

Gestion interdisciplinaire du problème d'ensablement des cuvettes en milieu sahélien nigérien

Interdisciplinary management of lowland silting up problem in a Sahelian environment (Niger)

TYCHON, B.¹ & AMBOUTA, K.J - M.²

Abstract: Niger faces the brunt of desertification in the Sahelian belt. Many national and international programs attempt to help the country fight against this serious environmental degradation. This article relies on an inter-university targeted program (ITP) funded by the Coopération Universitaire au Développement (CUD) called "Invasion of circular lowlands (cuvettes) of south-eastern Niger by aeolian deposits: processes, impacts and means of struggle" to demonstrate the interest of an inter / multidisciplinary approach in the research of a better solution to an environmental problem as comprehensive as that of desertification. The study is focused on a specific form of desertification, silting of the "cuvettes", areas of lowlands in the south-eastern Niger. Two examples illustrate the practical contribution of this type of approach. The article also shows the link between all the teams who have contributed to the results of the ITP and to the development of this special issue.

Key-words: silting, interdisciplinarity, University Cooperation for Development, desertification, Niger, Gouré.

Résumé: Le Niger subit de plein fouet la désertification dans sa bande sahélienne. De nombreux programmes nationaux et internationaux tentent d'aider le pays à lutter contre cette grave dégradation du milieu. Le présent article s'appuie sur un programme interuniversitaire ciblé (PIC) financé par la Coopération Universitaire au Développement (CUD) intitulé « Envahissement des cuvettes du sud-est nigérien par apports éoliens : processus, impacts et moyens de lutte » pour démontrer l'intérêt d'une démarche inter/pluridisciplinaire dans la recherche d'une meilleure solution à un problème environnemental aussi global que celui de la désertification. L'étude est concentrée sur une forme précise du phénomène de désertification qui est celui de l'ensablement des cuvettes, zones de bas-fonds dans le sud-est du Niger. Deux exemples permettent d'illustrer concrètement l'apport de ce type de démarche. L'article montre également le lien entre toutes les équipes qui ont contribué aux résultats du PIC et à l'élaboration de ce numéro spécial.

Mots-clés: ensablement, interdisciplinarité, Coopération Universitaire au Développement, désertification, Gouré.

PROBLÉMATIQUE

Le Niger, pays enclavé de l'Afrique de l'Ouest à cheval entre le désert du Sahara et le Sahel, est le quatrième pays le plus pauvre du monde (PNUD 2007) avec un indice de développement humain extrêmement bas. Le pays vit constamment dans un contexte économique et environnemental très précaire où l'insécurité alimentaire et la dégradation du milieu sont très élevées. Les conditions de vie y sont très pénibles : le climat aride et semi-aride ne permet des productions agricoles (animales et surtout végétales) que dans la bande sud du pays et les sols ont une pauvreté chimique telle qu'ils constituent la plupart du temps

¹.Université de Liège, Faculté des Sciences, Département des Sciences et Gestion de l'Environnement, Avenue de Longwy, 185, B-6700 Arlon (Belgique), Bernard.Tychon@ulg.ac.be

².Université Abdou Moumouni de Niamey, Faculté d'Agronomie, BP. 10 960, Niamey (Niger), ambouta.karimou@yahoo.f

l'élément limitant aux productions agricoles, cela malgré des précipitations faibles et réparties seulement sur 2 à 4 mois par an. En outre, ces terres agricoles sont soumises à une pression anthropique toujours plus forte en raison de la croissance démographique (+3.45%/an), une des plus élevée au monde.

Le Niger subit de plein fouet le processus de désertification définie par les Nations Unies comme « la dégradation des sols dans les zones arides, semi-arides et sèches sub humides par suite de divers facteurs, parmi lesquelles les variations climatiques et les activités humaines.» (UN 1994).

La désertification touche près d'un quart des terres du globe selon certaines sources (UNEP, 1984) qui ont toutefois été remises en question notamment en raison de méthodologies peu rigoureuses employées dans l'évaluation de l'ampleur du phénomène (TUCKER *et al.* 1991). Cette dégradation du milieu constitue un véritable fléau pour le Niger qui a décidé de le combattre par un important programme de lutte (Programme d'Action National de Lutte Contre la Désertification et de Gestion des Ressources Naturelles, 2000) mis en place avec des appuis internationaux.

La désertification peut prendre différentes formes (OZER 2006) et ses causes peuvent être multiples rendant dès lors sa gestion très délicate. Ainsi, la part de la désertification liée aux activités anthropiques n'est pas facilement discernable de celle liée à des phénomènes naturels (OZER & OZER, 2005). La désertification touche parfois des dizaines de milliers de km² ce qui rend sa gestion quasi impossible en particulier dans les pays pauvres. Qui plus est, ce processus est lent et prend parfois plusieurs générations avant de pouvoir être identifié, ce qui déresponsabilise les populations en activité qui n'arrivent pas à prendre correctement conscience du processus car il n'est pas suffisamment visible dans la durée de vie d'un homme. Il apparaît enfin aujourd'hui que le désormais reconnu changement climatique agit sur le processus d'avancée du désert (ZENG & YOON, 2009), ce qui complexifie encore le sujet car les responsables du changement climatique ne se sentent absolument pas responsables de la désertification à l'échelle planétaire.

Le problème de la désertification est typiquement un problème environnemental où un ensemble de causes d'origines différentes, de nature différentes et d'échelles différentes tant spatiales que temporelles vont avoir un impact qui sera à son tour très différent selon le contexte écologique, social et économique du territoire affecté par ces causes de dégradation. C'est probablement pour cette raison que les avancées visant à réduire l'ampleur de ce phénomène sont restées très modestes jusqu'à ce jour. Des solutions pour combattre la désertification doivent être en étroite corrélation avec la gestion des causes de la désertification sachant qu'il n'y a pas d'options faciles pour la combattre au vu de sa complexité. C'est pourquoi la recherche scientifique se doit d'être interdisciplinaire et complémentaire dans son approche (ANSAY *et al.* 2002 ; EYLETTERS et GABRIELS 2006).

Le programme interuniversitaire ciblé (PIC) qui nous concerne se concentre sur une problématique locale liée au processus de désertification qui est celui de l'ensablement de zones de bas-fonds appelées cuvettes qui constituent des zones agricoles de très haute valeur, productives toute l'année. Le projet intitulé « Envahissement des cuvettes du sud-est nigérien par apports éoliens : processus, impacts et moyens de lutte » (TYCHON *et al.* 2002) a démarré en 2003 et a duré 4 ans et demi. Il a affiché dès le départ son intention de mener une approche interdisciplinaire pour étudier la problématique du projet et nous présentons ici la méthode et certains résultats obtenus grâce à cette approche interdisciplinaire.

La pluridisciplinarité (ou multidisciplinarité), selon une conception de premier niveau, consiste à aborder un objet d'étude selon les différents points de vue de la juxtaposition de regards spécialisés. Il s'agit ainsi de faire coexister le travail de plusieurs disciplines à un même objet / sujet d'étude. L'objectif de la pluridisciplinarité est ainsi d'utiliser la complémentarité intrinsèque des disciplines pour la résolution d'un problème. L'interdisciplinarité est l'art de faire travailler ensemble des personnes issues de diverses disciplines scientifiques. L'intérêt est de parvenir à un but commun en confrontant des approches différentes d'un même problème (Wikipédia1, 2010). Ici en plus de communiquer entre elles et de juxtaposer des savoirs et compétences, les disciplines interagissent en se

modifiant les unes les autres, la limite des disciplines devenant alors très floue.

Le principal avantage de la pluri/interdisciplinarité est sa vision globale du problème étudié qui convient particulièrement aux problèmes environnementaux qui présentent systématiquement plusieurs facettes. Un géographe seul ne peut pas résoudre le problème de désertification du sud-est nigérien et remédier à l'ensablement des cuvettes car le processus englobe une multitude d'aspects que sa discipline ne peut pas maîtriser. Les facteurs socio-économiques, agricoles, hydrologiques, climatiques, géologiques doivent également être considérés. L'approche interdisciplinaire doit aller au-delà de la juxtaposition de disciplines en ce sens que les diverses disciplines doivent s'enrichir mutuellement. Ainsi le socio-économiste aura une vision bien plus pertinente des comportements des populations s'il sait tenir compte de la réalité biophysique de la zone dans laquelle il se trouve et les disciplines relevant des sciences exactes pourront conforter leurs explications d'un processus environnemental observé tel que celui de la dégradation des cuvettes oasiennes si elles parviennent à intégrer le contexte socio-économique. Ceci ne peut mener qu'à des propositions de solutions mieux adaptées au contexte des cuvettes. L'approche multidisciplinaire permet aussi de bénéficier de techniques différentes ayant leurs domaines de prédilection à des échelles différentes et qui vont s'enrichir mutuellement. Ainsi par exemple les renseignements à petite échelle de la télédétection vont pouvoir aider les interprétations de terrain réalisées sur quelques mètres carré en ce sens que certaines hypothèses quant à l'origine des apports éoliens, par exemple, vont déjà pouvoir être vérifiées et d'autres exclues avant même l'analyse fine de terrain.

Cependant même si l'inter/pluridisciplinarité permet de mieux appréhender un sujet dans sa « réalité globale », elle comporte le risque de l'approximation conceptuelle, de la confusion des concepts voire de l'illusion de l'embrassement de tous les savoirs (MORIN 1994). L'analyse peut en devenir trop superficielle et ne permettra pas de progresser dans la résolution de notre problème concret. Un autre danger qui guette les programmes interdisciplinaires provient de l'incapacité des disciplines à communiquer entre elles, rendant l'approche épuisante et complètement stérile. Le succès des approches pluridisciplinaires et interdisciplinaires dépend très fortement des échanges possibles entre disciplines. Ce dialogue entre disciplines est souvent ardu car il implique la compréhension du langage des autres disciplines mais il impose aussi parfois d'accepter des explications qui tout en exprimant le même processus, sont basées sur des concepts différents de ceux que l'on a l'habitude de manipuler. La pluralité de modes d'explication semble être un des fondements de la complexité (CORNU 2008). Le chercheur doit donc faire preuve d'humilité et reconnaître que son approche et ses explications peuvent être complétées par d'autres qu'il ne maîtrise pas.

La suite de l'article va s'attarder sur deux aspects concrets de l'ensablement qui concernent l'origine des apports éoliens et l'amélioration des techniques de fixation des dunes et il va montrer en quoi l'approche interdisciplinaire a enrichi et renforcé l'analyse réalisée. Les difficultés rencontrées seront également signalées.

MATERIEL ET METHODE

Zone d'étude

La zone d'étude est située au sud-est du Niger, dans la partie sud du Département de Gouré compris entre 9°20' et 12°00' de longitude est et 13°00' et 15°00' de latitude nord. Elle correspond à un vaste plateau sableux dont l'altitude varie de 300 à 400 mètres situé dans la région de Gouré à environ 1200 km à l'est de Niamey, capitale du Niger. (Carte 1) Ce plateau est constellé de petites dépressions assez profondes et plus ou moins circulaires - les cuvettes - et de bas-fonds allongés. En 1977, on a recensé 900 cuvettes dans l'arrondissement de Gouré dont les plus intéressantes sont exploitées par l'homme. Beaucoup de ces cuvettes sont aujourd'hui menacées d'ensablement pouvant conduire à l'abandon de ces terres et à l'exode

rural. Ces pertes en terres agricoles sont d'autant plus graves que leur productivité était élevée par comparaison avec les terres alentour.

Deux cuvettes ont fait l'objet d'un suivi intensif, celle de Tchago (Figure 1) située à 23 km au nord-ouest de Gouré et la cuvette de Woro (figure 2) à environ 10 km au sud-est de Gouré. Sur le plan climatique, cette région se caractérise par un climat de type sahélien *sensu stricto*, très chaud (températures mensuelles minimale et maximale entre 22 et 36°C (WMO, 2006) avec une pluviosité annuelle comprise entre 200 et 400 mm. Le climat s'y caractérise par une longue saison sèche (9 à 10 mois/an), suivie d'une saison des pluies aux précipitations courtes mais violentes et typiquement mal réparties dans le temps (OZER *et al.* 2005). Plus de détails sur les deux zones d'études se trouvent dans TIDJANI (2008) et LAMINO (2009).

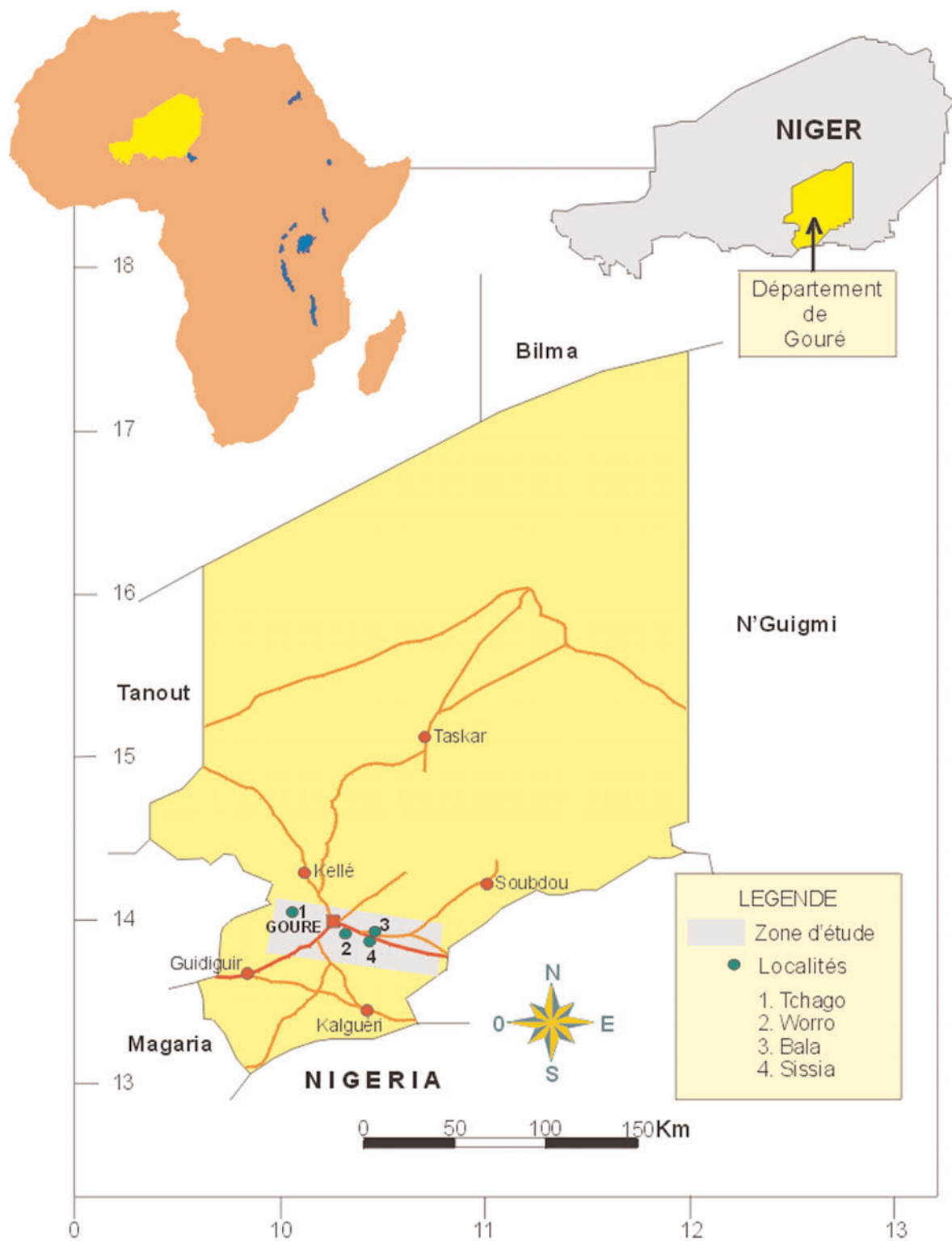
Composition de l'équipe interdisciplinaire

L'équipe rassemble les diverses compétences de partenaires belges et nigériens. L'équipe belge est composée de géographes et d'agronomes de l'Université de Liège, de la Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux et de l'Université Catholique de Louvain présentant une expertise dans les domaines du suivi de l'érosion éolienne et de son impact sur les milieux naturels et agricoles. Elle peut également faire valoir son expertise dans les techniques de lutte contre l'ensablement acquises à l'étranger, notamment au Maghreb. Les partenaires belges se connaissent bien et ont déjà réalisé des projets communs dans des domaines similaires au sujet traité. Ils sont tous impliqués dans des programmes d'enseignement en lien avec les processus de dégradation du milieu, que ce soit le Master complémentaire en Gestion des Risques Naturels ou le Master bioingénieur en sciences agronomiques options ressources en eau et sol. L'équipe nigérienne a rassemblé un ensemble de compétences reprises au sein de plusieurs Facultés de l'Université A. Moumouni de Niamey parmi lesquelles des agronomes pédologues, des botanistes, des géographes et des socio-économistes. L'expérience de terrain acquise par les partenaires nigériens et leurs contacts avec les différents organismes nationaux s'occupant d'environnement et de foresterie sont des atouts indéniables qui vont pouvoir être partagés.

Méthodologie de travail

Dans un premier temps, les forces en présence ont été envoyées sur le terrain de manière coordonnée pour répondre selon les disciplines de chacun, donc de façon juxtaposée, aux deux principales questions qui concernaient d'une part la compréhension du processus d'ensablement et d'autre part la mise en place de moyens de lutte durables contre l'ensablement par fixation de dunes.

En parallèle, une série d'essais de terrain communs à plusieurs disciplines ont été mis en place. Ces essais présentaient la particularité de servir d'expérimentation à plusieurs recherches doctorales combinées avec des travaux de fin d'études d'étudiants des différentes institutions ou facultés. Ces essais concernaient essentiellement la mise en place de palissades visant la fixation mécanique des dunes sur les deux sites de Woro et Tchago et la caractérisation des conditions météorologiques et écologiques des deux sites. A l'intérieur de ces palissades, une série d'expérimentations correspondant aux travaux respectifs des différents étudiants ont été réalisées. Le fait de travailler sur la même zone a bien sûr permis de faire des économies d'échelle. Les données météo, les relevés botaniques, les images satellites ont été centralisés et mis à la disposition de l'ensemble des partenaires. Cela a également permis un partage des tâches, beaucoup de mesures devant servir à plusieurs recherches et plusieurs disciplines. Ces travaux en commun ont certainement permis des échanges réguliers entre les personnes impliquées dans ces suivis communs qui allaient bien au-delà d'échanges de données. Il n'a malheureusement pas toujours été possible d'impliquer tout le partenariat dans des essais communs, certains se limitant à réaliser leurs travaux de manière indépendante mais dans la mesure où les travaux étaient coordonnés, ils devaient servir aux recherches réalisées pour d'autres.



Carte 1: Situation géographique et localisation de la zone d'étude
(source: base de données AGRHYMET)



Figure 1: Site de Tchago indiquant la position respective des cuvettes, des villages et de la zone de fixation de dune. Les coordonnées géographiques correspondent au coin inférieur droit de l'image(Google Earth)

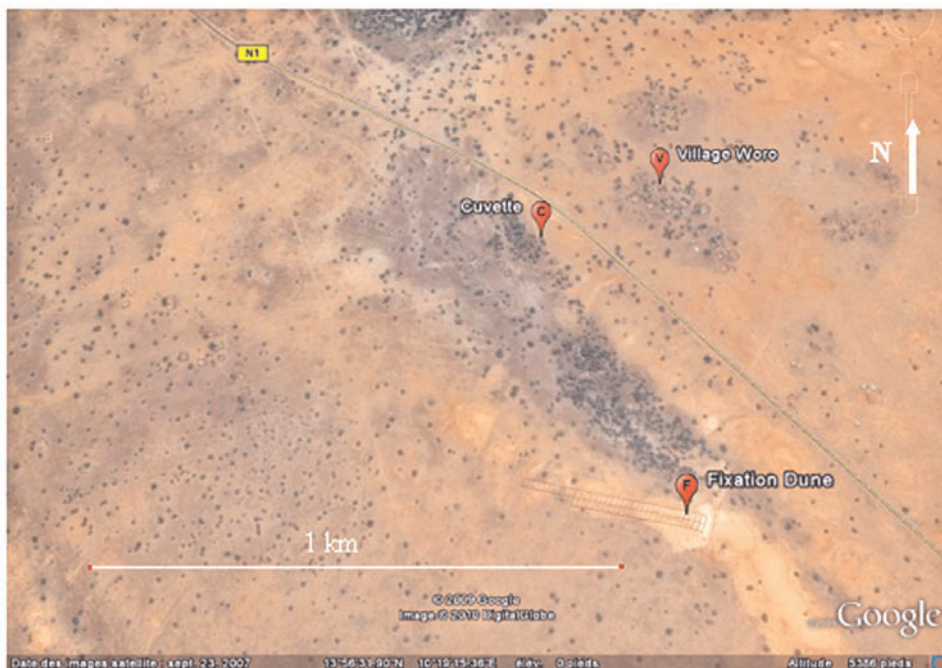


Figure 2 : Site de Worro avec l'emplacement précis des cuvettes, du village et de la zone de fixation de dune. Les coordonnées géographiques correspondent au coin inférieur droit de l'image (Google Earth)village et de la zone de fixation de dune. Les coordonnées géographiques correspondent au coin inférieur droit de l'image (Google Earth)

Il est fait l'hypothèse que lorsque plusieurs approches provenant de disciplines différentes convergent dans leurs conclusions, elles renforcent les résultats obtenus et par conséquent améliorent la démarche disciplinaire. En outre lorsque les disciplines se complètent en levant des hypothèses simplificatrices, par exemple, les résultats obtenus ont également plus de valeur. Un exemple de ces deux cas d'école justifiant l'interdisciplinarité est présenté ici.

RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

L'origine des apports éoliens constitue une question fondamentale au processus d'ensablement des zones à haute valeur socio-économique que sont les cuvettes. La réponse à cette question sur l'origine est capitale en ce qu'elle concerne toutes les perspectives d'implantation d'infrastructures (routes, barrages, habitats...) et de protection des ressources naturelles dans le sud. Certains (HERRMANN *et al.*, 1997) suggèrent qu'il existerait des zones sources de poussière en milieu saharien. En particulier la dépression de Bodelé qui s'avère être la première source de poussières minérales au monde (PROSPERO *et al.* 2002 ; WASHINGTON *et al.* 2003) et qui se situe au nord-est de Gouré pourrait participer de manière importante aux apports éoliens responsables de l'ensablement des cuvettes par les sédiments éoliens. Il s'agit ici de vérifier cette hypothèse. Trois approches utilisant des disciplines différentes ont tenté d'y répondre : la première fait appel à la télédétection, la seconde aux mesures de flux de sables en quelques zones ponctuelles et la troisième utilise la composition granulométrique des sables pour en déterminer l'origine.

L'approche utilisant la télédétection se base sur une analyse diachronique. TIDJANI, A. (2006) et BODART et OZER (2009) ont clairement indiqué une augmentation des zones de sol nu entre 1975 et 2003-2005 indiquant une dévégétalisation importante de la zone d'étude. En comparant une photo aérienne de 1996 avec une image SPOT de 2004, BODART et OZER (2009) notent dans la région de Soubdou, située à environ 50 km au sud-est de Gouré, un déplacement notable de petites barkhanes vers le sud-ouest, donc dans la direction de progression de l'Harmattan. Ces mouvements sont de l'ordre de 1 à 3 mètres par an. Ces observations concordent avec les résultats obtenus par la FAO (1994) dans le département de Zinder et Diffa (vitesse de 2 à 6 m/an). Ils notent également que, entre 1996 et 2004, « le changement majeur survenu dans le paysage est l'apparition de nombreux secteurs de sable vif. Beaucoup de ces secteurs s'alignent parfaitement sur les traces de pistes observées sur une photo de 1975. Dès lors, le passage fréquent pourrait avoir dégradé la couverture végétale, causant une perte de rugosité et la remise en mouvement du sable. Une grande partie de ces taches de sable vif prend l'aspect de petites barkhanes orientées face à l'Harmattan ». Un tel résultat signifie par conséquent que le sable des dunes qui provoquent l'ensablement des cuvettes et autres zones à forte valeur socio-économique provient du sable local qui a été remobilisé suite à une disparition de la végétation.

TIDJANI *et al.* (2009) utilisent une autre méthode pour déterminer l'origine des sédiments qu'ils ont mesurés dans le transport éolien sur une steppe pâturée en milieu dunaire du site de Tchago. Elle est basée sur des mesures micrométéorologiques de vent prises à différentes hauteurs au-dessus du sol et sur la caractérisation de la longueur de rugosité moyenne de la surface dans la zone tout autour des lieux de mesure des flux éoliens et des mesures micrométéorologiques. Ils modélisent ensuite ces flux par le modèle de LETTAU et LETTAU (1978) qui estime les flux de sédiments transportés par le vent en équilibre avec l'état de la surface. Ce modèle calcule les flux en fonction de la rugosité de surface locale. Il est utilisé sur une période de deux ans. Ils obtiennent des résultats très satisfaisants avec ce modèle, ce qui signifie par conséquent que c'est bien les caractéristiques de surface locales qui dirigent les flux éoliens et non pas une source de sable ou poussières situées dans une zone source éloignée. Ils montrent en outre que l'absence de végétation conduit à des transports éoliens beaucoup plus conséquents pour une vitesse de vent donnée, montrant par là le rôle fondamental du couvert végétal pour réduire la vitesse du vent à la

surface du sol et donc ses capacités de transport éolien.

Une troisième discipline vient confirmer les résultats obtenus par les deux autres disciplines. MAMANE SANI *et al.* (2009) dans leur étude comparée sur la composition granulométrique des sables du Sahara et de la zone d'étude montrent une proportion beaucoup plus importante de particules fines limoneuses et argileuses pour les sables sahéliens de la zone de Gouré que pour les sables sahariens. Considérant la direction des vents dominants nord-est de l'harmattan, il n'est pas possible d'expliquer ces éléments fins par un apport de la zone saharienne. Des zones sources de poussières existent cependant dans certaines parties du Sahara (anciennes cuvettes lacustres et les secteurs de roches fortement altérées et dénudées) mais c'est surtout de la zone sahélienne que ces particules fines vont provenir. « Ces hypothèses sont confirmées par les corrélations minéralogiques esquissées entre ergs (PFEIFFER, L. 1992), aussi bien que celles entre les ergs et le substratum géologique local (OUSSEINI, I. 1986) qui indiquent pour la zone plutôt une autochtonie des stocks de sables » (MAMANE SANI *et al.*, 2009).

L'origine des sables envahissant les cuvettes oasiennes serait par conséquent, dans la très grande majorité, une origine locale. C'est le sol en place dégradé autour des cuvettes qui va constituer la source principale de sables et sédiments qui vont envahir petit à petit les cuvettes. IBRAHIM (2005) donne plusieurs mécanismes d'envahissement des cuvettes par les sables, faisant appel à la force du vent, à la gravité parfois accentuée par les déplacements des habitants ou des troupeaux. Il n'est pas impossible que des particules de sédiments puissent provenir de zones plus éloignées, notamment en période de tempête de sable, mais leur importance est négligeable par rapport aux sables locaux. Dans la zone d'étude, les populations locales pourraient par conséquent réduire très fortement l'ensablement des cuvettes si elles maintenaient les terres situées à proximité des cuvettes, couvertes de végétation, morte ou vivante, toute l'année. Mais cela signifie pour elles une modification profonde des pratiques agricoles et d'élevage nécessitant une refonte du système de gestion de l'espace actuellement pratiqué.

Une seconde application justifiant une approche pluridisciplinaire est celle visant à améliorer les techniques de fixation de dunes, et surtout à rendre ces fixations plus durables. Nous proposons une méthode de lutte intégrée contre l'ensablement des cuvettes qui prend en compte l'ensemble des facteurs des milieux biophysique et humain.

L'efficacité des techniques de fixation de dunes bute également contre une série de difficultés parmi lesquelles celles liées au dimensionnement des systèmes de fixation mécanique chargé de réduire la force du vent et, par là, le transport éolien. Une autre difficulté très fréquemment rencontrée provient du choix des espèces ligneuses utilisées pour fixer les dunes de sable. Elles doivent être adaptées au contexte hydrique extrêmement difficile (OZER *et al.*, 2009) et elles doivent croître rapidement pour ne pas être ensevelies pendant les premiers mois qui suivent la plantation. LAMINO MANZO (2009) a étudié, dans le cadre de cette étude interdisciplinaire, les deux aspects de la fixation des dunes sur les deux sites d'étude (figures 1 et 2). Sept espèces ligneuses, dont cinq autochtones (*Acacia senegal*, *A. raddiana*, *A. nilotica*, *Bauhinia rufescens*, *Balanites aegyptiaca*), et deux allochtones (*Prosopis juliflora* et *P. chilensis*) ont été testées pour la fixation biologique de dunes sur les deux sites d'essais. Les espèces ont été plantées sur un cordon dunaire, préfixé mécaniquement, en vue de tester leur aptitude à la stabilisation des dunes. « Les résultats sur site ont montré que la meilleure combinaison en matière de fixation de dunes dans cette zone serait d'associer l'un ou l'autre des *Prosopis* (fort taux de survie et croissance rapide) avec *A. raddiana* et/ou *A. nilotica* (survie et croissance relativement appréciables et intérêt économique plus important) » (*in* LAMINO MANZO *et al.*, 2009). A noter que LAMINO *et al.* (2009) prennent en considération, le contexte local dans la proposition finale des espèces, allant ainsi bien au-delà de considérations purement techniques.

LAMINO MANZO (2009) et AMBOUTA *et al.* (2009) ont tenté ensuite d'améliorer la technique de fixation biologique des dunes en étudiant les mycorhizations des espèces plantées pour fixer les dunes. Ces travaux ont montré que l'ajout de champignons mycorhiziens à arbuscules exogènes ne se justifiait pas car ils n'apportent pas d'amélioration

significative dans le taux de survie, ni dans le taux de croissance des espèces retenues par rapport à la mycorhization naturelle présente sur les deux sites.

L'étude réalisée pendant la durée du PIC n'a cependant pas permis des avancées importantes dans les techniques de fixation mécanique, la méthode proposée étant celle préconisée par défaut dans la zone d'étude, à savoir l'installation de palissades entrecroisées orientées N-NE pour faire face au vent dominant : l'Harmattan. L'étude a néanmoins permis de vérifier l'excellente efficacité de la fixation mécanique notamment via une recolonisation de nombreuses espèces de graminées dont certaines pérennes dès la première année de fixation mécanique à l'intérieur du clayonnage.

L'aspect socio-économique fut également étudié. Dans ses deux études réalisées durant le projet financé par la Coopération Universitaire au Développement, ABDOU (2009 a) fait une analyse économique basée sur le rapport entre les coûts et les bénéfices d'une fixation de dunes autour de villages ou cuvettes. Il démontre que ces techniques sont largement bénéficiaires aux populations locales, que « les avantages économiques du traitement des dunes jouissent d'une supériorité écrasante par rapport aux coûts » ; cela pour trois cuvettes analysées dans la zone autour de Gouré. Cependant le niveau de précarité de la population est tel qu'elle ne souhaite/peut pas investir dans des moyens de lutte contre l'ensablement, l'ensemble de ses revenus étant consacré aux besoins prioritaires, essentiellement alimentaires. ABDOU (2009 a) indique que c'est seulement lorsque l'on aura réduit le niveau de pauvreté des populations des cuvettes que l'on pourra envisager une protection durable contre l'ensablement.

Dans sa seconde étude, ABDOU (2009 b) explique que l'échec de la fixation de dunes trouve aussi son origine dans la faible ou la non implication des populations locales dans la mise en place et dans l'entretien des systèmes de fixation. Ainsi, par exemple, à Tchago, la population aurait refusé d'entretenir une fixation de dune parce qu'elle n'était pas d'accord avec le choix de l'espèce ligneuse (*Prosopis chilensis*) proposée par les Services de l'Environnement du Niger. Si cette espèce a une croissance rapide et un excellent taux de survie, elle est par contre peu consommée par le bétail et déverse des épines qui gênent beaucoup les activités agricoles et pastorales des populations locales. La population locale la soupçonne également de baisser le niveau de la nappe.

La durabilité d'un système de fixation de dune ne sera possible que si la population locale se sent concernée par le problème. A l'heure actuelle, elle ne semble pas en mesure de le faire tant ses revenus sont limités. Il conviendrait de trouver pour la population locale de nouvelles sources de revenus notamment par l'augmentation des productions et une meilleure filière d'écoulement des productions agricoles (ABDOU, 2009 a).

L'étude interdisciplinaire aurait également du prendre en considération les aspects hydrologiques de la zone, notamment ceux en lien avec la disponibilité en eau dans les sols des dunes et la profondeur de la nappe car le résultat obtenu sur les deux sites peut ne pas être transposable sur tous les sites devant faire l'objet de fixation de dunes, notamment ceux qui se situent dans des contextes hydrologiques très différents.

La démarche intégrée et pluridisciplinaire proposée dans cette seconde application montre à quel point il est indispensable de considérer tant les aspects socio-économiques que les aspects biophysiques pour aboutir à une solution durable. Sans cette double approche, toute technique de fixation de dunes est fort probablement vouée à l'échec. L'approche gagnerait encore en efficacité si elle pouvait mieux tenir compte du contexte hydrologique.

CONCLUSIONS

L'exercice de la pluridisciplinarité ou encore plus de l'interdisciplinarité n'est pas aisé. Arriver à faire communiquer des chercheurs de disciplines différentes constitue une difficulté réelle qu'il ne faut pas sous-estimer. Les sujets traitant de problèmes environnementaux complexes sont très souvent le lieu où l'approche inter/pluridisciplinaire va être préférée à des approches disciplinaires car elle aborde le problème dans sa globalité, sous toutes ses facettes

et elle doit permettre en principe de se focaliser sur les principaux facteurs à l'origine du problème étudié, qu'il soit socio-économique ou biophysique. Dans les pays en voie de développement comme le Niger, il importe d'adopter cette démarche car elle permet d'orienter et planifier des recherches disciplinaires en les juxtaposant de manière coordonnée pour répondre aux questions de société fondamentales et prioritaires telles que celles de la désertification de son territoire. Le succès de la démarche pluridisciplinaire sera fortement dépendant de la capacité de coordination qui sera liée à la vision claire du gestionnaire (ou du comité de gestion) et à ses aptitudes à utiliser différentes disciplines. Ainsi, pour reprendre la seconde application ci-dessus, la démarche proposée pêche par l'absence de suivi hydrologique. Ceci constitue un défaut à la démarche inter/pluridisciplinaire qui trouve son origine dans la conception même du projet. Nous avons également montré que loin de rester générale, l'approche inter/pluridisciplinaire permet de résoudre des problèmes très précis et très souvent, de mieux les résoudre. Enfin, il nous apparaît important d'insister sur la qualité d'ouverture aux autres disciplines dont va devoir faire preuve, un responsable de projets environnementaux. Au-delà de ses compétences disciplinaires, le bon gestionnaire de l'environnement devra être capable de comprendre et de faire travailler selon une vue d'ensemble, toutes les disciplines requises pour répondre à ses questions environnementales. Très peu de formations proposent ce genre de profil même dans les pays développés.

BIBLIOGRAPHIE

- ABDOU, Y., 2009. Les justifications et les faisabilités économiques et sociale du traitement des dunes de sable dans le Département de Gouré au Niger : cas du village de Tchago. *Geo-Eco-Trop*, numéro spécial, 33 : *in press*
- ABDOU, Y., 2009. Opportunité et viabilité économiques des opérations de traitement des dunes de sable dans le département de Gouré au Niger : cas des villages de Balla, Sissia et Lafia. *Geo-Eco-Trop*, numéro special, 33: *in press*
- ANSAY M., GODEAU J-M., MALAISE F., OZER A. & YEPEZ del CASTILLO I., 2002. Méthodologie de l'interdisciplinaire : le cadre méthodologique interdisciplinaire, un outil d'analyse intégrée de la gestion des ressources naturelles par les acteurs locaux. Ed « Presses universitaires de Louvain ». 78 p.
- AMBOUTA, K. J-M., IBRAHIM, D. & BARA S., 2009. Statut mycorhizien de dix espèces ligneuses prélevées sur des dunes menaçant d'ensablement des cuvettes dans le département de Gouré (Niger). *Geo-Eco-Trop*, numéro spécial, 33 : *in press*
- BODART, C. & OZER, A., 2009. Apports de la télédétection dans l'étude de la remise en mouvement du sable dunaire de la région de Gouré (sud-est du Niger). *Geo-Eco-Trop*, numéro spécial, 33 : *in press*
- CORNU, J.M., 2008. Prospec Tic, nouvelles technologies, nouvelles pensées, FYP Editions, 333 p.
- EYLETTERS, M. & GABRIELS, D., 2006. La recherche scientifique sur la désertification. *Dimension 3, le journal de la Coopération belge*, 1: 12-13.
- FAO, 1994. Lutte contre l'ensablement des terres de cultures dans les départements de Zinder et de Diffa. Projet FAO NER/89/004, <http://www.fao.org/docrep/V3436F/V3436F00.htm>.
- HERRMANN, L., STAHR, K. & SPONHOLZ, B., 1997. Identifizierung trockenzeitlicher und regenzeitlicher Staubquellen im östlichen Westafrika. *Würz. Geogr. Arbeiten*, 92 : 189-211.
- IBRAHIM, S., 2005. Analyse des conditions de mobilisation éolienne autour des cuvettes du Mounio (Région de Zinder): étude de la dynamique d'ensablement des cuvettes et de l'impact des haies mortes sur les flux éoliens (sites de Tchago et de Woro). Mémoire de fin d'études, Université Abdou Moumouni de Niamey, 125 p.
- LAMINO, MANZO O., 2009. Fixation des dunes dans le sud-est du Niger : évaluation de l'efficacité de la barrière mécanique, espèces ligneuses adaptées et potentialités d'inoculation mycorhizienne. Thèse de doctorat, Université de Liège - Gembloux Agrobiotech, 142 p.
- LAMINO, MANZO O., CAMPANELLA, B. & PAUL, R., 2009. Sélection d'espèces ligneuses adaptées à la fixation biologique de dunes au Niger. *Geo-Eco-Trop*, numéro spécial, 33 : *in press*

- LAMINO, MANZO O., IBRAHIM, D., CAMPANELLA, B. & PAUL, R., 2009. Effets de l'inoculation mycorhizienne du substrat sur la croissance et la résistance au stress hydrique de cinq espèces fixatrices de dunes : *Acacia raddiana* Savi ; *Acacia nilotica* (L.) Willd. Ex Del. var. *adansonii* ; *Acacia senegal* (L.) Willd ; *Prosopis chilensis* Stunz. et *Bauhinia rufescens* Lam. *Geo-Eco-Trop.*, numéro special, 33: *in press*.
- LETTAU, K. & LETTAU, H. H., 1978. Experimental and micro-meteorological field studies of dune migration. In: H. H. Lettau & K. Lettau (eds). *Exploring the World's Driest Climate*. University of Wisconsin-Madison, Institute for Environmental studies, *IES report*, 101: 110-147.
- MAMANE SANI, I., OUSSEINI, I. & AMBOUTA, K.J.M., 2009, Analyse comparée et interprétation des caractéristiques granulométriques des systèmes dunaires sahéliens et sahariens de l'est du Niger. *Geo-Eco-Trop*, numéro spécial, 33 : *in press*
- MORIN, E., 1994. Sur l'interdisciplinarité. *Bulletin Interactif du Centre International de Recherches et Études transdisciplinaires*, n° 2, 1994.
- OZER A. & OZER P., 2005. Désertification au Sahel: Crise climatique ou anthropique ? *Bulletin des Séances de l'Académie royale des Sciences d'Outre - Mer*, 51: 395 - 423
- OZER, P., 2006. Conséquences de la désertification. *Dimension 3, le journal de la Coopération belge*, 1 : 7-1
- OZER, P., BODART, C. & TYCHON, B., 2005. Analyse climatique de la région de Gouré, Niger oriental: récentes modifications et impacts environnementaux - Climatic analysis of the Gouré area, eastern Niger: recent changes and environmental impacts., N°308, *CyberGéo, Revue Européenne de Géographie*, 24 p.
- OZER, P. HOUTONDJI, Y. C. & LAMINO MANZO O., 2009 Evolution des caractéristiques pluviométriques dans l'est du Niger de 1940 à 2007. *Geo Eco Trop.*, numéro spécial, 33: *in press*
- PNUD, 2007. Rapport Mondial sur le Développement Humain 2007/2008. La lutte contre le changement climatique : un impératif de solidarité humaine dans un monde divisé. Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD). Paris : Ed. *La découverte*.
- Programme d'Action National de Lutte Contre le Désertification et de Gestion des Ressources Naturelles, 2000. <http://www.unccd.int/actionprogrammes/africa/national/2000/niger-fre.pdf>
- PROSPERO, J.M., GINOUX, P., TORRES, O., NICHOLSON, S.E. & GILL, T.E., 2002. Environmental characterization of global sources of atmospheric soil dust identified with the NIMBUS 7 Total Ozone Mapping Spectrometer (TOMS) absorbing aerosol product, *Reviews in Geophysics*, 40, 1002, doi: 10.1029/2000RG000095.
- TIDJANI, A., 2006. Apports de la télédétection dans l'étude de la dynamique environnementale de la région de Tchago (nord-ouest de Gouré, Niger). Mémoire de DEA. Université de Liège, Département de Géographie., 88 p.
- TIDJANI, A.D., 2008. Erosion éolienne dans le Damagaram Est (sud-est du Niger) : paramétrisation, quantification et moyens de lutte. Thèse de doctorat, Université catholique de Louvain, Louvain-la-neuve. 169 p.
- TIDJANI, A.D., AMBOUTA K.J-M. & BIELDERS C.L., 2009. Réhabilitation d'une dune vive par fixation mécanique : flux éoliens, fertilité du sol et biodiversité des herbacées. *Geo-Eco-Trop.*, numéro special, 33 : *in press*
- TIDJANI, A.D., BIELDERS, C.L. & AMBOUTA, K.J-M., 2009. Dynamique saisonnière des paramètres déterminant l'érosion éolienne sur les pâturages dunaires du Niger oriental. *Geo-Eco-Trop.*, numéro special, 33 : *in press*
- TUCKER, C.J., DREGNE, H.E. & NEWCOMB, W.W., 1991. Expansion and contraction of the Sahara desert from 1980 to 1990. *Science*, 253: 299-301.
- TYCHON, B., BIELDERS, C., OZER, A., PAUL, R., OZER, P. & AMBOUTA, K., 2002. Document préparatoire du PIC Gouré-Niger: Envahissement des cuvettes par apport éoliens: processus, impacts et moyens de lutte, 23 p.
- UN (United Nations), 1994. UN Earth Summit. Convention on Desertification. UN Conference in Environment and Development, Rio de Janeiro, Brazil, June 3-14, 1992. DPI/SD/1576. United Nations, New York.
- UNEP, 1984. General Assessment of Progress in the Implementation of the Plan of Action to Combat Desertification, 1978-1984. GC-12/9. United Nations Environmental Programme.
- WASHINGTON, R., TODD, M., MIDDLETON, N.J. & GOUDIE, A.S., 2003, Dust-storm source areas determined by the Total Ozone Monitoring Spectrometer (TOMS) and surface observations, *Annals of the Association of American Geographers*, 93: 299-315.
- Wikipédia1, 2010. <http://fr.wikipedia.org/wiki/Interdisciplinarit%C3%A9>.
- WMO., 2006. World Weather Information Service. www.worldweather.org.

ZEN, N.& YONN, J., 2009. Expansion of the world's deserts due to vegetation albedo feedback under global warming. *Geophysical Research letters* 36: L17401