



UNIVERSITE ALASSANE OUATTARA DE BOUAKE

UFR COMMUNICATION-MILIEU ET SOCIETE

Département d'Histoire

THEME : INITIATION

A LA CLIMATOLOGIE ET A L'HYDROLOGIE

Licence 1-2014



Cycle de l'eau



Pluie torrentielle



Inondation

Par Docteur Béh Ibrahim DIOMANDE

INITIATION A LA CLIMATOLOGIE ET A L'HYDROLOGIE

PLAN

Avant-propos

INTRODUCTION

CHAPITRE 1 : ELEMENTS DE CLIMATOLOGIE

I/ DEFINITIONS DE CONCEPTS ET ELEMENTS DU CLIMAT

1°) QUELQUES CONCEPTS LIES AU CLIMAT

2°) ELEMENTS DU CLIMAT

II/ LES FACTEURS DU CLIMAT

1°) FACTEURS COSMIQUES ET FACTEURS PLANETAIRES

2°) FACTEURS GEOGRAPHIQUES

III/ L'ATMOSPHERE TERRESTRE

1°) DEFINITION ET COMPOSITION CHIMIQUE DE L'ATMOSPHERE TERRESTRE

2°) STRUCTURE DE L'ATMOSPHERE TERRESTRE

3°) DYNAMIQUE DE L'ATMOSPHERE TERRESTRE

IV/ TYPES DE CLIMATS SUR TERRE

1°) CLIMATS FROIDS

2°) CLIMATS TEMPERES

3°) CLIMATS TROPICAUX

4°) CLIMATS MONTAGNARDS

CHAPITRE 2 : ELEMENTS D'HYDROLOGIE

I/ SITUATION ET ETAT DE L'EAU SUR TERRE

II/ CYCLE DE L'EAU

III/ MAUVAISE REPARTITION DES VOLUMES D'EAU SUR TERRE

CONCLUSION

AVANT-PROPOS

Face aux nombreux problèmes environnementaux, de plus en plus récurrents dans le monde, la climatologie joue un rôle de premier plan dans l'univers des sciences de nos jours. Le réchauffement de la planète et les changements climatiques deviennent des sujets préoccupants. A travers le monde, on observe une récurrence des phénomènes météorologiques extrêmes : ici et là, ce sont des cyclones, sécheresses, inondations, etc. En même temps que ce fléau engendre une hausse du niveau des océans, ils entraînent par ailleurs une rareté sans précédente des eaux douces à la surface de la terre. Pour une meilleure compréhension du phénomène, il faut des disciplines transversales avec la Climatologie et l'Hydrologie en tête de file. La Climatologie devient par conséquent une science incontournable de nos jours.

L'objectif de ce cours est de donner aux apprenants des notions de bases liées à la discipline Climatologie et à la discipline Hydrologie. L'échelle spatiale utilisée ici est la planète terre.

INTRODUCTION

La planète terre est la structuration de plusieurs sphères. On peut citer la lithosphère, la pédosphère, la biosphère,mais aussi et surtout l'atmosphère et l'hydrosphère. Ces deux dernières citées respectivement sont les différents domaines de définition de la Climatologie et de l'Hydrologie.

Tout au long de notre exposé, nous apporterons un éclairage succinct sur les concepts de bases, les caractéristiques propres à ces disciplines, etc.

CHAPITRE 1 : ELEMENTS DE CLIMATOLOGIE

Les climats du monde sont d'une extrême variété : du plus froid au plus chaud, de l'aride à l'humide. L'homme entretient une franche relation avec le climat. En effet, un individu respire 15 mètres cubes (m^3) d'air par jour. La répartition des hommes dans l'espace, leur état de santé physique, leurs activités économiques et le niveau de leur développement est parfois fonction du climat. Le champ de définition du climat est l'atmosphère et l'air comme élément fondamental.

Nous analyserons d'abord dans la présente étude, des concepts, des éléments et des facteurs du climat. Ensuite nous porterons une étude détaillée sur l'atmosphère de la terre.

I/ DEFINITIONS DE CONCEPTS ET COMPOSITION CHIMIQUE DU CLIMAT

1°) DEFINITIONS DE QUELQUES CONCEPTS LIES AU CLIMAT

-Le temps : c'est un phénomène physique dont les effets ressentis sont subjectifs. Le temps est un indicateur de l'état local du système atmosphérique au contact de la surface de la terre.

-Le climat : c'est l'état moyen des éléments de l'atmosphère pendant une période assez longue au-dessus d'un lieu. Le climat local apparaît donc comme la somme des temps journaliers pendant l'année.

-La météorologie : elle étudie la dynamique récente de l'atmosphère en un lieu pour prévoir le temps dans un futur proche (ce soir, demain, après-demain, dans 3 jours, etc.).

-La climatologie : elle fait une analyse rétrospective des éléments météorologiques afin d'en tirer une conclusion.

2°) DES ELEMENTS DU CLIMAT

Le climat se compose de plusieurs éléments chimiques. Les plus connus sont :

-**les précipitations** : elles peuvent chuter sous plusieurs formes. On peut avoir la pluie, la neige, le brouillard, la grêle,...Elles sont mesurées à l'aide d'un pluviomètre de façon directe et d'un pluviographe indirectement en millimètre : P (mm).

- **la température** : dans les stations d'observations, on distingue la température minimale, maximale et moyenne. Le thermomètre la mesure en degré Celsius (°C).

-**les vents / la pression** : la pression est la force que l'atmosphère ou le vent exerce sur la surface de la terre. Au niveau du sol, c'est une pression équivalente à celle d'une colonne de mercure de 76 cm de hauteur. Cette quantité vaut 1.01, 3 kilopascals ou 1.01324 pascals (hPa) ou millibars puisque $1 \text{ Pa} = 0,01 \text{ mb}$.

-**le rayonnement solaire** : c'est l'énergie émise par le soleil sur la surface terrestre. Cette énergie diffusée est soit absorbée ou réfléchiée par les corps à la surface de la terre et les constituants de l'atmosphère.

-**l'humidité** : l'état de fraîcheur moyen du sol. On parle d'humidité absolue et d'humidité relative. Cette dernière est la plus utilisée en climatologie. Elle est mesurée en % à l'aide du thermomètre mouillé.

-**etc.**

Les images ci-dessous indiquent quelques instruments de mesures des éléments du climat.



Bureau d'observation



Abri météorologique



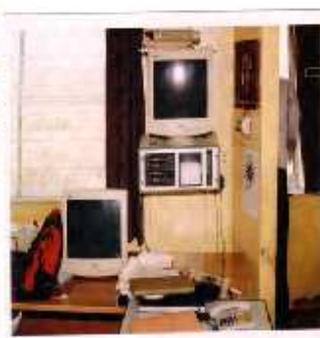
Relevé de températures



Pluviomètre à lecture directe



Pluviographe



Baromètre électronique



Bac classe A



Héliographe Campbell



Suivi d'une sonde avec le
Théodolite

II/ LES FACTEURS DU CLIMAT

Les facteurs du climat sont diversifiés : on peut les regrouper en trois principaux : les facteurs cosmiques, planétaires et géographiques.

1°) FACTEURS COSMIQUES ET PLANÉTAIRES

Ils génèrent le climat. Ils sont donc dits facteurs générateurs du climat. Ce rôle générateur est lié à deux principaux facteurs :

-**au plan cosmique** : le soleil comme source d'énergie. Il diffuse cette énergie à la surface de la terre à travers un rayonnement varié.

-**au plan planétaire** : la terre en tant que mobile émet de l'énergie cinétique à travers ses mouvements de rotation et de révolution. Cela crée des vents ou des forces de diverses natures à la surface du globe. C'est le cas de la force de Coriolis.

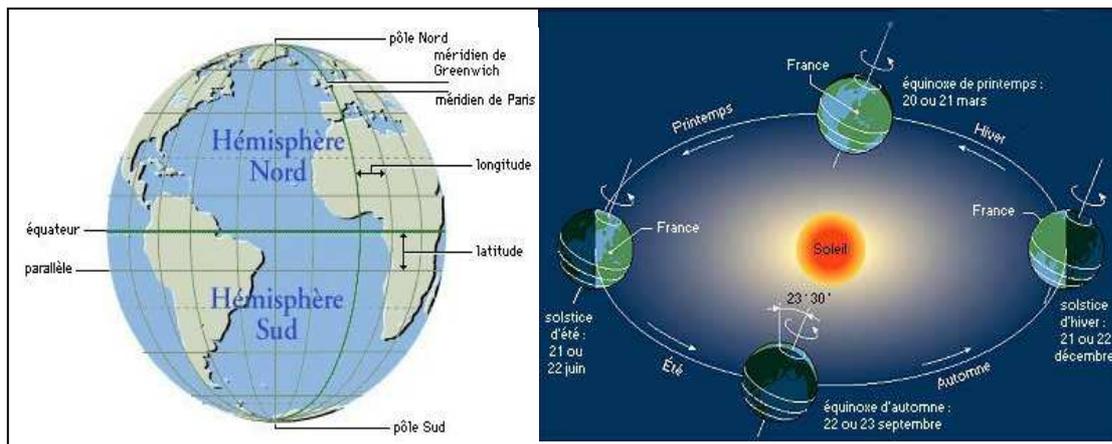


Figure 1: méridiens et parallèles / Révolution de la terre

2°) FACTEURS GÉOGRAPHIQUES

Ce sont des facteurs qui modifient le climat.

-**au plan physique** : les éléments naturels comme le relief, les océans, les mers, les lacs et autres étangs d'eau exercent leur influence sur le climat local. Il en est de même des sols et de la végétation qui influencent le climat local.

-**au plan humain** : l'homme exerce son influence sur le climat de plusieurs manières. Il apparaît donc comme un important facteur dans le processus climatique. Par exemple, *l'urbanisation* et son corollaire agit fortement sur le climat local. Avec elle, plusieurs autres activités anthropiques comme l'industrialisation et l'agriculture agissent sur le climat. Elles sont sources de *pollution* dont l'homme est l'acteur principal.

III/ L'ATMOSPHERE TERRESTRE

L'atmosphère de la terre est l'épaisse couche gazeuse qui entoure la planète terre. Elle a une épaisseur de 1500 km. Elle s'étend de la terre jusqu'en milieu interplanétaire. C'est-à-dire au lieu où commence une autre planète. En-dessous, on distingue d'autres sphères comme l'hydrosphère, la biosphère, la lithosphère, la pédosphère, la chistosphère, etc. Le soleil et la terre alimentent l'atmosphère en énergie. Elle a un rôle de régulateur thermique. C'est donc un bouclier protecteur. C'est elle qui rend possible la vie sur terre.

L'atmosphère a une composition chimique. Elle est structurée et elle est dynamique dans l'espace et le temps.



Figure 2: Image Météostat de l'Atmosphère terrestre

1°) LA COMPOSITION CHIMIQUE DE L'ATMOSPHERE TERRESTRE

L'atmosphère de la terre se compose essentiellement de gaz et d'eau.

Les principaux gaz qui la composent sont : l'Azote (N_2 : 78%), l'Oxygène (O_2 : 21%) et les gaz rares (2%). Ces derniers sont les principaux des gaz originels qui n'ont pu rester en abondance dans notre atmosphère. Ce sont entre autres l'Argon (Ar), l'Hydrogène (H_2), le Néon (Ne), l'Hélium (He), l'Ozone (O_3), le Krypton (Kr), (NH_3), le Xénon (Xe). Parmi eux, certains sont dits gaz polluants. On note le gaz carbonique (CO_2), le Méthane (CH_4), l'Ammoniac, les oxydes d'Azote (N_2O , NO, NO_2), le dioxyde de Soufre (SO_2), les chlorofluorocarbures (CFC), etc. Toutefois l'eau (H_2O) est restée en abondance dans l'atmosphère.

Cette composition de l'atmosphère revêt une importance capitale pour la vie sur terre. Par exemple, l'eau (H₂O) et le gaz carbonique (CO₂) assurent la stabilité thermique de l'atmosphère. Pas de chaleur exagérée grâce à l'eau et pas non plus de froid excessif grâce au CO₂. L'azote quant à lui est fixé par les bactéries et transformé en protéines que les êtres vivants utilisent. L'ozone nous protège des radiations ultra-violettes grâce à sa concentration dans la stratosphère (20-30 km). Les rayons ultra-violet du soleil qui nous parviennent sont donc ceux filtrés par les absorptions. C'est donc grâce aux constituants de l'atmosphère que la vie est possible sur la terre.

2°) LA STRUCTURE DE L'ATMOSPHERE TERRESTRE

L'atmosphère n'est pas un assemblage d'éléments disparates dans l'univers. Elle répond bien à une organisation dans l'espace. Du sol vers l'altitude, on trouve respectivement la troposphère, la stratosphère, la mésosphère et la thermosphère.

-la **Troposphère** : elle part du sol jusqu'à sa frontière supérieure, c'est-à-dire la tropopause. La troposphère est la couche de l'atmosphère la plus agitée. Elle loge toutes les conditions climatiques (végétaux, substrats, aérosols, etc.). Elle regroupe à elle seule, les 75% de l'air disponible et les 100% de l'eau de l'atmosphère. C'est également la couche des hydrométéores (vapeur d'eau, océans, retenues d'eau,...). La troposphère est très mouvante. Son altitude est variable selon les latitudes. Ainsi :

-aux pôles (hautes latitudes), la tropopause se situe entre 6 et 12 km d'altitude.

-aux moyennes latitudes, entre 12 et 15 km d'altitude.

-à l'équateur (basses latitudes), elle se situe entre 15 et 18 km.

Dans la Troposphère, les températures baissent avec l'altitude en moyenne de 0,65°C/100 m d'élévation. Par exemple ; aux pôles, la température dans la troposphère varie entre -35 et -45°C. A l'équateur, cette température varie entre 75 et 35°C.

La troposphère comporte deux sous-couches :

-la couche géographique ou péplos (0-3km). C'est la couche turbulente ou couche sale.

-la couche libre (au-delà de 3km). C'est la couche où les vents sont réguliers et moins turbulents.

La Troposphère est séparée de la stratosphère par la *Tropopause*.

-la **Stratosphère** : elle est au-dessus de la tropopause. Elle culmine généralement autour de 50 km du sol. Contrairement à la troposphère, la température y croît de bas en haut jusqu'à la *stratopause*, sa limite supérieure. Elle échappe aux substrats et végétaux. C'est le siège de

vents très rapides. Dans la stratosphère, se loge l’ozone. Il y a une forte concentration de température à cause de la couche d’ozone qui absorbe les rayons ultra-violet du soleil.

-la **Mésosphère** : on la situe globalement autour de 80 km d’altitude. La température recommence à baisser selon l’altitude. Cela s’explique par la disparition progressive de l’ozone. La mésosphère se retrouve donc avec une température très basse (environ -90°C) au niveau de la *mésopause* qui la termine.

-la **Thermosphère** : au-delà de la mésopause, la thermosphère culmine à plus de 100 km d’altitude. Ici, il n’y a plus d’attraction terrestre possible. Les 99,99% de la masse atmosphérique sont en-dessous d’elle. Elle comporte deux sous-couches : ce sont *l’exosphère* (couche inférieure) et *l’ionosphère* (couche supérieure). Dans la thermosphère, il y a une absence systématique de phénomène météorologique. La température s’accroît selon l’altitude et peut dépasser 100°C .

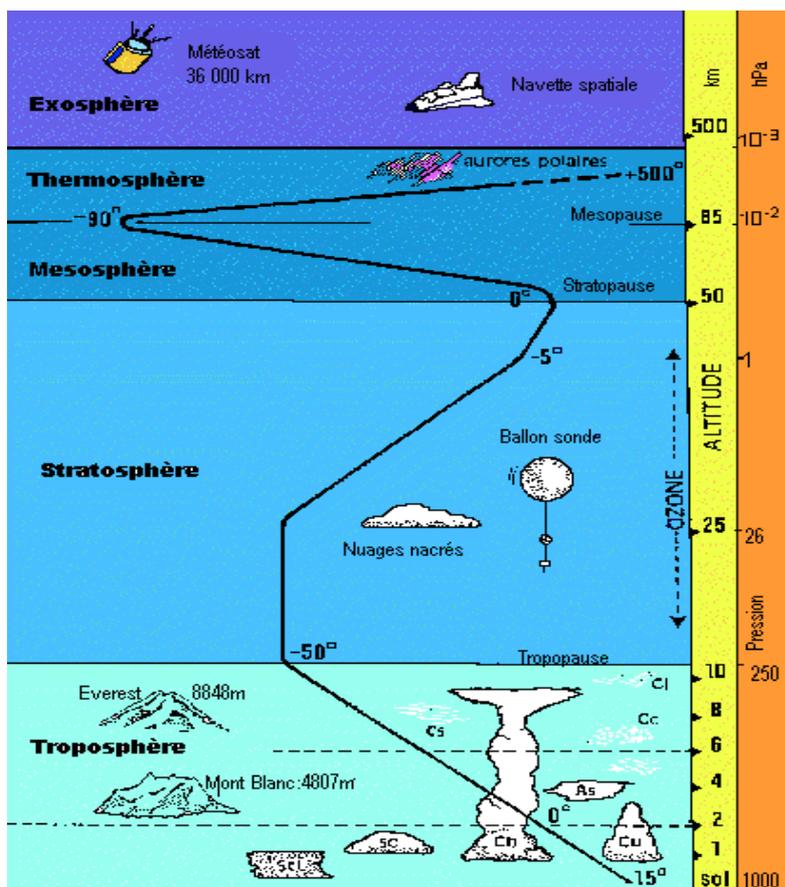


Figure 3: Coupe de l'Atmosphère terrestre

3°) LA DYNAMIQUE DE L'ATMOSPHERE TERRESTRE

L'atmosphère n'est pas une sphère immobile. Elle est dynamique. La circulation atmosphérique obéit à un schéma. A la surface du globe terrestre, il existe des ceintures de pressions. Ces ceintures sont de deux principales catégories : les ceintures de **Hautes Pressions** et les ceintures de **Basses Pressions**. Les premières sont des centres de *convergences* ou de départ et les secondes, les centres de *divergences* ou d'arrivée. On a ainsi plusieurs ceintures à la surface du globe terrestre:

- les ceintures de Hautes Pressions Polaires et Tropicales
- les ceintures de Basses Pressions Subpolaires et Equatoriales.

Les éléments de la migration sont les **masses d'air**. On rappelle que la masse d'air est une vaste cellule atmosphérique approximativement homogène dans sa composition et dans un sens horizontal. Lorsque la cellule d'air se modifie et se déplace, elle prend le nom de **flux** ou **vent** suivant l'origine des masses d'air. Quand la masse d'air stagne sur une région géographique uniforme (Sahara, océan tropical, glaces arctiques,...), elle acquiert certaines propriétés et adopte une structure verticale de température et d'humidité en rapport avec cette région. C'est pourquoi, on peut distinguer un air polaire, tropical, un air équatorial, ... De passage sur une surface chaude, la masse d'air se réchauffe à la base et devient instable. Par contre sur une surface relativement froide, elle se refroidit et se stabilise. Ainsi un air de pression supérieure à 1015 mb= Haute pression / un air de pression inférieure à 1015 mb= Basse pression.

Les vents se déplacent dans les trois dimensions qui sont l'altitude, la latitude et la longitude. La vitesse du vent s'accroît avec la différence de pression.

Sur la planète terre, on rencontre plusieurs types de vents : ce sont les vents d'Est aux pôles et les vents d'Ouest dans les régions tempérées. Entre les tropiques, on a des vents Nord/Est (les Alizés) et Sud/Ouest (la mousson). Ces flux ont toujours une direction NE/SO et SO/NE.

Au niveau de la basse atmosphère (troposphère), la couche d'air est très mobile et elle prend les caractères du substrat traversé. On assiste ainsi à plusieurs mouvements :

Les fronts sont des zones de rencontre des flux de nature différente. A la surface de la terre, on distingue trois principaux fronts :

- le front arctique : il se situe entre la masse d'air arctique et la masse d'air polaire.

-le front polaire : ce front sépare la masse d'air polaire et la masse d'air tropicale.

-le front intertropical : c'est le contact entre la masse d'air tropicale (alizé) et la masse d'air équatoriale (mousson).

Les **cellules anticycloniques** sont de vastes zones de hautes pressions atmosphériques caractérisées par la rareté des pluies. Généralement, ce sont des centres d'action qui pompent des vents des Hautes pressions vers les autres régions : -l'anticyclone subtropical, l'anticyclone polaire, etc. Certaines cellules anticycloniques sont permanentes. Exemple : l'anticyclone des Açores(dans l'Atlantique nord), de Sainte-Hélène (dans l'hémisphère sud), l'anticyclone mobile Polaire, etc.

IV/ TYPES DE CLIMATS A LA SURFACE DE LA TERRE

Sur Terre les climats sont classifiés suivant différents paramètres (l'humidité, la température, l'ensoleillement, la vitesse du vent...). Ces paramètres varient suivant la géographie ; donc l'altitude, la latitude, les océans aux alentours,... influencent le climat.

1-CLIMAT POLAIRE

Le climat polaire est situé aux hautes latitudes.

On distingue deux types de climat polaires :

Le climat polaire des calottes glaciaires est caractérisé par des températures froides toute l'année qui descendent très basses en hivers et sont toujours au-dessous de -40 °C lors de cette saison. Les vents soufflent forts et régulièrement. En été, la moyenne des températures est négative. Les précipitations sont faibles et tombent qu'en tempête de neige. Le sol ne dégèle jamais et rien n'y pousse.

La toundra est un climat qu'on trouve à la frontière de la calotte glaciaire dans l'hémisphère Nord. Les hivers sont longs et froids, avec une moyenne de la température d'environ -28 °C et avec un vent souvent violent (blizzard). Les étés sont courts et frais.

2-LE CLIMAT TEMPERE

Le climat tempéré est située entre les parallèles 30° et 50° de latitude dans l'hémisphère Nord et Sud et il est caractérisé par deux grandes saisons, la saison froide (hiver) et la saison chaude (été).

On distingue plusieurs types de climats tempérés :

Le climat océanique est caractéristique des côtes occidentales des continents (Nord-Ouest des États-Unis, les îles britanniques, sur la façade atlantique de la France, autour de la mer du Nord et de la Manche, sur le littoral atlantique Nord- Ouest du Maroc). Le climat est influencé par la proximité des océans qui se trouvent à l'Ouest du continent. Il donne des étés frais et des hivers doux et humides.

Le climat méditerranéen est caractérisé par des étés chauds et secs, des hivers doux et humides puis des pluies violentes au printemps et en automne. On trouve ce climat autour de la mer Méditerranée, mais d'autres régions sur Terre possèdent les mêmes conditions climatiques comme les zones côtières de la Californie, de l'Afrique du Sud et des régions du Sud de l'Australie.

Le climat continental est situé aux latitudes moyennes dans les zones situées loin des côtes. On distingue deux types de climat continental :

-le climat continental humide est caractérisé par des étés bien chauds et des hivers bien froids. Les écarts saisonniers des températures sont importants, ces écarts sont compris entre 15 et 22 °C mais peuvent monter jusqu'à 33 °C. Plus la zone est éloignée des océans, plus cette variation des températures entre l'été et l'hiver est importante.

-le climat subarctique est caractérisé par des étés doux où les températures peuvent tout de même excéder 30°C mais cette saison est courte et les hivers bien rigoureux où les températures peuvent chuter jusqu'à -40°C. Ce climat se retrouve entre 50° à 70° Nord une grande partie de l'Asie et dans le Nord de l'Amérique du Nord.

3-LE CLIMAT TROPICAL

Le climat tropical est un climat qu'on retrouve entre le tropique du Cancer et du Capricorne donc entre 25° de latitude Sud et Nord. Tout le long de l'année, la moyenne de la température mensuelle ne descend pas au-dessous des 18°C. On distingue généralement trois types de climats tropicaux :

-Les climats tropicaux secs ou arides sont caractérisés par une très grande stabilité de l'atmosphère qui fait que les précipitations sont très faibles voir absentes. On distingue deux sous-ensembles de climats secs :

Le climat aride est caractéristique des régions désertiques comme le Sahara, le désert d'Australie, la péninsule d'Arabie... Toute l'année les températures sont élevées le jour mais assez basses la nuit, avec parfois des gelées, donnant des écarts thermiques très importants entre le jour et la nuit (entre 20 et 30° C voir parfois supérieurs à 50° C). La pluviométrie étant plus faible que l'évaporation dans l'année.

Le climat semi-aride ou climat de steppe est caractérisé par une saison sèche la majeure partie de l'année et par une courte saison humide. Les précipitations sont faibles. Ces précipitations sont réparties inégalement dans l'année.

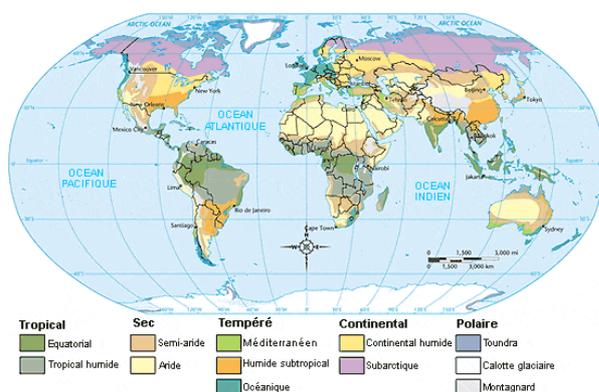
-Le climat tropical humide qui est caractérisé par deux saisons.

La saison humide avec de hautes températures et de très fortes précipitations (mousson) mais avec un volume qui diminue quand on s'éloigne de l'équateur. La saison sèche s'allonge avec des températures plus élevées et des précipitations qui diminuent quand on s'éloigne de l'équateur (7 à 10 mois).

-Le climat équatorial qui est caractérisé par une quatre saisons avec des précipitations fréquentes et importantes dont les maximums d'intensité ont lieu aux équinoxes (mars et septembre). Les températures sont chaudes dont une moyenne d'environ 27°C.

4-LE CLIMAT MONTAGNARD

Le climat montagnard dépend des régions montagneuses. Les températures, la pression atmosphérique et la densité de l'air diminuent avec l'altitude (environ 0,5°C à 1°C tous les 100m). Les hivers sont froids et les étés sont frais et humides. Les précipitations sont plus importantes suivant l'altitude.



CHAPITRE 2 : ELEMENTS D'HYDROLOGIE

L'hydrologie est l'étude des propriétés physiques, chimiques et mécaniques des eaux. Elle intègre par conséquent l'hydrographie qui, elle, apparaît comme l'étude des eaux douces et des eaux marines (étude des ruissellements, cours d'eau, étangs, lacs, mers et océans), selon le dictionnaire de la géographie, ellipses, 2005.

La présente étude s'attèle à la description des ressources hydrologiques sur terre, le cycle de l'eau et évoque la problématique de l'eau à la surface du globe.

I/ L'EAU A LA SURFACE DU GLOBE TERRESTRE

1°) Situation de l'eau sur terre

Durant le déroulement du cycle de l'eau, elle peut connaître successivement trois états : solide, liquide et gazeux. Les changements d'états se passent dans des milieux différenciés qui constituent des réservoirs et plusieurs phénomènes servent de phénomènes de transport.

Les états, les situations et les phénomènes de transports peuvent se résumer de la façon suivante :

Etat	Réservoirs, stocks	Phénomène de transport
vapeur	humidité atmosphérique	évaporation et transpiration
liquide	océans, mers, lacs, fleuves, nappes, etc.	cours d'eau, précipitation, écoulement souterrains
solide	glaciers, manteaux, neigeux, calottes glacières	Neige, grêle, écoulement des glaciers

Le passage de l'eau d'un état à l'autre se fait toujours par l'absorption d'énergie ou par libération d'énergie.

2°) Etat de l'eau sur terre

Etat initial	Etat final	Phénomène	Energie
liquide	vapeur	évaporation	absorption
vapeur	liquide	condensation	libération
solide	vapeur	sublimation	absorption
vapeur	solide	crystallisation	libération
solide	liquide	fusion	absorption
liquide	solide	solidification	libération

Les états et les situations mettent en jeu des volumes considérables qui correspondent aux quantités suivantes.

II/ CYCLE DE L'EAU

C'est l'ensemble des acheminements, des voies que peut prendre une particule d'eau.

A cours de ces mouvements, du fait de l'action des forces antagonistes que sont la pesanteur de la terre, la tension capillaire du sol et le pouvoir évaporant de l'atmosphère, l'eau emprunte diverses voies plus ou moins directes. Ces mouvements se font à des vitesses variables avec passage d'un état à l'autre en mettant en jeu des volumes d'eau considérables.

C'est à partir du 17^e siècle que les hommes ont pris conscience de l'existence du cycle de l'eau et que l'hydrologie a pu se constituer en tant que science.

L'essentiel du volume de l'eau étant dans les océans, ceux-ci sont donc à la fois le point de départ et le point d'arrivée de la circulation de l'eau. Elle emprunte un chemin donc un immuable. Très schématiquement, tout part des océans et tout y retourne, à peu près.

Quatre grandes étapes sont à observer. Ce sont dans l'ordre : l'évaporation, la condensation, la précipitation et l'écoulement

1°) l'évaporation

Le rayonnement solaire sur les masses océaniques provoque une **évaporation** intense qui est à l'origine des nuages. Cette transformation physique majeure porte sur environ 500.000 km³ d'eau qui passe chaque année des océans à l'atmosphère. Mais il peut y avoir de l'évaporation au-dessus des continents : l'essentiel se faisant par **évapotranspiration** à partir des végétaux.

2°) le transport

Ces immenses réservoirs de vapeur d'eau arrivent sur les terres émergées, poussées par les vents. Les chutes de température ou l'apparition d'un relief obligeant le flux à monter en altitude. Là, l'eau vapeur retourne à son état liquide par condensation.

3°) la précipitation

Pour que la condensation se produise, il faut que :

- la masse d'air soit saturée en humidité ;
- la masse d'air se refroidisse, condition nécessaire au changement d'état.

Pour que le refroidissement ait lieu, il faut que l'air s'élève en altitude.

La condensation va ainsi provoquer l'agglomération des microgouttelettes en gouttes de pluie ou en cristaux de glace qui, sous l'effet de la pesanteur, finissent par tomber (pluie, neige ou grêle).

4°) l'écoulement

L'eau ruisselle sur le sol, rejoint des cours d'eau qui, dans la plupart des cas, terminent leur course dans la mer. **Le cycle court** de l'eau est alors achevé.

Cependant, une partie de l'eau qui atteint le sol peut connaître d'autres sorts : si l'eau tombe sur un sol chaud, elle peut se vaporiser instantanément; une autre partie de cette eau peut s'infiltrer dans le sol et, soit resurgir dans une source, soit aller alimenter une nappe profonde où elle sera stockée pour longtemps : c'est **le cycle long** de l'eau.

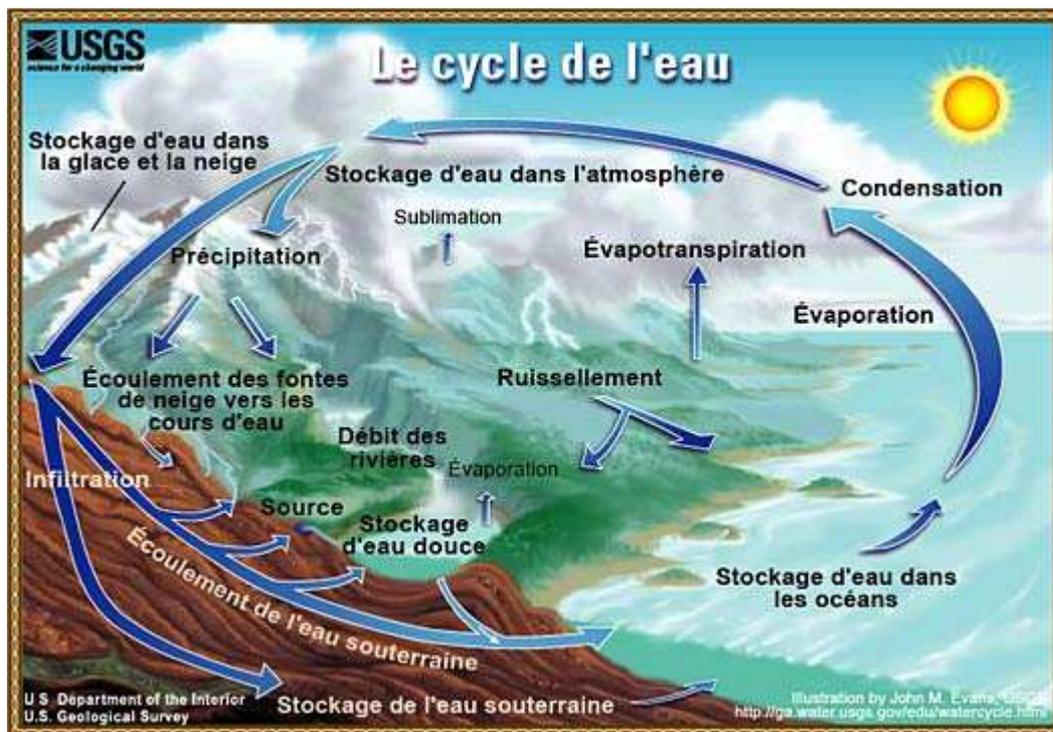


Figure 4: Cycle de l'eau

III/ MAUVAISE REPARTITION DE L'EAU SUR TERRE

1°) Mauvaise répartition des volumes d'eau sur terre

Les volumes d'eau sur la planète correspondent aux quantités suivantes. L'eau occupe une superficie d'environ 70% de la superficie de la planète terre. La planète terre représente une superficie d'environ 510.10^6 km^2 . Les terres émergées ont 146.10^6 km^2 donc $\frac{1}{4}$ de la planète et les $\frac{3}{4}$ restantes pour les océans et les mers, c'est-à-dire pour l'eau.

Domaine planétaire	Sous-domaine planétaire	Volume (1000 km ³)	Pourcentage (%) du volume
Atmosphère		13	0,001
Hydrosphère	-glaciers, glaces polaires	29.200	2,5
	-eaux continentales douces	126,25	0,0095
	-eaux continentales salées	104	0,008
	-océans	1.323.000	97,2
Biosphère		50	0,004
Lithosphère	humidité du sol	67	0,005
	eaux souterraines 800 m	4170	0,31
	eaux souterraines 800-4000 m	4170	0,31

2°) Mauvaise répartition géographique de l'eau sur terre

L'eau est une ressource étroitement dépendante de la géographie. Quelques kilomètres suffisent parfois pour passer de l'abondance à la pénurie. Du fait de la mauvaise distribution de la pluviométrie et des réservoirs d'eau à la surface du globe, sa consommation est par conséquent inégale d'une latitude à une autre. Ainsi un Européen consomme 70 fois plus qu'un Africain au Sud du Sahara, et un habitant des USA, près de 300 fois plus. Le phénomène de la raréfaction de l'eau est surtout crucial pour les pays en voie de développement qui ont une forte croissance démographique et qui, se situent, pour beaucoup d'entre eux, dans des régions arides ou semi-arides. Par ailleurs, ce sont les techniques ou moyens de captage d'eau potable qui restent faibles dans ces pays.

Exemple : tandis que le Moyen-Orient, le nord du continent africain et l'Asie centrale disposent de ressources extrêmement faibles, neuf pays se partagent près de 60% des ressources naturelles renouvelables d'eau douces du monde. La pénurie d'eau touche aujourd'hui 250 millions de personnes dans 26 pays. En 2025, elle concernera 3 milliards d'individus dans une trentaine de pays (FAO, 2010).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

I-Ouvrages

Chauveau L., 2007. Petit atlas des risques écologiques. Larousse, France, 128 p.

Dumolard P., Dubus N., Charleux L., 2003. Les statistiques en Géographie/ cours. Documents. Entraînements, Belin, Paris, 263p.

Dupont Y., 2004. Dictionnaire des risques. Armand Colin, France, 421p.

Durand B., 2007. Energie et Environnement / Les risques et les enjeux d'une crise annoncée. EDF sciences, France, 319p.

Eldin M., 1971. Le milieu naturel de Côte d'Ivoire. Collection Mémoires, n°50 ORSTOM, Paris, pp.73-108.

Escourou G., 1978. Climatologie pratique. Masson, Paris, 172p.

Estienne P., Godard A., 1970. Climatologie. Armand Colin, Paris, 368p.

Foucault A., 1993. Climat. Fayard, France, 328p.

Fellous J.L., Gauthier C., 2007. Comprendre le changement climatique. Odile Jacob sciences, France, 297p.

Guyot G., 1999. Climatologie de l'environnement. DUNOD, Paris, 525p.

Haudecoeur B., 1972. Relation entre l'hydroclimat côtier et le climat en Côte d'Ivoire. ORSTOM, 13p.

Hufty A., 2005. Introduction à la Climatologie. Deboeck, Québec, Canada, 542p.

Jouzel J., Debroise A., 2007. Le Climat : jeu dangereux. DUNOD, Paris, 220p.

Kamto M., 1996. Droit de l'Environnement en Afrique. EDICEF/AUPELF, France, 415p.

Keiling J, Martin M, Casalis J., 1968. Rôle de la Climatologie et la Météorologie dans la protection des cultures in Encyclopédie agricole permanente. Techniques, Paris, Tome I, pp.359-360p., 2190p.

Labeyrie J., 1985. L'homme et le Climat. Denoël, Paris, 342p.

Lavauden, 1927. Les forêts du Sahara. Paris, 203p.

Leroux M.,1983. Le climat de l'Afrique tropicale. Paris, Genève, Ed. M. Champion, Tom. 1 et 2, 633p. + Atlas.

Leroux M., 1988. La variabilité des précipitations en Afrique occidentale : les composantes aérologiques du problème. In Veille Climatique Satellitaire n°22, mai 1988.

Leroux M., 1995. « La dynamique de la Grande sécheresse sahélienne ». Revue de Géographie de Lyon, 70, 3-4 : pp.223-232.

Leboeuf P., Marchal E., Amon Tchothias J.B., 1993. Environnement et ressources aquatiques de Côte d'Ivoire. Tome I, ORSTOM, 189 p.

Meunier F., 2005. Domesticquer l'effet de serre/ Energies et développement durable. Denod, Paris, 171p.

Pagney P., 1986. Etudes de Climatologie tropicale. Masson, paris, 206 p.

Paturel J.E., Servat E., Delattre M.O., 1998. Analyse de séries pluviométriques de longues durées en Afrique de l'ouest et centrale non sahélienne dans un contexte de variabilité climatique. Journal des Sciences Hydrologiques, 43 (6).

Pédelaborde P., 1991. Introduction à l'étude scientifique du climat. SEDES, France, 350p.

PNUE, 2002. L'Avenir de l'Environnement en Afrique/ le passé, le présent et les perspectives d'avenir. AERO, Nairobi-Kenya, 421p.

Vaillancourt J.G., 1995. " Sauver la planète. Les enjeux sociaux de l'environnement", Ellipses, Paris, 225p.

Veyret Y., 2007. Dictionnaire de l'Environnement. Armand Colin, France, 403p.

Vigneau J-P., 2007. « Géoclimatologie ». Ellipses, Paris, 334p.

Reyniers F-Noël, Netoyo L., 1994. « Bilan hydrique agricole et sécheresse en Afrique tropicale ». John LaberyEurotext, Paris, 415p.

Saugout N, Ichbiah D., 2007. Sauver la Terre/ 365 gestes verts au quotidien. l'Archipel, Malaisie, 428p.

Servat E., Paturel J.E., Lubès-Niel H., Kouamé B., Masson J.M., Travaglio M., Marieu B., 1999. De différents aspects de la variabilité de la pluviométrie en Afrique de l'ouest et centrale. Revue des Sciences de l'eau, vol. 12, n°2.

Sighomnou D., 2004. Analyse et redéfinition des régimes climatiques et Hydrologiques du Cameroun : perspectives d'évolution des ressources en eau. thèse Doctorat d'Etat, Université de Yaoundé.

Syfia International, 2008. Environnement/ Les bons " plants" des Africains, Publibook, France, 135p.

Tabeaud M., 2002. « Synthèse » : la climatologie générale. Armand Colin, Paris, 96p.

Köppen W., 1918. Classification climatique de type empirique. Paris, 324p.

Wakermann G., 2005. Dictionnaire de la Géographie. Ellipses, Paris, 512p.

II- SITES INTERNETS

WWW.GOOGLE.FR: Lancement des recherches diverses.

WWW.FAO.ORG: "Archives des documents FAO, 2001/Département forêt- Côte d'Ivoire".

WWW.ABIDJAN.NET: Informations géographiques de la Côte d'Ivoire.

WWW.DW.IWNI.ORG/IDIS-DP/HOME.ASPX: Les données climatiques des stations d'observations de Côte d'Ivoire.