0,14%<br>Manganèse : 0,04% |

#### Activité 5 : Détermination des besoins minéraux des plantes

##### Expérience :

Il a été identifié un milieu nutritif qui favorise le bon développement des plantes vertes de la germination à la fructification. Il s'agit du liquide de KNOP dont la composition chimique est:

- ♥ Eau : 1000g
- ♥ Nitrate de calcium (Ca) : 1g
- ♥ Nitrate de potassium (K) : 0.25g
- ♥ Phosphate mono potassique : 0.25g
- ♥ Sulfate de magnésium : 0.25g
- ♥ Phosphate de fer : traces.

Pour connaître les besoins d'une plante en ions minéraux on réalise un test de croissance comparative de jeunes plantules de même âge sur de milieux avec diverses solutions nutritives artificielles de composition carencée tour à tour à certains ions. Les résultats sont présentés sur le document 5.

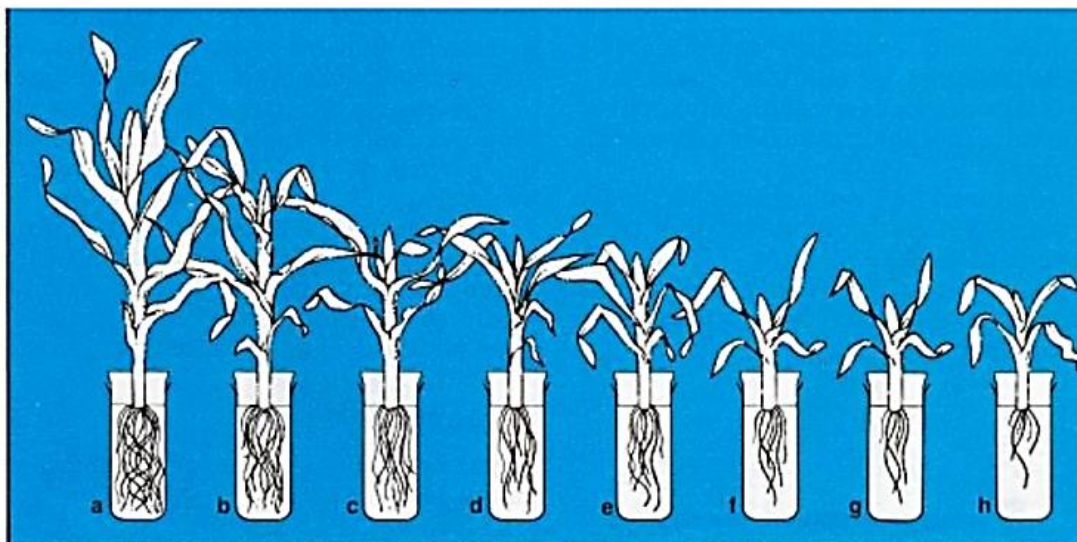


**Figure 4.11** L'influence des sels minéraux sur la croissance du maïs: **a** milieu nutritif complet (témoin); **b** milieu privé de fer; **c** milieu privé de magnésium; **d** milieu privé de phosphore; **e** milieu privé d'azote; **f** milieu privé de calcium; **g** milieu privé de potassium; **h** eau distillée.

Doc.5

**Consigne :**

1. Analyser et interpréter ces résultats
2. Tirer une conclusion.

#### **Activité 6 : Mise en évidence de l'absorption du carbone par une plante verte.**

On dispose de quatre tubes à essais de contenu variable présenté comme suit :

Tube 1 : Bleue de bromothymol (BBT) + eau ordinaire ;

Tube 2 : Bromothymol (BBT) + eau enrichie en gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) ;

Tube 3 : BBT + CO<sub>2</sub> + rameau de plante aquatique (élodée de canada) exposé à la lumière ;

Tube 4 : BBT + CO<sub>2</sub> + rameau d'élodée du canada (placé à l'ombre sous un cache noir).

Au bout d'un moment, on constate que :

Le tube 1 prend une coloration bleue,

Les tubes 2 et 4 prennent une couleur vert-jaune

Au niveau du tube 3, on voit progressivement apparaître la coloration bleue

On précise que le bleu de bromothymol est un indicateur coloré qui prend une coloration bleue dans un milieu pauvre en CO<sub>2</sub> et une coloration vert-jaune dans un milieu riche en CO<sub>2</sub>.

Les tubes 1 et 2 servent de témoins.

**Consigne 3 :** Analyser ces résultats et tirer une conclusion.

### **Synthèse générale**

La Terre, planète de la vie, met à disposition des êtres vivants qui la peuplent des ressources différentes : l'énergie solaire est captée par les végétaux chlorophylliens au cours de la photosynthèse. Les animaux et les champignons, mais aussi la plupart des bactéries ne peuvent pas capter cette source d'énergie et transforment la matière organique de leurs aliments par respiration ou fermentation.

#### **I. La nutrition minérale de la plante.**

Comme tous les êtres vivants, les plantes ont besoin de nourriture pour croître, se développer et se reproduire. L'Homme et les animaux ne vivent que d'aliments sous forme organique, c'est-à-dire dérivés de plantes ou d'animaux.

Les plantes, au contraire, peuvent constituer des tissus organiques directement à partir d'éléments minéraux.

Pour se développer, les plantes utilisent de l'eau et des substances minérales à partir du sol, de la lumière (énergie solaire), du carbone (sous forme de  $\text{CO}_2$ ) et l'oxygène de l'air.

Pour connaître les besoins nutritifs d'une plante, on commence par en faire l'analyse ; c'est-à-dire qu'on recherche tous les constituants présents dans la plante par la méthode analytique : incinération, mesure et analyse des cendres et gaz.

Toutes les plantes ont une forte teneur en eau : 80 à 90% du poids de la matière fraîche.

Au point de vu des substances minérales, l'analyse d'une plante met en évidence l'existence des éléments suivants :

♥ **Eléments caractéristiques de la matière vivante** : carbone, oxygène, hydrogène, azote.

♥ **Macroéléments** : sodium, phosphore, potassium, soufre, calcium, magnésium.

♥ **Oligoéléments** : fer, aluminium, clore, manganèse.

### 1. La plante et l'eau.

L'eau étant la principale source de vie, la plante a besoins suffisamment d'eau pour se développer.

La plante absorbe de l'eau et les éléments minéraux comme les ions, les sels minéraux par les poils absorbants des racines. Cette absorption d'eau est assurée au niveau cellulaire par le mécanisme d'osmose pour l'eau et la diffusion pour les éléments minéraux.

L'osmose est le mouvement de l'eau vers une région de plus faible potentiel aqueux, où la concentration des molécules dissoutes et des ions est plus élevée. Le milieu le plus concentré est hypertonique et le milieu le moins concentré est hypotonique.

Cette absorption d'eau assure non seulement le développement de la plante mais aussi compense les pertes d'eaux au niveau des feuilles au cours de l'évapotranspiration.

### 2. L'absorption des ions et du carbone.

La plante trouve tous ces éléments essentiels dans deux milieux : l'air et le sol.

L'air fournit le carbone (assimilé sous forme de  $\text{CO}_2$ ) et l'oxygène, fixé grâce à la photosynthèse. Le sol fournit les éléments minéraux et l'eau.

Les besoins de la plante évoluent au cours de son développement. Aux stades où ils sont nécessaires, les éléments minéraux doivent pouvoir être prélevés par la plante dans le sol. Ils doivent être disponibles en quantités suffisantes et sous une forme disponible. Si les éléments ne sont pas disponibles au moment nécessaire, la croissance de la plante sera limitée et le rendement final plus faible.

Parmi les éléments minéraux essentiels, six (6) sont nécessaires en grande quantité, ce sont les éléments majeurs : l'azote (N), le phosphore (P), le potassium (K), le soufre

(S), le calcium(Ca) et le magnésium (Mg). Les trois premiers, N, P et K, sont les éléments minéraux dont la plante a besoin en plus grandes quantités, c'est pourquoi ces 3 éléments sont intégrés dans la composition de la majorité des engrais chimiques.

## Concept général 2 : Transformation de la Matière et le Flux d'énergie chez les Etres Vivants

### Sous concept 2 : Elaboration de matière organique

#### Pré-évaluation :

Qu'est-ce que la matière organique ?

Quels sont les organismes qui fabriquent la matière organique ?

#### Situation problème :

La plante verte assure sa croissance en favorisant ses propres constituants organiques à partir des constituants minéraux (eaux, CO<sub>2</sub>...) en présence de la lumière : on dit qu'elle réalise la photosynthèse.

Quelles sont les conditions de la photosynthèse ?

Que produit la photosynthèse ?

### Activités

#### Activité 1 : la feuille verte, usine de synthèse

**Expérience :** éclairons pendant longtemps une feuille verte puis traitons-la à l'eau bouillante pour tuer les cellules, à l'alcool bouillant pour les décolorées et à l'eau iodée. La feuille se colore en bleu. Faisons la même expérience avec une autre feuille verte placée à l'obscurité. Elle ne se colore pas en bleu à l'eau iodée.

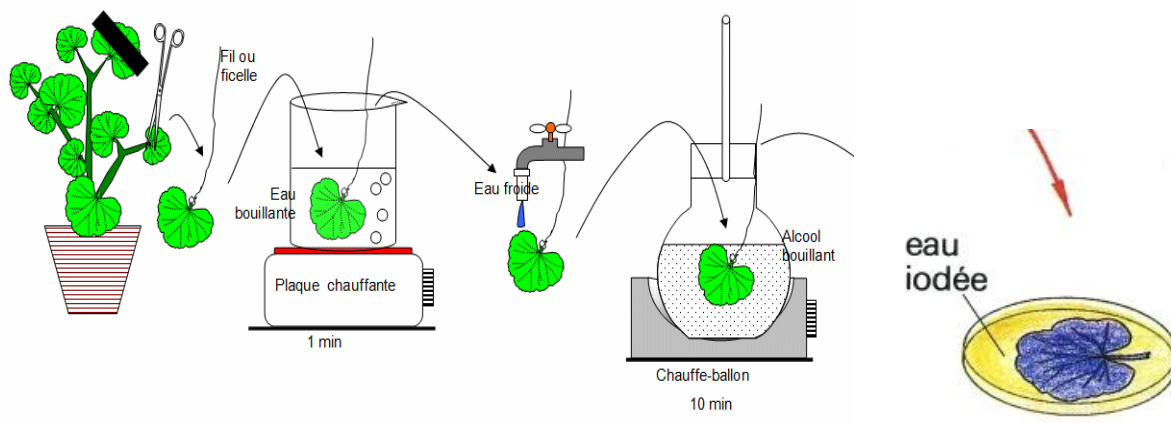


**Fig.1 : Nb :** la coloration bleue en présence d'eau iodée indique la présence d'amidon (principale réserve de glucide chez les végétaux : (C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>)<sub>n</sub>).

#### Consigne :

1. Interpréter ces résultats et tirer une conclusion.
2. En plus de l'amidon, cite les autres matières organiques synthétisées par les végétaux verts.

#### Activité 2 : les conditions de la synthèse

**Expérience 1 :** Plaçons une plante verte (A) dans un bocal contenant de l'air riche en CO<sub>2</sub> et éclairons-la. Plaçons une autre plante verte (B) dans un bocal contenant de l'air pauvre en CO<sub>2</sub>. Prélevons sur chaque plante une feuille et traitons les deux feuilles à l'eau bouillante à l'alcool bouillant et à l'eau iodée. On constate que la feuille de A se colore en bleu (présence d'amidon) tandis que la feuille de B ne se colore pas en bleu (absence d'amidon).

**Expérience 2 :** Exposons une feuille verte dont une partie est masquée par du sparadrap noir à la lumière. Traitons-la à l'eau bouillante, à l'alcool bouillant et à l'eau iodée. On constate que la partie qui était masquée ne se colore pas en bleu, le reste de feuille se colore en bleu.

**Expérience 3 :** Eclairons pendant longtemps une feuille panachée c'est-à-dire qui comporte des parties vertes (présence de chlorophylle) et des parties non vertes (absence de chlorophylle) traitons-la à l'eau bouillante, à l'alcool bouillant et à l'eau iodée. On constate que seuls les emplacements des parties vertes se colorent en bleu à l'eau iodée, le reste ne se colore pas en bleu à l'eau iodée.

conditions photosynthèse

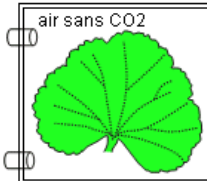
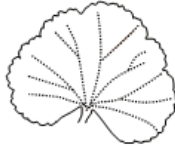
| Conditions d'expériences                      | lumière                                                                           | lumière                                                                           | lumière                                                                            | lumière                                                                             |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                               |  |  |  |  |
| résultats (test eau iodée après décoloration) |  |  |  |  |
| interprétation                                |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                    |                                                                                     |

**Fig2**

**Consigne :**

Analyser et tirer une conclusion de chacune de ces trois expériences.

### Activité 3 : l'intensité de la photosynthèse.

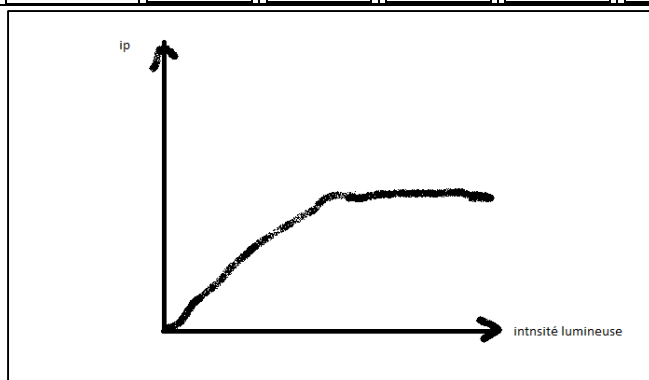
L'IP est la quantité d'O<sub>2</sub> rejetée ou de CO<sub>2</sub> absorbée pendant l'unité de temps (1h) et par unité de poids (gramme) du végétal. Elle varie suivant plusieurs facteurs.

♥ Mesure : Le tableau 1 représente les données d'une expérience de mesure des EGC.

|           | Volume de gaz ml | Volume de CO <sub>2</sub> | Volume d'O <sub>2</sub> |
|-----------|------------------|---------------------------|-------------------------|
| Obscurité | Début : 47,7     | 0                         | 9,9                     |
|           | Fin : 48,5       | 1,7                       | 8,7                     |
| Lumière   | Début : 48,8     | 3,1                       | 9,4                     |
|           | Fin : 48,6       | 1,5                       | 11,7                    |

Tableau 2 : variation de l'IP en fonction de la température.

| Température °C  |         | 0 | 5  | 10 | 18 | 22 | 31 | 40 | 50 |
|-----------------|---------|---|----|----|----|----|----|----|----|
| Nombre de bulle | Série 1 | 0 | 8  | 23 | 42 | 60 | 50 | 38 | 0  |
|                 | Série 2 | 0 | 10 | 22 | 43 | 56 | 50 | 40 | 0  |



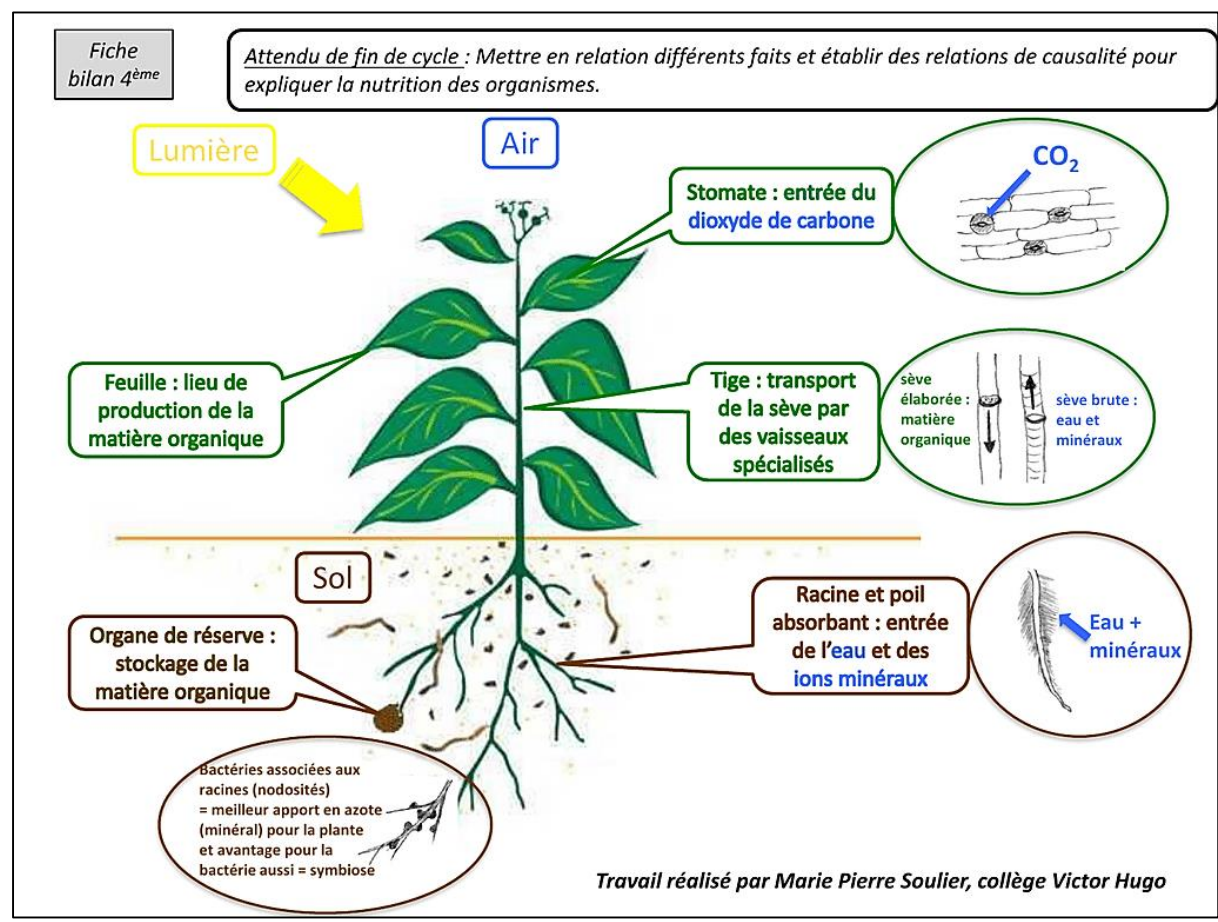
Variation de l'IP en fonction de la lumière.

### Consigne :

1. Calculer la quantité  $V_2$  d' $O_2$  absorbé et  $V_2$  de  $CO_2$  rejeté à l'obscurité.
2. Calculer le volume  $V_1$  de  $CO_2$  manquant le  $V_2$  d' $O_2$  excédant à la lumière.
3. Calculer l'IP et le QP (quotient photosynthétique) sachant que :  
 $IP = V_1 + V_2$  ou  $V_2 + V_2$  et  $QP = VO_2/VCO_2$ .
4. Tracer la courbe de variation de l'IP en fonction de la température.
5. Quel est l'influence de facteurs externes (lumière et température) sur l'IP ?

### Activité 4 : le devenir et la distribution des substances synthétisées.

Si nous pratiquons une incision à la base du pétiole foliaire d'un palmier à huile, nous voyons s'écouler un liquide sucré appelé vin de palmier. Il contient des sucres solubles et surtout, du glucose provenant de l'hydrolyse de l'amidon de la photosynthèse.



**Consigne :** A partir de ce corps et du schéma ci-dessus, explique le devenir et la distribution des substances synthétisées.

### Synthèse générale.

Pendant des siècles, on a cru (avec Aristote) que les plantes puisent dans le sol une nourriture tout élaborée ; cette théorie de l'humus a longtemps gardé des adeptes.

Cette conception a été anéantie au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle, lorsque l'équation globale de la photosynthèse a été établie. Le dioxyde de carbone ( $CO_2$ ) est transformé en glucide (formule générale :  $[HCOH]$ ), notamment sous forme d'amidon.

#### I. La feuille usine de synthèse :

Les feuilles sont des usines de production de carbone organique. Elles captent le CO<sub>2</sub> par leurs stomates et l'achemine dans les chloroplastes de leurs cellules. Là, la chlorophylle fixe l'énergie lumineuse qui sert à réduire CO<sub>2</sub> en matière organique carbonée.

**a) Mise en évidence :**

Si on fait vivre une plante dans une atmosphère pourvue de CO<sub>2</sub> à base de carbone radioactif, les feuilles deviennent radioactives. Donc la plante absorbe le gaz carbonique et en fixe le carbone. Des expériences ont montré le dégagement des bulles de dioxygène par une plante verte placée à la lumière. La plante verte, en présence de la lumière absorbe le CO<sub>2</sub> et rejette l'O<sub>2</sub>. Ces échanges gazeux sont rendus possibles grâce à la chlorophylle : Ce sont les échanges gazeux chlorophylliens. Ces échanges gazeux sont accompagnés par la synthèse de matière organique par les plantes au niveau des feuilles. Cette synthèse de matière organique à partir de matière minérales par les végétaux verts en présence de lumière est appelée la photosynthèse.

**b) La diversité des produits synthétisés**

Les molécules organiques synthétisées sont diverses. On distingue :

- ♥ Les glucides : qui sont les sucres (glucoses et dérivés)
- ♥ Les lipides : matières grasses (acides gras, glycérol...)
- ♥ Les protides : les protéines et leurs constituants (les acides aminés)
- ♥ Les vitamines.

**II. Les conditions de la photosynthèse.**

Si les végétaux verts et certaines bactéries sont les seuls à pouvoir réaliser la photosynthèse, c'est parce qu'ils ont les structures indispensables à la réalisation de ce phénomène (les chloroplastes). Les conditions de la photosynthèse sont :

- ♥ La chlorophylle : pigment qui permet de convertir l'énergie lumineuse en énergie chimique.
- ♥ La lumière : source d'énergie.
- ♥ Le CO<sub>2</sub> : principale constituant de la matière organique.

**III. L'intensité de la photosynthèse :**

L'intensité de la photosynthèse peut être évaluée à partir d'une petite plante aquatique par le nombre de bulles émises au niveau de la section de la tige pendant un temps déterminé.

Elle varie suivant plusieurs facteurs : **L'intensité lumineuse** : l'IP augmente avec l'intensité lumineuse. **La température** : l'IP est nul à 0°C ; elle s'accroît progressivement avec l'augmentation de la température et est maximale aux environs de 22°C après laquelle elle diminue pour s'annuler à 50°C. L'âge des feuilles et la quantité de feuille agissent aussi sur l'IP.

**IV. Le devenir des produits synthétisés.**

La sève brute apporte à la feuille l'eau et les éléments minéraux puisés par les racines. L'air (plantes terrestre) ou l'eau (plantes aquatiques) lui fournit le CO<sub>2</sub>. A partir de ces éléments, la feuille synthétise des matières organiques qui seront distribués à toute la plante par la sève élaborée. Une partie sera utilisée par le métabolisme de la plante, une partie sera mise en réserve dans les tubercules, les fruits, etc. qui serviront de nourriture pour les hétérotrophes.

**Concept général 2 : Transformation de la Matière et le Flux d'énergie chez les Etres Vivants**  
**Sous Concept 3 : Chlorophylle et conversion de l'énergie lumineuse en énergie chimique.**

**Pré-évaluation :**

Qu'est-ce que la chlorophylle ?

Quelle est l'importance de la chlorophylle ?

**Situation problème :**

Les végétaux verts sont les seuls organismes à pouvoir réaliser la photosynthèse grâce à la chlorophylle qu'ils contiennent. C'est un pigment qui permet de convertir l'énergie lumineuse en énergie chimique.

De quoi est constituée la chlorophylle ?

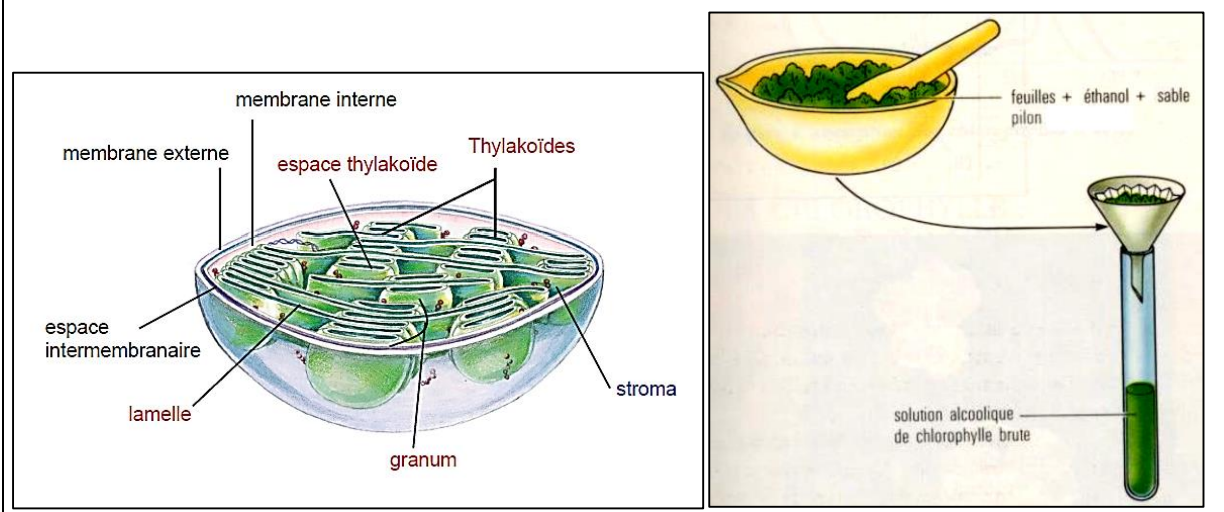
Comment se fait la conversion de l'énergie lumineuse en énergie chimique ?

A quoi sert l'énergie chimique synthétisée ?

**Activités**

**A) Constituants de la chlorophylle.**

**Activité 1 : localisation et extraction.**



**Document 1 : structure d'un chloroplaste et extraction de la chlorophylle.**

**Consigne :** A partir du document 1

- 1- localiser la chlorophylle dans la feuille.
- 2- expliquer comment peut-on extraire la chlorophylle.

**Activité 2 : séparation des pigments de la chlorophylle.**

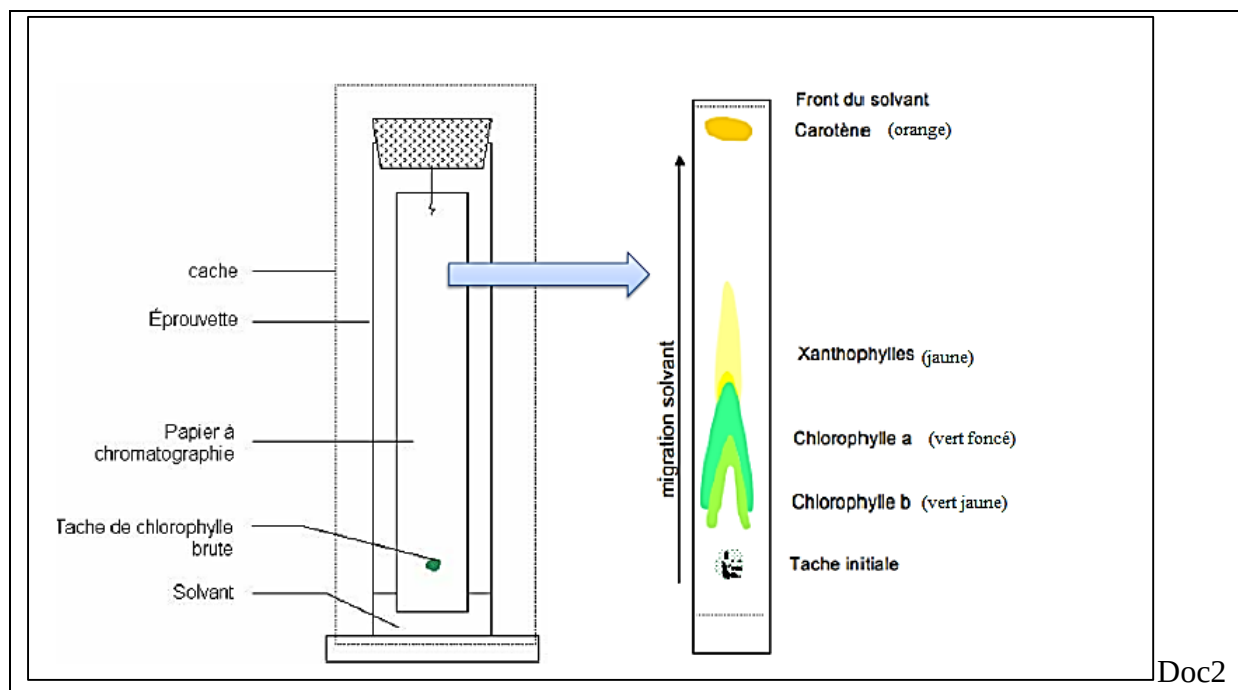
Pour séparer les pigments de la chlorophylle on utilise la méthode de solubilité différentielle ou la méthode de la chromatographie

- **La méthode de solubilité différentielle :** elle consiste à ajouter de benzène et d'eau à la solution de chlorophylle brute. Très rapidement le mélange se sépare en deux : une partie supérieure verte et une partie inférieure jaune.

**Consigne :** Analyser et tirer une conclusion.

**La méthode de la chromatographie : Elle consiste à :**

- Placer dans une éprouvette un mélange de solvant (benzène, acétone, éther) Déposer au même endroit sur une bande de papier à chromatographie 8 à 10 gouttes de solution de chlorophylle brute ou à écraser au même endroit 8 à 10 rondelles de feuilles vertes.
- Suspendre la bande à un crochet et à tremper le bout portant la tache verte dans le mélange de solvants en évitant que la tache touche le mélange.



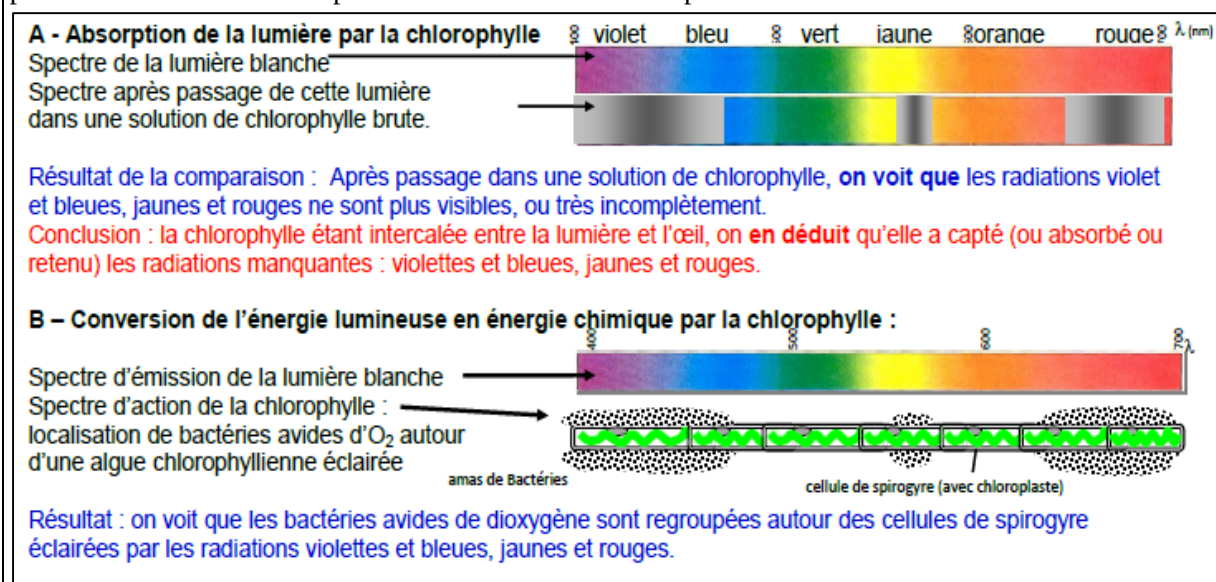
### Consigne :

A partir du texte et du document donne le nom des différents pigments de bas en haut.

### B) Chlorophylle et lumière.

#### Activité 3 : absorption de la lumière.

Si on place un prisme sur le trajet d'un faisceau de lumière blanche, on obtient une tache multicolore constituée du violet, de l'indigo, du bleu, du vert, du jaune, de l'orange et du rouge. Chaque couleur correspond à une radiation lumineuse. Si on intercale une solution de chlorophylle brute entre la source de lumière et le prisme, on constate que certaines radiations lumineuses disparaissent et cela se traduit par la formation des taches plus ou moins sombre à leurs places.



Doc3

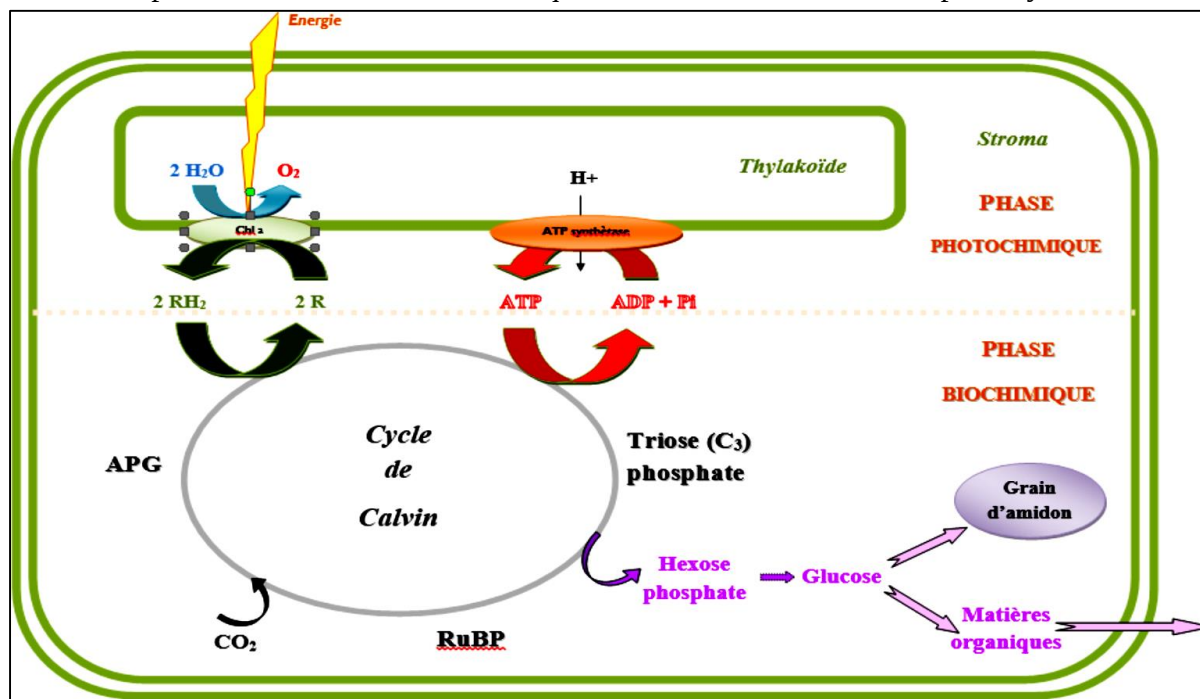
### Consigne :

1. Analyser et interpréter le document 3.
2. Définir le spectre d'absorption de la chlorophylle.
3. Tirer une conclusion.

### Activité 3 : de l'énergie lumineuse à l'énergie chimique : mécanisme de la photosynthèse.

Au cours de la photosynthèse la plante absorbe le gaz carbonique et rejette le dioxygène. Avec partir de l'énergie lumineuse reçue, la plante fait la synthèse de matière organique à partir d'éléments minéraux ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ...).

Le doc 4 représente le bilan des réactions qui se déroulent au cours de la photosynthèse.



Doc4 : bilan de la photosynthèse.

#### Consigne :

1. Expliquer les deux phases de la photosynthèse avec des réactions à l'appui.
2. Donner l'importance de la photosynthèse dans la biosphère.

### Synthèse générale

Les pigments chlorophylliens captent l'énergie lumineuse. Dans les thylakoïdes, la chlorophylle excitée perd des électrons transférés à un accepteur qui sera réduit et de l'ATP (Adénosine Triphosphate) est synthétisée. La chlorophylle récupère les électrons manquants grâce à l'oxydation de l'eau (photolyse de l'eau) qui libère l' $\text{O}_2$ .

#### I. Les constituants de la chlorophylle

##### 1) Localisation et extraction :

La chlorophylle, de par sa couleur verte, est le principal pigment contenu dans les plantes. Elle se trouve dans la membrane thylakoïde des chloroplastes.

##### 2) Extraction de la chlorophylle

L'extraction de la chlorophylle des végétaux permet d'obtenir une solution chlorophyllienne qui va servir à réaliser la suite des manipulations du protocole. Les feuilles de la plante sont mises en contact avec de l'éthanol absolu qui va les léser mécaniquement et va détruire les membranes des cellules dans le but d'en extraire les organites (les lipides et les lipoprotéines sont solubles dans l'éthanol). Le broyat ainsi obtenu est filtré et la chlorophylle est extraite grâce au dichlorométhane, solvant d'extraction. Après une seconde filtration, le filtrat est chauffé afin de garder uniquement les pigments de la chlorophylle.

##### 3) Séparation des pigments de la chlorophylle :

Pour séparer les pigments de la chlorophylle, on utilise plusieurs procédés :

♥ **La méthode par chromatographie** : on distingue Chromatographie sur couche mince (CCM) et la Chromatographie de partage sur colonne (CPC). Elle permet de séparer un à un tous les pigments chlorophylliens.

♥ **La méthode par solubilité différentielle** : elle permet de séparer les chlorophylles des xanthophylles et du carotène.

On distingue plusieurs formes de chlorophylles (a, b, c, d et f) qui n'ont pas la même structure chimique. Les plus courantes sont les chlorophylles A et B que l'on retrouve chez les plantes supérieures et chez les algues.

Chez la plante, on peut distinguer d'autres pigments : le carotène qui est orange et la xanthophylle qui est jaune. Ils ne participent pas activement à la photosynthèse de la plante car ils ne peuvent pas libérer l'énergie accumulée.

## **II. La chlorophylle et la lumière.**

La chlorophylle est indispensable pour l'activité photosynthétique de la plante qui consiste à produire de l'énergie chimique (ATP) à partir de l'énergie lumineuse du soleil. En effet la lumière du soleil est captée par la chlorophylle.

### **1) Le spectre d'absorption de la chlorophylle :**

La chlorophylle absorbe l'énergie des radiations violettes, bleues, jaunes et rouges et la convertit en énergie chimique utilisée dans l'activité photosynthétique et le dégagement de dioxygène. On peut constater un pic d'absorption de la chlorophylle A à 430 nm (bleu) et à 660 nm (rouge). La chlorophylle b absorbe fortement à 445 nm (bleu) et 645 nm (rouge)

**Définition** : On appelle spectre d'absorption, l'ensemble des radiations lumineuses absorbé par la chlorophylle. Les radiations lumineuses les plus absorbées (rouge, orange, bleu) sont les plus efficaces dans la photosynthèse.

## **III. De l'énergie lumineuse à l'énergie chimique : mécanisme de la photosynthèse.**

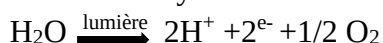
La photosynthèse se déroule en deux étapes : la phase claire (ou photochimique) et la phase sombre (non photochimique ou obscure). Toutes ces deux phases se déroulent en présence de lumière. C'est seulement les produits utilisés qui nous permettent de les donner les appellations de phase claire et de phase sombre.

### **1) La phase photochimique :**

#### **a) La fixation de l'énergie lumineuse :**

En présence de lumière la chlorophylle est excitée elle devient un puissant réducteur et les électrons très énergétiques quittent la molécule. Ils sont pris en charge par une molécule transporteur T qui est à son tour réduite. La chlorophylle excitée est très instable et se comporte alors comme un oxydant très fort.

Elle retourne à son état initial en récupérant des électrons arrachés à la molécule d'eau qui est à son tour oxydé selon la réaction :



C'est la photolyse de l'eau. Elle est la conséquence de l'énergie lumineuse captée par les pigments. Elle libère de l'oxygène dans le milieu, alors que les protons  $\text{H}^+$  sont accumulés à l'intérieur du thylakoïde.

#### **b) Le transfert des électrons dans la chaîne photosynthétique.**

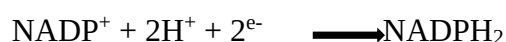
Le transporteur réduit par la chlorophylle est le premier d'une chaîne de transporteurs localisés dans la membrane des thylakoïdes. Les électrons sont transférés le long de cette chaîne de façon spontanée grâce à l'énergie acquise par la conversion de l'énergie lumineuse, jusqu'à un accepteur final (le NADP : Nicotinamide Adénine Di nucléotide Phosphate) qui sera réduit en NADPH<sub>2</sub>. Tout au long de leur transfert, de l'énergie est perdue par les électrons. Elle est récupérée pour assurer le passage des H<sup>+</sup> à l'intérieur du thylakoïde, ce qui augmente la quantité.

**c) l'accumulation de protons permet la synthèse d'ATP.**

Lors de la phase photochimique, des protons sont libérés par la photolyse de l'eau ou du transfert des électrons s'accumulent dans le thylakoïde. Ils créent une force permettant leur passage à travers des complexes particuliers de la membrane des thylakoïdes : les sphères pédonculées, qui récupèrent l'énergie libérée lors du passage des protons pour permettre la synthèse d'ATP (Adénosine Triphosphate) selon la réaction :



Les protons revenus dans le stroma du chloroplaste sont fixés par le même accepteur final que les électrons :



La phase photochimique assure la conversion de l'énergie lumineuse en énergie chimique utilisable dans les réactions cellulaires : **l'ATP et le NADPH<sub>2</sub>** qui seront nécessaires à la réduction du CO<sub>2</sub> en molécule organique.

**2) La phase sombre (non photochimique) :**

Le CO<sub>2</sub> est fixé sur une molécule carbonée préexistante grâce aux produits de la phase photochimique : ATP et NADPH<sub>2</sub>. mais ce processus n'utilise pas directement l'énergie lumineuse ; c'est la phase non photochimique qui se résume en un cycle : le cycle de Calvin. Au cours d'un cycle de réaction, une nouvelle molécule carbonée est libérée : un glucide.

**a) Incorporation du CO<sub>2</sub> dans le cycle.**

Le suivi du CO<sub>2</sub> dans l'expérience de Calvin Benson montre l'ordre de synthèse des molécules carbonées dans le stroma du chloroplaste.

Des expériences complémentaires montrent que le <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> est d'abord fixé sur une molécule accepteur présente dans le stroma du chloroplaste appelée **ribulose 1-5 bi phosphate (C<sub>5</sub>P<sub>2</sub>)** qui est un glucide.

Cette étape primordiale de la photosynthèse met en jeu une enzyme présente dans le stroma et capitale pour l'autotrophie et le fonctionnement des écosystèmes : c'est **la rubisco**.

**b) Le rôle des produits de la phase photochimique :**

Il résulte de cette incorporation 2 phosphoglycérates PGA à 3 atomes de carbone qui sont à leur tour converties en triose phosphate C<sub>3</sub>P.

La formation de triose P utilise de l'ATP et les transporteurs réduits lors de la phase photochimique. La lumière n'est donc pas directement utilisée pour cette étape d'incorporation mais à l'obscurité, elle cesse de fonctionner. Les produits de la phase photochimique apportent ainsi l'énergie nécessaire à la réduction du CO<sub>2</sub> en molécule organique.

En retour, le transporteur réoxydé et l'ADP + P<sub>i</sub> libérés peuvent être reconvertis dans d'autres processus photochimiques. Les deux phases de la photosynthèse sont dépendantes l'une de l'autre dans les deux sens.

**c) Les premiers composés libérés sont des glucides.**

Une partie des trioses phosphate formés sert à la régénération de l'accepteur initial  $C_5P_2$  (cette phase consomme de l'ATP). Une autre partie sert à former progressivement les hexoses phosphates qui sont aussi des glucides.

On a donc une série de réactions en boucle qui forme le cycle de Calvin dans lequel entre le  $CO_2$  et les produits de la phase photochimique pour libérer les glucides.

L'équation bilan de la photosynthèse montre qu'en fait il faut 6 tours de cycle, soit  $6CO_2$  pour la synthèse d'une molécule de glucose.

### **3) Bilan de la photosynthèse**

La photosynthèse est une succession de réactions d'oxydoréduction dépendantes de l'énergie lumineuse, où le  $CO_2$  est réduit dans la matière organique carbonée (glucides), alors que l'eau est oxydée et libère le dioxygène pour l'environnement.

### **4) Le devenir des produits glucidiques synthétisés :**

La photosynthèse produit d'abord des molécules organiques très simples dans le chloroplaste, puis les molécules plus complexes qui nécessitent l'apport d'éléments absorbés dans le sol. Ces molécules sont distribuées à l'ensemble de la plante pour contribuer à l'autotrophie de tous les organes. Parfois ces molécules sont aussi stockées.

La feuille est l'organe central de l'autotrophie de la plante entière. Elle contribue à la nutrition des parties non chlorophylliennes qui se comportent comme organe hétérotrophe d'un être autotrophe.

### **5) Importance de la photosynthèse dans la biosphère :**

A l'échelle de l'écosystème, la photosynthèse est la principale voie d'entrée de carbone oxydé dans la biosphère grâce à l'énergie lumineuse captée. La photo-autotrophie permet la croissance des végétaux mais aussi la subsistance de tous les hétérotrophes. En outre, la photosynthèse est la principale source d'oxygène pour les êtres vivants qui dépendent de la respiration comme source d'énergie métabolique.

## **Concept général 2 : transformation de la matière et le flux d'énergie chez les êtres vivants.**

### **Sous concept 4 : L'alimentation des animaux**

#### **Pré-évaluation :**

Qu'est-ce qu'un aliment ?

De quoi sont-ils composés ?

#### **Situation problème :**

Contrairement aux végétaux, les animaux ; hétérotrophes ne peuvent pas se nourrir de matière minérale sans apport de matière organique. Cet apport de matière organique est appelé l'alimentation.

Que contiennent les aliments ?

Qu'elle est le rôle des aliments dans le fonctionnement de l'organisme ?

### **Activités**

#### **A) La diversité des comportements alimentaires.**

##### **Activité 1 : notion de régime alimentaire**

Le régime alimentaire d'une espèce peut-être constitué d'animaux ou de végétaux exclusivement, ou encore du mélange de deux. C'est sur la base de cette différence d'origine des aliments que l'on établit les grands types de régime alimentaires.

**Consigne :** Explique les types de régime alimentaires.

##### **Activité 2 : composition du pain et du lait**

**Expérience 1:** Laissez reposer du lait entier (non écrémé) et recueillez la crème qui se forme en surface. Vérifiez qu'elle laisse une tache grasse sur le papier et a une densité plus faible que l'eau : c'est un lipide.

Faites bouillir du lait écrémé et vérifiez que la peau qui coagule est protidique (réaction du biuret et xanthoprotéique). Ajoutez quelques gouttes d'acide acétique concentré : la coagulation observée est celle de la caséine, hétéroprotéine, formée de protide et d'acide phosphorique. Le liquide clair est le lactosérum.

**Expérience 2 :** Chauffons un morceau de pain ; on remarque un dégagement de vapeur d'eau. Sous un filet d'eau il y a séparation du gluten et de l'amidon. Des réactifs colorés peuvent également déceler la présence des phosphates, des sels de calcium, du chlorure de sodium, du glucose.

**Consigne :** A partir des expériences 1 ; 2 et de vos propres connaissances :

Citez les principaux constituants du lait et du pain.

##### **Activité 3 : les différentes catégories d'aliments.**

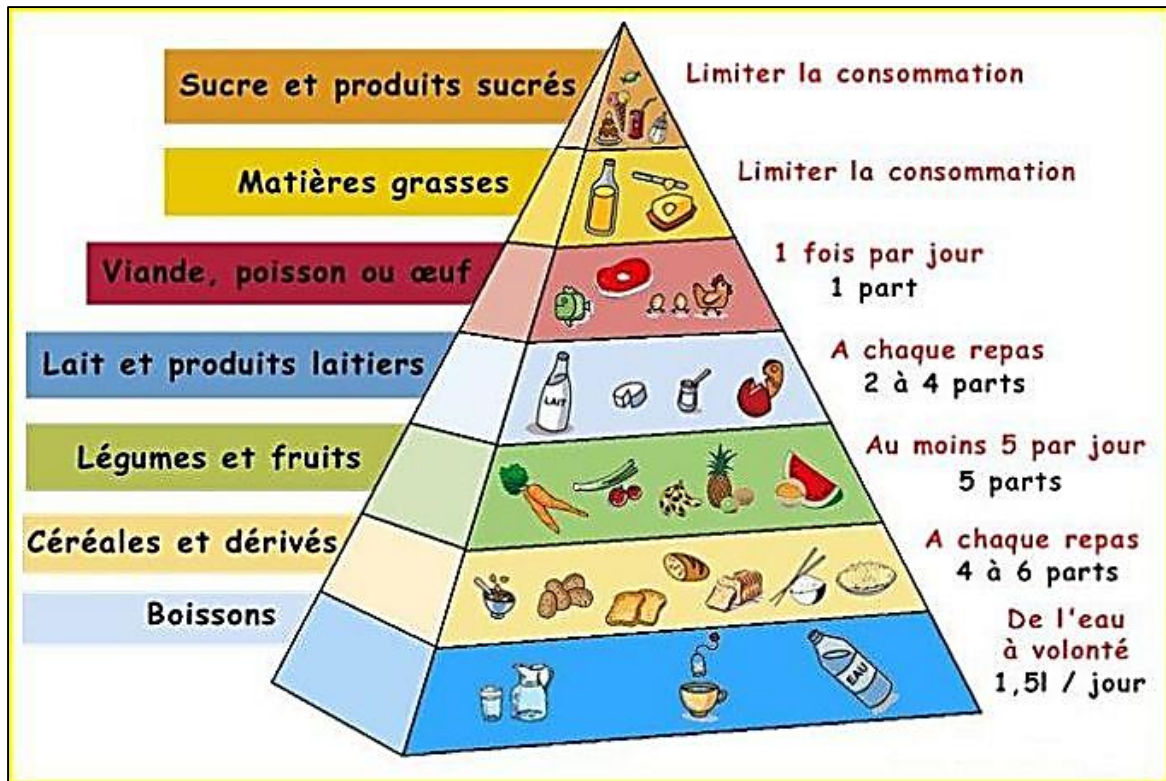
Selon leurs compositions, il existe plusieurs catégories d'aliments. Les nutritionnistes utilisent plusieurs critères pour classer les aliments. Le plus couramment utilisé est celui selon le rôle nutritionnel.

Les aliments (lait, pain, viandes, céréales, légumes, fruits...) sont des substances complexes qui renferment des éléments de base qu'on appelle les nutriments.

Le document 1 représente plusieurs types d'aliments que nous mangeons au quotidien.

#### **Consigne :**

1. Définir : un aliment, un nutriment.
2. Citer et définir les différentes catégories d'aliments
3. Classer les aliments selon leurs rôles nutritionnels.
4. Enumérer les différents nutriments composant les aliments.



doc.1

## B) Des aliments aux nutriments

### Activité 4 : le devenir d'un aliment dans le tube digestif.

Dans les différentes portions du tube digestif, les aliments subissent une humidification par la salive, un broyage et un brassage. Parallèlement à l'action mécanique, les aliments subissent des transformations chimiques sous l'action des différents sucs digestifs.

#### Composition de sucs digestifs :

##### La salive contient :

- L'amylase salivaire qui hydrolyse l'amidon en maltose.

##### Le suc gastrique (estomac) : les aliments sont soumis à l'action du suc gastrique qui contient:

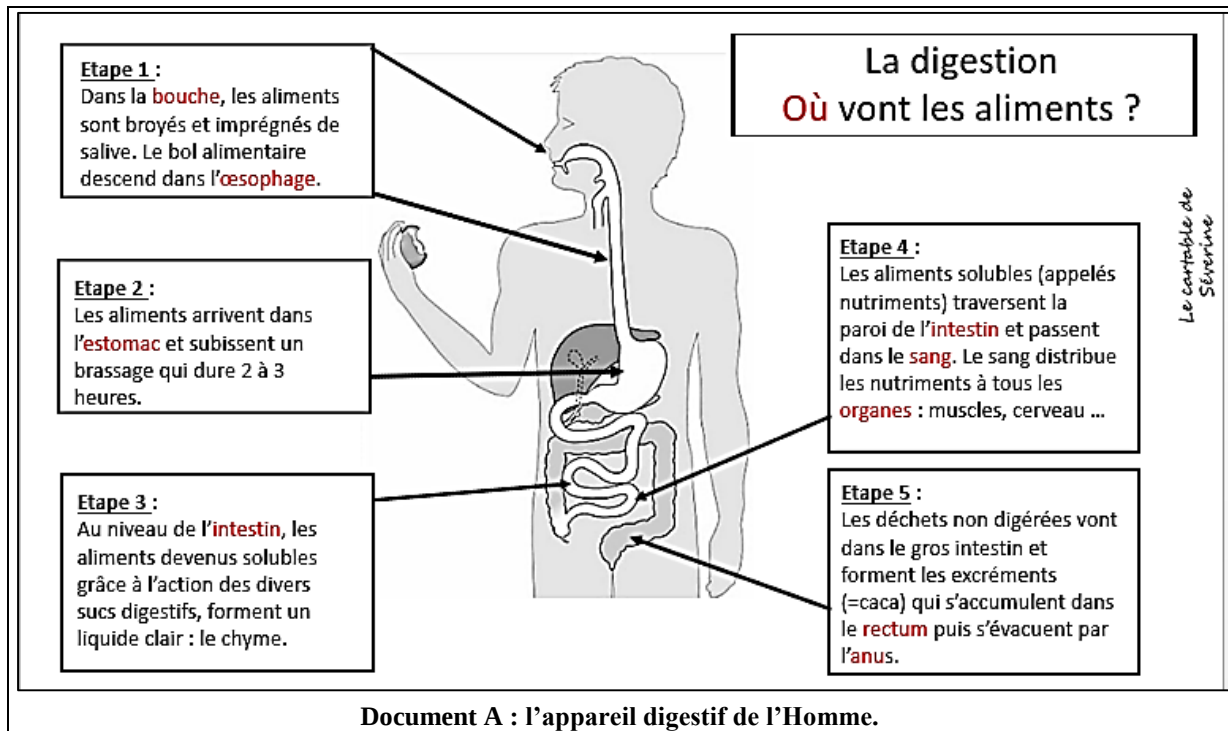
- ♥ Le HCl : qui dénature les protéines et facilite l'action des enzymes
- ♥ La pepsine : enzyme qui hydrolyse les protéines en peptides simple.
- ♥ La présure : enzyme qui facilite la coagulation de la caséine du lait.
- ♥ La lipase : enzyme qui débute l'hydrolyse des graisses.

##### Le suc pancréatique : agit sur l'aliment et contient de :

- ♥ L'amylase pancréatique : qui hydrolyse l'amidon en maltose
- ♥ La lipase pancréatique : qui hydrolyse les graisses en acides gras et en glycérols.
- ♥ La trypsine : qui hydrolyse les protéines en polypeptides.

##### Le suc intestinal (intestin grêle) : contient de :

- ♥ L'amylase intestinale : qui hydrolyse l'amidon en maltose
- ♥ La maltase : qui hydrolyse le maltose en glucose
- ♥ La saccharase : qui hydrolyse le saccharose en glucose et en lévulose.
- ♥ La lactase : qui hydrolyse le lactose en glucose et en galactose.
- ♥ L'érepsine : qui hydrolyse les polypeptides en acides aminés.
- ♥ La lipase intestinale : qui hydrolyse les lipides en acides gras et en glycérols.
- ♥ Dans le gros intestin : il n'y a pas d'action enzymatique.

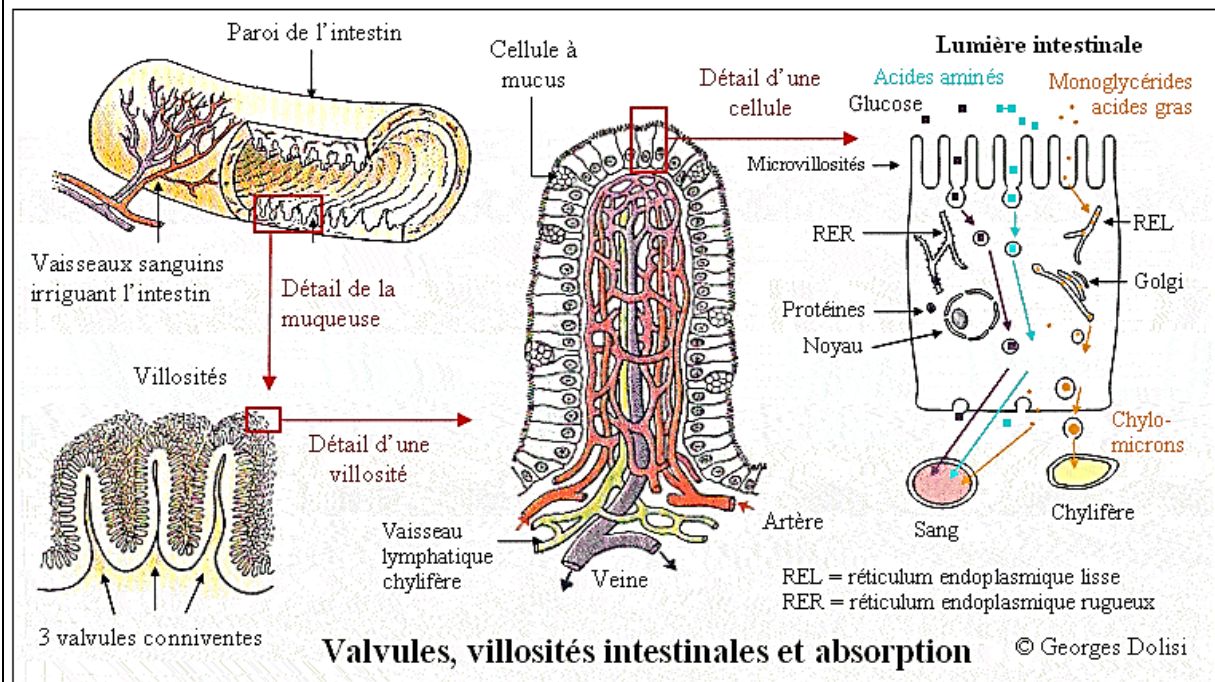


### Consigne :

1. Décrire l'appareil digestif de l'Homme.
2. Définir la digestion et expliquer le mécanisme de la digestion.
4. Etablir le bilan de la digestion.

### Activité 5 : La destinée des produits de la digestion :

La digestion consiste en une simplification des aliments en molécules capables de traverser les membranes cellulaires à commencer par les cellules de l'intestin et sont capables de passer dans les vaisseaux lymphatiques et sanguins au niveau des villosités intestinales.



**Document C : absorption intestinale**

### Consigne :

A partir du texte et du document explique la destinée des produits de la digestion.

### **Activité 5 : influence de quelques facteurs sur l'alimentation.**

#### **Consigne :**

1. Expliquez comment la saison influence l'alimentation
2. Comment les coutumes alimentaires influence l'alimentation.

#### **C) Catalyse biochimique.**

### **Activité 6 : notion d'enzyme**

#### **Expérience 3**

- Mastiquer pendant plus de 5min une bouchée de pain. On finit par percevoir une saveur légèrement sucrée. Le pain a donc subi une transformation dans la bouche. Dans la bouche, le pain se trouve dans un milieu neutre, à une température environ 36°C et caractérisé par la présence de salive.
- Essayons de reproduire dans un tube à essais les transformations subies par le pain dans la bouche. Emietter la mie de pain dans un tube à essais contenant de l'eau distillée additionnée de salive. Placer au bain-marie à 36°C après s'être assuré que le liquide est bien neutre. Au bout d'une demi-heure, filtrer et tester à la liqueur de Fehling. Il apparaît un précipité caractérisant la présence de sucre réducteur.

#### **Consigne :**

1. Interpréter les résultats de l'expérience 3.
2. Définir un enzyme.
3. Quelle est la composition chimique des enzymes ?

### **Activité 7 : propriétés des enzymes.**

#### **Expérience 4 : action de la température.**

- Dans un tube à essai, verser une solution d'empois d'amidon bleui par l'eau iodée ; dans un autre tube à essai mettre un peu de salive. Refroidir séparément ces deux tubes pendant 5min dans la glace fondante, puis réunir leur contenu et le laisser à 0°C : aucune transformation n'est visible.

Placer alors le mélange au bain-marie à 36°C : on observe une décoloration de la solution traduisant la transformation de l'amidon.

- Faisons bouillir la salive et mettons-la en présence d'une solution d'empois d'amidon à 36°C : aucune décoloration.

#### **Expérience 5 : action du P<sup>H</sup>**

- Dans un tube à essai, mettre une solution d'empois d'amidon, de la salive, et quelques gouttes d'acide chlorhydrique. On n'observe pas de transformation de l'amidon.
- Refaire l'expérience en mettant quelques fragments de potasse à la place de l'acide. On n'observe pas de transformation de l'amidon.

#### **Expérience 6 : spécificité enzymatique.**

Préparer 3 tubes à essai de composition suivante :

Salive + lait d'amidon

Salive + solution de glycogène

Salive + solution de saccharose

Maintenir ces tubes au bain-marie à 36°C pendant une ½ heure puis tester à la liqueur de Fehling.

Dans aucun des tubes il n'y a eu apparition de sucre réducteur.

### Consigne :

1. Interpréter et tirer une conclusion de chaque expérience.
2. En déduire les propriétés des enzymes.

## Synthèse générale

### I. La diversité des comportements alimentaires :

#### 1) Les régimes alimentaires :

Les animaux ; hétérotrophe se nourrissent d'aliments qui sont d'origines soit animale soit végétale. Selon l'origine des aliments consommés par l'animal, on distingue les herbivores, les carnivores et les omnivores.

#### ♥ Le régime végétarien :

Les animaux qu'ont un régime végétarien sont appelés phytophages. Ils se nourrissent surtout des végétaux ou des substances produites par les végétaux (nectar, sève...)

Le régime végétarien est parfois spécialisé :

- Les herbivores ne consomment que de l'herbe (vache)
- Les granivores ne consomment que des graines
- Les frugivores qui ne consomment que des fruits (singe)

♥ **Le régime carné ou carnivore** : ce sont les zoophages. Ils se nourrissent surtout d'aliments d'origine animale. Ex : léopard, l'épervier... Le régime corné est parfois très spécialisé.

- Les insectivores ne consomment que des insectes (hirondelle)
- Les piscivores ne mangent que des poissons (balbuzard pêcheur)
- Les charognards ne mangent que des cadavres abandonnés (vautour)

♥ **Le régime omnivore** : ces animaux se nourrissent à la fois d'aliments d'origines animales et d'aliments d'origines végétales. Exemple : l'homme, le renard...

#### 2) Influence de quelques facteurs sur l'alimentation :

##### **La saison influence l'alimentation chez l'homme pour plusieurs raisons :**

Pendant la saison froide on boit peu d'eau qui est nuisible pour la santé et qui sera à la base de la constipation. Pendant la saison froide on n'a pas soif mais on doit boire pour le bon fonctionnement de notre organisme. Notre organisme pendant la saison froide a besoin de beaucoup de glucides et de lipides.

Pendant la saison chaude la consommation de lipide et de glucide doit diminuer et on doit consommer régulièrement les aliments légers ou aliments lestes.

En conclusion on peut dire qu'en fonction des saisons nous devons changer nos régimes alimentaires.

##### **Influence des coutumes alimentaires chez l'homme :**

Les coutumes de l'homme influence son alimentation pour des raisons liées à son habitude alimentaire et à son environnement. Le régime alimentaire de l'homme dépend souvent de son ethnie et de son entourage.

### II. Des aliments aux nutriments.

#### 1. Les nutriments :

Les aliments (viandes, céréales, légumes, fruits...) sont des substances complexes qui renferment des éléments de base qu'on appelle les nutriments. La digestion est une transformation mécanique et chimique des aliments qui aboutit à la production de ces nutriments assimilables et nécessaires à l'organisme. Au niveau de l'intestin grêle, ceux-ci passent dans le sang et apportent à toutes cellules de l'organisme l'énergie nécessaire pour leur fonctionnement et les éléments indispensables à leur métabolisme, leur réparation et leur multiplication.

Les nutriments sont répartis en 5 catégories : les glucides les lipides les protides les vitamines les sels minéraux

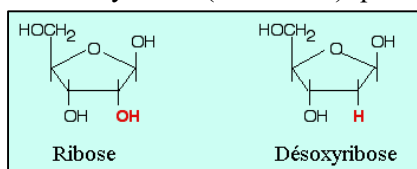
#### a) Les glucides :

Les glucides renferment C, H, O et accessoirement N et S. Le rapport H/O est toujours de 2/1. On distingue les molécules simples (les oses) et les molécules complexes (les osides).

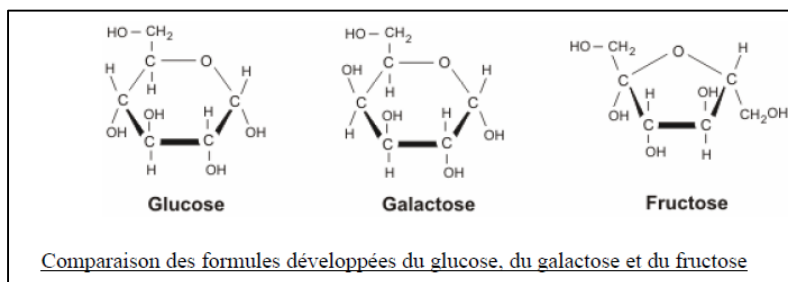
#### i. Les oses ou monosaccharides.

Les monosaccharides, ou *sucres simples*, sont formés d'une seule chaîne (linéaire ou cyclique) contenant 3 à 6 atomes de carbones. Leur formule générale est  $(CH_2O)_n$ ,  $n$  étant le nombre d'atomes de carbone. Les oses les plus abondants portent 5 ou 6 atomes de carbone, on les appelle des pentoses ( $n = 5$ , ex. le ribose et le désoxyribose) ou des hexoses ( $n = 6$ , ex. le glucose, le fructose et le galactose).

- Les pentoses sont des monosaccharides à 5 carbones. On peut citer le ribose ( $C_5H_{10}O_5$ ) et le désoxyribose ( $C_5H_{10}O_4$ ) que l'on retrouve dans la composition des acides nucléiques.



Les hexoses présentent dans leur molécule une fonction carbonyle qui peut être un groupement aldéhyde (hexoaldose, ex. le glucose et le galactose) ou une cétone (hexocétose, ex. le fructose). Leur formule brute est  $C_6H_{12}O_6$  mais leurs atomes sont agencés différemment, ce qui leur confère des propriétés différentes.



#### ii. Les osides :

##### ♥ Les disaccharides

Un disaccharide est formé par la combinaison de 2 monosaccharides au cours d'une réaction de synthèse. Les deux molécules sont liées par une liaison osidique ou liaison glycosidique résultant de l'union de deux groupements hydroxyles avec perte d'une molécule d'eau. Les plus importants, de formule  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , sont le saccharose (glucose + fructose), le maltose (deux molécules de glucoses) et le lactose (glucose + galactose).

##### ♥ Les polysaccharides

Ce sont les produits de polymérisation du glucose qui sont représentés par l'amidon, le glycogène et la cellulose avec pour formule générale  $(C_6H_{10}O_5)_n$ . L'amidon est la réserve principale de glucose chez les végétaux et son correspondant animal est le glycogène.

#### b) Les lipides :

Les lipides sont des molécules organiques insolubles dans l'eau et solubles dans les solvants organiques apolaires comme l'alcool, le benzène et le chloroforme. A l'instar des glucides, tous les lipides contiennent du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène (moins présent que dans les glucides). Dans certains lipides complexes, on trouve du phosphore.

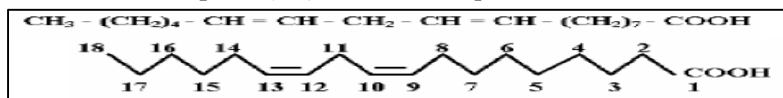
Les lipides comprennent les triglycérides (graisses neutres), les phospholipides et les stéroïdes.

#### i. Les acides gras.

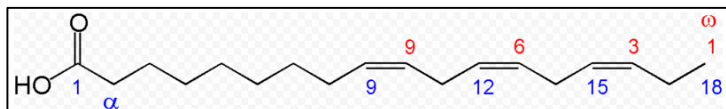
Ils sont monoacides, linéaires, à nombre pair d'atomes de carbone, soit saturés, soit insaturés.

Si toute la série allant de 2 à 38 atomes de carbone est représentée chez les êtres vivants, les termes à 16 et 18 atomes sont les plus abondants.

L'acide linoléique ( $\omega 6$ ) en C18 possède deux doubles liaisons en positions 9 et 12



L'acide linolénique ( $\omega 3$ ) en C18 possède trois doubles liaisons en positions 9, 12 et 15.



Ces deux acides gras polyinsaturés sont appelés acides gras essentielles.

## ii. Les glycérolipides

On distingue les glycérolipides simples (glycérides) et les glycérolipides complexes (phosphoglycérolipides). Alors que les glycérides jouent essentiellement un rôle énergétique, les phosphoglycérolipides participent à la structure des membranes plasmiques et le vitellus des œufs.

### • Les glycérides

Ils sont en majeure partie constitués par les *triglycérides* que l'on appelle les graisses neutres.

Ils sont formés par des réactions d'estérification du glycérol par 3 molécules d'acides gras.

Exemple d'un triglycéride homogène (les 3 acides gras sont identiques).

Il faut noter que les matières grasses sont des mélanges de nombreuses glycérides (homogènes et mixtes). Les glycérides mixtes étant les plus abondants (les acides gras sont différents).

### • Les phosphoglycérolipides

Les lécithines ou phosphatidylcholines sont présentes dans le jaune d'œuf, le soja et de nombreux tissus (pancréas, foie, tissu nerveux...). Elles sont composées de molécules d'acides gras, de glycérol, d'acide phosphorique et d'un alcool azoté.

## c) Les protides :

Les protides ou protéines constituent plus de la moitié en poids sec du corps humain. Ce sont de très grosses molécules formées par une succession d'acides aminés. Il existe des milliers de protéines différentes mais seulement vingt acides aminés dans tout le monde vivant.

### On distingue :

- les protéines de structure, qui constituent nos tissus (par exemple les fibres d'actine et de myosine des muscles). Elles ont un rôle passif comme matériaux de construction des cellules.

- les enzymes sont des protéines qui fabriquent, transforment ou reconnaissent d'autres molécules. Ce sont des agents de communication entre les cellules. Elles ont un rôle actif comme catalyseurs de réactions chimiques dans l'organisme (par exemple, les enzymes participent à la fabrication des anticorps qui nous protègent contre les microbes ou les virus.)

Les protides se trouvent en grande quantité dans les aliments d'origine végétale ou animale. Ils sont dégradés par des enzymes digestives, les protéases, pour fournir les acides aminés indispensables. Il existe 20 acides aminés : alanine (Ala), arginine (Arg), asparagine (Asn), acide aspartique (Asp), acide glutamique (Glu), cystéine (Cys), glutamine (Gln), glycine (Gly), histidine (His), isoleucine (Ile), leucine (Leu), lysine (Lys), méthionine (Met), phénylalanine (PHE), proline (Pro), sérine (Ser), thréonine (Thr), tryptophane (Trp), tyrosine (Tyr), valine (Val). Parmi les vingt acides aminés, huit ne peuvent pas être synthétisés par l'organisme et doivent être apportés par l'alimentation.

## d) Les vitamines :

Les vitamines sont des substances organiques nécessaires à l'organisme et présentes en très petite quantité. Elles sont toutes indispensables à l'entretien des tissus. Certaines d'entre elles se comportent comme des hormones ou se conjuguent avec les sécrétions des glandes endocrines. Les plus nombreuses jouent le rôle d'enzymes activant les transformations biochimiques de l'organisme. Elles ont une action très importante au niveau de la vie cellulaire. Elles interviennent dans le métabolisme des nutriments, la

libération et l'utilisation de l'énergie fournie aux cellules par les protéines. Les glucides et les lipides seraient bloqués si ces substances venaient à manquer : il s'agit bien de facteurs vitaux.

On range les vitamines en 2 groupes :

- les vitamines liposolubles ou solubles dans les corps gras : A, D, E, K.
- les vitamines hydrosolubles ou solubles dans l'eau : C et celles du groupe B

#### **e) Les éléments minéraux :**

Ils sont représentés par l'eau et les sels minéraux

L'eau est la seule boisson indispensable à la vie. Elle constitue en moyenne 60% de l'organisme vivante. L'apport en eau des aliments doit être complété en buvant régulièrement au cours de la journée. Il est conseillé de boire en moyenne 1,5 l d'eau par jour pour un adulte sédentaire. Certaines eaux minérales sont riches en calcium et en magnésium et il est conseillé de varier les sources.

On distingue deux catégories de sels minéraux :

- les éléments principaux dont l'organisme a grandement besoin : le calcium, le sodium, le potassium, le magnésium, le fer et le phosphore.
- les oligo-éléments qui sont nécessaires en petites quantités : le cuivre, le zinc, le manganèse, l'iode, le chlore, le fluor, le cobalt et le sélénium.

## **2. Les catégories d'aliments**

Les différents groupes d'aliments sont :

Les aliments simples : ce sont des aliments constitués par une seule catégorie de nutriment ou principe alimentaire. Exemple : l'eau, glucides, lipides. Les aliments simples se combinent pour former un aliment composé.

Les aliments composés : ce sont des aliments constitués de plusieurs aliments simples.

**Ex :** Pain, Viande, Lait.

Selon le rôle nutritionnel nous avons :

**Les aliments énergétiques :** ce sont les aliments riches en glucide et/ou en lipide.

**Les aliments constructeurs :** aliments riches en protéines.

**Les aliments protecteurs :** aliments riches en vitamines et en sels minéraux.

### **III. Le devenir des aliments dans le tube digestif.**

Dans les différentes portions du tube digestif, les aliments subissent une humidification par la salive, un broyage et un brassage. Parallèlement à l'action mécanique, les aliments subissent des transformations chimiques sous l'action des différents sucs digestifs.

#### **1) Anatomie de l'appareil digestif :**

L'appareil digestif comprend :

- Le tube digestif : la bouche, l'œsophage, l'estomac, l'intestin grêle, le gros intestin (colon) le rectum et l'anus.
- Les glandes digestives : les glandes salivaires, les glandes de l'épithélium de l'estomac et de l'intestin grêle, le pancréas, le foie.

Les organes du tube digestif assurent l'acheminement et le broyage des aliments ingérés : digestion mécanique.

Les glandes digestives sécrètent les sucs digestifs. Les glandes salivaires sécrètent la salive, les glandes de l'épithélium de l'estomac sécrètent le suc gastrique, celles de l'intestin sécrètent le suc intestinal, le pancréas sécrète le suc pancréatique et le foie sécrète la bile. Ces sucs digestifs contiennent les enzymes digestives qui découpent les grosses molécules en petites molécules simples capables de passer dans le sang et dans la lymphe : c'est la digestion chimique.

#### **2) Le bilan de la digestion :**

Au cours de leur progression dans le tube digestif, les aliments subissent des transformations mécaniques et chimiques.

**Actions mécaniques de la digestion :**

Dans la bouche : les aliments sont broyés et mélangés à la salive pour donner le bol alimentaire qui est transporté dans l'estomac par la déglutition.

Dans l'estomac : les mouvements péristaltiques de l'estomac transforment les différents bols en une bouillie blanchâtre appelée chyme stomacal qui gagne l'intestin grêle par jet successif.

Dans l'intestin grêle : le chyme stomacal subit un brassage et un broyage qui le transforme en une bouillie fine appelée chyle intestinal qui passe dans le gros intestin.

Dans le gros intestin : l'action mécanique est très faible. Le chyle intestinal subit surtout une forte déshydratation avant de passer dans le rectum où il s'accumule avant la défécation.

#### **Action chimique de la digestion :**

L'amylase salivaire (bouche) : débute l'hydrolyse de l'amidon en maltose.

Dans l'estomac : le bol alimentaire est soumis à l'action du suc gastrique et devient le chyme stomacal.

Le pancréas sécrète le suc pancréatique qui agit sur le chyme stomacal dans l'intestin grêle.

L'intestin grêle sécrète le suc intestinal et le foie libère la bile.

Dans le gros intestin : il n'y a pas d'action enzymatique. Le chyle subit une forte déshydratation et des fermentations sous l'action des microorganismes.

#### **Au terme de la digestion :**

Les macromolécules glucidiques sont transformées en oses,

Les macromolécules protidiques sont transformées en acides aminées,

Les macromolécules lipidiques sont transformées en acides gras et en glycérols,

L'eau et les sels minéraux ne sont pas transformés.

#### **IV. La destinée des produits de la digestion :**

Les produits de la digestion sont absorbés dans l'intestin grêle au niveau des villosités. La structure de la villosité marquée par la présence de 2 sortes de vaisseaux (capillaire lymphatique et capillaire sanguin) montre qu'il y a deux sortes d'absorptions.

**Absorption par les capillaires sanguins :** l'eau, les sels minéraux, les amines, les os et les vitamines hydrosolubles passent par la voie des capillaires sanguins.

**Absorption par les capillaires lymphatiques ou chylifères :** c'est la voie suivie par les graisses (acides gras, glycérol) et les vitamines liposolubles.

#### **V. La catalyse biochimique : les enzymes.**

##### **1. Définition :**

On appelle enzyme ou diastase ou biocatalyseurs des substances chimiques élaborées par l'organisme et susceptible (capable) de catalyser certaines réactions chimiques dans les conditions particulières, compatibles avec la vie.

##### **2. Nature chimique et composition :**

Une enzyme est une macromolécule d'origine protéique (la plupart du temps, c'est une protéine, sauf dans le cas des ribozymes) qui joue un rôle de catalyseur biologique ou biocatalyseur. Leur structure primaire est constituée d'un enchaînement covalent d'acides aminés.

##### **3. Propriétés.**

- Elles agissent à faible dose sur un substrat donné et une réaction chimique déterminée.
- Elles sont détruites par la chaleur (vers 60°C) et inhibées par le froid (vers 0°C).
- Elles ont un optimum d'activité pour un pH donné : la pepsine agit en milieu acide (pH=2), la trypsine en milieu basique (pH=8) etc.

**Concept général 2 : transformation de la matière et le flux d'énergie chez les êtres vivants.**

**Sous concept 5 : l'utilisation des nutriments par l'organisme : la libération et la conversion d'énergie.**

**Pré-évaluation :**

Quel phénomène assure la production d'énergie chez les organismes ?

Quel est l'organite responsable de la production d'énergie ?

**Situation problème :**

La digestion permet la simplification des aliments en molécules simples et très petites (les nutriments). Ces nutriments sont absorbés au niveau de l'intestin pour gagner la circulation sanguine et être livrés aux différentes cellules de l'organisme.

Comment ces nutriments sont utilisés par les cellules ?

Quelles sont les différents moyens de production d'énergie par les cellules ?

**Activités**

**I. La respiration**

Nos respirations pulmonaires, qui sont la manifestation concrète d'échanges gazeux entre l'organisme et l'atmosphère, ne sont qu'une partie d'un mécanisme complexe au niveau des cellules, indispensable à l'utilisation des substances digérées (la respiration cellulaire).

Le maintien de la vie est étroitement lié à la régularité de ces échanges.

**1) Les échanges gazeux respiratoires**

**Activité 1 : mise en évidence**

**Expérience 1 :** Enfermons une souris dans un bocal qui contient de l'eau de chaux et qui communique avec un récipient contenant de l'eau colorée à l'aide d'un monomètre. Quelques heures après, l'eau de chaux se trouble, le liquide coloré monte dans le monomètre. Une allumette allumée introduite dans le bocal s'éteint. (Figure 1)

**Expérience 2 :** Remplaçons la souris par des champignons, les résultats sont les mêmes (fig.3)

La figure 2 schématise une expérience faite par Priestley au XVIII<sup>e</sup> siècle.

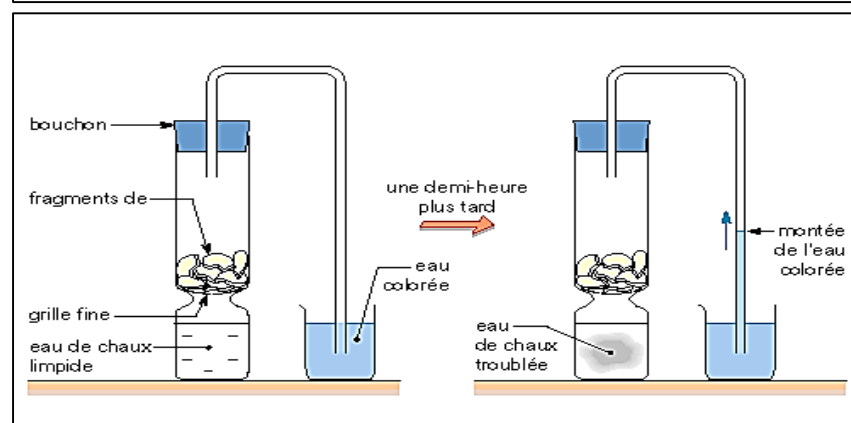
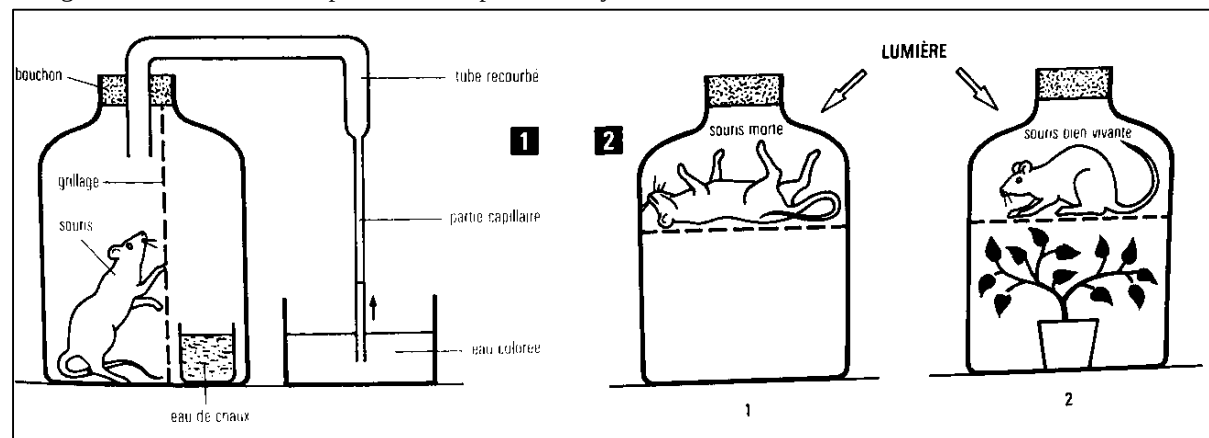


fig. 3

**Consigne :**

1. Interpréter ces résultats.
2. Quelles précautions faut-il prendre pour mettre en évidence la respiration chez les végétaux chlorophylliens ?
3. Que devient la souris 2 si on place une cache noir sur son bocal ?
4. Tirer une conclusion.

**Activité 2 : Etudes quantitatives des EGR**

Pour donner une expression scientifique des échanges gazeux respiratoires, on définit l'intensité respiratoire (IR) et le quotient respiratoire (QR).

L'IR est le volume (ml) d'Oxygène absorbé ou de gaz carbonique dégagé pendant l'unité de temps (1h) par unité de masse de matière vivante (1Kg chez les animaux et 1g du poids sec d'une plante).

**Le QR est le rapport :**

(VCO<sub>2</sub> rejeté)/(VO<sub>2</sub> absorbé) Pendant le même temps.

Pour mesurer l'IR et le QR, on utilise 2 méthodes : la méthode de l'air confinée et la Méthode de l'atmosphère renouvelée (air renouvelée).

**Méthode de l'air confinée :** elle consiste à placer l'animal dans une enceinte dont le V d'air connu n'est pas renouvelée. Un certain temps après, on prélève le V1 d'air qu'on soumet à l'action de la potasse qui absorbe le CO<sub>2</sub> de l'air. Il reste un volume V2 qu'on soumet à l'action de pyrogallate qui absorbe l'O<sub>2</sub>. Il reste alors un volume V3.

Le volume du CO<sub>2</sub> dans l'air prélevée est  $V'CO_2 = V1 - V2$

Le volume d'O<sub>2</sub> dans l'air prélevée est  $V'O_2 = V2 - V3$

Ainsi pour trouver le VO<sub>2</sub> absorbé et le VCO<sub>2</sub> rejeté, on calcul

Le volume initial d'O<sub>2</sub> dans l'air de l'enceinte :

$V1'O_2 = \text{volume de l'enceinte} \times 21/100$

Volume d'O<sub>2</sub> contenu dans l'air de l'enceinte après respiration :

$V2'O_2 = \text{volume de l'enceinte} \times V'O_2 \text{ dans l'air prélevée} / \text{volume de l'air prélevée}$

Le volume consommé par l'animal :  $VO_2 = V1'O_2 - V2'O_2$

Le volume de CO<sub>2</sub> dégagé par l'animal :

$VCO_2 = \text{volume de l'enceinte} \times \frac{V'CO_2 \text{ dans l'air prélevée}}{\text{volume de l'air prélevée}}$

La mesure de l'IR et QR se fait à partir de ces deux volumes

$IR = VO_2 / (t \times p)$  ou  $VCO_2 / (t \times p)$

$QR = VCO_2 / VO_2$

IR= en ml ou l d'O<sub>2</sub>/h/g ou ml ou la de CO<sub>2</sub>/h/g

T= durée de l'expérience (h)

P= poids de l'animal (Kg)

**Méthode de l'air renouvelée : (figure 4)**

Une trompe à eau adaptée au bocal D permet d'avoir un courant d'oxygène.

Le gaz carbonique dégagé dans la soude entraîne la réaction :

$NaOH + CO_2 \longrightarrow NaHCO_3$  (carbonate acide de sodium).

La phénolphtaléine qui rougi la soude se décolore lorsque toute la soude a été remplacé par du carbonate acide. Une mole de CO<sub>2</sub> agit sur une mole de NaOH.

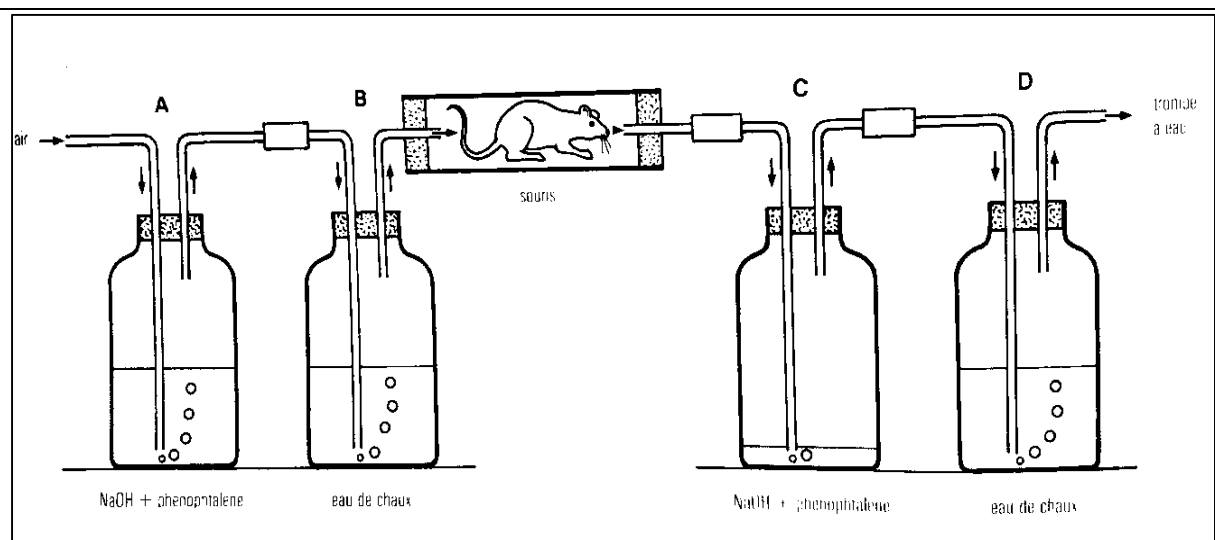


**fig.4 :** Bocal A et C : flacons absorbeurs de CO<sub>2</sub>. Bocal B et D : flacons de contrôle.

**Application 1 :** une souris de 18g est placée dans une enceinte de 1200ml d'air. Au bout de 30 min, on prélève 47,2ml d'air qu'on soumet à l'action de la potasse. Après l'absorption du CO<sub>2</sub> par la potasse. Il reste 45,1ml d'air qu'on soumet à l'action de la pyrogallate qui absorbe l'O<sub>2</sub>. Il reste en fin 37,2ml d'air. Calculer l'IR et le QR de cette souris sachant que l'air contient 21% d'O<sub>2</sub> et environs 0% de CO<sub>2</sub>.

### Activité 3 : La libération de l'énergie des nutriments

#### a- La valeur énergétique des aliments :

**Définition :** la valeur énergétique d'un repas est égale à la somme des valeurs énergétiques des aliments qui le constitue.

Mesure de la valeur énergétique d'un aliment : cela se fait dans une bombe calorimétrique.

Les mesures ont montrées que la combustion de :

1g de glucide produit 4 kcal, 1g de protide produit 4 kcal, 1g de lipide produit 9 kcal

Connaissant la composition d'un aliment en glucide, en protide et en lipide, on peut calculer sa valeur énergétique selon la formule.

**Application :** Adama mange un plat constitué de : petit poids (80g), viande (120g), tomate (60g) et de 80g de pain, 15g d'huile ont été utilisés pour préparer ce repas.

**Consigne :** Calculer la valeur énergétique de ce plat sachant que pour chaque 100g de chacun de ces aliments on a :

Petit poids : glucide 12g, protide 4g, lipide 0g

Viande : glucide 0g, protide 17g, lipide 15g

Tomate : glucide 4g, protide 1g, lipide 0g

Pain : glucide 55g, protide 7g, lipide 0,8g

Huile : glucide 0g, protide 0g, lipide 99g.

### Activité 4 : Le coefficient thermique de l'oxygène :

Le coefficient thermique de l'O<sub>2</sub> est la chaleur libérée par un litre d'oxygène lors de l'oxydation d'un gramme de substance organique. Son calcul consiste à mesurer la production d'énergie en fonction de la consommation d'O<sub>2</sub> par un sujet, car l'oxydation de toute molécule organique libère de l'énergie dans l'organisme

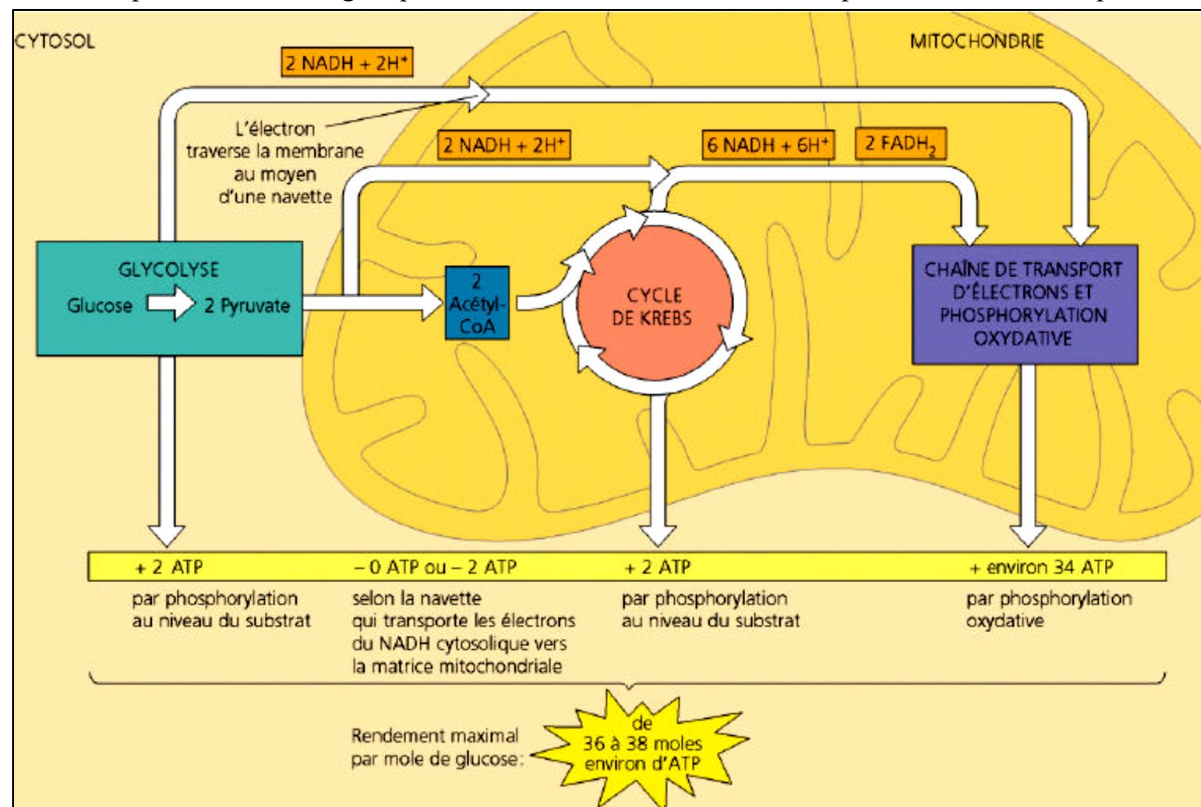
**Application :** l'oxydation d'une mole de glucose produit 2860 kJ et consomme 6 moles d'O<sub>2</sub>.

**Consigne :** Calcule le coefficient thermique de l'O<sub>2</sub>

### Activité 5 : Mécanisme biochimiques de la libération d'énergie :

Versons dans 2 tubes à essai une solution de bleu de méthylène dans un liquide physiologique. Dans le premier ajoutons un muscle frais de grenouille broyé ; dans le deuxième, un muscle de grenouille broyé bouilli. Placer de l'huile à la surface pour éviter tout contact avec l'air. Au bout d'une heure, le bleu de méthylène s'est coloré au voisinage du muscle frais : le muscle produit de l'hydrogène naissant. Si on fait respirer à un rat de l'atmosphère riche en oxygène lourd, on constate que l'oxygène lourd se au niveau de la vapeur d'eau dégagée par l'animal.

Si on marque la molécule organique absorbée avec O18, c'est le CO<sub>2</sub> que l'on retrouve marqué.



### Consigne :

1. Analyser et interpréter ces résultats.
2. Déterminer les mécanismes cellulaires de la respiration.
3. Quel est le but principal de la respiration ?

## II. Les fermentations

### Activité 6 : La fermentation alcoolique

#### Expérience 1 : La vie aérobie de la levure de bière :

Plaçons dans un flacon un mélange de glucose et de levure de bière. Introduisons dans le flacon une éprouvette contenant l'eau de chaux et un tube capillaire qui plonge dans l'eau colorée. Quelques heures après, l'eau de chaux se trouble et le liquide coloré monte dans le tube.

#### Expérience 2 : La vie anaérobie :

Remplissons jusqu'au bord un flacon avec un mélange de solution de glucose et de levure de bière, fixons un tube à dégagement qui débouche dans une éprouvette retournée sur une cuve à eau. Au bout de quelques heures, l'éprouvette se remplit d'un gaz qui trouble l'eau de chaux et une odeur d'alcool apparaît dans le flacon.

**Consigne :** Interpréter ces résultats et tirer une conclusion.

### **Activité 7 : Fermentation butyrique :**

Plaçons des tranches de pomme de terre non épluchée ou des grains de haricot dans un bocal rempli d'eau tiède. Fermons le bocal avec un bouchon muni d'un tube de sureté. Au bout de quelques jours on observe un dégagement gazeux qui a une odeur fétide. Ce gaz est essentiellement constitué du CO<sub>2</sub> et d'H<sub>2</sub>. Ainsi les tranches s'écrasent. Observation microscopique d'une goutte d'eau relève la présence de nombreuses bactéries.

#### **Consigne :**

Interpréter ces résultats.

Citer et caractériser d'autres types de fermentation.

### **Activité 8 : Caractères des fermentations.**

**Consigne :** A partir de la comparaison entre la respiration et les fermentations, donner les caractéristiques des fermentations.

## **Synthèse générale.**

Les cellules ont besoin de molécules mais aussi d'énergie en permanence. L'ATP est la molécule la plus souvent utilisée pour apporter l'énergie aux réactions chimiques. Mais c'est une molécule peu abondante dans les cellules qui doivent assurer son renouvellement. Ainsi deux principales voies sont utilisées pour la synthèse d'ATP : la respiration et les fermentations.

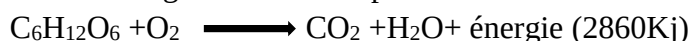
### **I. La respiration :**

La respiration est une succession de réactions chimiques catalysées par de multiples enzymes qui aboutit à la dégradation totale d'une molécule carbonée comme le glucose, ce qui libère du CO<sub>2</sub> gazeux. Ces réactions d'oxydo-réduction mettent en jeu des transferts de protons et d'électrons dont l'accepteur final est l'O<sub>2</sub> réduit en eau. Les mitochondries sont les sièges de l'activité respiratoire.

Au cours de la respiration, la molécule de glucose (la plus utilisée) est entièrement oxydée en présence de dioxygène. La totalité de l'énergie disponible de la molécule est utilisée pour la formation d'ATP. Les molécules minérales rejetées n'ont plus de potentiel énergétique.

La plupart de molécules organiques, comme les lipides et les acides aminés peuvent servir de substrat respiratoire et donner de l'ATP.

La réaction globale de la respiration est la suivante dans le cas du glucose :



Elle commence par une oxydation partielle du glucose en (C<sub>6</sub>) en deux molécules de pyruvates (C<sub>3</sub>) dans le hyaloplasme. Le pyruvate entre dans la mitochondrie, où il est entièrement dégradé dans la matrice par une série de décarboxylations oxydatives, libérant 6CO<sub>2</sub> pour deux pyruvates.

Au total, 38 molécules d'ATP sont synthétisées à partir d'une molécule de glucose. Ceci représente une énergie utilisable par les cellules d'environ 1140Kj sur les 2860Kj d'énergie potentielle du substrat, soit un rendement de 40%. Le reste est dissipé sous forme de chaleur.

### **II. Les fermentations :**

De nombreux microorganismes comme les bactéries ou les levures, aérobies ou anaérobies pour certains, ou bien de cellules temporairement privées d'O<sub>2</sub>, peuvent dégrader divers sources de matières organiques pour régénérer de l'ATP. Ces réactions de fermentations sont considérées comme antérieures à la respiration dans le monde vivant, en relation avec l'absence d'oxygène dans l'atmosphère primitive.

Une molécule organique est oxydée et libère des protons et des électrons pris en charge par un transporteur mais dont l'accepteur final est souvent une molécule organique au lieu de l'O<sub>2</sub>.

Parmi les de la fermentation figure toujours une molécule organique contenant encore une énergie chimique : l'oxydation de la molécule substrat est très incomplète par ce processus. Ceci ne permet de récupérer qu'une petite quantité d'énergie et ne libère que peu d'ATP.

Les mitochondries n'interviennent pas dans ce processus qui se déroule dans le cytoplasme.

En fonction du substrat, mais aussi de l'équipement enzymatique des cellules, on distingue différentes fermentations qui portent en général le nom du résidu organique, par ex: fermentation alcoolique, lactique, acétique, butyrique...

Pour certaines cellules traditionnellement aérobie, une fermentation constitue une source secondaire d'ATP si elle se trouve temporairement privée d'O<sub>2</sub>, comme les cellules musculaires en cas d'effort intense (fermentation lactique).

### **III. Le maintien de la composition de l'organisme.**

L'organisme est constitué d'eau, d'éléments minéraux et de matière organique. Différentes molécules permettent la construction et le renouvellement des cellules. L'organisation complexe de la matière organique caractérise les êtres vivants.

Les diverses molécules entrent dans la structure des cellules et permettent aussi leur fonctionnement. Elles proviennent toutes de l'alimentation. Les besoins des cellules sont couverts par un enchaînement de réactions biochimiques, le métabolisme, à partir des nutriments et du dioxygène apportés par le sang.

Le métabolisme comprend des réactions de synthèse (fabrication) de molécules formant l'anabolisme et des réactions de dégradation : le catabolisme.

L'anabolisme regroupe des réactions qui permettent de fabriquer des molécules spécifiques comme les protéines.

Le catabolisme permet, au cours de la dégradation de certaines molécules, d'obtenir des molécules plus simples et de récupérer de l'énergie nécessaire aux autres réactions.

## Concept général 2 : transformation de la matière et le flux d'énergie chez les êtres vivants.

### Sous concept 6 : Les besoins alimentaires chez l'homme

#### Pré-évaluation :

Pourquoi on doit manger tous les jours ?

Que fournissent les différents nutriments à l'organisme ?

#### Situation problème :

Les tortues d'eau ou les poissons ne sont pas très exigeants quant à la régularité de leurs repas, ils peuvent fort bien se passer de manger pendant la durée des vacances.

Mais l'Homme comme les autres mammifères et les oiseaux, ne peut pas survivre longtemps sans apport quotidien de nourriture et d'eau.

A quoi correspond cette ration alimentaire ?

A quoi servent les différents nutriments utilisés par l'organisme ?

### Activités

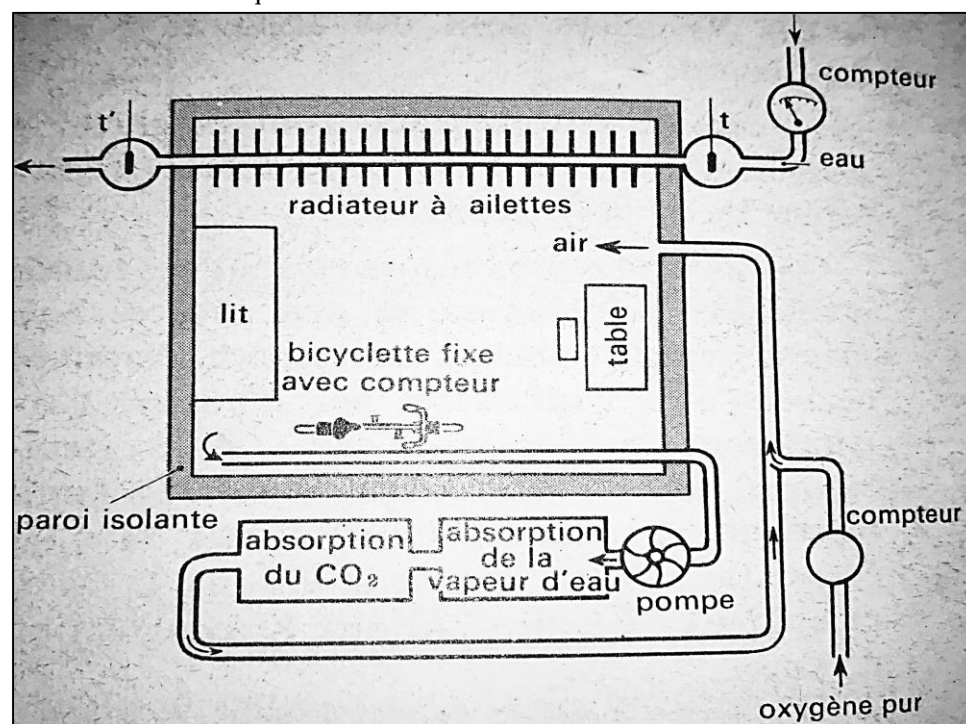
#### I. Besoins énergétiques :

L'évolution des besoins énergétiques d'un individu se fait en mesurant les pertes et les gains d'énergie.

#### Activité 1 : Evaluation de la dépense énergétique.

Elle se fait par calorimétrie directe ou indirecte

Calorimétrie directe : Elle consiste à mesurer la chaleur libérée par le corps d'un sujet placé dans une chambre calorimétrique comme celle de Benedict et Atwater.



C'est une pièce aux parois isolantes qui permet de mesurer :

La chaleur sensible (S) :

C'est la chaleur rayonnée par le corps du sujet, sa mesure se fait à partir de l'eau qui circule dans un radiateur à ailettes disposé dans la chambre calorimétrique. La chaleur libérée par le corps du sujet réchauffe cet air.

Ainsi :  $S = mc(t_2 - t_1)$

$S =$  kJ ou kcal,

$m =$  masse d'H<sub>2</sub>O qui a circulé dans le radiateur pendant l'expérience,

$c =$  chaleur massique de l'eau qui est toujours = 1 kcal = 4,18 kJ,  $t_1$  et  $t_2$  T° de l'eau à l'entrée et à la sortie de la chambre calorifique.

La chaleur latente (L) :

C'est la chaleur qui vaporise l'eau dans le corps du sujet (poumons, peau). Sa mesure se fait à partir des circuits de renouvellement de l'O<sub>2</sub> sur lequel se trouve un flacon de potasse (KOH) qui fixe le CO<sub>2</sub> dégagé par le sujet et un flacon d'acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) qui fixe les vapeurs d'eau libérées par le sujet.

$L = 0,58 \cdot M$  (Kcal)  $L = 2,4 \cdot M$  (KJ)

0,58 kcal = énergie fournie par 1g d'eau

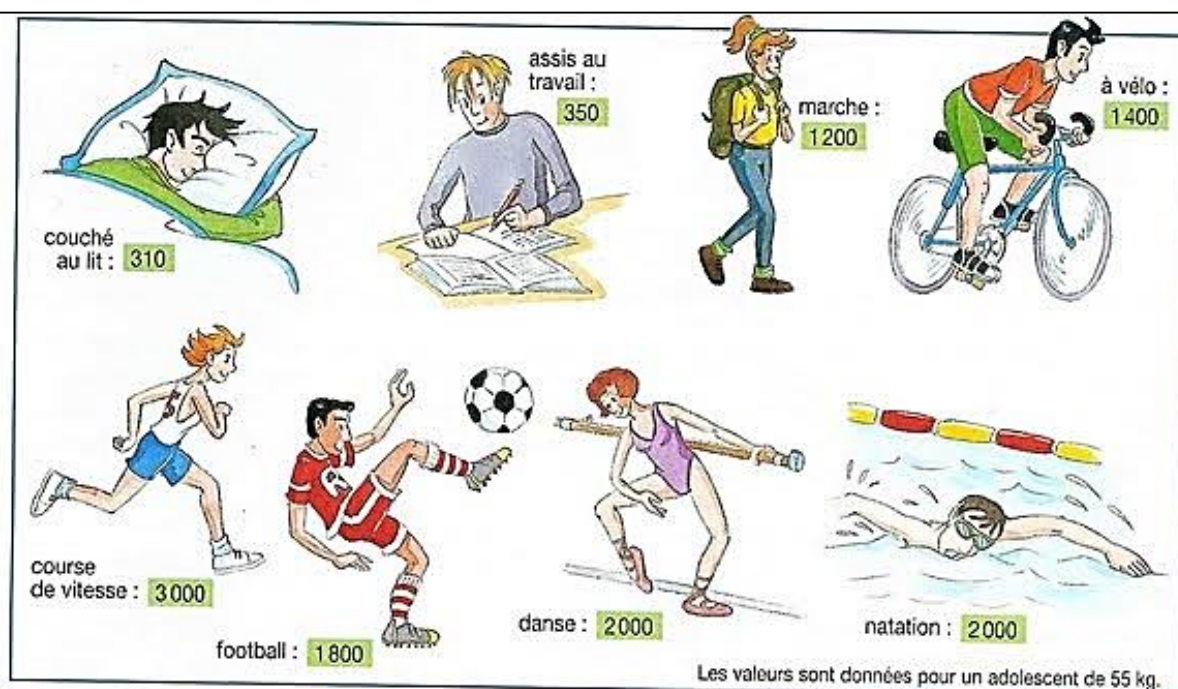
M = masse de vapeur d'eau du flacon à acide sulfurique.

### Consigne :

Calculer l'énergie dépensée.

### Activité 2 : Les variations de la dépense énergétique.

La dépense d'énergie varie d'un individu à un autre. Chez un même individu elle peut varier suivant plusieurs facteurs.



ⓐ A chaque activité, un coût énergétique différent (exprimé ici en kilojoules par heure).

### Consigne :

Quelles sont les facteurs de variation de la dépense énergétique.

### Activité 3 : Métabolisme basal ou dépense minimale d'énergie.

La dépense pour un travailleur est évaluée à environ 3000 Kcal pour un travailleur moyen, 3800 pour un cultivateur. Si on annule tout travail, tout effort musculaire, y compris le travail digestif après les repas, et si l'on place le sujet dans les conditions de neutralité thermique, la seule dépense énergétique est celle qui résulte du fonctionnement des organes. Cette valeur voisine de 1500 Kcal par jour est appelée métabolisme basal.

Sa mesure s'effectue grâce à l'appareil de Benedict. Dans cet appareil, la respiration se fait en circuit fermé. L'appareil contient un gazomètre qui enregistre le VO<sub>2</sub> utilisé. L'opération dure 60 mn. On obtient ainsi la dépense enregistrée par heure et par m<sup>2</sup> de surface corporelle.

### Consigne :

Définir le métabolisme basal

Donner l'expression du métabolisme basal.

## II. Besoins de matières :

### Activité 4 : Les besoins en vitamines

| Vitamines Liposolubles       | Fonction pour l'organisme                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Sources                                                                                                                                                                        |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>A<br/>Rétinol</b>         | Elle est indispensable à la vision et à la croissance de certains organes et tissus. (Os, peau.) La vitamine intervient dans la synthèse de certaines hormones et dans les mécanismes immunitaires. Sa carence entraîne des problèmes de vision et des lésions oculaires pouvant aller jusqu'à la cécité.                                                                      | Présente uniquement dans les aliments d'origine animale, surtout le foie mais aussi le beurre le thon, jaune d'œuf. Le carotène est transformé en vitamine A dans l'organisme. |
| <b>D<br/>Cholécalciférol</b> | Elle agit comme une hormone, régule l'absorption du calcium et du phosphore. Elle joue un rôle essentiel dans la minéralisation des os. Pour être utilisable par l'organisme la vitamine D a besoin de l'action des rayons ultraviolets du soleil. Elle est en effet modifiée au niveau de la peau par les UV. Chez l'enfant, la carence en vitamine D entraîne le rachitisme. | Les œufs, le beurre et le foie, les poissons gras et surtout les huiles extraites du foie de certains poissons (morue).                                                        |
| <b>E<br/>Tocophérol</b>      | Elle a un effet protecteur pour des cellules de l'organisme. (rôle d'antioxydant.) Elle intervient dans la synthèse des globules rouges. Les carences en vitamine E sont très rares                                                                                                                                                                                            | Huiles de graines oléagineuses, germes de blé, margarine.                                                                                                                      |
| <b>K<br/>Phylloquinone</b>   | Nécessaire à la coagulation du sang. Produite dans l'organisme par les bactéries intestinales et apportée par l'alimentation. Les besoins en vitamine K sont largement couverts par l'alimentation.                                                                                                                                                                            | Choux, épinards, tomates.                                                                                                                                                      |

| Vitamines Hydrosolubles       | Fonction pour l'organisme                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Sources                                                               |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| <b>C<br/>Acide ascorbique</b> | Elle est nécessaire à la synthèse des vaisseaux sanguins et des muscles, favorise l'absorption du fer présent dans les aliments, intervient dans plusieurs mécanismes hormonaux. joue un rôle dans l'élimination des substances toxiques et a des propriétés anti-oxydantes. Une déficience en vitamine C peut diminuer la résistance aux infections. La carence grave se traduit par une maladie appelée le scorbut : fatigabilité extrême, douleurs, altération des gencives. | Cassis, poivrons crus, agrumes, fruits (citron, orange), légumes      |
| <b>B1<br/>Thiamine</b>        | Intervient dans le fonctionnement du système nerveux et le métabolisme des sucres et des réserves énergétiques de l'organisme. La carence grave en vitamine B1 provoque le bériberi que l'on trouve dans des pays en développement.                                                                                                                                                                                                                                             | Céréales, légumes secs, noix, levure de bière, rognons                |
| <b>B2<br/>Riboflavine</b>     | Est nécessaire à la fabrication de nombreuses enzymes. Les dérivés de cette vitamine interviennent dans la dégradation des acides gras, des acides aminés et des protéines. Sa carence entraîne la chéilite.                                                                                                                                                                                                                                                                    | Céréales, foie, levure de bière, rognon, œuf, lait, fromage.          |
| <b>B3 ou PP<br/>Niacine</b>   | Intervient dans le métabolisme des glucides, des lipides et la croissance des tissus. Sa carence entraîne une maladie appelée la pellagre avec des problèmes cutanés, digestifs et nerveux.                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Viandes, champignons, poissons, abats, légumes secs, certains fruits, |

|                                                   |                                                                                                                                                                                               |                                                                                              |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>B5</b><br><b>Acide</b><br><b>pantothénique</b> | Protection de la peau, des cheveux et la cicatrisation des plaies.                                                                                                                            | Foie, rognon, lait, œuf, arachide, haricot, viande maigre, poisson                           |
| <b>B6</b><br><b>Pyridoxine</b>                    | Joue un rôle important dans la synthèse des lipides et des protéines comme l'hémoglobine. Sa carence provoque des signes cutanés, des dépressions, des anémies et des problèmes immunitaires. | Céréales, banane, haricot sec, lentilles, pois chiches, levure de bière, œuf, lait           |
| <b>B8</b><br><b>Vit H ou biotine</b>              | Biosynthèse des acides gras. Sa carence provoque la dermatite et des troubles psychiques.                                                                                                     | Rognon, foie, jaune d'œuf, arachide, haricot sec                                             |
| <b>B9</b><br><b>acide folique</b>                 | Intervient dans le métabolisme des acides aminés. La carence chez l'homme entraîne une anémie et peut parfois conduire à l'anorexie ou à la dépression.                                       | Jaune d'œuf, haricot sec, légumes à feuilles vertes, banane, levure, légumes et fruits frais |
| <b>B12</b><br><b>cyanocobalamine</b>              | Intervient dans de nombreuses réactions chimiques de l'organisme. Sa carence entraîne principalement une anémie                                                                               | Foie, rognons, poulet, poissons, œufs, fromage et crustacés.                                 |

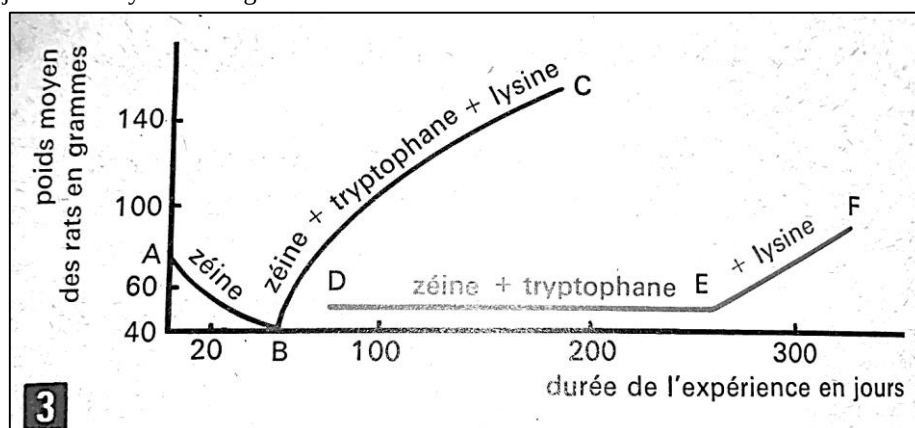
**Consigne :** après avoir analysé les tableaux:

1. Définir une vitamine.
2. Donner l'importance des vitamines dans le fonctionnement de l'organisme.

### Activité 5 : Les besoins en protides.

#### Expérience :

On nourrit de jeunes rats identiques avec la zéine (protéine du maïs) comme protéine dans l'alimentation. Le 20e jr, on ajoute à ce régime du tryptophane et de lysine (acides aminés qui sont absents dans la zéine). La courbe 1 traduit les résultats. On donne à un autre lot de jeunes rats de la zéine, le 20e jr, on ajoute du tryptophane au régime, le 60e jr on ajoute de la lysine au régime. La courbe 2 traduit le résultat.



**Consigne :**

1. Analyser et interpréter ces résultats puis tirer une conclusion.
2. Définir un acide aminé indispensable.

### Activité 6 : Besoins en lipides

**Résultats expérimentaux :** des expériences ont montré que du point de vue quantitative l'optimum est de 60g/jr environ pour un adulte. Les troubles graves se produisent chez un sujet nourri sans lipides. En effet dans ce cas il manque des acides gras et des vitamines liposolubles.

### Consigne :

1. Déterminer le rôle des lipides.
2. Définir et donner les acides gras essentiels.

### Activité 7 : rôle des glucides.

**Consigne :** A partir de vos connaissances antérieures, donne le rôle des glucides.

### Activité 8 : Besoins en substances minérales et en oligoéléments.

Les principaux minéraux constitutifs de l'organisme sont : l'eau (60%) les sels minéraux, les ions. Le tableau ci-dessous résume les rôles des certains éléments de l'organisme.

| Sels minéraux    | Fonction pour l'organisme                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Sources                                                                                                                             |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Calcium</b>   | 90% du calcium est stocké dans les os dont il assure leur solidité. C'est un régulateur de l'excitabilité nerveuse et un constituant cellulaire.                                                                                                                                                                 | Lait et produits laitiers, jaune d'œuf, légumes secs.                                                                               |
| <b>Sodium</b>    | Elément minéral le plus important dans tous les liquides extracellulaires et notamment le sang. Il régule l'équilibre osmotique de la cellule. Une alimentation trop riche en sel favorise une élévation de la pression artérielle.                                                                              | Sel de cuisine, œufs viandes, conserves, eaux minérales, lait, charcuterie, poisson                                                 |
| <b>Potassium</b> | A l'inverse du sodium, c'est le principal élément minéral intracellulaire. Il est nécessaire à l'activité musculaire et au muscle cardiaque. Une carence en potassium entraîne parfois des crampes.                                                                                                              | Fruits, légumes secs banane, poissons, viandes, chocolat.                                                                           |
| <b>Magnésium</b> | Il est indispensable au métabolisme cellulaire, et au potentiel électrique des cellules musculaires et nerveuses. Un manque de magnésium peut entraîner des faiblesses musculaires, des crampes, de crises de tétanie ou des troubles digestifs.                                                                 | Chocolat, légumes secs, fruits de mer. fruits.                                                                                      |
| <b>Fer</b>       | Un des constituants fondamentaux des globules rouges (hémoglobine.) Il est aussi important pour la respiration cellulaire. Le fer est indispensable pour traiter et prévenir les anémies, mais un excès de cet élément peut être dangereux pour le cœur. Le thé et le café diminuent son absorption intestinale. | Abats, foie, viandes jaune d'œuf, fruits, chocolat, légumes secs, vin.                                                              |
| <b>Phosphore</b> | Avec le calcium, il est indispensable à la constitution du tissu osseux. Il intervient aussi dans le métabolisme énergétique pour la transformation des nutriments. Une carence en phosphore est exceptionnelle.                                                                                                 | Pratiquement présent dans tous les aliments, notamment le lait, les produits laitiers, le jaune d'œuf, le pain et les légumes secs. |

**Consigne :** à partir du tableau et de vos propres connaissances ;  
Déterminer les rôles des éléments minéraux dans l'organisme.

### Synthèse générale

Le besoin de se nourrir concerne tous les êtres vivants sans exception. Chez tous, il est de même nature et procède du même type de mécanismes. En outre, la vie s'est développée de telle manière que des interdépendances nutritionnelles se sont créées entre les trois règnes (végétal, bactérien et animal) et à l'intérieur de ceux-ci. Pour comprendre la place qu'occupe l'être humain dans le monde vivant en fonction de son besoin nutritionnel, et avant d'étudier spécifiquement la nutrition humaine, il est nécessaire de se pencher sur ce qui est commun à toute la biosphère.

Le besoin nutritionnel trouve son origine dans les réactions chimiques qui pouvaient satisfaire aux principes de la thermodynamique et qui se sont produites au cours du milliard d'années qui a suivi la formation de la terre. Les différentes sources d'énergie alors existantes permirent l'interaction et la

combinaison des corps chimiques en présence, tels que l'eau et la vapeur d'eau (H<sub>2</sub>O), le méthane (CH<sub>4</sub>) et l'ammoniac (NH<sub>3</sub>) pour donner naissance aux composés de base de la matière vivante.

Pour exister, les êtres vivants doivent se procurer toutes ces molécules. C'est là l'essence du besoin nutritionnel matériel. Mis à part l'eau et les minéraux, elles sont toutes fabriquées à partir de précurseurs simples, présents dans les sols, les eaux et l'atmosphère. Cependant, de nombreuses espèces sont devenues partiellement incapables de procéder à cette fabrication et doivent vivre directement ou indirectement aux dépens de celles qui le peuvent encore, en consommant tout ou partie d'organismes ou de leurs produits de décomposition et d'excrétion.

### 1) Les besoins énergétiques

Comme tous les êtres vivants, l'être humain a besoin d'énergie pour recycler l'ATP qui lui permet d'accomplir le travail biologique nécessaire à sa survie. Deux méthodes permettent d'évaluer le besoin en énergie : la méthode des bilans et la méthode factorielle. La première consiste à observer ce que doit manger un individu pour maintenir son poids constant. La deuxième consiste à évaluer la dépense énergétique spécifique des phénomènes énergétiques de l'organisme (c'est à-dire selon chaque facteur de dépense) ; la somme des dépenses permet de déduire le besoin global correspondant. Le bilan ne permet pas de comprendre comment l'énergie est utilisée, ni combien il en faut pour les différents types d'activités et durant le repos. C'est pour cela que la méthode factorielle, qui analyse séparément les facteurs de la dépense énergétique, est préférée.

Ces facteurs de dépense sont classés comme suit :

- la dépense basale ;
- l'effet thermique de la consommation alimentaire ou action dynamique spécifique ;
- la dépense d'activité musculaire ;
- la dépense de thermogenèse ;
- la dépense de croissance, de réparation et de production.

#### ♥ La dépense énergétique basale.

En particulier chez les animaux à sang chaud (homéothermes), qui tendent à maintenir leur température constante, la machine biologique a une vitesse minimale de fonctionnement relativement stable. On l'appelle vitesse métabolique de base ou, simplement, métabolisme de base. Le métabolisme de base implique évidemment une consommation d'énergie, à l'image d'une voiture à l'arrêt dont le moteur tourne au ralenti. Le métabolisme de base représente les transformations énergétiques et chimiques qui maintiennent en vie l'organisme à l'état de repos et de confort thermique. Il comprend : le travail osmotique pour maintenir les gradients chimiques, travail électrochimique du système nerveux ; le travail mécanique du cœur, des poumons, du tube digestif et de la tension musculaire de repos ; le travail chimique du foie et du rein, et pour la dégradation et synthèse permanentes des composés cellulaires et tissulaires.

Chez les homéothermes adultes, on observe que le métabolisme de base standard moyen, sur une base de 24 heures et exprimé en kcal, équivaut à « soixante-dix fois le poids corporel élevé à la puissance trois-quarts » : Métabolisme de base journalier (kcal) = 70 x poids corporel<sup>3/4</sup>(kg)

Chez l'être humain, le métabolisme de base est mesuré dans les conditions standards conventionnelles suivantes : le sujet est au repos allongé, éveillé, en situation de calme émotif, à jeun depuis 12 à 14 heures, légèrement vêtu, dans une température ambiante de 18 à 20 °C. On a là une méthode de mesure commode de la dépense énergétique incontournable de l'organisme.

#### ♥ Variation de la dépense énergétique :

La dépense énergétique varie en fonction de l'âge, du sexe, de l'alimentation, du climat et l'activité musculaire:

Elle décroît lentement avec l'âge, elle est un peu plus élevée chez l'homme que chez la femme, elle augmente avec la suralimentation et diminue avec la sous-alimentation. Elle augmente en climat froid et diminue en climat chaud.

## 2) Les besoins matériels

### ♥ L'eau (H<sub>2</sub>O)

L'eau est le support et le milieu liquide de la vie. C'est aussi le composé le plus abondant de tout organisme vivant, puisqu'il compte pour 70 à 90 % de son poids. La molécule est hautement réactive, et ses produits d'ionisation (H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> et OH<sup>-</sup>) déterminent en grande partie les caractéristiques structurales et les propriétés biologiques de la plupart des composants cellulaires. L'ionisation de l'eau favorise les échanges de protons (H<sup>+</sup>) et joue donc un rôle fondamental dans les réactions acide-base biologiques. De par sa polarité, la molécule est en outre un excellent solvant. Enfin, l'eau fournit l'oxygène émis au cours de la photosynthèse dont dépendent tous les êtres dont le flux énergétique procède de la respiration.

### ♥ Les acides aminés

Les acides aminés de base sont au nombre de 20. Tous ont un groupe acide (COOH) et un groupement amine (NH<sub>2</sub>) sur le premier carbone (carbone alpha) de leur chaîne carbonée. Leur nom, « acides aminés », vient donc du groupe acide et de l'amine (nom du groupe azote dans les molécules carbonées) placés sur le carbone alpha de la chaîne. Ils diffèrent tous par le reste de la chaîne (R).

### ♥ Les glucides

Les glucides, faussement appelés aussi hydrates de carbone à cause de leur formule générale (CH<sub>2</sub>O)<sub>n</sub>, sont pratiquement tous issus du même précurseur, le glucose (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>). Le glucose est le principal combustible de la plupart des organismes et l'unité de construction de l'amidon et de la cellulose des plantes. L'amidon représente la forme primordiale de stockage d'énergie, tandis que la cellulose est par excellence le composant rigide extérieur de la paroi cellulaire et forme le tissu fibreux et ligneux. Les glucides sont aussi associés ou précurseurs dans des molécules biologiquement très importantes. L'analogie se retrouve ici encore avec les acides aminés et les nucléotides : unités de construction simples et multiples fonctions.

### ♥ Les lipides

Les lipides sont définis comme étant des molécules insolubles dans l'eau. Il y a plusieurs familles de lipides, mais toutes partagent les propriétés issues du fait qu'une partie importante de la molécule est en réalité un hydrocarbure. Les lipides ont eux aussi plusieurs fonctions : participation à la structure de la membrane cellulaire, éléments de stockage et de transport d'énergie, couche de protection, marqueur de l'identité et activité biologique comme hormones ou vitamines.

### ♥ Les vitamines

Les vitamines et coenzymes sont de petites substances organiques (structure carbonée) indispensables au fonctionnement des cellules vivantes par leur fonction qui est vitale à de nombreux processus physiologiques, en particulier la catalyse enzymatique, indispensable à pratiquement toutes les réactions chimiques de la cellule. On a reconnu leur importance du fait que nombre d'espèces ne peuvent pas toutes les synthétiser elles-mêmes et doivent, par conséquent, se les procurer à partir de leur environnement. Les vitamines et coenzymes ne sont nécessaires qu'en très petites quantités et ne représentent qu'une infime partie de la composition cellulaire, contrairement aux protéines, acides nucléiques, hydrates de carbone et lipides qui, à part l'eau, en forment l'essentiel de la masse.

### Les minéraux

Les minéraux sont, eux aussi, indispensables au fonctionnement de l'organisme, avec des fonctions très diverses liées à leurs propriétés chimiques spécifiques. Comme ils ne peuvent pas être fabriqués, ils doivent absolument être puisés, directement ou indirectement, dans l'environnement minéral qui dépend de la nature des sols et du ruissellement.

**Concept général 2 : Transformation de la Matière et le Flux d'énergie chez les Etres Vivants.**  
**Sous concept 7 : l'adaptation de l'alimentation aux besoins de l'organisme : les rations alimentaires.**

**Pré-évaluation :**

Qu'est-ce que la malnutrition ?

Quelles sont les causes de la malnutrition ?

**Situation problème :**

Se nourrir est une nécessité quotidienne qui assure à l'organisme l'énergie et la matière dont il a besoins. L'alimentation, comme le langage et la sexualité, sont des comportements sociaux où l'espèce humaine exprime une de ses spécificités. Dans des régions différentes, même si les besoins sont comparables, les comportements alimentaires sont divers.

Comment se traduisent les erreurs d'alimentation ?

**Activités**

**I. Ration alimentaire**

**Activité 1 : définition et établissement d'une ration adapté aux besoins.**

La plupart des animaux particulièrement les mammifères ne peuvent pas passer une journée entière sans manger. Les besoins de l'organisme dépendent de l'activité et de l'état de chacun.

Les choix alimentaires sont déterminés par les besoins physiologiques et l'intervention des fonctions sensorielles, mais aussi par les préférences liées aux habitudes personnelles et culturelles.

L'équilibre entre les dépenses et les apports énergétiques permet d'assurer une stabilité du poids corporel, indispensable au maintien d'un bon état de santé.

**Consigne :**

1. Définir la ration alimentaire
2. Expliquer comment peut-on établir une ration adaptée aux besoins.

**II. Principes d'établissement d'une ration alimentaire.**

L'apport en aliment doit permettre de répondre aux besoins physiologiques permanents de l'organisme. Le choix des aliments doit aboutir à la réalisation de repas équilibrés, quantitativement et qualitativement, au-delà des habitudes.

**Activité 2 : couverture des besoins énergétiques**

Le besoin en énergie est : « La quantité d'énergie nécessaire pour compenser ses dépenses énergétiques et assurer une taille et une composition corporelle compatibles avec le maintien à long terme d'une bonne santé et une activité physique adaptée au contexte économique et social ». Elle peut varier au cours de la journée en fonction de l'activité, d'un jour à l'autre. Il y a aussi des variations en fonction de facteurs intrinsèques et de l'environnement. Les tableaux 1 et 2 représentent respectivement les rations énergétiques recommandés et les besoins énergétiques pour différentes activités.

|             | Age         | Poids (Kg) | Energie (Kcal) |
|-------------|-------------|------------|----------------|
| Nourrissons | 00 – 0,5    | 6          | 650            |
|             | 0,5 - 1     | 9          | 970            |
| Enfants     | 1-3         | 13         | 1300           |
|             | 4-6         | 20         | 1700           |
|             | 7-10        | 28         | 2400           |
| Hommes      | 11-14       | 45         | 2700           |
|             | 15-18       | 66         | 2800           |
|             | 19-22       | 70         | 2900           |
|             | 23-50       | 70         | 2700           |
|             | 51+         | 70         | 2400           |
| Femmes      | 11-14       | 46         | 2200           |
|             | 15-22       | 55         | 2100           |
|             | 23-50       | 55         | 2000           |
|             | 51+         | 55         | 1800           |
|             | Enceintes   |            | Ajouter 300    |
|             | Allaitement |            | Ajouter 500    |

| Tableau 2 : besoins énergétiques pour différentes activités.                                             |        |        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|
| Activité                                                                                                 | Hommes | Femmes |
| <b>Très fable :</b><br>être assis, debout, peindre, conduire, effectuer un travail de laboratoire.       | 1,5    | 1,3    |
| <b>Légère :</b><br>promenade à une vitesse de 4-5Km/h, menuiserie, laver les vêtements, faire du golf... | 2,9    | 2,6    |
| <b>Modéré :</b><br>promenade rapide (6 à 8Km/h), bicyclette, tennis, danser...                           | 4,6    | 4,1    |
| <b>Intense :</b><br>Couper du bois, nager football, faire une ascension...                               | 8,4    | 8,0    |

**Tableau 1 : Rations énergétiques quotidiennes recommandées.**

**Consigne :**

Analyser les tableaux et tirer une conclusion.

**Activité 3 : couverture des besoins matériels.**

Les besoins de l'organisme ne s'arrêtent pas seulement au besoin énergétique ; il y a aussi besoins quotidiens de matières (organique et minérale) pour le maintien et le développement des tissus.

**Consigne :** Expliquer la couverture des besoins en matière par l'alimentation.

**Activité 4 : Les types de rations**

Selon nos états et nos activités, les rations alimentaires sont variées.

**Consigne :**

Déterminer les différents types de ration alimentaires.

**Activité 5 : Les erreurs alimentaires.**

Le contexte socio-économique est également à l'origine de l'obsession des régimes. L'équilibre entre les dépenses et les apports énergétiques permet d'assurer une stabilité du poids corporel indispensable au maintien d'un bon état de santé.

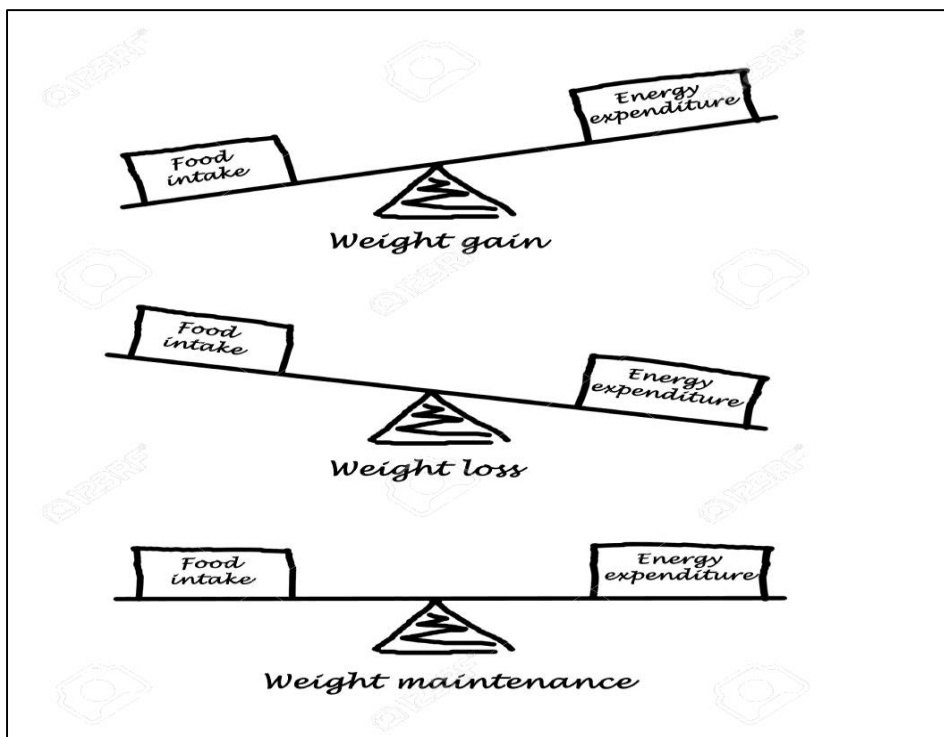


fig.1



fig.2



fig.3

**Consigne :**

1. Quelles sont les différentes formes d'erreurs alimentaires ?
2. Décrire les formes d'erreurs alimentaires.
3. Comment détermine-t-on les erreurs alimentaires ?

## Synthèse générale

### I- Définition de la ration alimentaire :

Une ration alimentaire est la quantité d'aliments pouvant couvrir les besoins en matières et en énergies d'un individu pendant 24h.

### II- Principe d'établissement d'une ration alimentaire :

Pour que l'alimentation soit suffisante et équilibrée il faut évidemment tenir compte à la fois des besoins qualitatifs et des besoins énergétiques. Calculer selon les conditions d'activités et du milieu. Heureusement ses besoins pour un adulte ne fournissent qu'une activité modérée à la température de 18°C sont :

- Les besoins en matières : 70g de protéines/j
- Les besoins énergétiques sont de 2300 à 2400 Kcal/j

### III- Types de rations

#### 1) Ration de croissance :

C'est la ration d'un organisme en croissance (enfant adolescent). Elle doit apporter à l'organisme les éléments capables d'assurer la formation des nouveaux tissus, la réparation des pertes de substances.

Elle doit-être riche en protéine, en vitamines (A, D, B2), en phosphore, calcium et en fer.

#### 2) Ration d'entretien :

C'est la ration de l'adulte au repos. Elle doit-être riche en glucides, lipides et en protides pouvant apporter 2230 Kcal.

#### 3) Ration de travail :

C'est la ration de l'adulte travailleur. Elle doit contenir beaucoup d'aliments énergétiques, pouvant apporter 2900 Kcal

#### 4) Ration de grossesse :

Pendant la grossesse la ration doit comporter un complément de protides, de phosphore de calcium, de fer et de vitamines.

#### 5) Ration de l'allaitement :

Pendant l'allaitement, la ration doit-être encore renforcée par un complément de glucides et de lipides destiné à compenser les pertes dues à la sécrétion lactée.

#### 6) **Ration d'équilibres nutritionnels des sportifs :**

La ration des sportifs doit-être riche en aliments énergétiques (glucides et lipides) pour la production d'ATP. Et en aliments plastiques (protéines) pour augmenter le volume des tissus adipeux.

#### IV- **Les conséquences des erreurs alimentaires :**

##### 1. **Erreurs alimentaires par carence :**

Elles entraînent la carence nutritionnelle. Elle est à la base de plusieurs maladies qui affectent les enfants.

**Marasme (jeté) :** c'est une déficit chronique en calorie chez l'enfant, il est habituellement compliqué par une déficience de plusieurs vit et substance minérales. Le marasme apparait dans les zones de famines, aussi quand les enfants sont sevrés du lait maternel et qui ne reçoivent pas une alimentation adéquate. Les symptômes habituels sont : apathie (fatigue générale) retard de croissance, une fente musculaire et la diarrhée.

**Kwashiorkor :** c'est une déficience en protéine. Le déficit alimentaire amène certains organes à devenir plus riche en eau et à être gonflés en raison d'une synthèse inadéquate de sérum-albumine nécessaire au maintien d'équilibre hydrique. Cette forme de malnutrition intervient chez l'enfant qui est nourri au sein pendant des périodes assez prolongées et qui ne reçoit pas aussi une alimentation adéquate. En plus de ces maladies, il y a aussi des maladies dues à la carence en vitamine, en substance minérales...

##### 2. **Erreur alimentaire par pléthore :**

Elle entraîne des troubles nutritionnelles par excès. La manifestation la plus fréquente est l'obésité (surpoids élevé) excès pré pondéral par rapport à la taille du à une accumulation de graisses dans les tissus adipeux hypertrophié. La complication de l'obésité entraîne habituellement l'association d'autres maladies comme l'hypertension, les maladies cardiovasculaires, le diabète, les maladies rénales, les lithiases rénales, les risques opératoires, les ostéo-arthrites (maladie du genou).

On peut déterminer l'état nutritionnel en calculant l'IMC (indice de masse corporel).

$$\text{IMC} = \frac{\text{poids (Kg)}}{\text{Taille}^2 \text{ (m)}}.$$

- ♥ IMC < 18,5 : trop bas
- ♥ 18,5 < IMC < 25 : normal
- ♥ 25 < IMC < 30 : excès de poids
- ♥ 30 < IMC < 35 : obésité modérée
- ♥ 35 < IMC < 40 : obésité moyenne
- ♥ 40 < IMC : obésité sévère.

**Concept général 2 : transformation de la matière et flux d'énergie chez les êtres vivants.**  
**Sous concept 8 : interdépendance des êtres vivants dans la transformation des substances.**

**Situation problème :**

Tout écosystème peut se réduire à la superposition de deux cycles : un cycle de la matière et un cycle d'énergie à travers les réseaux trophiques. La source principale d'énergie est l'énergie solaire. L'énergie entre dans l'écosystème au niveau des producteurs primaires (végétaux autotrophes). Le flux de matière est accompagné d'un flux d'énergie.

Comment se circule la matière et l'énergie dans un écosystème ?

Comment on représente le flux de matière et de l'énergie dans les écosystèmes ?

**Activités :**

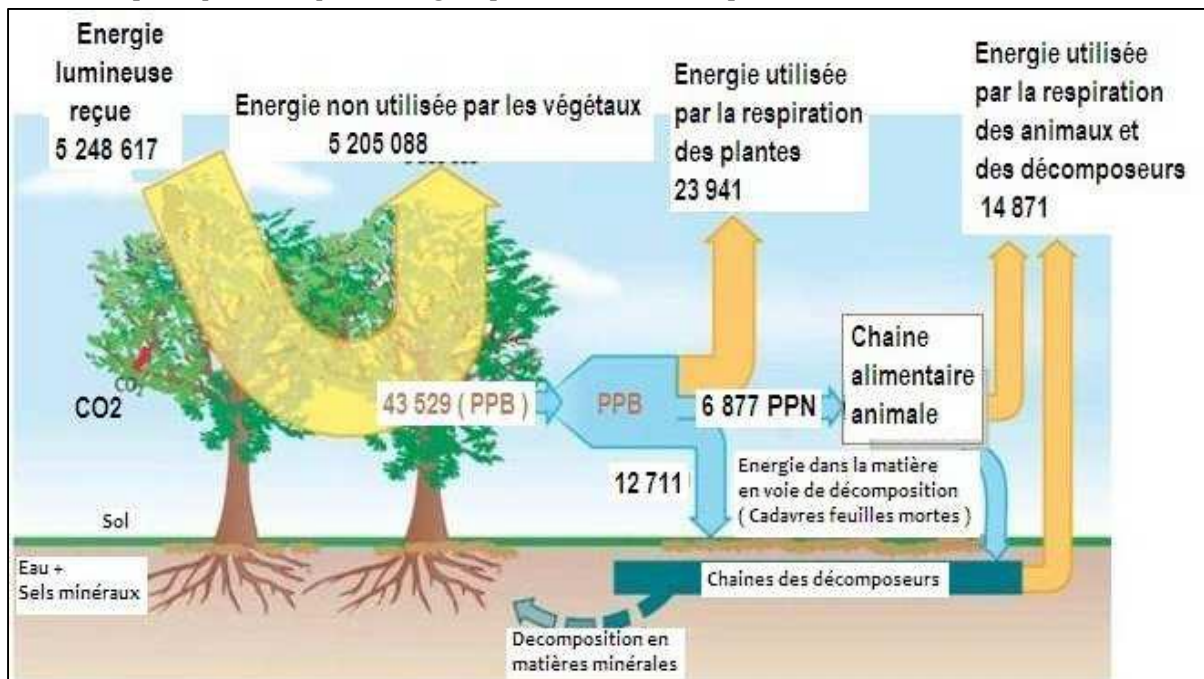
**Activité1 : Le cycle de la matière et les flux d'énergie.**

Un écosystème est formé par un ensemble d'êtres vivants (biocénose), leur environnement (biotope) et les interactions qui les relient. Chaque être vivant d'un écosystème est à la fois consommateur de matière et producteur. La nature de ce qu'ils consomment permet de les séparer en deux grandes catégories : les producteurs primaires et les producteurs secondaires...

La matière est transférée à travers les réseaux trophiques (chaînes alimentaires).

La biomasse est la quantité totale de matière vivante (animale ou végétale), donnée en unité de masse, contenue dans un milieu naturel donné.

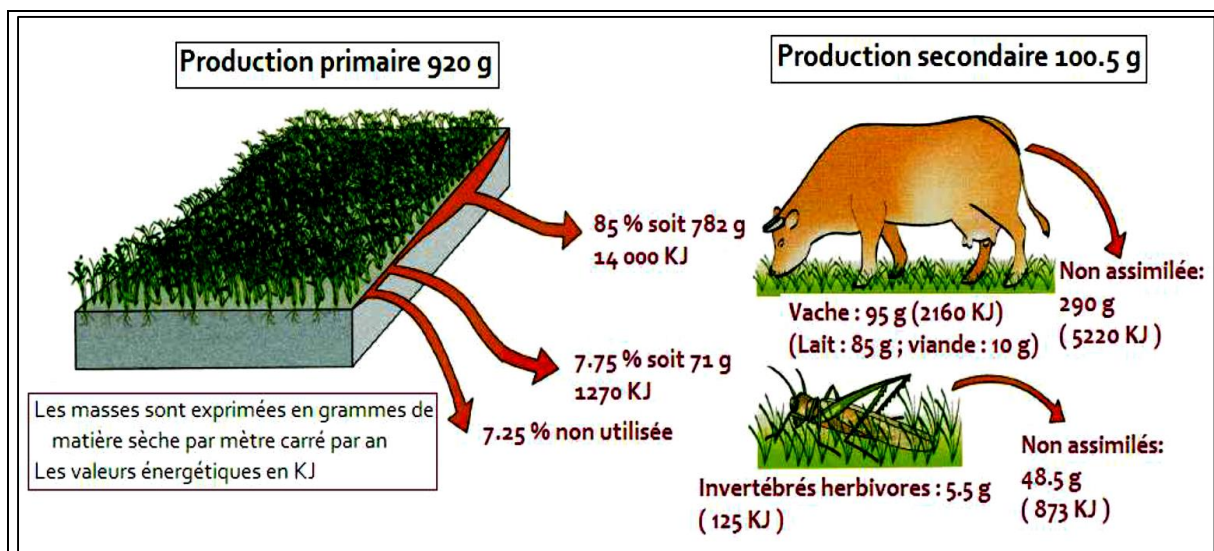
Par extension, on appelle aussi biomasse la quantité d'individus de chaque étape de la chaîne alimentaire nécessaire pour que celui qui le mangera prenne une unité de poids.



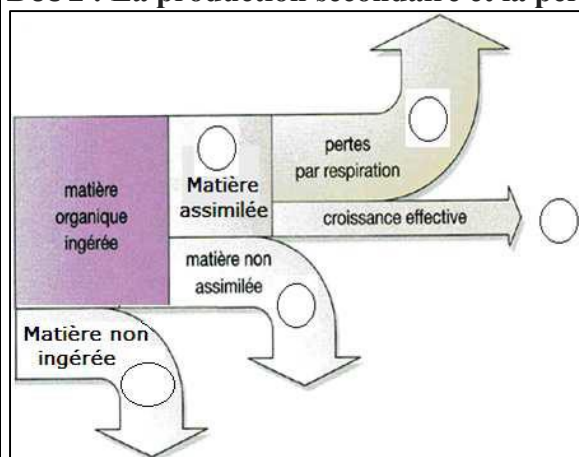
La Production Primaire Brute : énergie totale assimilée par les producteurs primaires (plantes, algues...) par le biais de la photosynthèse ;

La Production Primaire Nette : quantité d'énergie accumulée dans la biomasse de la plante (croissance et reproduction). La Production Primaire Nette (PPN) correspond donc à l'énergie accumulée par la plante par le biais de la photosynthèse moins l'énergie utilisée par la plante pour la respiration (R). En d'autres termes, la différence entre la Production Primaire Brute (PPB) et la Production Primaire Nette (PPN) correspond à l'énergie utilisée lors de la respiration cellulaire.  $PPN = PPB - R$

**Doc 1 : La production primaire brute (PPB) et La production primaire nette (PPN).**



**Doc 2 : La production secondaire et la perte d'énergie et de matière.**



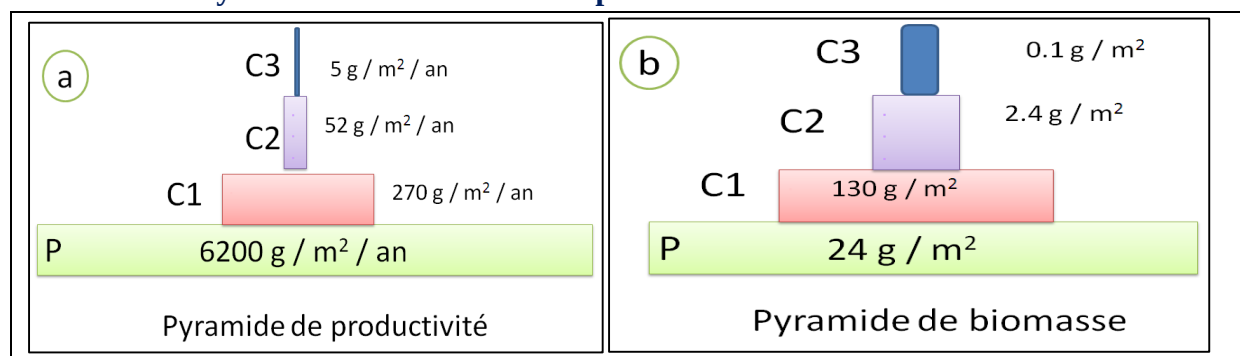
La production secondaire désigne la quantité de biomasse produite par les consommateurs (herbivores, carnivores) à partir de leur nourriture. Au sein d'une chaîne alimentaire, la productivité décline fortement à chaque transfert d'énergie entre les différents niveaux de la hiérarchie trophique.

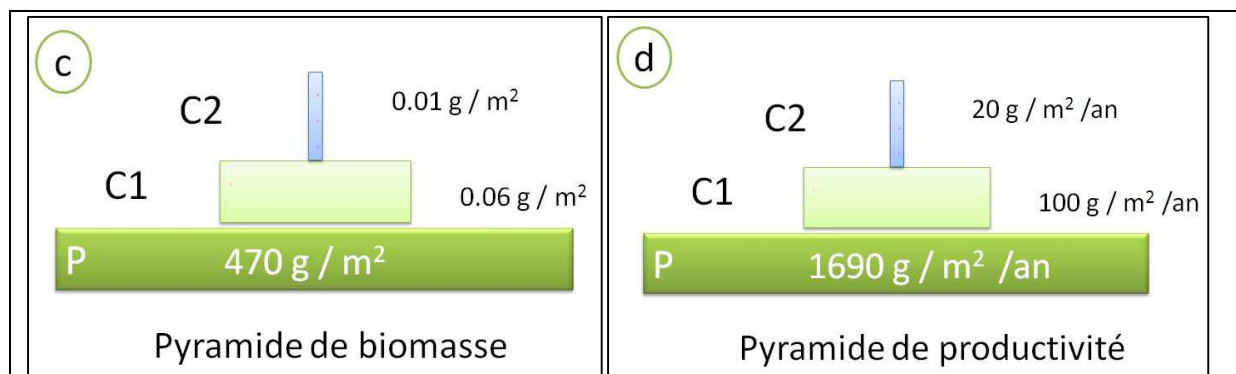
**Doc 3 : Une diminution de la production à travers les niveaux trophiques.**

**Consigne :** A partir des documents 1 et 2 :

1. Précisez quels sont les facteurs responsables de la déclinaison de la production de matière organique, et du flux de l'énergie, lorsqu'on passe d'un niveau trophique à l'autre.
2. Complétez le schéma du document 3, en précisant les pourcentages de la biomasse et de l'énergie par rapport à la production primaire.
3. Faire un bilan du cycle de la matière et des flux d'énergie dans un écosystème.

**Activité 2 : Pyramides de biomasse et de productivité.**





**Doc 1 :**

(a) et (b) : Pyramide de productivité et pyramide de biomasse dans un milieu aquatique.  
 (c) et (d) Pyramide de biomasse et pyramide de productivité dans un milieu continental (une prairie).

Les pyramides de biomasse et les pyramides de productivité sont des représentations graphiques qui représentent le flux de la matière et de l'énergie dans l'écosystème. Chaque niveau trophique est représenté avec un rectangle dont la hauteur est constante, et la largeur est proportionnelle à la grandeur représentée.

**Consigne :**

- 1) À partir du document 1, précisez comment varie la biomasse et la productivité d'un niveau trophique à l'autre. Quelles sont les causes de cette variation ?
- 2) Précisez la signification des concepts « transfert de matière » et « flux d'énergie ».

## Synthèse générale

Les végétaux sont des autotrophes qui synthétisent leur propre substance organique, dégagent l'O<sub>2</sub> dans l'atmosphère et absorbent du CO<sub>2</sub>. Les hétérotrophes surtout les consommateurs I et l'homme se nourrissent des autotrophes et de l'O<sub>2</sub> qu'ils dégagent. Un autre groupe d'hétérotrophes (les carnivores) utilisent les herbivores comme leur proie et absorbent l'O<sub>2</sub> libéré par les plantes vertes. Les hétérotrophes (les herbivores, les carnivores et l'homme) dégagent du CO<sub>2</sub> issu de leur échange gazeux dans l'atmosphère, les végétaux verts absorbent ces gaz pour effectuer leur échanges gazeux chlorophylliennes. Les autotrophes et les hétérotrophes après leur mort sont dévorés par les microorganismes qui vont enrichir le sol. Ce sol riche en humus est nécessaire à la germination et au développement d'autres végétaux.

A chaque niveau trophique, de l'énergie non récupérable (sous forme de chaleur) s'échappe par la respiration et par rayonnement.

# GÉOLOGIE

## APERÇU DU PROGRAMME

### **IV. Structure et dynamique du globe terrestre.**

- La structure interne du globe terrestre.
- La lithosphère et la tectonique des plaques et ses conséquences.
- La transformation et le mouvement de matière.
- La reconstitution de l'histoire de la Terre.
- Les relations entre les roches, le sol et la végétation.

### **V. Relations de parenté entre les êtres vivants**

- Caractères évolutifs des équidés.
- Les étapes de l'hominisation.

## Concept général 1 : structure et dynamique du globe terrestre

### Sous-concept 1 : la structure interne du globe terrestre.

#### Pré évaluation :

Quelles sont les constituants de la terre ?

Comment sont-elles organisées ?

#### Situation problème :

Le globe terrestre n'est accessible directement que seulement sur sa surface, une petite partie des profondeurs et dans l'atmosphère.

Quelle est sa structure externe ?

Comment a-t-on déterminé sa structure interne ?

### Activités

#### I. Méthodes d'études des données sismiques.

##### Définitions :

Un séisme est un ébranlement brutal du sol provoqué, en profondeur, par un mouvement brusque de deux comportements profonds. Le foyer ou l'hypocentre est le lieu précis où se produit le mouvement initial. L'épicentre est le point situé en surface immédiatement en surface au-dessus du foyer. L'instrument qui permet d'enregistrer les séismes est le sismographe.

La constitution du globe terrestre peut être abordée :

- Soit en le considérant comme partie du système solaire ; on déduit alors directement sa vitesse de rotation, sa densité, sa masse... (Astronomie)
- Soit en analysant les informations directes, en particulier celles fournies par les ondes sismiques engendrées lors de tremblements de terre et par les valeurs de la gravité.

Les premiers informent sur les différentes enveloppes, les secondes précisent sur le comportement des couches superficielles.

#### Activité1 : étude des ondes sismiques

| ordre d'arrivée à la station  | types d'ondes                                                                                            |                                                         | propagation et interprétation |                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ondes P</b><br>(premières) | ondes de compression<br><i>responsables du grondement sourd entendu au début du tremblement de terre</i> |                                                         |                               | <p>ondes se propageant en profondeur: selon les discontinuités et les différents milieux rencontrés, leur vitesse varie (elle diminue lorsque la distance parcourue augmente)</p> |
| <b>ondes S</b><br>(secondes)  | ondes de cisaillement<br>(polarisées dans un plan perpendiculaire au déplacement de l'onde)              | ondes $S_V$ polarisées verticalement                    |                               |                                                                                                                                                                                   |
|                               |                                                                                                          | ondes $S_H$ polarisées horizontalement = ondes LOVE (L) |                               |                                                                                                                                                                                   |
| <b>ondes de Rayleigh</b>      | ondes rotationnelles                                                                                     |                                                         |                               |                                                                                                                                                                                   |

les ondes L ont une vitesse constante et sont donc caractéristiques d'un milieu "homogène" (vis-à-vis de leur propagation); alors que les ondes P et S ont des vitesses qui augmentent avec les distances parcourues, elles ne circulent donc pas dans le même milieu "homogène" que les ondes L

Tableau 3.1 : Les trois trains d'ondes

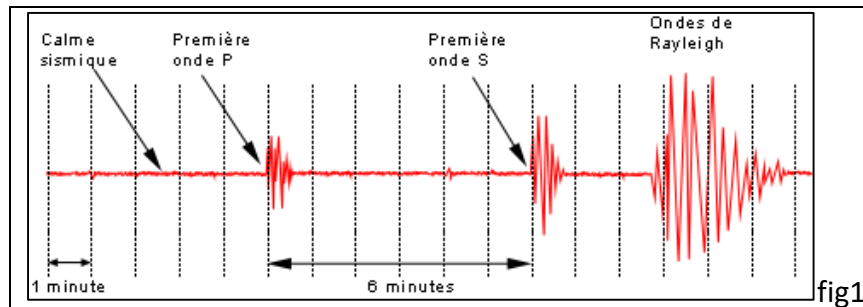


fig1

### Doc1 : les ondes sismiques

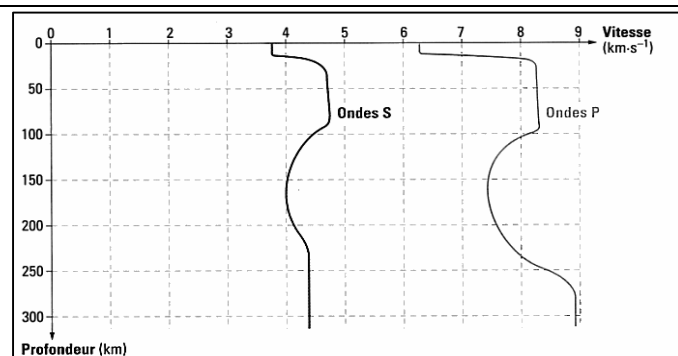
#### Consigne :

- 1) Décris et caractérise les différentes ondes sismiques.
- 2) Quelles sont les ondes les plus rapides ?

#### II. La structure interne du globe terrestre.

Chaque milieu traversé peut être caractérisé soit par une vitesse de propagation constante soit plus souvent par un gradient de vitesse. Chaque enveloppe caractériser par une vitesse donnée ou par un gradient homogène de vitesse constitue un canal sismique. Lorsque la ductilité du matériau traversé augmente, la vitesse des ondes P et S diminue. Alors que dans un liquide, les ondes P ne sont que ralenties, les ondes S ne se propagent pas.

#### Activité 2 : Les discontinuités



**3** Vitesse de propagation des ondes P et des ondes S dans les 300 premiers kilomètres en domaine océanique. On note l'existence d'une zone de faible vitesse des ondes sismiques (LVZ). Elle est observée, à des profondeurs comparables, sous les continents.

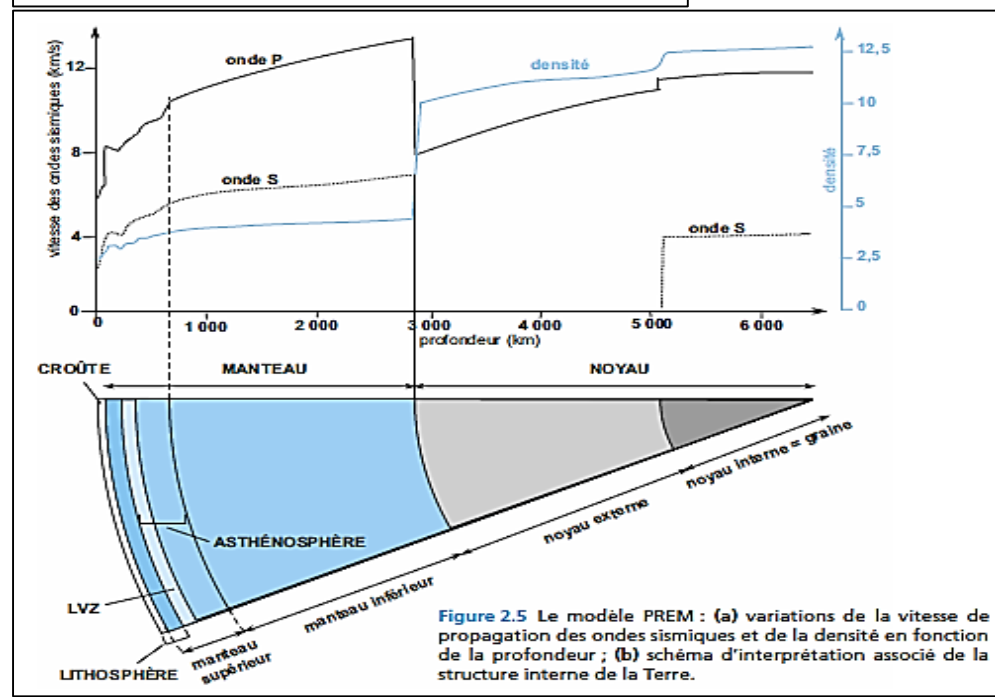


**Figure 2.5** Le modèle PREM : (a) variations de la vitesse de propagation des ondes sismiques et de la densité en fonction de la profondeur ; (b) schéma d'interprétation associé de la structure interne de la Terre.

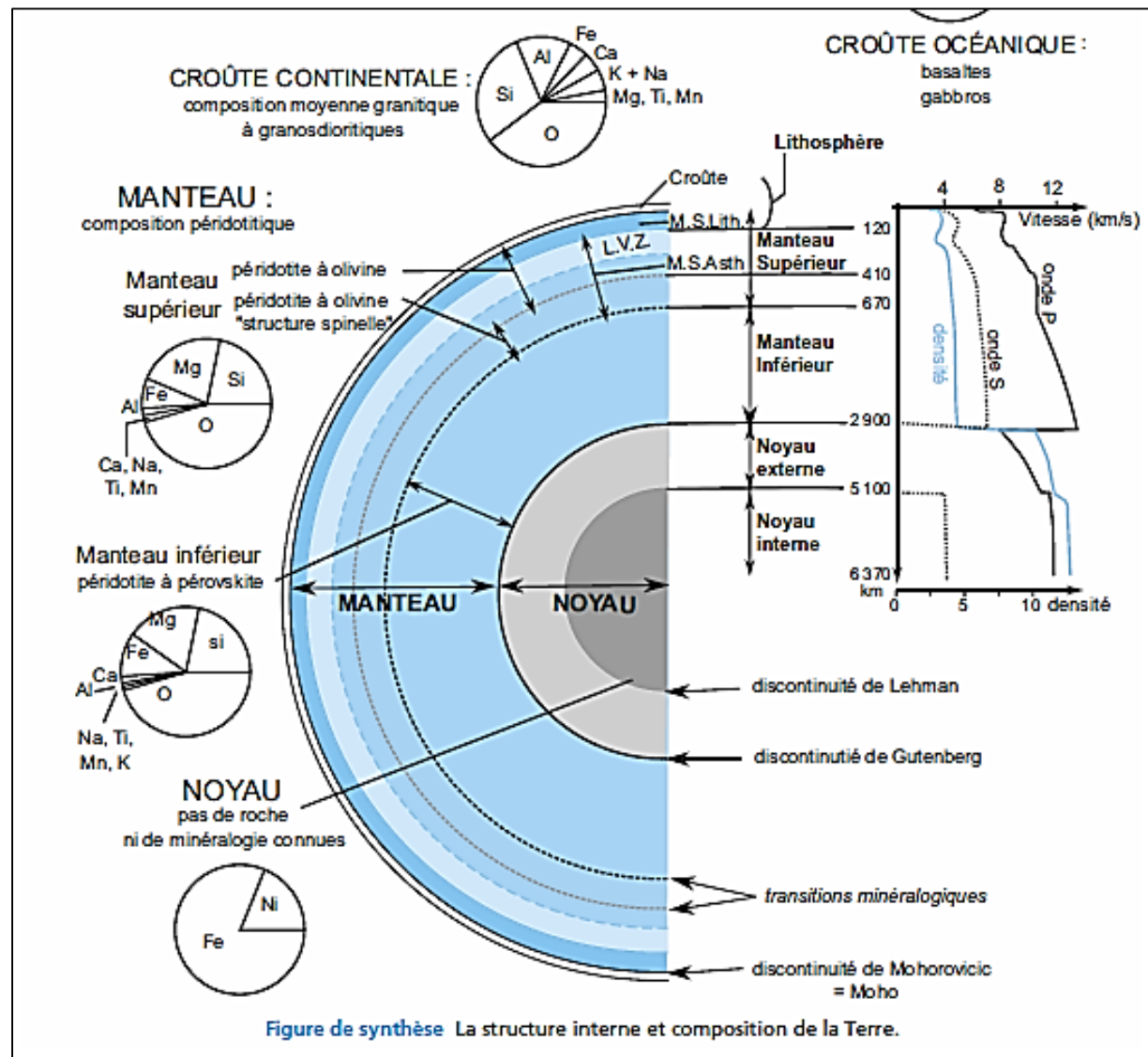
Document 2

**Consigne :** Après avoir observé les documents 1et 2 :

- 1) Notez la profondeur à laquelle on observe une variation brusque de la vitesse de propagation des ondes P et S, et préciser ce que ces variations mettent en évidence.
- 2) Sachant que les matériaux traversés entre 30 et 300 km de profondeur sont les mêmes, formuler une hypothèse permettant d'expliquer ce ralentissement.
- 3) Etant donné que les discontinuités se manifestent par des variations brusque de la vitesse de propagation des ondes, citer et caractériser les discontinuités majeurs du globe terrestre.

### Activité 3 : les enveloppes internes de la terre

Les enveloppes sont séparées par des discontinuités physiques et/ou chimiques.



Doc 4

**Consigne :**

A partir l'analyse du document 2, de la figure 4 et des réponses précédentes, citer et décrire les enveloppes internes de la terre.

### Synthèse générale

Sous l'effet des diverses contraintes, un corps rocheux peut lentement accumuler de l'énergie élastique. Sa brutale libération le long d'une faille par rupture, accompagnée d'un brusque mouvement relatif des deux compartiments rocheux qu'elle sépare et initiée en un point appelé foyer, engendre un séisme. De l'énergie est alors libérée sous forme de chaleur et de vibrations

qui se propagent dans les roches de proche en proche, encore appelées ondes sismiques. Les fronts d'onde matérialisent les positions successives des matériaux qui entrent en vibration simultanément autour du foyer. Les rais sismiques symbolisent les directions de propagation des ondes et sont en tout point perpendiculaire aux fronts.

De multiples stations sismiques existent à la surface de la Terre, permettant l'enregistrement des ondes qui leur parviennent depuis n'importe quel foyer sismique. Chaque station d'enregistrement possède trois sismographes disposés perpendiculairement, deux d'entre eux dans le plan horizontal, le troisième vertical ; cette disposition permet de définir précisément dans l'espace la direction d'émergence du rai sismique à la station.

### **I. Les ondes sismiques**

Dès lors que la station sismique n'est pas trop proche de l'épicentre (lieu de la surface à la verticale duquel se situe le foyer), les sismogrammes présentent toujours le même aspect avec trois grands types d'ondes.

- les ondes P sont des ondes de compression – dilatation qui déplacent les particules parallèlement à leur direction de propagation, et qui se transmettent dans les milieux solide et liquide ;
- les ondes S sont des ondes de cisaillement qui déplacent les particules perpendiculairement à leur direction de propagation, et qui ne se transmettent que dans des matériaux solides ;
- les ondes de surface déplacent les particules de façon multidirectionnelle par rapport à leur propre direction de propagation.

À la différence des ondes de surface, les ondes P et S sont des ondes de volume dont la propagation (vitesse, trajectoire) est dépendante des propriétés physico-chimiques des milieux traversés (densité, nature chimique, état physique...). Quant à leur trajectoire, on admet que les rais sismiques, tels des rais lumineux obéissent à la loi de Descartes [ $\sin(i)/V = \text{constante}$ ]. En pénétrant plus en profondeur dans un milieu de même composition, les ondes sismiques évoluent dans un matériau de plus en plus dense, et leur vitesse tend à augmenter ; les angles d'incidence et de réfraction augmentent donc également : les rais sismiques des ondes de volume qui traversent le globe en profondeur doivent avoir, en première approximation, une forme courbe.

### **II. Hodographes et symétrie sphérique du globe**

Les enregistrements des ondes sismiques réalisés dans diverses stations sismiques à la surface du globe, et issus de multiples séismes aux localisations très diversifiées, ont permis la construction d'hodographes qui sont tous très semblables. Ceci permet de formuler l'hypothèse d'une symétrie sphérique pour l'organisation interne du globe. En appliquant la loi de Descartes généralisée  $\sin(i)/V = \text{constante}$  (avec  $i$  : angle d'incidence ou de réfraction et  $V$  : vitesse de propagation de l'onde à la profondeur  $z$ ), il est alors possible de proposer des profils de vitesse (loi de variation de  $V$  en fonction de la profondeur) qui permettent de rendre compte au mieux des hodographes obtenus.

### **III. Mise en évidence d'interfaces entre différentes enveloppes**

L'étude des variations des vitesses reconstituées pour les ondes P et les ondes S montre qu'il existe sur de grands intervalles de profondeur des augmentations des vitesses des ondes P et des ondes S assez régulières avec la profondeur. Ces augmentations peuvent s'expliquer par l'élévation de la pression qui affecte la rhéologie du matériau (module d'incompressibilité  $K$ , module de cisaillement  $\mu$ , ainsi que sa densité).

Cependant il existe à certaines profondeurs, des surfaces ou des couronnes sphériques, de quelques kilomètres d'épaisseur tout au plus, au niveau desquelles de grandes variations des vitesses des ondes sismiques (augmentation ou diminution) sont concentrées. Ces variations plus marquées ne peuvent plus être interprétées comme précédemment et on considère alors que ces « anomalies » signent l'existence en profondeur de discontinuités dans la structure du globe. Ainsi, la zone d'ombre présente dans les hodographes entre 11500 et 14000 km d'éloignement à l'épicentre d'un séisme se trouve reflétée dans le profil de vitesse par :

- un ralentissement des ondes P au-delà de 2900 km de profondeur,
- une disparition des ondes S, sur laquelle nous reviendrons ultérieurement.

Tout ceci plaide en faveur de l'existence vers 2900 km de profondeur d'une discontinuité qui permet de passer, en se rapprochant du centre de la Terre, d'un milieu solide et relativement « rapide » (dans lequel les ondes P se propagent rapidement), à un milieu plus « lent » (ralentissement de la vitesse des ondes P), aux propriétés analogues à celles d'un liquide (disparition des ondes S) ; c'est la discontinuité de Gutenberg.

La zone d'ombre des ondes P (entre 105 ° et 142 °) est cependant relative : des ondes P plus ou moins atténuées peuvent en effet y être reçues ; on les interprète comme des ondes indirectes réfléchies ou réfractées au sein du noyau. Elles justifient l'introduction au cœur du noyau d'une nouvelle discontinuité séparant un domaine externe d'un domaine interne plus véloce : c'est la discontinuité de Lehmann située à 5100 km de profondeur et qui sépare le noyau externe liquide du noyau interne solide.

D'autres travaux ont permis de préciser le profil de vitesse à plus faible profondeur :

- L'existence d'une zone d'ombre pour les ondes P et S, localisée entre 100 et 1000 km de distance à l'épicentre, permet de positionner une zone de ralentissement de ces ondes entre 120 et 200 km de profondeur: probablement constituée de matériaux plus déformables, cette zone à plus faible vitesse appelée LVZ (Low Velocity Zone) sépare la lithosphère globalement rigide, constituée de la croûte et du manteau supérieur lithosphérique, du manteau plus profond dont elle constitue la frange superficielle la plus ductile (c'est-à-dire susceptible de se déformer par étirement sans se casser).
- Le profil de vitesse présente une accélération brutale des vitesses des ondes P et S à des profondeurs inférieures ou égales à 10 km sous les océans, voisines de 35 km mais pouvant fluctuer entre 20 km et 70 km sous les continents. Ce saut de vitesses permet de situer à cette profondeur une discontinuité majeure séparant une croûte à l'extérieur, du manteau qu'elle recouvre : c'est la discontinuité de Mohorovicic, plus couramment nommée « Moho », qui délimite superficiellement la croûte du manteau sous-jacent.

## Concept général 1 : structure et dynamique du globe terrestre

### Sous-concept 2 : la lithosphère et la tectonique des plaques.

#### Pré-évaluation :

Quelle est la différence entre un continent et un océan ?

Les continents sont-ils immobiles ?

#### Situation problème :

Les séismes et les volcans ne sont pas répartis au hasard à la surface du globe. Ils se répartissent presque dans les mêmes zones sur des lignes longues qui délimitent des zones à activités sismiques et volcaniques moindre.

Quelles informations cette localisation apporte-t-elle sur la structure de la planète et sur son activité ?

En quoi consiste le fonctionnement de la Terre ?

### Activités

#### I. Les plaques lithosphériques

##### Activité 1 : définitions

Les séismes et les volcans ne sont pas répartis de manière homogène à la surface du globe : ils sont concentrés sur des bandes étroites et très longues. Dans ces bandes, les déformations sont importantes, alors qu'ailleurs, il y a très peu de déformations. Ces bandes délimitent des calottes sphériques rigides et peu déformées à l'exception de leurs frontières : les plaques lithosphériques.



La répartition des séismes

#### Doc 1

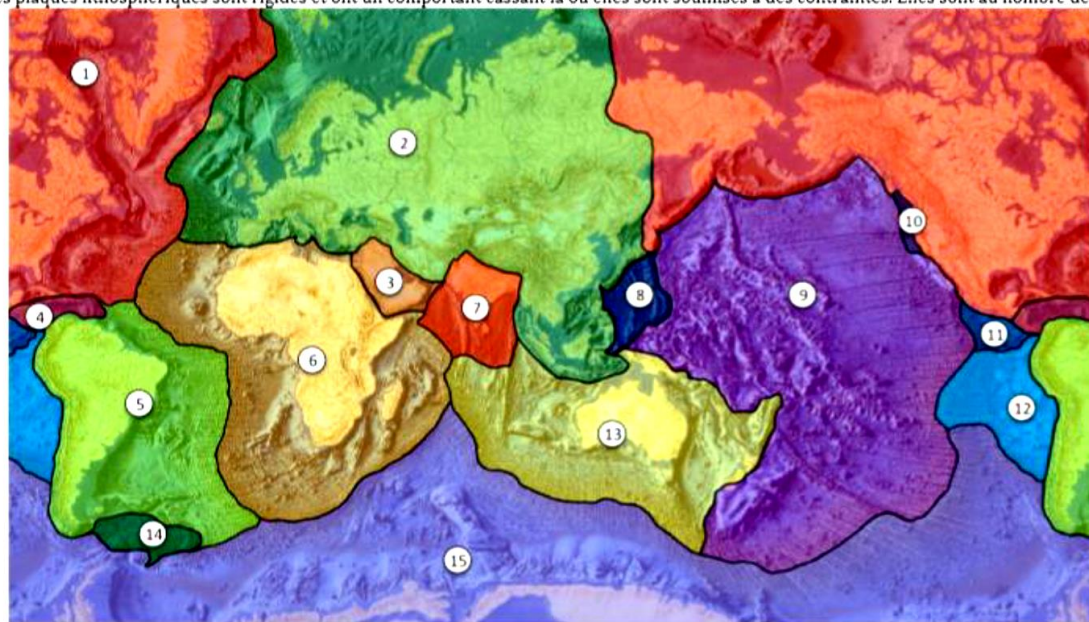
##### Consigne :

- 1) Analyser le document 1 et tirer une conclusion :
- 2) Définir la lithosphère, l'asthénosphère, une plaque lithosphérique.

##### Activité 2 : les différentes plaques lithosphériques :

La tectonique des plaques est une théorie scientifique planétaire unificatrice qui propose que les déformations de la lithosphère sont reliées aux forces interne de la terre et que ces déformations se traduisent par le découpage de la lithosphère en un certain nombre de plaques rigides (15) qui bougent les unes par rapport aux autres en glissant sur l'asthénosphère.

Ces plaques lithosphériques sont rigides et ont un comportement cassant là où elles sont soumises à des contraintes. Elles sont au nombre de 16.



- |                          |                         |                       |                       |
|--------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|
| ① Plaque Nord-Américaine | ⑤ Plaque Sud-Américaine | ⑨ Plaque Pacifique    | ⑬ Plaque Australienne |
| ② Plaque Eurasienne      | ⑥ Plaque Africaine      | ⑩ Plaque Juan-de-Fuca | ⑭ Plaque Scotia       |
| ③ Plaque Arabique        | ⑦ Plaque Indienne       | ⑪ Plaque des Cocos    | ⑮ Plaque Antarctique  |
| ④ Plaque Caraïbe         | ⑧ Plaque Philippine     | ⑫ Plaque Nazca        |                       |

Doc 4

### Consigne :

A partir de l'exploitation du texte et du schéma ci-dessus ; identifier les différentes plaques lithosphériques.

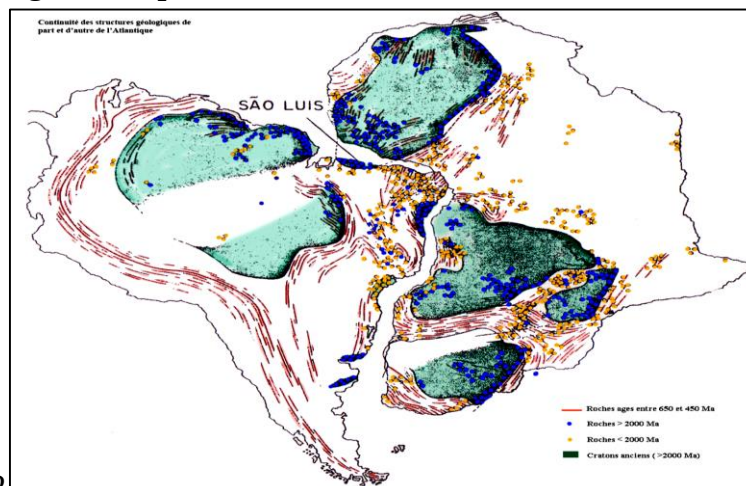
## II. La mobilité des plaques

### Activité 3 : la dérive des continents

Une succession géologique présente en Inde centrale, s'étalant sur la période de -370 Ma à -175 Ma et présentant une succession caractéristique (faciès glaciaire, charbons, dépôts de sel, roches clastiques rouges, basaltes,...) a été retrouvée en Afrique du Sud, en Australie, en Amérique du Sud et plus tard en Antarctique.

Or comment expliquer que cette succession soit présente sur des continents séparés actuellement de plusieurs milliers de kilomètres ? Wegener s'appuya sur les travaux de l'autrichien Eduard Suess qui avait suggérer que lors du dépôt de cette séquence l'ensemble des continents étaient rassemblés en un super continent le Gondwana et que les parties manquantes (expliquant l'éloignement actuelle des continents) s'étaient enfoncées dans les océans.

#### a) Etude de la forme géométrique des continents

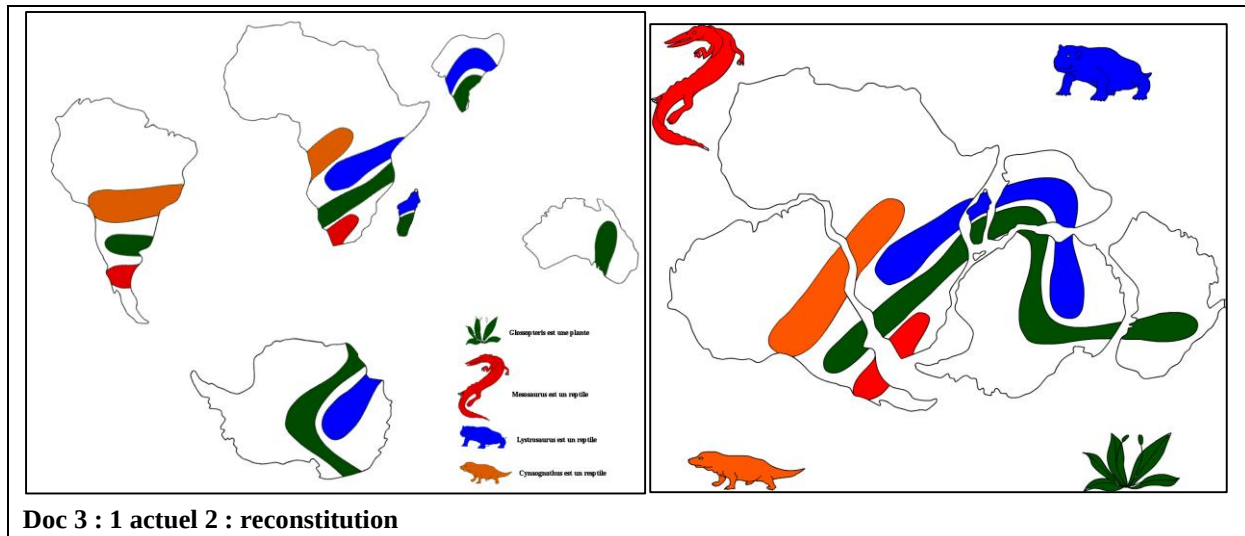


Doc 2

### Consigne :

Analyser ce document et tirer une conclusion.

### b) Répartition de certains fossiles

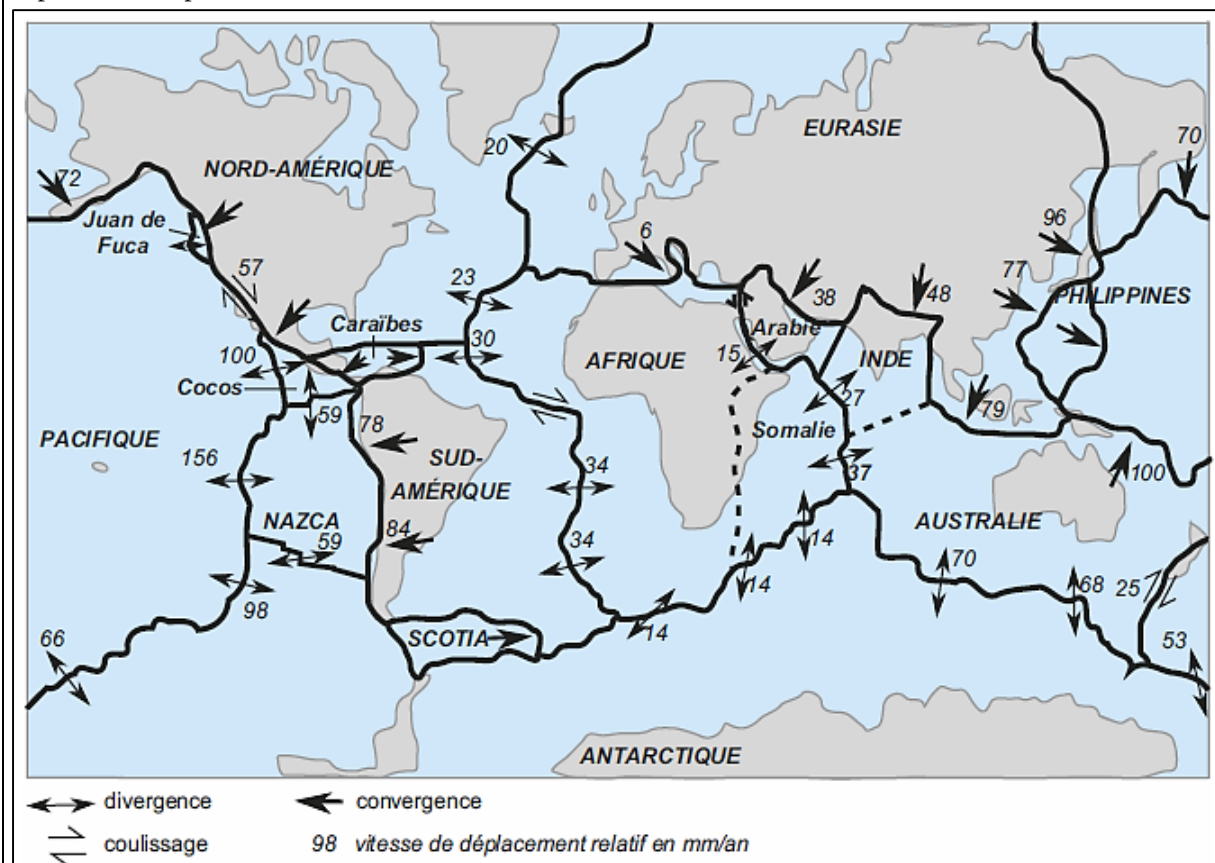


### Consigne :

- 1) Comment expliquer l'existence de simultanée de ces fossiles sur des continents éloignés ?
- 2) En déduire les arguments de Wegener sur la dérive des continents.

### Activité 4 : la mobilité des plaques.

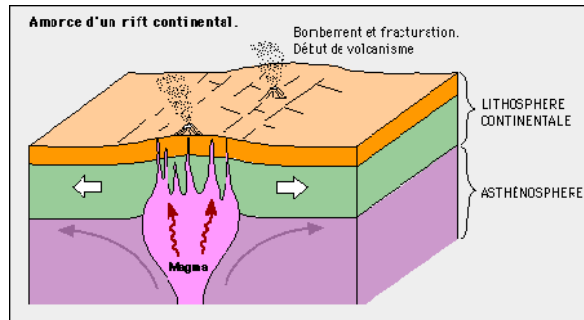
Si les différents continents ont une fois été réunis, ils ont dû se séparer et se sont déplacés les uns par rapport aux autres pour donner la configuration actuelle. Leurs mouvements et leurs modifications dépendent des phénomènes intervenant à leurs limites.



**Consigne :** Après avoir observé les documents 5 à 7 :

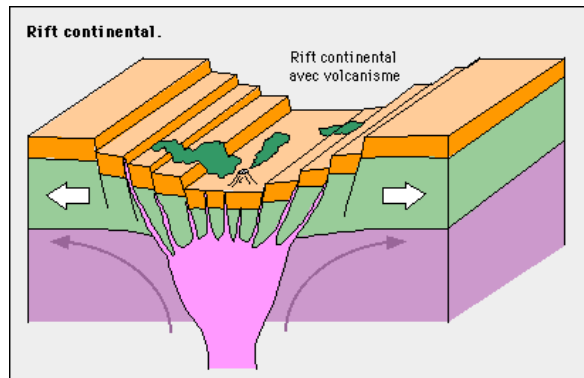
1. Déterminer les types de mouvements à chaque niveau.
2. Citer et caractériser les frontières des plaques.

### La formation d'un océan se déroule en quatre étapes :



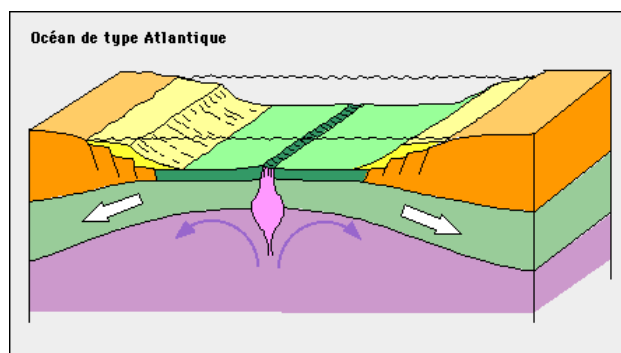
L'accumulation de chaleur sous une plaque continentale conduit à un bombement de la lithosphère ; des forces de tension fracturent la lithosphère et amorcent le mouvement d'écartement.

Fig. A



L'étirement de la lithosphère continue et provoque un effondrement en escalier ; une vallée se forme appelée rift continental.

Fig. B



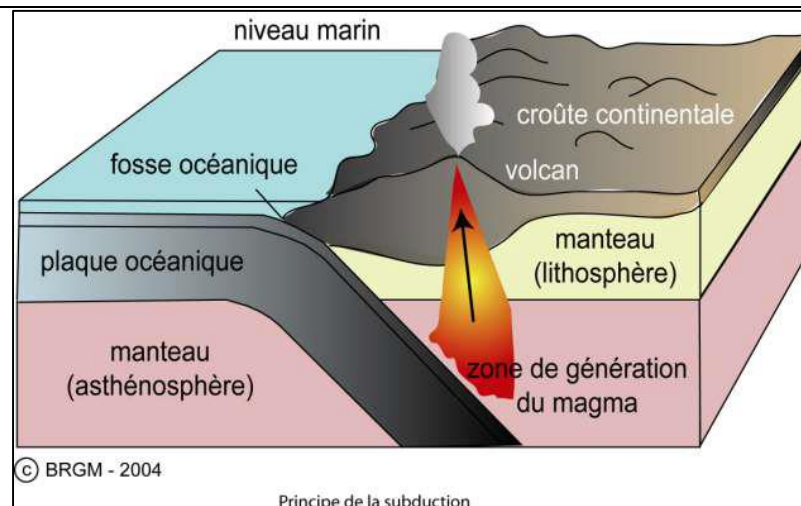
Le rift s'enfonce sous le niveau de la mer et les eaux marines envahissent la vallée.

Deux morceaux de lithosphère continentale se séparent et s'éloignent progressivement l'un de l'autre.

L'élargissement de la mer par création continue du plancher océanique basaltique conduit à la formation d'un océan de type Atlantique (dorsale, plaines)

Fig. C

Doc 6



Les plaques se rapprochent et s'enfouissent au niveau des fosses océaniques : la plaque la plus dense plonge sous l'autre. On parle alors de subduction (Vient du Latin, " sub " signifiant " dessous " et " ducere " « Conduire »).

Doc 7 : la subduction

### Activité 5 : le moteur du mouvement

Bien qu'elles soient peu épaisses, les plaques représentent une masse énorme : chaque Km<sup>2</sup> correspond à 3. 10<sup>12</sup> tonnes. Leurs déplacements réclament donc une énergie colossale.

La température des roches augmente avec la profondeur. L'augmentation de température avec la profondeur (gradient géothermique) est en moyenne de 300 °C par Kilomètre. Les roches du globe terrestre contiennent les éléments radioactifs (Uranium, Thorium, Potassium...) qui se transforment lentement (se désintègrent) en produisant de la chaleur. La concentration de ces éléments dans les roches est faible mais suffisante pour produire une quantité considérable de chaleur.

#### Consigne :

1. Quelle est l'origine de l'énergie qui fait bouger les plaques ?
2. Comment fonctionne cette machine ?

### Synthèse générale

#### I. Organisation de la partie externe : les lithosphères océanique et continentale

La lithosphère est constituée de la croûte et de la partie supérieure du manteau supérieur. Ces deux enveloppes rocheuses étant séparées par la discontinuité de Mohorovicic.

La limite inférieure de la lithosphère, c'est à dire la limite entre le manteau supérieur rigide (cassant) et le manteau supérieur ductile, est situé vers 1200 °C. Cette température correspond à la température de fusion de l'olivine un minéral constitutif de la péridotite. La profondeur de cette limite est donc variable, proche de 10 km au niveau de l'axe des dorsales océaniques jusqu'à plus de 300 Km sous les vieux continents.

La transition entre la lithosphère et l'asthénosphère, se caractérise par une diminution de la vitesse des ondes sismiques, due à la présence de matériel partiellement fondu, et permet de définir la ZMV (ou LVZ) pour Zone à Moindre Vitesse (ou Low Velocity Zone).

Deux types de lithosphère sont identifiables :

- La lithosphère continentale constituée de la croûte continentale et du manteau supérieur
- La lithosphère océanique constituée de la croûte océanique et du manteau supérieur.

#### II. Les plaques lithosphériques :

Les séismes et les volcans ne sont pas répartis de manière homogène à la surface du globe : ils sont concentrés sur des bandes étroites et très longues.

Dans ces bandes, les déformations sont importantes, alors qu'ailleurs, il y a très peu de déformations. Ces bandes délimitent des calottes sphériques rigides et peu déformées à l'exception de leurs frontières : **les plaques lithosphériques.**

Les plaques lithosphériques peuvent être entièrement océaniques (plaque Pacifique), ou entièrement continentale (plaque turque) ou mixtes (plaque eurasiatique par exemple).

#### III. La mobilité horizontale de la lithosphère : la Théorie de la tectonique des plaques

Jusqu'à la fin du 19<sup>ème</sup> siècle, aucun géologue ou géophysicien ne remettait en question le dogme de la constance et de la fixité des aires continentales et océaniques.

L'Afrique avait toujours été dans sa position actuelle; le Sahara avait toujours été un désert traversé par le tropique du Cancer. L'océan Atlantique avait toujours séparé les Amériques de l'Europe et de l'Afrique. Cette vision a dominé les Sciences de la Terre pendant des siècles.

Pourtant un certain nombre d'observations correspondaient mal à la théorie fixiste : des formations géologiques tout à fait identiques pouvaient être observées sur des continents aujourd'hui séparés par des milliers de kilomètres; des roches anciennes, déposée à très haute latitude par des calottes glaciaires, se retrouvaient aujourd'hui dans la bande intertropicale.

Comment expliquer ces étranges observations ?

#### 1. De la dérive des continents d'Alfred Wegener (1912)

Une succession géologique présente en Inde centrale, s'étalant sur la période de -370 Ma à -175 Ma et présentant une succession caractéristique (faciès glaciaire, charbons, dépôts de sel, roches clastiques rouges, basaltes,..) a été retrouvée en Afrique du Sud, en Australie, en Amérique du Sud et plus tard en Antarctique.

Or comment expliquer que cette succession soit présente sur des continents séparés actuellement de plusieurs milliers de kilomètres ?

Wegener s'appuya sur les travaux de l'autrichien Eduard Suess qui avait suggérer que lors du dépôt de cette séquence l'ensemble des continents étaient rassemblés en un super continent le **Gondwana** et que les parties manquantes (expliquant l'éloignement actuelle des continents) s'étaient enfoncées dans les océans. Wegener alla plus loin en expliquant que la croûte continentale de plus faible densité que la croûte océanique (2,9) ne pouvait pas s'être enfoncée dans celle-ci.

Après le dépôt de la " séquence gondwanienne" les continents ont dérivés vers leur position actuelle.

### **C'est ainsi qu'est née la dérive des continents.**

Pour cela Wegener s'appuya sur 3 types d'observations:

- ♥ La complémentarité du tracé des côtes orientale d'Afrique et orientale d'Amérique du Sud ainsi que la disposition des ensembles de roches d'âges supérieurs ou inférieurs à - 2000 Ma.
- ♥ La répartition de certaines faunes et flores. Les fossiles de Mésosaurus ne sont connus que dans des parties sud de l'Amérique du Sud et de l'Afrique. Cette répartition géographique se comprend mieux si l'on admet que ces deux continents étaient réunis à cette époque.
- ♥ La répartition des séquences glaciaires d'âge Permo-carbonifère (-360 à -245 MA). Celles-ci ont été identifiées sur les cinq continents issus de la fragmentation du Gondwana.

Selon Wegener, la partie supérieure du globe est formée d'une couche continue, SIMA (Silice + magnésium), qui constituait, entre autres, la croûte océanique. La croûte continentale ou SIAL (Silice+ Aluminium) dérivait ou glissait sur le SIMA.

## **2. Les preuves de la Théorie de la tectoniques des plaques par Vine et Matthews (1963)**

Le magnétisme fossile et la datation des sédiments océaniques viennent confirmer l'expansion des fonds océaniques.

### **a) Définition et caractéristiques du champ magnétique terrestre.**

En tout point du globe, dans l'air ou sous terre, une aiguille aimantée s'oriente selon une direction bien définie : il existe donc un champ magnétique terrestre.

Sa direction est longitudinale, c'est à dire parallèle aux longitudes, ces lignes immatérielles qui relient le pôle Nord au pôle sud.

La Terre se comporte comme un aimant gigantesque. Dans la nature, le champ magnétique terrestre peut être assimilé à celui produit par un barreau aimanté géant placé au centre de la Terre et, présentant deux pôles magnétiques. On appelle dipôle l'axe de ce barreau.

Dans le cas de la Terre, le dipôle forme un angle de  $11^\circ$  avec l'axe de rotation de la Terre : les pôles magnétiques ne sont donc pas superposés aux pôles géographiques, qui, eux, correspondent à l'axe de rotation de la Terre. (Coordonnées du pôle nord magnétique :  $75^\circ \text{N } 101^\circ \text{W}$  ; coordonnées du pôle sud magnétique :  $67^\circ \text{S } 143^\circ \text{E}$ ).

En conséquence une boussole n'indique pas le nord géographique mais le nord magnétique.

Certains animaux, en particulier les oiseaux migrateurs ont des récepteurs contenant de la magnétite (oxyde de fer complexe  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) qui agit comme un corps magnétique et leur permet de s'orienter et de retrouver ainsi leur aire de vie. Ce champ est positif dans l'hémisphère Nord où les lignes de champ rentrent dans la Terre, il est négatif dans l'hémisphère Sud où les lignes de champ en sortent.

L'hypothèse actuelle sur l'origine du champ magnétique est la suivante :

Le noyau externe, liquide métallique serait le siège actuel de courants hydrodynamiques engendrant des courants électriques provoquant à leur tour un champ magnétique.

### **b) Le magnétisme rémanent des roches**

Certaines roches contiennent des minéraux ferromagnésiens qui s'aimantent dans un champ magnétique et en conserve la mémoire.

S'il s'agit de roches magmatiques, l'aimantation s'est faite lors du refroidissement au-dessous d'une température nommée point de Curie (500 à 700° selon les minéraux), nettement inférieure à la température de fusion de la roche (900 à 100°C).

Le plancher océanique est formé de basalte qui s'aimante au moment de leur formation et conservent ainsi la mémoire du champ magnétique terrestre du moment de leur mise en place.

Les minéraux ont fossilisé tous les caractères du champ magnétique : intensité, déclinaison et inclinaison. Depuis le début du siècle, on sait que le champ magnétique s'inverse à des intervalles réguliers. On définit :

**Des époques normales** : période pendant laquelle le sens du champ est identique au sens actuel (une boussole indique le nord)

**Des époques inverses** : période pendant laquelle le sens du champ magnétique est contraire au sens actuel (une boussole indiquerait le sud comme il y a 1 Ma)

### c) Les âges des sédiments océaniques confirment le renouvellement des fonds océaniques

La datation des sédiments de part et d'autre des dorsales océaniques à l'aide des méthodes de désintégration radioactive montre que plus on s'éloigne de la dorsale plus les sédiments déposés sur le plancher océanique sont anciens. Par conséquent, étant donné que le dépôt sédimentaire est contemporain de la mise en place des roches du plancher océanique, cela implique que plus on s'éloigne de la dorsale plus les roches du plancher sont âgées. On retrouve la symétrie constatée au niveau des anomalies magnétiques.

## 3. Les mouvements relatifs des plaques lithosphériques

Les plaques se déplacent les unes par rapport aux autres et changent sans cesse de superficie. Leurs mouvements et leurs modifications dépendent des phénomènes intervenant à leurs limites.

### a) Des mouvements aux frontières des plaques

Trois types de mouvements peuvent être observés aux frontières des plaques lithosphériques : des mouvements de divergence, des mouvements de convergence des mouvements de coulissage

#### ♥ Les dorsales, des zones de divergences

La divergence a lieu au niveau des dorsales océaniques qui sont des reliefs caractérisés par une activité magmatique. Elle est matérialisée par l'écartement en sens opposé de deux points situés chacun sur une plaque.

#### ♥ Des frontières convergentes

La convergence a lieu dans les zones de subduction (LO-LO ou LO-LC) et les chaînes de collision (LC-LC); elle est matérialisée par le rapprochement de deux points situés chacun sur une plaque, elle compense aux déformations près, la création de lithosphère dans les zones de divergence.

#### ♥ Les failles transformantes : des zones de coulissage

Certaines zones du globe sont en mouvements bien qu'elles ne soient ni des zones de divergence, ni des zones de convergences. Les mouvements des plaques à leur niveau se traduisent par des coulissages horizontaux réalisés au niveau de failles. Les deux plaques se déplacent en sens inverse de part et d'autre de ces failles qualifiées de transformantes.

## 4. La machine Terre

L'énergie qui assure le mouvement des plaques provient de l'intérieur de la Terre. Elle est essentiellement libérée par les matériaux radioactifs présents en profondeur.

Au niveau des dorsales, l'augmentation de la température provoque les courants de convections (montée de matière chaude et descente de matière froide) ce qui crée une compression. Le magma ainsi formé par la fusion partielle des roches est expulsé sous forme de lave et crée la croûte océanique. Cette création de plancher océanique provoque l'écartement des plaques de part et d'autre de la dorsale. Au niveau des zones de subductions, la création de lithosphère est compensée par une disparition de celle-ci dans les fosses océaniques.

## Concept général 1 : structure et dynamique du globe terrestre

### Sous-concept 3 : la transformation et le mouvement de matière.

#### Pré-évaluation :

Qu'est-ce qu'une roche ?

Quelles sont les différents types de roches ?

#### Situation problème :

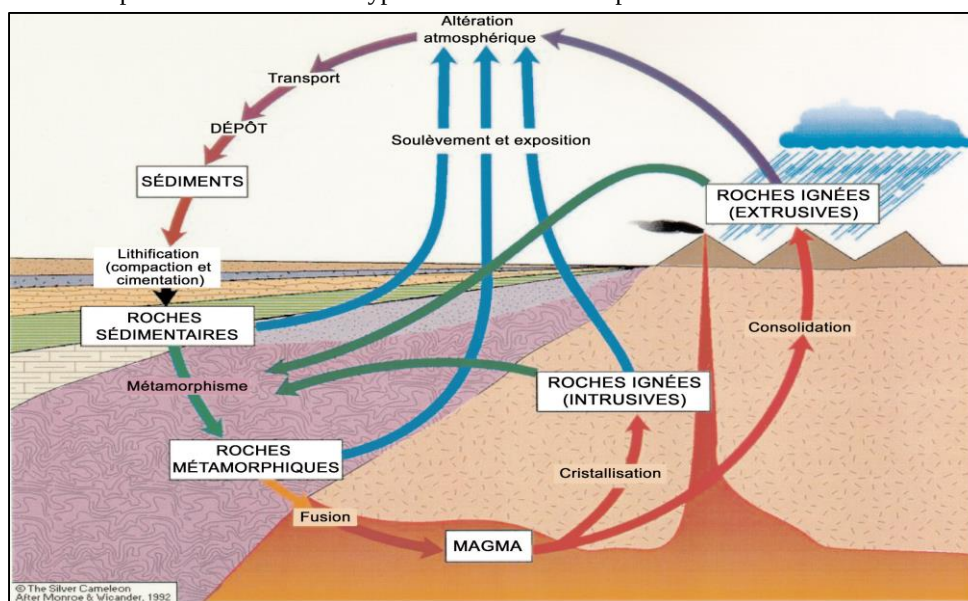
Trois grands types de roches forment la croûte terrestre (les roches magmatiques ; métamorphiques et sédimentaires). Une roche sédimentaire est par définition une accumulation de sédiments issus de la destruction des reliefs et/ou résulter des activités organiques et/ou chimiques.

Comment se déroule le processus de formation des roches sédimentaires ?

### Activités

#### Activité 1 : les différents types de roches :

Le document 1 représente les différents types de roches et leurs processus de formation.



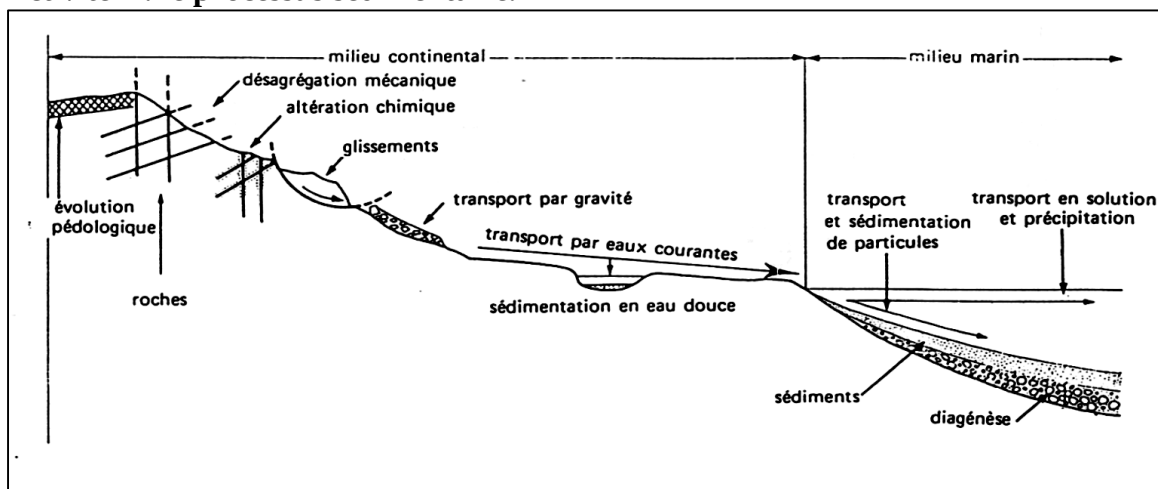
Doc.1

#### Consigne :

A partir du document 1, citer les différents types de roches et détermine comment ces roches se forment.

#### I. Des sédiments à la roche

#### Activité 1 : le processus sédimentaire.



Doc 2 : schéma du processus sédimentaire.

### Consigne :

Décrire sommairement les processus de formation des roches sédimentaires.

### Activité 2 : l'origine des sédiments (types d'altération des roches).



En haute altitude, les reliefs sont soumis à une intense **érosion**. Sous l'action du gel et du dégel dans les **diaclasses**, la roche éclate et forme des éboulis qui sont entraînés par les glaciers et les eaux de ruissellement.



Face ouest des Drus (3764 m), sommets granitiques du massif du Mont Blanc. Un éboulement a eu lieu en 2005 et a mis à nu la zone en gris clair au centre de l'aiguille.



Doc 1 : altération des roches par divers agents : l'eau, le vent, la glace...



**Fig.19 Creusement de terriers par les rongeurs**

Doc 2 : altération par les racines des plantes

**Consigne :**

1. Quelles sont les principaux agents d'altération des roches ?
2. Déterminer les principaux types d'altération des roches et ce qu'ils produisent.
3. Définir un sédiment.

**Activité 3 : le transport des sédiments**

Les roches altérées produisent de nombreux blocs et particules qui vont être déplacés et participer à la formation des sédiments.

**Consigne :**

Quelles sont les principaux agents de transport des sédiments ?

**Activité 4 : l'accumulation des sédiments**

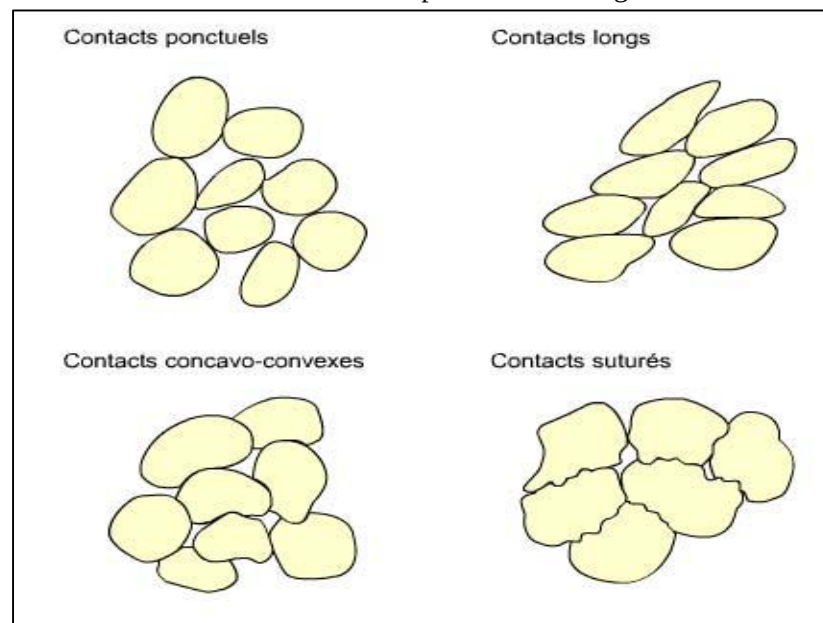
**Consigne :**

Détermine à partir du document 1 le devenir des sédiments après leurs transports ?

**Activité 4 : la diagénèse**

Il existe des roches sédimentaires meubles et des roches sédimentaires cohérentes comme les grès et les calcaires. Le passage des sédiments meubles aux roches compactes nécessite un processus long et complexe qu'on appelle diagénèse.

Le document ci-dessous résume le processus de diagénèse.



**Consigne :**

1. Définit la diagénèse.
2. Comment se déroule la diagénèse ?

**Synthèse générale**

Les roches peuvent être classées en trois grands groupes qui sont les roches ignées ou magmatiques, les roches sédimentaires et les roches métamorphiques. Les roches ignées résultent du refroidissement et de la cristallisation de magmas, issus soit du manteau, soit de la fusion de roches métamorphiques. Les roches métamorphiques résultent de la modification, par l'action de la chaleur et de la pression, de roches ignées ou sédimentaires, lesquelles proviennent de la lithification par diagénèse de sédiments. Comme ces sédiments proviennent de la désagrégation de roches sédimentaires, métamorphiques ou magmatiques, l'ensemble de ces phénomènes forme un cycle appelé *cycle géologique*.

Au sein du cycle géologique, les processus sédimentaires comprennent l'altération, l'érosion, le transport, le dépôt et la diagenèse. Les sédiments détritiques, formés de grains issus de la dégradation de roches préexistantes, transportés et déposés dans un bassin de sédimentation, constituent l'illustration la plus évidente de cette partie du cycle. Dans le cas des sédiments biogéniques et chimiques, résultats de la précipitation organique et/ou chimique, les constituants sont amenés au bassin sédimentaire sous la forme d'ions solubles. Une exception notable est cependant fournie par les sédiments d'origine volcanique, où les particules sont injectées directement dans le milieu de dépôt.

### **I. L'altération :**

L'altération a pour effet de décomposer une roche en deux ensembles:

- des ions solubles et des grains qui vont être mobilisés par l'érosion ;
- un dépôt résiduel, demeurant sur place.

Les mécanismes responsables de l'altération sont l'altération physique, l'altération biologique et l'altération chimique.

#### **a) Altération physique**

Les processus mis en œuvre dans l'altération physique sont les suivants:

- les alternances de gel-dégel, en climat suffisamment humide, fragmentent les roches. L'eau en gelant augmente son volume de 9-10%, élargissant progressivement les fractures.
- les variations répétées de température (40-50°C d'amplitude journalière dans le Sahara, par exemple) ont à peu près le même effet que le gel: les différences de dilatation thermique entre les minéraux d'une roche provoquent l'apparition de fractures;
- la décompression survient lorsque des roches ayant subi un enfouissement sont libérées de la pression litho statique par érosion des formations supérieures. Des joints de décompression, pratiquement parallèles à la surface du sol se développent progressivement.
- l'usure mécanique par des grains détritiques emportés par le vent, l'eau, la glace

#### **b) Altération biologique**

On distingue l'altération provoquée par l'action chimique de composés produits par des organismes (plantes, microbes,...) de l'action purement mécanique de plantes ou d'animaux (par exemple: dilatation des racines jouant le rôle de coin dans des fractures). L'ingestion de matériaux par des animaux vivant dans les sols est un processus faisant intervenir en même temps les deux types de mécanismes.

Un premier processus important est l'oxydation de la matière organique (par la fermentation ou la respiration), produisant de l'eau et du CO<sub>2</sub>, lui-même impliqué dans des réactions de mise en solution:  $C_6H_{12}O_6 + 6 O_2 \rightarrow 6 CO_2 + 6 H_2O$ .

La combinaison du CO<sub>2</sub> et de l'eau donne naissance à l'acide carbonique (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), un acide faible qui peut néanmoins solubiliser la calcite :  $H_2CO_3 + CaCO_3 \rightarrow Ca^{++} + 2 HCO_3$ .

#### **c) Altération chimique**

L'altération chimique agit de deux façons: certains minéraux (halite, calcite) sont dissous totalement et leurs ions sont évacués en solution. D'autres minéraux, comme les micas ou les feldspaths sont transformés en d'autres espèces minérales (surtout en argiles), souvent de granulométrie plus fine et plus facilement mobilisable par l'érosion. La plupart des réactions impliquées dans l'altération nécessitent la présence d'eau et d'air.

### **II. Le transport et le dépôt des sédiments**

Les roches altérées produisent de nombreux blocs et particules qui vont être déplacés et participer à la formation des sédiments.

Les principaux agents de transport des sédiments sont : le vent, la glace et l'eau.

L'eau : intervient pour une grande part dans le déplacement des sédiments.

Le vent : transporte essentiellement des sables mais également des très grandes quantités de poussières (jusqu'à 200 million de tonnes par an uniquement pour le Sahara).

Les glaciers participent également au transport.

Le matériel transporté finit par s'accumuler dans un bassin de sédimentation quand la force de l'agent de transport diminue. Les sédiments se déposent en couches successives dont la composition, la taille des particules, la couleur, etc., varient dans le temps selon la nature des sédiments apportés. C'est ce qui fait que les dépôts sédimentaires sont stratifiés.

### **III. La diagénèse**

Le passage des sédiments meubles aux roches compactes nécessite un processus long et complexe qu'on appelle diagénèse.

La diagénèse est l'ensemble des processus qui affectent un dépôt sédimentaire et le transforment progressivement en roche sédimentaire.

Les sédiments une fois déposés sont généralement meubles et riches en eau. La diagénèse va correspondre à leur transformation chimique, biochimique et physique pour former des roches. Cela se fait en plusieurs étapes selon la nature du sédiment.

#### **♥ En superficie : action des êtres vivants :**

Les animaux jouisseurs favorisent le mélange des sédiments. Les protozoaires et les bactéries interviennent dans la dolomitisation (remplacement de la calcite par la dolomite= roche calcaire) la formation de phosphate, de la pyrite, du pétrole des charbons.

- La pédogénèse : elle intervient dans la formation de roches meubles (argile à silex, latérites et de roches dures, grains meuliers).
- La dissolution : concerne les sédiments émergés les parties superficielles du sédiment sont dissous par action de l'eau et entraînées en profondeur.
- Déshydratation : lorsqu'un sédiment aquatique est asséché, il y a durcissement et modifications de ses propriétés physiques.

#### **♥ En profondeur :**

- Compaction : sous l'effet de la pression des sédiments sus-jacents il y a de part d'eau. Dans un 1er temps l'eau en grande quantité tend à fuir sous l'effet de la charge supportée. Dans un 2e temps ce sont les grains qui se réarrangent de façon à supporter cette charge, il y a tassement.
- Cimentation : les éléments dissous par l'eau peuvent, en précipitant, cimenter ces particules du sédiment entre elle.

## Concept général 1 : structure et dynamique du globe terrestre

### Sous concept 4 : la reconstitution de l'histoire de la Terre.

#### Situation problème :

La Terre ; planète sur laquelle nous vivons a longtemps existée avant l'humanité.

Depuis sa formation, sa morphologie (surface) ne cesse d'être modifiée.

Il y a besoin de repérage dans le temps. Pour retracer l'histoire de son évolution (la succession des événements), on retrouve une base de chronologie dans les objets étudiés :

Chronologie absolue : exprimée par des durées chiffrées en millions d'années ;

Chronologie relative : classement des phénomènes dans l'ordre de leur déroulement (la plus employée).

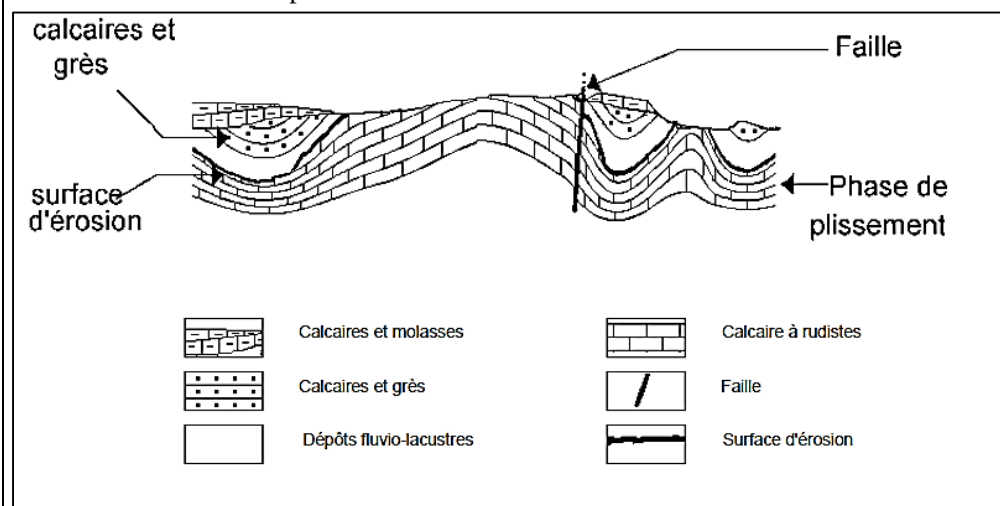
Comment procède-t-on pour établir cette chronologie ?

### Activités

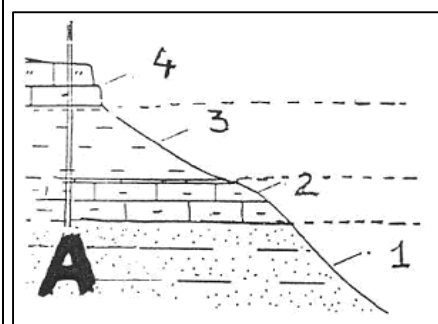
#### I. La stratigraphie

##### Activité 1 : notion de stratigraphie

Les documents 1 et 2 représentent des terrains sédimentaires.



Doc1



Les couches se déposent les unes sur les autres. Les plus anciennes sont à la base



Doc2

#### Consigne :

1. Décrire les terrains sédimentaires.
2. Définir : une strate, la stratigraphie.

##### Activité 2 : les principes de stratigraphie

La stratigraphie se fonde sur plusieurs principes pour établir une chronologie entre les différents phénomènes se succédant sur un terrain donné.

Le document 3 représente les différents principes de stratigraphie.

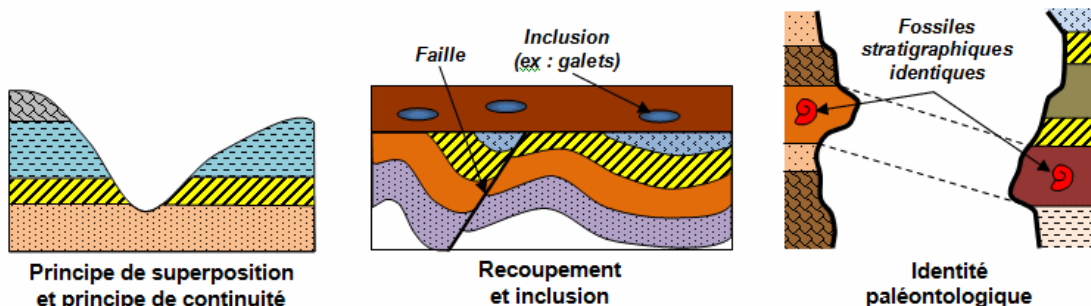
#### Consigne :

1. Citer les principes stratigraphiques.
2. Enoncer les différents principes de stratigraphie et donner leurs limites

### Principes de la datation relative.

Avantage Word: modifiable, dissociable, recolorisable en quelques clics - intégrable dans un PowerPoint

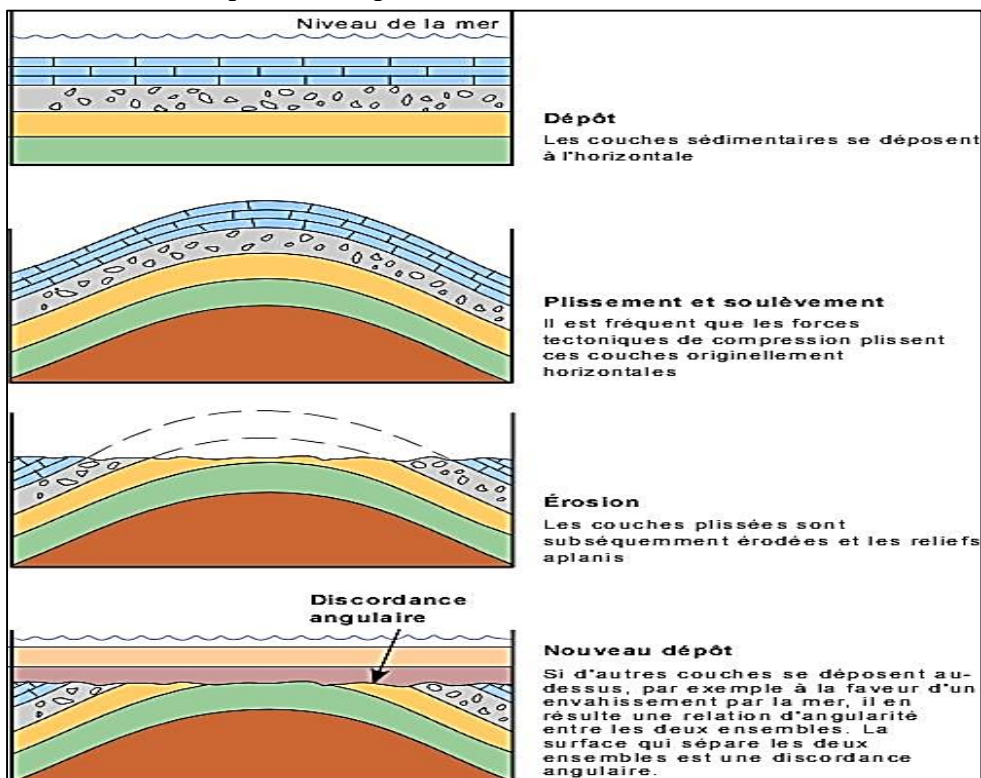
La datation relative fournit un moyen efficace d'ordonner dans le temps une succession d'objets ou d'événements. Cette méthode dans certaines circonstances favorables (grande richesse en fossiles stratigraphiques et taux de sédimentation élevé) peut permettre un repérage d'une grande finesse mais ne donne pas l'âge d'un événement. Il est donc impossible par cette approche de chiffrer (en millions d'années) l'âge d'un phénomène, ou d'aborder directement la durée des phénomènes observés.



doc3

### Activité 3 : notion de discordance

Le document 4 représente le processus de formation d'une discordance.



Doc4

#### Consigne :

1. Définir une discordance.
2. Expliquer comment se forme une discordance angulaire.

### Activité 4: la chronologie relative et la chronologie absolue.

Les différents principes stratigraphiques sont utilisés pour établir une chronologie entre les phénomènes se succédant en un milieu donné.

#### Consigne :

1. Détermine par quels moyens on peut établir une chronologie relative (âge relative des terrains sédimentaires ; métamorphiques ; volcaniques ; magmatiques, et des phénomènes tectoniques).
2. Comment établit-on l'âge absolu des roches ?

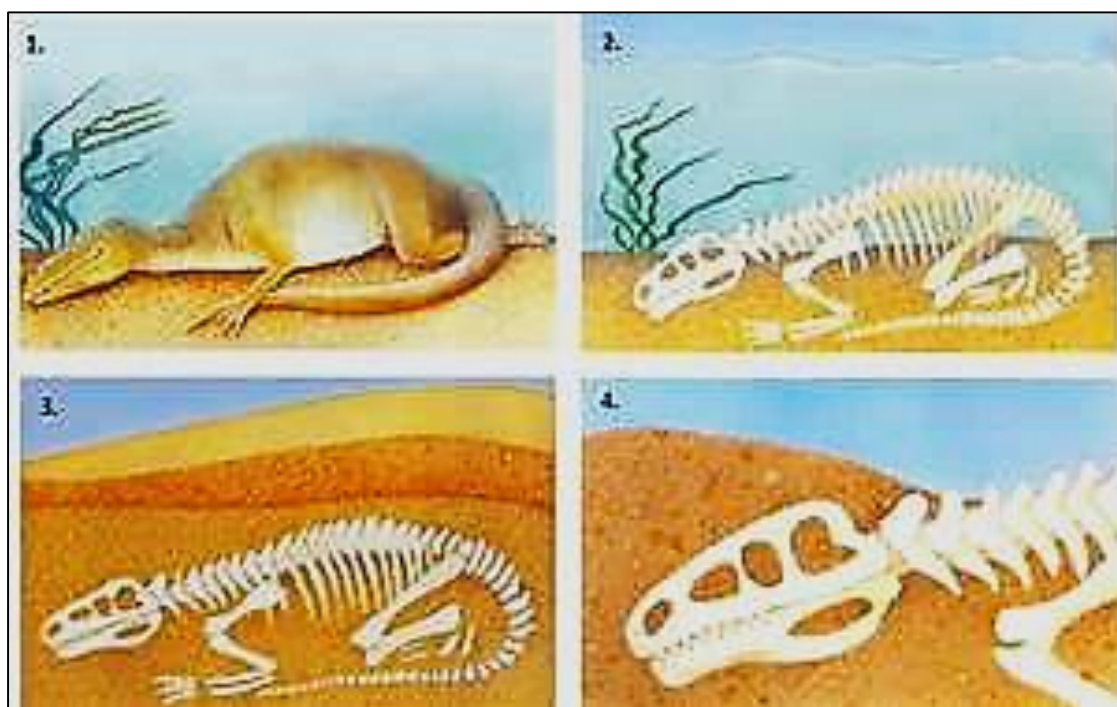
## II. La paléontologie

### A. Notion de paléontologie

Les organismes animaux et végétaux ont depuis longtemps peuplé la Terre. Plusieurs formes vivantes se sont succédées, d'autres ont disparus, d'autres sont apparus et certains ont peut-être subi des modifications.

#### Activité 5 : définitions

Certains des organismes qui vivent sur la Terre ont pu laisser leurs empreintes suivant plusieurs manières et plusieurs formes dans les roches sédimentaires, nous permettant ainsi de faire une idée non seulement sur ces organismes mais aussi sur l'histoire des roches encaissantes. On les appelle des fossiles.



doc6

#### Consigne :

A partir de ce texte, et de vos propres connaissances :

1. définir : un fossile, la fossilisation, la paléontologie.
2. Donner les différents types de fossiles.
3. Donner les conditions de la fossilisation.

### Activité 6 : les ères et les périodes géologiques

La figure ci-dessous représente les grandes divisions des temps géologique.

| Ere                             | Epoque/Période       | Age                | Evénements marquants (âge en millions d'années)                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------|----------------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>TERTIAIRE</b><br>Cénozoïque  | <b>Quaternaire</b>   | <b>1,75 - 0</b>    | Apparition de l' <i>Homo sapiens</i> & de l' <i>Homo erectus</i>                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                 | <b>Pliocène</b>      | <b>5,30 - 1,75</b> | Apparition de l' <i>Homo habilis</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                                 | <b>Miocène</b>       | <b>23,5 - 5,30</b> | 3.2 : Lucy ( <i>Australopithecus afarensis</i> - Ethiopie)<br>7 : Plus ancien fossile d'hominidé (Toumaï, Tchad)                                                                                                                                                                                                                   |
|                                 | <b>Oligocène</b>     | <b>33,7 - 23,5</b> | Chaîne alpine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|                                 | <b>Eocène</b>        | <b>65 - 33,7</b>   | Grande diversification des mammifères                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                                 | <b>Paléocène</b>     | <b>65 - 53</b>     | 65 : 5 <sup>e</sup> Grande extinction (disparition de 65% des espèces)                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>SECONDAIRE</b><br>Mésozoïque | <b>Crétacé</b>       | <b>135 - 65</b>    | 135 : Apparition des angiospermes (plantes à fleurs)                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                                 | <b>Jurassique</b>    | <b>203 - 135</b>   | 150 : Apparition des oiseaux ( <i>Archaeopteryx</i> )                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                                 | <b>Trias</b>         | <b>250 - 203</b>   | 215 - 203 : 4 <sup>e</sup> Grande extinction : disparition de 75% des espèces<br>220 : Apparition des dinosaures<br>230 : Apparition des mammifères                                                                                                                                                                                |
| <b>PRIMAIRE</b><br>Paléozoïque  | <b>Permien</b>       | <b>295 - 250</b>   | 250 : 3 <sup>e</sup> Grande extinction : disparition de 95% des espèces                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                                 | <b>Carbonifère</b>   | <b>355 - 395</b>   | Apparition des premiers animaux terrestres (reptiles)                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                                 | <b>Dévonien</b>      | <b>410 - 355</b>   | 355 : 2 <sup>e</sup> Grande extinction : disparition de 75% des espèces<br>365 : Apparition des tétrapodes («poissons à pattes»)                                                                                                                                                                                                   |
|                                 | <b>Silurien</b>      | <b>435 - 410</b>   | 430 : Premiers fossiles de végétaux terrestres                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|                                 | <b>Ordovicien</b>    | <b>500 - 435</b>   | 435 : 1 <sup>ère</sup> Grande extinction : disparition de 85% des espèces<br>450 : Apparition des insectes<br>460 : Premiers fossiles de vertébrés à mâchoires (poissons)                                                                                                                                                          |
|                                 | <b>Cambrien</b>      | <b>540 - 500</b>   | 535 : Premiers fossiles de mollusques<br>540 - 500 : Explosion de la vie : apparition de presque tous les embranchements modernes                                                                                                                                                                                                  |
| <b>PRECAMBRIEN</b>              | <b>Protérozoïque</b> | <b>2500 - 540</b>  | 565 - 545 : Radiation d' <i>Ediacara</i> : apparition d'animaux étranges, de grande taille<br>570 : Premiers fossiles d'organismes à symétrie bilatérale<br>2100 : Premiers organismes macroscopiques (visibles à l'oeil nu)<br>La lignée évolutive qui mène aux plantes devient distincte de celle des animaux et des champignons |
|                                 | <b>Archéen</b>       | <b>4550 - 2500</b> | 2680 : Premiers eucaryotes (organismes à cellule dotées d'un noyau)<br>3450 : Les plus anciens fossiles connus : les stromatolithes<br>3850 : Les plus anciens indices géochimiques de la vie sur Terre<br>Vers 4400 : Formation de la Lune par l'impact d'une protoplane avec la Terre                                            |

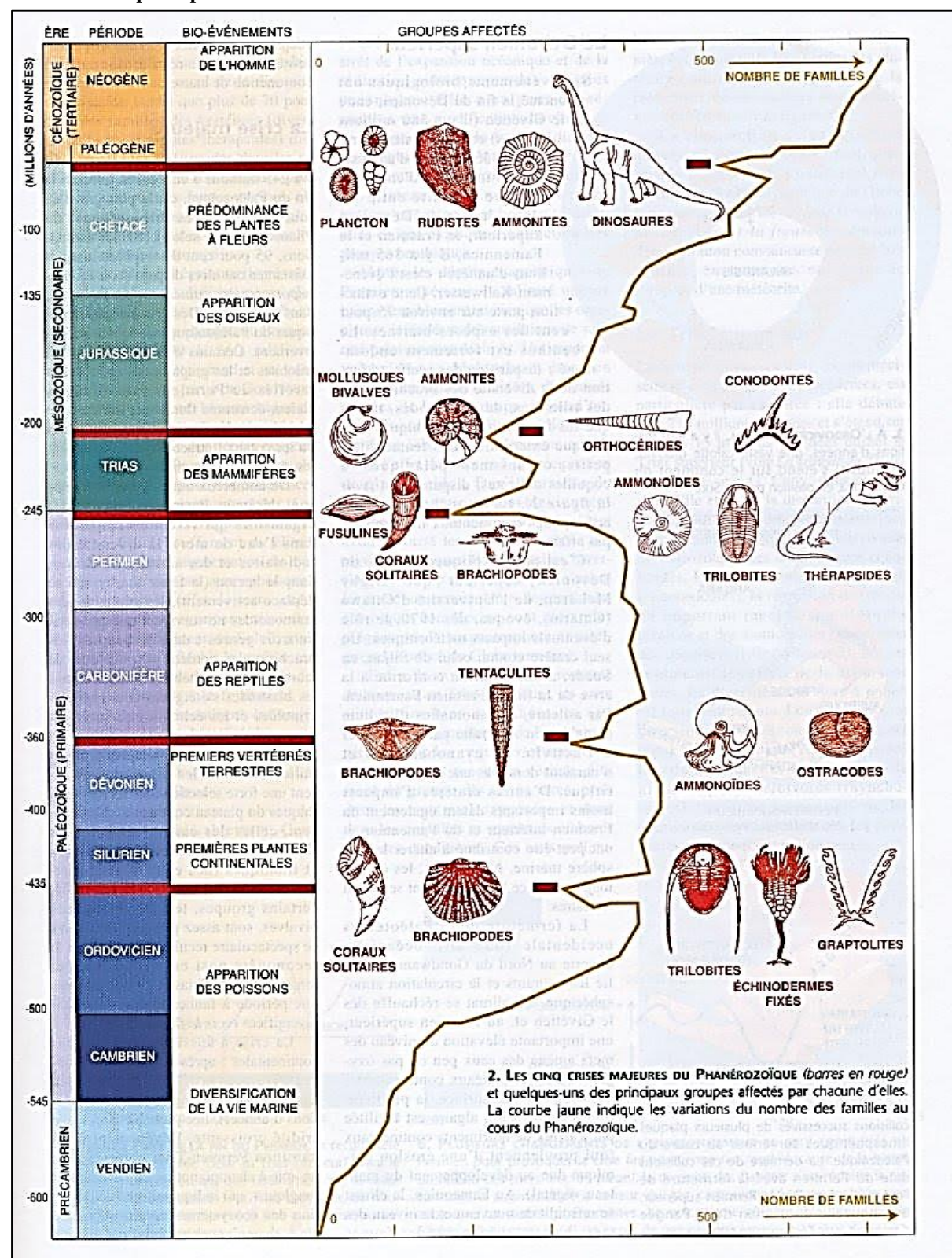
Doc 7 : les ères périodes géologiques.

#### Consigne :

1. Nomme quelques évènements majeurs de l'histoire de la vie et de la Terre.
2. quelles sont les bases le mode de division des temps géologiques de cette division ?
3. Quelles sont les premiers êtres vivants sur Terre ?
4. Citer et caractériser les ères géologiques.

## B. Etude de quelques fossiles

### Activité 7 : les principaux fossiles

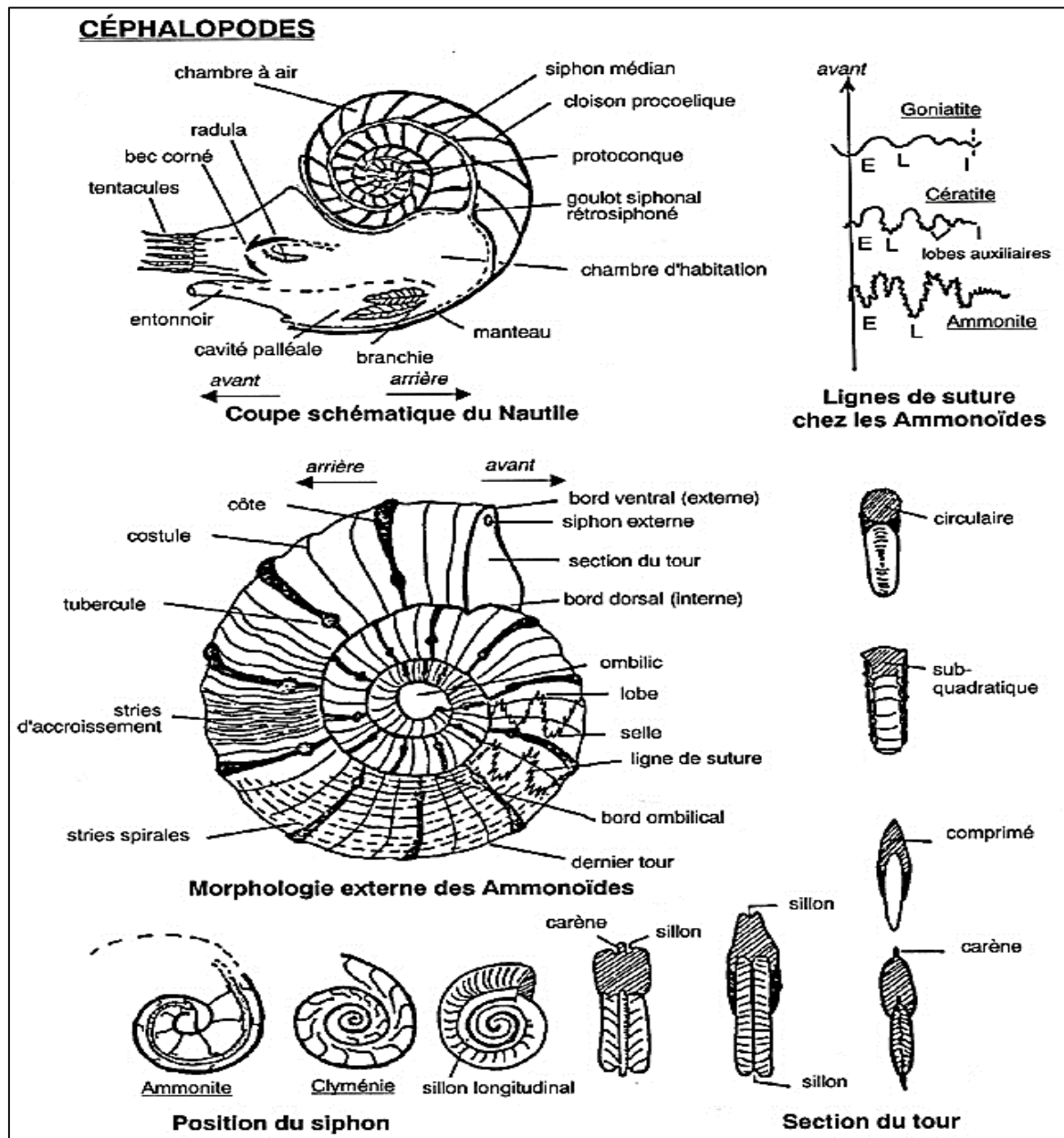


Document 8 : histoire de la vie.

#### Consigne :

1. Citer et caractériser les différents groupes de fossiles.
2. Analyser le document et tirer une conclusion.

## Activité 8 : études des mollusques céphalopodes.



Doc 9 : les céphalopodes.

### Consigne :

Citer et caractériser les différents groupes de céphalopodes.

### Activité 9 : intérêt des fossiles

#### Consigne :

A partir des études antérieures et de vos propres connaissances ;

1. Déterminer l'importance des fossiles.
2. Classer les fossiles en deux groupes selon leurs intérêts et donner les caractéristiques de cette classification.

## Synthèse générale

### Introduction

Parmi toutes les planètes du système solaire, la Terre est la seule à réunir les conditions favorables à la vie.

Depuis la solidification de la surface terrestre, ou croûte, il y a plus de 4 milliard d'année, l'histoire de notre planète et celle de la vie sont indissolublement liées. En effet c'est peu après la naissance des océans que la vie est apparue sur Terre.

## **I. La stratigraphie**

Dans une série sédimentaire, la mise en place des différentes couches sous l'action de la gravité fait que les sédiments les plus profondes sont les plus anciens. L'ordre de superposition permet de dater les strates relativement, les unes par rapport aux autres.

### **3. Définition :**

**Une strate** : couches de terrain possédant une individualité nette séparées par des joints de stratification subhorizontaux.

**La Stratigraphie** : [du lat. stratum, couverture, et du gr. graphein, écrire] - Science qui étudie la succession des dépôts sédimentaires, généralement arrangés en couches (ou strates). Elle permet d'établir une chronologie stratigraphique relative, notamment par l'utilisation raisonnée de deux principes (dits principes de la stratigraphie) auxquels il ne faut pas donner une valeur d'axiome.

### **4. les principes de stratigraphie**

La stratigraphie se fonde sur plusieurs principes pour établir une chronologie entre les différents phénomènes se succédant sur un terrain donné.

Les principes de stratigraphie sont :

□ **Le «Principe de superposition»** : Quand plusieurs couches sont superposées, la couche inférieure est la plus ancienne, la couche supérieure qui est donc la plus récente.

Ce principe n'est applicable que si les roches sont restées sur place (sans subir de déformations tectoniques).

□ **Le «Principe de continuité»**: permet de considérer, malgré les discontinuités d'affleurement, que deux couches séparées dans l'espace mais limitées par les mêmes couches à la base et au sommet, sont de même âge.

Son application nécessite une identification sûre des roches étudiées.

□ **Le «principe de recoupement»** l'événement ayant généré les changements de géométrie des couches (plis) ou les discontinuités (failles ou limite de l'intrusion) est postérieur à la formation qu'il affecte. Il indique donc que toute formation géologique qui en recoupe une autre lui est postérieure. Avec ce principe on ne peut pas donner l'âge des terrains non affectés par les filons et les plutons.

□ **Le «principe d'inclusion»**, indique que tout objet (roches, minéraux) inclus dans une autre couche est plus ancien que celle-ci.

□ **Le «principe d'identité paléontologique»** stipule que deux couches ayant les mêmes fossiles sont de même âge. Son application nécessite la présence de bons fossiles stratigraphiques.

□ **Le principe de recouvrement** : Ce principe indique que toute structure (couche sédimentaire ou volcano-sédimentaire ou coulée volcanique...) qui en recouvre une autre (déformée ou pas) est postérieure à cette dernière.

### **5. Notion de chronologie :**

Pour retracer l'histoire de son évolution (la succession des événements), on retrouve une base de chronologie dans les objets étudiés :

Chronologie absolue : exprimée par des durées chiffrées en millions d'années ;

Chronologie relative : classement des phénomènes dans l'ordre de leur déroulement.

### a) La chronologie absolue :

Toutes les roches contiennent en quantité faible des éléments radioactifs. La décroissance radioactive d'isotope de certains éléments chimiques permet de calculer la durée de ces transformations et donc l'âge absolu de la roche, avec toujours une marge d'incertitude.

Cette méthode permet de dater les émissions volcaniques, des roches métamorphiques ; plutoniques, des minéraux, des restes d'animaux et de végétaux, des carbonates ( $\text{CaCO}_3$ ).

### b) La chronologie relative :

Elle utilise les principes de stratigraphie pour établir l'âge relative des formations géologiques.

| Nature de la roche ou de la structure | Mise en place                                                          | Principe utilisé                            |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Roches sédimentaires                  | Dépôt de sédiment suivi d'une diagénèse                                | Principe de superposition et de continuité  |
|                                       | Présence de fossiles                                                   | Principe d'identité paléontologique         |
| Roches volcaniques                    | Dépôt par écoulement ou par projection                                 | Principe de superposition et de recoupement |
| Roches plutoniques                    | Intrusion dans des roches encaissantes                                 | Principe de recoupement                     |
| Roches métamorphiques                 | Transformation sous l'augmentation de la température et de la pression |                                             |
| Plis, failles, filons                 | Phénomènes tectoniques                                                 |                                             |

## II. La paléontologie :

Les roches sédimentaires sont des archives permettant de reconstituer les éléments des paysages anciens. Ces roches peuvent contenir des fossiles, restes ou traces d'animaux et de végétaux.

L'empilement des couches sédimentaires successives rend possible la reconstitution d'une suite de paysages et d'événements. On montre ainsi que l'histoire de la vie est marquée par la succession et le renouvellement des espèces et des groupes. Au cours du temps, progressivement, des groupes d'êtres vivants sont apparues, se sont développés, ont régressé et ont pu disparaître.

Les transformations géologiques et la succession des formes vivantes ont été utilisées pour subdiviser les temps géologiques en ères et en périodes de durées variables.

### 1. Définition :

**Les fossiles** : Restes d'organismes (animale ou végétale) ou de leurs traces conservés dans les roches sédimentaires au cours des temps géologiques.

**La fossilisation** : Ensemble des processus qui conduisent à la conservation des objets dans les sédiments.

**La paléontologie** : Science qui étudie les êtres disparus, essentiellement connus par leurs restes fossiles ou les traces de leur activité. Elle se divise en paléontologie végétale (ou paléobotanique) et paléontologie animale (ou paléozoologie).

### 2. Les différents types de fossiles :

- **Organisme entier** : conservés dans l'ambre, ou la glace.
- **Conservation partielle** : os, plumes, bois, graines, etc.
- **Moulages** : la partie disparaît et on conserve un moulage interne ou externe.
- **Les traces d'activités biologiques** : excréments, terriers, traces de pas.
- **Composition modifiée** : la partie conservée peut-être transformée en minérale (calcite).

### 3. Etude de quelques fossiles

**a) Les animaux**

♥ **Les arthropodes :**

Ce sont des invertébrés marins (mollusques, crustacés, insectes). Les plus célèbres sont les **trilobites (primaire dévonien)** au corps divisés en trois lobes aussi bien que dans le sens de la longueur que celui de la largeur.

♥ **Les brachiopodes.**

Ce sont des invertébrés marins à corps enfermés dans une coquille bivalve :

**Les spirifères** (primaire dévonien) à coquilles calcaires.

**Les rhynchonelles** (secondaire jurassique, crétacé), et existent de nos jours.

**Les térébratules** (secondaire jurassique, crétacé) à coquilles ponctuée.

♥ **Les céphalopodes :**

Ce sont des mollusques marins dont la tête porte des tentacules munis de ventouses jouant le rôle de pied.

**Les nautiloïdés** : les anciennes formes sont : le genre orthoceras (du primaire silurien, à coquille droite) ; le genre cyrthoceras (du primaire dévonien, à coquille arquée) ; le genre nautilus (du primaire dévonien, à coquille entièrement enroulé).

**Les ammonoïdés** : ils comprennent les clyménies, les goniatites, les cératites et les ammonites.

**Les Bélemnoidés** : ils sont proches des seiches actuelles. Ils ont vécu au secondaire (Jurassique et Crétacé).

**b) Les végétaux :**

Les cryptogames vasculaires du carbonifère ont laissé beaucoup de fossiles comme :

**Les lépidodendrons** : de 0 à 30m de hauteur, le tronc porte des cicatrices foliaires disposées en spirale et de forme losangique.

**Les Sigillaires** : 30m de hauteur et un tronc terminé par un bouquet de feuilles entouré d'épis sporifère et des cicatrices foliaires hexagonales rangées verticalement.

**Les Calamite** : peuvent aussi atteindre 30m de haut. Les tiges portent des cannelures et sont divisées en articles. Au niveau de chaque nœud des rameaux portent des feuilles verticales.

**Les fougères** (du carbonifère à nos jours).

**c) Les microfossiles :**

Ils sont nombreux et variés. On peut citer :

Les foraminifères qui sont des protozoaires (les fusulines du primaire ; les nummulites du tertiaire ; les globigérines), les radiolaires du secondaire, les diatomées qui sont des protophytes.

**4. Intérêt des fossiles**

Les fossiles sont la clef de la stratigraphie. Ils permettent de déterminer l'âge des formations sédimentaires et les conditions de leurs formations. Ainsi on distingue les fossiles stratigraphiques et les fossiles de faciès.

**a. Les fossiles stratigraphiques :**

Ils permettent de déterminer l'âge des formations qui les contiennent. Ils sont caractérisés par : une évolution rapide, une courte durée de vie, une grande prolifération et une grande aire de répartition géographique. Exemple : les ammonites, les nummulites.

**b. Les fossiles de faciès :**

Le faciès est l'ensemble des caractères lithologiques et paléontologiques qui permettent de déterminer les conditions dans lesquelles une roche s'est formée. Ainsi des fossiles peuvent nous renseigner sur les limites des mers et des anciens continents. Ce sont les fossiles de faciès qui sont caractérisés par : une évolution lente, une longue durée de vie, une petite prolifération et une petite aire de répartition.

## Concept général 1 : structure et dynamique du globe terrestre

### Sous concept 4 : les relations entre les roches, le sol et la végétation.

#### Pré-évaluation :

Qu'est-ce que le sol ?

Quelle est l'importance du sol ?

#### Situation problème :

En 1890, Vassili Vissilie V Dokoutchaïev est considéré comme le père de la pédologie. Il a étudié des sols spéciaux (les chernozems), des sols de steppes de la « Russie ». Les sols étaient des « corps naturels se formant sous l'effet d'un certain nombre de facteurs écologiques » (climat, végétation).

Dokoutchaïev a mis en place des règles de répartition des sols.

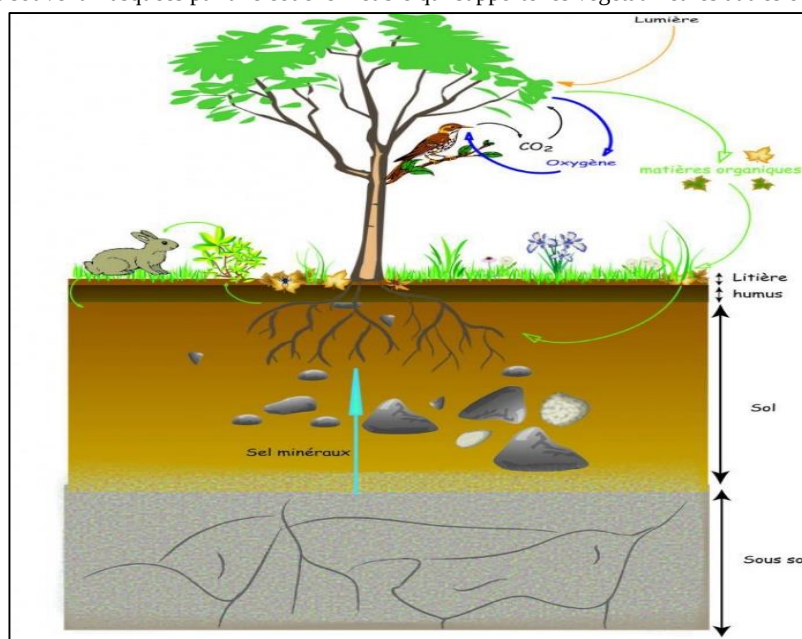
### Activités

#### I. Le sol

Les connaissances de la formation, de l'évolution des sols, de leur composition actuelle est indispensable à l'agriculture moderne. Tout essai agricole doit s'appuyer sur une étude pédologique.

#### Activité 1 : définitions

La croûte terrestre est constituée de plusieurs catégories de roche (sédimentaire, magmatiques, et métamorphiques). Ces roches sont le plus souvent masquées par une couche meuble qui supporte les végétaux et les autres organismes : c'est le sol.



Doc 1 : le sol.

#### Consigne :

1. Définir : le sol, la pédologie.
2. Citer et caractériser les grands groupes de sol.

#### Activité 2 : la constitution d'un sol.

Lors de la formation d'un sol, les débris organiques se mélangent avec les produits de décomposition des roches. Les débris végétaux et animaux de toute nature, au cours de leur décomposition donnent naissance à des composés amorphes qui résistent bien à la biodégradation : c'est l'humus.

#### Consigne :

1. Citer et caractériser les éléments constitutifs du sol.
2. Définir l'humus et l'humification.
3. Donner l'importance de l'humus.

## LA COMPOSITION D'UN SOL



### L'EAU ET L'AIR

Le sol a une structure pseudo-tissulaire avec un réseau plus ou moins relié de canaux et de pores. Un sol équilibré a 25% de son volume occupé par des cavités remplies d'eau et d'air.

### LA FRACTION MINÉRALE

Après fragmentation, sous l'effet de facteurs climatiques et physico-chimiques, la roche mère se morcelle en éléments plus ou moins grossiers. Un sol dont la composition est équilibrée comprend 45% de substances minérales (avec 2/3 de sables et 1/3 de limons, d'argiles et un peu de calcaire).

### LA FRACTION ORGANIQUE NON ASSIMILABLE

Les microorganismes du sol jouent le rôle d'incinérateurs biologiques. Ils peuvent être débordés dans leur action de biodégradation. Des pesticides peuvent alors s'accumuler, se loger dans des sites inaccessibles aux bactéries et adopter des structures chimiques qui les rendent réfractaires à toute attaque bactérienne, à moins que des modifications biochimiques ne favorisent un relargage des pesticides.

### LA FRACTION ORGANIQUE DITE ASSIMILABLE

est représentée par :

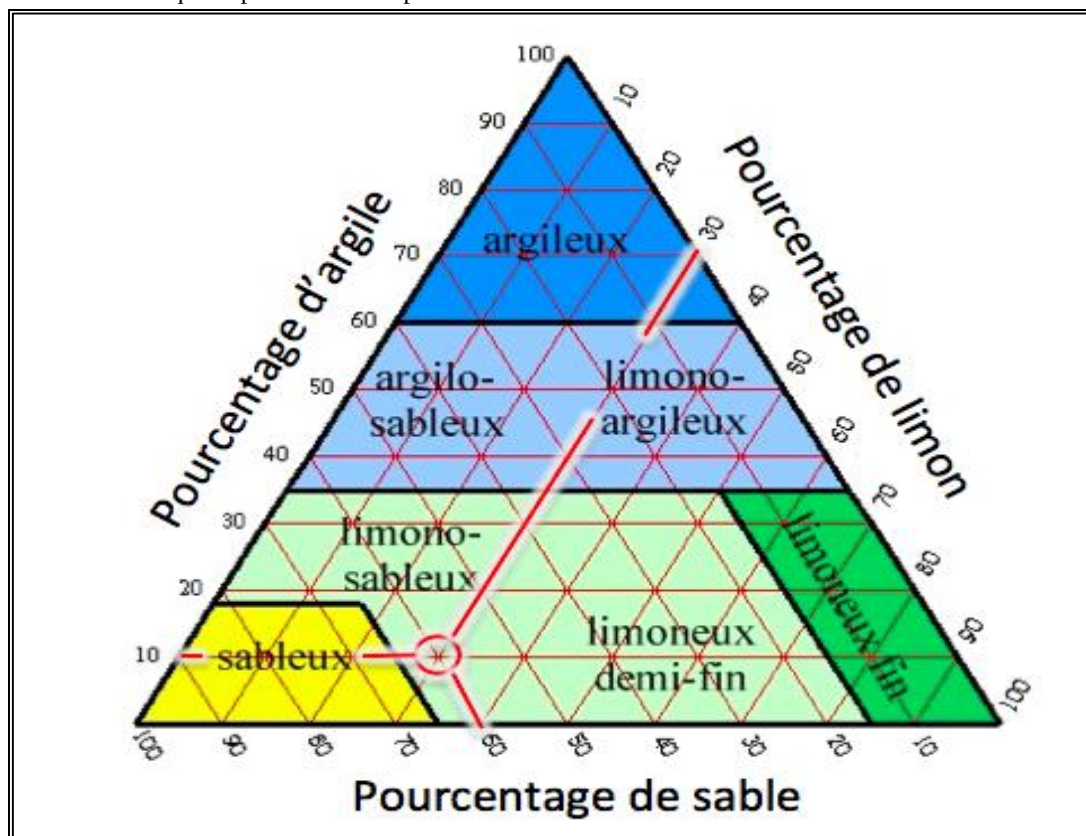
- les débris de la couverture végétale (feuilles, rameaux, racines) et des peuplements animaux (cadavres, phanères, mues), produits du métabolisme,
- l'humus au sens strict, résultant à la fois des restes animaux et végétaux et de la néosynthèse de complexes organiques nouveaux (les pigments bruns).

fig.1

## II. les propriétés physiques du sol

### Activité 3 : la granulométrie

Les propriétés physiques du sol sont liées à deux notions fondamentales : la texture (composition élémentaire, lorsque tous les agrégats ont été détruit) et la structure (manière dont les éléments sont groupés en agrégats. C'est de ces deux facteurs que dépendent le comportement de l'eau et de l'air dans le sol.



Doc 2 triangle de texture

**Les différentes structures du sol et leurs propriétés**

| Structure                         | Texture                              | Complexes argilo-humiques | Propriétés                                                                                                              |
|-----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Particulaire</b>               | Eléments grossiers (sables)          | Peu nombreux              | - Faible rétention de l'eau<br>- Porosité élevée<br>- Faible rétention des ions                                         |
| <b>Compacte</b>                   | Eléments fins (argiles, limons fins) | Peu nombreux              | - Forte rétention de l'eau<br>- Porosité faible, résistance à la pénétration des racines<br>- Faible rétention des ions |
| <b>Grumeleuse ou fragmentaire</b> | Mixte                                | Très nombreux             | - Forte rétention de l'eau<br>- Bonne porosité, permet une bonne pénétration des racines<br>- Forte rétention des ions  |

**Doc 3 : les structures**

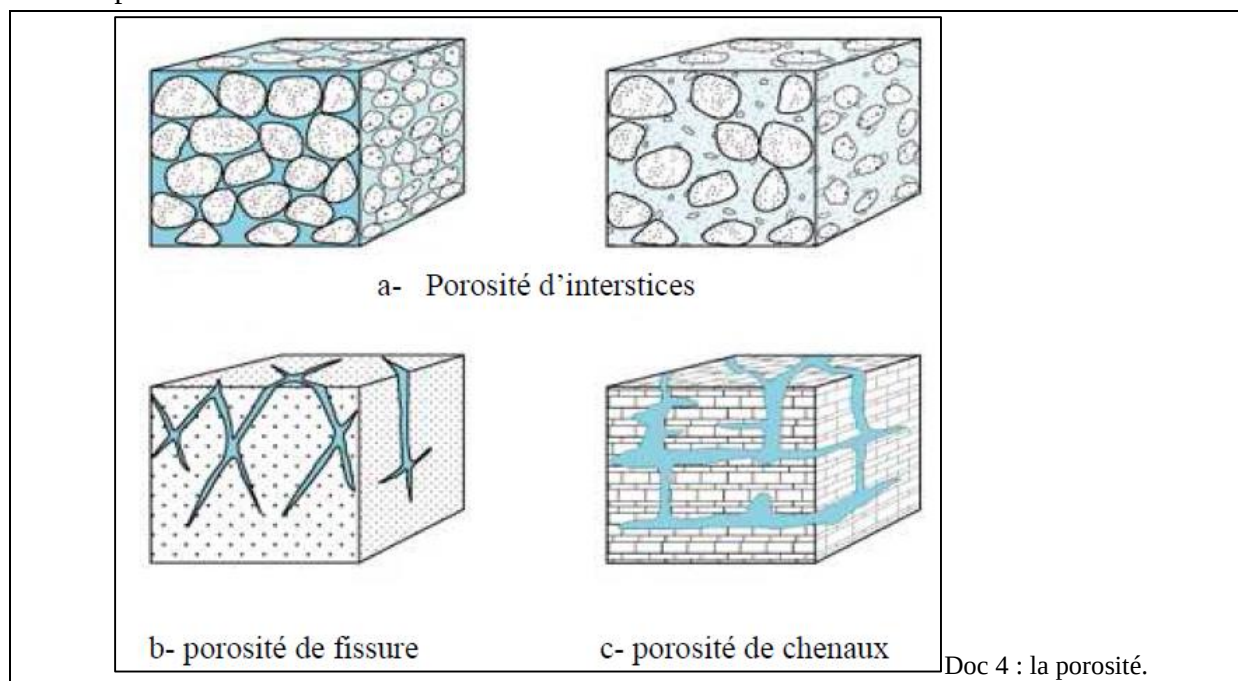
**Consigne :**

1. Quelles sont les principaux constituants qui permettent de déterminer la texture des sols ?
2. Déterminer les différents types de textures en analysant le triangle de texture.
3. Citer les différents types de structure à partir de l'analyse du tableau (doc 3)
4. Définir et caractériser la structure des sols.

**Activité 4 : la perméabilité et la porosité**

La porosité du sol est le volume des vides, exprimé en volume total.

Elle dépend de la structure du sol.



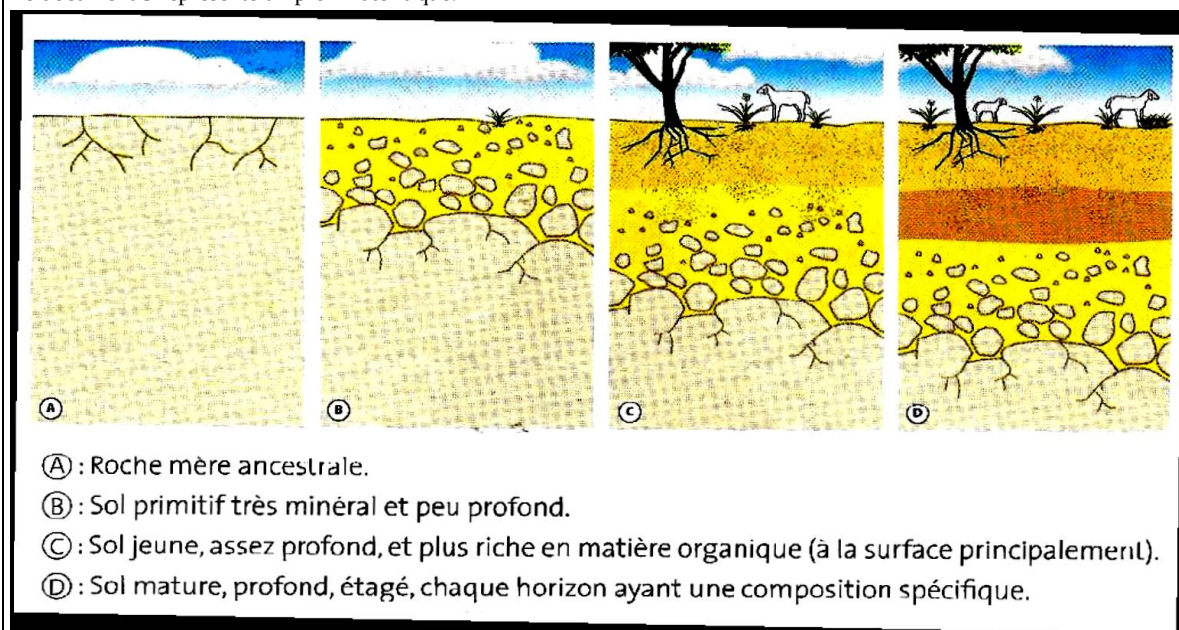
Doc 4 : la porosité.

**Consigne :**

- 1) Comparer les types de porosité.
- 2) Caractériser la porosité du sol et donner son expression.
- 3) Décrire la perméabilité du sol.

### Activité 5 : La genèse d'un sol.

Le document 5 représente un profil latéritique.

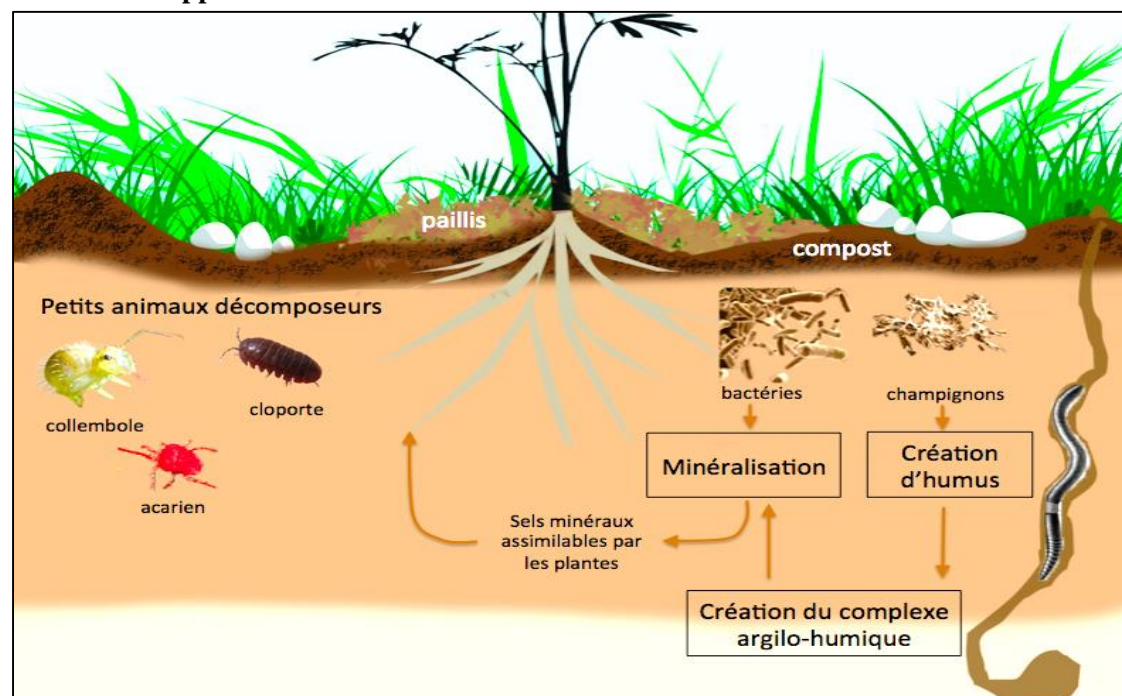


Doc 5 : étapes de la formation d'un sol

**Consigne :**

1. Enumérer les étapes de la formation d'un sol.
2. Citer et caractériser les facteurs intervenant dans la genèse des sols.
3. Définir : le profil et les horizons d'un sol.
4. Citer et caractériser les différents horizons (parties) d'un sol mature.

### Activité 6 : rapport entre le sol et les êtres vivants.



Doc 6.

**Consigne : à partir de l'analyse du document 6 :**

1. Citer les différents types d'organismes qui vivent en interaction avec le sol.
2. Quelle est l'action de ces organismes sur la genèse et le développement du sol ?
3. Quelle est l'action réciproque du sol sur les êtres vivants la peuplant ?

## Synthèse générale

### I. Définition

La pédologie étudie la genèse, les propriétés et la classification des sols. Elle trouve de nombreuses applications notamment dans le domaine agronomique (pédologie agricole ou forestière, conservation des sols...).

Le sol est la formation naturelle de surface à structure meuble et d'épaisseur variable résultant de la transformation de la roche mère sous-jacente sous l'influence de divers processus physiques, chimiques et biologiques. Le sol est un milieu dynamique qui évolue au cours du temps.  $S = f(Cl, o, r, p, t)$  où : Cl = Climat ; o = Organismes vivants ; r = Topographie ; p = Roche mère ou matériel parental ; t = Temps. La roche mère est le dépôt géologique qui a donné naissance au sol. Cependant, une même roche mère peut donner naissance à plusieurs types de sols dans l'espace et dans le temps.

### II. Composition du sol

Le sol comprend des éléments organiques, en générale minoritaires, et des éléments minéraux, constituant le plus souvent la majeure partie de sa masse.

#### a) Les éléments organiques :

Les débris végétaux de toute nature, feuilles, rameaux morts, qui tombent à la surface du sol, au cours de leur décomposition donnent naissance à des composés amorphes qui résiste bien à la biodégradation. Cet assemblage complexe noir amorphe de produit de décomposition des substances organiques provenant de végétaux et d'animaux, décomposés par des microorganismes dans des conditions aérobies et anaérobies est appelé **humus**.

La chaîne des réactions de dégradation et de synthèse qui transforme la matière organique en humus est appelé **humification**.

L'humus est à la base de la fertilité et de la conservation des sols. Il protège l'argile contre la dispersion, stabilise la structure du sol, augmente la capacité totale d'échange du complexe absorbant (1g d'humus fixe 5fois plus de cations qu'1 g d'argile).

#### b) Les éléments minéraux :

Les éléments minéraux : la partie minérale est constituée de minéraux non altérés (cailloux, graviers, sables) abondant la partie grossière du sol, et de minéraux secondaires (argiles) de dimensions sub-microscopique.

Suivant leurs dimensions, ils sont classés comme suit :

| Particules       | Tailles             |
|------------------|---------------------|
| Cailloux         | Plus de 76mm        |
| Gravier          | 2mm à 76mm          |
| Sables grossiers | 0,2mm à 2mm         |
| Sables fins      | 0,05mm à 0,2mm      |
| Limons           | 0,02mm à 0,05mm     |
| Limons fins      | 0,002mm à 0,05mm    |
| Argiles          | Inférieur à 0,002mm |

### III. Les propriétés du sol :

Les propriétés physiques du sol sont liées à deux notions fondamentales : la texture (composition élémentaire, lorsque tous les agrégats ont été détruit) et la structure (manière dont les éléments sont groupés en agrégats). C'est de ces deux facteurs que dépendent le comportement de l'eau et de l'air dans le sol. La texture ou composition granulométrique est

définie d'après la proportion des éléments du sol (sables, limons, argiles), classés par catégories de grosseur après la destruction de agrégats. Il existe quatre classes fondamentales de texture: la texture sableuse ; limoneuse ; argileuse et équilibrée.

♥ **La structure :**

Elle désigne la répartition dans l'espace de la matière solide et des vides (pores) dont certains sont occupés par l'eau, d'autres par l'air. Cette répartition conditionne l'ensemble des propriétés physiques fondamentales du sol : aération, sèche. Possibilité de respiration pour les organismes, réserves d'eaux utilisables par les plantes en saison

Il existe deux types de structure :

□ **La structure à agrégats construits** : dans un sol à forte activité biologique ; on constate que la porosité totale est beaucoup plus élevée. En outre on observe une bonne répartition entre les pores grossiers et les pores fins.

□ **La structure particulaire cohérente** : lorsqu'aucun agrégat n'a pu se former. Là la quasi-totalité des pores grossiers a disparu.

♥ **La porosité du sol** : c'est le volume des vides, exprimé en volume total.

Elle dépend de la structure du sol. Elle se subdivise en porosité capillaire (capacité en eau) et en porosité non capillaire (capacité en air). Les pores capillaires contiennent l'eau retenue par des pelliculaires. Les pores non capillaires sont remplis par l'air car l'eau qu'ils renferment est soumise à l'influence de la gravité et descend en profondeur.

♥ **La perméabilité** : c'est la propriété pour laisser passer l'eau.

Plus les particules sont grosses, plus le sol est perméable. Ainsi les sols sableux sont les plus perméables.

**IV. Genèse du sol :**

La pédogénèse résulte de la transformation d'une roche sous l'influence du milieu, celui-ci comprenant 6 facteurs principaux qui sont : la nature de la roche-mère ; le climat ; le temps ; les organismes ; le relief ; l'homme.

La formation et l'évolution du sol sous l'influence des facteurs écologiques conduit à la différenciation de strates successives de texture, de structure et de couleur différentes appelés **horizons**. La coupe verticale du sol faisant apparaître ces strates, et qui sont spécifiques à chaque type de pédogénèse s'appelle **profil**.

Les horizons sont d'autant mieux différenciés que le profil est plus évolué. A l'aube de l'évolution de la pédologie, V. Dokoutchaiev a dégagé dans le sol en tout trois horizons :

A : horizon superficiel, d'accumulation de l'humus ;

B : horizon de transition ;

C : roche mère.

**V. Rapport entre le sol et la végétation :**

Le lien étroit entre le sol et la plante est particulièrement important dans les régions où les conditions climatiques uniformes n'influencent pas sur la répartition végétale.

L'étude des zones de transitions entre deux sols montre également l'influence que peut avoir une variation pédologique sur l'extension de la végétation.

La forêt par sa production d'humus est déterminante dans le processus d'évolution des horizons argileux. Sa réimplantation sur une cuirasse latéritique remet en marche l'hydrolyse du fer et crée un nouveau sol favorable à la végétation.

## Concept général 2 : Relations de parentés entre les êtres vivants et notion d'évolution.

### Sous-concept 1 : Caractères évolutifs des équidés.

#### Pré-évaluation :

Quels sont les animaux appartenant à la famille des équidés.

Qu'est-ce que l'évolution ?

#### Situation problème :

L'histoire du cheval et de sa famille, les Équidés, est relativement bien connue grâce à l'abondance des fossiles accumulés depuis l'Éocène, il y a environ 54 Ma jusqu'à l'époque actuelle ou « Holocène ». Il s'agit en général d'os ou de dents, mais on peut aussi trouver, exceptionnellement il est vrai, des parties molles comme la peau ou l'estomac, ou des empreintes de pas.

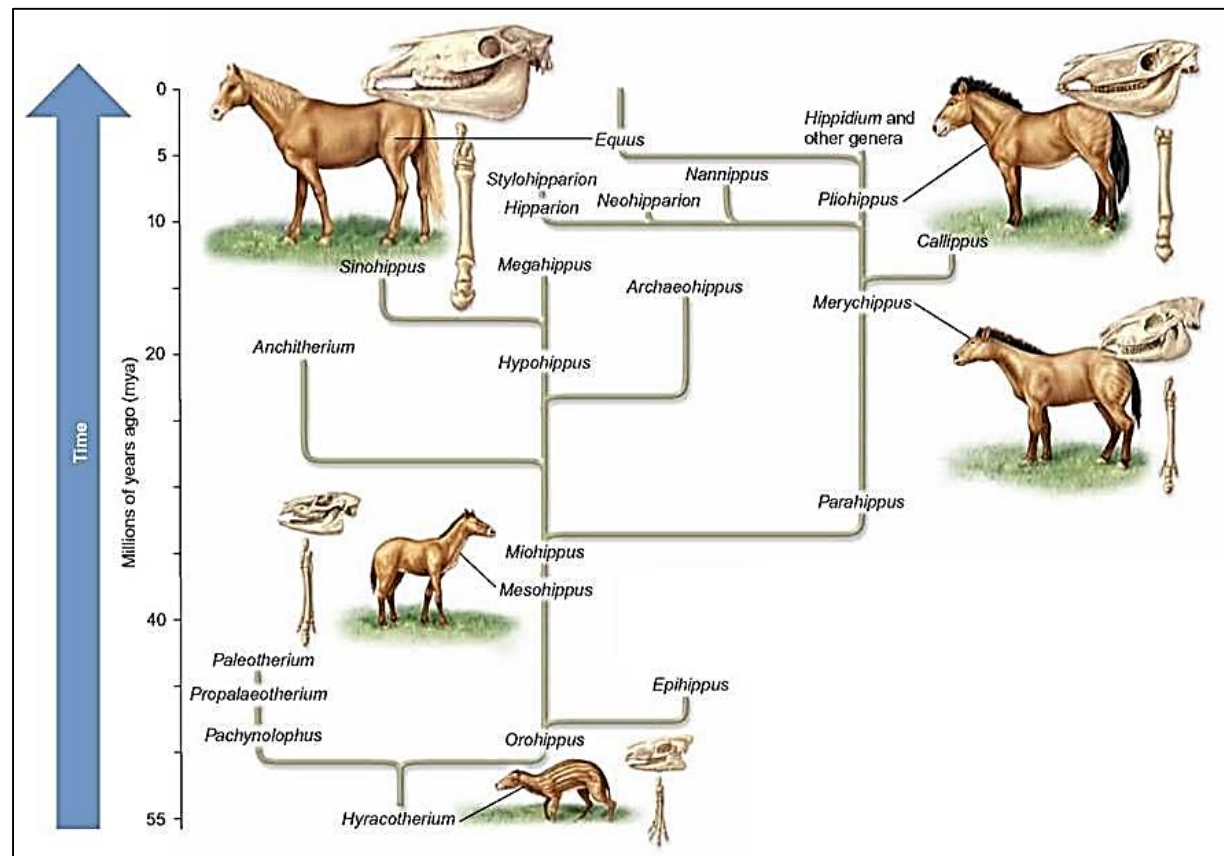
Pourquoi et comment la famille du Cheval a évolué à partir du curieux petit animal à allure de lévrier qui fut à son origine : l'*Hyracotherium*, pour aboutir au grand Cheval actuel et à ses cousins les Zèbres, les Ânes et les Hémiones ?

### Activités

#### Activité 1 : les ancêtres du cheval.

L'histoire du cheval a commencé au début de l'ère tertiaire, il y a 60 millions d'années bien avant l'apparition de l'homme. Des fossiles de cette période ont été retrouvés dans le Sud des Etats-Unis et en Europe, ce qui a permis de reconstituer l'ancêtre le plus lointain du cheval. Le cheval est un mammifère appartenant à l'ordre des ongulés, animaux dont les pieds sont terminés par des productions cornées. (Ongles, sabot...) Sous-ordre des périssodactyles, animaux reposant sur le sol par un nombre impair de doigts, dont le médian est le plus développé, famille des équidés, genre équus, espèce caballus.

Le document 1 représente l'arbre évolutif des équidés.



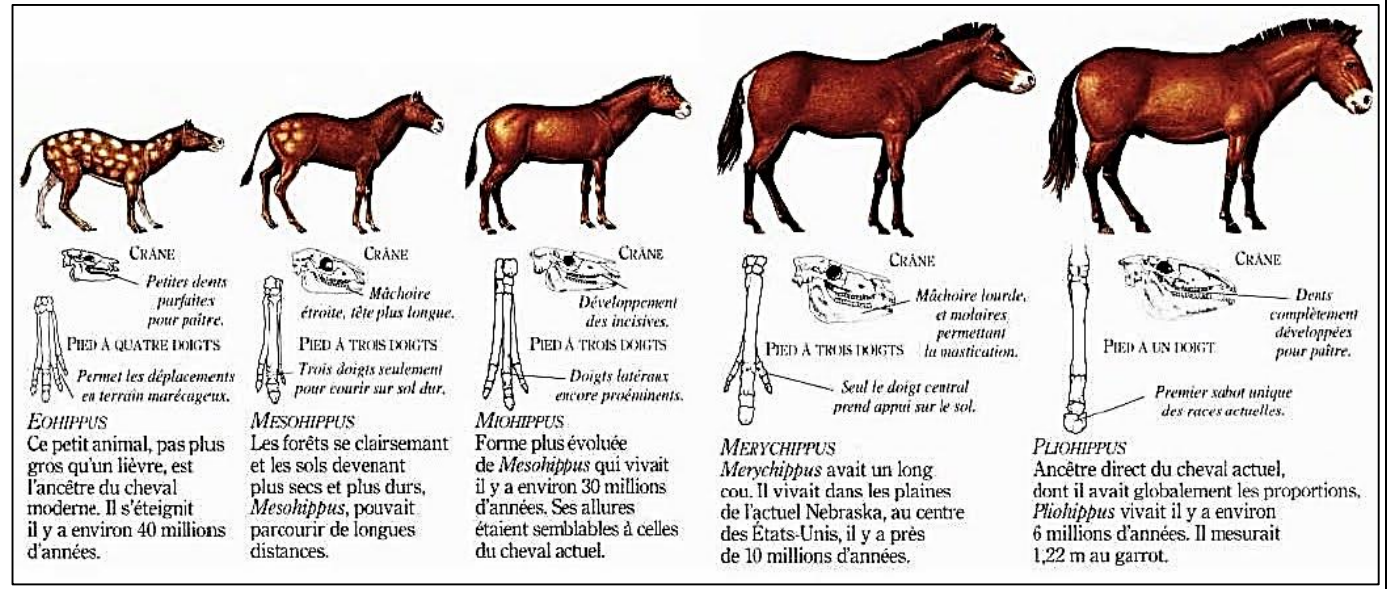
Doc 1

**Consigne :**

1. Quelle est l'ancêtre commun à tous les équidés ?
2. Citer et donner les principales caractéristiques des ancêtres du cheval.
3. A partir de quelle espèce on a presque les caractères similaires à ceux du cheval actuel ?

**Activité 2 : caractères évolutifs des équidés.**

Le document 2 représente les différentes caractéristiques des ancêtres du cheval.



**Consigne :**

1. Décrire les différents caractères évolutifs des équidés.
2. Donner les causes probables de cette évolution.
3. Définir l'évolution biologique.

**Activité 3 : le phylum des équidés.**

Le document 1 représente le phylum des équidés.

**Consigne :** à partir des réponses à l'activité 1 :

1. Définir un phylum
2. Décrire le phylum des équidés.

**Synthèse générale**

**Introduction :**

L'histoire du cheval a commencé au début de l'ère tertiaire, il y a 60 millions d'années bien avant l'apparition de l'homme. Des fossiles de cette période ont été retrouvés dans le Sud des États-Unis et en Europe, ce qui a permis de reconstituer l'ancêtre le plus lointain du cheval.

**6. Origines de l'espèce**

Le cheval est un mammifère appartenant à l'ordre des ongulés, animaux dont les pieds sont terminés par des productions cornées. (Ongles, sabot...) Sous-ordre des périssodactyles, animaux reposant sur le sol par un nombre impair de doigts, dont le médian est le plus développé, famille des équidés, genre équus, espèce caballus.

L'homme est apparu sur terre durant l'ère quaternaire, il y a moins de 3 millions d'années. L'équus, autrement dit le cheval tel que nous le connaissons aujourd'hui, galopait déjà sur le continent américain, dans les immensités du pliocène<sup>1</sup>, à la fin de l'ère tertiaire. Le minime Eohippus originel avait eu le temps d'évoluer : sorte de petit renard aux mœurs forestières, ancêtre commun des équidés, il avait acquis la taille d'un poney, perdant peu à peu ses doigts

pour n'en conserver qu'un seul, changeant de régime alimentaire et de dentition. Sa vitesse le protégeant des prédateurs, il avait alors envahi le monde.

#### 7. Evolution :

L'évolution des équidés s'est étendue sur une période de 60 millions d'années avant notre ère ; elle a commencé au début de l'ère tertiaire : de l'**Eohippus** du Paléocène, on est passé, dans l'ordre à l'**Orohippus** de l'Eocène, puis aux **Mésoshippus et Miohippus** de l'Oligocène, après il y a eu le **Parahippus** du Miocène, et le **Merychippus** ; puis après le **Pliohippus** du Pliocène, on est enfin arrivé à l'**Equus** du Pléistocène et à l'**Equus Caballus** du Néolithique. Au cours de ces millénaires, de nombreuses formes ont disparu, tels l'**Anchitherium** et l'**Hypohippus**, descendants de **Miohippus**, avec l'**Hipparion** et l'**Hippidion** descendants du **Merychippus**. L'essentiel de cette évolution a eu lieu sur le continent nord-américain, d'où l'**Equus** émigra ensuite en Asie, Europe et Amérique du Sud. En effet, l'**Hyracotherium**, contemporain de l'Eohippus, mais habitant l'Europe, s'était éteint lui aussi dans l'Eocène. A la fin du Pléistocène (il y a environ 10 mille ans), les espèces vivant sur le continent américain se sont éteintes pour des raisons encore inconnues, et le cheval ne fit à nouveau son apparition sur ce continent qu'après Christophe Colomb.

#### 8. Caractère évolutifs :

L'évolution de l'espèce s'est accompagnée de modifications importantes :

- **la stature** : ainsi, du petit **Eohippus**, haut de 30 cm, on est passé au type **Equus Caballus**, environ de la taille actuelle de l'**Equus Prjevalski** ;
- **la conformation des dents** : les molaires ont pris peu à peu une forme prismatique, tandis que les reliefs de l'émail s'accroissaient de plus en plus ;
- **la structure des membres** : il y a eu une réduction du nombre de doigts ; l'**Eohippus** en possédait 4 aux membres antérieurs et 3 aux postérieurs, le **Parahippus** en avait 3, dont un seul prenant appui sur le sol, l'**Equus Caballus** est muni d'un doigt unique, les autres s'étant amenuisés et atrophiés, n'étant plus représentés que par des métacarpes et métatarses accessoires (respectivement aux antérieurs et postérieurs), et par des châtaignes aux 4 membres.

## Concept général 2 : Relations de parentés entre les êtres vivants et notion d'évolution.

### Sous concept 2 : les étapes de l'hominisation

#### Pré-évaluation :

L'homme a-t-il évolué comme les autres animaux ?

Quel est l'ancêtre de l'Homme ?

#### Situation problème :

Les différentes espèces d'Homme préhistorique présentent à l'évidence des liens de parenté. Si la lignée humaine n'est actuellement représentée que par une seule espèce, plusieurs espèces d'Homininés se sont succédé durant quatre millions d'années.

Existe-t-il une filiation directe entre ces différentes espèces ?

Pourquoi considère-t-on que certains australopithèques sont les ancêtres de la lignée humaine ?

### Activités

#### IV. Les Hommes fossiles, leurs civilisations et leurs techniques.

Comme les autres vertébrés, les restes fossiles des Hommes préhistoriques sont essentiellement les os. Les Hommes préhistoriques ont ailleurs légué de nombreux témoignages de leurs activités et de leurs modes de vie : outils, traces d'habitat, peintures, sculptures...

La famille des hominidés caractérisée par la bipédie comprend deux groupes :

- ♥ Les australopithèques, connus uniquement à l'état fossile ;
- ♥ Les Hommes (genre Homo) : représentée actuellement par une seule espèce ; l'Homme moderne.

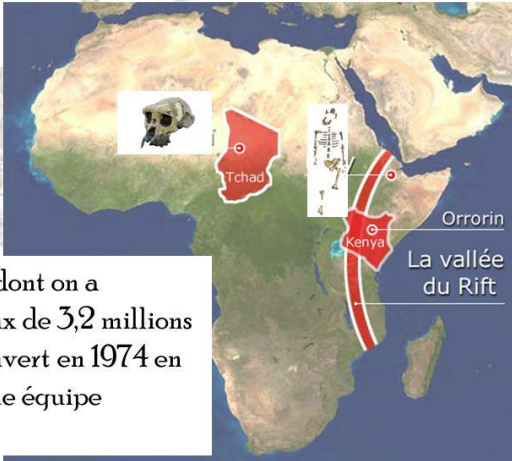
#### Activité 1 : les australopithèques

Les australopithèques forment un groupe très diversifié (on connaît aujourd'hui 8 espèces : cinq graciles et trois robustes) daté entre 4,2 Ma (A. anamensis) et environ 1 Ma pour A. boisei. Ils proviennent tous d'Afrique de l'Est et du Sud, le long de la Rift Valley, sauf A. bahrelghazali qui a été trouvé au Tchad, donc beaucoup plus à l'ouest.



**Lucy, notre ancêtre australopithèque**

Le squelette de Lucy, dont on a retrouvé 52 os, est vieux de 3,2 millions d'années. Il a été découvert en 1974 en Afrique de l'est, par une équipe d'archéologues.



Orrorin  
La vallée du Rift  
Kenya  
Tchad

**Carte d'identité de Lucy**

**Taille :** 1.05m

**Volume crânien :** 340cm<sup>3</sup>

**Age :** 20 ans

**Espèce :** Australopithecus afarensis

**Locomotion :** bipède.

fig.3 : Lucy

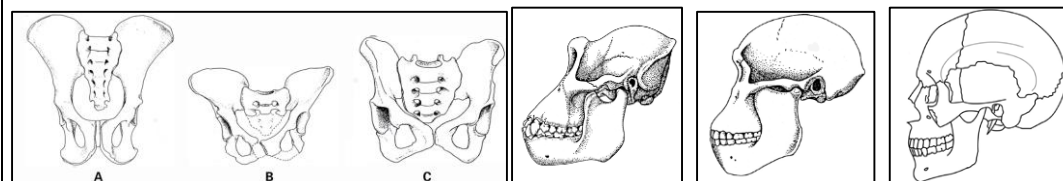


Fig.1 : Comparaison des bassins d'un chimpanzé actuel (A), d'un australopithèque (B) et d'un Homme moderne (C).

Fig. 2 : Comparaison du crâne d'un gorille actuel (A), d'un australopithèque (B) et d'un Homme moderne (C).

### Consigne :

A partir de l'analyse des figures 1 à 3 :

1. Déterminer les caractères humains de Lucy.
2. Quels sont les caractères qu'elle a en commun avec les singes ?
3. Donner les caractéristiques des australopithèques.
4. Pourquoi on les considère comme ancêtres des Hommes ?

### Activité 2 : les Hommes fossiles

La fig. 4 représente les caractéristiques des différents Hommes préhistoriques.

| Australopithèque                                                                    | Homo habilis                                                                                                                         | Homo erectus                                                                                                | Homo sapiens                                                                                       | Homo sapiens sapiens                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3,5 millions d'années.                                                              | 2,8 millions d'années.                                                                                                               | 1,5 millions d'années.                                                                                      | 100 000 ans                                                                                        | 35 000 ans                                                                                               |
|   |                                                    |                           |                 |                      |
| Nom qui signifie « singe du sud ». Il est sans doute l'ancêtre des premiers hommes. | « Homme habile »<br>Il est le premier véritable homme. Il vit en groupe mais ne sait pas parler. Il commence à fabriquer des outils. | « Homme qui se redresse »<br>... bien que l'homo habilis soit déjà redressé... Il invente le feu. Il parle. | « Homme sage »<br>« Homme de Neandertal »<br>Il fabrique et utilise des outils en pierre et en os. | « Homme de Cro-Magnon »<br>Il est artiste. il peint des animaux sur les murs des grottes. C'est nous !!! |

fig.4

### Consigne :

1. Caractériser les hommes préhistoriques.
2. Comparer ces espèces.
3. Tirer une conclusion.

### V. L'Homme et le singe

Les protéines de l'homme et du chimpanzé sont pratiquement identiques. Et pourtant, l'Homme bipède et doté d'un cerveau performant trois fois plus volumineux que celui d'un grand singe, nous apparaît tellement différent.

### Activité 3 : Parenté entre l'Homme et les singes.

En comparant l'anatomie du squelette de l'Homme moderne à celle des autres primates actuels (Fig. 5) et fossiles, on a pu cerner les deux étapes essentielles de l'hominisation : l'acquisition de la bipédie et la cérébralisation.

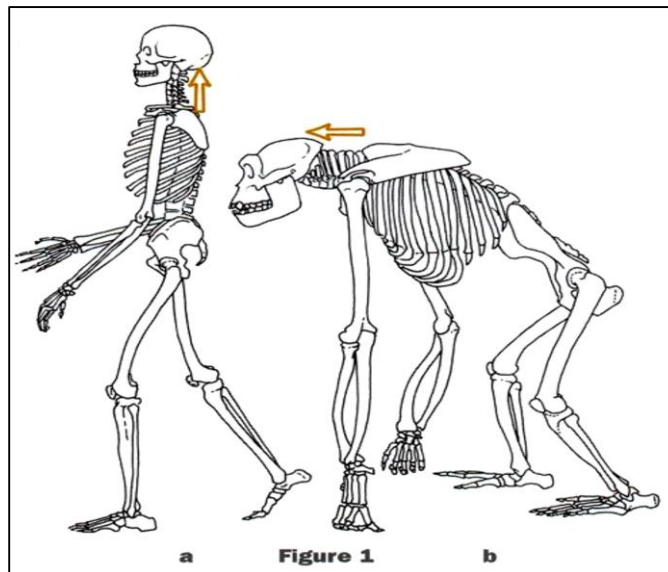


fig. 5

**Consigne :**

1. Comparer le squelette de l'Homme et celui du chimpanzé.
2. Qu'est ce qui peut être à l'origine des ressemblances et des différences entre ces deux espèces ?

**Activité 4 : la lignée humaine**

Jusque dans les années 70-80, le schéma évolutif de l'homme était simple et linéaire. Mais depuis une quinzaine d'années, de nouvelles découvertes, ont, notamment, entraîné une explosion des espèces décrites au sein de notre famille, les hominidés.

La figure 6 représente l'arbre d'évolution de l'Homme.

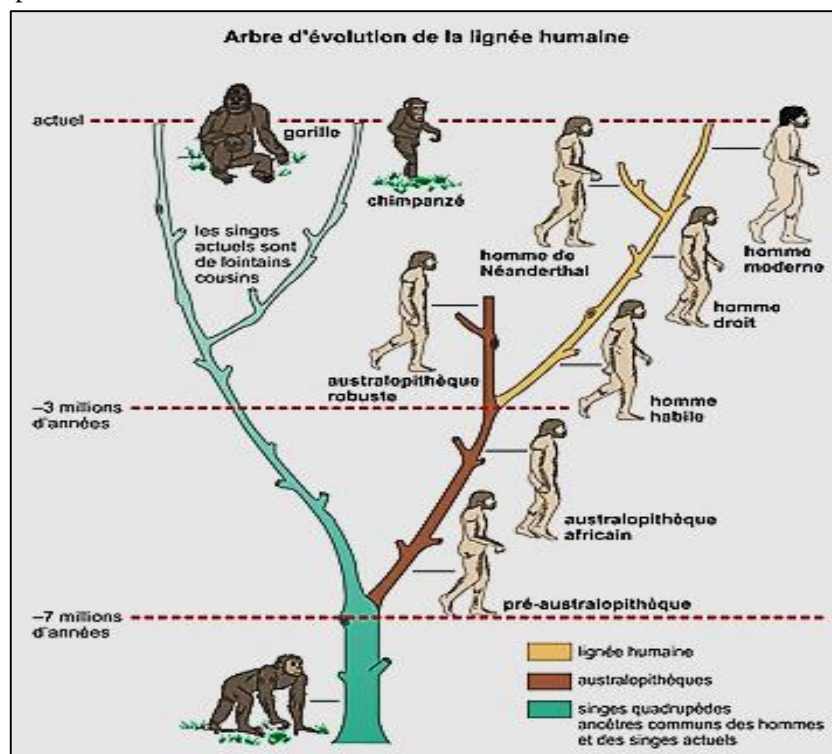


fig.6

**Consigne :**

1. Définir la lignée humaine.
2. Citer les caractères d'appartenance à la lignée humaine.
3. Décrire le phylum humain (arbre d'évolution de l'Homme).

## Synthèse générale

### I) La place de l'homme dans le règne animal

L'Homme est le résultat d'une succession de caractères apparus successivement au cours de l'évolution. L'Homme présente toutes les innovations évolutives suivantes :

- ♥ La présence d'une enveloppe nucléaire: il appartient au groupe des eucaryotes (- 2Ga)
- ♥ La présence d'une colonne vertébrale : il appartient au groupe des vertébrés (- 500 Ma)
- ♥ La présence de quatre membres : il appartient au groupe des tétrapodes (- 380Ma)
- ♥ Le développement de l'embryon dans une cavité amniotique délimitée par l'amnios : il appartient au groupe monophylétique des amniotes (-340 Ma)
- ♥ La présence de glandes mammaires, de poils et d'un placenta : il appartient au groupe monophylétique des mammifères (- 220 Ma)
- ♥ La présence de doigts terminés par des ongles plats, d'un pouce opposable, d'une vision binoculaire: il appartient au groupe monophylétique des primates (- 65 Ma).

L'homme est donc un eucaryote, un vertébré, un tétrapode, un amniote, un mammifère et un primate.

#### A) L'Homme est un hominoïde

La disparition de la queue et la présence d'un nez (et non plus d'une truffe) lui confèrent l'appartenance au groupe monophylétique des hominoïdes

#### B) L'Homme est un hominidé

Ce sont les comparaisons de caryotypes (comparaisons chromosomiques), de gènes, de séquences moléculaires, qui ont ensuite permis de regrouper l'Homme avec les grands singes (gorille, chimpanzé, bonobo) dans le groupe des **hominidés**.

Mais, au sein des hominidés, c'est avec le chimpanzé que l'Homme est le plus apparenté (caryotype très proche, 99 % du patrimoine génétique en commun, certaines séquences de plusieurs gènes homologues proches de 90 % de similitudes...).

#### L'Homme partage donc avec les chimpanzés un ancêtre commun exclusif hypothétique.

Des innovations évolutives sont apparues progressivement entre cet ancêtre commun hypothétique et l'Homme actuel. La lignée humaine est donc présentée comme une des branches qui se serait séparée de celles des grands singes il y a 7 à 10 Ma.

**ATTENTION: cet ancêtre commun n'est ni un Chimpanzé, ni un Homme. C'est un individu hypothétique qui possède l'ensemble des caractères à l'état dérivé partagés par l'Homme et les Chimpanzés. Le chimpanzé n'est donc pas notre ancêtre mais notre cousin.**

#### C) L'Homme est un Homininés

C'est l'étude des différences observées entre l'Homme et les chimpanzés actuels qui vont permettre de caractériser les caractères propres à la lignée humaine. Donc, pour établir les critères d'appartenance à cette lignée, on va comparer l'Homme et les chimpanzés actuels et rechercher des caractères absents chez les chimpanzés, mais présents uniquement chez les Hommes. L'Homme est actuellement classé dans le groupe des Homininés (- 4 à -6 Ma) qui est groupe rassemblant toutes les espèces appartenant à la lignée humaine, c'est à dire tous les organismes actuels et fossiles présentant au moins l'un des caractères à l'état dérivé caractéristique de la lignée humaine.

### II) Les critères d'appartenance à la lignée humaine sont anatomiques et socioculturels

#### A) Certains caractères dérivés sont en rapport avec la bipédie exclusive

La bipédie est la locomotion sur les seuls membres postérieurs.

La bipédie s'accompagne d'un certain nombre d'innovations évolutives :

La position avancée du trou occipital qui permet une position verticale de la colonne vertébrale.

La présence de 4 courbures de la colonne vertébrale (pour maintenir)

La présence d'un bassin court et plus large permettant une insertion plus solide des muscles fessiers et l'ensemble du bassin forme un panier permettant de supporter le poids des viscères

Une longueur des membres inférieurs plus importante que celle des membres supérieurs.

La formation d'un angle vers l'extérieur de la partie centrale du fémur (le pied se trouve au-dessous du centre de gravité du corps, le fémur est un peu oblique)

L'épaisseur de la paroi osseuse du col du fémur dissymétrique.

### **B) D'autres caractères dérivés sont en rapport avec le crâne**

On observe un développement du crâne vers le haut et vers l'arrière ayant pour conséquence une augmentation du volume crânien (400 cm<sup>3</sup> pour le Chimpanzé, 1400 cm<sup>3</sup> pour l'homme).

Cela est en relation avec un développement de l'encéphale au sein de la lignée humaine.

La face de l'Homme est pratiquement plate et présente un front et un menton alors que la face des autres hominidés est projetée vers l'avant (prognathe). On dit que la face est réduite, il y a absence des bourrelets sus orbitaires.

L'arcade dentaire en U chez les autres hominidés a une forme parabolique chez l'homme (en V)

Incisives et canines sont réduites. Les molaires sont recouvertes d'une épaisse couche d'émail.

### **C) Des caractères sont liés à une activité sociale et culturelle**

Tous les hominidés possèdent une activité sociale et culturelle, toutefois, il y a des caractéristiques spécifiques de la lignée humaine:

- ♥ La progression des techniques: apparition d'outils de plus en plus sophistiqués, invention du feu (- 400 000 ans), l'invention de l'art : l'art rupestre se développe beaucoup avec Homo sapiens (peintures, gravures...) ; on a donc un développement de la pensée symbolique.
- ♥ Les manifestations d'une conscience de soi et de la mort : les rites funéraires (enterrement des morts, offrandes...) se développent chez Homo sapiens.
- ♥ Le développement du langage articulé (le larynx en position basse, l'augmentation de la taille du pharynx permettent une modulation des sons produits par les cordes vocales)

On admet que tout fossile présentant l'un au moins de ces caractères anatomiques à l'état dérivé (bipédie, crâne, mâchoire), associé ou non aux traces culturelles, appartient à la lignée humaine.

### **III) La lignée humaine est buissonnante**

Les données moléculaires permettent de dire que la divergence entre la lignée humaine et la lignée des chimpanzés est située vers 7 à 10 Ma. Plusieurs espèces d'Homininés ont vécu ensembles entre 6 Ma et l'époque actuelle. Il existe deux rameaux différents qui se sont séparés tôt dans cette lignée : les Australopithèques et les Homo.

#### **A) Le genre Australopithèque**

Il existe de très nombreuses espèces d'Australopithèques qui ont vécu entre -4 Ma et -1 Ma:

- A. anamensis (- 4,2Ma à -3,9 Ma)
- A. afarensis : Lucy (- 3,8Ma à - 3Ma)
- A. robustus (-2,2Ma à - 1 Ma)

Ils possèdent tous: des caractères dérivés de la lignée humaine en rapport avec la bipédie : bassin court et large « en panier », fémur oblique, trou occipital avancé.

Encore des caractères à l'état ancestral : grande longueur des membres antérieurs, faible volume crânien (450 cm<sup>3</sup>), face prognathe et front fuyant.

Tous les fossiles d'Australopithèques ont été trouvés en Afrique. Les Australopithèques formeraient un rameau de la lignée humaine détaché assez tôt de celui des Homo.

Ils ont cohabités avec certains Homo, ils ne sont donc en aucun cas les ancêtres du genre homo.

## **B) Le genre Homo**

Les Homo les plus anciens sont datés de – 2.5 Ma (Homo habilis).

Toutes les espèces du genre Homo possèdent des caractères à l'état dérivé marqués par: une augmentation du volume crânien, une réduction de la face

Mais il existe de nombreux rameaux différents au sein du genre Homo :

### **\*Les Homo habilis ont vécu entre – 2.5 Ma et – 1.5 Ma**

Ils coexistent avec les Australopithèques. Ils fabriquent les premiers véritables outils. Tous les fossiles d'Homo habilis ont été trouvés en Afrique.

### **\*Les Homo erectus apparaissent en Afrique il y a – 1.8Ma à – 300 000 ans**

Ils coexistent avec les Australopithèques et les Homo habilis en Afrique. Ils forment un groupe très diversifié, dont l'évolution est marquée par l'augmentation graduelle du volume crânien (leur crâne possède un volume d'au moins 800 cm<sup>3</sup>). Ils colonisent progressivement l'Afrique du Nord, l'Afrique du Sud, le Proche-Orient, puis l'Asie et l'Europe. Il pourrait être à l'origine du genre Homo Neanderthalensis.

### **\*Les Homo sapiens Neanderthalensis - 200 000 à - 30 000 ans**

Ils semblent provenir de l'évolution des Homo erectus qui auraient colonisé l'Europe et où les glaciations les auraient maintenus isolés. C'est un rameau séparé de celui des Homo sapiens.

### **\*Les Homo sapiens fossiles sont datés de – 200 000 ans en Afrique et en Palestine.**

L'Homo sapiens fossile présente tous les caractères de l'Homme actuel. Il confectionne des outils plus perfectionnés que les hommes précédant (pointe, aiguille...). Il pratique des rites funéraires et une activité artistique (gravures et peintures rupestres).

Tous les fossiles datant de – 4 à – 1.5 Ma ont été retrouvés en Afrique. Cela peut s'expliquer par l'origine africaine de la lignée humaine ou par des conditions de fossilisation exceptionnelle dans la vallée du rift africain. La coexistence dans l'espace et dans le temps de plusieurs Homininés fossiles présentant des associations variées de caractères plus ou moins évolués montre que l'évolution de cette lignée n'a pas été linéaire mais buissonnante.

Par exemple : la cohabitation des australopithèques et les Homo habilis en Afrique il y a 2 Ma met en évidence le caractère buissonnant des premières étapes de l'évolution de cette lignée, plusieurs rameaux se sont individualisés au cours de l'évolution de la lignée humaine, il y a une grande diversité de forme chez les différents australopithèques et chez les différents Homo, Dans les deux cas certains rameaux s'éteignent sans descendance.

Il y a donc une probabilité très faible pour que Lucy ou d'autres Australopithèques identifiés soient nos ancêtres. Les relations de parenté au sein de la lignée humaine sont complexes, et la découverte de nouveaux fossiles pourra éventuellement remettre en cause ces idées qui proposent des filiations hypothétiques.

Malgré leur diversité morphologique apparente les êtres humains actuels sont interféconds.

Ils appartiennent à une même espèce : Homo sapiens. Les différentes populations humaines actuelles partagent toutes les mêmes gènes et les mêmes allèles.

Ceci suggère donc que toutes les populations actuelles sont issues d'une seule et même population ancestrale, car il n'y a pas d'allèles particuliers capables de spécifier une population actuelle (notion de race fausse). En revanche, la principale cause de différences de fréquences alléliques entre populations actuelles est la distance géographique entre les 2 populations. Les processus de migrations entraînent en effet des variations de fréquences alléliques.

## Références

- ♥ G. et G. Menant : Géologie 4e, Hatier, Paris 1980, ISBN : 2.218.04737.3.
- ♥ Annick Noël, Marc Dupin, Béatrice Levilly, Anne Quentin : Sciences de la vie et de la terre Term S Nathan /VUEF, 2002-9.
- ♥ R. Tavernier/C. Lizeaux : Sciences de la vie et de la terre, LAROUSSE BORDS, Paris, 1958, I .S.B.N. 2-O4-02862-4.
- ♥ Marin Terrible et Denis Winkoun Hein : Géologie d’Afrique 4e Edition de l’Ecole, Paris1964.