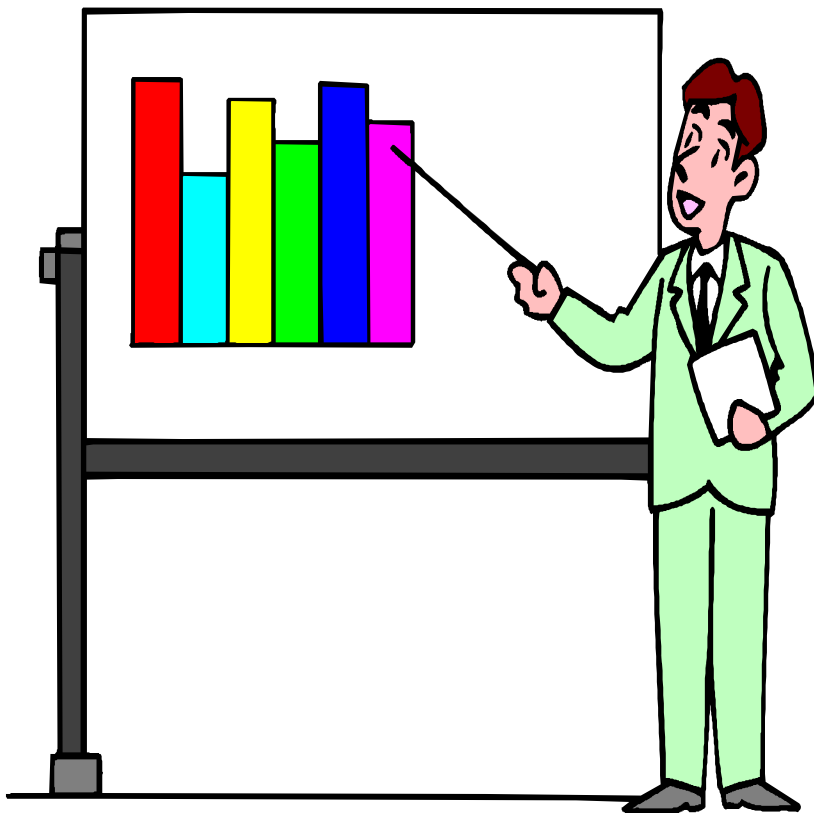


LYCEE DE GUIDER

CLASSE : 1^{ère} C

DEPARTEMENT : S.V.T

COURS



M. BOUBA D BAINA

Professeur de S.V.T

Partie I – LA GEODYNAMIQUE EXTERNE

Chap.1 : Mouvements atmosphériques et mouvements océaniques (2h) – p3

Chap.2 : De la roche-mère aux sédiments (5h) – p9

Partie II – LA GEODYNAMIQUE INTERNE

Chap.3 : Structure interne et source de chaleur de la terre (4h) - p17

Chap.4 : Les mouvements des plaques lithosphériques (8h) - p22

Partie III – METABOLISME ENERGETIQUE

Chap.5 : Quelques voies de régénération d'énergie par les organismes (8h) – p31

Chap.6 : Dépense énergétiques des organismes (5h) – p39

Chap.7 : Flux d'énergie et cycle du carbone dans les écosystèmes (10h) – p43

Partie IV – EDUCATION ENVIRONNEMENTALE

Chap.8 : Education environnementale (3h) – p46

Partie I – LA GEODYNAMIQUE EXTERNE

CHAP.1 –

MOUVEMENTS ATMOSPHERIQUES ET MOUVEMENTS OCEANIQUES

***OPO :** Déterminer l'influence du rayonnement solaire sur les enveloppes externes de la planète terre.*

INTRODUCTION

L'atmosphère et les eaux océaniques ne sont pas immobiles. L'atmosphère est animée de mouvements permanents notamment dans sa partie la plus basse et les eaux océaniques sont affectées pour une circulation aussi bien à leur surface qu'en profondeur.

I – LE RAYONNEMENT SOLAIRE

Un rayonnement solaire est une radiation lumineuse envoyée sur la terre par le soleil.

1° - Origine de l'énergie reçue par la terre

Le soleil est une immense boule de feu situé à 150 millions de km de la terre. Les différentes radiations électromagnétiques qui composent la lumière blanche venant du soleil sont caractérisées par leur longueur d'onde : 400 nm (le violet) à 700nm (le rouge).

a) – La constante solaire

La constante solaire ou flux solaire est le rapport existant entre l'énergie du rayonnement solaire reçu et la surface ayant reçu cette énergie. La valeur de l'énergie solaire ou constante solaire qui est évaluée grâce à un radiomètre donne une valeur de 350W/m^2 .

b) – Les réactions de fusions nucléaires au cœur du soleil

La t° régnant dans la région centrale du soleil est estimée à 15 millions de degré environs. A cette t° , la matière solaire constituée à 92% d'hydrogène, 7,8% d'hélium et 0,2% d'atomes plus lourds que l'hélium est à l'état de plasma gazeux.

L'énergie solaire provient des réactions thermonucléaires de fusion de 4 atomes d'hydrogène en un atome d'hélium, fusion qui s'accompagne d'une disparition de la matière nucléaire qui est convertie en une quantité énorme d'énergie libérée sous forme de rayonnement gamma et véhiculée par les photons qui s'échappent.

Ces réactions vont permettre au soleil d'avoir une durée de vie d'environ 10 milliards d'années.

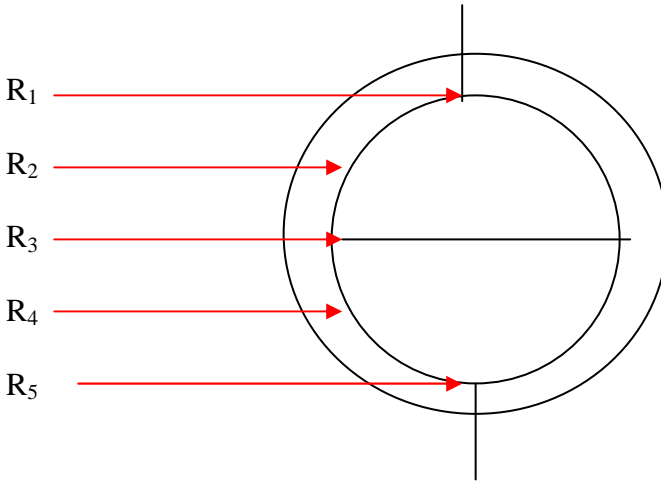
2° - Le devenir du rayonnement solaire à la surface de la terre

Le rayonnement solaire peut être mesuré grâce au luxmètre ou au radiomètre.

Le luxmètre permet de mesurer la quantité d'énergie incidente et la quantité d'énergie réfléchie. Il permet donc de calculer l'albédo

Le radiomètre est un appareil de télédétection par satellite qui permet de mesurer la façon dont les objets terrestres réfléchissent les radiations lumineuses de différentes longueurs d'ondes.

a) - La répartition de l'énergie solaire à la surface du globe



L'énergie solaire est inégalement répartie. Les rayons solaires sont inclinés par rapport à la surface du sol :

- En un point du globe selon les heures de la journée et selon les saisons

- En fonction de la latitude

- La masse atmosphérique traversée augmente quand l'angle d'incidence des rayons solaires diminue.

La quantité d'énergie solaire reçue au sol par unité de surface est moins en moins importante lorsqu'on va des régions équatoriales vers les régions polaires :

- A l'équateur : les rayons solaires traversent une faible couche atmosphérique et sont perpendiculaires au sol, d'où l'existence d'une faible surface de contact au niveau du sol et par conséquent il y a une grande concentration d'énergie.

- Aux pôles, les rayons solaires qui traversent une couche atmosphérique importante sont rasants, d'où l'existence d'une grande surface de contact au sol et par conséquent une faible concentration d'énergie solaire.

Par ailleurs, l'atmosphère absorbe d'autant plus la chaleur qu'elle est épaisse ; raison pour laquelle il fait plus froid au niveau des pôles qu'à l'équateur.

b) – La notion d'albédo

La surface du sol et les nuages ont un rôle réflecteur.

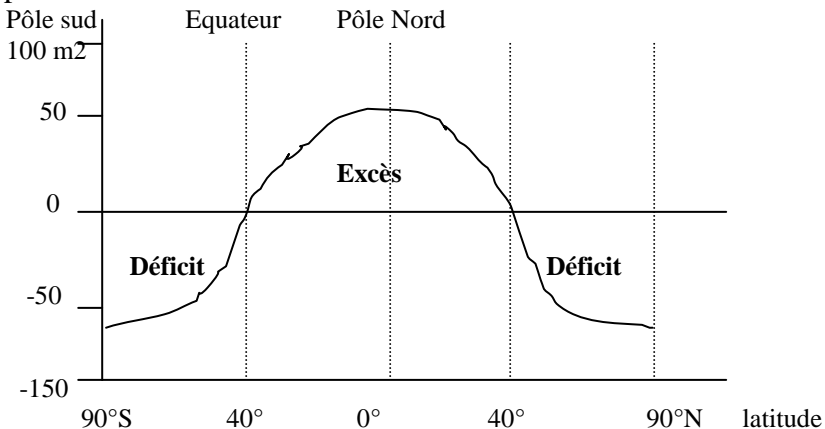
L'albédo est le rapport de l'énergie réfléchie sur l'énergie incidente. L'albédo permet de connaître la valeur de l'énergie absorbée par un corps. Ainsi, concernant la terre, l'énergie incidente est de 342W/m^2 ; l'énergie réfléchie est de 77W/m^2 (énergie réfléchie par l'atmosphère) + 25W/m^2 (énergie réfléchie par le sol).

L'albédo de la terre est donc égal : $\frac{77+25}{342} = 0,29 \approx 0,3$

30% de l'énergie reçue par la terre est réfléchie et 70% absorbée.

c) – Le bilan radioactif

Le bilan radioactif est la différence entre l'énergie qu'absorbe la terre et l'énergie qu'elle émet sous forme de rayonnement infrarouge vers l'espace.



Le bilan radioactif global de la terre est nul mais il existe des déséquilibres locaux : Il est excédentaire au niveau de l'équateur et déficitaire au niveau des pôles. Les régions excédentaires vont subir un transfert de l'énergie ; ce qui tend à rétablir l'équilibre.

Ce déséquilibre constaté est à l'origine des déplacements des masses d'air

II – LES MOUVEMENTS ATMOSPHERIQUES

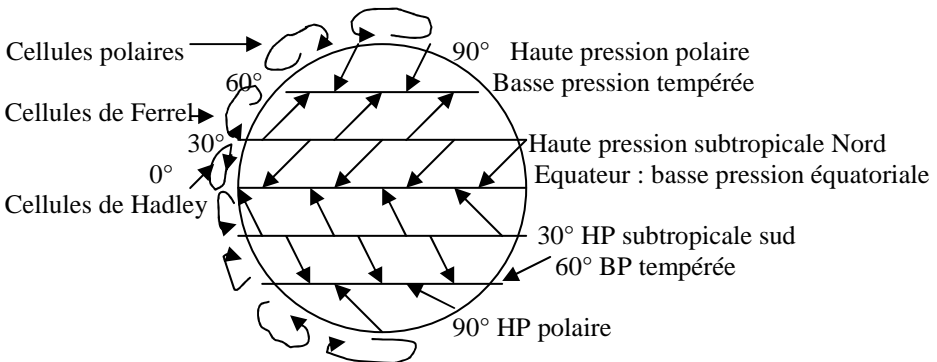
Les masses d'air sont animées par les mouvements verticaux engendrés par les différences de densité créées par la température et par les mouvements horizontaux engendrés par les différences de pression.

Au niveau de l'équateur, les masses d'air échauffées montent deviennent moins denses et s'élèvent. Cet air se refroidit au sommet de la troposphère, devient dense et redescend au niveau des tropiques.

Le retour à la latitude initiale est assuré par les vents de surface. La circulation s'effectue alors dans les cellules de convection de la zone équatoriale qu'on appelle cellule de Hadley.

Dans les régions polaires (latitudes élevées), l'air trop froid est plus lourd (dense) ; ce qui crée au sol une zone de haute pression polaire. Cet air va glisser au sol vers les latitudes tempérées (60°) où se trouve une zone de basse pression et monter en direction des pôles, créant des cellules dites cellules polaires.

Les masses d'air se déplacent des zones de haute pression appelées anticyclones ou zones de descente d'air froid (tropiques et pôles) vers les zones d'ascendance d'air ou zones de basse pression appelées dépressions ou cyclones.



Les circulations troposphériques

Les mouvements des masses sont affectés par des forces dues à la rotation de la terre : les forces de Coriolis qui dévient les vents vers la droite dans l'hémisphère Nord et vers la gauche dans l'hémisphère sud.

La pression atmosphérique est le poids de l'air au-dessus d'un lieu. Les points de même pression atmosphérique sont appelés les points isobares. Elle s'exprime en Pascal et se mesure avec un baromètre.

III – LES MOUVEMENTS OCEANIQUES

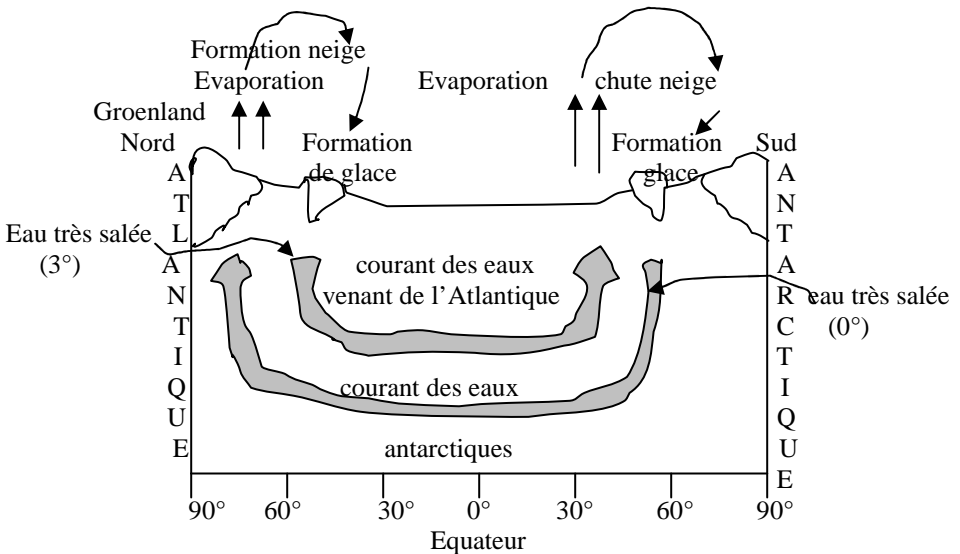
On distingue : les courants superficiels et les courants profonds.

Les vents affectent les couches océaniques superficielles. Les différences de densité des eaux de mer liées à la t° et à la salinité entraînent des mouvements océaniques profonds :

- A une même t° , l'eau salée est plus dense que l'eau douce
- La densité de l'eau de mer augmente lorsque la t° diminue

T° et salinité sont 2 paramètres qui gouvernent la distribution des eaux océaniques appelée circulation thermohaline :

L'eau superficielle chaude et de faible salinité remonte dans l'Atlantique Nord s'évapore, gèle partiellement, se sursale, plonge au niveau de l'Islande et du Groenland, puis se répand vers l'Atlantique sud en une circulation profonde, froide et salée. Elle diffuse ensuite dans l'Océan indien et dans l'Océan Pacifique où un réchauffement et une baisse de salinité due aux pluies et aux eaux de fleuves induit son retour en surface au niveau de l'Antarctique ; Elle gèle, se sursale et plonge à nouveau vers l'Atlantique Nord.



La circulation thermohaline

Une *thermocline* = profondeur au-dessous de laquelle la t° des eaux océaniques ne varie pas au cours de l'année (t° voisine de 3°)

CONCLUSION

L'énergie solaire est inégalement répartie à la surface de la terre. Ce déséquilibre est à l'origine des mouvements atmosphériques et océaniques.

- OPO** : - Identifier les étapes de la transformation d'une roche
 - Déterminer les principaux agents de transport des sédiments
 - Expliquer le phénomène de diagenèse
 - Représenter le cycle sédimentaire
 - Définir paléontologie
 - Expliquer la notion de paléogéographie et paléoécologie

INTRODUCTION

Dès qu'elles se trouvent en contact de l'hydrosphère et de l'atmosphère, les roches subissent des transformations et les produits issus de l'érosion participent à la formation des sédiments.

I – ALTERATION ET EROSION DES ROCHES

1° - L'altération des roches

L'altération est la dégradation des roches sous l'action des agents chimiques, physiques ou biologiques.

Exemple : altération du granite

On observe sur un massif granitique des fissures ou diaclases qui sont des zones d'attaque des eaux de pluie et d'infiltration.

Il se désagrège et les minéraux qui le constituent (quartz, mica, feldspaths) se séparent : les micas et les feldspaths se décomposent les premiers pour donner l'argile, le quartz très dur résiste et donnera le sable.

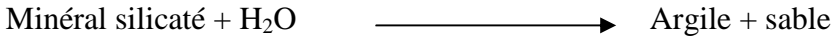
Les agents de l'altération mécanique sont : l'eau, les écarts thermiques, le phénomène de gel et dégel, les agents biologiques (les racines de végétaux élargissent les fissures des roches et produisent des substances acides).

Il existe une altération physique ou mécanique et une altération chimique.

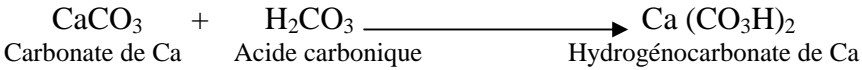
a) – L'altération chimique

L'action de l'eau sur le massif granitique est à la fois mécanique par l'effet de gel et de dégel, chimique due à son enrichissement en CO₂ L'eau chargée de CO₂ :

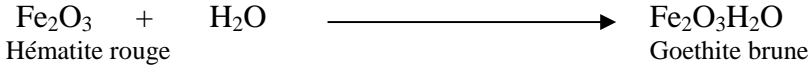
- hydrolyse les minéraux silicatés (micas, feldspaths) qu'elle transforme en argile et oxydes.



- Transforme les roches carbonatées en hydrogénocarbonates.



- hydrate les roches ferrugineuses



Les lichens et les bactéries décomposent directement les roches.

b) – L'altération physique

Les racines des arbres au cours de leur croissance élargissent les diaclases et secrètent des substances acides qui peuvent hydrolyser les minéraux.

Les roches peuvent être attaquées par les écarts thermiques, les eaux de ruissellement, le vent et la foudre.

2° - L'érosion

L'érosion est le processus qui est responsable du déplacement des matériaux résultant de l'altération des roches. C'est un processus essentiellement physique, d'arrachement des matériaux à la roche-mère. Il succède à l'altération.

Les agents de l'érosion sont : l'eau, le vent.

II – TRANSPORT ET DEPOT DES PRODUITS D'ALTERATION ET D'EROSION

Les produits d'altération et d'érosion sont transportés sous forme de particules solides (galets, sable, graviers,..) ou sous forme d'ions en solution.

1° - Transport et dépôt des particules solides

La granulométrie et la vitesse du courant d'eau contrôlent le transport et le dépôt des particules solides.

a) – La granulométrie

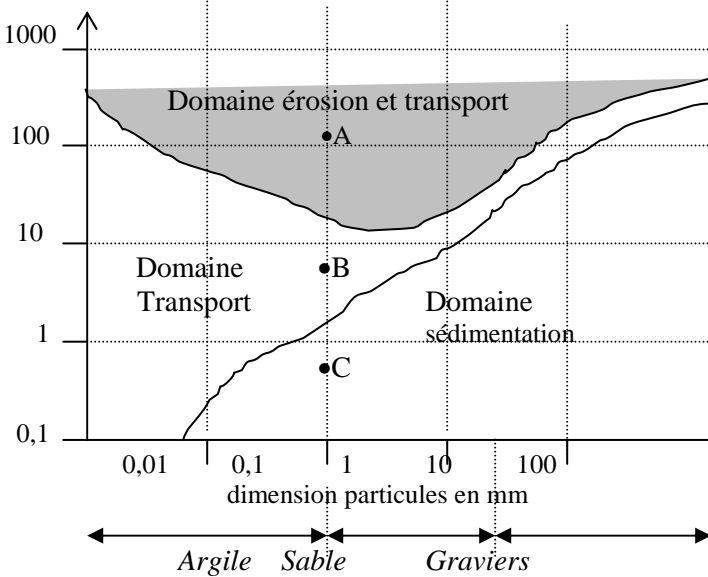
C'est la répartition selon leur taille des éléments d'une roche. Elle permet de fournir des renseignements sur le mode de transport des matériaux, la durée et les conditions de transport de ces matériaux. : Dans une rivière, un courant de 100 cm/s par exemple, emporte les cailloux de la taille du poing, seuls les gros blocs peuvent rester sur place.

b) – La vitesse du courant

Elle permet de constater que lorsque la vitesse du courant diminue, les particules se déposent dans un ordre régulier : gros blocs, graviers, sables, limons.

c) – **Etude du diagramme** : ‘Erosion-transport-sédimentation’
(d’après Hjulotröm)

Vitesse du courant en cm.S^{-1}



Comportement des particules sédimentaires en fonction de la vitesse du courant et de leur granulométrie

Analyse du diagramme : prenons les particules de 0,1 mm

-En A, l’eau qui circule à une vitesse de 100cm.S^{-1} sépare les particules, les transporte et les entraîne vers le bas-fond : il y a érosion.

-En B, l’eau peut transporter ces mêmes particules si on les jette dans le courant, mais ne peut les arracher du fond : il y a exclusivement transport.

-En C, l’eau ne peut pas transporter ces particules même si on les jette dans le courant : il y a sédimentation.

d) – **Les agents de transport**

Les agents de transport des matériaux solides sont : l’eau de ruissellement (cours d’eau), les vents, la gravité et les glaciers.

2° - **transport et précipitation des ions en solution**

a) – **Transport des ions en solution**

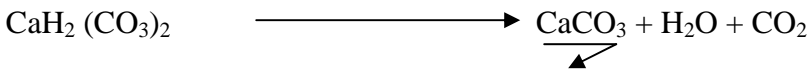
Les principaux ions transportés sont : Ca^{2+} , K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Cl^- , HCO_3^- (hydrogénocarbonate).

Les ions en solution sont transportés quelque soit la vitesse du courant. Dans une eau stagnante, ces éléments dissous ne se déposent que s'ils deviennent insolubles.

b)– précipitation des ions en solution

La précipitation est phénomène qui s'opère quand un corps insoluble se forme dans un liquide et tombe au fond du récipient. Elle est du à la variation de la t° , du PH et de la diminution de la teneur en CO_2 dissout.

Exemple: La précipitation du carbonate de calcium dans les eaux chargées d'hydrogénocarbonate de calcium est déclenchée par une diminution de la teneur en CO_2 dissout.



Le départ du CO_2 peut être du à plusieurs phénomènes : élévation de la t° , variation des concentrations salines liées à une évaporation, lorsque les organismes photosynthétiques prélèvent le CO_2 ou lorsque la teneur de l'atmosphère en CO_2 s'appauvrit.

Ce phénomène permet d'expliquer pourquoi c'est dans les mers chaudes actuelles qu'on voit se déposer une grande quantité de calcaire.

III – LA SEDIMENTATION

La sédimentation est l'ensemble des phénomènes au cours desquels les matériaux transportés se déposent dans un bassin.

L'ensemble des phénomènes qui assurent la formation des roches sédimentaires à partir des sédiments issus de l'altération est appelé *diagenèse*. La diagenèse comprend 4 étapes :

- La compaction : les sédiments qui s'accumulent dans un basfond subissent après plusieurs années une pression due au poids des nouveaux sédiments. Ceci crée une perte d'eau et une réorganisation des particules.

- La cimentation : les substances minérales dissoutes qui circulent dans les sédiments forment un ciment qui soude les sédiments

- La recristallisation : Les sédiments qui s'enfouissent dans les profondeurs subissent l'action du gradient géothermique. La t° élevée va dissoudre certains minéraux et ces derniers vont nourrir d'autres qui redeviendront plus gros.

- La métasomatose qui est une substitution d'un minéral par un autre sans changement de volume.

1° - L'origine des roches sédimentaires

- Origine détritique : les sédiments détritiques résultent de la destruction des roches préexistantes. *Exple* : sable, grés, argile.

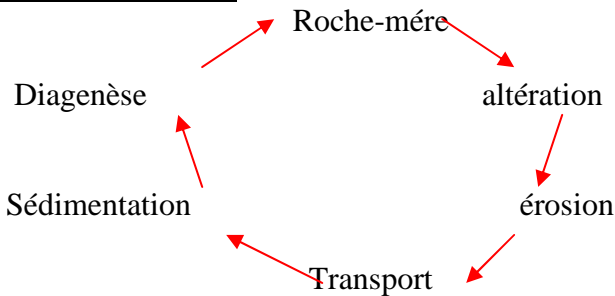
- Origine chimique : proviennent de la précipitation des substances en solution. Exple : gypse, sel gemme, sel de cuisine, calcites (calcaires cristallisés), les travertins (calcaires contenant des empruntes de feuilles), les évaporites (association de chlorure, sulfates et carbonates)

- Origine organique ou biologique ou biochimique : résultent de la transformation chimique d'organes morts ou non. *Exple* : pétrole, houille.

2° - Classification des roches sédimentaires:

Type activité géologique subie par la roche-mère	Produits de l'activité	Famille des roches sédimentaires	Exemples
Erosion	Débris et détritits	Roches sédimentaires détritiques	Sable, grés, argile
Altération	Solutions	Roches sédimentaires chimiques	Calcaires, gypse, sel gemme, dolomites
		Roches sédimentaires organiques	Pétrole, charbon, gaz naturel
	Mariaux d'altération	Roches sédimentaires résiduelles	Latérites, bauxites, shales, argiles résiduelles

3° - Cycle de formation :



Cycle sédimentaire

III - NOTION DE PALEONTOLOGIE

La paléontologie est l'étude des fossiles. Les *fossiles* sont les restes des êtres vivants du passé ou les traces de leurs activités, conservés dans les sédiments.

Un fossile vivant est un être archaïque représentant un groupe d'êtres vivants tendant à disparaître. *Exple* : le Nautilite.

Le processus par lequel ces restes ou ces traces d'activités sont conservés est appelé fossilisation.

Les conditions de fossilisation sont :

- Présence des agents de conservation : sédiments, glaces, cendres : pour un enfouissement possible
- Echapper aux agents de destruction : agents atmosphériques (vents, pluies, humidité), agents de dissolution (substances chimiques), agents biologiques (bactéries, animaux mangeurs de cadavres).

Dans certains cas, un cadavre d'un animal enfoui dans un sédiment disparaît en laissant sur place la forme de l'animal : on parle de *moulage*. Le moule peut être externe ou interne.

IV - RECONSTITUTION DES MILIEUX SEDIMENTAIRES ANCIENS

1° - Par la sédimentologie

Les roches sédimentaires conservant toujours les indices qui renseignent sur l'origine de la roche, ses conditions de formation, de transport, de dépôt et les altérations qu'elle a subies. Cela permet pour une région de reconstituer son histoire. *Eple* : les éléments de grande taille (roches polies) suggèrent un transport court et un dépôt rapide par un courant violent continental. Les éléments organiques prédominants (boues, argile rouge) suggèrent un milieu marin.

2° - Par la paléontologie

On distingue 2 types de fossiles :

- Les fossiles stratigraphiques : permettent la datation des roches sédimentaires.
- Les fossiles de faciès : renseignent sur le mode et les conditions de formation des roches sédimentaires.

Tableau de comparaison des fossiles de faciès et stratigraphiques :

Types de fossiles	Fossiles stratigraphiques	Fossiles de faciès
Facteurs de comparaison		
Aire de répartition	Vaste	Restreinte
Durée de vie	Courte	Longue
Evolution	Rapide	Lente

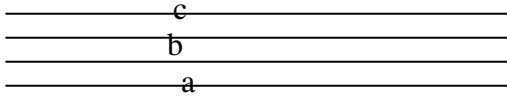
V - NOTION DE STRATIGRAPHIE

La stratigraphie est l'étude de la disposition des couches sédimentaires qu'on appelle strates.

1°- La chronologie relative

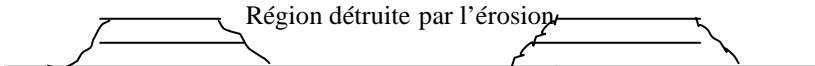
Elle se base sur les 3 principes stratigraphiques ci-après :

-Le principe de superposition des couches : une couche est plus récente que celle qu'elle recouvre mais plus ancienne que celle qui la recouvre.

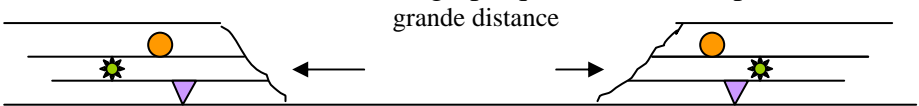


a est plus ancienne que b et c.

- Le principe de continuité : une couche de terrain continu et de composition homogène est de même âge sur toute son étendu.



- Le principe d'identité paléontologique : les couches de terrain qui présentent les mêmes fossiles stratigraphiques sont contemporains.



2°- La chronologie absolue

La chronologie absolue permet de donner des dates chiffrées, précises. Elle utilise plusieurs méthodes :

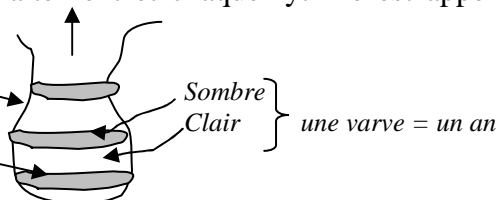
- La méthode de la radioactivité : le carbone 14 fixé par les êtres vivants se désintègre après leur mort. Le temps pendant lequel 50% de C_{14} se désintègre est appelé période ou demi-vie et est égal à 5600 ans. Il suffit de doser la radioactivité de C_{14} contenu dans les bois ou coquilles fossiles pour connaître l'âge absolu de la roche

L'Uranium 238 (U_{238}) se désintègre en plomb 206 et en hélium ; sa période est de 4560.10^6 années.

- La méthode des varves : Le mot varve désigne le mot suédois varv qui signifie répétition périodique. Les varves sont des couches sédimentaires déposées dans les vases à la suite de la fonte des glaciers. Les couches déposées en hiver sont sombres et en été elles sont claires. Les dépôts clairs et sombres alternent et chaque rythme est appelé une varve et représente un an.

Dépôt clair en hiver

Dépôt sombre en été



- La méthode des anneaux du tronc d'un arbre : chaque année représente une année, les anneaux minces caractérisent une sécheresse et les anneaux épais un climat favorable.

3° – Les relations entre les couches de terrain

Dans une série sédimentaire, lorsque les couches se succèdent sans interruption, on dit que cette série est continue. Mais lorsqu'une seule ou plusieurs couches manquent, il y a lacune et la série est dite discontinue.

La concordance est la disposition parallèle (couches tabulaires) des couches de terrain dans une série sédimentaire. La discordance est le fait pour les couches de terrain de reposer sur des couches qui ne leur sont pas parallèles.

La transgression est l'avancée de la mer vers les continents et la régression est le retrait de la mer.

Un cycle sédimentaire est la période comprise entre une transgression et une régression. Lorsqu'il y a succession de plusieurs cycles sédimentaires dans un bassin, on parle de série sédimentaire.

VI – NOTION DE PALEO GEOGRAPHIE

La paléogéographie est la reconstitution de la position et des caractéristiques des continents au cours des temps géologiques. Elle s'intéresse aussi à la répartition des flores et des faunes fossiles, ainsi qu'à l'extension des surfaces marines.

VII – NOTION DE PALEO ECOLOGIE

La paléocéologie est la reconstitution des environnements passés et des relations existant entre les différentes espèces et leur milieu. Elle fait appel entre autre aux fossiles de faciès. *Exple* : la présence des pollens fossiles indique qu'il existait des spermaphytes dans le milieu.

CONCLUSION

Les roches sont toujours soumises aux processus chimique et physique d'altération ; les matériaux issus de cette transformation sont transportés notamment par l'eau dans les zones de dépôt, lieux au niveau desquels ces matériaux se constituent en roches sédimentaires.

- OPO :** -Nommer les 3 types d'ondes sismiques et leurs propriétés respectives
- Nommer et décrire les différentes enveloppes internes du globe
- Décrire les propriétés physiques et chimiques des enveloppes du globe
- Expliquer l'origine de l'énergie interne de la terre et sa dissipation

INTRODUCTION

Les connaissances sur la structure interne du globe reposent sur un ensemble de données : manifestations volcaniques et sismiques qui sont en effet des manifestations des forces internes du globe.

I – ELEMENTS DE SISMOLOGIE : Propagation des ondes sismiques

Lors d'un séisme, l'énergie accumulée dans les roches est libérée et se dissipe sous forme d'ondes sismiques qui se propagent à partir du foyer du séisme encore appelé hypocentre. Le point de la surface situé à la verticale qui a tremblé avec le plus de force est appelé épiceutre.

On distingue 3 principaux types d'ondes :

- Les ondes P appelées ondes premières ou primaires : elles sont les plus rapides et les premières à être ressenties lors d'un séisme ; ce sont des ondes longitudinales de compression et décompression (dilatation). Elles se propagent dans les milieux solides, fluides et même dans l'air. Les particules se déplacent parallèlement à la direction de propagation de l'onde. Les ondes P sont responsables des bruits sourds qu'on entend au début d'un séisme. Elles vont en profondeur, d'où leur nom d'

- Les ondes S ou ondes secondes : le déplacement des particules est perpendiculaire à la direction de propagation. Ce sont donc des ondes transversales de cisaillement. Elles ne se propagent que dans les milieux solides. Elles sont plus destructrices que les ondes P.

- Elles sont les plus lentes, les plus amples, les plus destructrices qui ne se propagent que dans les couches superficielles de la terre. Ce sont les ondes de surface qui causent des dégâts aux constructions et qui sont à l'origine des mouvements complexes du sol.

a) – **La vitesse des ondes sismiques**

La vitesse des ondes varie selon le milieu traversé. Elle dépend des propriétés du milieu : densité et résistance au cisaillement. Un brusque changement traduit un changement des propriétés du milieu. Ce changement peut être physique (densité) ou chimique (composition).

b) - **Comportement des ondes en cas de changement de milieu**

Lorsqu'une onde sismique passe d'un milieu à un autre de nature différente, sa vitesse de propagation sera modifiée et conséquemment sa trajectoire sera déviée.

On appelle discontinuité, l'interface ou la surface de contact entre 2 milieux de nature ou de vitesses de conduction différente.

Le comportement des ondes P et S (ondes dites élastiques) à l'intérieur du globe suit les lois de l'optique géométrique : lorsque les propriétés du milieu changent, elles sont réfléchies et réfractées.

Comportement des ondes P et S lors d'un changement du milieu

Les lois de Descartes étudiées en optiques s'appliquent pour calculer les modifications de trajectoire du rai sismique.

V_1 = vitesse de propagation des ondes dans le milieu 1

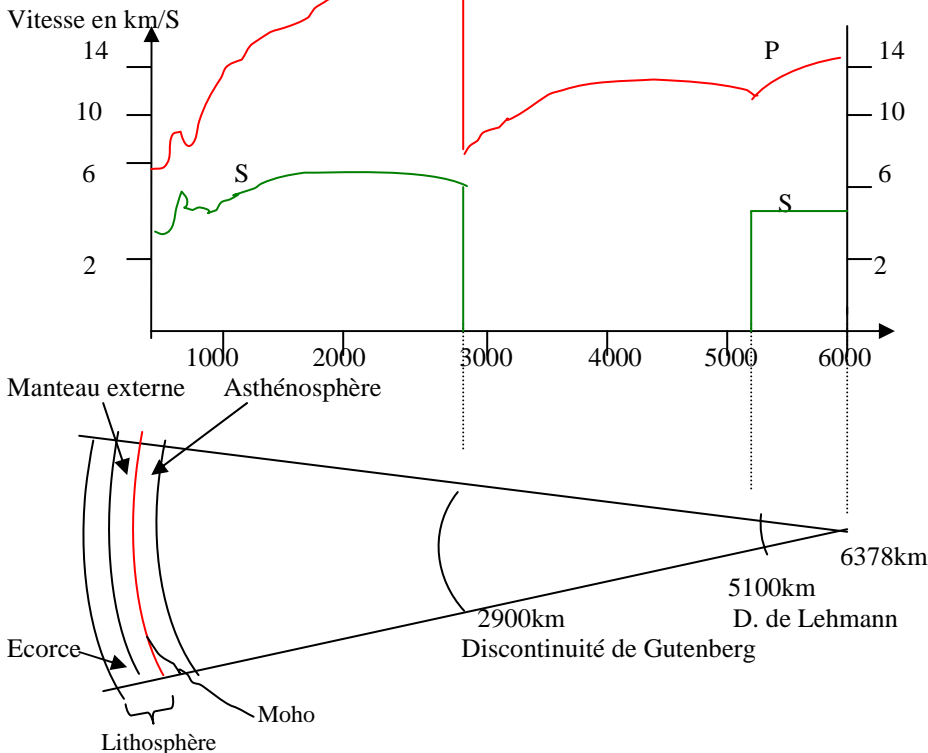
V_2 = vitesse de propagation des ondes dans le milieu 2.

$V_1 > V_2$; $i = i'$; $i > r$

$$V_1 \sin r = V_2 \sin i$$

II – **STRUCTURE INTERNE DU GLOBE**

1° - **Discontinuités et structure de la terre**

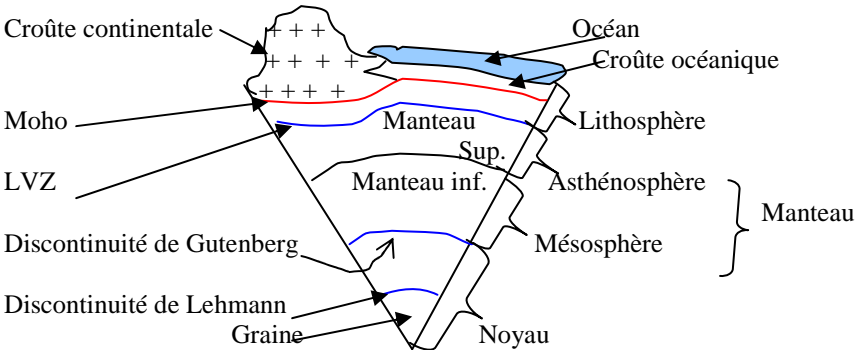


Variation des ondes P et S en fonction de la profondeur et de la structure de la terre

4 discontinuités sont à identifier dans le globe terrestre :

- La discontinuité de Mohorovicic ou Moho : situé entre 7 et 60 km, elle marque la limite entre la croûte terrestre et la manteau. Elle correspond à une variation de la composition chimique des matériaux et non à un changement d'état de la matière qui reste solide.
- La L.V.Z (Low vilocity zone), entre 100 et 200 km de profondeur : Elle marque la limite inférieure da la lithosphère rigide et l'asthénosphère
- La discontinuité de Gutenberg aux environs de 2900 km : c'est la limite entre le manteau inférieur solide et le noyau externe liquide.
- La discontinuité de Lehmann située à environ 5100 km : observée entre le noyau supérieur et le noyau inférieur solide ou graine.

2° - Les enveloppes internes du globe et leurs propriétés physico-chimiques



Coupe schématique du globe terrestre

Le globe terrestre est formé de 3 couches concentriques :

- La lithosphère : très rigide, correspond à l'écorce et à la partie superficielle du manteau. Elle est découpée en plaques qui n'ont pas la même composition, ni la même rigidité :

◆ La croûte océanique : située entre 0 et 7 km., est constituée de roches basaltiques surmontant les gabbros et les péridotites.

◆ La croûte continentale : située entre 0 et 30 km, les roches continentales qui affleurent à la surface du sol sont très variées ; néanmoins les plus fréquentes sont les granites.

La composition chimique est le silice et l'alumine (sial)

- L'asthénosphère : visqueuse, supporte la lithosphère et descend jusqu'à 700 km environs de profondeur. La lithosphère et l'asthénosphère forment le manteau supérieur.

La composition chimique est le silice et le magnésium (sima)

- La barysphère (noyau externe et graine) : liquide en périphérie et solide en profondeur.

La composition chimique est le nickel et le fer (nife)

III - ORIGINE DE L'ÉNERGIE INTERNE DU GLOBE TERRESTRE ET SA DISSIPATION

1° - Origine de l'énergie interne

L'observation des manifestations volcaniques et hydrothermales (source eaux chaudes), le gradient géothermique (augmentation de la t° avec la profondeur) observé dans les forages sont les preuves de l'existence de l'énergie à l'intérieur du globe terrestre.

a) - L'énergie emmagasinée lors de la formation de la terre.

Une partie de l'énergie interne du globe trouve son origine dans le phénomène d'accrétion responsable de la formation de la terre. En effet, la terre s'est formée par accrétion (croissance d'un objet géologique par apport successif de matière) des gaz, poussières et objets variés (météorites, astéroïdes, ...); Au cours de cette accrétion, les impacts d'objets venant percuter le globe en formation ont dégagé une chaleur considérable : il s'agit de la chaleur initiale ou chaleur fossile. Les couches superficielles ont assez rapidement évacué cette chaleur initiale et se sont refroidies pour former une croûte. Les couches internes poursuivent encore lentement cette évacuation.

La terre se refroidit donc progressivement en dissipant cette énergie sous forme de chaleur.

b) - La radioactivité

Elle représente la principale source d'énergie interne de la terre. Il s'agit de la chaleur libérée par désintégration des isotopes radioactifs. Ces isotopes étaient présents dans les matériaux qui ont formé la terre par accrétion : uranium (^{238}U), le thorium (^{231}Th), le potassium (^{40}K). Le noyau atomique instable des isotopes radioactifs se fragmente spontanément et, ce mécanisme complexe s'accompagne d'une libération de rayonnement et de chaleur.

Chaque isotope a sa propre cadence de désintégration appelée période radioactive ou une demi-vie. C'est le temps nécessaire pour qu'une moitié des atomes présents à un moment donné se soient désintégrés. Exemple : 4,5 milliards d'années pour ^{238}U . Cela signifie que depuis la formation de la terre, la moitié seulement de ^{238}U présent au départ s'est désintégré.

2° - La dissipation de l'énergie interne de la terre

a) - Dissipation par conduction

Dans les matériaux de la lithosphère, la chaleur se propage par diffusion à travers les roches : Des roches profondes plus chaudes vers les roches superficielles plus froides. C'est le flux géothermique qui exprime la quantité de chaleur évacuée par unité de surface et par unité de temps. Il est faible au niveau des masses continentales, plus élevée au niveau du plancher océanique et important au niveau des dorsales.

b) - La dissipation par convection

Une convection est un transfert de chaleur d'une zone chaude vers une zone froide grâce à un déplacement de matériaux fluides.

Au niveau des points chauds et des dorsales, les éruptions des laves permettent l'évacuation de la chaleur.

Un point chaud est une région très localisée de manteau profond caractérisée par un flux thermique élevé. Au niveau des points chauds se manifestent des volcanismes alcalins intraplaques dont les laves basaltiques sont très pauvres en silice. Les points chauds ne se déplacent pas mais, ce sont les plaques qui se déplacent au dessus des points chauds.

CONCLUSION

La désintégration d'isotopes radioactifs par leur désintégration constitue la principale source d'énergie interne de la terre. Cette énergie est évacuée à la surface par conduction et par les mouvements de convection qui représentent le moteur de la tectonique des plaques.

OPO : - Citer les preuves de la dérive des continents

- Définir plaque lithosphérique et citer les types de plaques
- Expliquer le phénomène d'accrétion
- Expliquer les notions de convection et de points chauds
- Expliquer les phénomènes de subduction, d'obduction et de collision

INTRODUCTION

Les mouvements lithosphériques sont d'une grande importance dans la compréhension de la dynamique du globe terrestre.

I – LA DERIVE DES CONTINENTS

1° - Hypothèse de la dérive des continents

En 1910, le Météorologiste et Physicien allemand Alfred WEGENER émet la théorie de la dérive des continents, c'est-à-dire de la mobilité horizontale des continents. La communauté scientifique rejette cette théorie faute d'explication concernant le moteur responsable de tel déplacement. A partir des années 1960, les sciences de la terre connaissent une véritable révolution qui aboutit à l'édification de la théorie dite de la tectonique des plaques.

2° - La théorie de la dérive des continents

A l'origine, les continents formaient un seul bloc ou super continent appelé la Pangée qui comprenait au Nord Laurasia et au sud la Gondwana, séparé par l'océan primitif, la Téthys. Il y a 200 millions d'années environs, à la suite du mécanisme de distension, la Pangée se serait fragmenté et les continents se sont progressivement éloignés les uns des autres. Cette dérive se poursuit encore de nos jours. Des constats récents prouvent que l'Amérique du sud et l'Afrique s'écartent l'un de l'autre de 2 cm par an.

3° - Les arguments en faveur de la théorie de la dérive des continents

- Les arguments géographiques ou morphologiques : il existe une configuration réciproque des côtes Est-sud américaine et Ouest Africaine d'une part et, entre les côtes Est africaine et occidentale d'Inde d'autre part.

- Les arguments paléontologiques : il y a ressemblance entre les fossiles trouvés dans des régions distants aujourd'hui de plusieurs

millions de km **Exple** : Le Mésosaure (reptile fossile) dont les restes ont été retrouvés au Brésil et en Afrique méridionale.

- Les arguments pétrographiques ou géologiques : la continuité des formations et des structures géologiques de part et d'autre de l'Atlantique confirme leur position au sein de la Pangée : c'est le cas des blocs rocheux (cratons) dont la moitié se trouve en Amérique du sud au Brésil et une autre sur la côte africaine au Ghana.

- Les arguments paléomagnétiques : Les roches éruptives à oxyde de fer présentent des particules magnétisées qui s'orientent parallèlement au champ magnétique terrestre lors de leur cristallisation à partir du magma. Cette mémorisation par les roches de la direction du champ magnétique terrestre permet aux Géologues de reconstituer les positions antérieures des pôles magnétiques. Ainsi, on a noté que de Précambrien au Trias, les positions du pôle magnétique se confondent comme pour un même continent et des migrations d'un pôle concordent pour une même période géologique : on peut dire que ces continents étaient réunis jusqu'au Trias.

II- LA PLAQUE LITHOSPHERIQUE

1° - Définition

Une plaque lithosphérique est un fragment de la lithosphérique en mouvement, constituée par la croûte à laquelle s'adjoint la partie supérieure du manteau supérieure.

2° - Les types et exemples de plaques

La lithosphère est découpée en une douzaine de plaques dont 7 grandes (la plaque Africaine, Pacifique, Antarctique, Eurasienne ou Eurasiatique, Australienne, Nord-Américaine, Sud-Américaine) et les autres petites (la plaque Arabique, Nazca, Antillaise, Cocos, la plaque des Caraïbes).

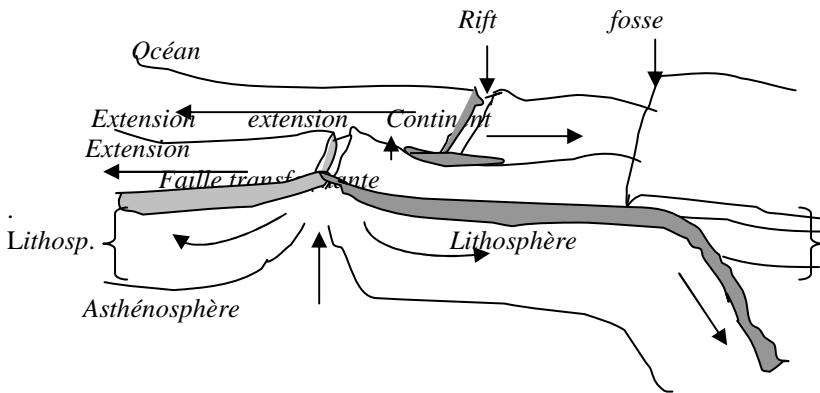
La configuration des plaques n'a pas de rapport avec la répartition des océans et des continents. On rencontre des plaques entièrement océaniques (Plaque Pacifique, Nazca), des plaques mixtes (plaque Africaine, Nord-Américaine, Sud-Américaine, Eurasienne, Australienne) et d'autres continentales.

III – LES MOUVEMENTS DES PLAQUES

1° - Les limites des plaques

Les frontières (limites) des plaques sont de 3 types :

- Les limites divergentes : zones d'écartement des plaques
- Les limites convergentes : zones d'affrontement
- les limites transformantes : zone de coulissage



Les 3 types de contact entre les plaques

2° - Le plancher océanique

a) - La formation d'un rift

Un rift est une dépression ou fossé d'effondrement bordé par un réseau de failles normales dont l'activité par de nombreux séismes et volcanismes.

Un rift se forme en plusieurs étapes dans une zone de l'écorce terrestre soumises à des forces de distension intenses :

- La croûte continentale étirée s'amincit et finit par se rompre, donnant lieu à un fossé : stade fossé d'effondrement

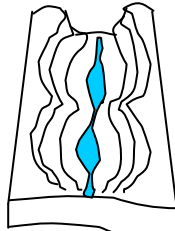
- De la croûte océanique s'intercale entre les marges continentales, constituant l'ébauche d'un futur océan comme dans la région des Afars en Ethiopie : stade dépression lacustre

- Une invasion marine submerge ensuite le rift et un bassin océan étroit s'installe : c'est le stade mer étroite.

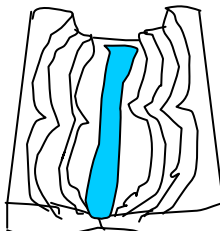
- Plus tard, la mer étroite s'élargit en un véritable océan du type océan Atlantique : stade océan en expansion.



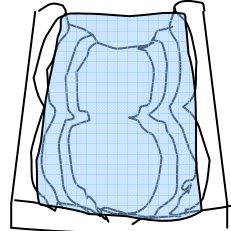
Stade fossé
D'effondrement



stade dépression
lacustre



stade mer étroite



stade océan en expansion

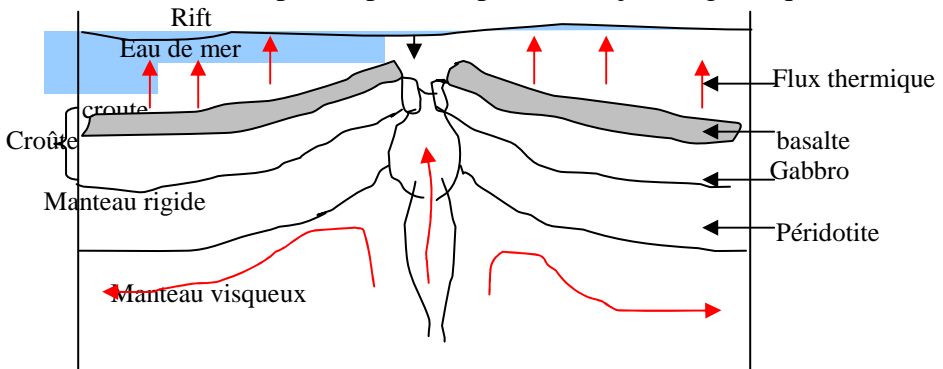
b) – La formation de la croûte océanique

Les matériaux du manteau surchauffés par la radioactivité deviennent fluides et se déplacent en profondeur : ce sont les mouvements de convection.

Ces mouvements de convection provoquent la montée des matériaux profonds chauds sous la lithosphère à l'aplomb du rift ; ce qui déclenche la fusion des matériaux du manteau. Le magma ainsi formé alimente un volcanisme intense et les laves se cristallisent et se refroidissent en surface pour former une lithosphère nouvelle ou croûte basaltique qui constitue le plancher océanique.

L'étude de cette croûte révèle la succession du haut en bas des roches suivantes :

- Les basaltes, roches de structure microlitique qui se figent au contact de l'eau de mer pour former des laves en coussin appelées pillow-lavas et les filons.
- Les gabbros, roches de structure grenue de composition basaltique
- Les péridotites, roches ultrabasiques qui représente les matériaux réfractaires restés en place après l'expulsion du jus magmatique.



Création et divergence de la lithosphère au niveau des dorsales océaniques

IV – L'EXPANSION DU PLANCHER OCEANIQUE ET LES PHENOMENES ASSOCIES

La lithosphère formée au niveau des dorsales s'en éloigne de part et d'autre à la manière d'un double tapis roulant : c'est l'expansion des fonds océaniques. Les mouvements asthénosphériques étant continus, la création de la lithosphère est continue. Ainsi, de nouveaux basaltes remontent continuellement sur le rift : on dit qu'il y a accréation. Ils repoussent latéralement les précédentes qui reculent et tendent à

s'accumuler ; ce qui favorise l'augmentation de l'épaisseur de l'ancienne lithosphère océanique.

La vitesse de cette expansion est de 1 à 2 cm par an dans l'océan Atlantique (dorsale lente) et de 6 à 18 cm par an dans l'océan Pacifique (dorsale rapide). Lorsque la vitesse d'expansion est rapide, le rift est peu profond et présente plusieurs endroits des sources thermales.

On estime qu'il se forme en un an 2,5 km² de nouvelle croûte avec une épaisseur de 5km.

Les marqueurs de l'expansion océaniques sont :

- L'âge et l'épaisseur des sédiments qui augmentent au fur et à mesure qu'on s'éloigne de part et d'autre de l'axe de la dorsale
- L'alignement des volcans des points chauds

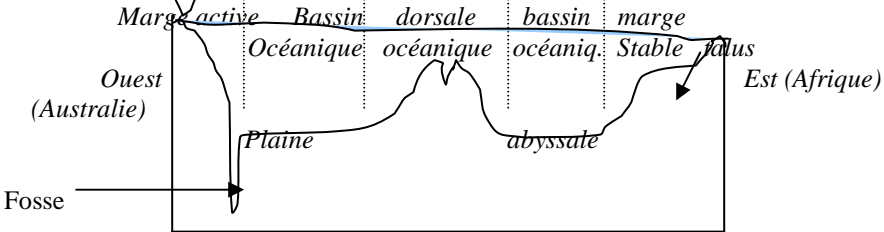


Schéma de la topographie des fonds des océans

Une dorsale océanique est une chaîne de montagne à double pente qui est en continuité d'un continent à un autre sur près de 80.000 km.

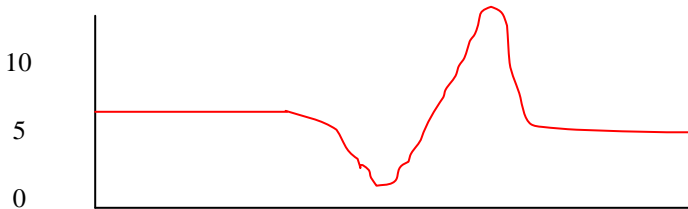
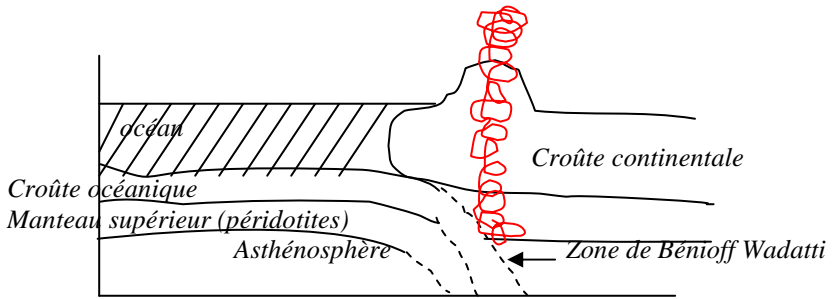
Sur la jeune croûte formée, les eaux s'échauffent considérablement et sont à l'origine des modifications chimiques importantes des roches : feldspaths transformés en argile et métamorphose des sédiments qui recouvrent le plancher.

1° - La subduction

a) – Caractéristique du phénomène

Il y a création permanente de la lithosphère au niveau des dorsales océaniques suite au mécanisme d'accrétion. Il en résulte un élargissement permanent du plancher océanique ; cependant le volume de la terre reste constant. La création de la nouvelle lithosphère trouve nécessairement une compensation dans la destruction permanente d'une quantité équivalente de la lithosphère en d'autres endroits du globe appelés zone de subduction.

La subduction est le plongement ou l'enfoncement d'un plancher océanique dense sous un autre plancher océanique ou continental moins dense.



Subduction et anomalie géothermique

a) – Les marqueurs de la subduction

La subduction se manifeste par :

- La présence d'une fosse océanique étroite et de grande profondeur.
- Une sismicité importante
- Un magmatisme avec un volcanisme explosif
- Un flux thermique inégalement répartis (anomalies thermiques)
- Une chaîne de montagne en arrière de la fosse

b) – Les conséquences de la subduction

- Les séismes : la plaque plongeante, poussée depuis la dorsale est entraînée vers le bas sous la plaque chevauchante suivant un plan oblique appelé plan de Bénéhoff Wadatti. Elle n'entre en fusion qu'à partir de 700 km de profondeur. Elle sera donc soumise à des contraintes ou forces compressives qui entraînent des frictions à l'origine des séismes.

- Le magmatisme : le réchauffement progressif de la plaque plongeante libère de l'eau qui hydrate le manteau de la plaque chevauchante, provoquant la fusion partielle des péridotites vers 1100°C et la production d'un magma basaltique à l'origine d'un volcanisme andésitique ou calco-alcalin.

Des roches de composition différentes peuvent se former à partir d'un même magma (basaltes, andésites, rhyolites et granodiorites). LA

crystallisation fractionnée suivie de la sédimentation des cristaux au sein de la chambre magmatique entraînant cette évolution est appelée différenciation magmatique

- Le prisme d'accrétion : il est constitué par des sédiments de la plaque plongeante qui sont raclés par la plaque sus-jacente lors de l'affrontement des deux plaques.

- Le métamorphisme ou transformation minéralogique : réchauffement de la plaque plongeante libère l'eau qui percole dans le manteau de la plaque chevauchante, entraînant un métamorphisme hydrothermal. On note également le métamorphisme d'enfouissement au niveau du prisme d'accrétion et le métamorphisme de contact lors de la montée du magma qui alimente le volcanisme andésitique.

La plaque plongeante est affectée par un métamorphisme de type haute pression basse pression qui transforme les basaltes et gabbros en schistes verts, schistes bleus, amphibolites, puis en éclogites.

La racine de la croûte chevauchante subit un métamorphisme HT/BP se traduisant par la formation de gneiss et des micaschistes.

- L'anomalie négative à l'aplomb de la fosse océanique s'interprète comme l'enfoncement de la plaque lithosphérique froide et l'anomalie positive reflète l'accumulation du magma à la base de la croûte chevauchante.

2° - L'obduction et la formation des ophiolites

Il y a obduction lorsqu'une partie de la croûte océanique pincée entre deux plaques continentales arrive à chevaucher une croûte continentale. L'obduction représente la suite d'une subduction océanique. On observe alors à l'affleurement la formation des ophiolites (ensemble de roches constituées de basaltes, gabbros et péridotites plus ou moins transformées) qui renferme du haut vers le bas : les basaltes, les gabbros et les péridotites.

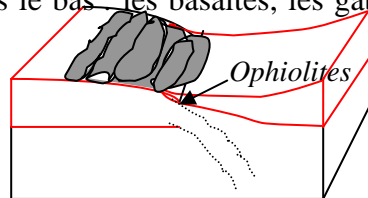
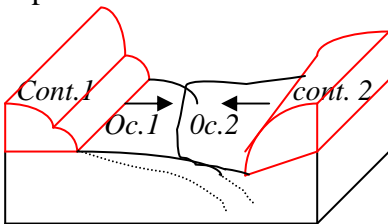
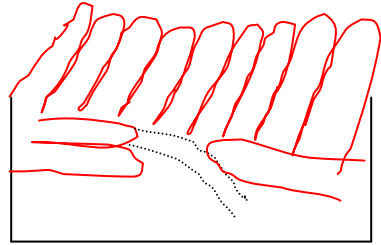
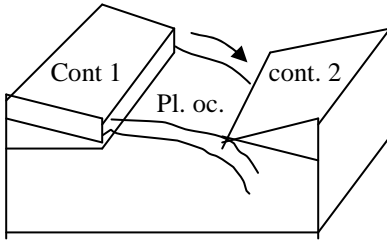


Schéma de l'obduction

L'obduction est à l'origine des chaînes de montagne au niveau des continents où il y a eu chevauchement et, les ophiolites sont les témoins des océans aujourd'hui disparus.

3° - La collision et ses conséquences



Le phénomène de collision

La collision est l'affrontement de deux plaques continentales après la disparition de la croûte océanique.

a) – L'orogénèse liée à la collision

Quand il y a convergence entre deux plaques continentales, le continent le plus faible se plisse, entraînant l'apparition de chaînes de montagne (cas de l'Himalaya et les Alpes) et de grands systèmes de failles.

Une collision est caractérisée par la présence :

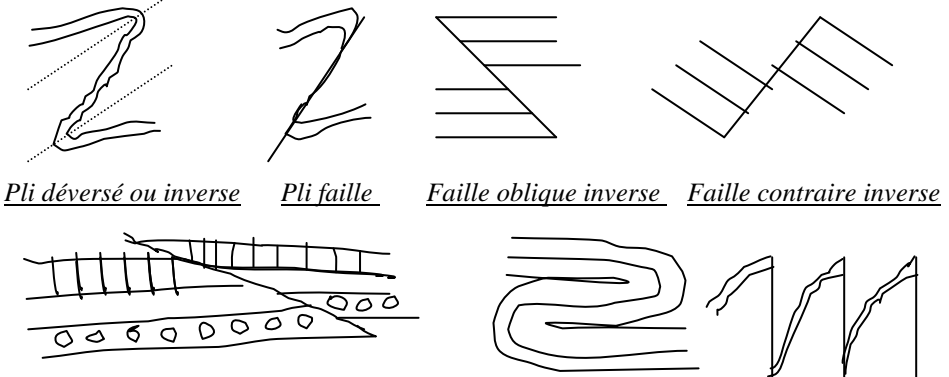
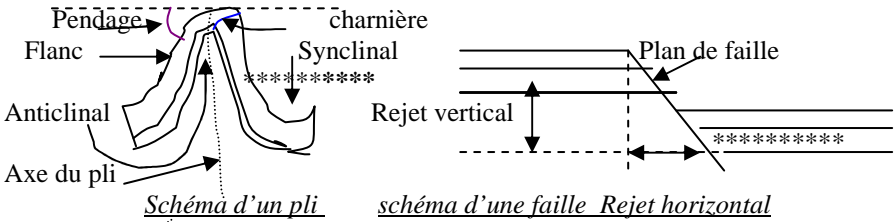
- Des ophiolites incorporées dans les chaînes de montagne
- Des structures faillées et plissées, témoignant de contraintes en compression.

b) – Les déformations associées à la collision

- Les déformations caractéristiques : plis, failles inverses, chevauchements et nappes de charriage. Un chevauchement est un mouvement tectonique conduisant un ensemble de roches à en recouvrir un autre. Lorsque le déplacement des roches le long de la surface de chevauchement atteint plusieurs dizaines de km, on parle de charriage.

L'érosion peut décaper la nappe de charriage et ne laisser de lambeaux de matériel déplacé appelés klippes.

- Les écailles tectoniques : les blocs découpés par les failles forment des lames chevauchantes appelées écailles tectoniques et dont le déplacement le long des plans de chevauchement est toujours faible.



Pli déversé ou inverse Pli faille Faille oblique inverse Faille contraire inverse



Chevauchement Nappe de charriage Ecailles tectoniques

La superposition des écailles tectoniques et des nappes de charriage engendre un épaissement crustal c'est à dire de la croûte continentale à l'origine des reliefs.

Les différentes déformations acquises par les terrains dépendent : de la plasticité ou de la rigidité des roches, de la direction et de l'importance des poussées. La rigidité prédispose aux failles et la plasticité au plissement. Une poussée lente et progressive entraîne le charriage alors que si elle est brusque, elle peut entraîner des plis ou des failles, ou encore une association des deux.

Dés leur formation, ces reliefs subissent l'érosion, ce qui provoque la remontée du moho : on parle de réajustement isostatique.

c) – Métamorphisme associé à la collision

Les roches enfouies dans les profondeurs sont soumises à des t° et des P° élevées. La t° de lithosphère augmente avec la profondeur et, la P° quant à elle résulte d'une part de l'enfouissement et d'autre part des contraintes tectoniques compressives. Les roches subissent alors des transformations à l'état solide : c'est le métamorphisme.

La caractéristique principale des roches métamorphiques est la foliation ou aspect feuilleté ; il s'agit de l'alternance des bandes sombres et claires. La foliation est due à l'élévation de la t° . C'est la disposition

parallèle de certains minéraux et une telle structure donne à ces roches une aptitude au clivage qu'on appelle schistosité. La schistosité est due à l'augmentation de la P° et, est d'autant plus marquée que la roche que les micas sont abondants.

A partir des silicates d'alumine, les Géologues déterminent 3 climats métamorphiques :

- Domaine de haute pression-basse température (HP-BT) avec comme minéraux repères, le glaucophane, le disthène.

- Domaine de MP-MT avec comme minéraux repères, la hornblende, l'actinote.

- Domaine de BP-HT : la sillimanite, la cordiérite

Sur un diagramme pression-température, trois droites qui concourent à un point triple déterminent les trois grands types de climats métamorphiques.

Interprétation : la roche passe par un contexte de haute pression avec formation du disthène (enfouissement) puis par un contexte de haute température, entraînant la transformation du disthène en sillimanite, probablement due à un réchauffement de la croûte par un magma sous corticale. L'érosion permet ensuite à la roche d'affleurer.

Les réactions de métamorphismes sont des équilibres chimiques réversibles. Elles peuvent se déplacer dans un sens comme dans l'autre selon que la température ou la pression augmentent ou diminuent.

Le sens prograde indique l'augmentation des paramètres température ou pression, et le sens rétrograde indique la diminution des paramètres température ou pression.

Exemple : quelques séquences métamorphiques :

- Argiles → schistes → micaschistes → paragneiss

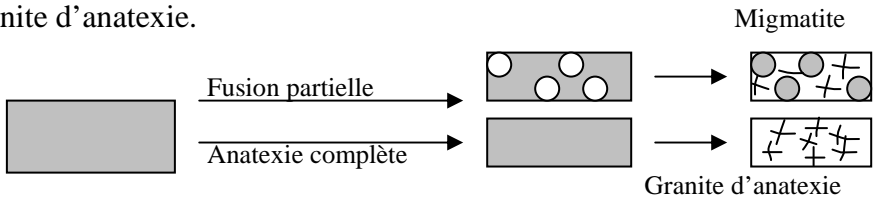
- Calcaire → calshistes → marbre → cipholin
- Granite → prologine → orthogneiss
- Basalte → amphibole → piroxénite

Le préfixe ortho et para est utilisé pour indiquer l'origine magmatique (orthogneiss) ou sédimentaire (paragneiss).

d) – Plutonisme associé à la collision

L'épaisseur crustale importante des chaînes de montagne conduit à une augmentation anormale de la température et de la pression à la base de la croûte continentale. Ceci conduit à une fusion partielle en profondeur : c'est le phénomène d'anatexie partielle et on obtient après refroidissement une roche mélangée appelée migmatite.

La fusion totale produit un magma qui, en se refroidissant donne le granite d'anatexie.



Quelques définitions :

Métamorphisme : ensemble des modifications intervenant dans la composition minéralogique et dans la structure d'une roche soumise à des conditions de t° et de P° différentes de celles où s'est formée la roche-mère.

Schistosité : propriété que possède une roche de se briser suivant les plan de clivage.

Foliation : propriété que possède une roche métamorphique d'être constituée de feuillets

Litage : propriété que possède une roche métamorphique de présenter une alternance de feuillets clairs (quartzo feldspaths) et sombres (mica).

Les roches métamorphiques sont de structure cristallophyllienne.

CONCLUSION

L'univers au départ était constitué d'une masse de matière comprimée et très dense qui par la suite a subi une énorme explosion appelée big-bang qui a marqué le début de son expansion qui continue de nos jours.

Partie III – METABOLISME ENERGETIQUE

CHAP.5 –

QUELQUE VOIES DE REGENERATION D'ENERGIE PAR LES ORGANISMES

OPO : - Démontrer l'importance de la digestion et de la circulation dans le processus de la respiration

- Mettre en évidence la respiration cellulaire
- Relever les étapes et expliquer le mécanisme de la dégradation du glucose par les voies de la respiration cellulaire
- Citer quelques exemples de fermentation dans la vie courante
- Expliquer que le rendement énergétique de la respiration est supérieur à celui des fermentations

INTRODUCTION

Le fonctionnement de l'organisme est lié à des dépenses permanentes d'énergie qui doit être alors régénérée. L'énergie chimique des aliments organiques constitue la seule source d'énergie utilisée par les animaux.

I - RAPPELS SUR LE ROLE DES ALIMENTS, DE LA DIGESTION, DE L'ABSORPTION INTESTINALE ET DE LA CIRCULATION

1° - Rappels sur la digestion

La digestion comprend deux étapes importantes :

- La digestion mécanique ou transformation mécanique : elle est assurée par les dents et les muscles masticateurs de la paroi stomacale.
- La digestion chimique ou transformation chimique qui se situent à plusieurs niveaux du tube digestif :

*Au niveau de la bouche : l'amylase salivaire transforme l'amidon cuit en maltose

*Au niveau de l'estomac : le suc gastrique contient le HCl et 2 enzymes : la présure qui coagule les protéines et la pepsine (une protéase) qui transforme les protéines coagule en polypeptides.

*Au niveau de l'intestin grêle : le suc pancréatique contient quatre enzymes (amylase pancréatique, la maltase pancréatique, la lipase pancréatique, et la trypsine), le suc intestinal contient plusieurs enzymes (l'érepsine, la saccharase, la lipase intestinal, la lactase), la bile qui ne contient aucune enzyme mais qui rend le milieu intestinal basique favorable à l'action des enzymes pancréatique (la trypsine et la lipase).

Les enzymes sont des catalyseurs biologiques ou biocatalyseurs dont les propriétés sont :

- Elles agissent à faible dose
- Elles sont spécifiques c'est à dire catalyse chacune une seule réaction bien déterminée
- Elles agissent à la t° du corps
- Elles sont thermolabiles c'est à dire se détruisent à la chaleur
- Elles sont neutralisées à basse t°
- Elles agissent à un pH bien déterminé : milieu neutre dans la bouche, acide dans l'estomac et basique dans l'intestin grêle

2° - L'absorption intestinale

La comparaison de la composition chimique des aliments à l'entrée de la bouche avec celle du chyle intestinal montre que les aliments ont été transformés en molécules plus simples ou nutriments : l'amidon en glucose, les lipides en acides gras et alcool, les protéides en acides aminés. Certains aliments tels que l'eau, les sels minéraux ne subissent aucune transformation au cours de la digestion.

Les nutriments passent du tube digestif dans le milieu intérieur grâce aux villosités qui contiennent des capillaires sanguins et lymphatiques où passent les produits absorbés :

- Par la voie sanguine passe : l'eau, sels minéraux, vitamines glucose et acides aminés

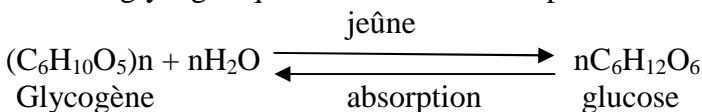
- Par la voie lymphatique : acides gras et alcool

Schémas d'une villosité intestinale, des voies de l'absorption intestinale

3° - Utilisation des nutriments

a) - les glucides

En traversant le foie, galactose et fructose sont transformés en glucose. Le glucose est normalement présent dans le sang au taux de 1 g/l : c'est la glycémie. Au moment de l'absorption, le foie retient l'excès de glucose en le transformant en glycogène. Pendant le jeûne, la glycémie baisse et le foie rétablit l'équilibre en libérant le glucose : c'est la fonction glycogénique du foie découverte par Claude Bernard.



Le glycogène se forme également dans les muscles. Si la quantité de glucose apportée au sang est excessive, l'excédent est transformé en graisse et accumulé dans les tissus adipeux.

Le glucose constitue la principale source d'énergie de tous les organismes.

b) – Les lipides

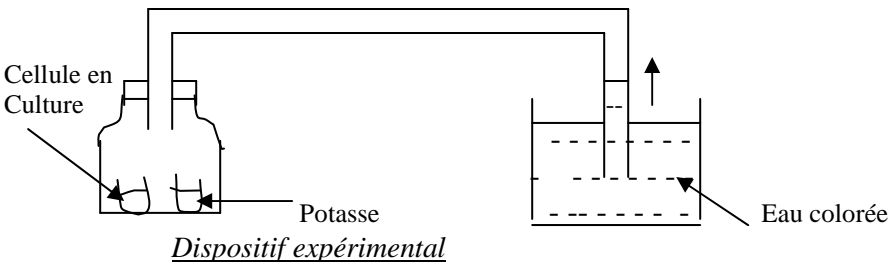
Les lipides sont retenus dans les tissus adipeux pour former des réserves de glycérides avant d'être utilisés pour la production d'énergie. Les phospholipides et le cholestérol sont retenus par les cellules où ils s'associent aux protéines pour former la matière vivante nouvelle.

c) – Les protides

Les acides aminés ne sont pas mis en réserve mais, sont utilisés aussitôt pour la synthèse de nouvelles protéines : hormones protidiques, enzymes, protéines plasmiques.

II – LA RESPIRATION CELLULAIRE

1) – Mise en évidence : expérience de Paul Bert.



a) – Interprétation

Deux heures plus tard, l'eau de chaux se trouble du à la présence du CO_2 et l'eau colorée monte dans le tube du à une baisse de pression dans le bocal explicable par l'absorption de l' O_2 par les cellules.

b) – Conclusion

Les cellules absorbent le O_2 et rejettent le CO_2 : elles respirent.

2° - Les étapes de la dégradation d'un métabolite

La respiration cellulaire est un ensemble de réactions d'oxydation rendues possibles par les enzymes.

On appelle métabolite, les nutriments résultant de la digestion des aliments et qui entrent dans les réactions du métabolisme.

a) – Dans le cytoplasme : la glycolyse

C'est une suite de réactions qui dégradent la molécule de glucose à 6 atomes de carbone (C_6) en 2 molécules d'acide pyruvique à 3 atomes de carbone (C_3).

Elle se déroule en anaérobie mais, la présence de l' O_2 ne gêne pas le déroulement des réactions. Elle est rendue possible grâce aux enzymes situées dans le hyaloplasme. Le bilan de la glycolyse est :

- Formation de deux molécules d'ATP
- Formation de 2 molécules de transporteur d' H_2 réduit (NADH. H^+)
- Formation de deux molécules de CO_2 , 1^{er} déchet de la respiration cellulaire
- Formation de deux molécules d'acide pyruvique ($CH_3-CO-COOH$)

b) – Dans la matrice mitochondriale: les oxydations respiratoires

On appelle ainsi l'ensemble des réactions biochimiques qui se déroulent dans les mitochondries à partir de l'acide pyruvique et en présence de l' O_2 .

Dans la matrice des mitochondries, des groupements carboxyles sont arrachés (décarboxylation) ainsi que des atomes d' H_2 (déshydrogénation). L'ensemble correspond à une décarboxylation oxydative et il y a formation de l'acétyl-coenzyme A (CH_3-CO-A) qui est un composé à 2 atomes de carbone.

L'acétyl-coenzyme A se combine à l'acide oxalo-acétique (4 atomes de carbone) contenu dans la matrice mitochondriale pour donner l'acide citrique à 6 atomes de carbone. L'acide citrique va subir 2 décarboxylations couplées à 2 déshydrogénations, et 2 autres déshydrogénations pour régénérer l'acide oxalo-acétique qui pourra s'associer à une nouvelle molécule d'acétyl-coenzyme A.

L'ensemble de ces phénomènes constitue le cycle de Krebs ou cycle de l'acide citrique. Le bilan du cycle de Krebs est le suivant :

- Libération d'une molécule d'ATP
- Formation de 2 molécules de CO_2
- Libération de 3 molécules de $NADH_2$ et d'une molécule de $FADH_2$ qui sont ensuite oxydés au cours de la phosphorylation oxydative de l'ADP en ATP à l'origine d'une production importante mais indirecte d'ATP.

Une molécule d'acide pyruvique permet de faire un tour du cycle de Krebs. Donc pour une molécule de glucose, il faudra 2 tours du cycle de Krebs.

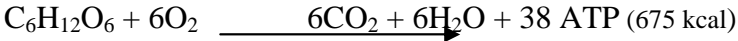
Le cycle de Krebs est une succession de réactions biochimiques qui comprennent la décarboxylation et déshydrogénation, catalysées respectivement par les enzymes appelées décarboxylases et déshydrogénases.

Au cours de ces réactions, l'O₂ intervient tardivement. En effet, l'H₂ transporté par le transporteur se fixe à l'O₂ inspiré pour former l'H₂O 2^e déchet de la respiration cellulaire qui sort de la mitochondrie.

3° - Le rendement énergétique de la respiration cellulaire

La production énergétique d'ATP est très importante par le métabolisme aérobie du glucose.

Le bilan énergétique de la respiration cellulaire se traduit par la production de 36 à 38 moles (molécules) d'ATP



Au cours de la respiration, une molécule de glucose subit la glycolyse dans le cytoplasme et 2 molécules d'ATP sont synthétisées. Dans la mitochondrie, chaque acide pyruvique est à l'origine de 18 molécules d'ATP. En somme, au cours de la respiration une molécule de glucose produit 2+18+18=38 molécules d'ATP.

Sachant que l'oxydation complète d'une mole de glucose libère 2840 KJ et qu'une molécule d'ATP correspond à 42 KJ, le rendement énergétique de la respiration est :

$$R = \frac{\text{quantité d'énergie récupérée sous forme d'ATP}}{\text{Quantité d'énergie libérée par une mole de glucose}} = \frac{38 \times 42}{2860} \times 100 = 55,8\%$$

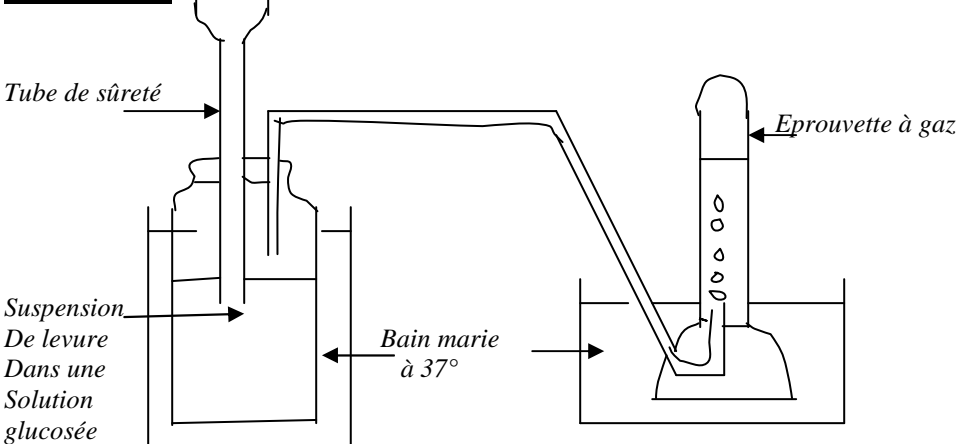
Quantité d'énergie libérée par une mole de glucose 2860

La différence entre les 2 valeurs représente l'énergie dissipée sous forme de chaleur.

III – QUELQUES EXEMPLES DE FERMENTATIONS

1° - La fermentation alcoolique

Expérience :

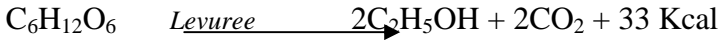


Montage de mise en évidence de la fermentation alcoolique

Au bout de 2 à 3 heures, le liquide du flacon présente une odeur d'alcool : l'éthanol.

Le gaz qui se dégage dans la cuve trouble l'eau de chaux. Si la suspension des levures a été portée à ébullition avant l'expérience, il ne se passe rien.

La fermentation alcoolique comprend 2 principales réactions : une décarboxylation et une déshydrogénation.



Ici, le déchet est à la fois organique (éthanol) et minéral (CO₂). La fermentation alcoolique est utilisée dans la fabrication des boissons locales et industrielles.

2° - La fermentation lactique

Les bactéries lactiques (lactobacille et streptocoque) transforment le lactose du lait en acide lactique.

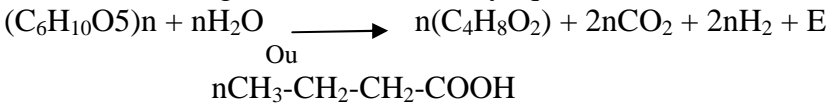


La fermentation lactique peut avoir lieu dans les muscles lorsque ceux-ci ne disposent pas assez d'O₂ pour l'évacuation de l'H₂ produit par la respiration. L'accumulation de l'acide lactique dans les muscles se traduit par les crampes.

La fermentation lactique est utilisée industriellement pour la fabrication du yaourt.

3° - La fermentation butyrique

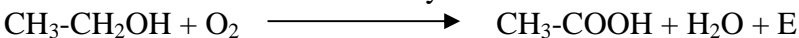
A l'abri de l'air, les bactéries appelées bacillus amylobacters transforment les glucides en acide butyrique.



Cette fermentation est utilisée dans la décomposition de la matière organique. Exemple : La fabrication des bâtons de manioc. Dans les sous-bois, elle participe à la décomposition des feuilles et des branches tombées.

4° - La fermentation acétique

Abandonnée à l'air toute boisson alcoolisée donne du vinaigre. L'éthanol est transformé en acide éthanóique ou acide acétique par les bactéries dites acétobacters ou mycoderma acéti.



Cette fermentation est aérobie. Elle est utilisée industriellement pour la fabrication du vinaigre.

5° - Le rendement énergétique de la fermentation

Pour les fermentations seules 2 molécules d'ATP sont produites au cours de la glycolyse. Le rendement est donc : $R = \frac{2 \times 42}{2860} * 100 = 2,9\%$

Le rendement de la fermentation est très faible par rapport à celui de la respiration.

IV – COMPARAISON RESPIRATION / FERMENTATION

<i>Indications</i>	<i>Respiration</i>	<i>Fermentation</i>
Rendement énergétique	important	faible
Dégradation	complète	Incomplète
Condition	aérobie	Anaérobie à l'exception de la fermentation acétique
Produits finaux	Substances minérales	Résidus organiques+ minéraux
Localisation	Cytosol+ mitochondrie	Cytosol

CONCLUSION

La respiration et les fermentations sont des mécanismes biologiques qui permettent aux cellules de synthétiser des molécules d'ATP (à partir de l'énergie chimique potentielle des substrats organiques), source d'énergie directement utilisable par les êtres vivants pour couvrir leurs dépenses énergétiques,. Cette conversion de l'énergie des métabolites en ATP se fait avec production de chaleur, forme d'énergie non utilisable par les cellules.

OPO : - Expliquer que la dépense énergétique d'un organisme est permanente
 - Expliquer que la dépense énergétique varie en fonction de plusieurs facteurs
 - Évaluer la dépense énergétique d'un organisme
 - Définir et évaluer le métabolisme basal

INTRODUCTION

L'énergie fournie par la respiration ou les fermentations est utilisée par l'organisme pour maintenir sa structure et le fonctionnement de ses fonctions (croissance, synthèses, mouvements et déplacements...).

Chez l'homme, les dépenses énergétiques sont permanentes mais variables.

I – PERMANENCE DE LA DEPENSE ENERGETIQUE ET SA VARIAION EN FONCTION DES DIFFERENTS FACTEURS ESTERNES ET INTERNES

1° - La permanence de la dépense énergétique

On peut limiter chez un individu la dépense énergétique. Il suffit pour cela qu'il soit :

- Au repos et allongé pour réduire au maximum le travail musculaire
- A jeun depuis 12 h pour éliminer les dépenses liées à la digestion
- A la t° de neutralité thermique (18-20°C) pour supprimer les dépenses liées à la thermorégulation.

Même dans ces conditions, sa dépense énergétique n'est pas nulle. En effet, nos tissus ont une durée de vie très courte : les cellules interstitielles vivent 3 à 5 jours, les cellules de la peau se renouvellent tous les 20 à 30 jours, celles de la moelle osseuse tous les 30 jours, une hématie vit 120 jours ; les différentes glandes du tube digestif produisent 3 à 5 l de sucs contenant des enzymes qui doivent être constamment synthétisés.

La dépense énergétique de l'organisme est donc permanente, soit lors des pertes de matériaux, soit lors des synthèses.

Cette dépense incompressible liée à l'activité de base des organes assurant les grandes fonctions (respiration, circulation, excrétion, tonus musculaire...) est appelée *métabolisme de base* ou *métabolisme basal*.

2° - Variation de la dépense énergétique

La dépense énergétique d'un mammifère varie en fonction des facteurs internes et externes

a) – Influence des facteurs internes

La dépense énergétique varie selon l'activité physiologique : croissance et renouvellement cellulaire, activité musculaire, travail digestif, ... Ces phénomènes évoluent avec l'âge et le sexe :

- L'âge : la croissance chez les jeunes est une prédominance des synthèses, donc de dépenses importantes

- Le sexe : les femmes dépensent moins d'énergie que les hommes car elles ont en général une masse plus faible mais davantage de graisses qui retiennent la chaleur.

b) – Influence des facteurs externes

Ce sont les facteurs liés au milieu de vie :

- La t° ambiante : Chez les mammifères et les oiseaux, la variation de la dépense énergétique en fonction de la t° est liée au maintien d'une t° interne constante, c'est à dire à la thermorégulation. Plus l'animal est petit, plus sa dépense énergétique est élevée : c'est « la loi des tailles ». Les pertes de chaleur par unité de masse augmentent proportionnellement à la surface corporelle ; or la surface corporelle est d'autant plus élevée que l'animal est plus petit.

- L'activité physique : plus l'effort est importante, plus la dépense énergétique est élevée.

II – EVALUATION DES DEPENSES ENERGETIQUE

Deux méthodes sont utilisées pour évaluer l'énergie dépensée par un être vivant :

- La calorimétrie directe ou calorimétrie physique
- La calorimétrie indirecte ou calorimétrie respiratoire

La calorimétrie est la mesure des quantités de chaleur dégagée par un individu.

1° - La calorimétrie directe

Le sujet est placé dans une chambre calorimétrique ou enceinte calorifugée c'est à dire thermiquement isolée. On fait circuler de l'eau dans les parois de la chambre : la différence entre la température de l'eau à la sortie et sa température à l'entrée donne la chaleur dégagée par le sujet (chaleur sensible). On recueille l'eau dégagée par le sujet (sueur, eau évaporée au niveau des poumons) car, pour évaporer l'eau le sujet dépense 2,48 kJ/g : c'est la chaleur de vaporisation de l'eau.

On mesure en même temps les quantités de CO_2 rejetés et d' O_2 absorbées.

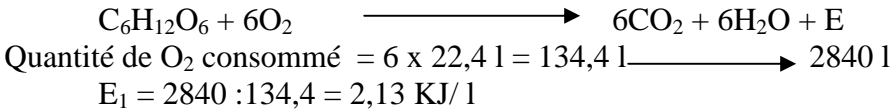
2° - La calorimétrie respiratoire ou calorimétrie indirecte

C'est une méthode utilisée pour évaluer la dépense énergétique des organismes à partir de la consommation d'O₂. L'O₂ absorbé est utilisé par les cellules pour produire de l'énergie par oxydation des nutriments.

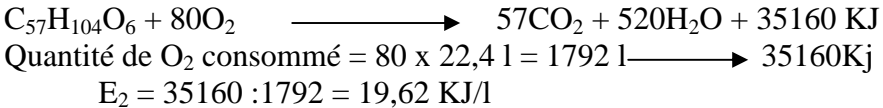
On peut à l'aide de divers appareils mesurer le volume de l'O₂ absorbé par un animal pendant une période donnée : respiromètre de Benedict, dispositif d'expérimentation assisté par un ordinateur EXAO.

Cette méthode s'appuie sur le quotient thermique ou coefficient thermique du dioxygène (Qth) qui est la quantité d'énergie libérée par litre d'O₂ utilisé pour l'oxydation d'un substrat donné. Ainsi :

- L'oxydation d'une molécule de glucose libère 2840 KJ selon la réaction suivante :



- Pour la trioléine qui est un lipide :



Le coefficient thermique de dioxygène varie en fonction de la nature du nutriment utilisé.

On admet habituellement que le coefficient thermique d'une ration équilibrée est de 20 KJ/l

NB : 1 Kcal = 4185 joules = 4,185 KJ.

3° – Les paramètres respiratoires

a) – L'intensité respiratoire

C'est le volume d'O₂ absorbé ou de CO₂ rejeté par unité de masse et par unité de temps. Elle varie en fonction de l'activité musculaire, de la t°, du sexe, de la taille,...

$$\text{IR} = \frac{\text{VO}_2 \text{ ou VCO}_2}{m \times t \text{ en KJ/h/Kg}}$$

M = masse en Kg et t = temps en h

b) – Le quotient respiratoire

C'est le rapport du volume du CO₂ rejeté par le volume d'O₂ absorbé. Il varie en fonction du nutriment consommé.

$$\text{QR} = \frac{\text{VCO}_2}{\text{VO}_2}$$

NB : Dépense énergétique = IR x CT (coefficient thermique)

4° - Le bilan énergétique

Etablir un bilan énergétique consiste à établir les gains et les pertes énergétiques de l'organisme :

- Energie dépensée = énergie reçue : bilan équilibré
- Energie dépensée > énergie reçue : le sujet a perdu du poids
- Energie dépensée < énergie reçue : le sujet a gagné du poids.

L'énergie reçue correspond à la valeur énergétique du repas consommé et dont la formule est :

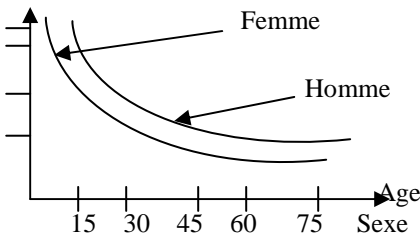
$$4G + 9L + 4P \text{ en Kcal ou } 17G + 38L + 17P \text{ en KJ.}$$

III - EVALUATION DU METABOLISME BASAL

Le métabolisme de base est la dépense énergétique la plus faible d'un sujet au repos et à jeun depuis au moins 6h.

Il varie suivant le sexe et l'âge ; le jeûne le diminue, le froid, la fièvre et la grossesse l'élève. Il mesure la dépense énergétique liée à la thermorégulation et à l'activité minimum des appareils qui assurent les grandes fonctions de l'organisme (cœur, glandes, poumons,...).

Métabolisme



Variation du métabolisme basal en fonction de l'âge et du sexe

Le métabolisme de base a pour formule :

$$MB = \frac{VO_2 \times Q_{th}}{m \times t}$$

m = masse du sujet

t = durée de l'expérience

Il est d'environ 6700 KJ /24 h pour un adulte de 70 Kg.

CONCLUSION

Chaque organisme, qu'il soit en activité ou non exerce une dépense énergétique qui varie selon l'activité, le sexe, l'âge et l'état de santé de l'individu.

- OPO :** - Définir écosystème, chaîne alimentaire, niveau trophique
 - Expliquer la dissipation progressive de l'énergie le long des chaînes alimentaires
 - Citer les principaux réservoirs du carbone
 - Représenter le cycle de carbone

INTRODUCTION

Dans un milieu donné, les êtres vivants sont sur le plan trophique interdépendant. Le flux d'énergie qui traverse les écosystèmes entretient le recyclage des différents éléments chimiques.

I - RAPPAELS : sur la notion d'écosystème, de la chaîne alimentaire et des niveaux trophiques

1° - L'écosystème : un système thermodissipatif.

L'écosystème est un système d'équilibre dynamique formé par l'ensemble des êtres vivants (biocénose) et le milieu physique dans lequel ils vivent (biotop). L'écosystème se maintient par l'intermédiaire d'un flux d'énergie et de matière entre les différentes composantes en interaction permanente.

La source d'énergie pour l'ensemble des écosystèmes est représentée par le soleil. La lumière solaire captée permet la production de l'énergie chimique au cours de la photosynthèse ; c'est ce qu'on appelle la production primaire.

Dans tout écosystème le bilan énergétique est équilibré car l'énergie fixée initialement par les autotrophes est égale à l'énergie perdue lors de la respiration plus l'énergie exportée ; il y a donc toujours conservation d'énergie dans un écosystème car l'énergie qui est perdue sous forme de chaleur est toujours compensée par l'apport du soleil : on dit que l'écosystème est un système thermodissipatif

Malgré leurs diversités, les écosystèmes présentent un plan commun d'organisation.

2° - Notion de chaîne alimentaire

Une chaîne alimentaire ou trophique est un processus de régulation dans lequel les êtres vivants mangent ceux qui les précèdent avant d'être mangés par ceux qui les suivent. L'ensemble de plusieurs chaînes alimentaires forme un réseau trophique.

3° - Les niveaux trophiques

Le niveau trophique indique la place qu'occupe une espèce dans une chaîne alimentaire. On distingue 3 niveaux trophiques : les producteurs primaires, les consommateurs et les décomposeurs.

On appelle maillon, le niveau de position d'un être vivant dans une chaîne alimentaire. Les êtres vivants autotrophes qui sont les producteurs primaires constituent le 1^{er} maillon de la chaîne alimentaire. La production primaire brute désigne l'ensemble de la matière organique produite par la photosynthèse. La production primaire nette correspond à la production primaire brute diminuée de la matière organique utilisée pour la respiration du producteur.

La productivité secondaire correspond à la production de la matière organique par l'ensemble des consommateurs appelés encore producteurs secondaires.

Les décomposeurs sont toujours les derniers maillons de la chaîne alimentaire. Ils transforment les substances organiques en substances minérales : ce sont des minéralisateurs.

II – DISSIPATION DE L'ÉNERGIE DES ECOSYSTEMES : ses cause et ses conséquences.

Dans un écosystème en équilibre dynamique, on constate une diminution progressive de la biomasse des producteurs aux consommateurs situés au bout de la chaîne. Quelque soit l'écosystème, la productivité primaire est toujours plus élevée et décroît systématiquement au fil des autres niveaux trophiques.

A l'intérieur d'un réseau trophique chaque niveau trophique produit sa matière à partir de celle prélevée dans le niveau précédant. Le transfert de matière organique au sein d'un écosystème correspond donc à un déplacement d'énergie.

Dans les écosystèmes, on admet actuellement que :

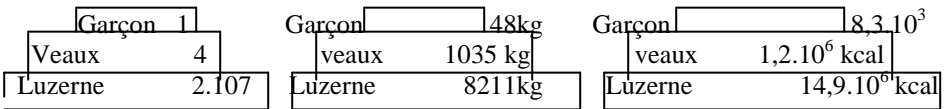
- Les producteurs sont capables de capter l'énergie solaire avec une efficacité de 0,1%
- Les herbivores captent à leur tour 10% de l'énergie accumulée dans les plantes
- Les carnivores de 1^{er} ordre 10% d'énergie stockée dans les herbivores et ainsi de suite pour les consommateurs des ordres suivants.

La pyramide d'énergie est la représentation graphique montrant le transfert d'énergie d'un niveau trophique à un autres. Les caractéristiques des pyramides écologiques :

- Pyramide des biomasses : représente la masse en matière sèche des êtres vivants occupant chaque niveau trophique à un miment donné
- Pyramide de productivité : traduisent la masse produite à chaque niveau par unité de surface ou de volume et par unité de temps
- Pyramides des énergies : pour l'établir, on calcule la quantité d'énergie absorbée et celle dépensée de par les individus de chaque niveau

Exemple : On suppose un champ de luzerne d'un ha utilisé pour nourrir des veaux destinés à alimenter un garçon de 12 ans dont cette viande théoriquement serait la seule source de nourriture. Le bilan des nombres, masse et énergie peuvent être établis :

<i>Indications</i>	<i>Nombre</i>	<i>Masse en kg</i>	<i>Energie en Kcal</i>
Carnivores (enfant)	1	48	8300
Herbivores (veaux)	4	1035	1,2 millions
Producteurs (luzernes)	20 millions	8211-	14,9 mill.ions
Energie solaire reçue dans le champ	-	-	6,3 milliards



Pyramide des nombres

Pyramide des masses

Pyramide des énergies

III – LE CYCLE DE CARBONE

Le carbone est l'élément caractéristique de la matière vivante. On le trouve sous forme minéral et organique.

1° - Les formes de carbone dans la nature

- Le carbone minéral : CO₂ , CO de l'atmosphère, CO₃²⁻ (ion carbonate) dissous dans l'eau et HCO⁻³ (ion hydrogénocarbonate) dissous dans les océans et les eaux douces, CaCO₃ dans les roches carbonates.
- Le carbone organique : dans les molécules organiques (glucides, lipides, protides) et dans les combustibles fossiles tels que le pétrole, la houille, le charbon.

2° - Les principaux réservoirs du carbone

L'élément carbone est contenu sur le globe dans 4 grands réservoirs : L'atmosphère (le CO₂ y est 50 fois plus abondant), l'hydrosphère (océans, eaux douces), la biosphère et la lithosphère. Des échanges de carbone se déroulent entre ces réservoirs :

a) – passage du carbone minéral au carbone organique

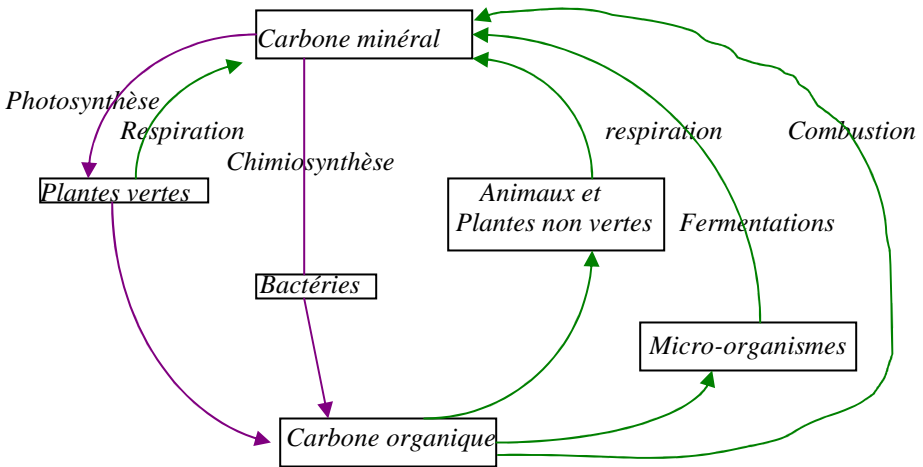
On distingue 3 voies :

- La photosynthèse : des plantes chlorophylliennes
- La chimiosynthèse que réalisent certaines bactéries grâce à l'énergie provenant des réactions chimiques

b) – Passage du carbone organique au carbone minéral

- la respiration
- les fermentations
- les combustions vives du pétrole, houille, bois (incendies, feux de brousse).

c) – Le cycle de carbone



Le cycle de carbone

Il y a donc transformation incessante du carbone minéral au carbone organique et vis versa.

CONCLSION

Le flux d'énergie qui traverse les écosystèmes entretient le recyclage des différents éléments chimiques, en particulier le carbone.

OPO : - Définir effet de serre

- Montrer l'importance de l'effet de serre dans le maintien de la vie sur terre
- Etablir la relation entre le flux d'énergie et le cycle du carbone
- Démontrer l'importance de la couche d'ozone dans le maintien de la vie

INTRODUCTION

L'éducation environnementale est la connaissance des pratiques de nous entoure.

I – L'EFFET DE SERRE

C'est le phénomène par lequel les couches les plus basses de l'atmosphère forment une barrière à la réémission dans l'espace du rayonnement ayant atteint la terre.

Avec la vapeur d'eau, le méthane et les CFC (chlorofluorocarbone) produit par l'industrie, le CO₂ joue un rôle majeur dans la détermination du climat de la terre. Agissant comme les vitres d'une serre, ces gaz sont transparents à la lumière solaire, mais piègent la chaleur en absorbant efficacement le rayonnement infrarouge que réémet la surface de la terre.

II – IMPORTANCE DE L'EFFET DE SERRE DANS L'APPARITION ET LE MAINTIEN DE LA VIE SUR TERRE.

L'énergie piégée par les gaz à effet de serre et renvoyée sur la planète terre est estimée à 1500 KJ /m². Cet apport supplémentaire d'énergie au niveau de la terre entraîne une augmentation de la t°.

Ainsi, la t° moyenne qui règne à la surface de la terre est de 15°C environ ; or sans cet effet de serre, la t° de la surface serait de -18°C, ce qui rendrait la vie impossible. L'effet de serre ne permet donc pas à la terre de se refroidir complètement.

Grâce à l'effet de serre, la terre présente une t° compatible avec la vie pour que les conditions nécessaires à l'éclosion et au maintien de la vie soient assurées : présence et persistance d'eau liquide.

Le CO₂ est le composant de l'atmosphère le plus important pour le maintien de la vie : quand la planète se refroidit, l'évaporation au niveau des océans diminue, donc les pluies diminuent (sécheresse). Le CO₂ dans l'atmosphère s'accumule, augmentant l'effet de serre. Quand l'atmosphère se réchauffe, l'évaporation s'accroît et le CO₂

atmosphérique se dissout dans l'eau de pluies (pluies acides) et les carbonates se forment, réduisant l'effet de serre.

III – MODIFICATION DE RESERVOIR ATMOSPHERIQUE DU CO₂

Avant l'intervention de l'homme, les flux de carbone entre biosphère et atmosphère d'une part, océan et atmosphère d'autre part, étaient équilibrés.

Les activités humaines (feux de brousse, utilisation des appareils ménagers à CFC, calcination des roches calcaires pour obtenir le ciment et la chaux, les combustions industrielles) perturbent considérablement le cycle biochimique du carbone. Elles sont responsables de l'augmentation de la concentration du CO₂ atmosphériques dont les conséquences sont multiples : augmentation de la t° de surface de la terre, augmentation globale des précipitations, et de l'évaporation avec pour conséquences érosion et inondation.

IV – INFLUENCE DU FLUX D'ENERGIE SUR LE CYCLE DE CARBONE

Au sein d'un écosystème en équilibre, le flux d'énergie entretient les cycles de la matière et en particulier celui du carbone. Toute la biomasse perdue à chaque niveau trophique est recyclée sous forme de CO₂. En revanche, la chaleur libérée par les réactions d'oxydations de cette biomasse (respiration et fermentations) est perdue pour l'écosystème car elle n'est pas récupérable. Le recyclage du carbone nécessite donc une entrée permanente d'énergie dans l'écosystème : c'est l'énergie solaire absorbée par les producteurs primaires photosynthétiques.

L'énergie solaire est donc le moteur du cycle du carbone.

IV – ROLE DE LA COUCHE D'OZONE

La couche d'ozone agit comme véritable parasol à l'égard du rayonnement ultraviolet responsable des cancers de la peau, de perturbations du système immunitaire, de réduction de la croissance végétale, des modifications d'ADN (mutations).

CONCLUSION

Les variations du taux de CO₂, principal gaz à effet de serre, sont à l'origine des modifications climatiques observées de nos jours dans les écosystèmes.