



## LE CLIMAT ET LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

### Introduction

La variabilité du climat est enracinée au cœur de la société ouest-africaine. La période humide de 1930 à 1960, les sécheresses de 1970-1980 et la reprise de la pluviométrie dans les années 1990 et 2000 l'illustrent et ont montré la vulnérabilité des populations, notamment dans la zone sahélienne. Les changements climatiques analysés par le Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC) indiquent les tendances futures susceptibles de se manifester au niveau mondial et africain : hausse des températures, montée du niveau des océans, modification du niveau et de la variabilité de la pluviométrie, etc. Ils font naître de nouveaux enjeux et risques mais ouvrent également de nouvelles opportunités pour le continent africain.

De leur côté, les résultats des projections du climat pour l'Afrique de l'Ouest ne sont pas suffisamment fiables. La mesure délicate et incertaine des impacts futurs du climat sur la région impose une certaine modestie dans l'analyse. Elle n'empêche cependant pas d'observer le passé, de mettre en lumière certaines projections globales et régionales, en gardant à l'esprit leurs limites intrinsèques, et de poser des questions sur l'avenir de l'Afrique de l'Ouest.

### I. Fluctuations climatiques dans l'histoire

#### 1.1 Au cœur d'une nouvelle période interglaciaire

Le climat est animé par des cycles de durée variable, alternant entre périodes froides et périodes chaudes. Le plus long de ces cycles est celui de Wilson : tous les 300 millions d'années, le rapprochement des continents par le jeu de la tectonique des plaques et la modification qui s'en suit de la circulation océanique et de l'érosion (surrection de chaînes montagneuses) déclenchent un refroidissement général de la planète<sup>1</sup>.

L'atlas de l'intégration régionale est une initiative de la CEDEAO et du CSAO / OCDE, financée par les coopérations française, suisse et luxembourgeoise. Classés en quatre séries (population, espaces, économie, environnement), les chapitres de l'atlas sont produits graduellement et mis en ligne sur le site

[www.atlas-ouestafrique.org](http://www.atlas-ouestafrique.org)

1. Denhez, Frédéric (2007) *Atlas du réchauffement climatique*. Revue Autrement.

D'autres cycles plus courts, liés aux mouvements des astres, ponctuent l'alternance du climat. La terre a traversé plusieurs phases de réchauffement et de refroidissement durant les 700 000 dernières années selon une fréquence moyenne de 100 000 ans. Un cycle se traduit par une augmentation brutale de la température suivie d'une période chaude de 10 000 à 20 000 ans environ, appelée période interglaciaire. S'enclenchent ensuite un refroidissement progressif et l'installation d'une ère glaciaire. À la fin de la glaciation, un réchauffement brutal amorce un nouveau cycle. La dernière glaciation a atteint son paroxysme il y a 18 000 ans. La planète traverserait actuellement une période interglaciaire qui se poursuit depuis plus de 10 000 ans. Le développement de l'agriculture et de l'élevage sédentaire (néolithique) n'est sans doute pas étranger à ce réchauffement.

### 1.2 Du « Groenland » à la disette

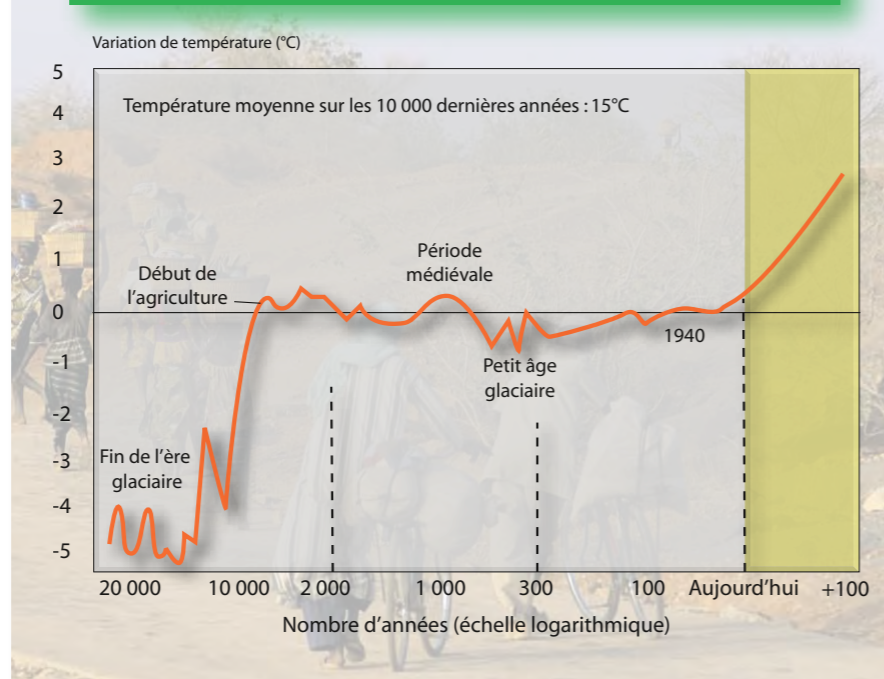
À l'intérieur de ces longs cycles, des variations plus fréquentes et moins intenses sont mesurables. Aux X<sup>ème</sup> et XI<sup>ème</sup> siècles, une période chaude et moins humide s'installe. C'est l'époque où les navigateurs vikings découvrent et baptisent le Groenland (le « pays vert ») et fondent des colonies à l'extrême sud de l'île. Les températures y autorisent la culture des céréales. Cette phase, appelée optimum médiéval, n'est pas plus chaude qu'au début du XXI<sup>ème</sup> siècle (cf. graphique 1).

À la fin du Moyen-âge, l'hémisphère Nord est touché par un net refroidissement qui persiste jusqu'au début du XIX<sup>ème</sup> siècle. Un minimum thermique est atteint au XVII<sup>ème</sup> siècle. Cette petite glaciation ou petit âge glaciaire semble correspondre à une faible activité solaire. Elle fut marquée par une série d'hivers particulièrement rigoureux, accompagnés de disettes et de famines.

### 1.3 Réchauffement global au XX<sup>ème</sup> siècle

Les mesures terrestres de températures réalisées entre 1906 et 2005 montrent une élévation générale de 0,74°C<sup>2</sup>. Ce réchauffement aurait été plus important ces cinquante dernières années, la hausse ayant atteint 0,13°C par décennie. 1998 et 2005 enregistrent les températures de surface les plus élevées depuis 1850. Cette tendance semble de plus corrélée à l'augmentation dans l'atmosphère de la concentration de gaz à effet de serre (cf. encadré 1) tels que le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), le méthane (CH<sub>4</sub>) et l'oxyde nitreux (N<sub>2</sub>O). Ces gaz seraient les principaux responsables du réchauffement global.

Graphique 1. Évolution des températures depuis 20 000 ans



2. IPCC (2007) *Climate Change 2007. Fourth Assessment Report (AR4)*.

#### Encadré 1. Les gaz à effet de serre

Lorsque le rayonnement solaire atteint l'atmosphère terrestre, une partie (28 %) est directement réfléchi (renvoyé vers l'espace) par l'air, les nuages blancs et la surface claire de la Terre (en particulier les régions blanches et glacées comme l'Arctique et l'Antarctique) : c'est l'albédo. Les rayons incidents qui n'ont pas été réfléchis vers l'espace sont absorbés par l'atmosphère (21 %) et la surface terrestre (51 %). Cette partie du rayonnement absorbée par la terre crée de la chaleur (énergie) qui est restituée à son tour, la nuit notamment, et en hiver, en direction de l'atmosphère sous forme de rayons infrarouges : c'est le rayonnement du corps noir. Ce rayonnement est en partie absorbé par les gaz à effet de serre, puis réémis sous forme de chaleur vers la Terre : c'est l'effet de serre. Sans ce phénomène, la température moyenne sur terre chuterait d'abord à -18 °C. Puis, la glace s'étendant sur le globe, l'albédo terrestre augmenterait et la température se stabiliserait vraisemblablement à -100°C.



## II. Changements climatiques et prise de conscience internationale

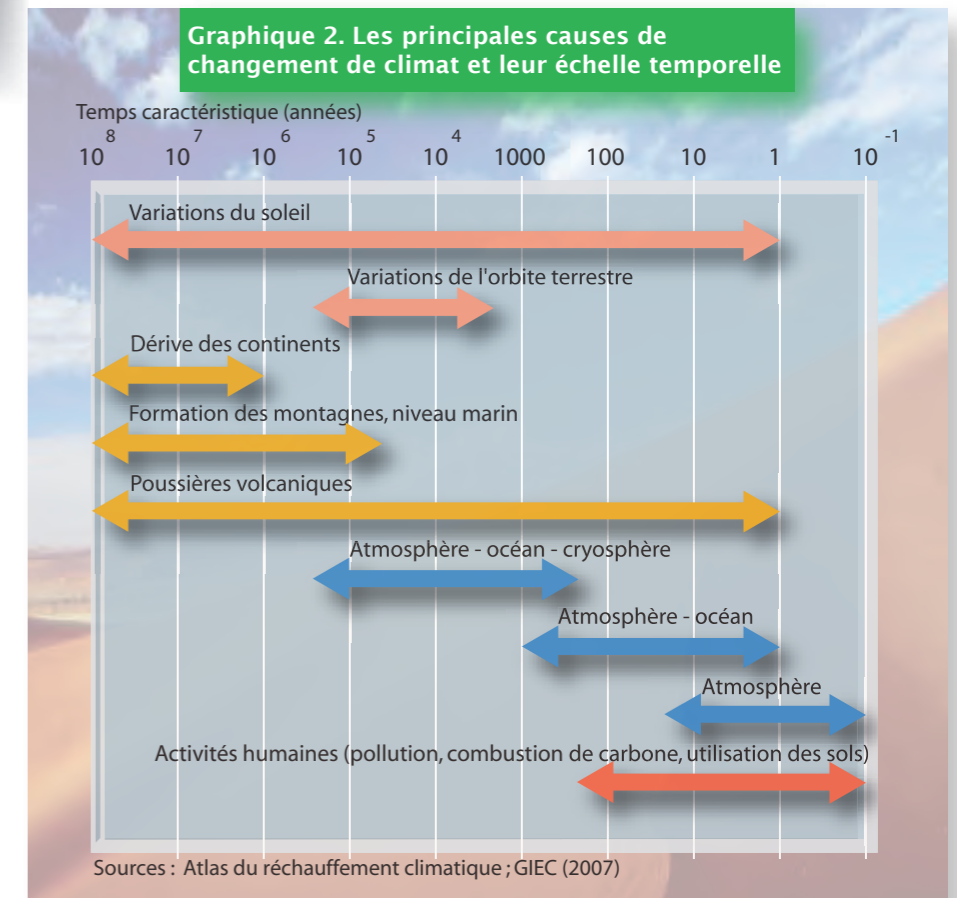
### 2.1 Certitudes et incertitudes

Il y aura probablement toujours des incertitudes dans la compréhension d'un système aussi complexe que le climat. La quantité de gaz à effet de serre et de poussière dans l'atmosphère, l'énergie solaire et la manière dont elle est distribuée à la surface de la terre, le mouvement des océans, la position des continents sont autant de facteurs qui influencent le climat à différentes échelles de temps (cf. graphique 2).

La Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC), dans son article premier, définit les changements climatiques comme « des changements qui sont attribués directement ou indirectement à une activité humaine altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables ». Cette distinction n'est pas reprise par la communauté scientifique qui définit les changements climatiques par l'effet conjoint de l'activité humaine et de la variabilité naturelle.

À cet égard, le dernier rapport du GIEC<sup>3</sup> confirme avec un « très haut degré de confiance » la primauté de la responsabilité humaine sur les facteurs naturels dans le réchauffement climatique global à travers l'effet combiné des gaz à effet de serre, des aérosols et de l'albédo (les conclusions du GIEC ne font pas l'unanimité des scientifiques -

Graphique 2. Les principales causes de changement de climat et leur échelle temporelle



Sources : Atlas du réchauffement climatique ; GIEC (2007)



cf. encadré 2). Les premiers, qui ont un effet de réchauffement, résultent principalement de la combustion des énergies fossiles (dioxyde de carbone) et du développement de l'agriculture (méthane et oxyde nitreux). Les deuxième et troisième ont quant à eux un effet de refroidissement. Du côté des facteurs naturels, l'effet des radiations solaires se serait ajouté, dans une faible mesure, aux autres dynamiques de réchauffement de la planète.

L'augmentation future des émissions de gaz à effet de serre accroîtra le réchauffement global et induira de multiples effets sur le système climatique mondial. Selon les scénarios développés<sup>4</sup>, la température moyenne mondiale augmentera de 1,8°C à 4°C (de 1,1 à 2,9°C pour le scénario minimum ; de 2,4 à 6,4°C pour le scénario le plus élevé) et le niveau des océans montera de 18-38 cm à 26-59 cm d'ici la fin du siècle, avec une généralisation de vagues de chaleur et épisodes de fortes précipitations<sup>5</sup>.

## 2.2 Engagements internationaux

Le secteur énergétique, largement dominé par l'utilisation d'énergie fossile, contribue à plus de 80 % aux émissions de gaz à effet de serre, dont 95 % de CO<sub>2</sub> (cf. carte 1). La réduction de ces émissions passe en grande partie par un changement de modèle énergétique, qui pourrait être accéléré par la fin possible de l'ère pétrolière au terme de ce siècle. Les alternatives existent (énergie hydraulique, nucléaire, solaire, éolien, agro-carburant, etc.), mais elles ont aussi leur lot de contraintes économiques, techniques et environnementales, donc de temps. Les combustibles resteront pour la prochaine génération au cœur du mode de consommation d'énergie.

Face à cette perspective, la CNUCC cherche à stabiliser les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute « perturbation anthropique dangereuse du système climatique ». Réunie en 1997 à Kyoto, la 3<sup>ème</sup> session de la Conférence des Parties de la CCNUCC débouche sur l'adoption d'un Protocole fixant à 5 % l'objectif de réduction des émissions pour la période 2008-2012 par rapport à 1990, avec des objectifs précis pour chaque pays de l'annexe I de la Convention<sup>6</sup> : par exemple -8 % pour l'Union européenne, -7 % pour les Etats-Unis mais à l'inverse +8 % pour la Norvège ou +10 % pour l'Islande. Beaucoup de ces pays ayant signé le protocole auront certainement des difficultés à respecter ces ratios. Trois mécanismes, dits de « flexibilité », facilitent l'action des pays en matière de réduction des émissions :

- L'échange de quotas d'émissions (Emissions Trading) permettant de vendre ou d'acheter des droits à émettre entre pays de l'annexe I ;

### Encadré 2. Les « sceptiques » du réchauffement climatique

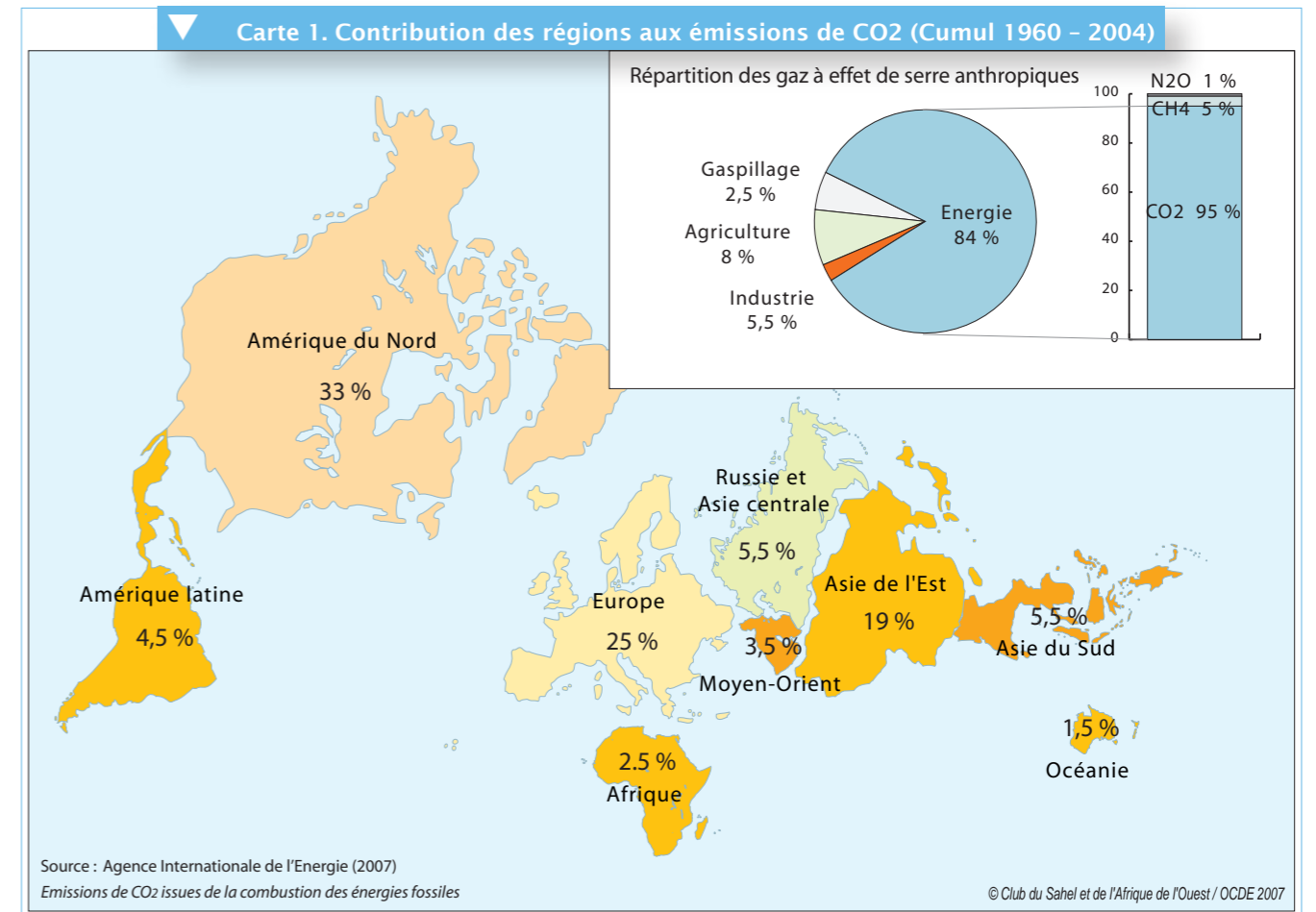
Face aux nombreux experts du GIEC, il existe un nombre important de scientifiques de haut niveau qui ne se reconnaissent pas dans ses travaux et en critiquent les résultats et les modes de fonctionnement. Si la plupart d'entre eux ne réfutent pas la réalité du réchauffement récent du climat, ils en contestent parfois l'origine anthropique comme en témoigne par exemple la lettre envoyée au premier ministre canadien par 61 scientifiques en octobre 2006 : « Les évidences tirées de l'observation ne supportent pas les modèles climatiques actuels fournis par les ordinateurs (...). « Le changement climatique est une réalité » constitue une expression vide de sens utilisée à maintes reprises par les militants pour convaincre le public qu'une catastrophe climatique est imminente (...). Aucune de ces craintes n'est justifiée. Le climat de la planète change tout le temps en raison de causes naturelles et l'impact humain reste impossible à distinguer de « bruit » naturel ».

Une pétition signée par 19 000 scientifiques américains, soutenait déjà que : « *There is no convincing scientific evidence that human release of carbon dioxide, methane, or other greenhouse gasses is causing or will, in the foreseeable future, cause catastrophic heating of the Earth's atmosphere and disruption of the Earth's climate. Moreover, there is substantial scientific evidence that increases in atmospheric carbon dioxide produce many beneficial effects upon the natural plant and animal environments of the Earth* » (<http://www.oism.org/pproject/>).

Dans son livre « *Global Warming: Myth or Reality? The Erring ways of Climatology* » (Réchauffement planétaire : mythe ou réalité ? Les errements de la climatologie), Marcel Leroux - professeur émérite de climatologie à l'Université Jean-Moulin (Lyon - France) écrit : « L'effet de serre n'est pas la cause du changement climatique. Les causes probables sont donc : des paramètres orbitaux bien établis à l'échelle paléoclimatique, avec des conséquences climatiques freinées par l'effet d'inertie des accumulations glaciaires; l'activité solaire (...); l'activité volcanique et les aérosols associés (plus particulièrement les sulfates), dont les effets (à court terme) sont incontestables; et loin après, l'effet de serre, et en particulier celui causé par la vapeur d'eau, dont l'influence est inconnue. Ces facteurs se conjuguent en permanence et il semble difficile d'établir l'importance relative de ces différents facteurs sur l'évolution du climat. De même, il est tendancieux de faire ressortir le facteur anthropique alors qu'il est, clairement, le moins crédible parmi tous les autres facteurs cités ci-dessus ».

Source : *Diplomatie magazine hors série n° 4* (2007), <http://www.pensee-unique.fr/paroles.html>

4. Certains scénarios partent de l'hypothèse où aucune politique de limitation des facteurs humains du réchauffement n'est mise en œuvre. D'autres intègrent de telles politiques (mitigated projections).
5. L'augmentation des températures ou du niveau des océans a été revue à la baisse par rapport au document de 2001. Dans le cadre du troisième rapport, les prévisions ont mis en évidence une augmentation de la température moyenne de 1,4 à 5,8°C et de celle du niveau moyen de la mer à l'échelle mondiale de 0,09 à 0,88 m entre 1990 et 2100.
6. Les pays de l'annexe I sont les Etats industrialisés membres de l'OCDE en 1992, auxquels s'ajoutent les économies en transition incluant la Fédération de Russie, les pays baltes et quelques pays d'Europe de l'Est et centrale (41 pays au total).



7. Même si les Etats-Unis n'ont pas ratifié le protocole de Kyoto, de nombreuses villes et Etats américains l'appliquent de fait.

- La Mise en Œuvre Conjointe (MOC) (Joint Implementation, JI) qui permet aux parties prenantes de procéder à des investissements visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre en dehors de leur territoire national et de bénéficier ainsi des crédits d'émissions générés par les réductions obtenues ;

### Encadré 3. La fiabilité des modèles climatiques

Les projections climatiques proviennent de modèles capables de réaliser de bonnes simulations à une large échelle et de plus en plus performants. Ces modèles climatiques sont par exemple : Hadcm3, ECHAM4, NCAR, CCSR, CSIRO, CGCM2, etc. Toutefois, leur capacité à reproduire le climat varie selon les régions du monde. Ils souffrent aussi de nombreuses limites dans la prise en compte de certains facteurs climatiques, tels que les nuages.

Les modélisations ne peuvent prévoir au mieux qu'à trois degrés près l'augmentation de la température d'équilibre provoquée par un doublement de la concentration atmosphérique en dioxyde de carbone.

La connaissance partielle des climats anciens ne permet pas de prévoir l'avenir avec précision. Les concentrations actuelles de gaz à effet de serre dépassant déjà les maxima atteints dans le passé « récent » (740 000 ans), il est impossible de « lire » dans les carottes de glace ou de sédiments un climat correspondant à de possibles taux futurs de dioxyde de carbone ou de méthane.

Prenant en compte à la fois l'évolution démographique, les émissions de gaz à effet de serre et la consommation d'énergie, les différents modèles climatologiques permettent d'envisager une quarantaine de scénarios sur l'évolution future du climat. Aucun de ces derniers ne tient compte d'éventuels conflits ou catastrophes d'envergure planétaire, ou des évolutions (imprévisibles) de facteurs naturels (volcan, cycles naturels).

Sources : *Atlas du réchauffement climatique ; GIEC (2007)*

- Le Mécanisme de Développement Propre (MDP) (Clean Development Mechanism, CDM), analogue au précédent, mais favorisant les investissements des pays de l'annexe I vers les pays de l'annexe II.

N'ayant pas ratifié le protocole, les Etats-Unis ne sont pas engagés à respecter ces ratios<sup>7</sup>. De même, ni l'Inde ni la Chine ne sont concernées. Pourtant, ces pays contribuent fortement aux émissions de gaz à effet de serre : les Etats-Unis figurent comme le premier contributeur, la Chine et l'Inde se trouvent en 3<sup>ème</sup> et 6<sup>ème</sup> positions (cf. carte 1 et tableau 1). Les conséquences de l'industrialisation et de la forte croissance de l'Asie de l'Est sur l'émission des gaz à effet de serre inquiètent la communauté



internationale. Cette préoccupation n'est pas étrangère au gouvernement de ces États comme l'illustrent le développement des énergies renouvelables en Inde (le pays est devenu le quatrième producteur mondial d'électricité d'origine éolienne) ou la construction de la première écoville du monde (Dongtan) par la municipalité de Shanghai en Chine. Mais, l'ampleur des réponses à apporter va bien au-delà de ces mesures. La recherche d'une consommation d'énergie plus raisonnée est une voie qui devrait être explorée par l'ensemble de la communauté internationale.

La révision du protocole de Kyoto adoptée à Nairobi (Kenya) en novembre 2006 accorde une place plus importante aux pays dits « émergents » et en « développement » : l'élargissement de l'accord à des pays comme la Chine ou l'Inde, la mise en œuvre du Mécanisme de Développement Propre (MDP), les modalités de fonctionnement du Fonds d'adaptation destiné à parer aux impacts du réchauffement dans les pays pauvres, la création de fonds pour développer les « énergies propres » en faveur de l'Afrique, sont au cœur des débats.

A l'issue de la conférence de Bali en décembre 2007, l'ensemble des pays présents ont décidé de lancer une série de négociations devant aboutir à un nouvel accord qui remplacera le protocole de Kyoto à partir de 2013. L'Afrique, contribuant le moins aux émissions de gaz à effet de serre et considérée comme la région la plus vulnérable aux effets des changements climatiques, devra trouver sa place dans le jeu de ces négociations.

### III. Le continent africain face au climat

#### 3.1 Variabilité et caractéristiques du climat

L'Afrique a traversé des périodes climatiques très différentes par le passé. Avant la fin de l'ère glaciaire (-18 000), le continent était quasiment désertique. Une période humide s'est ensuite installée entre -12 000 et -5 000. Elle a fait disparaître la quasi-totalité des zones arides et permis le développement de l'agriculture et de l'élevage dans la partie actuelle de l'Ouest du Sahara. L'existence d'un gigantesque lac Tchad à l'holocène moyen (il y a plus de 6 000 ans) atteste de ces fluctuations historiques<sup>8</sup>.

Le climat africain contemporain est pratiquement le même que celui qui prévalait il y a 2 000 ans, avec des phases plus arides ou plus humides. L'époque des premiers grands empires sahéliens (X<sup>ème</sup> au XIV<sup>ème</sup> siècle) correspond à une période arrosée où les conditions de peuplement étaient plus propices qu'à l'heure actuelle. Au début du XIX<sup>ème</sup> siècle en revanche, une période aride touche le continent durant quelques décennies. L'écoulement du Nil diminue fortement et le lac Tchad s'assèche. Le siècle passé n'échappe pas à ces fluctuations. Après une période sèche de courte durée, s'installe une phase humide jusque dans les années 1960. La décennie 1970-1980 marque à nouveau une aridification du climat qui se fera lourdement ressentir par les populations.

**Tableau 1. Les dix premiers contributeurs de CO<sub>2</sub> dans le monde**

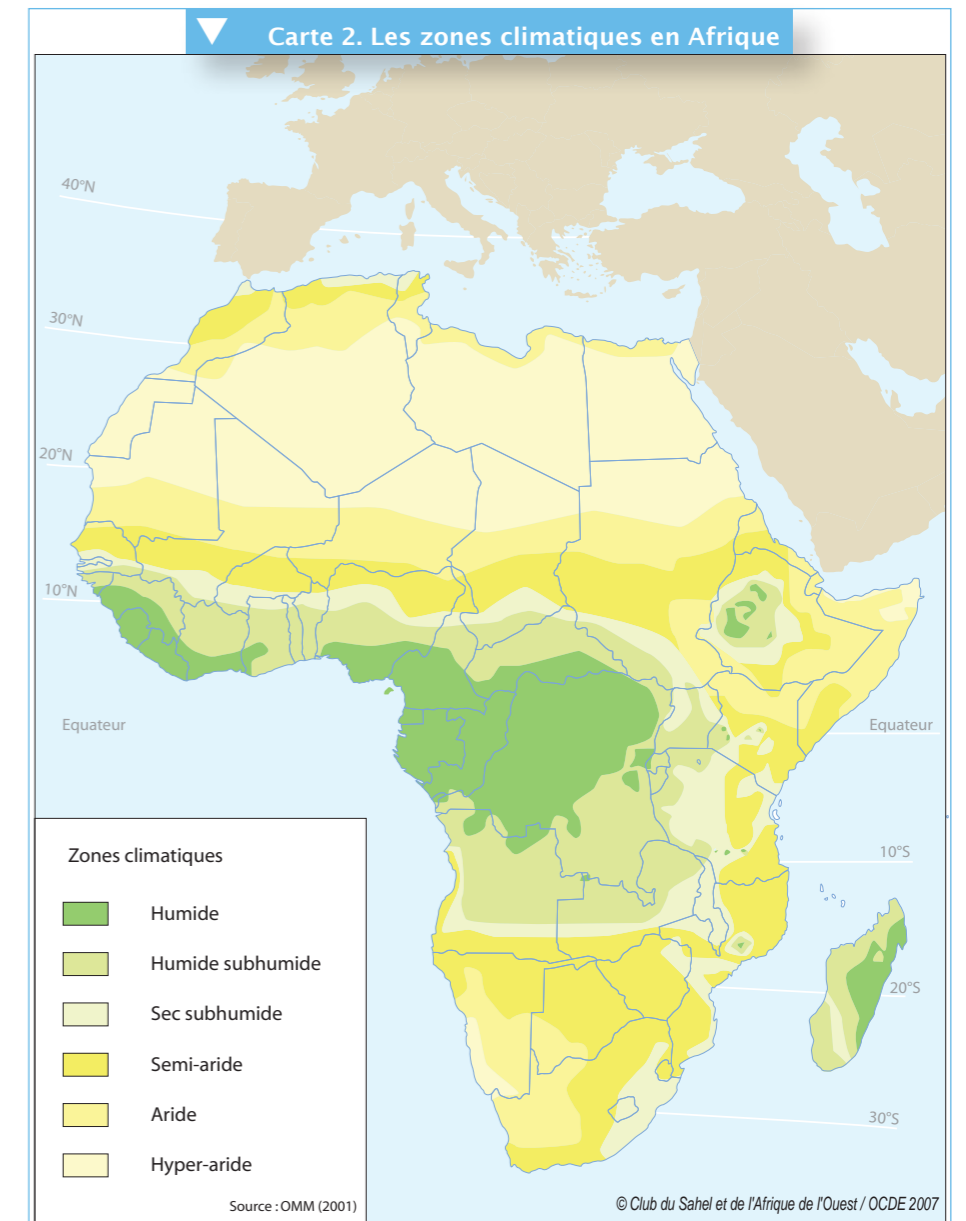
| Pays (ou région)       | Emissions de CO <sub>2</sub> (moyenne 2000-04) |              |
|------------------------|--|--------------|
|                        | Total (Mt)                                     | Par habitant |
| 1 Etats-Unis           | 5 700  | 19           |
| 2 Union européenne     | 3 870  | 8            |
| 3 Chine                | 3 670  | 3            |
| 4 Fédération de Russie | 1 520  | 11           |
| 5 Japon                | 1 200  | 9            |
| 6 Inde                 | 1 020  | 1            |
| 7 Canada               | 540  | 16           |
| 8 Corée du Sud         | 445  | 9            |
| 9 Mexique              | 360  | 3            |
| 10 Australie           | 350  | 16           |

Source : Agence internationale de l'énergie (2007)



8. S'étalant dans ce qui est aujourd'hui le plus grand bassin endoréique du monde (c'est-à-dire où les eaux courantes n'atteignent pas la mer et se perdent dans les terres), le lac occupait une surface de 340 000 km<sup>2</sup> (taille actuelle de la Côte d'Ivoire) avec une profondeur maximale de 160 mètres (moins de 10 actuellement), formant le 4<sup>ème</sup> réservoir lacustre mondial après la mer Caspienne et les lacs Baïkal et Tanganyika.

9. Nicholson, Sharon E. (2001) *Climatic and environmental change in Africa during the last two centuries.*



Aujourd'hui, la plupart du continent africain se trouve au sein d'un régime tropical à l'exception de la partie méditerranéenne et de l'Afrique du Sud. La pluviométrie s'échelonne sur un vaste gradient de moins d'1 mm/an dans certaines régions du Sahara à plus de 5 000 mm/an à l'équateur. Les températures, en général élevées, varient peu tout au long de l'année. Les écarts sont en revanche plus importants entre la nuit et le jour. Ils peuvent atteindre de 10 à 15°C (encore plus dans les déserts), alors que les variations interannuelles au sud du Sahara s'échelonnent entre 6 et 10°C<sup>9</sup>.

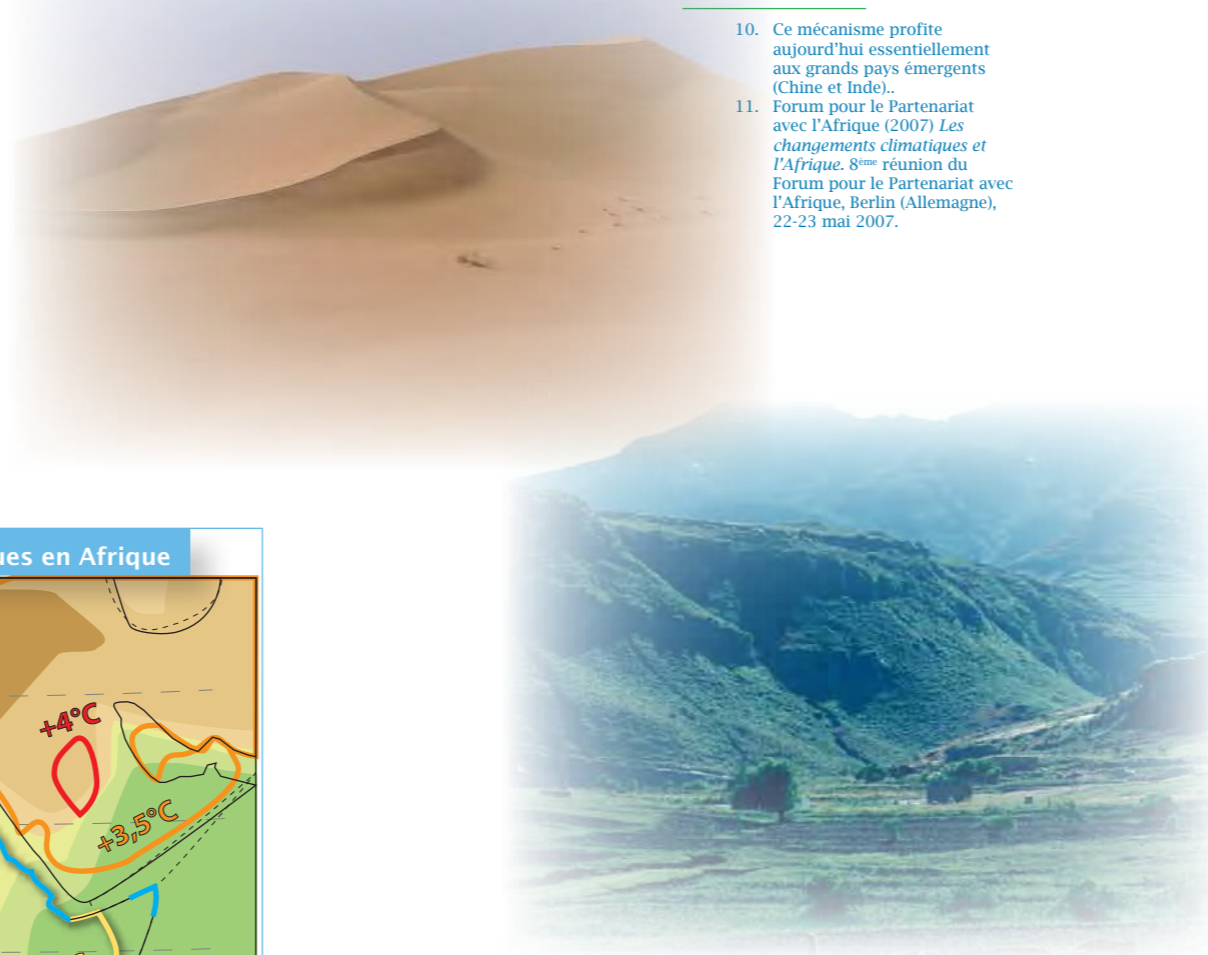
#### 3.2 Image contrastée des changements climatiques

Les modèles climatiques sont relativement satisfaisants pour prévoir le changement de température en Afrique. Dans son dernier rapport, le GIEC confirme qu'au cours du XXI<sup>ème</sup> siècle, le réchauffement climatique en Afrique sera plus important qu'au niveau mondial. La hausse de la température moyenne entre 1980/99 et 2080/99 s'échelonnera entre



3 et 4°C sur l'ensemble du continent, 1,5 fois plus qu'au niveau mondial. Cette hausse sera moins forte au sein des espaces côtiers et équatoriaux (+3°C) et la plus élevée dans la partie ouest du Sahara (+4°C).

En revanche, des incertitudes demeurent sur les résultats des projections concernant les précipitations. L'Afrique du Nord, l'Afrique australe ou l'Afrique de l'Est figurent parmi les régions où l'incertitude est la moins forte. La côte méditerranéenne de l'Afrique, comme le pourtour méditerranéen dans son ensemble, devrait connaître une diminution des précipitations (-15 à -20 %) au cours de ce siècle. Cet assèchement affecterait la rive Nord du Sahara et la côte ouest-africaine jusqu'à la latitude 15° Nord (latitude de Dakar). A l'autre extrémité du continent, l'hiver mais surtout le printemps en Afrique australe devrait



10. Ce mécanisme profite aujourd'hui essentiellement aux grands pays émergents (Chine et Inde)...
11. Forum pour le Partenariat avec l'Afrique (2007) *Les changements climatiques et l'Afrique*. 8<sup>ème</sup> réunion du Forum pour le Partenariat avec l'Afrique, Berlin (Allemagne), 22-23 mai 2007.

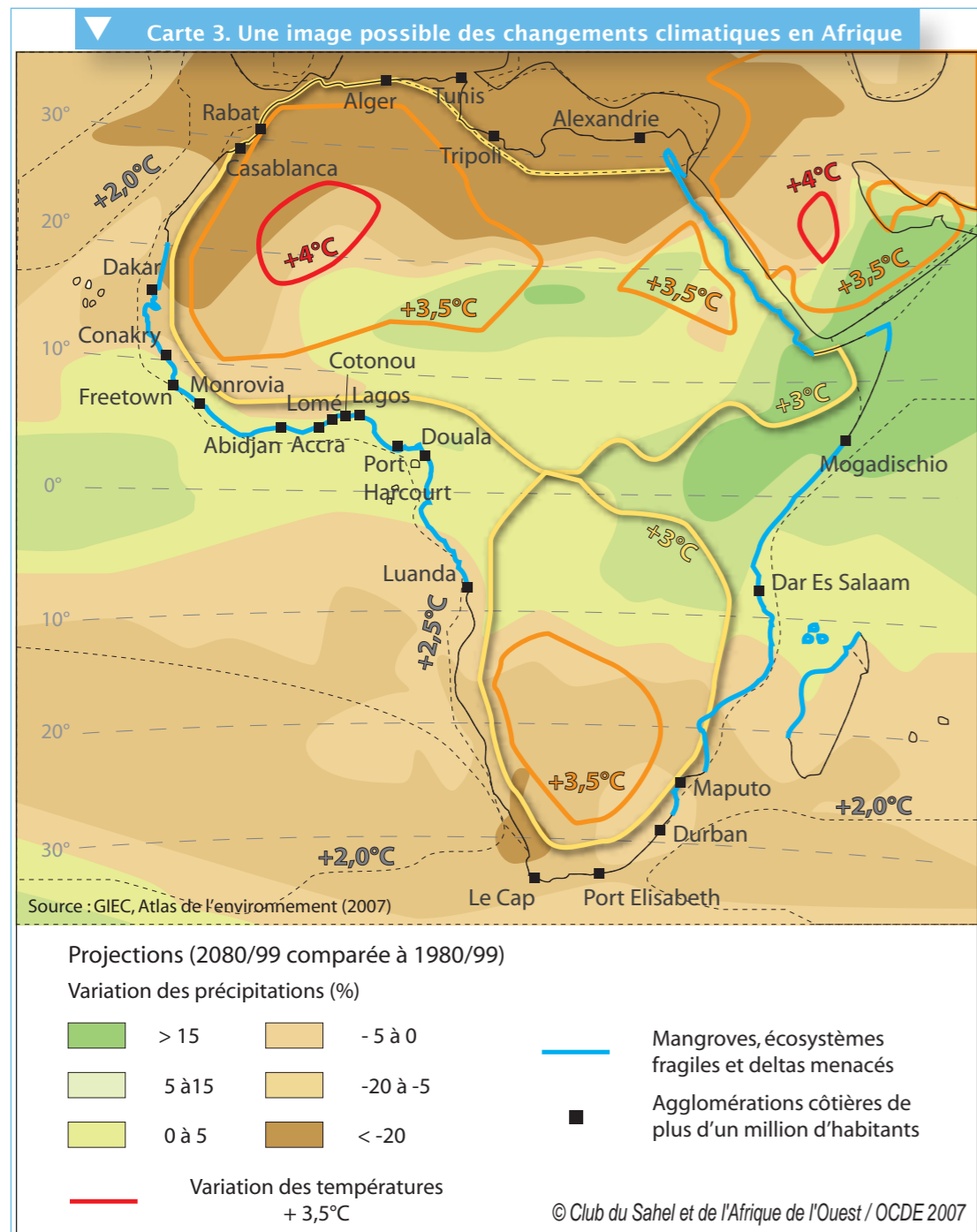
être également moins pluvieux. Dans la ceinture tropicale, les résultats des modèles montrent un accroissement de la pluviométrie dans la corne de l'Afrique ; aucune conclusion ne peut être tirée concernant le régime des précipitations en Afrique de l'Ouest (cf. carte 3).

### 3.3 Nouvelles opportunités pour le continent

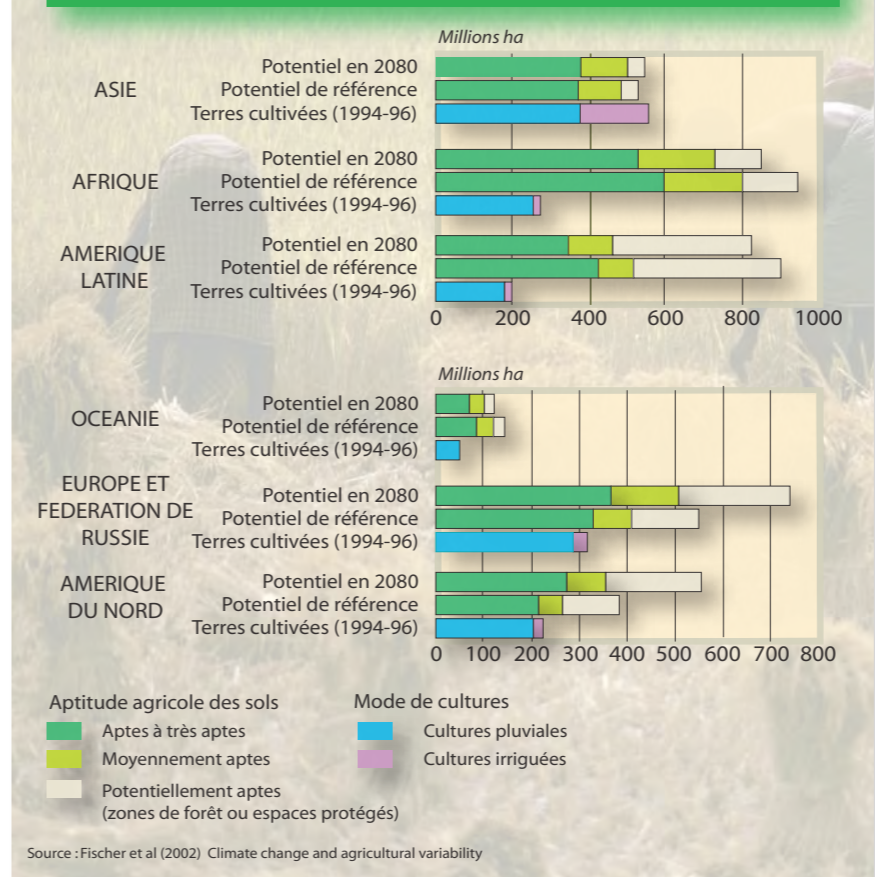
L'Afrique subsaharienne, au-delà des incertitudes climatiques et de sa vulnérabilité, pourrait tirer profit de cette situation en termes de diversification/transition énergétique et de marchés agricoles.

Du fait de sa faible consommation énergétique, c'est aujourd'hui la région qui rejette le moins de gaz à effet de serre. Mais, l'utilisation de la biomasse (80 % de la demande d'énergie) contribue à l'essentiel de la déforestation en Afrique subsaharienne. De son côté, la production d'électricité utilise de plus en plus l'énergie thermique (pétrole et gaz) : 80 % aujourd'hui contre 2/3 il y a 25 ans. A l'avenir, ses choix en matière d'offre énergétique seront de plus en plus dictés par les questions environnementales et l'enjeu climatique en particulier.

L'Afrique dispose d'un potentiel hydro-électrique, solaire et éolien susceptible d'être valorisé dans le cadre du MDP<sup>10</sup> ou celui de l'investissement pour l'énergie propre et le développement. Une approche régionale pourrait davantage attirer ces types d'investissement, ce d'autant plus que ces ressources sont partagées par plusieurs pays (c'est par exemple le cas des bassins fluviaux transfrontaliers).



**Graphique 3. Perspectives du potentiel agricole dans le monde**



La végétation, notamment le capital forestier de l'Afrique centrale, fait de cette région un important « protecteur du climat » mondial à travers le rôle des puits de carbone. Si la forêt venait à être reconnue comme un bien public mondial<sup>11</sup>, un mécanisme de transition énergétique devrait être envisagé pour limiter la consommation de cette rente environnementale.

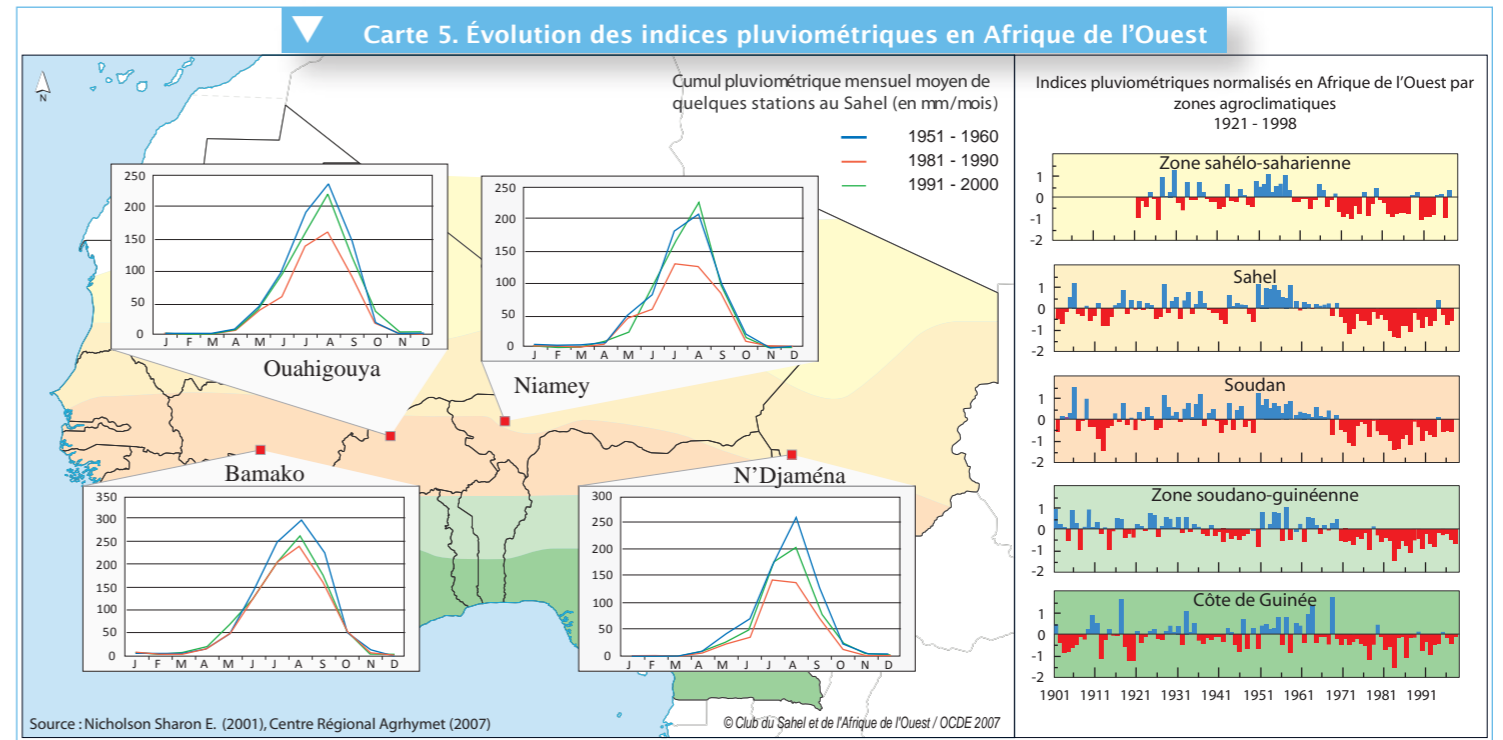
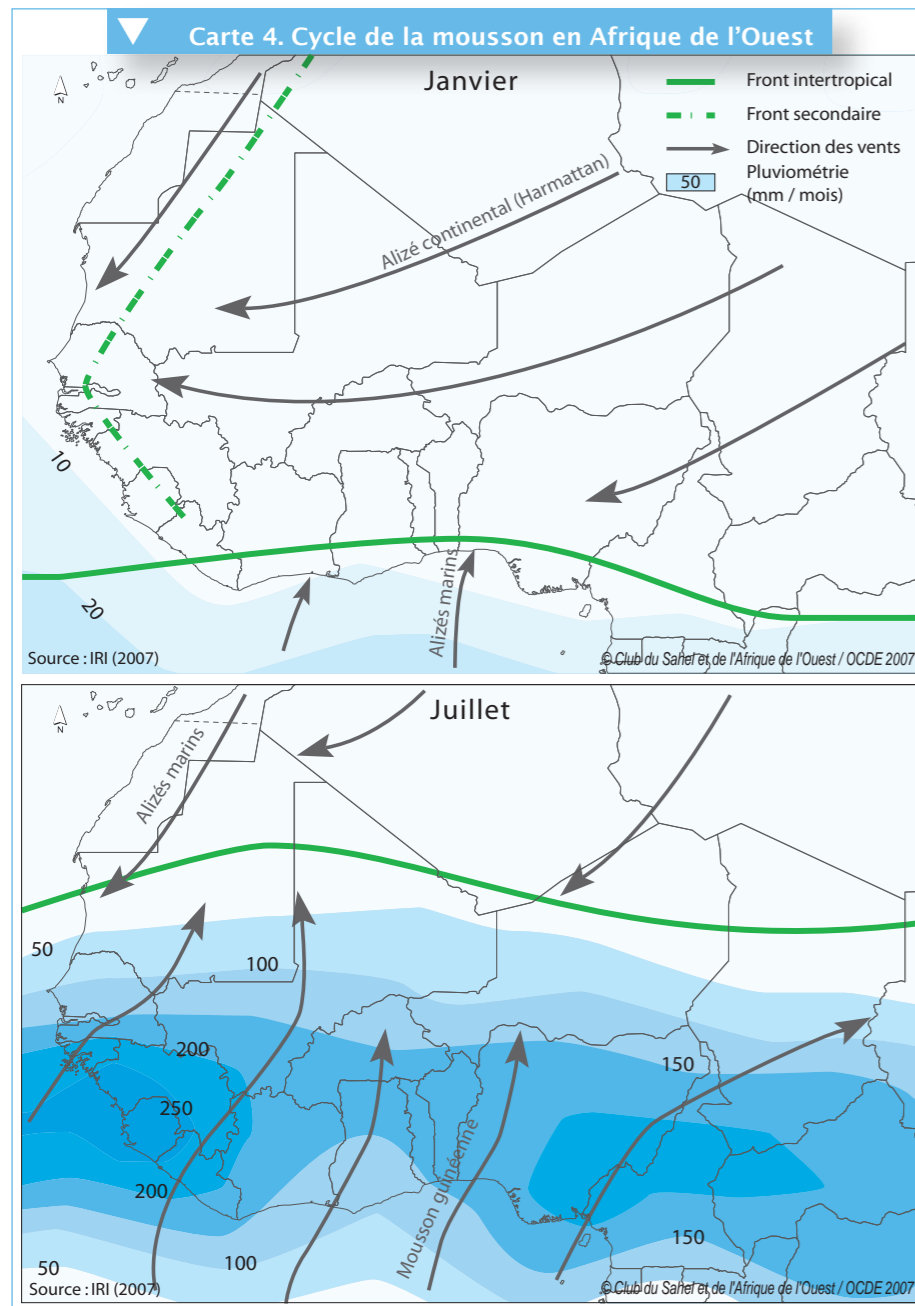
Les changements climatiques auront certainement une influence sur les surfaces agricoles exploitables au niveau mondial et la sécurité alimentaire des populations. Avec l'Amérique latine, c'est semble-t-il le continent africain qui subira le plus de pertes de terres agricoles. Mais ces pertes restent marginales vis-à-vis des terres potentiellement cultivables. D'ici 2080, le continent africain disposera encore des plus grandes superficies agricoles exploitables (cf. graphique 3).

L'Amérique du Nord, l'Europe et, dans une faible mesure, l'Asie verront leur potentiel agricole s'accroître ; de nouvelles terres seront exploitées et l'intensité culturale sera davantage accrue. Il est cependant envisageable qu'une plus grande part



du potentiel agricole africain soit valorisée pour satisfaire la demande croissante en produits alimentaires de la part des pays asiatiques et le développement, encore sujet à caution, des agro-carburants en Europe (biodiesel à partir de l'huile de palme) ou en Amérique (éthanol à partir des céréales). L'Afrique devra trouver un juste équilibre entre ressources foncières, sécurité alimentaire et développement de nouveaux partenariats et marchés extérieurs.

D'ores et déjà, les effets inflationnistes sur les marchés céréaliers, en partie soutenus par la demande en biocarburant et la hausse des coûts de transport, se font ressentir. Sur les marchés ouest-africains, la hausse des prix des céréales importées est également sensible ; elle pose un risque d'insécurité alimentaire à court terme mais représente aussi une opportunité de mieux valoriser la production et la transformation locale à plus long terme.



- L'origine du terme de mousson vient du terme arabe mawsim. Il signifiait chez les marins arabes la saison des vents favorables à la navigation vers les Indes.
- Club du Sahel et de l'Afrique de l'Ouest (2006) *La zone écologique fragile des pays du Sahel*. Atlas de l'intégration régionale en Afrique de l'Ouest, CSAO/OCDE.

## IV. Vulnérabilités et impacts en Afrique de l'Ouest

### 4.1 Le climat ouest-africain entre phénomènes globaux et dynamiques régionales

Le régime pluviométrique de l'Afrique de l'Ouest est lié au mouvement saisonnier de la zone de convergence intertropicale, espace de rencontre des alizés, vents chauds et secs soufflant du Nord-Est, avec les masses d'air humide, venant de l'océan atlantique Sud, liées à la mise en place de la mousson<sup>12</sup> (cf. carte 4). La zone semi-aride, qui comprend essentiellement la bande sahéenne et sahélo-saharienne, est marquée par une seule saison des pluies. Le Sahel reçoit la plus grande partie de ses précipitations entre juillet et septembre. Plus au sud, l'alternance de deux saisons pluvieuses et deux saisons sèches marque le climat des pays du golfe de Guinée.

L'Afrique de l'Ouest a connu une forte diminution des précipitations durant les 50 dernières années avec une rupture nette dans les années 1968-1972. La réduction importante des précipitations apparaît clairement au Sahel, avec des épisodes de forts déficits en 1972-73, 1982-84 et 1997. Cette tendance s'est traduite par un glissement des isohyètes de 200 km vers le Sud et un processus historique d'aridification du climat dans la zone<sup>13</sup>. La baisse de la pluviométrie n'a pas non plus épargné les zones soudanienne et guinéenne. Il n'est pas évident que le changement de régime pluviométrique survenu pendant les décennies passées se confirme. Depuis le milieu des années 1990, un retour à de meilleures conditions pluviométriques est notable, notamment dans le Sahel continental (cf. carte 5).





Les changements de température de la surface des eaux du nord et du sud de l'Océan atlantique et de l'Océan indien<sup>14</sup> ainsi que les anomalies de température de surface de l'Océan pacifique associées au phénomène d'El Nino<sup>15</sup> sont des moteurs importants de l'activité de la mousson ouest-africaine. Les variations de la température des océans, sensibles aux changements climatiques globaux, auront certainement des répercussions sur la mousson ouest-africaine. A ces phénomènes globaux s'ajoute l'effet du processus des surfaces continentales (végétation, humidité du sol, cycle de l'eau ou albédo) sur la dynamique de la mousson. Toutefois, les interactions/rétroactions entre les dynamiques continentales et le climat sont encore mal comprises.

Entre facteurs globaux et dynamiques régionales et continentales, le climat de l'Afrique de l'Ouest est soumis à de fortes variations. C'est plus particulièrement le cas au Sahel où les précipitations, moins importantes qu'au niveau des régions côtières, varient de plus de 1 000 mm sur



14. Par exemple, lorsque les températures des surfaces des mers sont plus chaudes dans le sud de l'Océan atlantique que dans le nord, apparaît un cycle de mousson dans le sud, ce qui peut priver la région de ses pluies habituelles.
15. El Niño (l'Enfant-Jésus en espagnol) est ainsi nommé parce qu'il se produit vers Noël. Il caractérise un changement brutal de la circulation océanique et atmosphérique du Pacifique équatorial qui se traduit par une élévation des températures de la surface de la mer.

16. Kanga, André F. et Buscarlet, Etienne (2006) *Simulation du climat de l'Afrique de l'Ouest à l'aide d'un modèle climatique régional*. La météorologie, Journal de la société météorologique de France.
17. Une partie de cette information historique demeure sur support papier.

une distance (Nord-Sud) de 750 km. Cette région est donc extrêmement sensible aux caprices de la zone de convergence intertropicale : d'une année sur l'autre, la variation de la longueur de la saison des pluies peut y être supérieure à 30 %.

Autre variable climatique, l'évolution des températures en Afrique de l'Ouest et plus spécifiquement au Sahel, a suivi une tendance plus rapide que le réchauffement mondial. L'augmentation varie de 0,2 à 0,8°C depuis la fin des années 1970. Elle est plus marquée au niveau des minimales que des maximales (cf. graphique 4).

#### 4.2 Scénarios des changements climatiques en Afrique de l'Ouest : encore trop d'incertitudes

Les projections climatiques concernant les précipitations sont encore incertaines pour l'Afrique de l'Ouest. Une moyenne simple de l'ensemble des scénarios aboutirait à la conclusion d'une légère humidification de la région sahélienne alors que la côte guinéenne ne subirait pas de véritables changements.

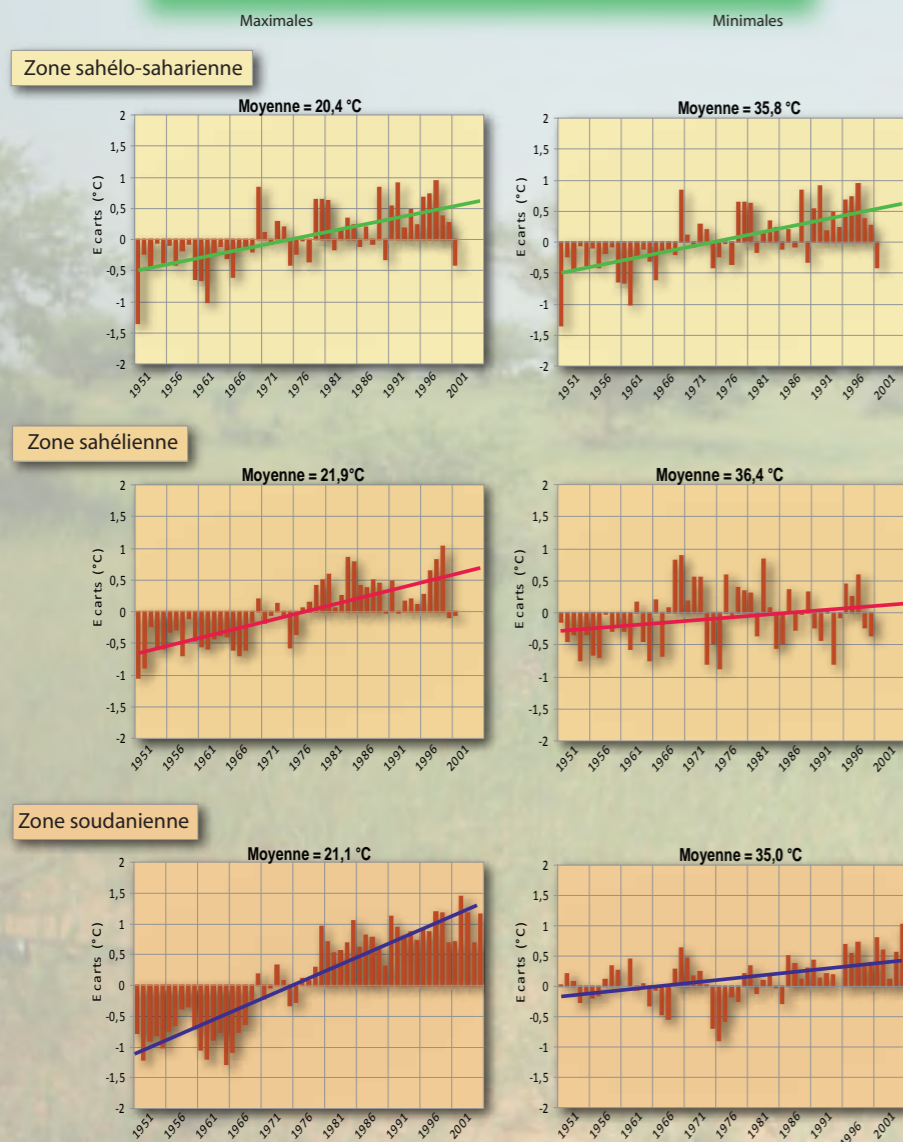
Des tests récents ont montré les limites des modèles dans leur capacité à retranscrire le climat ouest-africain. Par exemple, les périodes de démarrage de la saison des pluies dans les modèles apparaissent un à deux mois avant les dates observées<sup>16</sup>. La comparaison du climat sahélien observé (1961-1990) avec les climats simulés par six modèles de circulation générale recommandés par le GIEC (cf. graphique 5) illustre ces faiblesses : contrairement à la réalité, la saison pluvieuse est marquée quasiment tout au long de l'année ; et un biais important (entre 140 à 215 mm/an) existe dans les estimations de cumul pluviométrique annuel par rapport aux données observées.

Ces résultats militent en faveur d'une meilleure compréhension du climat ouest-africain à partir de laquelle des modèles climatiques

régionaux pourraient être élaborés. Sous réserve que les séries statistiques soient suffisamment longues et fiables<sup>17</sup>. Or, le réseau pluviométrique actuel est loin de garantir une erreur inférieure à 10 % à l'échelle des analyses agrométéorologiques. Dans les pays du CILSS, seul 1,5 % de l'espace contient un nombre de postes pluviométriques suffisant pour permettre une bonne représentation des pluies. La zone désertique et la zone agro-pastorale sont les moins bien loties en la matière.

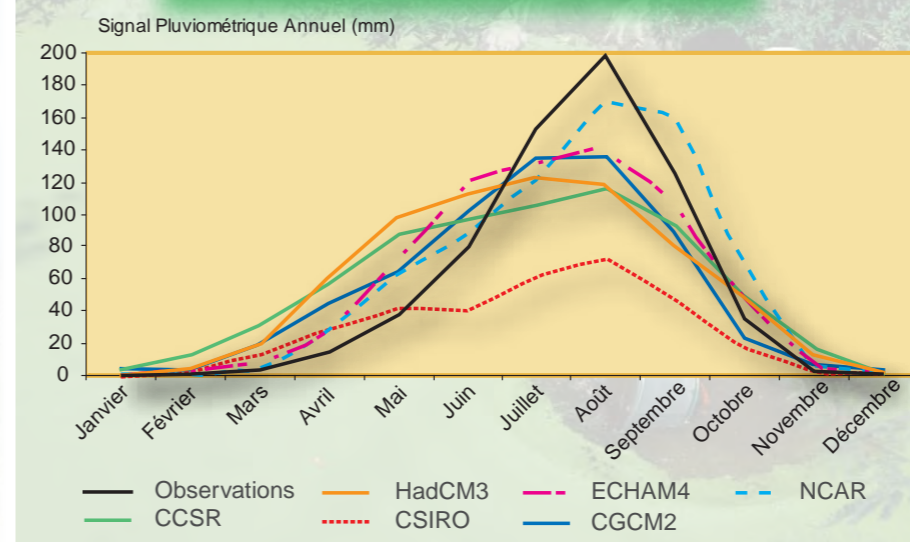
Le GIEC reconnaît également les limites de la recherche sur les événements climatiques extrêmes. Les changements climatiques sont susceptibles d'accroître

**Graphique 4. Évolution des températures moyennes (minimales et maximales) dans l'espace CILSS**



Source : Centre Régional Agrhymet (2007)

**Graphique 5. Faible performance des modèles climatiques en zone sahélienne**



Source : Projet d'appui aux capacités d'adaptation aux changements climatiques au Sahel, CRA / CILSS (à paraître)



la fréquence et la gravité des inondations et des sécheresses dans les zones connaissant déjà une forte variabilité des précipitations. Parmi les activités menées actuellement sur la prévision climatique, l'ACMAD, le Centre Régional Agrhymet et leurs partenaires établissent une prévision saisonnière pour l'hivernage au niveau régional<sup>18</sup>. Cette prévision à court terme permet de mieux anticiper et gérer le risque climatique sur la saison culturale, les inondations ou l'écoulement des fleuves. Une analyse à l'échelle locale permettrait sans doute d'établir des cartes de prévision plus adaptées aux acteurs locaux.

### 4.3 Impacts sur les ressources en eau

Les pays de la région se partagent des ressources en eau de surface concentrées au sein de quelques bassins versants dont les principaux sont celui du Niger, du lac Tchad, du Sénégal, de la Gambie, et de la Volta. Suite à la baisse de la pluviométrie à partir des années 1970, les écoulements des principaux fleuves ont baissé (cf. carte 6). Le débit du fleuve Niger (Onitsha) a diminué de 30 % entre 1971 et 1989 ; celui des fleuves Sénégal et Gambie de près 60 %<sup>19</sup>. Cette diminution a été relativement plus importante que celle des précipitations. A côté des facteurs climatiques, l'accroissement des besoins en eau constitue un facteur majeur du prélèvement de cette ressource.



- 18. Le PRESAO, établissant une prévision cartographique concernant la probabilité d'une pluviométrie inférieure, égale ou supérieure à la normale, est un exemple des outils développés.
- 19. UICN (2004) *Réduire la vulnérabilité de l'Afrique de l'Ouest aux impacts du climat sur les ressources en eau, les zones humides et la désertification.*

- 20. Andigüé, Job (2007) *Impacts du changement climatique sur le lac Tchad.* Centre Régional Agrhymet, CILSS.
- 21. Club du Sahel et de l'Afrique de l'Ouest (2006) *Les bassins fluviaux transfrontaliers.* Atlas de l'intégration régionale en Afrique de l'Ouest, CSAO/OCDE.

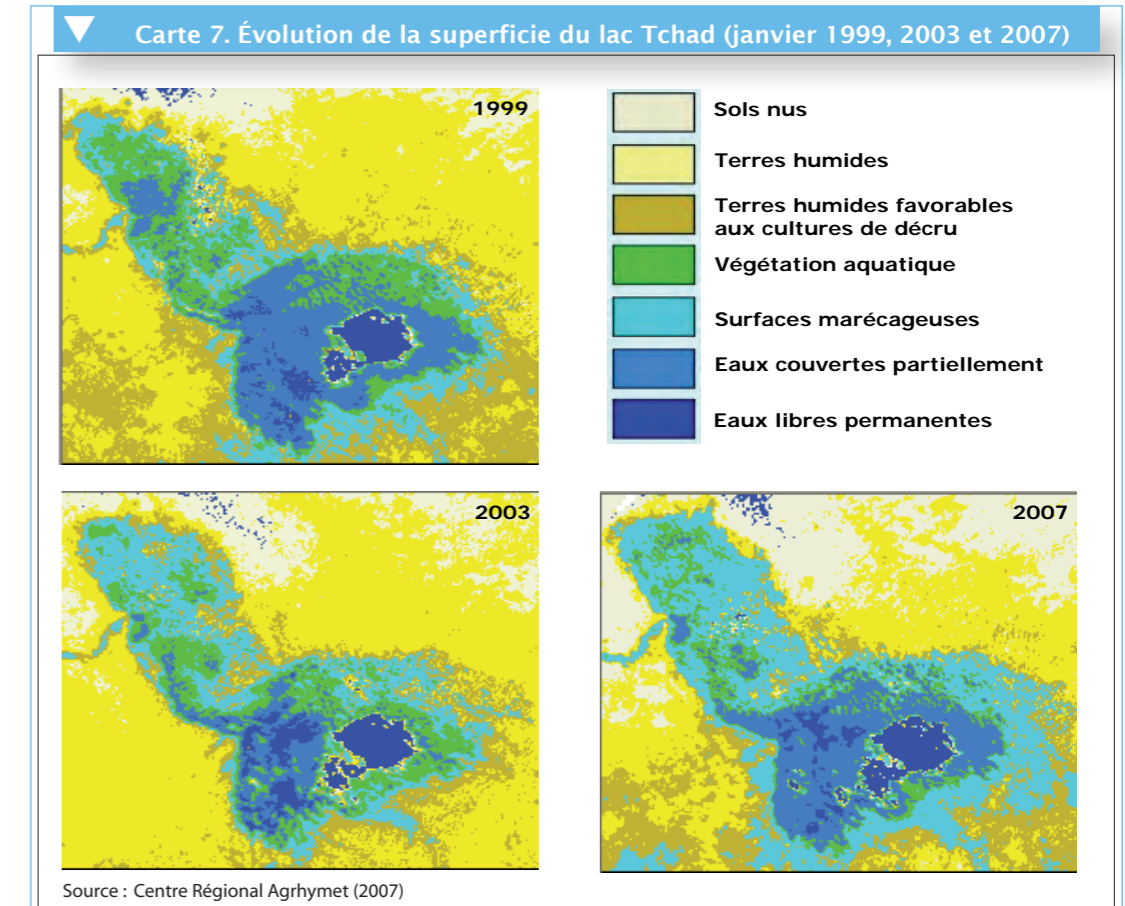
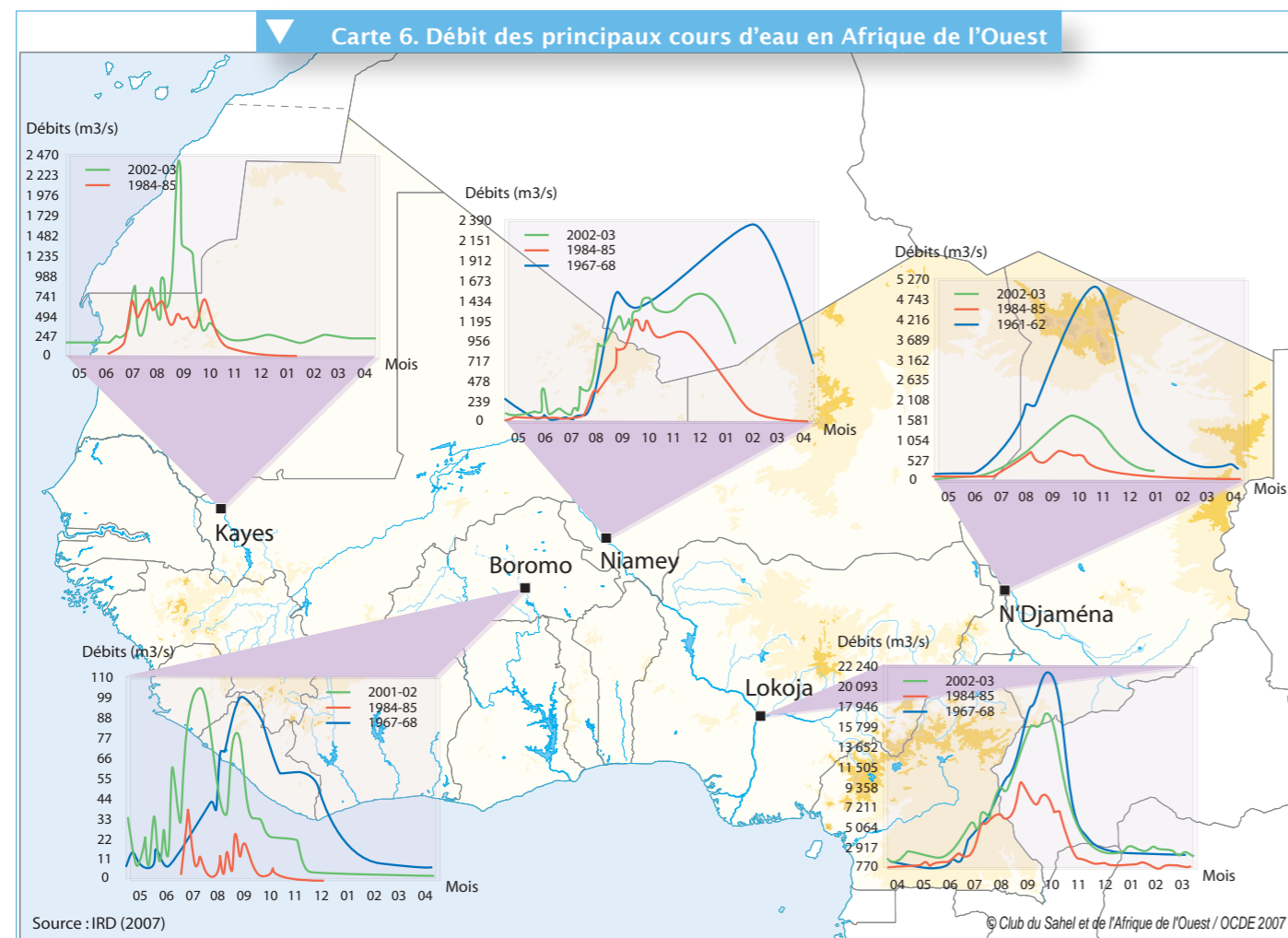
**Tableau 2. Surfaces en eaux du lac Tchad (moyenne de 1998 à 2007)**

|                                     | Superficies Moyennes (km <sup>2</sup> ) |
|-------------------------------------|---|
| Eaux libres                         | 1 940                                   |
| Eaux partiellement couvertes        | 4 633                                   |
| Végétation aquatiques des Archipels | 4 585                                   |
| Marécages                           | 5 588                                   |

Source : Centre Régional Agrhymet (2007)

Les fluctuations rapides de la superficie du lac Tchad en fournissent une bonne illustration. Avant les années 1980, la diminution de la pluviométrie (les précipitations sur le lac représentent 13 à 14 % des apports annuels en eau) et la baisse consécutive du débit des fleuves Chari (83 % des apports du lac) et de son affluent le Logone expliquent en grande partie la réduction de la superficie du lac à côté de l'évaporation et de l'infiltration. Après les années 1980, l'irrigation pour l'agriculture et l'arboriculture dans le bassin du Chari et Logone constitueraient les principales causes de la réduction des eaux du lac<sup>20</sup>. Ce sont les eaux couvertes partiellement qui sont l'objet de ces fluctuations (cf. carte 7), et il est encore difficile d'évaluer les impacts sur les eaux libres permanentes. Entre 2003 et 2007, l'accroissement de la superficie des eaux couvertes partiellement, certainement lié aux précipitations, est d'ailleurs notable.

La variabilité du climat et la construction de barrages pour faire face à une consommation croissante de la population ou à la multiplication des projets d'irrigation et d'hydro-électricité constituent des facteurs de tensions et de risques de désaccord entre les pays sur les bassins fluviaux partagés. Sur le bassin du fleuve Niger, une quinzaine de barrages sont construits (cf. carte 8). Les projets sont nombreux (Fomi et Kamarato en Guinée ; Kénié, Tossaye et Labezanga au Mali ; Dyodyonga et Gambou entre le Bénin et le Niger ; Kandadji au Niger ; Lokoja, Makurdi et Onitsha au Nigeria<sup>21</sup>) et devront tenir compte de cet équilibre entre les différents usages de l'eau et des risques climatiques.





A l'avenir, les changements climatiques pourraient avoir des effets durables sur les quantités d'eau en circulation dans les bassins et dans les nappes souterraines rechargées en saison des pluies<sup>22</sup>. Mais globalement, l'Afrique de l'Ouest n'est pas menacée à moyen terme par le manque d'eau renouvelable, même si des problèmes locaux se poseront. Une meilleure exploitation et gestion régionale et intégrée de l'offre d'eau renouvelable est indispensable.

#### 4.4 Conséquences envisageables sur l'agriculture céréalière

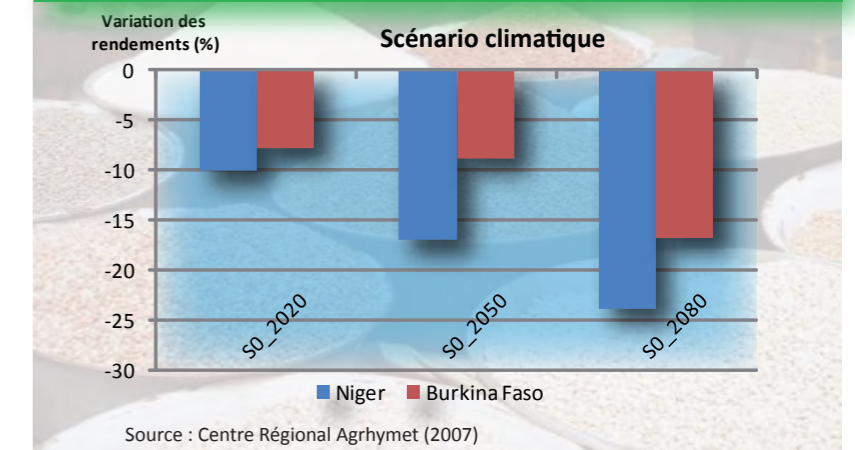
L'agriculture ouest-africaine est directement sensible aux aléas climatiques. D'ici 2100, les pertes estimées sur le secteur agricole varient entre 2 et 4 % du PIB régional<sup>23</sup>. Les zones pastorales et agropastorales seront sans doute les plus affectées par les variations climatiques. Les cultures vivrières, principalement axées sur la production céréalière dans les pays sahéliens, dépendent essentiellement des caractéristiques de la saison des pluies à côté d'autres facteurs climatiques ou environnementaux.

Des études de cas réalisées au Sénégal, Mali, Burkina Faso et Niger présentent des résultats contrastés<sup>24</sup>. Le rendement moyen des cultures de mil et de sorgho, base de l'alimentation des populations sahéliennes, diminuerait entre 15 et 25 % au Burkina Faso et au Niger d'ici 2080

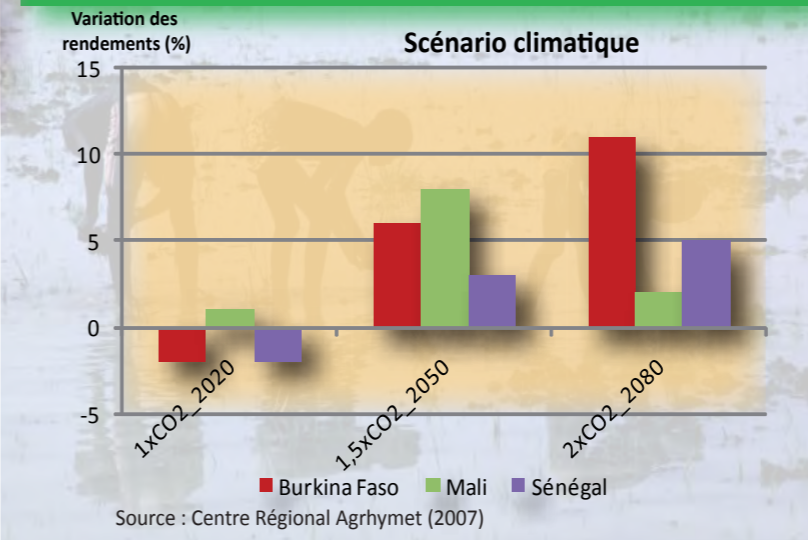
22. Avec un retour à de meilleures conditions pluviométriques, les nappes souterraines se sont parfois reconstituées depuis les années 1990 au Sahel. [Koum et al (2005) : *La sécheresse au Sahel, un exemple de changement climatique*. Atelier Changement Climatique ENPC - Département VET].
23. IPCC (2007) *Climate Change 2007, Fourth Assessment Report (AR4)*.
24. Pour plus de détail sur les hypothèses utilisées voir : Sarr, Benoît ; Traore, Seydou ; Salack, Seyni (2007) *Evaluation de l'incidence des changements climatiques sur les rendements des cultures céréalières en Afrique soudano-sahélienne*. Centre Régional Agrhymet, CILSS, Niamey.



Graphique 6a. Effet des changements climatiques sur les rendements en grains de mil/sorgho au Niger et au Burkina Faso



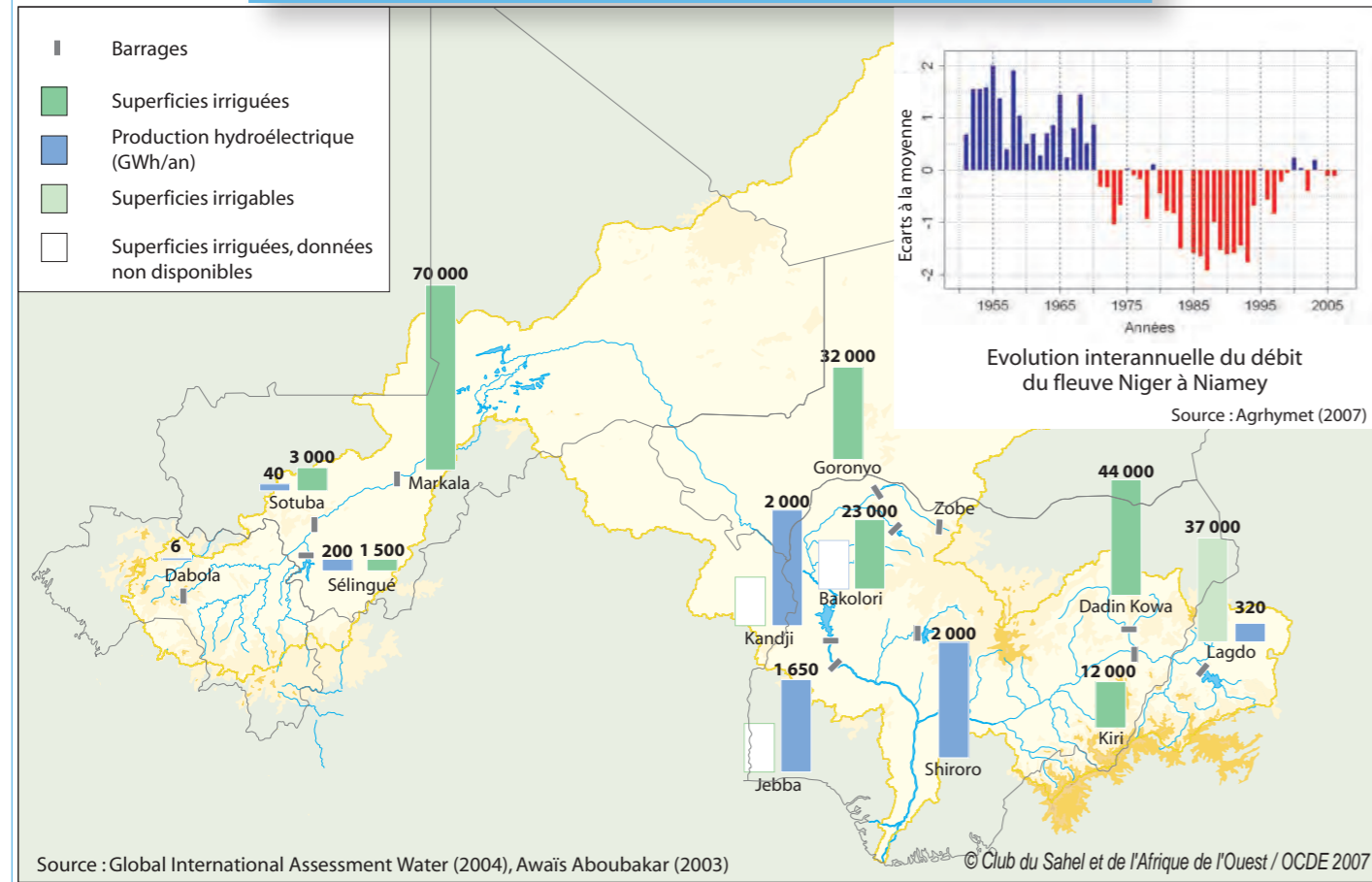
Graphique 6b. Taux de variation des rendements du riz pluvial



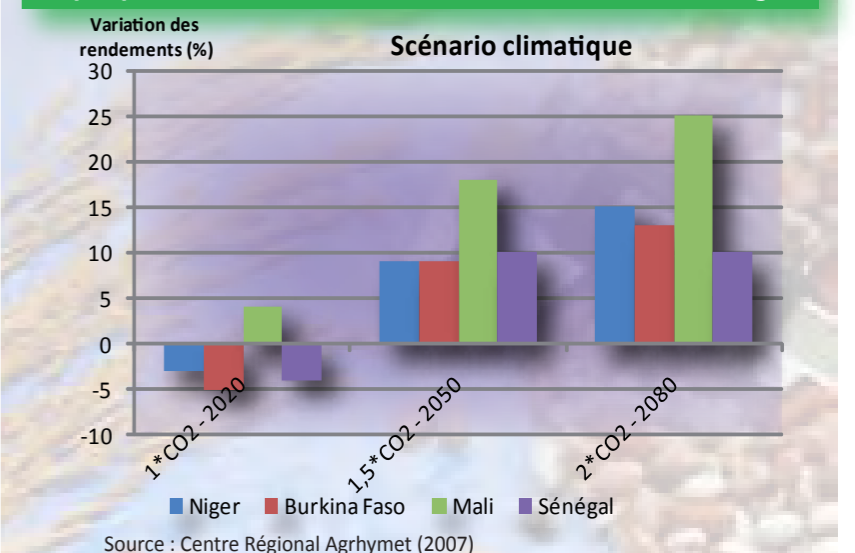
A l'inverse, le rendement moyen de la culture du riz augmenterait qu'il soit produit en pluvial ou en irrigué (cf. graphiques 6b et 6c). Une hausse de la concentration de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère (effet fertilisant), une augmentation modérée de la température et des ressources en eau suffisantes, entraîneraient une augmentation des rendements en grains de 10 à 25 % dans les périmètres irrigués des pays du CILSS et de 2 à 10 % pour le riz pluvial.

Ces impacts ne tiennent néanmoins pas compte de l'évolution de la saison culturale (modification de la date des semis ou extrêmes pluviométriques) et de celle des aires de reproduction et de déplacement

Carte 8. Irrigation et hydroélectricité dans le bassin du fleuve Niger



Graphique 6c. Taux de variation des rendements du riz irrigué





des insectes ravageurs des cultures (cf. encadré 4). Par ailleurs, une modification du climat pourrait se traduire par une modification de l'emplacement de zones de culture optimales (la descente des isohyètes depuis les années 1970 a été suivie par une modification des zones cotonnières ouest-africaine<sup>25</sup>).

#### 4.5 L'avenir incertain de l'élevage transhumant

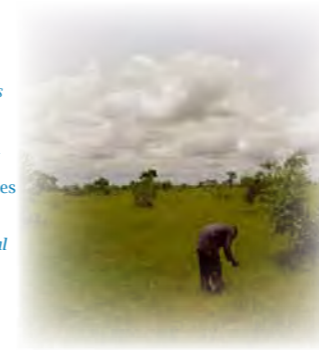
À côté des productions céréalières, l'élevage joue un rôle important dans l'ensemble des pays sahéliens. Il contribue à hauteur de 10 à 15 % du PIB du Burkina Faso, du Mali, du Niger, du Sénégal et du Tchad (encore plus pour la Mauritanie). Le pastoralisme transhumant<sup>26</sup> (70 % à 90 % de l'élevage bovin est transhumant) demeure un mode de production adapté à certains écosystèmes sahélo-sahariens. Il a subi d'importantes transformations du fait de l'accroissement démographique, d'options politiques ou de changements environnementaux comme les variations climatiques.

Une des innovations importantes que le Sahel a vécue depuis quelques décennies est la naissance et la généralisation de l'agropastoralisme, c'est-à-dire l'association de l'agriculture et de l'élevage au sein d'une même exploitation. Cette nouvelle forme d'exploitation des ressources est née de la stratégie des agriculteurs et des pasteurs de limiter les risques face à l'incertitude climatique. La pratique agricole chez les pasteurs leur permet de limiter les achats de céréales durant la période de soudure ; les agriculteurs, en investissant dans le bétail, cherchent à diversifier et capitaliser leurs sources de revenus.

Cette évolution des pratiques est doublée d'une mutation spatiale des activités qui s'est calquée sur l'évolution des lignes du climat sahélien. A la recherche des meilleurs pâturages, les pasteurs nomades effectuent de plus ou moins longues distances, généralement vers le Nord, au moment de la saison des pluies. Une fois la saison terminée, ils reviennent progressivement vers leur village là où restent des pâturages et points d'eau. Les sécheresses de 1973/74 et 1984/85 ont

25. Voir Club du Sahel et de l'Afrique de l'Ouest (2006) *Le coton. Atlas de l'intégration régionale en Afrique de l'Ouest*.
26. Le pastoralisme transhumant peut être défini comme un système de production animale caractérisé par des mouvements saisonniers de caractère cyclique, d'amplitude variable. Ces mouvements s'effectuent entre des zones écologiques complémentaires, sous la garde de quelques personnes, la plus grande partie du groupe restant sédentaire. Club du Sahel et de l'Afrique de l'Ouest (2007) *Elevage au Sahel et en Afrique de l'Ouest*. Note aux décideurs, numéro 3.

27. Boutrais, Jean (2007) *Crises écologiques et mobilités pastorales au Sahel : les Peuls du Dallol Bosso*. Sécheresse 2007 ; 18(1) : 5-12.
28. Les tensions dans le Nord du Niger et du Mali limitent le parcours des éleveurs dans ces régions.
29. Nicholls, Robert J. (2007) *Adaptation options for coastal areas and infrastructure: An analysis for 2030*.



#### Encadré 4. Changements climatiques et insectes ravageurs des cultures

Climat, aires de distribution de certains groupes d'insectes et apparition de nouvelles zones de distribution de nuisibles sont étroitement corrélés.

##### Cas du Criquet pèlerin

Le Criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria*) présente une réactivité spectaculaire et sait profiter de conditions favorables à sa multiplication et à son expansion, telles que des pluies exceptionnelles. Au cours de sa vie, une femelle peut pondre une centaine d'œufs à deux ou trois reprises. Migrateur, le Criquet pèlerin peut par ailleurs se déplacer rapidement vers des zones qui lui sont favorables. De plus, cette espèce ne connaît pas de diapause, c'est-à-dire d'arrêt de développement au cours de sa vie.

Le dessèchement qui accompagnera une augmentation des températures et/ou une baisse de la pluviométrie aura des incidences sur les conditions de survie et le développement du Criquet pèlerin, sans pour autant l'éliminer. En revanche, toute amélioration des conditions écologiques (humidité du sol et végétation) peut être favorable à son développement. La multiplication d'épisodes de précipitations exceptionnels en dehors ou au-delà de la saison habituelle des pluies permettrait la reproduction puis la grégarisation et augmenterait le risque que ce ravageur fait déjà peser sur les cultures.

Des changements de comportement dans les zones de reproduction de cette espèce sont déjà apparus. Ainsi l'activité s'est-elle réduite dans certaines zones tandis que de nouvelles zones semblent se dessiner comme l'indiquent les fréquences de signalisation de l'espèce lors des prospections effectuées dans les pays sahéliens de la ligne de front.

##### Cas du criquet sénégalais

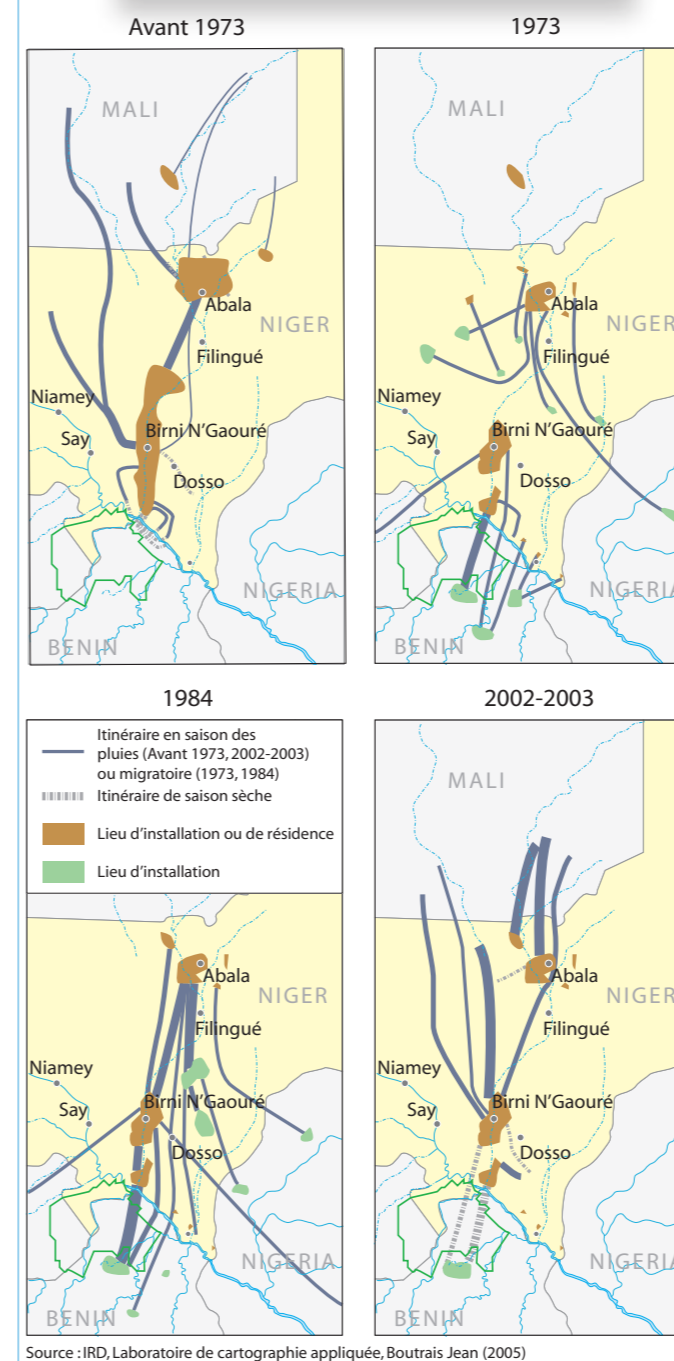
L'aire d'habitat du criquet sénégalais s'étend sur la bande sahélienne entre le 10ème et le 18ème parallèle nord. Les pullulations observées entre 1974 et 1980 ainsi que celles enregistrées entre 1985 et 1989 seraient dues à l'extraordinaire résistance des œufs à la sécheresse et l'élimination d'une grande partie des ennemis. L'irrégularité de la pluviométrie a provoqué des éclosions là où elle était suffisante, l'entrée ou le maintien en diapause des œufs lorsque la quantité n'était pas suffisante. Le nombre d'œufs diapausants a augmenté d'année en année faisant croître le niveau global des populations du criquet qui a pu se multiplier dès le retour des pluies. Le mouvement des populations de cet insecte est aussi étroitement lié avec celui du Front Intertropical. Le glissement des isohyète 500 mm. L'évolution des isohyètes pourrait avoir des répercussions sur le contour de la zone d'activité de cette punaise.

##### Cas de la punaise rouge du cotonnier

La punaise rouge du cotonnier (*Dysdercus voelkeri*) effectue des déplacements au cours de l'année entre la région côtière et le Sahel. Ces déplacements se font dans une direction Sud-Nord quand l'humidité devient forte au sud, et nord-sud lorsque le vent sec et chaud commence à se manifester au nord. Ils suivent le mouvement du Front Intertropical et la limite nord du déplacement est l'isohyète 500 mm. L'évolution des isohyètes pourrait avoir des répercussions sur le contour de la zone d'activité de cette punaise.

Source : Brahima Sidibe, Amadou Bocar Bal – CRA/CILSS, Annie Monard – FAO (2007)

Carte 9. Évolution des couloirs de transhumance des Peuls entre le Niger, le Mali, le Bénin et le Nigeria



particulièrement modifié les dynamiques spatiales de la transhumance et des parcours au Sahel. Le cas des éleveurs peuls du Dallol Bosso (Niger) est très éclairant. Une grande partie de ces éleveurs a trouvé refuge plus au sud au Bénin et au Nigeria et y sont parfois restés. Cette modification a été durable, les « fuites pastorales » de 1973 et 1984 sont aujourd'hui des parcours de transhumance en saison sèche (cf. carte 9)<sup>27</sup>.

L'environnement fait partie intégrante de la vie des éleveurs nomades du Sahel. La transhumance caractérise cette nécessité d'adaptation à l'évolution du milieu naturel. Les changements climatiques, favorables ou non, modifieront la quantité et la qualité des pâturages naturels et seront sans doute l'occasion de nouvelles formes de parcours d'élevage dans la région. Mais les éleveurs devront faire face à une pression agricole croissante, à des contraintes environnementales plus fortes dans les années à venir et aux risques politiques ponctuels<sup>28</sup>. Une partie d'entre eux se tournera davantage vers l'agro-pastoralisme ou un système d'élevage sédentaire ou semi-transhumant. Pour les autres, la mobilité sera encore au cœur de leur stratégie, à condition qu'elle soit mieux accompagnée tant sur le plan national que régional.

#### 4.6 Zones côtières et écosystèmes vulnérables

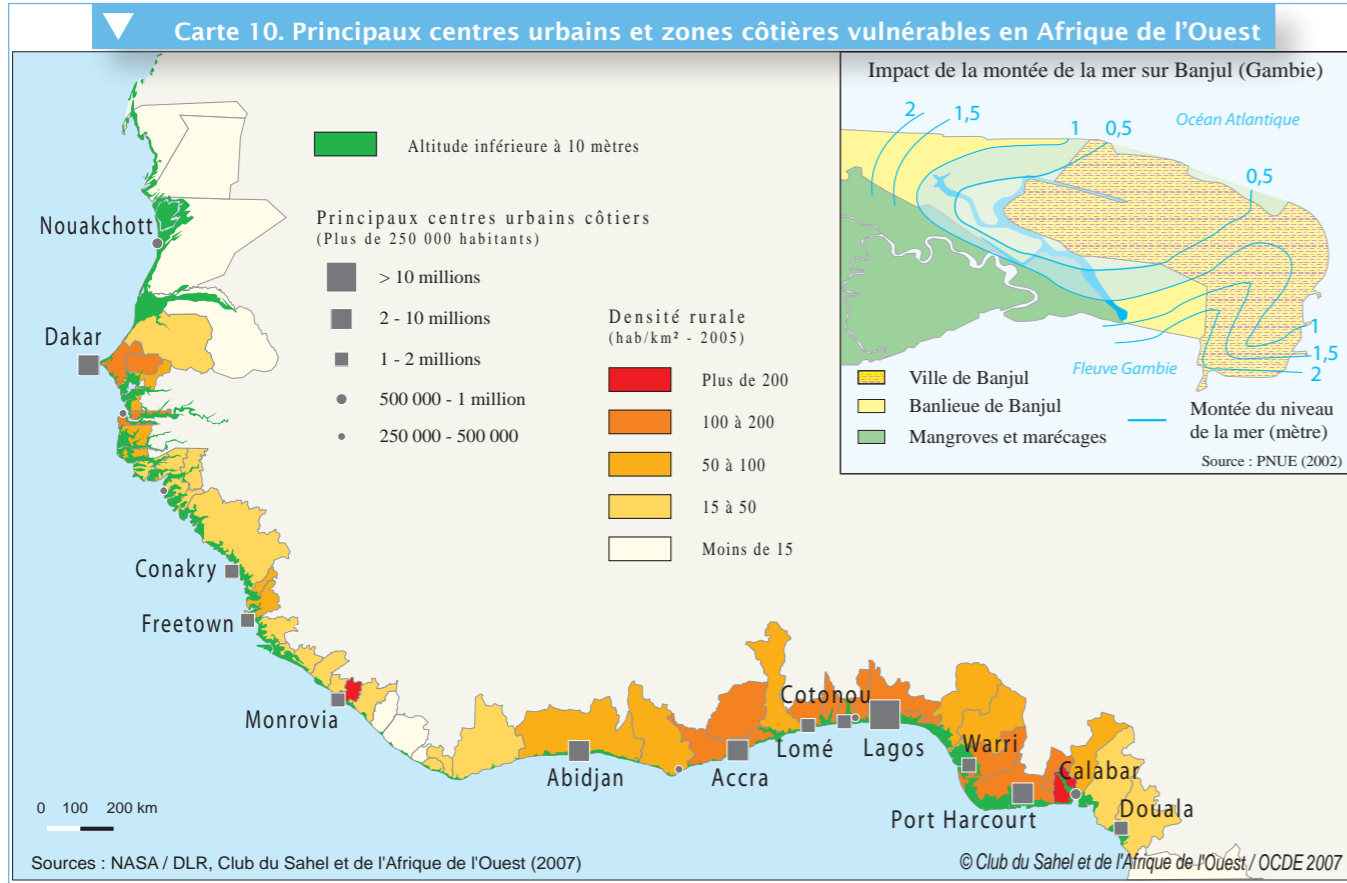
Au cours du XX<sup>ème</sup> siècle, le niveau marin s'est élevé en moyenne de 1,7 mm par an, soit 17 cm en 100 ans. Cette tendance devrait s'accroître à l'avenir. Les projections actuelles au niveau mondial s'établissent autour d'une montée de 30 à 50 cm entre 1990 et 2100<sup>29</sup>.

En Afrique, plus d'un quart de la population réside le long d'une bande côtière profonde de 100 km. Trois espaces sont particulièrement vulnérables, tant du point de vue du peuplement que du point de vue des écosystèmes : la côte de l'Afrique de l'Est entre le Kenya et le Sud du Mozambique, la côte de la Mer Rouge et la côte ouest-africaine.

En Afrique de l'Ouest, les zones les plus vulnérables à une montée du niveau des océans ou à des événements extrêmes d'origine océanique (marées extrêmes) sont les plus peuplées, parfois les plus urbanisées (hormis les côtes mauritaniennes). De Douala à Dakar, 12 agglomérations de plus d'un million d'habitants sont situées sur la côte (cf. carte 10). En outre, les écosystèmes productifs (mangroves, deltas et estuaires) sont à la base d'une activité économique importante dans les secteurs de la pêche, de l'agriculture et du tourisme.

Les impacts directs de la montée du niveau des océans sont la submersion et l'érosion côtière (cf. carte 10, exemple de Banjul), l'accroissement des zones inondables et l'augmentation de la salinité dans les estuaires et les nappes phréatiques côtières.





Sans politique d'adaptation, une élévation de 0,5 mètre d'ici 2100 provoquerait des pertes de terrain directement par submersion ou par érosion (cf. tableau 3). Traduits en termes économiques, les dégâts causés sur l'infrastructure ont été estimés actuellement à plusieurs centaines de millions de dollars au Sénégal, à près de 4,7 milliards en Côte d'Ivoire (un quart de son PIB actuel) ou encore à 9 milliards au Nigeria (10 % de son PIB actuel).

Les comportements humains sont la cause principale de la dégradation ou disparition des écosystèmes. La hausse du niveau des océans constitue néanmoins une menace pour les biotopes des zones côtières (plages, lagons, marécages, etc.) dont la disparition, la dégradation ou la salinisation sont autant de risques pour les espèces qui les peuplent. Les mangroves, qui occupent d'importantes superficies au Nigeria, en Guinée, en Guinée Bissau, au Cameroun ou au Sénégal y sont particulièrement sensibles (cf. tableau 4). La submersion de ces mangroves ou des lagunes côtières pourrait entraîner une perte de biodiversité. La liste rouge de l'UICN estime actuellement à 723 le nombre d'espèces menacées d'extinction<sup>30</sup> en Afrique.

**Tableau 3. Superficies côtières vulnérables et valeur actuelle des biens dans les zones menacées\***

|               | Superficies submergées (km <sup>2</sup> ) | Superficies perdues par érosion (km <sup>2</sup> ) | Valeur des biens affectés (millions de dollars) |
|---------------|---|--|---|
| Sénégal       | 1 650                                     | 28 - 44  | 345 - 464                                       |
| Gambie        | 46  | -  | -   |
| Côte d'Ivoire | 471                                       | -  | 4 710   |
| Bénin         | 17,5                                      | 22,5   |   |
| Nigeria       | 8 864                                     | 78 - 145   | 9 003   |

Source : UICN (2004) Réduire la vulnérabilité de l'Afrique de l'Ouest aux impacts du climat sur les ressources en eau, les zones humides et la désertification.  
\* Conséquence d'une élévation du niveau marin (0,5 mètre d'ici 2100)

30. Espèces classées dans les catégories « critiques », « menacées » et « vulnérables ».



**Tableau 4. Évolution des mangroves en Afrique de l'Ouest**

| Ha            | 1980    | 1990    | 2000    |
|---------------|---------|---------|---------|
| Bénin         | 4 400   | 1 400   | 1 080   |
| Cameroun      | 267 000 | 248 000 | 229 000 |
| Côte d'Ivoire | 89 000  | 40 000  | 12 700  |
| Gambie        | 64 300  | 61 700  | 59 100  |
| Ghana         | 12 000  | 11 000  | 9 000   |
| Guinée        | 285 000 | 292 500 | 290 000 |
| Guinée Bissau | 245 000 | 245 000 | 245 000 |
| Libéria       | 19 000  | 19 000  | 19 000  |
| Mauritanie    | 140     | 112     | 84      |
| Nigeria       | 999 000 | 998 000 | 997 000 |
| Sénégal       | 175 000 | 175 800 | 176 700 |
| Sierra Leone  | 165 600 | 150 500 | 135 300 |
| Togo          | 1 500   | 1 300   | 960     |

Source : FAO (2003) Situation des forêts du monde

#### 4.7 Mutations spatiales des maladies

L'Afrique de l'Ouest souffre de nombreuses maladies vectorielles. Parmi celles-ci, on peut citer le paludisme, la fièvre de la vallée du Rift (cf. encadré 5), la trypanosomiase (maladie du Sommeil), l'onchocercose quasiment éradiquée ou encore la fièvre jaune. Les précipitations, la température et l'hygrométrie jouent un rôle important dans la présence de ces vecteurs (cf. carte 11 sur les zones climatiques favorables à la transmission du paludisme en Afrique de l'Ouest).

Les moustiques, la mouche Tsé-Tsé et la grande majorité des insectes (dont les criquets) ont besoin de zones humides et « vertes » pour se développer. Ainsi, une baisse de la pluviométrie et la désertification pourraient-elles limiter le développement de ces espèces. Au Sénégal, par exemple, ces phénomènes ont fait pratiquement disparaître le moustique *A. funestus*, ce qui a fait chuter de plus de 60 % la prévalence du paludisme au cours des trente dernières années.

Mais un assèchement ne mène pas automatiquement à une diminution des zones de développement des insectes en question : par exemple, l'assèchement des marécages peut être compensé par l'utilisation par les moustiques d'autres gîtes comme les mares se formant dans les lits de rivière en voie d'assèchement ou les réservoirs temporaires d'eau de pluie. Et la multiplication des événements climatiques extrêmes (pluies irrégulières notamment) pourrait rallonger les opportunités de développement de ces insectes.

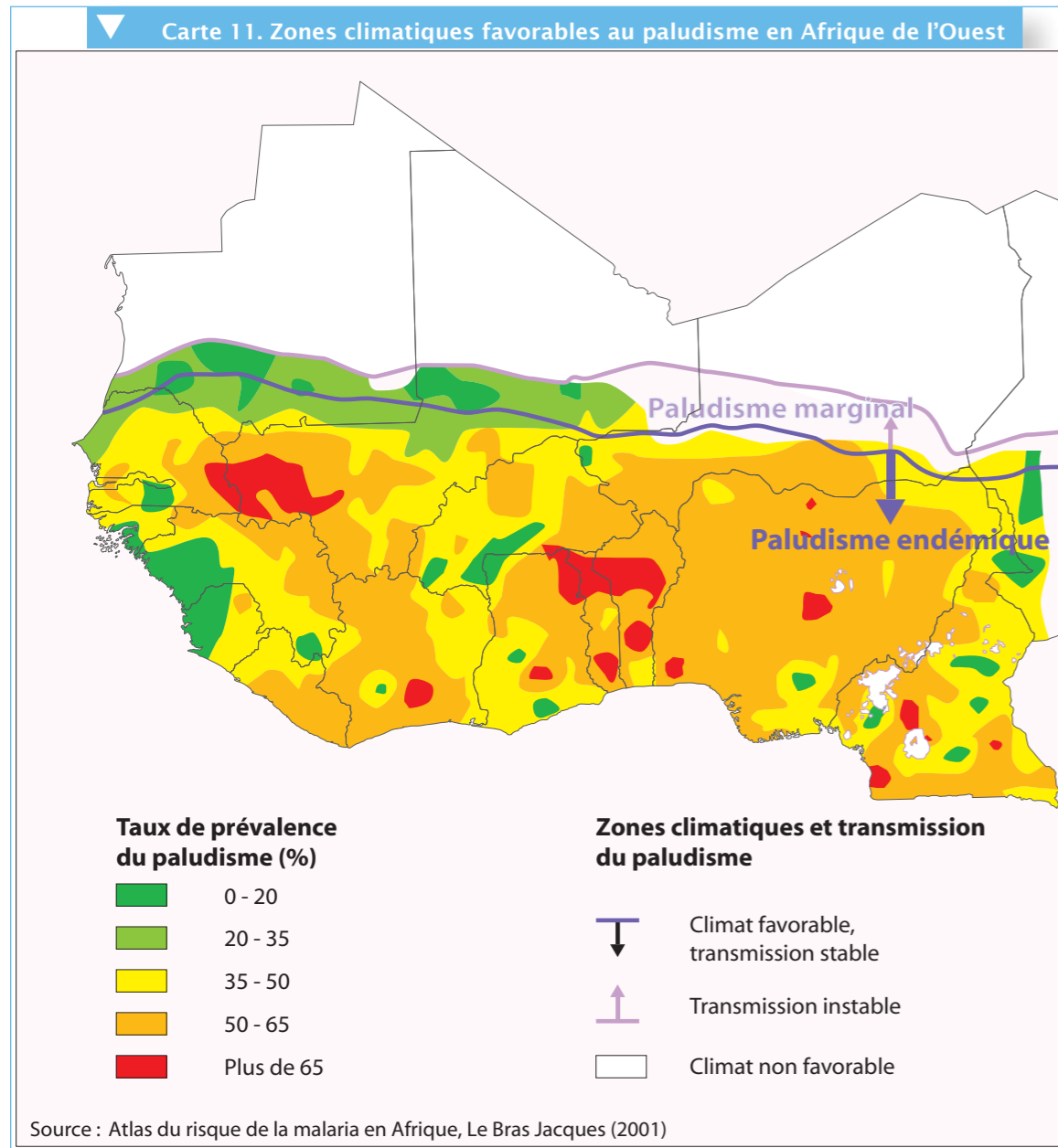


**Encadré 5. La fièvre de la vallée du Rift**

Maladie infectieuse virale, la fièvre de la vallée du Rift touche les ruminants domestiques (bovins, ovins, caprins, buffles, antilopes...), les camélidés et l'homme. Originaires de la vallée dont elle porte le nom, elle existe en Afrique de l'Ouest au Sénégal, en Mauritanie, au Nigeria et au Cameroun. La transmission du virus se fait habituellement par piqûre infectante de moustiques appartenant à différents genres (principalement *Aedes* et *Culex*, *Anopheles*...) ou de tiques. Si l'émergence de la maladie sous forme d'épidémie coïncide généralement avec des périodes de fortes pluies succédant à des années de sécheresse, en Afrique de l'Ouest, les épidémies ont pu être décalées en saison sèche.

En plus de modifier l'aire de répartition des insectes, les changements climatiques provoquent une transhumance humaine et du bétail vers des zones de disponibilité fourragère. Les risques de contact avec d'autres insectes vecteurs de maladie sont alors multipliés et de nouvelles maladies peuvent se développer. Les pasteurs et agro-pasteurs sahétiens ayant fui vers le sud suite aux sécheresses des années 1970 ont perdu une bonne partie de leur cheptel à cause des effets de la trypanosomiase qu'ils ne rencontraient pas jusqu'alors.





L'effet le plus marqué des changements climatiques sur la transmission des maladies vectorielles s'observera vraisemblablement aux extrémités de l'intervalle de températures favorable à cette transmission<sup>31</sup>. Les impacts ne seront pas uniformes : certaines régions verront le risque de transmission augmenter, d'autres la disparition de certaines maladies. Ainsi est-il probable que, d'ici 2050 à 2080, le climat d'une grande partie du Sahel occidental et du Sud de l'Afrique centrale devienne non favorable à la transmission du paludisme, première cause de mortalité de l'Afrique tropicale<sup>32</sup>.

## Conclusion

Les travaux du GIEC démontrent avec une quasi-certitude la tendance au réchauffement global et le rôle majeur des activités humaines ; même s'ils reposent sur des hypothèses et des modèles imparfaits. Leur principale qualité réside dans la prise de conscience collective



de l'intérêt général. Cet intérêt général n'est pas tant de prévoir avec exactitude, ni de savoir précisément quelle est la « part de l'homme » dans les changements climatiques. Il est surtout de prendre conscience que l'homme peut beaucoup pour en atténuer les causes et les effets.

Comme toutes les régions du monde, l'Afrique et l'Afrique de l'Ouest doivent faire face à ce défi qui est principalement celui de la vulnérabilité et de l'incertitude. Les grandes sécheresses de 1973 et 1984 étaient-elles déjà des manifestations des changements climatiques ? Que penser des inondations de 2007 ? Comme par le passé, l'adaptation à la variabilité du climat demeure prioritaire.

Peut-être plus qu'ailleurs, les analyses portant sur cette région sont insuffisantes et les résultats des projections climatiques et de leurs conséquences trop incertains pour bien anticiper les risques et les opportunités liés aux changements climatiques. A l'heure de l'élaboration des Programmes d'Action Nationaux d'adaptation (PANA) et du « plan d'action régional de réduction de la vulnérabilité face aux changements climatiques en Afrique de l'Ouest », le développement de systèmes d'informations plus fiables et adaptés aux contextes local et régional devrait être au cœur des stratégies. Une meilleure prise de conscience et participation des acteurs locaux seront aussi nécessaires pour élaborer et mettre en œuvre ces stratégies d'adaptation.

Sur le plan international, les réunions post-Bali à partir de 2008 ou la conférence sur la sécurité alimentaire, les changements climatiques et la bioénergie à Rome en juin 2008 sont des rendez-vous importants. Une position commune sur la question des changements climatiques et la ratification du protocole de Kyoto ou post-Kyoto (« protocole de Bali »), au niveau de l'Union Africaine (UA) ou des Communautés Économiques Régionales, telles que la CEDEAO, donneraient plus de poids aux pays africains dans les négociations. Les opportunités de financement en grande partie liées à ces négociations leur permettraient de mieux préparer l'avenir.

## Sources et bibliographie

- AFSSA (2005) *Fièvre de la vallée du Rift* [http://www.afssa.fr/ftp/afssa/basedoc/1-fievre\\_du\\_Rift.pdf](http://www.afssa.fr/ftp/afssa/basedoc/1-fievre_du_Rift.pdf)
- Agence internationale de l'énergie (2006) *CO<sub>2</sub> Emission from Fuel Combustion, 1971-2004, Emissions de CO<sub>2</sub> dues à la combustion d'énergie*. International Energy Agency, IEA/OECD.
- AMMA (2002) *La mousson ouest-africaine et ses composantes*. Février 2002.
- Andigüé, J. (2007) *Impacts des changements climatiques sur le lac Tchad*. Centre Régional Agrhymet, CILSS.
- Awaïss, A. (2004) *L'Initiative Bassin du Niger (IBN) : développement durable et gestion intégrée d'un grand fleuve*. Afrique contemporaine, été 2003.
- Badolo, M. ; Ouedraogo, E. Y. (2007) *Contribution à la définition d'une politique climatique sous-régionale en Afrique de l'Ouest*. Revue internationale des changements climatiques en Afrique.
- Boutrais, J. (2007) *Crises écologiques et mobilités pastorales au Sahel : les Peuls du Dallol Bosso*. Climate Research 17, 123-144.
- CRA/CILSS (à paraître) *Projet d'appui aux capacités d'adaptation aux changements climatiques au Sahel*. Centre Régional Agrhymet, CRA/CILSS, Niamey.
- Club du Sahel et de l'Afrique de l'Ouest (2007) *Élevage au Sahel et en Afrique de l'Ouest*. Note aux décideurs, numéro 3.
- Denhez, F. (2007) *Atlas du réchauffement climatique*. Revue Autrement.
- Diplomatie (2008) *Menaces contre la planète*. Diplomatie, hors série n°4, décembre 2007-janvier 2008, Areion.
- ECA (2007) *Climate change and development: Risk and Opportunities for Africa*. ECA/SRO-WA, Niamey June 14, 2007.
- FAO (2007) *Adaptation to Climate Change in Agriculture, Forestry and Fisheries*. Perspective, framework and priorities. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/j9271e/j9271e.pdf>

31. OMS (2001) *Changements climatiques et maladies à transmission vectorielles, une analyse régionale*. Bulletin de l'Organisation mondiale de la santé. Recueil d'articles n°4, 2001. [http://whqlibdoc.who.int/recueil\\_articles/2001/RA\\_2001\\_4\\_62-72\\_fre.pdf](http://whqlibdoc.who.int/recueil_articles/2001/RA_2001_4_62-72_fre.pdf)

32. IPCC (2007) *Climate Change 2007. Fourth Assessment Report (AR4)*.



- FAO (2007) *Climate Change and Food Security: a Framework for Action*. Rome, 2007 (Document to be published at the Bali Conference).
- FAO (2004) *La biodiversité agricole en Afrique de l'Ouest, situation actuelle, expériences et perspectives*. Atelier régional sur la biodiversité agricole, tenu du 15 au 19 décembre 2003 à Bamako (Mali). <http://www.fao.org/docrep/008/y5667f/y5667f00.htm>
- FAO (2003) *Situation des forêts du monde*. <http://www.fao.org/DOCREP/005/Y7581F/Y7581F00.HTM>
- Fischer, G. ; Shah, M. ; Velthuizen, H.V. (2002) *Climate Change and Agricultural Vulnerability*. International Institute for Applied Systems Analysis under United Nations Institutional Contract Agreement No. 1113 on "Climate Change and Agricultural Vulnerability" as a contribution to the World Summit on Sustainable Development, Johannesburg 2002.
- Forum pour le Partenariat avec l'Afrique (2007) : *Les changements climatiques et l'Afrique*. 8<sup>ème</sup> réunion du Forum pour le Partenariat avec l'Afrique / OCDE, Berlin - Allemagne, 22-23 mai 2007.
- GIEC (2001) *Bilan des Changements Climatiques : les Eléments Scientifiques*. Groupe de travail I.
- Gigli, S. ; Agrawala, S. (2007) *Stocktaking of Progress on Integrating Adaptation to Climate Change into Development Co-operation Activities*. Organisation for Economic Cooperation and Development/OECD.
- GIWA (2004) *Guinea Current*. Regional Assessment 42, Global International Waters Assessment.
- IPCC (2007) *Climate Change 2007*. Fourth Assessment Report (AR4).
- Kamga, F. A. ; Buscarlet, E. (2006) *Simulation du climat de l'Afrique de l'Ouest à l'aide d'un modèle climatique régional*. Journal La météorologie no.52. Février 2006, Société Météorologique de France.
- Koum et al. (2005) *La sécheresse au Sahel, un exemple de changement climatique*. Année universitaire 2004-2005, Atelier Changement Climatique ENPC - Département VET.
- N'Djafa, O. H. (2007) *L'adaptation aux changements climatiques au Sahel. Quelles réponses régionales ?* Centre Régional Agrhymet, CILSS, Niamey.
- Nicholls, R. J. (2007) *Adaptation options for coastal areas and infrastructure: An analysis for 2030*.
- Nicholson, S. E. (2001) *Climatic and environmental change in Africa during the last two centuries*.
- OMS (2001) *Changements climatiques et maladies à transmission vectorielles, une analyse régionale*. Bulletin de l'Organisation mondiale de la santé, Recueil d'articles n°4, 2001 [http://whqlibdoc.who.int/recueil\\_articles/2001/RA\\_2001\\_4\\_62-72\\_fre.pdf](http://whqlibdoc.who.int/recueil_articles/2001/RA_2001_4_62-72_fre.pdf)
- Sarr, B. ; Traore, S. ; Salack, S. (2007) *Évaluation de l'incidence des changements climatiques sur les rendements des cultures céréalières en Afrique soudano-sahélienne*. Centre Régional Agrhymet, CILSS, Niamey.
- Sarr, B. (2007) *Le climat ouest-africain et son évolution depuis les années 1950*. Centre Régional Agrhymet, CRA/CILSS, Niamey.
- Sidibe, B. ; Bal A. B. (2007) *Changements climatiques et insectes ravageurs des cultures*. Centre Régional Agrhymet, CRA/CILSS, Niamey.
- UICN (2004) *Réduire la vulnérabilité de l'Afrique de l'Ouest aux impacts du climat sur les ressources en eau, les zones humides et la désertification*.

## Sites internet

- African Centre of Meteorological Application for Development (ACMAD)**  
<http://www.acmad.ne/>
- African Monsoon Multidisciplinary Analyses (AMMA)**  
<http://www.amma-international.org>
- Agence internationale de l'énergie (AIE/OCDE)**  
<http://www.iea.org>
- Atlas du Risque de la Malaria en Afrique (ARMA)**  
<http://www.mara.org.za>
- Centre Régional Agrhymet (CRA)**  
<http://www.agrhymet.ne/>
- Commission Economique pour l'Afrique (CEA)**  
<http://www.uneca.org/>
- Direction de la coopération pour le développement (DCD-CAD/OCDE)**  
[http://www.oecd.org/document/34/0,3343,fr\\_2649\\_34421\\_39313186\\_1\\_1\\_1\\_1,00.html](http://www.oecd.org/document/34/0,3343,fr_2649_34421_39313186_1_1_1_1,00.html)
- Direction de l'environnement (ENV/OCDE)**  
[http://www.oecd.org/department/0,3355,en\\_2649\\_33713\\_1\\_1\\_1\\_1\\_1,00.html](http://www.oecd.org/department/0,3355,en_2649_33713_1_1_1_1_1,00.html)
- FAO (site sur les changements climatiques)**  
<http://www.fao.org/clim/>
- FAO (site Climpag sur l'impact du climat sur l'agriculture)**  
[http://www.fao.org/nr/climpag/index\\_fr.asp](http://www.fao.org/nr/climpag/index_fr.asp)
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)**  
<http://www.ipcc.ch/>
- International Research Institute for Climate and Society (IRI)**  
<http://portal.iri.columbia.edu/portal/server.pt>
- Les sceptiques du réchauffement climatique**  
<http://www.pensee-unique.fr/paroles.html>
- Système d'Observation du Cycle Hydrologique de l'Afrique de l'Ouest et Centrale (HYCOS-AOC)**  
<http://aochycos.ird.ne/HTMLF/ETUDES/HYDRO/INDEX.HTM>
- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)**  
<http://unfccc.int>

Ce document a bénéficié de l'appui et de contributions techniques de : Stéphane Jost, Paul Brunel et Anna Ricoy (FAO) ; Ali Abdou, Job Andigue, Mathieu Badolo, Amadou Bocar Bal, Issa Garba, Issaka Lona, Ouaga Hubert N'Djafa, Benoît Sarr, Brahim Sidibe, Bonaventure Somé, Seydou Traore, Hervé Trébossen (Centre Régional Agrhymet CILSS) ; et d'André Kamga (ACMAD) ; Nous tenons également à remercier les équipes de l'ACMAD et de la CEA à Niamey pour leur participation à ce travail.

Chapitre réalisé par Christophe Perret, sous la supervision de Laurent Bossard  
Cartes : Christophe Perret  
Assistante : Sylvie Letassey, graphisme : Marie Moncet.  
Photos : Banque mondiale : Curt Carnemark, Scott Wallace, Arne Hoel, Thomas Sennett ;  
©UNESCO : Roger, Dominique ; USAID : A. Fleuret, Richard Nyberg, Laura Lartigue ; Abdelkrim Belkilani et Loïc Marchat ; Marie Moncet.

