

Changement climatique, sécheresse et pastoralisme au sahel

Note de discussion pour l'Initiative Mondiale sur le Pastoralisme Durable, préparée par Nick Brooks. Novembre 2006

Questions sur l'adaptation

A travers la dernière conférence des parties prenantes de la Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique tenue à Nairobi (novembre 2006), une attention internationale significative a été accordée à la question du changement climatique. Il est largement reconnu que les pays en développement vont souffrir de manière disproportionnée des effets du changement climatique. Ces pays sont dans une position trop faible pour réduire les effets négatifs, et ils vont perdre certains des acquis générés par le développement actuel.

Au cours de la préparation de la rencontre de l'UNFCCC, un certain nombre d'ONG ont commencé à exprimer leurs préoccupations quant à l'impact du changement climatique sur les moyens d'existence des pasteurs, en particulier dans les parties du monde où la sécheresse conduit à la famine et à la pauvreté chez les pasteurs. Cependant, le rôle exact du changement climatique dans la détérioration des moyens d'existence des pasteurs n'est pas établi, surtout étant donné la multitude des autres facteurs contribuant à la pauvreté pastorale. L'Initiative Mondiale en faveur du Pastoralisme Durable a donc commandité un document auprès de Nick Brooks¹ dans le but d'en savoir davantage sur les réalités du changement climatique et l'adaptation en milieu aride.

Pour les pasteurs, la situation est complexe. Leur système de production est en soi déjà une adaptation aux environnements hostiles : selon le document de Nick Brooks, le pastoralisme est apparu en Afrique il y a 5 000 ans, précisément comme une forme d'adaptation au changement climatique d'alors. Cependant, avec la marginalisation actuelle des pasteurs, leurs capacités d'adaptation ont pu s'éroder et ils sont peut-être plus sensibles au changement climatique que les autres communautés. A l'inverse, on peut imaginer que le changement climatique puisse conduire à la création de plus de ressources en milieu aride qui soient plus adaptées au pastoralisme, créant ainsi de nouvelles opportunités à exploiter par les pasteurs. Cependant, l'on n'est pas du tout certain de cette éventualité et des implications de tels changements.

Le présent document a été rédigé en partie pour stimuler le débat sur cette question complexe et très d'actualité. Un certain nombre de questions demeurent difficiles à répondre, ou sont du moins polémiques. D'autres questions d'importance peuvent encore être soulevées dans les débats en cours. Par exemple, que signifie adaptation dans le contexte pastoral? Comment se manifeste-t-elle ? Les pasteurs disposent-ils d'expérience de première main sur le changement climatique, et comment s'adaptent-ils ? Comment leur capacité d'adaptation a-t-elle été réduite, et comment celle-ci peut-elle être restaurée ? Y a-t-il une différence entre adaptation et développement, ou la capacité d'adaptation est-elle simplement un indicateur de développement ?

Introduction

Entre le début des années 1970 et le milieu des années 1990, le Sahel africain a connu un des changements climatiques les plus longs jamais observés nulle part ailleurs dans le monde au cours du 20^{ème} siècle : les pluviométries ont baissé en moyenne de plus 20% (Hulme et al., 2001). Cette période de dessiccation climatique était accompagnée d'un certain nombre de sécheresses très sévères, en particulier au début des années 1970 et 1980, et au cours desquelles des milliers de personnes et des millions d'animaux ont trouvé la mort (Glantz, 1976, 1996).

¹ Directeur Adjoint du Programme d'Etudes Sahariennes à l'Université de East Anglia, et Chargé de Recherche au Centre de Recherche sur le Changement Climatique de Tyndall.

Depuis le début des années 1970, il existe un grand débat sur les causes de la dessiccation du Sahel. Les premières théories, telles que celles de Charney, ont mis en cause la dégradation et la désertification provoquées par le surpâturage, ainsi que « l'utilisation inappropriée des terres » (Charney et al., 1975, 1977). Cependant, si l'érosion du sol et la surexploitation des ressources sont incontestablement des problèmes dans certaines régions, il n'existe pas de preuves de dégradation des terres causée par des facteurs anthropogènes ayant conduit à la sécheresse dans la région sahélienne. Il est maintenant établi que, plutôt qu'une conséquence de l'abus dans l'utilisation des terres par les humains et les animaux, la dessiccation du Sahel au cours de la fin du 20^{ème} siècle est le résultat d'une variation climatique de longue durée impulsée par des changements dans la configuration de la température de surface au niveau mondial. Les conditions de sécheresse dans le Sahel se produisent à des périodes où les océans de l'hémisphère sud et de l'Océan Indien du nord sont plus chauds que les océans restant de l'hémisphère nord. Et c'est le passage à cette configuration de la température qui est maintenant largement accepté comme étant responsable de l'installation de l'aridité dans le Sahel à la fin des années 1960s (Giannini et al., 2003).

Variabilité climatique de long terme en Afrique du nord

La relation entre un hémisphère sud relativement chaude, un hémisphère nord frais et les situations de sécheresse en Afrique du nord est forte à différentes échelles temporelles, en termes d'années et de millénaires, et s'exprime de manière plus dramatique dans les changements multi-millénaires associés aux cycles des glaciaires. Au cours de la dernière grande période glaciaire, lorsque l'hémisphère nord était beaucoup plus froide que l'hémisphère sud à cause de la formation d'énormes nappes glaciaires, le désert du Sahara était plus étendu et plus aride que de nos jours (Talbot, 1983). Après la fin de la dernière ère glaciaire, la chaleur intense des étés dans l'hémisphère nord (causée par la modification de la position de la terre sur son axe) a conduit à l'intensification de la mousson africaine, transformant ainsi le Sahara en une zone de lacs, de savanes, et de forêts claires, il y a environ 10 000 ans avant notre ère (Szabo et al., 1995). Après une période caractérisée par des conditions générales plus sèches, et ponctuée par des crises arides sévères et abruptes, la pluviométrie de la mousson a finalement disparu dans la plupart des régions du Sahara il y a environ 5000 ans. Cette transition s'est déroulée plus tôt dans la partie est du Sahara, et dans certaines régions les pluies d'hiver ont perduré dans les parties montagneuses après la disparition de la mousson (voir Brooks et al., 2005 et Brooks, 2006 pour une étude des changements climatiques et environnementaux dans le Sahara au cours des 10 000 dernières années).

Selon les données environnementales, confirmées par les études de modélisation informatique sur le climat régional et mondial, l'effondrement de la mousson saharienne s'est produit en un ou deux épisodes abrupts, en combinaison avec des changements rapides au niveau des systèmes de végétation (Claussen et al., 2003 ; Brooks, 2006). A mesure que la forte chaleur solaire ayant conduit à l'intensification de la mousson après la fin de la dernière ère glaciaire fléchissait à cause d'autres changements dans l'inclinaison de la terre par rapport au soleil, il semble que le système de la mousson a pu être soutenu par des apports impliquant le recyclage de l'humidité à travers la végétation. La chaleur solaire de la masse terrestre de l'Afrique du nord étant faible en été, la mousson était particulièrement sensible aux chocs climatiques, tels que ceux liés aux épisodes de froid quasi périodiques provenant de l'Océan Atlantique du nord.

Ces épisodes de froid sont apparus chaque millier ou deux milliers d'années depuis la fin de la dernière ère glaciaire, et ils sont liés à l'aridité dans les sous tropiques de l'hémisphère du nord (Bond et al., 1997 ; Brooks, 2006). Un de ces événements s'est produit il y a environ 8000 ans, conduisant à une période d'aridité dans le Sahara ainsi que dans d'autres lieux ; période aride qui a duré plusieurs siècles, avant que le système de la mousson ne se reconstitue sous l'effet d'une forte chaleur solaire d'été dans le nord de l'Afrique, chaleur encore caractéristique de l'époque. Un refroidissement semblable mais faible de l'Atlantique s'est produit il y a environ 6000 ans et a coïncidé avec un passage vers l'aridité dans la ceinture de la mousson de l'hémisphère nord (Brooks, 2006). Il semble que la reconstitution de la mousson après cet événement était au mieux partiel, sous un régime d'affaiblissement de la chaleur solaire. L'effondrement final de la pluviométrie dans le Sahara quelques milliers d'années plus tard a pu être combiné avec un choc climatique semblable ; après lequel

la chaleur solaire d'été sur l'Afrique du nord était devenue insuffisante pour soutenir la reconstitution de la mousson ; ou alors simplement, avec la réduction de la force de la chaleur solaire d'été en dessous d'un certain seuil, l'effondrement était inévitable.

Les origines du pastoralisme africain

Les systèmes pastoraux africains d'aujourd'hui trouvent leurs origines dans le Sahara préhistorique où ils sont apparus comme un moyen de sécuriser les ressources alimentaires dans un climat de plus en plus sec, variable et imprévisible. La toute première preuve de domestication de bovins vient de l'est du Sahara où la dessiccation climatique se produisait plus rapidement (Nicholl, 2004). A mesure que les conditions de sécheresse s'étendaient, pénétrant la partie centrale du Sahara il y a environ entre 6000 et 7000 ans, l'élevage de bovins prenait également de l'ampleur. On pense que l'augmentation de l'aridité a favorisé de manière prépondérante l'intégration de l'élevage de bovins aux systèmes de chasse et de fourrage alors pratiqués (Holl, 1998 ; Hassan, 2002). A mesure que la pluviométrie diminuait devenant plus variable dans le temps et dans l'espace, les ressources en plantes et les animaux sauvages se faisaient plus rare. Le pastoralisme lié aux bovins a permis aux populations de rechercher les eaux et pâturages qui devenaient de plus en plus difficile à trouver, augmentant ainsi leur flexibilité à travers une capacité accrue à répondre au changement rapide et un environnement de plus en plus imprévisible (Marshall et Hildebrand, 2002). La datation par radio carbone des sites archéologiques indique des épisodes distincts de migration couvrant des périodes courtes ; ce qui implique des mouvements rapides et intermittents de petits groupes de bergers qui colonisaient des environnements nouveaux et inconnus parce que forcés de se déplacer à la recherche d'eau et de pâturage pendant les crises d'aridité (di Lernia, 2006). L'importance des bovins comme source de sécurité alimentaire dans cet environnement extrêmement variable et en changement rapide est soutenue par l'existence de nombreux rituels d'enterrement de bovins, ainsi que par l'ubiquité des bovins dans les peintures et gravures sur rochers du Sahara préhistorique.

A mesure que les conditions devenaient plus sèches, les moutons et les chèvres apparaissaient de manière prééminente dans les ressources de base du Sahara. Les études archéologiques indiquent un accroissement de la transhumance : le pâturage dans les terres planes étant réservé aux bovins, tandis que celui des moutons et des chèvres se concentrait dans zones montagneuses (di Lernia et Palombini, 2002). Suite à l'effondrement de la mousson dans partie centrale du Sahara il y a environ 5000 ans, les bovins étaient confinés dans les régions des oasis et constituaient la base d'une économie de plus en plus sédentaire qui a culminé dans l'émergence de l'agriculture dans certains endroits il y a environ 3 000 ans. Cependant, cet accroissement de la sédentarisation autour des surfaces d'eau restant a été accompagné d'une mobilité accrue basée sur l'élevage de moutons et de chèvres dans les zones montagneuses où il tombait encore les pluies d'hiver. Cette « adaptation in situ » s'est produite dans des endroits où il restait encore suffisamment d'eau et de pâturage pour soutenir les populations humaines et animales. Cependant, ces régions ne représentaient qu'une infime partie du Sahara ; de grandes parties du désert étaient tout simplement abandonnées. Une analyse de la répartition des sites archéologiques montre un mouvement général de l'activité humaine vers le sud à mesure que les populations migraient vers le sud suivant la raréfaction des pluies de la mousson. 5 000 ans avant notre ère, les bergers des bovins ont migré dans le Sahel, et finalement ont couvert tout le continent Africain.

Les leçons du passé

Les études sur les changements environnementaux passés et les archives archéologiques de l'Afrique du nord montrent le degré de variabilité des conditions climatiques et environnementales dans la zone du Sahel-Sahara sur des échelles de temps allant de siècles en millénaires. Ces études illustrent également la sensibilité de la pluviométrie dans cette région aux changements hémisphériques et à grande échelle du climat. Les preuves archéologiques montrent de manière patente que le pastoralisme s'est développé en Afrique en réponse à un changement et une variation climatique de long terme, et s'est répandu à travers l'Afrique du nord comme moyen de faire face à un climat de plus en plus imprévisible et aride. Le pastoralisme a fourni une sécurité alimentaire aux populations africaines pendant 7 000 ans.

Si dans d'autres parties du monde (par exemple l'Asie) les systèmes pastoraux ont évolué en même temps que l'agriculture, et dépendaient pour une grande part des relations entre agriculteurs sédentaires et éleveurs mobiles, la pratique de l'agriculture est apparue plutôt tard en Afrique. Dans la partie centrale préhistorique du Sahara, le pastoralisme est apparu au moins 4 000 ans avant l'agriculture, et il a co-existé plutôt avec la chasse et la pratique du fourrage. Plus d'une fois, le pastoralisme a permis à des populations passablement sédentaires d'accroître leur mobilité afin de survivre face à la détérioration des conditions climatiques. Dans des zones telles que la région de Fezzan en Libye actuelle, le pastoralisme mobile s'est avéré plus durable que le développement des sociétés urbaines, ainsi que l'a démontré le déclin de la civilisation Garamantienne comparé à la survie de la pratique de l'élevage de moutons et chèvres de nos jours (Brooks, 2006)

Les trajectoires de développement du pastoralisme en Afrique et, par exemple, en Asie occidentale, reflètent les différents environnements de ces régions. En Asie occidentale et dans les autres « berceaux de civilisation », le pastoralisme était dès le départ lié aux systèmes sédentaires d'agriculture et d'implantation urbaine qui étaient soutenus par les fleuves le long desquels ils se regroupaient. Il existe de plus en plus de preuves que l'émergence des premières plus grandes et plus complexes sociétés urbaines—les « grandes civilisations » de l'antiquité—était soutenue par la combinaison de la dessiccation climatique et environnementale et l'existence de refuges environnementaux sous forme de vallées de fleuves (Brooks, 2006). Les complexes sociétés d'Égypte, de Mésopotamie et d'ailleurs se sont développées lorsque les populations ont migré des pâturages en dessiccation pour aller dans les zones riveraines. La conséquence en terme de besoin d'organisation des populations ainsi densément regroupées, afin de gérer les rares ressources dans les zones restreintes (plutôt qu'une certaine force nébuleuse de « progrès » ou d'avancement), a été identifiée comme étant la principale force motrice soutenant le développement des premières grandes civilisations urbaines (Brooks, 2006).

Loin du Nil et du Niger, l'Afrique du nord ne possède aucun fleuve permanent d'importance. Combinée avec la grande variabilité de la pluviométrie, cette situation signifie que les populations d'Afrique du nord devaient compter sur différentes stratégies pour sécuriser leurs ressources alimentaires. Le choix de développer de grandes sociétés urbaines basées sur l'agriculture irriguée ne leur était simplement pas disponible, étant donné leur éloignement du Niger et du Nil. L'absence de développement de grandes civilisations urbaines dans beaucoup de parties de l'Afrique avant la période coloniale reflète le fait que les populations très mobiles et dispersées s'en sortent mieux que les populations sédentaires dans les environnements fortement variables. Le pastoralisme était simplement le moyen le plus raisonnable et l'option la plus viable dans l'environnement imprévisible d'Afrique du nord où il n'existait pas de provisions fiables sous forme de grandes quantités d'eau permanentes. Loin d'être un substitut pauvre de l'agriculture ou de la vie urbaine, ou encore le résultat d'une arriération empêchant les populations de l'époque de progresser, le pastoralisme était un système avancé pour s'assurer une sécurité alimentaire dans l'environnement africain (Marshall et Hildebrand, 2002).

Les programmes de développement basés sur les modèles d'urbanisation extensive et d'agriculture sédentaire de grande échelle importés des environnements beaucoup plus prévisibles et beaucoup moins marginaux des latitudes tempérées d'Europe ont généralement échoué à comprendre le rôle de l'environnement dans le développement de l'Afrique. Les gouvernements coloniaux et post-coloniaux, se méfiant des populations mobiles, ont pendant longtemps essayé de fixer les populations nomades au nom du progrès et de la modernité, et ce en dépeignant le pastoralisme comme étant en sorte un état « arriéré », « primitif » datant d'avant l'agriculture et l'urbanisation. Le passage de la mobilité au sédentarisme, ainsi que la marginalisation des populations nomades, ont beaucoup contribué à exacerber la vulnérabilité dans une partie du monde où la flexibilité, au regard du degré élevé de la variabilité temporelle et spatiale des conditions climatiques et environnementales, constitue la norme (Glantz, 1996).

La sécheresse et le développement au 20^{ème} siècle

Bien avant la dessiccation de la dernière partie du 20^{ème} siècle, le Sahel a connu de grandes pluies inhabituelles (par rapport à la moyenne du 20^{ème} siècle) durant les années 1950 et 1960. Cette période était caractérisée par la transition vers les indépendances de beaucoup

de pays africains, par un optimisme quant à la capacité technologique à produire des avantages de tous ordres, et par un désir ambitieux de développement économique à la fois en Afrique et en-dehors de l'Afrique. Les nations africaines nouvellement indépendantes se sont focalisées sur les solutions modernes et technocratiques concernant la question du développement, et ce dans l'objectif de produire la croissance économique. Pendant ce temps, les approches traditionnelles par rapport à la gestion des ressources et à la sécurité alimentaire étaient de plus en plus marginalisées. Cette période de transition politique et économique—où l'intérêt pour la variabilité et durabilité environnementales était des moindres— a coïncidé avec une pluviométrie accrue, et a eu comme résultat l'expansion de l'agriculture vers le nord dans le Sahel précisément dans des zones historiquement marginalisées, avec des implications profondes en termes de vulnérabilité des agriculteurs et des pasteurs (Glantz, 1996 ; Thébaud et Batterby, 2001).

Historiquement les moyens d'existence des pasteurs étaient sous-tendus par des systèmes d'accès négociés à l'eau et au pâturage qui n'accordaient pas de droits exclusifs, et par des arrangements réciproques entre les pasteurs et les agriculteurs. L'expansion de l'agriculture au cours des années 1950 et 1960 humides et le passage à l'agro-pastoralisme ont poussé les pasteurs vers des régions plus marginales ; ce qui a conduit à une désintégration des réseaux reliant les éleveurs et les agriculteurs, contribuant ainsi à davantage exacerber les conflits entre ces groupes (Thébaud et Batterby, 2001). Repoussées dans des régions plus marginales, et leur accès aux pâturages régulé et réduit par à la fois les gouvernements coloniaux et post-coloniaux, les communautés pastorales sont devenues plus vulnérables à la sécheresse. Lorsque la pluviométrie est redevenue plus « normale » à la fin des années 1960 et par la suite a baissé de manière dramatique pour provoquer les grandes sécheresses du début des années 1970, la sur-expansion de l'agriculture et la marginalisation des pasteurs ont eu des effets catastrophiques sous forme de destructions diverses. Si de toute évidence les famines des années 1970 ont été provoquées par la sécheresse, elles étaient tout aussi le résultat des nombreuses pratiques inappropriées et de la pluviométrie inadéquate. La sur-extension de l'agriculture, et par conséquent du pastoralisme, qui a conduit à l'occupation de régions historiquement marginales—ceci étant le résultat d'un échec à apprécier la nature de la variabilité climatique de long terme (c'est-à-dire, à l'échelle multi-décennale) dans le Sahel—a provoqué la perte massive de vies humaines et bétail, la destruction de communautés entières et des systèmes de subsistance, ainsi qu'une désorganisation sociale massive à l'échelle régionale. Dans certaines régions la sécheresse a également contribué à déclencher des conflits ; c'est le cas par exemple de la « Seconde Rébellion Touareg » au Mali en 1990 (Keita, 1994).

Malgré les conséquences désastreuses de ce développement non durable, les gouvernements, les donateurs d'aide et les universitaires ont été lents à apprendre les véritables leçons des sécheresses des années 1970. Plutôt que de reconnaître le rôle de l'extension de l'agriculture, les observateurs ont tendance à rejeter la sécheresse comme étant un désastre purement naturel ; ou alors ils rejettent la responsabilité de la catastrophe sur les pasteurs qui sont accusés de pratiquer systématiquement le surpâturage ou encore d'adopter des pratiques « inappropriées d'utilisation des terres ». Maintes articles dans des revues universitaires et d'autres publications ont évoqué le besoin « d'éduquer » les populations locales sur la nécessité de ne pas abuser de la terre (e.g. Lamprey, 1975). Le besoin véritable est l'éducation des gouvernements, ONG, et donateurs étrangers par rapport aux réalités du développement dans un environnement fortement variable, semi-aride.

L'idée que la sécheresse et la désertification à grande échelle dans le Sahel ont été causées par l'abus systématique de la terre par les pasteurs est maintenant largement rejetée par la littérature scientifique (e.g. Mace, 1995; Fairhead et Leach, 1996a, b). Cependant elle persiste sous forme de mythe populaire et peut même être trouvée dans les cours de géographie jusqu'au niveau universitaire, en particulier aux Etats-Unis. Parmi la communauté des chercheurs, la désertification apparente dans le Sahel est généralement perçue comme une réponse passagère à la réduction de la pluviométrie (Tucker et al., 1991, 1994). Un certain nombre d'études ont démontré que cette « dégradation » de la surface terrestre n'est pas irréversible ; les systèmes de végétation se reconstituant une fois que la pluie revient. Bien entendu la « désertification » sous forme d'érosion du vent et de dépôt, et l'empiètement des dunes, continuent dans certaines zones, résultat du caractère naturellement dynamique de l'environnement dans cette région semi-aride.

Le changement climatique à venir dans le Sahel

Le Troisième Rapport d'Evaluation (TAR) du panel intergouvernemental sur le Changement Climatique estime qu'il est fort probable que le changement climatique soit lié à la pression accrue sur l'eau dans une grande partie de l'Afrique. Cependant, ce rapport note que les scénarios pour la région du Sahel, sur la base des travaux de Hulme et al. (2001), sont ambigus (IPCC, 2001 : p. 496). Depuis la publication du TAR, un certain nombre d'études de modélisation ont examiné les conséquences climatiques possibles, pour l'Afrique du nord, du réchauffement anthropogénique mondial résultant des concentrations accrues des effets de serre atmosphériques. Ces études ont utilisé des modèles incluant des représentations dynamiques de la végétation et des interactions terre-atmosphère ; et il a été démontré que certains de ces modèles capturaient les transitions humide-aride passées. Ces nouvelles études en modélisation suggèrent de plus en plus un « verdissement » du Sahel et des parties du Sahara, en réponse au changement climatique soutenu par les anthropogènes.

Claussen et al. (2003) rapporte une augmentation potentielle de la couverture végétale d'environ 10% de la surface terrestre du Sahara par décennie, sous l'effet de l'augmentation des concentrations en CO² ; lesquelles concentrations provoquent une pluviométrie accrue qui est ensuite soutenue par les apports de la végétation et de l'atmosphère. Selon ce modèle, la végétation se répand sur environ 45% du Sahara. D'autres études de modélisation suggèrent que la zone climatique du Sahara va se déplacer vers le nord, créant ainsi des conditions de plus en plus humides dans le Sahel et le sud du Sahara, ainsi qu'une dessiccation le long des bordures nord du désert dans la zone méditerranéenne de l'Afrique du Nord (Li et al., 2002).

Pour Maynard et al. (2002) la mousson s'est accrue sur l'Afrique de l'Ouest vers la fin du 20^{ème} siècle lorsque les concentrations atmosphériques en CO² ont augmenté de 577 parts par million (ppm). Leur modèle ne représente par l'interaction végétation-atmosphère ; ces processus d'apports peuvent conduire à un renforcement du système de la mousson. Wang et Eltahir (2002) ont utilisé un modèle qui reproduit la période sèche observée dans le Sahel au cours de la dernière partie du 20^{ème} siècle lorsque les concentrations atmosphériques en CO² sont fixes à 300ppm ; ce qui représente les niveaux « pré-industriels ». Lorsque la concentration en CO² monte à 350 ppm et que la simulation est répétée pour la même période, il n'y a pas d'épisode prolongé. Les auteurs de cette étude concluent alors qu'à « des niveaux élevés de CO² le système biosphère-atmosphère sahélien est plus résistant aux pressions externes sources de sécheresse », et ils suggèrent que le réchauffement mondial sera accompagné de périodes humides plus prolongées et de courts épisodes de sécheresse dans le Sahel. Ils estiment que les changements au niveau de la végétation liés à cette résistance accrue sont en partie le produit d'un effet accru de fertilisation en CO².

Une lecture simpliste de ces résultats suggère que le Sahel pourrait en fait bénéficier du changement climatique anthropogénique. En effet, une augmentation de la pluviométrie au Sahel au cours des décennies à venir ne semble pas être une réelle possibilité. Cependant, il faut noter que les études de modélisation ci-dessus évoquées examinent les impacts des augmentations des concentrations atmosphériques en CO² à des niveaux qu'on est presque certain de dépasser d'ici le milieu du 21^{siècle}. Les 350 ppm de Wang et Eltahir (2002) et les 577 ppm de Maynard et al. (2002) devraient être comparés avec la concentration atmosphérique en CO² actuelle qui se situe autour de 380ppm, avec une concentration prévue de 550 avant 2050. Sans une action forte dans un avenir très proche, les concentrations devraient continuer à augmenter jusqu'au-delà de 600ppm.

Selon une étude de modélisation conduite par Mitchell et al. (2000), la stabilisation des concentrations atmosphériques en CO² à 550 et 750 ppm d'ici la fin du 21^{ème} siècle conduira à un réchauffement des océans de l'hémisphère sud et de l'Océan Indien du nord par rapport au reste des océans de l'hémisphère nord. Cette configuration des températures mondiales est liée aux conditions de sécheresse au Sahel. Ainsi, les niveaux élevés (qui vont probablement davantage augmenter étant donné le peu de progrès réalisé dans la réduction des émissions d'effets de serre) de stabilisation pourrait conduire à un retour de la sécheresse en Afrique du nord. Mitchell et al. (2000) rapporte qu'à des niveaux élevés de CO² atmosphérique (reflétant le manque de tentative de réduire les émissions d'effets de serre), ce réchauffement relatif de l'hémisphère sud ne se produit pas, indiquant par là qu'il est probable que le Sahel connaisse une aridité à des niveaux « intermédiaires » du

réchauffement anthropogénique de serre. Une telle conclusion doit cependant demeurer provisoire ; les concentrations atmosphériques d'effets de serre au cours des décennies à venir dépasseront de manière significative celles des quelques milliers d'années passées, et on ne peut pas supposer que le comportement du système climatique mondial sera semblable à celui des périodes pour lesquelles il existe des situations analogues passées.

Il faut également noter que les modèles climatiques ont des difficultés à représenter le type de changements abruptes, non-linéaires au niveau du climat et des systèmes physiques liés qui apparaissent dans les archives paléo-climatiques, comme par exemple le froid passager, les événements arides associés aux changements dans la circulation Nord Atlantique. La probabilité de ces événements, selon les différents scénarios des émissions d'effets de serre, n'est pas connue, mais il semble que des événements tels que l'affaiblissement abrupt de la circulation thermohaline ont pu se produire dans le passé avec peu ou pas de pression extérieure (Alley, 2003 ; Alley et al., 2003). Le changement climatique anthropogénique pourrait bien augmenter la survenue de tels événements dans le futur, et il est raisonnable de supposer que la probabilité des changements climatiques abrupts augmente avec l'augmentation des taux et magnitudes des émissions d'effets de serre ainsi que l'augmentation consécutive de la température de surface moyenne au niveau mondial. Les conséquences de ces événements pour le Sahel seraient dramatiques. Des situations paléo-climatiques analogues indiquent que le résultat serait probablement un début plus rapide de l'aridité pouvant durer des décennies à des siècles.

En résumé, les simulations informatiques du changement climatique à venir indiquent de plus en plus qu'une intensification de la mousson africaine et un verdissement du Sahel et du Sahara austral sont une conséquence plausible du réchauffement de serre anthropogénique. Cependant, on ne connaît pas encore le degré de robustesse d'un tel verdissement dans le long terme ; on ne sait pas non plus si les concentrations atmosphériques en CO² approchent ou excèdent 600ppm, comme cela semble être plausible voire même possible actuellement. Il existe une réelle possibilité qu'une période de pluviosité accrue à travers la région soit suivie par un autre faiblissement ou effondrement du système de mousson dans un avenir prévisible ; effondrement soutenu par des changements dans la configuration des températures mondiales, un changement climatique abrupt lié aux changements dans la circulation de l'Atlantique Nord, ou d'autres changements dans le comportement du système climatique mondial ou régional, à mesure que les effets de serre et les températures mondiales atteignent des valeurs jamais égalées depuis des millions d'années. Etant donné l'histoire du climat dans la zone du Sahel-Sahara, la sensibilité de la mousson africaine aux facteurs climatiques externes, et la forte et rapide pression exercée par les émissions anthropogéniques d'effets de serre sur le système climatique mondial, une telle inversion du processus de verdissement est inévitable à un moment donné du futur.

Développement futur et pastoralisme au Sahel

Bien que le Sahel soit toujours soumis à la sécheresse et à l'expansion de l'insécurité alimentaire, il a été observé une augmentation de la pluviosité à travers la région depuis la moitié des années 1990, en conformité avec les études de modélisation qui ont prédit une augmentation pluviosité suite au changement climatique soutenu par l'anthropogénie. Si la région continue d'être plus humide du fait de l'intensification et de l'incursion de la mousson vers le nord, les modèles de développement actuels conduiront à une expansion de l'agriculture dans les nouvelles régions productrices mais historiquement marginales, comme cela a été le cas dans les années 1950s.

Toute future extension de l'agriculture, y compris un déplacement des pasteurs mobiles en profondeur dans la zone du Sahara, pourrait conduire à une insécurité alimentaire sévère et à une famine catastrophique si la prédiction quant au verdissement futur du Sahel et du Sahara austral s'inversait par la suite. Plus le « verdissement » du Sahel et du Sahara austral sera important, plus grande pourra être la sur-extension de l'agriculture ; ce qui représenterait une augmentation systématique de la vulnérabilité aux changements dans le régime de la mousson. Les sécheresses et les famines des années 1970s pourraient se reproduire à grande échelle si le développement continue sans une attention à la vulnérabilité climatique de long-terme.

Au regard de l'état de notre connaissance sur le changement climatique régional et mondial de long terme ainsi que sur les facteurs soutenant un tel changement, nous pouvons affirmer en toute confiance que tout verdissement du Sahel et du Sahara dans un futur proche sera inversé au bout du compte. Si ce n'est ce siècle, alors un temps quelconque dans le futur lointain. S'il est impossible de donner avec exactitude le moment futur quant au retour de l'aridité (en supposant que le verdissement prévu se matérialise), les simulations par modèle du climat futur, combinées à l'évaluation des changements et variations climatiques passés en Afrique du nord, nous donnent des raisons de nous en préoccuper.

Comme ci-dessus indiqué, les changements de la configuration de la température des surfaces des mers liés à la sécheresse dans la zone Sahélienne ont été prévus par certains modèles sur les concentrations atmosphériques de l'effet de serre plausibles pour la dernière moitié du 21^{ème} siècle. Certains chercheurs estiment que de plus en plus le faiblissement voire même l'effondrement de la circulation de l'Atlantique Nord est envisageable à mesure que les concentrations de l'effet de serre augmentent, bien que la plupart de ces chercheurs pensent qu'il est improbable qu'une telle situation se produise au cours de ce siècle. Des études sur de tels événements passés nous montrent qu'il est probable que tout changement de cet ordre dans la circulation atlantique soit associé à une augmentation de l'aridité en Afrique du nord et à travers les sous-tropiques de l'hémisphère nord. Etant donné le grandeur de l'incertitude liée au changement climatique futur dans le Sahel et la zone sous-tropicale de l'hémisphère nord en général, la base de développement la plus fiable est l'hypothèse d'une variabilité climatique continue (et peut-être même accrue) sur une gamme d'échelles temporelles. Même si la région devient plus humide, le changement climatique pourrait affecter des phénomènes tels le début ou la fin de la saison humide.

Afin d'éviter une augmentation systématique de la vulnérabilité régionale par rapport aux futurs changements dans le régime de la mousson, les sociétés sahéniennes doivent maximiser leurs capacités à répondre aux changements et variabilités climatiques à échelles temporelles multiples, tout en exploitant toutes les opportunités offertes par l'accroissement de la pluviométrie. Les modèles de développement basés sur les densités élevées de populations et de bétail ainsi que sur l'agriculture permanente et sédentaire dans des régions historiquement ou potentiellement marginales ne pourraient pas produire un développement durable de long terme. Dans l'environnement sahélien, les systèmes basés sur l'utilisation flexible, mobile et à faible densité des ressources naturelles sont beaucoup plus à même de produire un futur durable. De tels systèmes, basés sur le pastoralisme mobile, se sont développés de manière autonome dans cette région par le passé, en réponse précisément aux types de changements climatiques qui pourraient se produire dans un avenir proche. Au lieu d'essayer d'installer les peuples nomades et semi-nomades dans les villes et villages, que ce soit à des fins de contrôle politique ou parce que le pastoralisme est perçu comme quelque peu « arriéré », les gouvernements et les communautés de développement dans le Sahel pourraient plutôt chercher à réhabiliter les moyens d'existence des pasteurs à travers la combinaison des approches traditionnelles et nouvelles par rapport à la gestion des terres et du bétail.

Une solution envisageable au problème de la sur-extension de l'agriculture pendant les périodes humides pourrait être de céder de manière significative le contrôle des régions historiquement marginales aux populations pastorales. Les pasteurs pourraient donner les terres de ces régions en « bail » aux agriculteurs pendant les périodes humides, lorsqu'il y a un excédent de ressources. Le type d'agriculture pratiqué dans ces régions devrait être approprié aux environnements marginaux, et ne devrait pas conduire à une dégradation irréversible des terres ou à la perte des sols ; ce qui permettrait aux sols et systèmes de végétation de se reconstituer entre les périodes de culture. Pendant les périodes sèches, le contrôle des régions potentiellement marginales par les pasteurs empêcherait les populations d'être repoussés dans des environnements extrêmement marginaux, minimisant ainsi les possibilités de famine et de conflits. Le pastoralisme dans ces régions, ainsi que le contrôle de celles-ci par les pasteurs, constitueraient alors une « zone tampon » entre les régions agricoles plus fiables et les bordures désertiques extrêmes, maximisant par là l'utilisation d'une base variable de ressources tout en réduisant la vulnérabilité à grande échelle par rapport à la sécheresse et à la dessiccation climatique.

On pourrait laisser les pasteurs développer leurs propres systèmes de gestion des ressources: là où les gouvernements ont essayé de fournir un développement aux

populations pastorales, ces tentatives ont souvent eu l'effet contraire. Par exemple dans certaines régions le remplacement des puits faits à la main par des forages et des puits aménagés au ciment dans le cadre des programmes de développement initiés par les gouvernements centraux ont conduit à la désintégration des régimes d'accès à cause de la difficulté à réglementer l'utilisation des forages et des nouveaux puits de manière durable. La désintégration des régimes existants basés sur les relations entre les différents groupes pastoraux a conduit à des conflits dans certains cas. La création d'institutions sociales informelles pour réguler l'accès aux ressources à des niveaux acceptables de durabilité est généralement préférable par rapport aux tentatives simplistes visant à accroître la productivité à travers l'extension de l'accès aux ressources telles que l'eau. La première approche pourrait se baser sur les institutions traditionnelles pour réguler l'utilisation des ressources, peut-être en s'inspirant des approches modernes telles que les prévisions saisonnières ou de longue portée. Il est crucial de reconnaître que le succès du pastoralisme au Sahel exigera que les populations pastorales gardent leur liberté de mouvement, à la fois à l'intérieur des pays et à travers les frontières nationales dans certaines régions.

Le développement futur dans le Sahel sera aussi bâti sur les adaptations existantes et les innovations suite aux sécheresses des années 1970, 1980 et 1990. Par exemple dans certaines parties du Niger et du nord du Nigeria, des innovations et diversifications ont permis aux agriculteurs de maintenir leur productivité et la fertilité du sol tout en intensifiant l'activité agricole (Mortimore et Adams, 2001). L'accroissement de la densité démographique a permis de créer un pool de main-d'œuvre ainsi que des opportunités de marchés pour la vente de l'excédent agricole. Historiquement les réseaux sociaux et les relations entre les zones urbaines et rurales ont facilité la migration temporaire, permettant ainsi aux ménages de modifier l'équilibre entre l'activité agricole et l'emploi rémunéré, en guise de réponse à la variable environnementale et la viabilité agricole afférente. Les relations réciproques entre les pasteurs et les agriculteurs joueront un rôle clé dans le développement futur : tout comme les pasteurs donneront aux agriculteurs le droit de pratiquer l'agriculture sur leurs terres pendant les périodes humides, l'agriculture dans les zones peu marginales pourrait offrir un emploi temporaire aux pasteurs durant les périodes sèches, renforçant ainsi leur sécurité alimentaire.

Quelle que soit la forme que prendra le développement futur du Sahel, la nature variable et imprévisible du climat et de l'environnement de la région signifie que le développement ne pourra réussir et être durable que s'il est basé en grande partie sur des systèmes pastoraux qui ont fait la preuve de leur succès en terme de soutien aux populations humaines dans des environnements semi-arides au cours de milliers d'années.

Considérations plus larges

Le Sahel constitue l'une des nombreuses régions où le pastoralisme, qui est pratiqué à grande échelle, pourrait connaître un changement climatique majeur dans un avenir proche. Les leçons tirées dans le présent document seront applicables en tout lieu où les pasteurs, ou pasteurs et agriculteurs, font face à une augmentation de la variabilité et imprévisibilité climatique à échelles temporelles allant de la saison à plusieurs décennies, en particulier au niveau ou près des zones semi-arides à régime climatique moussonal.

Le changement climatique pourrait avoir plus de conséquences problématiques pour les pasteurs ailleurs; et dans certains cas, il pourrait miner de manière radicale la viabilité des systèmes pastoraux. Par exemple les simulations du changement climatique futur montrent une réduction pluviométrique moyenne d'environ 40% au Maghreb, contre une augmentation d'environ 2°C de la température de surface moyenne au niveau mondial ; ce qui est fort probable d'ici la moitié du 21^{ème} siècle (Warren, 2006). Ceci pourrait avoir un impact sévère sur les pâturages et la sécurité alimentaire, en particulier dans le secteur pastoral. Ce scénario est logique par rapport à l'observation générale selon laquelle la zone climatique du Sahara pourrait se déplacer vers le nord, avec une augmentation pluviométrique le long de la bordure sud du Sahara et une aridité accrue dans la région méditerranéenne (Liu et al., 2002 ; Giorgi, 2006).

Une autre région où le pastoralisme est susceptible d'être affecté négativement est l'Afrique australe. Des études récentes estiment qu'avec une augmentation de plus de 2°C des températures moyennes mondiales, les systèmes de végétations pourraient s'effondrer, produisant une re-mobilisation des champs de dunes qui sont actuellement stables (e.g. dans

le Kalahari) (Thomas et al., 2005). Un tel processus poserait de sérieux problèmes à des pays comme le Botswana, qui dépendent énormément de l'élevage de bovins. La chute de la pluviométrie dans d'autres régions semi-aride pourrait également avoir des impacts négatifs sur le pastoralisme, en particulier là où les pasteurs connaissent des restrictions dans leur mobilité et leurs choix par rapport à leurs moyens d'existence.

Néanmoins, là où les conditions climatiques deviennent plus variables sans conduire à un effondrement du pâturage, les moyens d'existence des pasteurs peuvent potentiellement soutenir les populations face au changement climatique. Le pastoralisme peut aussi offrir un moyen d'existence alternatif viable là où le changement climatique et les autres types de pression sur les écosystèmes conduisent à une transformation de la forêt en savane. De telles transitions sont prévues dans certaines zones forestières, comme par exemple en Amazonie où selon les études de modélisation une augmentation de 2-3°C de la température moyenne mondiale conduira à une perte généralisée des forêts denses (et peut-être à l'effondrement total de l'écosystème de l'Amazonie tel que établi actuellement), ou encore en Chine où les forêts boréales courent le risque de s'effondrer (Warren, 2006).

Des tendances de séchage ont également été observées dans le nord du bassin du Congo, et pourraient se poursuivre, conduisant ainsi à une transition vers la savane dans cette région (Warren, 2006). Les environnements de savane émergents peuvent créer des conditions favorables à l'expansion du pastoralisme et à la sécurisation des moyens d'existence ainsi que des ressources alimentaires là où le changement climatique est associé à des changements dramatiques au niveau des paysages et des écosystèmes. Les périodes de transition liées à ce type de changements sont susceptibles d'être associées à la variabilité climatique considérable à mesure que les systèmes couplés terre-atmosphère essaient d'évoluer vers de nouveaux états de quasi équilibre. La pression anthropogénique continue du système climatique, combiné au déclenchement possible des mécanismes mondiaux de feedback climatique, pourrait conduire à une variabilité climatique de courts et longs termes pendant des décennies ou siècles à venir. Dans cet environnement climatique encore plus dynamique, la flexibilité et la mobilité qu'offre le pastoralisme pourrait de plus en plus servir de moyens pour créer de la sécurité là où d'autres modèles plus sédentaires ont échoué.

Bibliographie

Alley, R. B. 2003. Palaeoclimatic insights into future climate challenges, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series A - Mathematical, Physical and Engineering Sciences* 361, 1831-1848.

Alley, R. B., Marotzke, J., Nordhaus, W. D., Overpeck, J. T., Peteet, D. M., Pielke Jr., R. A., Pierrehumbert, R. T. Rhines, P. B., Stocker, T. F. , Talley, L. D. and Wallace, J. M. 2003. Abrupt Climate Change, *Science* 299, 2005-2010.

Bond, G., Showers, W., Cheseby, M., Lotti, R., Almasi, P., deMenocal, P., Priore, P., Cullen, H., Hajdas, I. and Bonani, G. 1997. A pervasive millennial-scale cycle in North Atlantic Holocene and glacial cycles, *Science* 278, 1257-1266.

Brooks, N. 2006. Cultural responses to aridity in the Middle Holocene and increased social complexity. *Quaternary International* 151, 29-49.

Brooks, N. 2004. Drought in the African Sahel: Long-term perspectives and future prospects. Tyndall Centre Working Paper No. 61. Available from www.tyndall.ac.uk.

Brooks, N., Di Lernia, S., Drake, N. Chiapello, I., Legrand, M., Moulin, C. and Prospero, J. 2005. The environment-society nexus in the Sahara from prehistoric times to the present day. *The Journal of North African Studies* 304, 253-292.

Charney, J., Stone, P. H. and Quirk, W. J. 1975. Drought in the Sahara: a biogeophysical feedback mechanism, *Science* 187, 434-435.

Charney, J., Quirk, W. J., Chow, S. H. and Kornfield, J. 1977. A comparative study of the effects of albedo change on drought in semi-arid regions, *Journal of the Atmospheric Sciences* 34(9), 1366-1386.

Claussen M , Brovkin V, Ganopolski A, et al. 2003. Climate change in northern Africa: The past is not the future. *Climatic Change* 57 (1-2), 99-118.

- Di Lernia, S. 2006. Building monuments, creating identity: Cattle cult as a social response to rapid environmental changes in the Holocene Sahara. *Quaternary International* 151, 50-62.
- di Lernia, S., Palombini, A., 2002. Desertification, sustainability, and archaeology: indications from the past for an African future. *Origini* XXIV, 303–334.
- Fairhead, J. and Leach, M. 1996a. *Misreading the African Landscape*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Fairhead, J. and Leach, M. 1996b. Rethinking the forest-savanna mosaic. In Leach, M and Mearns, R. (Eds.) *The Lie of the Land*, 105-121. International African Institute and James Curry Ltd, Heineman, Portsmouth, New Hampshire.
- Giannini, A., Saravanan, R. and Chang, P. 2003. Oceanic forcing of Sahel Rainfall on interannual to interdecadal timescales, *Science* 302, 1027-1030.
- Giorgi, F. 2006. Climate change hotspots. *Geophysical Research Letters*, 33, L08707, doi:10.1029/2006GL025734.
- Glantz, M. 1996. Drought follows the Plough: Cultivating marginal areas. In Ribot et al. (eds), *Climate Variability, Climate Change and Social Vulnerability in the Semi-arid Tropics*, Cambridge University Press, pp 125-128.
- Glantz, M. (Ed.) 1976. *The Politics of Natural Disaster*. Praeger Publishers.
- Hassan, F.A., 2002. Palaeoclimate, food and cultural change in Africa: an overview. In: Hassan, F.A. (Ed.), *Droughts, Food and Culture*.
- Hulme, M., Doherty, R., Ngara, T., New, M. and Lister, D. 2001. African climate change: 1900-2100. *Climate Research* 17, 145-168.
- Keita, K. 1998. *Conflict and Conflict Resolution in the Sahel: The Tuareg Insurgency in Mali*. Strategic Studies Institute Monograph. 46 pp. Downloaded on 13.10.2004 from <http://www.carlisle.army.mil/ssi/pubs/pubResult.cfm/hurl/PubID1/4200/>.
- Lamprey, H. F. 1975. Report on the desert encroachment reconnaissance in northern Sudan, 21 Oct. to 10 Nov. UNESCO/UNEP 16 pp.
- Holl, A.F.C., 1998. Livestock husbandry, pastoralism, and territoriality: the West African Record. *Journal of Anthropological Archaeology* 17, 143–165.
- Liu, P., Meehl, G. A. and Wu, G. X. 2002. Multi-model trends in the Sahara induced by increasing CO₂, *Geophysical Research Letters* 4, -1881.
- Marshall, F., Hildebrand, E., 2002. Cattle before crops: the beginnings of food production in Africa. *Journal of World Prehistory* 16, 99–143.
- Maynard, K., Royer, J. F. and Chauvin, F. 2002. Impact of greenhouse warming on the West African summer monsoon, *Climate Dynamics* 19, 499-514.
- Mitchell, J. F. B., Johns, T. C., Ingram, W. and Lowe, J. A. 2000. The effect of stabilising the atmospheric carbon dioxide concentrations on global and regional climate change. *Geophysical Research Letters* 27(18), 2977-2980.
- Mortimore, M. J. and Adams, W. M. 2001. Farmer adaptation, change and 'crisis' in the Sahel. *Global Environmental Change* 11, 49-57.
- Nicoll, K., 2004. Recent environmental change and prehistoric human activity in Egypt and Northern Sudan. *Quaternary Science Reviews* 23, 561–580.
- Szabo, B. J., Haynes, C. V. and Maxwell, T. A. 1995 Ages of Quaternary pluvial episodes determined by uranium-series and radiocarbon dating of lacustrine deposits of Eastern Sahara. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 113, pp. 227-242.
- Talbot, M. R. 1983. Late Pleistocene rainfall and dune building in the Sahel. In A. A. Balkema (Ed.), *Palaeoecology of Africa* 16, pp 203-213, Balkema, Rotterdam.
- Thébaud, B. and Batterby, S. 2001. Sahel pastoralists: opportunism, struggle, conflict and negotiation. A case study from eastern Niger. *Global Environmental Change* 11, 69-78.

Thomas, D. S. G., Knight, M. and Wiggs, G. F. S. 2005. Remobilization of southern African desert dune systems by twenty-first century global warming. *Nature* 435, 1218-1221.

Wang, G. L. and Eltahir, E. A. B. 2002. Impact of CO² concentration changes on the biosphere-atmosphere system of West Africa. *Global Change Biology* 8, 1169- 1182.

Warren, R. 2006. Impacts of global climate change at different annual mean global temperature increases. In Schellnhuber, H. J., Cramer, W., Nakicenovic, N., Wigley, T. and Yohe (Eds.) *Avoiding Dangerous Climate Change*. Cambridge University Press.