Introduction

Désertification ou reverdissement ?

Le Sahel a connu comme l'ensemble de l'Afrique de l'Ouest un très fort épisode de sécheresse durant les décennies 1970 et 1980. La phase de déficit pluviométrique s'est résorbée depuis la fin du 20ème siècle mais l'idée d'un déficit persiste dans les esprits dans presque toute la région. Et cependant, nul exode massif, en dehors des famines liées aux terribles « pics » de sécheresse des débuts des années 1970 et 1980. Le Sahel est toujours là, et ses sociétés aussi !

Le débat sur désertification et reverdissement est nourri régulièrement de nouveaux travaux souhaitant prouver l'un ou l'autre ; les grands programmes scientifiques récents ont rassemblé de grandes quantités de références bibliographiques et en ont produit eux-mêmes beaucoup de nouvelles (*cf.* par exemple l'abondante biblio, synthèse dans les livrables des programmes ANR ECLIS et ESCAPE et dans le livre de synthèse paru en 2015 suite à ce dernier programme, Sultan *et al.*, 2015).

En gros, la plupart des travaux montrent à l'échelle régionale un reverdissement depuis le début de l'utilisation des images satellitaires : SPOT en 1986 et Landsat en 1972 (et plus encore après 1982, Landsat TM) ; donc en comparaison avec une période sèche. C'est rassurant, la hausse de la pluviométrie a fait repartir la couverture végétale, avec des nuances régionales (Dardel 2014 : diminution de la biomasse dans le Fakara au Niger, augmentation au Gourma du Mali).

Les éléments de comparaison avec la période d'avant la sécheresse sont en moindre quantité et difficiles à régionaliser : les photos aériennes, de très bonne qualité depuis longtemps (1950) couvrent de petites zones, et leur interprétation est longue. Les images Corona (*idem*) sont très utiles et apportent en général une vision autrement plus négative de l'évolution de la végétation ; en effet, elles datent de la fin de la période « humide » 1950-1968, donc doivent probablement être considérées comme une vue « optimiste » de la situation pré-sécheresse.

Il faut donc concilier :

- une iconographie mal synchronisée avec l'histoire climatique : peu d'images satellites de grande couverture et de bonne résolution avant la sécheresse (vrai début toutefois en 1972 avec les MSS de Landsat, mais la sécheresse venait juste de commencer, et cette année 1972 est justement une année sèche) ;

- une grande variabilité spatiale avec des contextes géologiques et humains très divers ;
- une augmentation des débits (preuve de dégradation de la couverture végétale ?) dans tous les bassins sahéliens équipés (mais ils sont en petit nombre !) ;
- une variabilité dans la réponse des écosystèmes aux épisodes secs et aux variations des activités humaines.

Sans conteste, les milieux, et plus encore, les sociétés, ont fait preuve d'une très grande résilience depuis le début des années sèches.

Il est de plus difficile, même pour une même personne, de comparer un même paysage à 30 ou 40 ans d'intervalle, aux acteurs locaux de se souvenir de « comment c'était, avant » (avant la sécheresse). Les photographies sont un bon indicateur, à condition de pouvoir retrouver exactement où ont été prises les photographies « d'avant la sécheresse ».

Par ailleurs, on peut aussi partir d'un constat : le « paradoxe » hydrologique du Sahel, l'augmentation des débits des cours d'eau purement sahéliens depuis le début de la sécheresse. Or, les bassins équipés sont rares, et concernent peut être (par hasard ?) justement les zones où la végétation aurait continué à se dégrader après le pic de sécheresse. On remarquera par exemple que les bassins des affluents de rive droite du fleuve Niger en aval de sa boucle proviennent de l'est du Liptako Gourma, et que cette région apparaît comme une de celles où la végétation serait en retrait suivant les cartes fournies par Prince *et al.* (1998) et par Fensholt et Rasmussen (2011), deux groupes d'auteurs tenants du reverdissement.

Si on se réfère aux années 1982 à 1986 comme point de comparaison, comme ces deux études le font, c'est peut être de plus une époque mal choisie (mais les recherches sont bien sûr tributaires de la disponibilité des scènes satellitaires) ; c'est probablement la période où la végétation était la plus « rabougrie » par la sécheresse (les années les plus sèches sont 1982 à 1984). Donc si l'on compare avec une scène satellitaire plus récente, on obtient de nombreux pixels pour lesquels la biomasse sera supérieure ensuite, quelle que soit l'année.

On a pu remarquer toutefois, depuis, dans certaines régions, que l'émigration a pu produire une évolution paradoxale : certaines régions du Sénégal oriental, tel le Boundou (situé entre Tambacounda et les frontières mauritanienne et malienne) et les secteurs situés dans l'arrière pays du fleuve Sénégal et de la Falémé, côté sénégalais, ont connu une très forte émigration (en particulier vers l'Europe). Une grande partie de la main d'œuvre masculine est partie, et il s'est produit un reverdissement local en partie lié au recul de l'agriculture dû au manque de main d'œuvre : certains villages ont connu un faux développement basé sur les investissements permis par l'argent des émigrés. On a vu les ligneux repartir et re-coloniser les savanes et steppes qui avaient été déboisées par le défrichement (ouverture des champs et récolte du bois domestique) et par la sécheresse (surmortalité des ligneux due à la succession d'années déficitaires en pluies).

Nous ne chercherons pas ici à trancher dans le débat sur désertification ou reverdissement, tant il est clair que débat il n'y a pas, il y a des zones où le reverdissement est

réel (majoritaires ?) d'autres où la végétation serait encore en recul malgré la croissance de la pluviométrie, d'autres où ont pu alterner périodes de croissance et de recul de la couverture végétale. Bref, cela dépend des secteurs, et des périodes ; oui, il y a des secteurs qui reverdissent, d'autres qui continuent à s'éclaircir, d'autres ont peu évolué. On peut d'entrée, juste poser quelques éléments de précision :

- L'accroissement des débits des cours d'eau sahéliens peut être attribué à l'encroûtement des sols, processus de mieux en mieux connu et pas directement lié à un déclin de la végétation, même si les deux processus sont en grande partie concomitants ou au moins simultanés ; donc point de désertification de fait, pas d'avancée du Sahara vers le sud, mais une dégradation assez généralisée des sols dans une grande partie des zones sahéliennes et nord soudaniennes, qui se traduit par une forte diminution de l'infiltrabilité des sols, et donc de l'infiltration, et par suite, de la capacité de rétention en eau des sols, tant à l'échelle de la parcelle, celle des terroirs, qu'à celle des bassins versants. Ce transfert de l'eau, perdue pour les sols, vers les cours d'eau, est à la base de l'accroissement observé des débits et des risques de crues dans les zones sahéliennes ; plutôt que de nier la désertification, on peut donc plutôt dire que celle-ci se manifeste bien encore, en de nombreux secteurs, et qu'elle est due en grande partie à l'encroûtement des sols.

- De nombreuses régions souffrent de cette dégradation des sols car il ne s'y est pas encore déclenché de processus d'intensification sociale, d'intensification écologique et d'intensification productive ; or ces processus se sont développés dans d'autres secteurs, montrant que cela est tout à fait envisageable dans l'ensemble du géoclimat, à partir d'un déclic social (démographique ?) ou d'une prise de conscience collective de la nécessité d'un passage d'un type d'exploitation extensif à un système intensif.

- Enfin, *last but not least*, dégradation ne signifie pas désertification et encore moins extension du Sahara vers le Sud ; on n'a pas assez de recul pour étudier une quelconque irréversibilité du processus de dégradation des espaces sahéliens, pour évoquer une désertification, si celle-ci signifie l'arrivée d'un nouveau type de milieu bien plus pauvre en biomasse que le précédent. Comme on l'a évoqué plus haut, les espaces sahéliens ont déjà par le passé fait preuve d'une grande résilience, que l'on observe encore de nos jours. Malgré une pression humaine très forte – la population continue à augmenter de 2 à 3,5 % en zone rurale (localement plus) –, la végétation semble progresser, même sans actions humaines de restauration des terroirs. On peut espérer dans ces conditions, que les plus dégradés des milieux, ceux qui ont du mal dans leur état actuel à récupérer du sol, de la matière organique, de l'humus et de la capacité à retenir les eaux de pluie, ceux qui se dégradent et perdent leur particules fines et leur reste de fertilité sous nos yeux à chaque grain qui passe, pourraient être restaurés moyennant des actions sur les terroirs comme on sait les mener d'après les savoirs locaux la plupart du temps ; des travaux qui doivent être demandés et conduits par les populations concernées pour avoir des chances d'être acceptés et menés de bout en bout.

Pour l'heure, malgré les nombreuses études montrant un « reverdissement » su Sahel, il semble y avoir de nombreux cas de poursuite de la dégradation des sols, des terroirs, des paysages. Cependant, il y a donc fort à parier qu'un processus d'intensification vertueuse, facilité par la poursuite de la croissance démographique, pourrait tout à la fois permettre d'accroître les rendements afin de conduire à l'autosuffisance ou du moins à la sécurité alimentaire et au dégagement de surplus destinés aux marchés urbains, et préserver les agrosystèmes. Ce processus conduit simultanément à la diversification de ces agrosystèmes, source de diversification des revenus pour les communautés rurales, et autorise à mener à bien la restauration des espaces les plus dégradés, qui pourraient, en quelques années ou décennies, redevenir pourvoyeurs de services écosystémiques (et puits de carbone !) en même temps que source de diversification tant écologique qu'économique.

Les ressources en eau sont suffisantes, en année « normale » et aussi tant que les déficits restent raisonnables, pour assurer la fixation d'une végétation à même de protéger les milieux, permettre des récoltes décentes et le maintien et la croissance des populations rurales, mais il faut pour cela que l'eau s'infiltre et bénéficie aux agrosystèmes au lieu de courir vite grossir les *koris* (nom des oueds en *haoussa*) et provoquer des crues et inondations dévastatrices en aval. L'infiltration de l'eau dans le sol est la condition du maintien d'une biomasse suffisante pour permettre à la population d'en vivre tout en l'entretenant, et pour permettre de résister à plusieurs années continues de déficit pluviométrique.

Toutefois, il reste à imaginer les formes de l'intensification écologique et économique indispensable à l'autosuffisance alimentaire et au dégagement de surplus de récoltes et de cultures de rente permettant à l'Afrique de l'Ouest de se développer par le moteur principal de ses activités socio-économiques, le moteur rural.

On sait le faire techniquement sur le terrain, et encore une fois, le plus souvent, en utilisant des techniques ancestrales et les archives des savoirs locaux.

Les réponses au point bloquant : « Pourquoi ne le fait on pas, puisque l'agrosystème se dégrade ? » sont le plus souvent à chercher du côté du foncier : « Pourquoi et comment restaurer un terrain dont le paysan n'est pas propriétaire ? » ou dans l'évolution démographique : « Comment restaurer des sols quand on doit encore étendre les cultures uniquement pour combler la demande croissante chaque année ? » Mais certains freins peuvent aussi être culturels, religieux, etc.

Peut être aussi que l'aide des pays du Nord est mal ciblée, voire « dé-responsabilisatrice » ?

Il s'agit sans aucun doute d'une série de questionnements scientifiques à faire avancer, de manière à pouvoir disséminer à grande échelle, celles des très différentes méthodes de reverdissement qui ont pu faire leur preuve, à Keita (Niger) ou à Téssékéré (Sénégal), ou encore et plutôt à Maradi (Niger), à Kaydara (Sénégal) ou à Guié (Burkina Faso), et qui sont adaptées à tel ou tel contexte, physique, démographique, communautaire et social, culturel, religieux, politique ou socio-économique. Le sud du bassin arachidier sénégalais, le plateau dogon, la pays mossi, la savane parc de Maradi, les agro-systèmes de Korhogo en Côte d'Ivoire, les tapades du Fouta Djalon, ne sont ils

pas des exemples de réussites relatives de l'intensification des activités rurales, des exemples « boserupiens » montrant que la population est un facteur de construction des paysages, de terroirs, des agrosystèmes, des territoires, avec leurs ressources et leurs terres…

Comment ne pas faire le lien entre ce qui s'est produit du XVII^{e} au XIX^{e} siècle dans les montagnes d'Europe du Sud, ce qui arrive depuis le début du XX^{e} siècle dans les montagnes d'Afrique du Nord, et la situation au Sahel : une crise démographique ? sociale ? En tout cas une dégradation de l'espace et des terroirs le plus souvent liée à une trop forte croissance démographique (les collègues des SHS n'aiment en général pas ce raccourci, technocratique) et qui se traduit par la disparition rapide de la biomasse, l'érosion des sols même dans les zones plates, l'encroûtement de ces sols, le ruissellement généralisé qui conduit aux crues exagérées en aval et aux inondations devenues très fréquentes dans les villes d'Afrique de l'Ouest ces toutes dernières années.

Et pourtant, les sociétés ouest africaines sont toujours là, plus dynamiques que jamais ; elles ont fait et font toujours preuve d'une résilience à peine croyable, elles que beaucoup d'observateurs (de chercheurs ?) avaient condamné il y a quelques décennies, à l'exode rural. La transition démographique est en route, les taux de croissance démographique annuels ont commencé à baisser ou vont le faire ces prochaines années dans les pays de l'intérieur qui ont abordé le plus tardivement cette « transition » (Tchad, Niger, Burkina Faso, Mali), et les communautés et leurs terroirs sont toujours là, certes parfois brinquebalants ou dégradés, mais ils sont là et ont démontré leur force et leur capacité à affronter l'avenir à travers l'une des pires crises qu'ait connu l'Afrique de l'Ouest au cours de son histoire.

Autant les villes d'Afrique de l'Ouest voient leurs arbres disparaître devant la spéculation immobilière (on construit bien sur les trottoirs à Dakar, donc pourquoi y laisser des arbres !), autant il est clair que le paysan sahélien, que le berger peul, que le bûcheron des hauteurs de Guinée, aucun, et personne en Afrique de l'Ouest, n'est content de voir s'ajouter, aux dégradations liées à la sécheresse, la surexploitation du manteau végétal, et personne ne se réjouit de voir la biomasse s'amenuiser (encore qu'on verra que cela est loin de faire consensus) ; parce qu'il faut donner à manger aux jeunes générations toujours plus nombreuses, personne ! ! ni l'éleveur et le gardien de troupeau, ni le charbonnier, ni le cultivateur de mil, n'est content de voir se rétrécir l'œkoumène et se contracter l'espace productif par habitant ! Clairement, quand on entend dire qu'« *il n'y a plus de brousse* », il faut se rappeler de la contraction de la forêt durant les siècles ayant précédé la révolution industrielle en Europe, se souvenir de la tragédie du Dust Bowl dans les années 1920 et 1930, et plutôt aussi accepter de constater que nos sociétés et nos terroirs d'Afrique de l'Ouest sont là, après, et pendant, la très forte évolution climatique, environnementale et sociale qu'a connu, que connaît cette région.

La pérennisation des terroirs ne se fera pas, comme en Europe du Sud, en mettant gentiment les paysans « *massacreurs des versants avec leurs biquettes et leurs haches destructrices* » (Surell, 1841) dehors, pour qu'ils aillent opportunément grossir la main d'œuvre urbaine afin d'en faire baisser le coût en pleine révolution industrielle. L'avenir de l'Afrique de l'Ouest est dans ses campagnes, aux sols souvent sableux et

pauvres et aux climats souvent rudes, et ce sont ces campagnes qui peuvent à la fois en assurer le décollage économique, la sécurité alimentaire, et cela tout en préservant et en pérennisant ce milieu parfois ingrat. Les sociétés sahélo-soudaniennes ont montré qu'elles savaient s'adapter à ces conditions, on peut parier qu'elles arriveront à prendre le tournant d'une « intensification » que l'on perçoit clairement poindre avec succès dans certaines régions (voir plus haut), et qui semble à la fois inéluctable et indispensable (Kosmovski *et al.*, 2015 ; Muller *et al.*, 2015 ; Audouin *et al.*, 2015 ; Hassane, 2015, *in* Sultan *et al.*, 2015).

⋆

Cette introduction fondée sur les thèmes de la désertification et du reverdissement en lien avec les processus hydrologiques donne le « *la* » de cet ouvrage qui met le sol et son couvert végétal, qu'il soit naturel ou cultivé, au cœur du cycle de l'eau, qu'il stocke et restitue au gré des conditions édaphiques, climatiques, sociétales, etc.

L'ouvrage est ensuite divisé en quatre grandes parties contenant onze chapitres.

La première partie de ce livre ambitionne de montrer ce qui est zonal et ce qui ne l'est pas dans la répartition géographique des principaux processus hydrologiques en Afrique de l'Ouest sahélo-soudanienne. Le chapitre 1 instaure la capacité de rétention en eau des sols comme élément explicatif central des processus ; les chapitres deux et trois décrivent ensuite les fonctionnements spécifiques des zones guinéennes et sud soudaniennes (chapitre 2), puis des zones sahéliennes et nord-soudaniennes (chapitre 3), respectivement.

La deuxième partie définit les principaux mécanismes du ruissellement, en s'interrogeant sur le rôle de l'Homme et de la mise en culture (chapitre 4) pour se recentrer sur le fait de base qui limite l'infiltration des eaux de pluie, à savoir l'encroûtement des sols (chapitre 5).

La troisième partie vise à comprendre pourquoi la « crise de ruissellement » qui avait produit le paradoxe hydrologique du Sahel durant la sécheresse, se poursuit et s'amplifie même avec le retour des pluies. Le chapitre 6 montre que ce dernier s'accompagne d'une forme d'intensification des pluies. Les deux autres principaux facteurs évoqués sont l'accroissement des bassins versants des cours d'eau (chapitre 7) et l'urbanisation qui accroît le ruissellement (chapitre 8).

La quatrième et dernière partie se veut plus prospective et propose, par l'analyse des changements climatiques perçus et observés en plus du reverdissement, ceux qui expliquent les menaces pesant sur les réserves d'eau douce, telles que les excès du ruissellement et l'invasion des zones littorales par les biseaux salés (chapitre 9). Le chapitre 10 explique pourquoi il est urgent d'établir ou de rétablir une bonne résilience des agrosystèmes en Afrique de l'Ouest du fait de probables futurs épisodes secs. Le chapitre 11, enfin, cherche à montrer que le reverdissement est probablement l'outil idéal pour limiter les effets des changements climatiques, en particulier le réchauffement, certain pour plusieurs décennies, et les sécheresses, parfois prédites par les modèles.

La conclusion tente de convaincre de manière positive de la forte capacité de résilience des sociétés et environnements ouest-africains, en bref des agro-éco-systèmes qui ont dans un passé récent relevé des défis énormes en matière d'adaptation aux contraintes liées aux changements climatiques.