



Informations sur le changement climatique

Projet Adaptation au Changement Climatique et Stabilisation des bases de vie de la population dans le Sud-ouest de la Côte d'Ivoire (PACCS)

SOMMAIRE

1) Le climat

Le Soleil, la lune, la pluie et le vent rythment tous les jours la vie des hommes sur Terre. Le temps change, le climat change, mais quelle est la différence entre temps et climat ? Comment s'expliquent les différences du climat à chaque endroit de la Terre ? Et qu'est-ce que c'est au juste, le climat ?

2) Changement climatique

Tout le monde parle aujourd'hui du changement climatique. Mais qu'est-ce qui change exactement dans le climat ? Et pourquoi y a-t-il des changements ? Est-ce que ces changements sont-ils naturels ? Ou est-ce que les activités humaines jouent-elles un rôle dans ces changements ?

3) Impacts du réchauffement global

La température moyenne de la Terre ne cesse d'augmenter depuis quelques décennies. L'influence exacte de cette hausse sur les phénomènes sur Terre est très complexe et difficile à saisir, certes, mais quels effets sont probablement liés au réchauffement global ? Quels impacts peut-il avoir sur l'environnement et sur les processus météorologiques ? Et comment vont réagir les écosystèmes au réchauffement ?

4) Le climat en Côte d'Ivoire

Chaque endroit sur Terre a son climat spécifique. Quel climat y a-t-il dans les différentes régions de la Côte d'Ivoire ? Comment peut-on expliquer la présence des saisons en général et de la harmattan en particulier ? Est-ce qu'il y a des signes de changements du climat en Côte d'Ivoire ? Et quelles sont les conséquences de ces changements ?

5) Adaptation et Mitigation

Grâce aux nombreuses preuves scientifiques, il est de nos jours incontestable que le réchauffement global a des énormes influences sur les pratiques humaines et que ces impacts se renforceront encore dans les décennies à venir. Mais comment répondre à ces changements ? Comment peut-on diminuer le réchauffement et gérer les conséquences ? Et quelles sont les politiques internationales qui abordent ce sujet ?

6) L'eau et la pluie

L'eau c'est la vie. Sans l'eau, rien ne se développe sur Terre. Les hommes ont besoin de la pluie et une pénurie d'eau frappe leurs activités agricoles et toute la biosphère. Mais comment la pluie se forme ? Et d'où vient toute cette eau qui nous enrichit en forme de pluie ?

7) La forêt

Quand on parle de la diminution de pluie, la déforestation est fréquemment mentionnée. Mais pourquoi parle-t-on de la forêt si on s'intéresse à la pluie ? Quel est son impact sur le climat ? Pourquoi la forêt est-elle importante au niveau global ? Et quelles sont les conséquences de la déforestation ?

8) Glossaire sur le changement climatique

9) Bibliographie

1. LE CLIMAT

Le Soleil, la lune, la pluie et le vent rythment tous les jours la vie des hommes sur Terre. Le temps change, le climat change, mais quelle est la différence entre temps et climat ? Comment s'expliquent les différences de climat à chaque endroit de la Terre ? Et qu'est-ce que c'est au juste, le climat ?

Différence entre temps et climat

La Terre est entourée par des gaz comme l'azote (N₂), l'**oxygène** (O₂) et aussi d'autres gaz de petite quantité comme l'argon (Ar) et le **dioxyde de carbone** (CO₂). Ces gaz forment ce qui est appelé l'**atmosphère**. Les propriétés de l'atmosphère comme la température, le vent, les pluies et l'**humidité de l'air** changent à tout moment et à tout endroit. C'est cet état instable et tous les jours et tous les ans différents qui est décrit par le **temps**.

Contrairement à cet état quotidien, le **climat** décrit le temps moyen durant une longue période, normalement 30 ans. Le climat ne peut donc pas être perçu directement par nous, mais ce sont des ordinateurs qui calculent les propriétés du climat à l'aide des statistiques et des mesures sur plusieurs années. Une période avec peu de pluie par exemple correspond à la variabilité naturelle du temps et n'exprime pas forcément un changement du climat. C'est seulement si les mesures sur plusieurs années montrent une diminution de pluie qu'on peut parler d'un changement climatique.

Le temps décrit l'état dans l'atmosphère de tous les jours tandis que le climat est la moyenne du temps à long terme

On peut résumer, selon un dicton anglais : « le climat c'est ce qu'on attend, le temps c'est ce qu'on reçoit ».

Fonctionnement du système climatique sur Terre

Le climat sur Terre est basé sur un système complexe, déterminé par des interactions entre l'atmosphère, la **biosphère** et l'océan. Le moteur de tout ce système est le Soleil. C'est grâce à l'énergie fournie par le Soleil que les phénomènes météorologiques de tous les jours se mettent en place : l'eau s'évapore pour former des nuages et la pluie (Chapitre 6), et l'air se met en mouvement (vent) pour amener les nuages ailleurs.

Le rayonnement du Soleil est partiellement reflété et filtré par l'atmosphère. Les rayons qui pénètrent l'atmosphère réchauffent la Terre

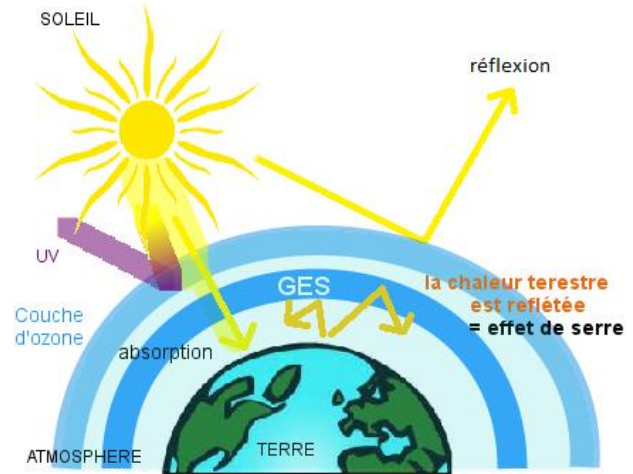


Figure 1 Le bilan énergétique sur Terre : une partie du rayonnement solaire est réfléchi par l'atmosphère, une autre partie est filtrée par la couche d'ozone et pénètre l'atmosphère. Cette partie est absorbée par la Terre et la réchauffe. La chaleur émise par la Terre est rejetée après par les gaz à effet de serre (GES) et captée dans l'atmosphère (effet de serre).

C'est aussi le Soleil qui nous permet de vivre sur Terre en élevant la température sur Terre à un niveau convenable pour l'homme.

En ce qui concerne le **rayonnement solaire**, une partie est réfléchi par l'atmosphère avant qu'il puisse y entrer (voir **réflexion** Figure 1). Une autre partie – filtrée par la couche d'ozone pour éliminer les rayons ultraviolet (UV), dangereux pour les êtres vivants – pénètre l'atmosphère et atteint directement la surface de la Terre pour la réchauffer (**absorption**). La Terre restitue cette chaleur vers l'univers sous forme de chaleur (**rayonnement infrarouge**). Une partie de cette chaleur est captée par les nuages et des gaz différents, ce qui fait que la chaleur ne peut pas s'échapper totalement dans l'univers. Ce processus est appelé **effet de serre**.

L'effet de serre

L'effet de serre est le processus qui enferme la chaleur terrestre dans l'atmosphère. Il s'agit d'un phénomène naturel qui est nécessaire pour maintenir une température conforme sur Terre. Sans ce phénomène la température sur Terre serait 30°C plus basse et ne permettrait pas une vie sur Terre. Si ce système naturel est perturbé, cela peut conduire à un changement de température (Chapitre 2).

Le Soleil réchauffe la Terre et celle-ci émet de la chaleur. Une grande partie de cette chaleur reste captée dans l'atmosphère. Ce processus est appelé effet de serre

Les gaz qui sont responsables pour l'effet de serre, qui sont alors capable de capturer la chaleur terrestre dans l'atmosphère, sont appelés *gaz à effet de serre* (GES). Il s'agit surtout des gaz suivants (contribution décroissante, voir Figure 2) : *vapeur d'eau* (H_2O dans les nuages), dioxyde de carbone (CO_2), méthane (CH_4), *oxyde nitreux* (N_2O), hydrocarbures halogénés (p.ex. chlorofluorocarbures (CFC) dans les climatiseurs) et l'*ozone* (O_3).

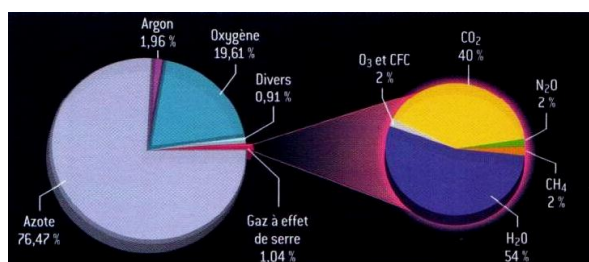


Figure 2 Composition de l'air (à gauche) : Azote, Oxygène, Argon et autres gaz. Les gaz à effet de serre constituent seulement 1,04% de l'air, dont la vapeur d'eau (H_2O), le dioxyde de carbone (CO_2), le méthane (CH_4), l'oxyde nitreux (N_2O), l'ozone (O_3) et les chlorofluorocarbures (CFC).

Source : R. Delmas, 2007, p.45

Différence du climat selon l'endroit sur Terre

La raison principale pour les différents climats sur Terre est le rayonnement solaire dont l'intensité est différente selon l'endroit. Plus l'intensité est élevée, plus le rayonnement réchauffe le sol et plus le climat régional est chaud. Puisque la Terre est une sphère, les régions tropicales reçoivent plus d'énergie solaire que les régions situées à de latitudes plus élevées (voir Figure 3). Aux pôles, l'intensité solaire est si faible qu'il y a de la glace en permanence. A des latitudes moyennes (p.ex. en Europe), le climat change fortement avec les saisons.

Le climat est influencé régionalement par la latitude, l'altitude et la proximité de l'océan mais aussi par les activités humaines dans la région

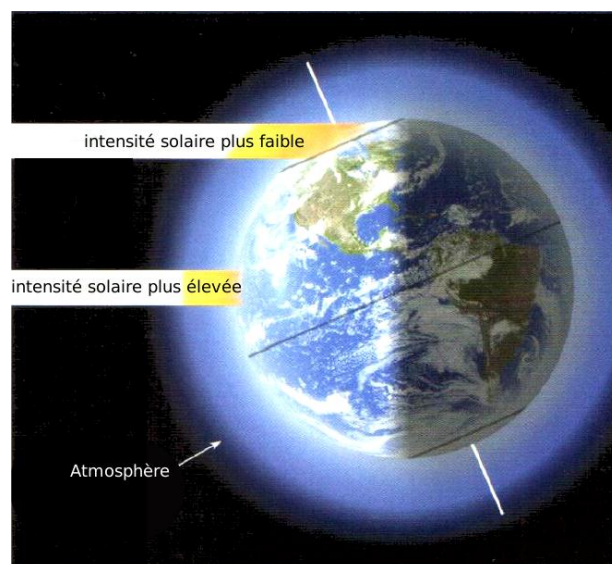


Figure 3 Puisque la Terre est une sphère, l'intensité solaire change selon l'endroit. Aux pôles, l'angle du rayonnement est plus petit, ce qui propage l'énergie sur une plus grande surface. L'intensité est donc moins élevée, de la même façon que le Soleil est moins fort le soir, quand il arrive avec un petit angle, que pendant la journée, lorsqu'il brille avec un angle plus élevé.

Source : Ahrens, 2009, p. 62

Autres facteurs influencent le climat d'une région. Les régions en haute altitude sont toujours plus froides, parce que la température de l'atmosphère baisse avec la hauteur. De plus, la proximité de l'océan a une grande influence sur le climat : des régions côtières sont beaucoup plus humides et influencées par les courants océaniques qui peuvent apporter la chaleur ou la fraîcheur. Au bord des océans, les températures changent moins pendant l'année qu'à l'intérieur du continent où les températures sont très variables selon la saison.

En plus de ces influences naturelles sur le climat d'une région, il existe des aspects humains qui influencent le climat à l'échelle locale. Il s'agit notamment du changement d'affectation de la Terre, de la déforestation et de la pollution aérienne, qui ont une influence sur le climat local en changeant à long terme les profils de précipitation (Chapitre 7).

Plus d'informations sur le climat en Côte d'Ivoire sont à trouver dans chapitre 4 (Le climat en Côte d'Ivoire).

2. Le CHANGEMENT CLIMATIQUE

Tout le monde parle aujourd'hui du changement climatique. Mais qu'est-ce qui change exactement dans le climat? Et pourquoi y a-t-il des changements? Est-ce que ces changements sont-ils naturels? Ou est-ce que les activités humaines jouent-elles un rôle dans ces changements?

Changement naturel du Climat

Tout au long de l'histoire de la Terre, le climat a changé. Il y a trois principaux facteurs qui sont responsables des changements climatiques naturels : (i) le changement de l'intensité du *rayonnement solaire*, (ii) le changement de la réflexion solaire et (iii) le changement de l'*effet de serre* naturel.

Le climat global peut être influencé par l'intensité du rayonnement solaire, par sa réflexion et par le changement de l'effet de serre

i) Si l'intensité du rayonnement solaire change, l'énergie qui atteint la Terre et le réchauffement de la Terre changent aussi. Le Soleil change naturellement son intensité durant une longue période. Un changement de l'*orbite*¹ terrestre peut entraîner un changement de l'intensité solaire, puisque l'angle ou la distance entre la Terre et le Soleil change.

ii) Une forte augmentation de la réflexion du rayonnement solaire diminue les températures sur Terre et vice versa, car l'énergie est moins absorbée par la Terre. La réflexion a lieu au-dessus de l'atmosphère mais aussi à la surface.

En haut de l'atmosphère, il se peut qu'un changement de la composition atmosphérique augmente ou baisse la réflexion du rayonnement. Des minuscules particules dans l'air, appelés *aérosols*, peuvent augmenter la réflexion solaire (voir Figure). Lors d'une grande éruption volcanique par exemple, la quantité d'aérosols dans l'air peut être si élevée que la forte réflexion peut refroidir significativement le climat sur une longue période.

Le volume de rayonnement reflété à la surface de la Terre change si la surface change. La quantité de lumière reflétée par une surface est appelé *albédo*. Les surfaces claires (p.ex. la terre sèche ou une surface enneigée) ont un albédo plus élevé – c'est-à-dire qu'elles reflètent beaucoup et absorbent peu d'énergie – et les surfaces sombres (p.ex. la forêt) ont un albédo plus faible. Durant une glaciation par exemple, la grande surface enneigée fait augmenter l'albédo, n'absorbe pas beaucoup d'énergie et contribue donc à la baisse de température.

iii) Le troisième aspect – le changement de l'effet de serre naturel (Chapitre 1) – est dû à la composition chimique de l'atmosphère qui peut changer avec le temps. La concentration des gaz dans l'atmosphère a toujours variée. Par contre, les *gaz à effet de serre* n'ont dans les derniers millions d'années jamais été si concentrés qu'aujourd'hui (voir Figure pour les derniers 2000 ans). C'est pour cette raison que les phénomènes observés aujourd'hui, notamment le réchauffement global, ne peuvent plus être expliqués avec les changements climatiques

Figure 4 Les petites particules dans l'air – les aérosols – ont une influence sur la réflexion solaire. Les aérosols se forment de façon naturelle (p.ex. éruption volcanique ou poussière par le vent) mais aussi par les activités humaines (poussière et suie).

Source : C. Villeneuve, 2007, p. 35

Changement lié aux activités humaines

Même si le climat a toujours changé, certains des changements observés aujourd'hui ne sont pas habituels. Il est incontestable qu'ils sont dus aux activités humaines, notamment à l'utilisation des combustibles fossiles depuis l'ère industrielle. Cette combustion entraîne une forte augmentation des *GES* et d'aérosols et affecte ainsi le climat en altérant l'équilibre énergétique de la Terre (le *rayonnement solaire* entrant par les *aérosols* et le *rayonnement infrarouge* sortant par les GES). De plus, l'*albédo* peut être modifié par le changement de la couverture du sol comme la déforestation ou la diminution des calottes de glaces à cause du réchauffement, ce qui perturbe également l'équilibre énergétique.

L'utilisation des combustibles fossiles en quantité croissante libère des GES et est par conséquent le moteur principal pour le changement climatique anthropique

¹ L'orbite terrestre est la trajectoire de la Terre autour du Soleil.

Mais l'influence la plus significative sur le climat d'aujourd'hui c'est l'augmentation des GES, car elle a comme conséquence une augmentation globale de la température à cause de l'*effet de serre* additionnel, d'origine *anthropique*. Le *dioxyde de carbone* (CO₂) a beaucoup augmenté à cause de l'utilisation des *combustibles fossiles* dans les transports, le chauffage et la climatisation des bâtiments ainsi que comme source d'énergie principale dans toutes les industries. En outre, les pratiques de la déforestation (p.ex. les feux) dégagent du CO₂ et diminuent son absorption par les plantes (Chapitre 7).

La grande quantité des GES renforce l'effet de serre et contribue ainsi à un réchauffement global

L'effet principal de la forte émission des GES est donc le réchauffement global. Les impacts de ce réchauffement dû à l'émission des GES sur les hommes et les *écosystèmes* sont démontrés dans chapitre 3 (*Impacts du réchauffement global*).

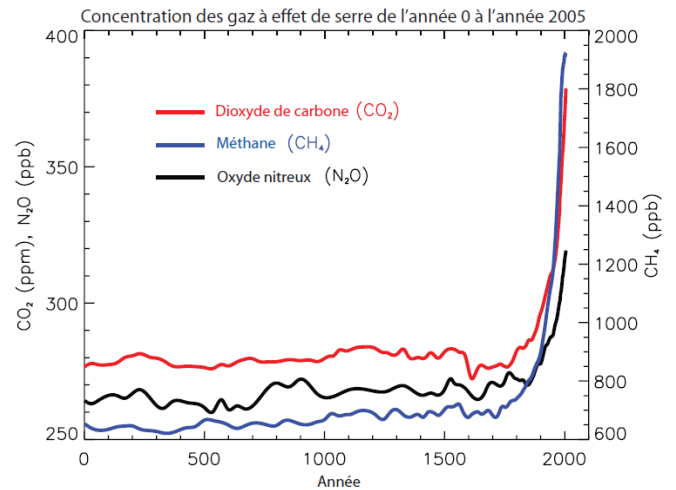
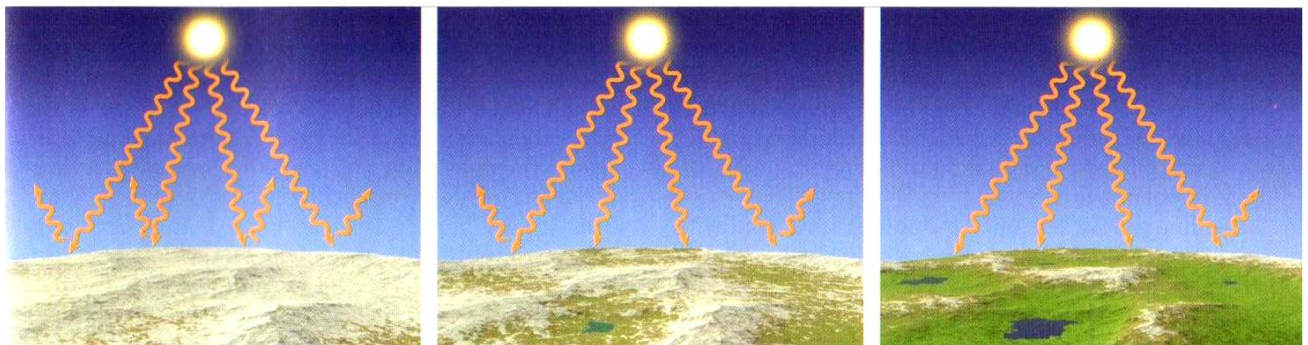


Figure 5 Variations des gaz à effet de serre durant les 2000 ans passés avec une forte augmentation depuis l'ère industrielle (1750).

Source : GIEC, 2007b, p.106

Politiques sur le changement climatique

Les observations du changement climatique et les explications scientifiques ont éveillé la conscience sur l'importance du changement climatique. La communauté internationale s'est rendu compte des impacts énormes du changement climatique sur l'homme et son environnement et a mis en place des organes politiques pour traiter le sujet. Pour plus d'information sur les politiques internationales du changement climatique Chapitre 5 (*Réactions au changement climatique*).



a) surface claire : albédo élevé, peu d'absorption, peu de réchauffement

b) surface plus foncée : albédo plus bas, plus d'absorption, plus de réchauffement

c) surface sombre : albédo faible, absorption élevée, grand réchauffement

Figure 6 Albédo : Plus le sol est sombre, plus le rayonnement est absorbé et moins reflété

3. L'IMPACT DU RECHAUFFEMENT GLOBAL

La température moyenne de la Terre ne cesse d'augmenter depuis quelques décennies. L'influence exacte de cette hausse sur les phénomènes sur Terre est très complexe et difficile à saisir, certes, mais quels effets sont probablement liés au réchauffement global ? Quels impacts peut-il avoir sur l'environnement et sur les processus météorologiques ? Et comment vont réagir les écosystèmes au réchauffement ?

Augmentation des températures

Durant les dernières décennies, une forte augmentation des gaz à effet de serre (*GES*) a été observée (Chapitre 2). En renforçant l'*effet de serre*, cette augmentation a entraîné une hausse de la température moyenne sur Terre. La température moyenne du globe est la moyenne de toutes les températures mesurées partout au monde durant une longue période. Déjà une hausse de cette moyenne d'un demi-degré seulement a des grands impacts sur le climat. Selon le groupe de recherche *GIEC* (Groupe Intergouvernemental d'experts sur l'Evolution du Climat), la température moyenne a augmenté d'environ 0,7°C les 100 ans passés (voir Figure 1). Au regard de la grande quantité d'émissions de GES actuelle il est très probable que la température moyenne va croître encore de quelques degrés lors du prochain siècle, ce qui entraînera de graves conséquences.

La température moyenne sur Terre augmente depuis quelques décennies et continue à s'accroître

Etant donné qu'il s'agisse d'une moyenne, les fortes différences régionales ne sont pas considérées. Pourtant il existe des régions avec un fort réchauffement de même que des régions avec un refroidissement général. Le réchauffement global est un phénomène causé par les activités industrielles (l'émission des *GES*). Il peut être réduit et atténué par des mesures d'*atténuation*.

Le réchauffement global et le niveau de la mer

Une conséquence très visible du réchauffement global est la fonte des glaces aux pôles. A cause de la température élevée, les grands glaciers fondent progressivement, notamment la calotte polaire au pôle Nord (Groenland). L'eau qui était stockée depuis des milliers d'années dans ces glaciers sous forme de glace s'écoule dans la

mer, ce qui fait augmenter le niveau de la mer graduellement. En même temps, le réchauffement de l'océan mène lui-même à une hausse du niveau de la mer, car de l'eau plus chaude se disperse et prend donc plus de place (ce phénomène est appelé *dilatation thermique*).

Les surfaces glacières fondent et le niveau de la mer s'élève

La disparition des glaces et de la neige fait baisser l'*albédo* (baisse de la réflexion solaire) et renforce ainsi le réchauffement, car les surfaces sombres (sol qui était caché sous la neige) absorbent plus d'énergie que les surfaces enneigées.

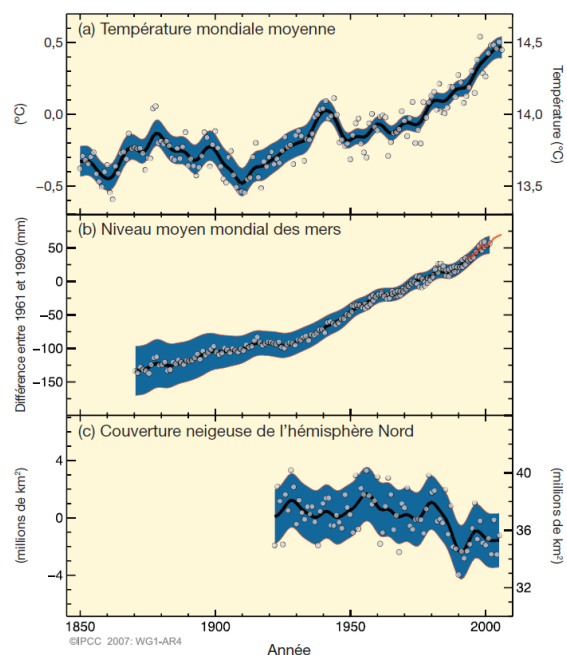


Figure 7 Le changement de la température moyenne, du niveau de la mer et de la couverture neigeuse depuis 1850

Source : GIEC, 2007d, p.6

Même si dans les dernières décennies le niveau de la mer augmentait seulement de quelques centimètres (environ 20 cm depuis 1870, voir Figure 1), on pourrait s'attendre à une augmentation plus forte lors du prochain siècle. Ceci renforce l'érosion côtière et la salinisation des eaux souterraines dans les régions côtières, surtout lorsque la nappe phréatique est fortement exploitée pour l'eau potable. La crue conduit également à une augmentation des inondations.

La hausse du niveau de la mer augmente l'érosion côtière et le risque d'inondations

De larges régions côtières risquent en effet d'être inondées, notamment dans les pays de très basse altitude au-dessus ou même en dessous du niveau de la mer comme le Bangladesh ou les Pays-Bas. Une augmentation d'un mètre par exemple inonderait la moitié du pays de Bangladesh.

Les effets du changement climatique sur le temps

Le réchauffement global peut changer la fréquence et l'intensité des événements extrêmes ainsi que les profils de précipitations. On peut dire que la température élevée de l'atmosphère augmente la formation des nuages et des précipitations, car quand il fait plus chaud, l'évaporation s'accroît et la capacité de l'air à retenir l'eau augmente avec la température (7% de plus pour chaque degré supplémentaire de la température atmosphérique). Les précipitations auront tendance à se concentrer en pluies intenses, entrecoupées de plus longues sécheresses.

A cause du réchauffement global, les pluies deviennent plus fortes mais elles sont souvent succédées par des longues périodes de sécheresse

On ne peut cependant pas parler d'une augmentation générale des pluies, parce que ces pluies seront distribuées différemment à cause d'un changement des vents et de la circulation océanique. Des régions auparavant pluvieuses peuvent facilement devenir des régions beaucoup plus sèches, surtout dans les régions subtropicales comme par exemple au Sahel.

Ce n'est pas seulement le réchauffement global, mais aussi les circonstances régionales qui influencent la pluviométrie, car la formation des nuages dépend fortement des facteurs régionaux, notamment de la présence des forêts (Chapitre 7).

Le réchauffement influence le temps en changeant l'intensité et la fréquence des événements météorologiques extrêmes ainsi que la distribution des pluies

Les changements au niveau global sont divers et à cause de la grande variabilité régionale très difficile à analyser. Les réactions du temps quotidien au réchauffement sont régionalement très différentes. Malgré les grandes différences

régionales, on peut quand même constater des tendances comme l'augmentation des précipitations au nord et la diminution des pluies dans les latitudes moyennes (p.ex. au Sahel). Un regard précis sur les impacts en Côte d'Ivoire est donné dans chapitre 4 (*Le climat en Côte d'Ivoire*).

Le réchauffement et les écosystèmes

L'augmentation de la température a aussi une grande influence sur les **écosystèmes**. Le réchauffement amène une mutation de nombreux écosystèmes, une extinction de certaines espèces et une propagation d'autres espèces. L'arrivée des oiseaux migrateurs peut se décaler à cause d'un changement de l'émergence des plantes ou des insectes dont ils se nourrissent. De nombreux systèmes biologiques changent à cause du réchauffement.



Figure 8 Les récifs de corail réagissent sensiblement à l'augmentation de la température d'eau : les coraux, normalement en pleine couleur, meurent et blanchissent.

Source : http://www.lemonde.fr/planete/article/2013/07/24/bataille-apres-des-bombes-americaines-larguees-sur-la-grande-barriere-de-corail_3453047_3244.html

Les écosystèmes marins sont concernés en particulier. Une faible augmentation de la température des océans peut complètement détruire les récifs de corail (structure sous-marine formé des coraux) en entraînant un **blanchissement des coraux** (voir Figure 2) et peut influencer fortement l'apparition des poissons dans une région. Beaucoup de poissons ne peuvent pas tolérer une augmentation de température. La disparition des poissons à certains endroits a des impacts sur les animaux dépendants de ces poissons ainsi que sur l'alimentation des hommes, consommateurs du poisson.

4. LE CLIMAT EN CÔTE D'IVOIRE

Chaque endroit sur Terre a son climat spécifique. Quel climat y a-t-il dans les différentes régions de la Côte d'Ivoire ? Comment peut-on expliquer la présence des saisons en général et de le harmattan en particulier ? Est-ce qu'il y a des signes de changements du climat en Côte d'Ivoire ? Et quelles sont les conséquences de ces changements ?

Les zones climatiques en Côte d'Ivoire

La Côte d'Ivoire est située à une latitude de fort rayonnement solaire dans la zone intertropicale. Son climat est une transition entre le climat équatorial et le climat tropical avec des caractéristiques différentes au sud, au centre et au nord du pays. Les saisons dans toute la Côte d'Ivoire sont marquées par deux influences principales : une masse d'air équatoriale humide (la *mousson*) de juin à septembre et une masse d'air tropical sec (le *harmattan*) de décembre à février. La mousson est un vent du sud qui transporte de l'air chaud et humide de l'océan atlantique, tandis que le harmattan est un vent du nord qui apporte l'air sec du Sahara. Pour comprendre les origines de ces vents, voir l'encadré au verso.

Le climat en Côte d'Ivoire est une transition entre le climat équatorial et le climat tropical

Tout au long des côtes, le climat subéquatorial humide est caractérisé par des températures situées entre 25°C et 30°C, un taux d'*humidité* élevé (80 à 90%) et des pluies abondantes. Cette zone connaît quatre saisons : une grande saison sèche de décembre à avril, une première saison de pluie de mai à juillet, une petite saison sèche d'août à septembre et une seconde saison de pluie à partir d'octobre.

Le climat tropical humide couvre la zone au centre du pays. Les températures varient plus (entre 20°C et 33°C), l'humidité (de 60 à 70%) et le taux de pluie sont moins élevés. Les quatre saisons débutent environ un mois avant les saisons au long des côtes.

Au nord du pays, avec un climat tropical semi-aride, les températures peuvent varier fortement selon la saison (entre 15°C et 35°C). L'air est plus sec (humidité de 40 à 50%) et la zone est marquée par deux grandes saisons : une saison sèche de novembre à juin et une saison pluvieuse de juillet à octobre.

Les signes de changement de climat

En Côte d'Ivoire, beaucoup de changements météorologiques ont été constatés durant les dernières décennies. Etant donné que le changement a été observé pendant une longue période, il ne s'agit pas des variations naturelles du temps mais d'un changement du climat (Chapitre 1). Le changement le plus perceptible est la diminution, l'irrégularité et la mauvaise répartition des pluies.

Le changement climatique global a des influences sur les pluies en Côte d'Ivoire. Les pluies ont tendance à devenir irrégulière, plus rare en générale mais très fort à certains moments (voir aussi chapitre 3).

Mais ce sont surtout les activités régionales des hommes qui influencent le climat local. En Côte d'Ivoire, selon des études, la diminution des pluies est principalement due au manque d'évaporation à cause de la déforestation. Les cartes de la répartition des forêts et des précipitations en Côte d'Ivoire montrent la situation de la déforestation et celle des pluies (Figure 1).

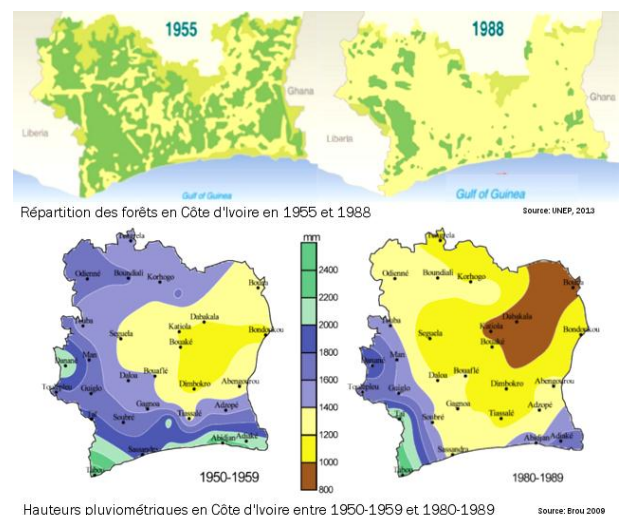


Figure 9 Comparaison entre la répartition des forêts et la pluviométrie en Côte d'Ivoire dans les années 50 et 80

La Côte d'Ivoire disposait d'un couvert forestier de 16 millions d'hectares en 1900. En 2010 elle en conserve 7 millions d'hectares, y incluses les forêts classées et les aires protégées. (Ministère de l'Environnement, 2010)

La température en Côte d'Ivoire augmente et les pluies diminuent à cause des activités humaines (déforestation) et deviennent irrégulières à cause du changement climatique global

Dans les pays industrialisés, la pollution de l'air par l'industrie a une grande influence sur le climat local. En Côte d'Ivoire, on note aussi de grands activités (industries, feux de brousse, production de charbon, voitures, ...) qui contribuent à la pollution de l'air, ce qui peut influencer la formation de nuages et la réflexion du soleil au niveau local par les **aérosols** (Chapitre 6 et 2). En même temps, ces activités libèrent du **CO₂** et elles contribuent aussi au réchauffement global.

Conséquences des changements

Les conséquences de ce changement nous concernent tous : La diminution des pluies implique un raccourcissement de la saison pluvieuse, c'est pourquoi les calendriers culturels traditionnels, utilisés depuis des décennies deviennent difficiles à appliquer. Les pluies irrégulières mais très fortes à certains moments menacent l'agriculture et mènent à des sécheresses et à des inondations, renforçant du même coup l'érosion du sol.

L'élévation du niveau de la mer (décrite dans chapitre 3) peut aussi avoir des conséquences directes en Côte d'Ivoire. Des parties côtières risquent d'être inondées et sont exposées à une forte érosion.

Les pluies diminuent, la saison culturelle se raccourcit et les inondations et l'érosion des côtes augmente.

Il est donc important de veiller à ce que les influences humaines sur le climat local soient diminuées (on appelle cela **atténuation**). Mais en même temps, pour répondre à tous ces changements observés, des mesures d'**adaptations** doivent s'établir (Chapitre 5).

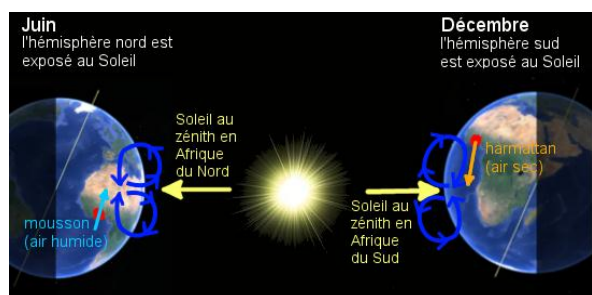


Figure 10 La Terre tourne dans une année autour du Soleil avec une inclinaison, ce qui fait varier les endroits où le Soleil se trouve au zénith (angle droit). Ici, avec le fort réchauffement, l'air réchauffé monte et aspire l'air autour, ce qui forme un circuit d'air avec des vents appelés alizés. En Côte d'Ivoire (rouge) ces vents sont appelés mousson et harmattan.

L'origine des saisons et des vents d'alizé

En raison de l'inclinaison de la Terre par rapport au Soleil, la quantité d'éclairement reçue par chaque région terrestre varie au cours de l'année durant la rotation autour du Soleil (voir Figure 2). Pour comprendre les phénomènes saisonniers comme par exemple le harmattan, il faut savoir que la Terre est réchauffée le plus à l'endroit où les rayons du soleil l'atteignent au **zénith**, c'est-à-dire en angle droit.

Quand l'hémisphère nord est incliné vers le Soleil (de juin à août), cet endroit du soleil au zénith se trouve au nord de l'Afrique. C'est ici que ce réchauffement intensif provoque la formation d'un circuit d'air (appelé **cellule de Hadley**), car l'air réchauffé monte rapidement et aspire l'air qui se trouve au sud et au nord (voir Figure 2). Cet air aspiré forme des vents appelés **alizés**. L'alizé qui passe par la Côte d'Ivoire vient du sud et passe d'abord au-dessus de l'océan d'où il amène de l'humidité, il s'agit de la **mousson** avec de l'air chaud et humide. Quand l'hémisphère sud est plus exposé au soleil (décembre, janvier), l'endroit de zénith du soleil se trouve au sud de l'Afrique. L'air qui monte aspire l'air du nord et l'alizé qui passe au-dessus de la Côte d'Ivoire vient ainsi du nord avec de

5. ADAPTATION ET MITIGATION

Grâce aux nombreuses preuves scientifiques, il est de nos jours incontestable que le réchauffement global a des énormes conséquences sur les pratiques humaines et que ces impacts se renforceront davantage dans les décennies à venir. Mais comment répondre à ces changements ? Comment peut-on diminuer le réchauffement et gérer les conséquences ? Et quelles sont les politiques internationales qui abordent ce sujet ?

Réagir aux changements

Les phénomènes observés dus au changement climatique et les connaissances scientifiques acquises et diffusées au large public ont ouvert le débat sur le changement climatique, notamment la question sur la réponse aux changements observés. Ces réponses se focalisent surtout sur la réduction des émissions des *gaz à effet de serre*, principal cause du réchauffement global (Chapitre 2). Toutes les mesures contribuant au ralentissement du réchauffement global sont des mesures d'*atténuation* (*mitigation* en anglais). Avec l'atténuation, on essaye de diminuer le réchauffement global dans le futur. Mais même une forte atténuation du réchauffement ne pourra pas éviter la poursuite du changement climatique dans les prochaines décennies. C'est la raison pour laquelle l'*adaptation* aux changements actuels et futurs s'avère également d'une grande importance.

L'adaptation peut diminuer immédiatement la vulnérabilité au changement climatique, tandis que l'atténuation peut réduire le degré des effets néfastes du changement dans le futur.

Gérer les changements : adaptation

Les mesures d'adaptation veulent réduire la sensibilité au changement climatique en renforçant l'adaptabilité aux changements incontournables. La liste des réponses adaptatives est très longue. Des prévisions météorologiques et la planification de la gestion des catastrophes naturelles peuvent améliorer la possibilité de répondre aux événements comme des inondations ou des tempêtes. La construction des digues permet une protection des inondations, notamment en région côtière à cause de l'élévation du niveau de la mer (Chapitre 3).

Une éducation et la diffusion des informations sur le changement climatique sont importantes, car permettent d'éveiller la conscience des concernés et stimule la volonté d'agir.

Les mesures d'adaptation permettent de mieux gérer les inondations, les tempêtes, les pluies irrégulières et les périodes de sécheresse.

Le domaine de l'agriculture est fortement concerné par le changement climatique à cause de sa forte dépendance du temps et sa vulnérabilité aux changements météorologiques. Une mesure pour s'adapter à l'irrégularité des pluies, à la sécheresse et à l'abondance d'eau à certains moments est la maîtrise de l'eau : La collecte et le stockage des eaux de pluie pour utilisation lors des pénuries d'eau ; l'utilisation des eaux usées et traitées ; la mise en place des systèmes d'irrigation (p.ex. l'*arrosage goutte à goutte*) ; l'aménagement des bas-fonds pour gérer un manque ou un surplus d'eau et pour augmenter la surface cultivable. De même, l'utilisation des variétés résistantes à la sécheresse ou à l'inondation ainsi que des variétés à cycle court, répondant au raccourcissement des saisons culturales, contribuent à une meilleure gestion des irrégularités des pluies.



Figure 11 Mesure d'adaptation : aménagement d'un bas-fond pour une meilleure maîtrise d'eau en d'excès d'eau

En outre, une adaptation des calendriers culturaux aux nouvelles circonstances peut être nécessaire pour maintenir les rendements agricoles à un niveau élevé. Pour affronter des événements comme des fortes pluies, les sols peuvent être protégés contre l'érosion, par exemple en plantant des arbres autour et entre les champs. Cette mesure d'adaptation, appelée *agroforesterie*, contribue en même temps à l'atténuation du réchauffement global, car la plantation des arbres ne renforce pas seulement la stabilité et la fertilité du sol, mais diminue aussi la concentration globale de CO₂.

Réduire les effets : atténuation

L'atténuation veut réduire le degré des effets du changement climatique en diminuant les causes du réchauffement global, notamment l'émission des GES. Avec le *Protocole de Kyoto* (voir prochain paragraphe), les politiques internationales ont établi de grands concepts d'atténuation pour réduire les émissions industrielles de GES. Les politiques nationales essaient de répondre aux exigences fixées dans ce protocole en faisant évoluer les énergies renouvelables pour remplacer la production d'électricité polluante (c'est-à-dire la production d'électricité avec des combustibles fossiles) et en appuyant les concepts innovateurs qui essaient de diminuer les émissions industrielles.

Les mesures d'atténuation consistent en la réduction des gaz à effet de serre en diminuant les émissions industrielles et en élevant par le reboisement la capacité des forêts de stocker le CO₂

Une autre approche pour diminuer la concentration des GES dans l'*atmosphère* est le *reboisement* à grande échelle, notamment pour diminuer le taux de CO₂. 17% des émissions globales de GES sont provoqués par la *déforestation*, d'où l'initiative des Nations Unies de lutter contre cette évolution en lançant le programme *REDD* (*Réduire les Emissions provenant de la Déforestation et de la Dégradation des forêts*).



Figure 12 Mesure d'atténuation : installation des panneaux solaires pour une production d'énergie sans émissions de gaz à effet de serre

Copyright : Nicolas Fojtu / Greenpeace

De plus, chaque individu peut contribuer à l'atténuation du réchauffement global en économisant toutes ressources, surtout les produits provenant des industries polluantes (plastique, métaux, papier, ...), en réduisant les voyages en voiture et en avion au strict nécessaire et en économisant l'énergie.

Les politiques sur le changement climatique

Toutes les politiques climatiques internationales et nationales ainsi que les initiatives locales abordent l'adaptation ou l'atténuation. Les mesures d'adaptation sont moins considérées par les politiques internationales et des plans stratégiques doivent encore être développés au niveau national, aussi en Côte d'Ivoire. Les mesures d'atténuation par contre sont beaucoup discutées au niveau international par la *Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques*. La CCNUCC – un traité international – a été créé en 1992 à Rio de Janeiro au Brésil, quand la plupart des pays se sont joints pour donner un cadre aux mesures à ralentir le réchauffement global. Il est sorti une déclaration qui devrait guider les pays signataires vers un développement durable, c'est-à-dire un développement économique qui se charge des impacts sur l'environnement et sur les générations futures en préservant l'intégrité du système terrestre. Depuis, il y avait chaque année une conférence sur le climat, appelée *Conférence des Parties*.

Dans le cadre de la CCNUCC, le changement climatique est discuté chaque année lors d'une conférence des Parties

Lors de celle de 1997 à Kyoto au Japon, l'idée initiale de la *CCNUCC* s'ébauchait en ajoutant un avenant qui spécifiait des mesures précises pour les différents pays, ayant comme but la stabilisation du réchauffement global à l'aide de la réduction des émissions. C'est ce traité qui est appelé *Protocole de Kyoto*. Il dictait une réduction des GES spécifique pour chaque pays signataire. A cause d'un désaccord de certains pays c'est seulement en 2005 qu'il est entré en vigueur. En 2011, lors de la conférence à Durban en Afrique du Sud, il a été décidé de maintenir l'élévation de la température moyenne à moins de 2°C par rapport au niveau préindustriel. Le protocole de Kyoto a été prolongé en 2012, visant une diminution des émissions des GES dans les pays industriels jusqu'en 2020.

6. L'EAU ET LA PLUIE

L'eau c'est la vie. Sans l'eau, rien ne se développe sur Terre. Les hommes ont besoin de la pluie et une pénurie d'eau frappe leurs activités agricoles et toute la biosphère. Mais comment la pluie se forme ? Et d'où vient toute cette eau qui nous enrichit en forme de pluie ?

L'eau et l'air avec une température changeante

Pour pouvoir comprendre comment la pluie se forme, il est nécessaire d'avoir quelques connaissances de base sur le comportement physique de l'eau et de l'air. Tout d'abord il faut savoir que l'eau – comme toute autre substance – existe en trois états différents : l'état solide en forme de glace, l'état liquide en forme de l'eau liquide et l'état gazeux en forme de *vapeur d'eau*. Le plus important pour la compréhension du système pluvieux est l'eau liquide et la vapeur qui se mélangent avec l'air. L'eau change ses états en fonction de la température et la pression. La transformation du liquide en vapeur est appelée *évaporation* tandis que la transformation opposée, de la vapeur en liquide, est dénommée *condensation*.

Plus la température est élevée, plus de vapeur d'eau se forme (évaporation)

i) La vapeur d'eau est un gaz invisible. S'il y a de l'eau liquide, il y a toujours une partie de cette eau liquide qui se transforme en vapeur d'eau, même si on ne le voit pas. Cette transformation en vapeur d'eau se fait d'autant plus que la température augmente. C'est-à-dire que si le soleil réchauffe le sol ou une surface d'eau, l'évaporation sera plus élevée que si la surface n'était pas réchauffée.

ii) La vapeur d'eau qui résulte de l'évaporation se mélange invisiblement avec l'air. Plus il y a de vapeur d'eau dans l'air, plus celui-ci est humide, on parle de l'*humidité de l'air* plus élevée. Il est important de savoir que plus la température de l'air n'est élevée, plus la quantité de vapeur d'eau qui peut rester dans l'air est grande. De l'air chaud peut donc retenir beaucoup plus d'humidité que de l'air froid.

Plus l'air est chaud, plus il peut retenir la vapeur d'eau (humidité élevée)

iii) A savoir aussi que de l'air chaud est toujours plus léger que de l'air froid, ce qui fait que de l'air chaud monte toujours. Une *parcelle d'air* (une bulle d'air) qui est réchauffée par le Soleil ou par la Terre monte, alors que les parcelles d'air avoisinantes qui sont moins réchauffées restent par terre.

L'air chaud monte toujours

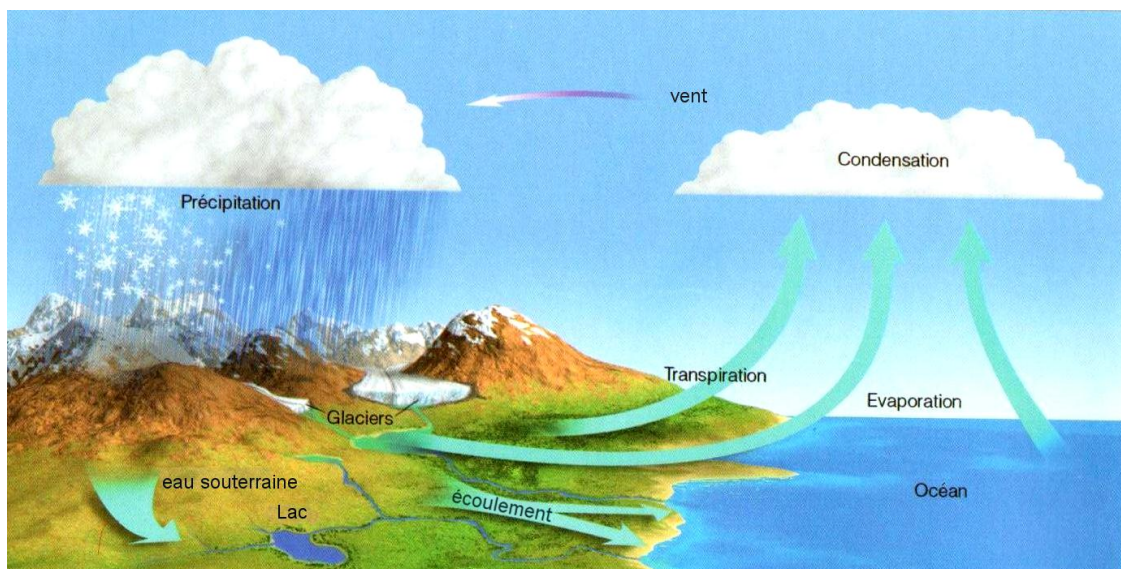


Figure 13 Le cycle global de l'eau : évaporation, condensation et précipitation forment un cycle de l'eau fermé.

Source : Ahrens, 2009, p. 90



a) L'air réchauffé forme une bulle d'air tiède

b) La bulle d'air tiède s'élève, se disperse et refroidit.

c) Quand la bulle d'air en ascension refroidit, l'humidité de l'air se transforme en gouttes d'eau ce qui forme un nuage.

Figure 1 La formation d'un nuage

Source : http://www.friendsfevea.eu/data/2009/w2/phil_remi/nuages.html

iv) Finalement, comme dernière connaissance importante, il faut savoir que l'air qui monte se refroidit toujours. Ceci s'explique avec l'*expansion de l'air* : une bulle d'air montante se refroidit toujours à cause de sa dispersion due à la diminution de la *pression atmosphérique*.

L'air montant se disperse et se refroidit toujours

Formation de la pluie

Pour que les nuages puissent se former, une bulle d'air doit être réchauffée pour pouvoir se soulever (voir Figure 2). En montant, l'air se disperse et se refroidit. Etant donné que la capacité de l'air froid à retenir de la *vapeur d'eau* est inférieure à celle de l'air chaud, cette capacité est épuisée à une certaine température. On parle d'une *saturation* de l'air. A ce moment, la vapeur d'eau qui ne peut plus être stockée dans l'air va se condenser en petites gouttelettes, à condition que l'air soulevé fût assez humide, c'est-à-dire qu'il y ait eu assez d'évaporation auparavant à la surface. Ce sont ces gouttelettes condensées – et non la vapeur d'eau qui est lui-même invisible – que nous voyons comme nuages.

Quand de l'air réchauffé monte, il se refroidit et la vapeur d'eau condense pour former des nuages

Il faut aussi savoir que la condensation ne peut se mettre en place qu'à la présence des aérosols (petites particules dans l'air, Chapitre 2), car les gouttelettes ont besoin de supports sur lesquels elles puissent se condenser. Le changement de la concentration d'aérosols peut donc influencer sur la formation de nuage et le profil de précipitation. Quand il y a beaucoup de gouttelettes d'eau, les

nuages s'agrandissent et les gouttelettes commencent à s'unir pour former des gouttes un peu plus grandes. Ces gouttes sont toujours assez légères pour être suspendues dans l'air. C'est seulement quand les gouttes deviennent très grandes qu'elles sont trop lourdes pour rester en suspens et tombent par terre en forme de pluie.

Renouvellement de l'eau : Le cycle global de l'eau

Il existe une quantité définie d'eau sur Terre : l'eau ne peut pas se reproduire, mais elle peut changer d'état et de lieux de stockage. Les réservoirs d'eau sur Terre sont les océans, les eaux continentales (lacs, fleuves et eaux souterraines), la *biosphère* (tous les êtres vivants), l'atmosphère (en forme de vapeur ou de petite gouttes et cristaux dans les nuages) et la cryosphère (tous ce qui est composé de glace). Entre ces réservoirs, il existe un échange permanent qui permet de renouveler l'eau dans les différents réservoirs (voir Figure 1).

Toute eau sur Terre est stockée dans des différents réservoirs qui sont liés entre eux pour former le cycle de l'eau

Grâce à l'évaporation, les eaux continentales et l'eau des océans se transforment en vapeur d'eau qui se propage dans l'atmosphère. Avec la condensation, cette vapeur d'eau reprend l'état liquide en formant des petites gouttes, composant des nuages. Cette eau condensée retombe sur terre en forme de précipitations et remplit à nouveau les réservoirs continentaux et les océans, où – grâce au Soleil – l'évaporation reprend place. Le cycle de l'eau se ferme.

7. LA FORET

Quand on parle de la diminution de pluie, la déforestation est fréquemment mentionnée. Mais pourquoi parle-t-on de la forêt si on s'intéresse à la pluie ? Quel est son impact sur le climat ? Pourquoi la forêt est-elle importante au niveau global ? Et quelles sont les conséquences de la déforestation ?

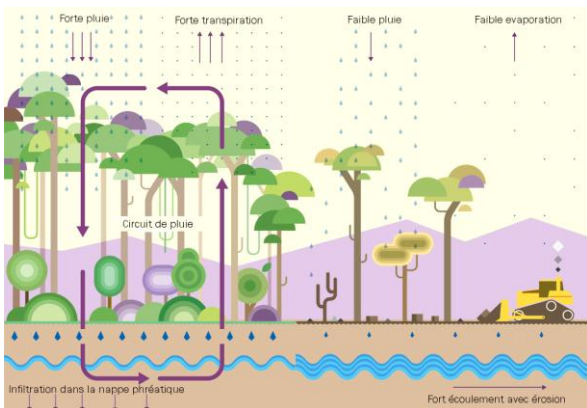
Rapport entre forêt et pluie

La forêt est un facteur important pour la formation des pluies. Les arbres tirent de l'eau du sol avec leurs racines et la pompe vers le haut pour la stocker dans les feuilles. Sous l'influence du Soleil, une évaporation se met en place ce qui augmente l'**humidité de l'air** et renforce la formation des nuages et des pluies. Cette évaporation qui résulte directement des plantes est appelée **transpiration**.

Une forêt est donc un réservoir d'eau important, non seulement à cause du pompage d'eau par les racines, mais aussi car la forêt empêche les rayons du Soleil d'arriver directement sur terre. Ceci évite un dessèchement immédiat du sol et permet un stockage de l'eau au sol avec une évaporation progressive. Le sol forestier avec toutes ses racines peut en général mieux stocker de l'eau qu'un sol défriché, où l'eau s'écoule directement.

La forêt dense stocke de l'eau et renforce ainsi l'évaporation et la formation des nuages et de la pluie

Toute cette eau stockée dans la forêt s'additionne grâce à l'évaporation à la vapeur d'eau de l'atmosphère au-dessus de la forêt et crée une humidité qui génère la formation des nuages et des précipitations au-dessus de la forêt et – emporter par le vent - dans ces alentours



Ce que la forêt nous apporte : le cycle du carbone

Une forêt est une étendue d'arbres relativement denses. Les forêts ont des caractéristiques différentes selon les latitudes. Autour de l'équateur par exemple il s'agit de la forêt tropicale humide, la forêt la plus dense et la plus riche en diversité au monde. Tous les arbres des forêts sur Terre transforment en grande quantité le **dioxyde de carbone** (CO_2) de l'atmosphère en oxygène grâce à la **photosynthèse**. Ils transforment le CO_2 avec de l'eau à l'aide de l'énergie solaire en oxygène (O_2).

La forêt consomme du dioxyde de carbone (CO_2), sert ainsi comme centre de stockage de CO_2 et produit de l'oxygène

La forêt absorbe donc une grande quantité du CO_2 de l'atmosphère. Le CO_2 est stocké dans les arbres et se libère seulement lors de la combustion du bois de ces arbres, qui nécessite pour sa part de l'oxygène. C'est de cette même façon que fonctionnent les **combustibles fossiles** (pétrole, charbon et gaz naturel), qui stockent pendant des millions d'années du **carbone** et libèrent ce carbone en forme de CO_2 au moment de la combustion (voir la page suivante). La combustion des combustibles fossiles et du bois consomme donc l'oxygène libéré par les plantes et remet en circulation de CO_2 , de même que la décomposition des plantes et la respiration des êtres vivants. Avec l'absorption de ce CO_2 par les arbres, il est de nouveau stocké dans la végétation et le cycle du carbone se ferme (voir Figure 2).

La combustion des combustibles fossiles consomme de l'oxygène et libère du CO_2

Une combustion excessive par les hommes ainsi qu'une forte diminution des forêts met en déséquilibre ce cycle, car avec la combustion, plus de CO_2 est libéré que les arbres puissent capter.

Figure 15 La formation de pluie est plus élevée lorsqu'il y a des arbres, car les arbres retiennent et stockent l'eau. Après la déforestation, les pluies diminuent, l'écoulement est fort et l'infiltration faible.

Source : adapté d'après Aragão, 2012

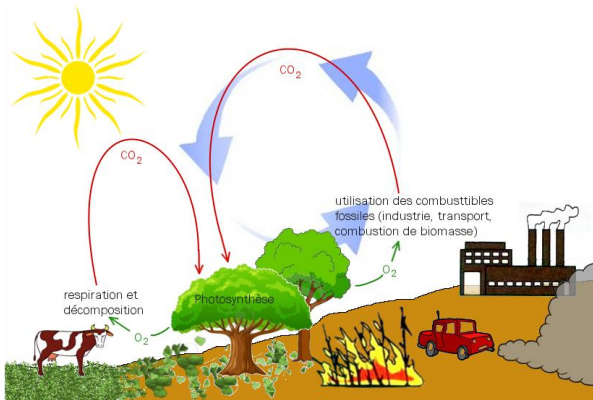


Figure 16 Le cycle du carbone : les arbres transforment le dioxyde de carbone (CO₂) en oxygène (O₂). La combustion du bois ou des combustibles fossiles ainsi que les êtres vivants consomment l'oxygène et libèrent du CO₂.

A part cette fonction très importante de la forêt, le stockage de CO₂, la forêt constitue le milieu principal pour la **biodiversité** terrestre. Elle reconstitue un sol fertile grâce aux nombreux micro-organismes, elle est une source économique pour de nombreuses personnes et elle régule les précipitations à l'échelle régionale.

Les impacts de la déforestation

Puisque la forêt mène à une évaporation plus élevée, elle est responsable pour la formation des pluies régionales. Par suite, une déforestation a comme conséquence une forte diminution de pluie dans la région à cause de la diminution de l'évaporation à travers des arbres (voir aussi Figure dans chapitre 4). De plus, les racines des arbres stabilisent le sol. La déforestation fait donc augmenter l'**érosion** du sol à cause du manque de stabilisation par les racines. L'érosion emporte le sol fertile qui s'est formé précieusement dans la forêt et le manque de stabilisation du sol peut déclencher des glissements de terrain.

La déforestation diminue la quantité de pluie et la possibilité de fixation de CO₂. Elle augmente l'érosion du sol et le risque d'inondation

Le sol défriché est moins poreux ce qui fait que l'infiltration de l'eau est très lente, l'eau s'écoule donc rapidement et des inondations se forment aisément. Cette difficulté d'infiltration diminue aussi la filtration de l'eau – qui est très élevée lorsque l'eau est retenue par la végétation – et met en danger la pureté de l'eau potable. L'eau de pluie devient seulement potable lorsqu'elle s'infiltré dans la terre, passant par le sol qui agit comme filtre efficace. Par ailleurs, l'absence des arbres laisse facilement passer le vent et fait augmenter l'intensité du vent et des tempêtes.

A l'échelle globale, la déforestation contribue à l'augmentation de l'**effet de serre** et donc au réchauffement, car l'extinction des arbres diminue l'absorption du CO₂, gaz à effet de serre principal. De même, les méthodes de déforestation, notamment les feux libèrent d'énormes quantités de CO₂ dans l'atmosphère et contribuent ainsi au réchauffement global (Chapitre 2).

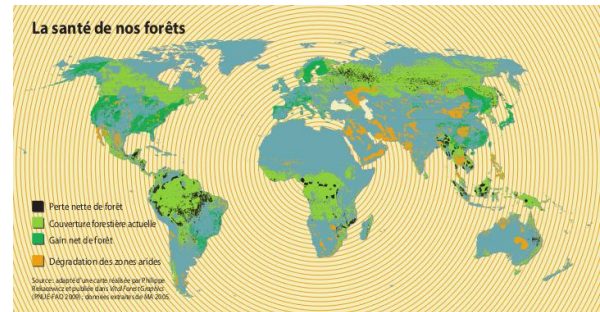


Figure 17 Répartition de la forêt au monde

Formation des combustibles fossiles

Les êtres vivants sont entre autres constitués de carbone. Lorsqu'un être vivant (p.ex. une plante) meurt, il est décomposé par des micro-organismes consommant de l'oxygène et le carbone est libéré en forme de **dioxyde de carbone**. Par contre, en absence d'oxygène p.ex. sur les fonds marins, cette décomposition n'est pas complète ce qui fait qu'une partie du carbone n'est pas libérée. Ce carbone reste stocké dans les organismes et des couches de sédiments s'accumulent au-dessus pendant des millions d'années. Les éléments organiques – fossilisés ainsi – se transforment sous la pression des sédiments en combustibles fossiles. C'est seulement lors de sa combustion que le carbone est libéré.

La problématique de l'utilisation des combustibles fossiles est la différence d'échelle de temps : la combustion est un processus rapide qui libère beaucoup de CO₂, alors que le stockage de ce carbone dans les combustibles fossiles prend des milliers d'années. La libération est alors beaucoup plus rapide que le processus de stockage, ce qui amène à une concentration de CO₂ atmosphérique plus élevée qu'elle le serait naturellement, sans les interventions humaines.

8. GLOSSAIRE

Absorption

Contraire de [réflexion](#)

Transmission de l'énergie du rayonnement solaire en chaleur au travers d'une substance. Une substance sombre absorbe plus de rayonnement et devient ainsi plus chaud qu'une substance claire (voir [albédo](#)).

Adaptation

Initiatives et mesures permettant d'anticiper ou de se prémunir des conséquences du changement climatique (p.ex. changement de cultures, hausse des digues, ...). L'adaptation consiste à rendre les êtres vivants, les territoires et les systèmes moins vulnérables au changement climatique, au travers d'actions diminuant les impacts effectifs, ou améliorant les capacités de réponse des sociétés. L'adaptation peut réduire la sensibilité aux changements climatiques, tandis que [l'atténuation](#) peut réduire le degré d'exposition à ces changements. (de : Glossaire Ademe ; GIEC, 2007a, p. 64)

Aérosol

Minuscules particules solides ou liquides en suspension dans l'air. Ils peuvent être d'origine naturelle (p.ex. sel de mer apporté par le vent ou la poussière) ou humaine (particules d'émission). Ils peuvent influencer sur le climat de diverses façons : directement par absorption du rayonnement, et indirectement en agissant comme des [noyaux de condensation](#) pour la formation de nuages. (GIEC, 2007a, p. 76)

Agroforesterie

Système de culture associée, c'est-à-dire (ré) introduction de l'arbre sur les terres rurales en association avec les cultures pérennes ou vivrières. L'agroforesterie peut améliorer la fertilité et la stabilité du sol, tout en luttant contre les effets néfastes de la déforestation. Il renforce les effets positifs des arbres sur le climat local et global (renforcement de la formation des pluies et stockage de [CO₂](#)).

Albédo

Mesure de la lumière réfléchiée par un objet, exprimé en pourcentage. Les surfaces claires (p.ex. surface enneigée) ont un albédo plus élevé (c'est-à-dire elles absorbent peu d'énergie), les surfaces sombres un albédo plus faible (c'est-à-dire elles absorbent beaucoup d'énergie et

deviennent ainsi plus chaudes). (C. Villeneuve, 2007, p. 17, GIEC, 2007a, p. 76)

Alizé

Vent des régions intertropicales (entre 30° nord et 30° sud environ) de direction générale nord-est pour l'hémisphère Nord et sud-est pour l'hémisphère Sud. Les alizés continentaux, qui traversent des terres émergées et fréquemment arides, diffèrent par leur nature des alizés océaniques, qui soufflent longuement au-dessus de surfaces d'eau à *température* élevée et peuvent ainsi se régénérer en [vapeur d'eau](#). Plus précisément, les alizés continentaux, lorsqu'ils soufflent au-dessus de régions désertiques ou semi-désertiques, ne peuvent qu'entretenir l'aridité de ces régions : tel est le cas du harmattan qui assèche les abords de l'Ouest de l'Afrique ; les alizés océaniques, au contraire, recueillent l'eau échappée de la surface des mers par [évaporation](#) tel que la [mousson](#). (Météo France)

L'origine des alizés est la [cellule de Hadley](#) qui se forme à l'endroit où le Soleil est au [zénith](#).

Anthropique

Qui provient de l'action humaine. (C. Villeneuve, 2007, p. 21)

Arrosage goutte à goutte

Système d'irrigation qui permet une utilisation de l'eau économe et efficace, notamment pour les cultures maraîchères et vivrières. Le système consiste à pratiquer une culture intensive sur une surface réduite.

Atmosphère

Enveloppe gazeuse entourant la Terre.

L'atmosphère est composée presque entièrement d'azote (78,1%) et d'oxygène (20,9%) ainsi que d'un certain nombre de gaz présents tels que

l'argon (0,93%), l'hélium et des [gaz à effet de serre](#) qui influent sur le rayonnement, notamment le [dioxyde de carbone](#) (0,035%) et l'[ozone](#). En outre, l'atmosphère contient de la vapeur d'eau en proportion très variable (environ 1%) ainsi que des nuages et des [aérosols](#). (GIEC, 2007a, p. 76)

Atténuation

Les mesures d'atténuation (ou mitigation) du changement climatique cherchent à limiter l'accroissement des concentrations de [gaz à effet de serre](#) dans l'[atmosphère](#), responsables du changement climatique. Pour cela, il est possible de mener une politique de réduction des

émissions (limiter la consommation d'énergie, varier les sources d'énergie et développer les énergies renouvelables, etc.) ou d'envisager une séquestration du carbone en captant une partie du carbone présent dans l'atmosphère pour le stocker dans la **biosphère**. Pour cela, il est important de limiter la **déforestation** et de préserver les **écosystèmes** qui jouent un rôle de puits de carbone. (de : Glossaire Ademe)

Biomasse

La biomasse est l'ensemble de la matière organique d'origine végétale ou animale. (De : Dictionnaire environnement)

Biosphère

L'ensemble de tous les **écosystèmes** et organismes vivants sur Terre.

Blanchissement des coraux

Phénomène de décoloration d'un récif corallien (structure sous-marine construite par les coraux) suite à l'augmentation de la température et de l'acidité des océans, qui peut conduire à la mort des coraux sur une large surface. Ce dépérissement met en déséquilibre l'écosystème, car de nombreuses espèces sont dépendantes des récifs de corail et de leurs habitants, notamment les poissons.

Carbone (C)

Élément chimique formant beaucoup de liaisons avec d'autres éléments, p.ex. le **CO₂**. Les êtres vivants sont constitués de beaucoup de liaisons carboniques.

Cellule de Hadley

Circuit d'air qui se forme à cause du fort réchauffement de l'air à l'endroit où le Soleil est au **zénith**. L'air ascendant aspire l'air qui se trouve au nord et au sud de cet endroit, ce qui est l'origine des vents **alizés**. L'air qui monte va redescendre quelques centaines de kilomètres plus au nord et au sud, alimenter ainsi les alizés et fermer le circuit de la cellule.

Climat

Temps moyen sur une longue période. Cette moyenne se réfère à une description statistique fondée sur les moyennes et la variabilité sur plusieurs années, en général 30 ans. Il s'agit p.ex. Des moyennes des températures, des précipitations et des vents.

CO₂

Voir **dioxyde de carbone**

Combustibles fossiles

Combustibles carbonés extraits des dépôts de carbone fossile (charbon, tourbe, pétrole, gaz naturel). (GIEC, 2007a, p. 78) Ces combustibles se trouvent aujourd'hui à grande profondeur sous terre. Leur formation dure environ 1 millions d'années et leur combustion libère du **CO₂**.

Condensation

Changement d'état de l'eau de l'état gazeux à l'état liquide.

Conférence des parties (COP)

« Organe suprême » de la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (**CCNUCC**), c'est-à-dire sa plus haute autorité de prise de décision. Association de tous les pays, Parties à la Convention, la COP se réunit habituellement chaque année. (De: Glossaire Ademe)

Convention Cadres des Nations Unies sur les Changements climatiques (CCNUCC)

Convention adoptée en 1992 lors du Sommet Planète Terre qui s'est tenu à Rio de Janeiro, signée par plus de 150 pays. Son objectif ultime est de « stabiliser les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique ». (GIEC, 2007a, p. 78)

Déforestation

Diminution des surfaces couvertes de forêt. Elle vise plus particulièrement de nos jours la réduction considérable des forêts équatoriales, qui résultent pour beaucoup d'une exploitation, notamment pour l'utilisation agricole des terres. Elle a comme conséquence directe une aggravation des conséquences sur le climat local (sur le profil de pluie) et global (sur les émissions **CO₂**) et sur la biodiversité. L'augmentation de l'émission de **CO₂** provient de l'émission lors des pratiques de déforestation comme les feux de brousse. Mais on parle surtout d'une augmentation indirecte du **CO₂**, car avec la déforestation, la capacité des arbres à stocker le **CO₂** est supprimée. (De : Dictionnaire environnement).

Dilatation thermique

Dispersion d'un gaz ou d'un liquide lorsqu'il est réchauffé. Un gaz ou un liquide réchauffé occupe – sous la même pression – toujours plus de volume que celui-ci sans réchauffement.

Dioxyde de carbone (CO₂)

Principal [gaz à effet de serre](#) qui est entre autres libéré lors de la combustion des combustibles fossiles.

Ecosystème

Communauté d'animaux et de végétaux en interaction entre eux et avec leur environnement. (de : Glossaire Ademe)

Effet de serre

Phénomène naturel de rétention de la chaleur dans l'atmosphère par les gaz qui la composent (C. Villeneuve, 2007, p. 18). Les émissions des [GES](#) dues à l'utilisation des combustibles fossiles par les hommes sont responsables pour une forte augmentation de l'effet de serre, appelé effet de serre additionnel ou anthropique.

Emissions

Terme utilisé pour décrire en général l'émission des [gaz à effets de serres](#) et d'[aérosols](#) dus aux activités humaines. Au nombre de ces activités sont la combustion de [combustibles fossiles](#), le déboisement, les changements d'affectation des terres, l'élevage et la fertilisation. (GIEC, 2007a, p. 80)

Erosion

Action par laquelle divers éléments constituant le sol sont enlevés par le vent, la pluie, les rivières ou les glaciers. (De : Dictionnaire environnement)

Evaporation

Changement d'état de l'eau de l'état liquide à l'état gazeux.

Evapotranspiration

Ensemble du processus d'[évaporation](#) par les sols et de [transpiration](#) par les plantes.

Expansion de l'air

Distension de l'air due à la diminution de [pression de l'air](#) avec l'altitude. Plus on monte dans l'atmosphère, plus la pression de l'air diminue, ce qui fait qu'une bulle d'air montante a plus de place et peut se disperser. Par conséquent, le volume de la bulle d'air augmente, alors que la chaleur de

cette bulle reste la même. La chaleur se propage ensuite dans un plus grand volume, ce qui fait baisser la température totale de la bulle. C'est le même phénomène qu'on observe lorsqu'on verse un verre d'eau chaude dans une grande casserole d'eau froide. La température totale de l'eau sera plus basse que lorsqu'on verse la même quantité d'eau chaude dans une petite casserole d'eau froide.

L'air se refroidit environ 1°C par 100m (*gradient thermique adiabatique*).

Forçage radiatif

Modification du bilan radiatif (quantité de [rayonnement solaire](#) entrant et [rayonnement infrarouge](#) sortant) causée par modification de la composition atmosphérique ou une modification de l'[albédo](#) (C. Villeneuve, 2007, p. 21)

Gaz à effet de serre (GES)

Constituants gazeux de l'atmosphère, naturels ou [anthropiques](#), qui absorbent et réémettent le [rayonnement infrarouge](#) terrestre. Ils contribuent à maintenir la chaleur dans l'atmosphère terrestre, causant l'[effet de serre](#) (de : Glossaire Ademe). La [vapeur d'eau](#) (H₂O), le [dioxyde de carbone](#) (CO₂), l'[oxyde nitreux](#) (N₂O), le méthane (CH₄) et l'ozone (O₃) sont les principaux gaz à effet de serre présents dans l'atmosphère. Il existe également des gaz à effet de serre résultant uniquement des activités humaines, tels que les hydrocarbures halogénés (p.ex. chlorofluorocarbures (CFC)). Outre le CO₂, le N₂O et le CH₄, le [Protocole de Kyoto](#) traite d'autres GES tels que l'hexafluorure de soufre (SF₆), les hydrofluorocarbures (HFC) et les hydrocarbures perfluorés (PFC). (GIEC, 2007a, p. 81)

GES

Voir [gaz à effet de serre](#)

GIEC

Groupe Intergouvernemental d'experts sur l'Évolution du Climat (en anglais : IPCC, International Panel on Climate Change)

Organisme intergouvernemental ouvert à tous les pays membre de l'ONU ayant pour mission de synthétiser les publications scientifiques et techniques disponibles sur le changement climatique et d'évaluer les risques climatiques dans un futur proche et moyen. Il n'a pas pour mandat d'entreprendre des travaux de recherche. (De : Glossaire Ademe)

Harmattan

Vent [alizé](#) continental chaud et sec, chargé du sable et de la poussière du Sahara qui souffle vers le sud sur les régions d'Afrique de l'Ouest entre fin novembre et le mois de mars. Pendant cette période, il se déplace vers le sud et affecte ainsi le Golfe de Guinée. La saison du harmattan est liée à l'hiver de l'hémisphère nord, c'est-à-dire à un faible rayonnement solaire sur l'hémisphère nord, ce qui explique les températures plus basses en Afrique de l'Ouest durant le harmattan.

Humidité de l'air

Mesure pour spécifier la quantité de [vapeur d'eau](#) qui est mélangée avec l'air sec, d'ordinaire exprimé en pourcentage. On parle ici de l'humidité *relative*. Dans les régions chaudes et humides (p.ex. près de la mer dans les régions équatoriales), l'humidité relative atteint facilement 90%, c'est-à-dire l'air est constitué de 90% de vapeur d'eau.

Mitigation

Voir [atténuation](#)

Mousson

Vent [alizé](#) océanique chaud et chargé de l'humidité qui souffle du sud au nord sur l'Afrique de l'Ouest. L'humidité génère la formation des pluies. Il s'agit ainsi d'un vent qui appuie la saison pluvieuse.

N₂O

Voir [oxyde nitreux](#)

Noyaux de condensation

Petites particules sur lesquelles la vapeur d'eau peut se condenser pour former des nuages. Il s'agit des [aérosols](#) ou des cristaux de glace.

Orbite

Trajectoire d'une planète autour d'une autre.

Oxyde nitreux (N₂O)

Aussi : protoxyde d'azote

[Gaz à effet de serre](#) qui provient principalement de l'agriculture (gestions des sols et des effluents d'élevage), mais aussi de l'épuration des eaux usées, de la combustion des combustibles fossiles et des procédés de l'industrie. Il est aussi émis naturellement par des sources biologiques. (GIEC, 2007a, p. 83)

Oxygène (O₂)

Gaz qui constitue 21% des gaz de l'atmosphère.

Ozone (O₃)

Forme triatomique de l'oxygène et constituant gazeux de l'atmosphère. L'ozone occupe deux rôles différents selon son lieu d'apparition (basse ou haute atmosphère) : i) Dans la troposphère (partie basse de l'atmosphère) il agit comme [gaz à effet de serre](#). Il se forme naturellement mais aussi par suite de réactions avec des gaz dus aux émissions de l'activité humaine. Dans les villes avec beaucoup d'émissions, il forme ainsi le smog, une brume brunâtre avec des effets néfastes pour la santé. ii) Dans la stratosphère (partie haute de l'atmosphère), l'ozone résulte de l'interaction du rayonnement solaire et de l'[oxygène](#) (O₂) et forme la couche d'ozone. C'est cette couche d'ozone qui filtre le rayonnement ultraviolet (UV) du Soleil et nous protège ainsi de ces rayons, dangereux pour les êtres vivants. (GIEC, 2007a, p. 84)

Parcelle d'air

Terme utilisé pour décrire une bulle d'air imaginaire. Cette conception facilite les explications des mouvements de l'air dans l'atmosphère.

Photosynthèse

Processus par lequel les plantes vertes utilisent l'énergie solaire pour absorber le dioxyde de carbone de l'air, le transformer en rejetant de l'oxygène. (GIEC, 2007a, p. 84)

Pression atmosphérique

Aussi : pression de l'air

Mesure du poids de l'air qui se trouve au-dessus du point où on mesure la pression. Plus on monte dans l'atmosphère, moins il y a de l'air au-dessus, ce qui fait que la pression décroît avec l'altitude. La valeur maximale de pression se trouve au niveau de la mer. Elle est en moyenne 1013hPa (hectopascal), appelée *pression normale*. Une parcelle d'air ascendante se refroidit puisque la pression décroît quand l'altitude s'élève (voir aussi [expansion de l'air](#)).

Protocole de Kyoto

Conclu en 1997, le protocole de Kyoto est une étape essentielle de la mise en œuvre de la Convention (CCNUCC). Entré en vigueur en février 2005, il est aujourd'hui ratifié par 175 pays dont l'Union européenne. Il fixe des engagements chiffrés de réduction ou de limitation des

émissions de **GES** pour les pays industrialisés concernés pour la première période dite d'engagement, soit 2008-2012 (-5,2 % par rapport à 1990). Pour y parvenir, ces pays sont tenus d'élaborer des politiques et mesures nationales de lutte contre le changement climatique, notamment des mesures d'**atténuation**. (de : Glossaire Ademe)

Rayonnement infrarouge

Aussi : rayonnement de grande longueur d'onde, rayonnement terrestre, rayonnement thermique

Rayonnement émis par la surface de la Terre, l'atmosphère et les nuages. Il correspond à une gamme particulière de longueurs d'onde (spectre) supérieure à celle de la couleur rouge dans la partie visible du spectre. Le rayonnement infrarouge thermique diffère de celui du **rayonnement solaire** (rayonnement de courtes longueurs d'onde) en raison de la différence de température entre le Soleil et le système Terre-atmosphère. (GIEC, 2007a, p. 86)

Rayonnement solaire

Aussi : rayonnement de courtes longueurs d'onde

Rayonnement émis par le Soleil qui correspond à toute la gamme de longueurs d'onde, y compris les longueurs d'onde visible (lumière visible).

Reboisement

Plantation d'arbres par l'homme dans le but de repeupler une surface déboisée par lui. (De : dictionnaire environnement)

REDD

Réduire les Emissions provenant de la Déforestation et de la Dégradation des forêts

Programme lancé par les Nations Unies ayant comme but la réduction des émissions de GES provoquées par la **déforestation**. Il s'agit surtout du renforcement des projets de **reboisement**, ce qui augmente la capacité de stockage de **CO₂**.

Réflexion

Contraire d'absorption

Changement de direction du rayonnement qui rencontre une surface, par lequel il est renvoyé vers le milieu d'origine sans avoir pénétré dans la substance. (Météo France)

Saturation

Etat où l'air ne peut plus absorber plus de **vapeur d'eau** à une température donnée. Toute augmentation de la quantité de vapeur va se traduire par un processus de condensation.

Temps

Etat actuel de l'atmosphère. Les propriétés telles que la température, le vent, les précipitations et **l'humidité de l'air** sont décrites par le temps. Le temps ne peut être prédit que quelques jours à l'aide des connaissances météorologiques.

Transpiration

Evaporation d'eau par les feuilles des plantes.

Vapeur d'eau

Etat gazeux de l'eau.

Zénith

Angle droit entre le rayonnement du Soleil et la Terre. L'endroit où le Soleil se trouve au zénith varie au cours de l'année durant la rotation autour du Soleil à cause de l'inclinaison de la Terre.

9. BIBLIOGRAPHIE

Brou, Y. T. (2009, 02). Impacts des modifications bioclimatiques et des l'amenuisement des terres forestières dans les paysanneries Ivoiriennes: Quelles solutions pour une agriculture durable en Côte d'Ivoire. *Cuadernos Geograficos 45*, pp. 13-29.

C. Villeneuve, F. R. (2007). *Vivre les changements climatiques*. Sainte-Foy: Editions MultiMondes.

Dictionnaire environnement. (s.d.). Consulté le 31 07, 2013, sur Actu-environnement: http://www.actu-environnement.com/ae/dictionnaire_environnement/definition/erosion.php4

GIEC. (2007b). *changements climatiques 2007 - les éléments scientifiques ("questions fréquentes"). Contribution du Groupe de travail I au quatrième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat*. [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M.Tignor and H.L. Miller (éds.)]. Cambridge University Press: Cambridge, Royaume Uni et New York, NY, Etats-Unis.

GIEC. (2007d). *Résumé à l'intention des décideurs. Dans: changements climatiques 2007 : les éléments scientifiques. Contribution du Groupe de travail I au quatrième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat*. [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M.Tignor et H.L. Miller (éds.)]. Cambridge University Press: Cambridge, UK et New York, NY, USA.

GIEC, Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Alley, R., Berntsen, T., et al. (2007c). *Résumé technique. Dans: changements climatiques 2007 : les éléments scientifiques. Contribution du Groupe de travail I au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat*. Cambridge University Press: Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, Etats-Unis d'Amérique.

Glossaire Ademe. (s.d.). Consulté le 07 2013, sur Ademe (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie): <http://www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?catid=12843&p2=12600&p1=5>

Guehi, G. (s.d.). *Impacts des changements climatiques dans les différentes zones agroclimatiques de l'Afrique de l'Ouest en zone sub-humide: cas de Côte d'Ivoire*. Consulté le 07 2013, sur <http://www.wamis.org/agm/meetings/iwacc09/S3-Goroza.pdf>

MétéoFrance. (s.d.). *Météo France*. Consulté le 09 2013, sur Comprendre la météo: <http://comprendre.meteofrance.com/pedagogique/publications/documentation/glossaire>

Ministère de l'Environnement, d. E. (2010). *Seconde Communication Nationale sous la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC)*.

R. Delmas, S. C.-M. (2007). *Atmosphère, océan et climat*. Paris: Edition Belin.

UNEP. (s.d.). *Grid Arendal*. Consulté le 08 2013, sur Vital Graphics, Afrique - changements climatiques: http://www.grida.no/graphicslib/detail/deforestation-in-west-africa-case-cote-divoire_8cb5 ; de: Rekacewicz, Philippe d'après Le Monde, Paris et IRD 1996 - PNUE, ISRIC et Atlas Mondial de la Désertification 1999



PROJET ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE
ET STABILISATION DES BASES DE VIE DE LA POPULATION
DANS LE SUD OUEST DE LA COTE D'IVOIRE

Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

GIZ / PACCS, Bureau de San Pedro
T+225 34 71 26 36,
F+225 34 71 26 60
www.giz.de

Août 2013