Chapitre 10

Changement climatique et prévisions

Pourquoi il est urgent d'améliorer la résilience des agro-systèmes d'Afrique de l'Ouest

« Madame Bâ (Erik Orsenna) raconte que les habitants de Kayes écoutent RFI chaque jour pour connaître la température à Djibouti qui a parfois le culot d'être plus chaude que Kayes... »

Après avoir subi le plus fort signal de changement climatique jamais mesuré à la surface du globe, la sécheresse des années 1968-1995, l'Afrique de l'Ouest connaît un mieux pluviométrique qui a permis aux productions agricoles de retrouver des niveaux moyens. Mais les agro-systèmes ont beaucoup souffert et comme on l'a vu aux chapitres 4 et 5, les sols et les formations végétales ont été fortement dégradés. Ce qui s'est traduit par une forte diminution de la capacité des sols et des terroirs à retenir l'eau des pluies. La qualité des sols et des terroirs doit être rétablie de manière à rétablir une résilience des milieux face aux prochains chocs climatiques. En effet, d'ores et déjà, on sait que la hausse des températures est plus forte en Afrique de l'Ouest qu'ailleurs, et sa hausse continue devrait entraîner des conséquences sévères sur les rendements agricoles. Et il faudra aussi s'assurer que les agro-systèmes deviennent résilients à de nouveaux épisodes de sécheresse, toujours possibles.

1 Des effets ou des causes du changement climatiques ?

En plus de la pluviométrie traitée au chapitre 6, d'autres éléments caractérisent ce qu'on peut appeler globalement le changement climatique.

1.1 Les vents

Il n'y a pas d'évolution remarquée des vents continentaux, en particulier de l'harmattan. Par contre, le programme AMMA avait montré une forte hausse des transports d'aérosols et cela a eu des conséquences sur l'insolation (voir ci-dessous).

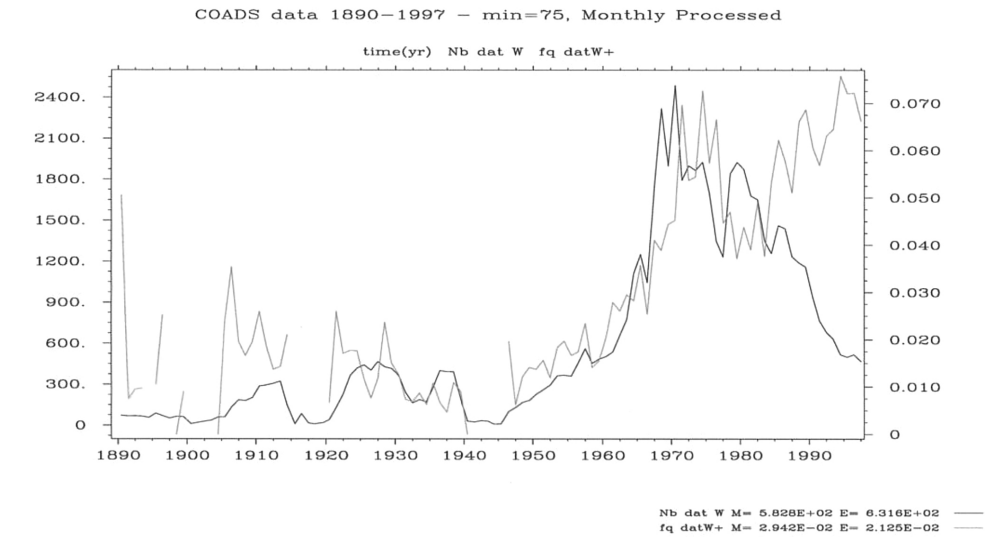


FIGURE 173 – Évolution de la fréquence des vents de NO de plus de 10 m/s : la courbe verte montre cette fréquence, la courbe noire renseignant sur le nombre de stations documentées (Ruë 2004)

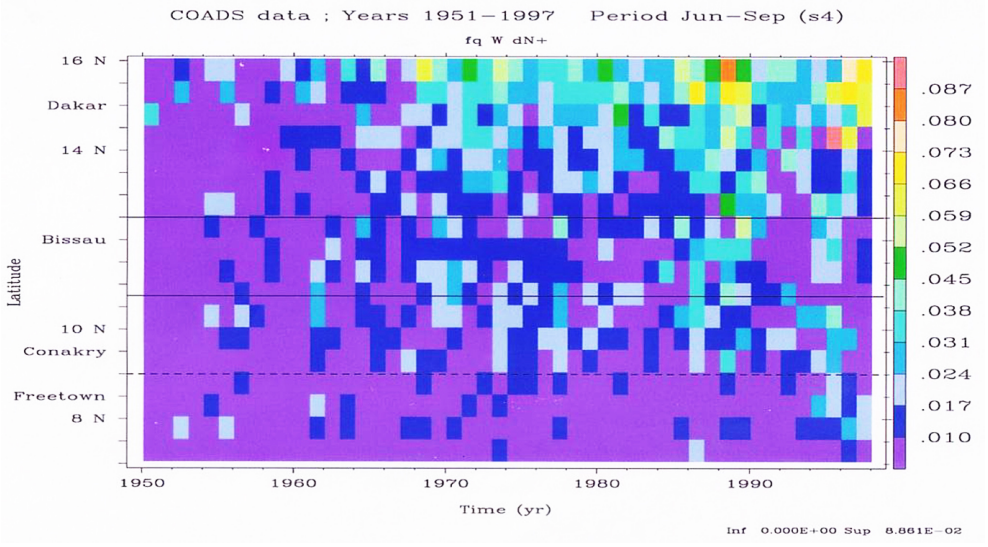


FIGURE 174 – Évolution spatiale des vents de plus de 10 m/s pour la période 1951-1997 au large de l'Afrique de l'Ouest (latitude et grandes villes en ordonnée, le temps en abscisse) (Ruë 2004)

Surtout, Ruë (2004) a mis en évidence une très nette augmentation, depuis le milieu du XX^{e} siècle, de la fréquence des vents de nord-ouest de plus de 10 m/s, c'est-à-dire les vents qui sont à l'origine de la houle (utilisés ici comme proxy car il n'y a pas de « houlographe » au Sénégal, bien que certains soient en phase de test ou prévus).

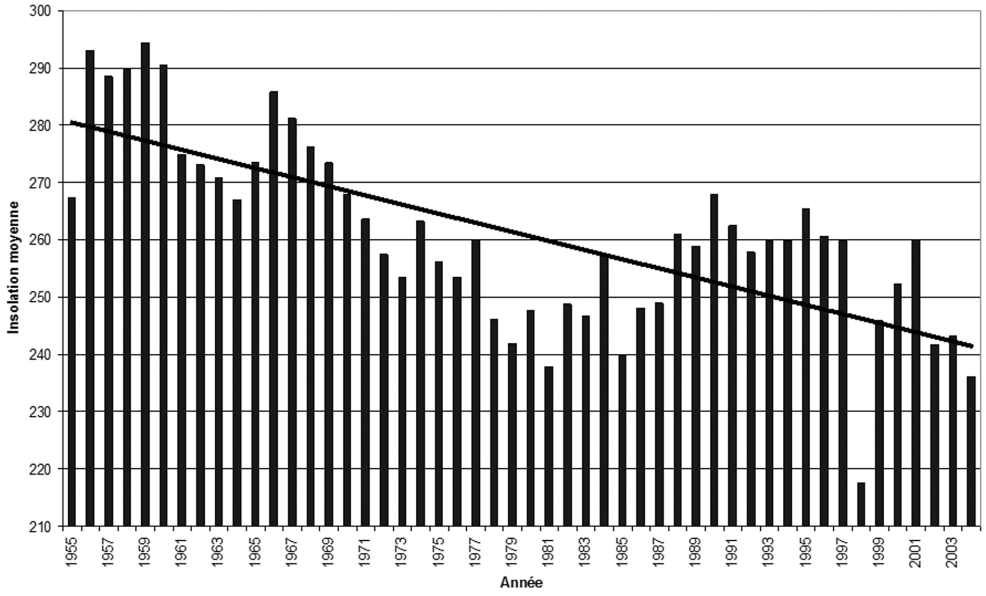


FIGURE 175 – Évolution de la tendance générale de l'insolation moyenne (en watts/h/m^2) annuelle (Météo Kaolack, 2008, d'après Dacosta, comm. pers.)

Cela ne manquera pas d'avoir des incidences sur la dynamique et la morphologie des littoraux et leur évolution.

Les figures 173 et 174 montrent la dynamique temporelle (figure 173) et spatiale (figure 174) de cette évolution dans l'Atlantique au large de l'Afrique de l'Ouest.

1.2 Les aérosols et l'insolation

La figure 3 montre qu'en conséquence de l'augmentation des transports d'aérosols durant la sécheresse, on a enregistré alors une très forte diminution de la puissance de l'insolation en Afrique de l'Ouest (ici la station de Kaolack). Celle-ci était 15 % plus faible en ce début de III^e millénaire par rapport aux valeurs mesurées au début des années 1960. À son tour, cet élément pourrait être un moteur de changement climatique, en limitant le réchauffement de la surface terrestre, au même titre que, au niveau planétaire, les grosses éruptions volcaniques (Pinatubo, El Chinchon, etc.) arrivent à « refroidir » le globe pendant quelques mois, voire quelques années. La figure 175 montre comment l'accroissement des aérosols a réduit la puissance du rayonnement solaire depuis le début de la sécheresse.

Dans le livre blanc AMMA, on trouve ces phrases écrites par Marticorena et Rajot (2003 ; livre blanc AMMA) :

> « Des variations à long terme ont pu également être mises en évidence : ainsi, une augmentation continue du contenu en poussières en zone sahélienne a été observée au cours des périodes de sécheresse qui se sont succé-

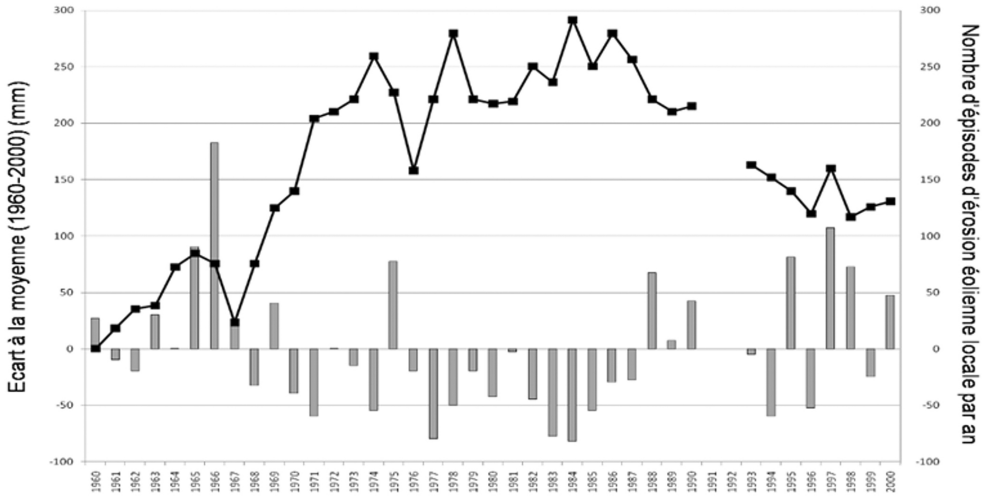


Figure 176 – Évolution des écarts à la moyenne des pluies (histogrammes) et des épisodes d'érosion éolienne à Nouakchott (Dumay *et al.*, 2002)

dées des années 70 à 80. Alors que le taux de précipitations annuelles mesuré à la station de Gao (16°N, Niger) est passé d'environ 300-400 mm/an au début des années 50 à 100-200 mm/an dans les années 80, le nombre de jours de brume sèche comptabilisés sur la même période est passé de quelques jours par an à environ 300 jours/an (N'Tchayi *et al.*, 1994). De la même façon, les concentrations en aérosols désertiques transportés sur l'Océan Atlantique et observées à La Barbade entre les années 60 et 80 ont augmenté d'environ un facteur 4 (Prospero et Nees, 1986) ».

« La coïncidence de ces deux augmentations (nombre de jours de brumes sèches au Sahel et concentrations en aérosol minéral transporté à grande distance) ont conduit à la conclusion que les émissions locales d'aérosols minéraux avaient considérablement augmenté durant cette période. Cette augmentation serait induite par la diminution du couvert végétal causée par la baisse des précipitations ».

Ceci étant, des travaux plus récents, y compris de Prospero (2014), montrent que la corrélation inverse entre transports éoliens sur l'Atlantique et pluviométrie au Sahel n'existe plus depuis le début des années 2000.

Toutefois, comme le montre Dumay *et al.* (2002) pour la ville de Nouakchott, même si les épisodes de forte érosion éolienne ont sensiblement baissé avec le retour des pluies, ils restent bien au-dessus de ce qui était observé avant la sécheresse, évoquant, comme pour la capacité de rétention en eau du sol, une dégradation durable des milieux (figure 176).

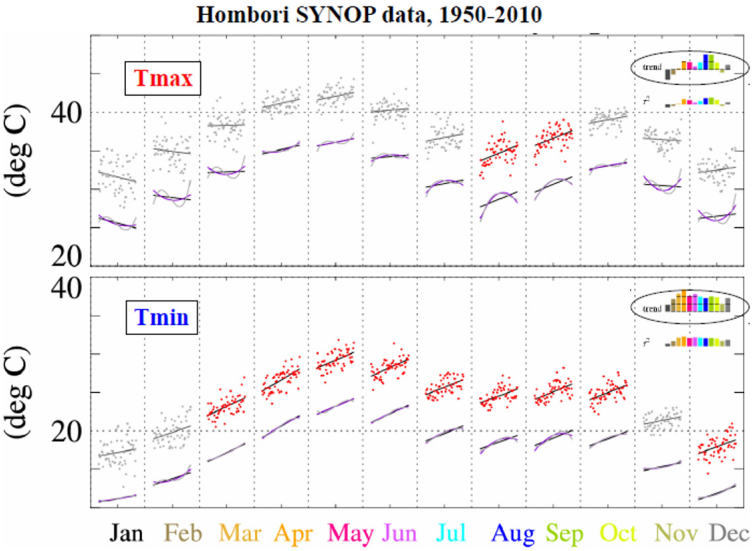


FIGURE 177 – Évolution des moyennes de températures mensuelles maximales et minimales à Hombori depuis 1950 (Guichard *et al.*, 2015)

1.3 Les températures

Le réchauffement climatique est emblématique du changement climatique lui-même. C'est le changement le plus clair et le plus « global », puisqu'il est lié à un autre processus, global et néanmoins d'origine anthropique, à savoir la hausse des émissions de gaz à effet de serre (GES). L'effet de serre a toujours existé et c'est lui qui rend la planète vivable pour l'Humanité. Mais depuis le début de l'ère industrielle, la teneur en CO_2 et autres GES, a presque doublé, ce qui s'est traduit par une augmentation de 0,6°C de la température moyenne de la planète depuis 1950. Cette augmentation est suivant les sites de 0,9°C à 1,2°C, soit localement le double, pour l'Afrique de l'Ouest (Sultan *et al.*, 2014, Guichard *et al.*, 2015). Mais surtout, comme le font remarquer Guichard *et al.* (2013, 2015), cette augmentation est extrêmement marquée si l'on s'en tient aux températures minimales (+1,8°C), et encore plus forte si l'on retient l'augmentation des minima pour les mois de printemps (mars à juin). Ceux-ci ont augmenté de 3°C (figure 177), ce qui constitue encore un signal record du changement climatique à mettre sur le compte de l'Afrique de l'Ouest...

Cette augmentation des températures se ressent en zone rurale, comme cela a été observé durant l'hiver 2015-2016 où les températures ont été exceptionnellement élevées ; on a incriminé, dans cette absence d'hiver perçu (les températures de décembre à février sont normalement sensiblement plus basses que le reste de l'année) l'avènement d'une année « à El Niño », celles-ci se traduisant par une activité cyclonique particulièrement forte dans l'Atlantique Nord, qui semble s'être traduite par un retard de l'hiver de 2 ou 3 mois. En ville, la hausse de la chaleur perçue, en particulier à Dakar, est d'autant plus élevée que la ville s'urbanise de manière purement minérale, sans laisser aucun espace vert à disposition des habitants. Ceci étant, Dakar (et la

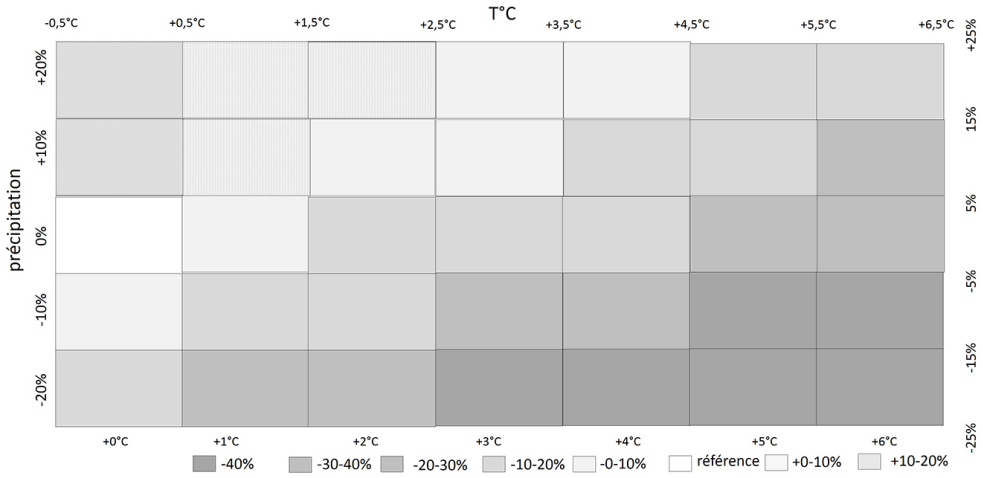


FIGURE 178 – Changement relatif (%) en rendement de plusieurs variétés de mil et sorgho sous l'effet des variations de t° et des pluies sur l'ensemble de l'Afrique de l'Ouest. Les résultats sont la moyenne de 35 stations dans toute l'Afrique de l'Ouest et 6 cultivars de mil et sorgho (Sultan *et al.*, 2014)

grande côte ?) semble être une des rares stations d'Afrique de l'Ouest où la température n'augmente pas. Peut être une conséquence de la fréquence accrue des vents forts du Nord Ouest évoquée plus haut ?

Par contre c'est l'augmentation globale qui est à l'origine de la fonte des glaciers et de ce fait, responsable de l'élévation du niveau océanique (voir chapitre 9) qui occasionne bien des problèmes dans les zones littorales si plates d'Afrique de l'Ouest.

1.4 Conséquences sur les rendements

La tempête du 29 août 2015 au large du Sénégal est le premier cyclone à être observé dès les côtes africaines depuis la fin du XIX^{e} siècle. Venant après les ondes de tempêtes particulièrement d'avril 2013 et de fin mai-début juin 2014, elle donne une impression de répétition des évènements extrêmes. Quoiqu'il en soit, les cyclones se produisent plus près de l'Afrique désormais (communication personnelle de Moctar Camara de l'UASZ de Ziguinchor et Patrice Brehmer de l'IRD).

Le réchauffement climatique est la tendance inéluctable, celle que les conférences sur le climat essaient avec plus ou moins de succès, de limiter afin d'en freiner les effets, sanitaires, agro-pastoraux, économiques, écologiques, humains (migrations climatiques ?). L'avènement d'épisodes de tempête, de coups de chaud (*dry spells*), de pluies extrêmes, de vents violents, de vents de poussière, s'ajoute à un retour des pluies certain mais accompagné aussi d'une irrégularité interannuelle et intra-saisonnière très forte, et à cette tendance au réchauffement global et sur laquelle les sociétés rurales d'Afrique de l'Ouest n'ont pas de prise.

Les travaux de Sultan *et al.* (2013, 2014 et 2015) montrent deux éléments essentiels (figure 178) :

- même en cas d'augmentation des pluies, la hausse de la température attendue peut annuler les gains qu'on pourrait espérer de cette hausse des pluies ;
- la hausse inéluctable de la température conduit à des prévisions de baisse de rendements céréaliers aussi sévères.

Le réchauffement aura donc un effet bien plus certain et fort que l'évolution des pluies sur les rendements céréaliers (ici mil et sorgho) au Sahel dans les prochaines décennies.

2 Pourquoi accroître la capacité des sols à retenir l'eau et pourquoi maintenant ? Une nouvelle sécheresse est prévue après 2030

L'épisode de sécheresse très marqué qu'a connu l'Afrique de l'Ouest, de 1968 à 1993 (1998 à l'ouest du Sahel) s'est traduit, en termes de paysage, par une terrible accélération du déboisement : à la consommation de bois et de charbon de bois croissante des populations, s'est ajoutée une très forte surmortalité des arbres et arbustes, dont les racines n'ont plus pu trouver l'humidité nécessaire à leur simple survie. Ce sont surtout les zones de sols minces (cuirasses latéritiques, lithosols et regosols) qui ont assez vite perdu la teneur en eau permettant la survie de la végétation ligneuse. Les plateaux de brousse tigrée du Sahel central (Mali, Burkina Faso, Niger), les dunes du Ferlo, les grandes zones de sols minces du Gourma (affleurements rocheux, zones érodées durant la sécheresse du fait de la disparition de la végétation ; *cf.* Kergoat *et al.*, 2015) ont perdu leur capacité de rétention en eau. C'est ce qui explique que le « paradoxe du Sahel », dont il a été question plus haut, s'observe aussi au nord des zones cultivées, dans des espaces essentiellement pastoraux.

Des travaux ont montré *a posteriori* qu'on pouvait très bien expliquer cet épisode sec de la fin du XX^{e} siècle par des forçages atmosphériques ou océaniques ; « *des comparaisons entre des sorties de modèles du XX^{e} siècle et des sorties forcées par les seules émissions de GES révèlent le rôle clé des aérosols et leur réflectivité : ils forcent un gradient de SST (température de surface de la mer) qui provoque un assèchement robuste à la marge nord de la zone de convergence Inter Tropicale Atlantique et au Sahel* » (Biasutti et Giannini, 2006). El Niño semble aussi jouer un rôle dans la sécheresse de la fin du XX^{e} siècle au Sahel : les forçages de modèles par les pluies induites par l'ENSO (l'oscillation sud El Niño) montrent toujours des conditions sèches sur le Sahel et l'Afrique du Sud (Dai, 2012). En gros, une hausse des températures SST de l'Atlantique Nord entraîne une hausse des précipitations sur le Sahel, et vice versa (Hawkins, 2011).

Globalement, la hausse de la teneur en CO_2 devrait permettre une poursuite voire une amplification de la hausse actuellement observée des précipitations au Sahel (Dong et Sutton, 2015).

Toutefois, cette tendance à une augmentation des pluies à venir sur le Sahel est une tendance générale qui cache un élément important. En effet, la plupart des modèles

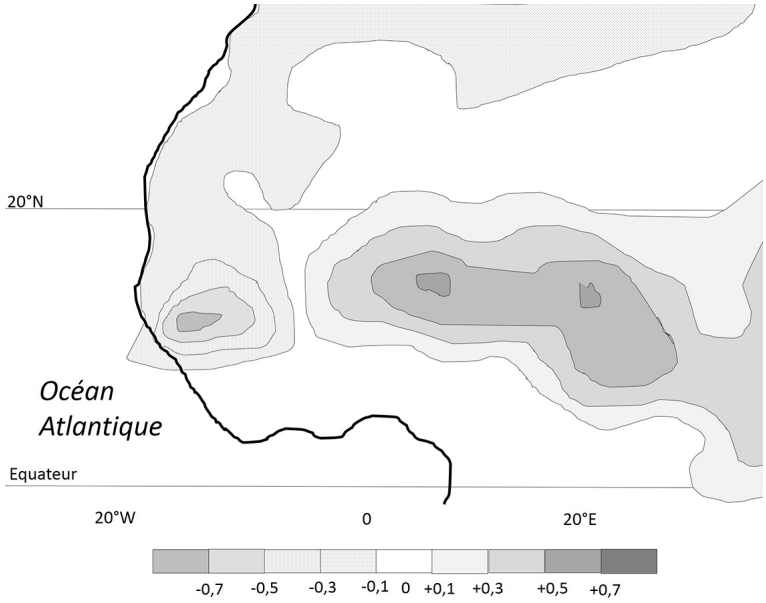


Figure 179 – Projection du scénario RCP8.5 en mm/jour pour la période (2006-2099) pour les pluies d'hivernage en Afrique, moyenne des simulations des modèles CMIP5 (*in* Biasutti, 2013)

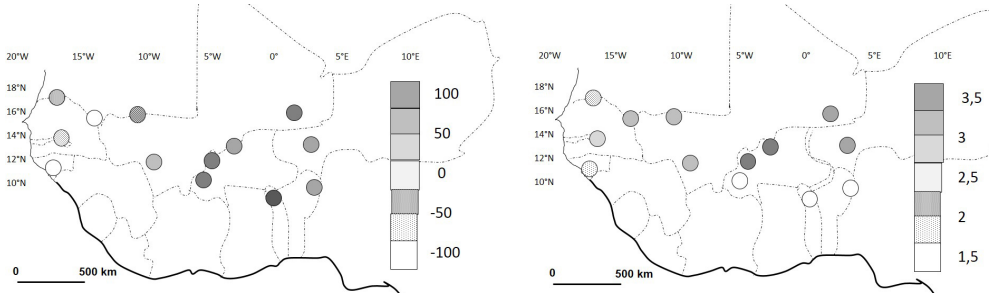


Figure 180 – Évolution de la pluie annuelle moyenne et des températures de surface sous le scénario RCP8.5 ; à gauche évolution de la pluie en %, à droite de la température, entre 1961-1990 et 2031-2060 (Sultan *et al.*, 2014)

montrent que l'Ouest de l'Afrique de l'Ouest devrait au contraire connaître un épisode sec très marqué. D'autres épisodes secs pourraient bien se reproduire dans les prochaines décennies. C'est du moins ce que prédisent pour l'Ouest du Sahel certains des modèles participant aux synthèses produites par le GIEC. Ainsi pour Biasutti (2013) : « *Autant la moyenne inter-modèles, que la majorité de modèles, montrent un Sahel plus humide partout, sauf sur la côte atlantique* »(figure 179). De même Sultan *et al.* (2014) montrent que l'ouest du Sahel connaîtra dans les prochaines décennies un fort épisode sec, contrairement au reste du Sahel qui devrait voir sa pluviométrie continuer à augmenter comme c'est le cas actuellement depuis la fin du XX^{e} siècle.

Dème *et al.* (2015) résument bien les prévisions du 4e rapport du GIEC, fondées sur les simulations CMIP5 :

- Dans le cas d'un scénario « réaliste » (rcp4.5), la plupart des modèles montrent pour la période 2011-2040 des projections de pluie à la hausse sur le Sahel à l'Est de 10°W, mais à la baisse sur le Sahel à l'Ouest de 10°W et au Maghreb ; la tendance reste la même pour ces modèles pour la période 2041-2070 et sur la deuxième moitié du XXIe siècle.
- Dans le cas d'un scénario « pessimiste » (rcp8.5), la majorité des modèles fait des projections de pluie pour 2011-2040 à la hausse au Sahel centre et est, à la baisse au Sahel ouest ; pour la période 2041-2070, 11 modèles sur 13 montrent des projections de pluie à la baisse sur le Sahel ouest et à la hausse sur le Sahel centre et est. Il en est de même pour la période 2071-2100 (figure 180).

Conclusion – Promouvoir vite un reverdissement du Sahel ?

Les tendances et prévisions climatiques sont fondées sur des sorties de modèles. On dit parfois que les modèles sont souvent montés pour donner les résultats que l'on leur apprend à produire. Mais en l'occurrence, les experts du panel international du GIEC prennent en compte un grand nombre de modèles climatiques (souvent plus de 20) ; cela re-crédibilise leurs conclusions. Très clairement, le réchauffement climatique produit des changements autres que ceux observés depuis près de 50 ans dans le régime des pluies. Toutefois, les conclusions dans ce domaine sont assez claires en distinguant :

- l'ensemble de la bande soudano-sahélienne qui devrait connaître une pluviométrie croissante dans les prochaines décennies ;
- l'ouest de cette bande, dans laquelle au contraire la pluie devrait baisser sensiblement.

Ce retour à des conditions plus sèches à l'extrême Ouest de l'Afrique pourrait faire revivre les très grandes difficultés sanitaires et alimentaires qui ont caractérisé le Sahel durant les années 1968-1993, surtout au début des années 1970, puis au début des années 1980.

Cela laisse aujourd'hui, en 2018, quelques années, au maximum une décennie « humide » ou a minima, « moyenne », pour mettre en œuvre une politique d'amélioration de la résilience des sociétés et des milieux, afin que ceux-ci résistent mieux aux effets d'une sécheresse prolongée, accompagnée de l'inéluctable réchauffement de la planète.

Comment rendre les sociétés et les milieux mieux à même de supporter un tel choc climatique ? un moyen simple et qui est à la portée de tout paysan, acteur des zones rurales, mais aussi citadin d'Afrique de l'Ouest, c'est de reverdir les campagnes et les villes, d'utiliser l'arbre et la végétation en général comme outil de résilience, d'aménagement du territoire. Il faut toutefois que ces reverdissements soient réalisés par les populations elles-mêmes, avec le moins d'aide extérieure pour éviter les distorsions et effets d'aubaine inhérents aux milliers de « projets » qui sont montés annuellement

sur la planète. Les acteurs du monde rural sont les mieux à même de savoir quelles espèces planter, de quel type d'aménagement et d'arbres ils ont besoin.

Mais un reverdissement n'aura dans tous les cas que des effets positifs :

- protection des sols contre l'érosion éolienne en saison sèche, contre l'érosion hydrique durant la saison des pluies ; limitation des transports d'aérosols, et de matières solides dans les cours d'eau ;
- restructuration des sols par apport de matière organique, développement racinaire et attraction des termites et autres espèces de la micro-faune améliorant notoirement la structure des sols ;
- amélioration de la capacité des sols à retenir l'eau, et donc des capacités d'infiltration des sols et de stockage de l'eau dans les sols et le sous-sol ;
- limitation des risques d'inondation et d'étiage en aval grâce à ce stockage d'eau et sa restitution progressive au réseau hydrographique ;
- accroissement de l'évapotranspiration (chaleur latente) et donc diminution des températures par la production de vapeur d'eau (principe de la détente des gaz) ;
- ombrages en zone rurale et en zone urbaine ; impact paysager et d'agrément ;
- apport de ressources supplémentaires ou de matériaux en autonomie pour les ménages par diversification des revenus : paille, bois de clôture, de construction et de cuisine, fourrages, fruits, médicaments traditionnels, tisanes et boissons, légumes, fruits, baies, etc.

On verra au chapitre suivant le bénéfice à en tirer au niveau du respect des diminutions d'émissions de GES telles que prévues par les Contributions Prévues Déterminées au niveau National (CPDN) pour la COP21.

En résumé :

↪ Le réchauffement climatique est inéluctable et déjà parfaitement avéré avec une hausse acquise de 0.6°C au niveau global, 0,9°C à 1.2°C en Afrique de l'Ouest.

↪ Une période sèche est prévue par la plupart des modèles pour l'Ouest de l'Afrique de l'Ouest au-delà des années 2030.