



HAL
open science

Le réseau Ampacs : "Analyse multi-échelle de la pression anthropique et du climat du Sahel".

Z. Garba, B. Ngounou Ngatcha, A. Durand, David Sebag

► To cite this version:

Z. Garba, B. Ngounou Ngatcha, A. Durand, David Sebag. Le réseau Ampacs : "Analyse multi-échelle de la pression anthropique et du climat du Sahel".. Pangea infos, 2010, 47-48, pp.5-12. insu-00948674

HAL Id: insu-00948674

<https://insu.hal.science/insu-00948674>

Submitted on 18 Feb 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



ISSN 0760-1751

PANGEA

N° 47/48 – Juin/Décembre 2010

CENTRE INTERNATIONAL POUR LA FORMATION ET LES ECHANGES EN GEOSCIENCES

INTERNATIONAL CENTER FOR TRAINING AND EXCHANGES IN THE GEOSCIENCES

Volume spécial :

Géosciences & Développement

IMPACTS DE L'HOMME ET DU CLIMAT SUR LES MILIEUX SAHELIENS

Editeurs scientifiques : Zibo GARBA, Benjamin NGOUNOU NGATCHA, David SEBAG, Alain DURAND

LE RESEAU AMPACS : "ANALYSE MULTI-ECHELLE DE LA PRESSION ANTHROPIQUE ET DU CLIMAT AU SAHEL".

Zibo GARBA¹, Benjamin NGOUNOU NGATCHA², Alain DURAND³, David SEBAG³

1- Université Abdou Moumouni, Département des Sciences de la Terre, BP 10662, Niamey, Niger

2- Université de Ngaoundéré, Département des Sciences de la Terre, BP 454 Ngaoundéré, Cameroun

3- Université de Rouen, Laboratoire M2C, UMR 6143 CNRS, 76821 Mont Saint Aignan cedex, France

L'impact de l'Homme et du Climat sur les environnements sahéliens

L'évolution climatique de notre planète constitue l'un des grands enjeux de la recherche du XXI^{ème} siècle. En Afrique de l'Ouest, le Changement Climatique s'est traduit par une augmentation du nombre et de l'intensité des sécheresses, entraînant des conséquences majeures pour les populations et les économies locales. En effet, les environnements sub-sahariens sont particulièrement sensibles aux changements climatiques qui se traduisent par l'installation d'un couvert végétal et pédologique (humidification) ou par une intensification de l'activité éolienne et une désertification (aridification).

Le Sahel, "rive" sud du Sahara, est ainsi une vaste zone de transition entre le désert et la savane soudanienne. Il s'agit d'une bande essentiellement sableuse qui s'est mise en place au cours des périodes arides du Plio-Quaternaire. A ce titre, son modelé est d'abord d'origine éolienne. Il en résulte des sols extrêmement pauvres en nutriments, la fertilité chimique étant pour l'essentiel stockée en surface et liée à la matière organique ; ces sols sont prompts à réagir aux décroissances du couvert végétal en étant de nouveau remobilisés par l'érosion éolienne. Ces sols sableux ont cependant

d'excellentes propriétés physiques permettant une bonne infiltration de l'eau de pluie, stockée dans l'épaisseur du profil et facilement accessible pour la végétation. La quasi-totalité de la production végétale naturelle et cultivée repose donc sur ces sols fragiles qui répondent très vite aux modifications de l'environnement. Parmi les conséquences de ce Changement Global, les plus médiatisées sont liées aux modifications du cycle global de l'eau qui provoquent, selon les zones, une augmentation des inondations ou une désertification accrue. En zone intertropicale les enjeux sociétaux sont d'importance puisque les récoltes pourraient diminuer de moitié d'ici 2020 dans certaines régions. Par ailleurs, le Sahel est une des régions du globe où les mécanismes qui gouvernent le climat sont les moins bien compris et donc les moins bien modélisés. En effet, les modèles climatiques globaux divergent très fortement sur le Sahel en raison d'un très fort couplage entre l'atmosphère et les surfaces continentales.

La compréhension des liens entre les environnements, les fluctuations climatiques et la pression anthropique est donc un enjeu majeur au plan des connaissances scientifiques et du développement de ces régions. Toutefois, ces recherches, qui s'appuient sur des technologies

innovantes, ne reposent que sur des mesures actuelles ; or, les modèles numériques et les prévisions de l'évolution future doivent être contraints et validés par des observations correspondant à la situation climatique envisagée. De nombreuses observations et mesures sont déjà exploitées pour modéliser les effets à court terme du changement global et de son impact à plus long terme sur les environnements. Certaines données constituent de véritables archives, principales sources d'information pour tester les prévisions climatiques et leurs conséquences sur notre cadre de vie. Seuls les chercheurs du pays sont en mesure de décrypter ces informations et de les mettre à la disposition des décideurs pour une meilleure prise en compte de ces impacts. Ces dernières années sont marquées par une intensification des recherches visant à prévoir les variations des flux hydriques et sédimentaires et des ressources en eau dans un contexte de changement climatique et de pression anthropique croissante. A une autre échelle, des programmes visent à modéliser la variabilité climatique afin de mieux appréhender les paramètres régissant la dynamique hydrique et l'ampleur des changements environnementaux à venir. A l'échelle internationale, de nombreuses actions s'inscrivent dans le cadre du programme AMMA, dont l'objectif est d'améliorer la compréhension de la Mousson Ouest Africaine et d'en étudier la variabilité de la journée à la décennie.

Un volet important de AMMA concerne l'étude des flux de poussières. Au Sahel, ces poussières terrigènes sont une composante majeure de l'atmosphère ce qui explique le développement des travaux qui leur sont dévolus. Les thématiques abordées et les actions engagées, dans le cadre du projet CORUS doivent contribuer à mesurer l'impact du climat et de la pression anthropique sur différents aspects de la dynamique éolienne : rôle de la déflation sur l'érosion des sols, contribution des flux sédimentaires éoliens à l'ensablement des aménagements et au comblement des plans d'eau, désertification croissante résultant de la transformation des paysages sahéliens sous l'effet combiné de l'aridification et d'une pression démographique croissante.

1. PROGRAMME CORUS2 : LE PROJET AMEDE

En Afrique subsaharienne, les flux terrigènes sont essentiellement connus à partir d'enregistrements sédimentaires marins, de mesures satellitaires à grande échelle ou de mesures *in situ* effectuées à

l'échelle de la parcelle. En revanche, peu d'études portent sur l'action de la dynamique éolienne à l'échelle des bassins versants. Or, notre équipe est impliquée dans des chantiers répartis dans les régions de Niamey et de Diffa au Niger et dans la région de Maroua au N-Cameroun. Au Niger, il s'agit, au SW, de mares pérennes soumises aux pluies de mousson et à la sécheresse (zone sahélo-soudanienne) et, au SE, d'un erg ancien en voie de remobilisation (zone sahélienne). Au Cameroun, il s'agit d'un oued de 120 km, allant des Monts Mandara jusqu'au Logone (zone soudanienne). Ces sites offrent la possibilité d'étudier des contextes géomorphologiques, climatiques et humains très contrastés.

1.1. OBJECTIFS DU PROJET AMEDE

Nous proposons de quantifier les flux sédimentaires, en particulier éoliens, pour étudier les effets combinés du climat et de la pression anthropique sur l'évolution des paysages à différents pas de temps (actuel, récent, ancien). Concrètement, le projet AMEDE (Analyse Multi-Echelle de la Dynamique Erosive au Sahel) doit fournir (i) des mesures précises des conséquences de la dynamique éolienne actuelle sur l'érosion des sols cultivés ; (ii) des informations qualitatives (observations) et quantitatives (mesures) de l'impact du Changement Global sur les flux sédimentaires, en particulier éoliens ; et (iii) un premier essai de synthèse régionale de l'impact de la pression anthropique sur les environnements sahéliens.

Sur le plan de l'impact climatique, les principaux résultats porteront sur les relations entre la variabilité climatique et les facteurs locaux contrôlant l'érosion et les flux sédimentaires, en particulier éoliens : types de végétation, propriétés des sols, régimes de précipitation et types de pluie, caractéristiques des vents, etc. En outre, ce projet offre l'occasion d'étudier les effets des changements climatiques qui ont marqué les derniers millénaires (Optimum Médiéval, Petit Age Glaciaire, Changement Global).

Sur le plan de l'impact anthropique, les résultats porteront sur l'identification de marqueurs spécifiques des activités humaines (pratiques agropastorales, exploitation des ressources, aménagements) et sur leur impact sur les écosystèmes. En outre, notre projet offre l'occasion d'étudier les conséquences des évolutions culturelles et techniques (agriculture, métallurgie, cultures d'exportation et explosion démographique).

Ce projet porte donc sur l'étude de la dynamique sédimentaire en zone sahélienne à différentes échelles de temps (actuel, récent, ancien). Il aborde les interactions de l'Homme avec son environnement physique. Il a pour ambition de fédérer les travaux de chercheurs répartis sur 3 pays (Niger, Cameroun, France), 5 villes (Niamey, Ngaoundéré, Rouen, Dijon, Besançon) et 6 équipes (Universités, CNRS, IRD) autour d'un réseau de compétence sur les relations entre les environnements sahéliens, l'Homme et le climat.

1.2. ORGANISATION DU PROJET AMEDE

Ce projet repose sur une démarche pluridisciplinaire originale intégrant des approches et des compétences relatives aux Sciences de la Terre et de l'Environnement et aux Sciences Humaines. Il porte sur l'étude de la dynamique sédimentaire, en particulier éolienne, en zone sahélienne et à différentes échelles de temps (actuel, récent, ancien) à travers 3 axes de recherche complémentaires et aborde deux thèmes centraux régissant les interactions de l'Homme avec son environnement physique : (1) le rôle de la pression anthropique sur la dégradation des environnements sahéliens et (2) les conséquences des changements climatiques sur les environnements semi-arides.

Le **premier axe** de recherche porte sur la dynamique éolienne actuelle et les transferts sédimentaires associés (aérosols terrigènes). Il vise à caractériser et à quantifier les flux de sédiments éoliens dans la zone sahélienne, en particulier dans les régions actuellement cultivées. Il est en effet démontré que, dans cette zone, seuls les sols cultivés subissent actuellement l'érosion éolienne. Cette érosion a des impacts considérables sur la fertilité des sols, mais peut aussi influencer à plus large échelle le climat. En effet, les aérosols terrigènes en suspension dans l'atmosphère absorbent et diffusent les rayonnements solaires et modifient en conséquence les températures. Il s'agira donc de hiérarchiser les facteurs contrôlant les émissions de poussières, ce qui servira à calibrer les modèles de prévisions de l'érosion éolienne.

Le **deuxième axe** de recherche porte sur les chroniques climatiques enregistrées depuis plus de 50 ans, voire près d'un siècle pour certaines stations. Outre les données concernant la pluie et la température, nous nous intéresserons plus particulièrement à celles concernant la dynamique éolienne (direction et vitesse du vent, visibilité horizontale, brume sèche, chasse-sable). Ces

données rendent compte tant de l'évolution du climat que de l'impact des différentes activités anthropiques. Une attention particulière sera portée à la réponse des bassins versants. En effet, le comblement progressif des plans d'eau a des conséquences considérables sur l'agriculture, l'élevage, la pêche, la navigation et la fourniture d'électricité. Il s'agira d'une analyse des transferts sédimentaires actuels en termes de flux et de bilan, qui servira de modèle aux reconstitutions paléoenvironnementales à partir des remplissages sédimentaires.

Le **troisième axe** de recherche porte sur les enregistrements sédimentaires des derniers millénaires (lacs et mares). Ce troisième volet du projet vise à déterminer l'impact du changement climatique et de la pression anthropique sur le comblement des lacs sahéliens. Des comparaisons pourront être faites entre l'évolution récente et diverses périodes de l'Holocène connues pour des changements climatiques importants et/ou des innovations technologiques majeures (métallurgie, néolithisation). Il s'agira d'une analyse paléoenvironnementale et archéologique qui doit aboutir à une synthèse de ces questions à l'échelle régionale. Cette approche archéologique devait initialement fournir un cadre chrono-culturel à partir d'une synthèse bibliographique et de l'étude de quelques nouveaux sites. Cependant, les premières missions de prospection ont permis la découverte près de Niamey, sur 25 km², de près de 5000 vestiges de bas-fourneaux à usage unique. Les animateurs du projet ont jugé que la richesse et la diversité de ces vestiges justifiait amplement une étude plus approfondie de leur typologie et de leur répartition spatiale. Cette thématique émergente fait l'objet d'un financement spécifique accordé par la Région Bourgogne.

La gestion administrative du projet est assurée par les responsables scientifiques des équipes : Pr GARBA pour l'équipe nigérienne ; Pr NGOUNOU NGATCHA pour l'équipe camerounaise ; Dr RAJOT pour l'équipe IRD et Pr DURAND pour les équipes universitaires françaises. La mutualisation et la coordination des différentes actions sont assurées par un coordinateur scientifique (Dr SEBAG).

L'animation scientifique est structurée autour de tâches élémentaires et assurée par des binômes Nord/Sud : RAJOT et GARBA pour la dynamique éolienne et l'érosion des sols ; DURAND et NGOUNOU NGATCHA pour le cadre structural

et la variabilité climatique ; LAIGNEL et NGOUNOU NGATCHA pour la géomorphologie et les flux hydro-sédimentaires ; SEBAG et GARBA pour la dynamique sédimentaire et les paléoenvironnements ; PETIT et IDE pour l'archéologie et les datations.

1.3. MÉTHODOLOGIE

La démarche adoptée s'articule autour de plusieurs approches successives et complémentaires.

(1) L'*analyse géomorphologique* des bassins versants vise à caractériser les différents compartiments des géosystèmes étudiés. Réalisée à

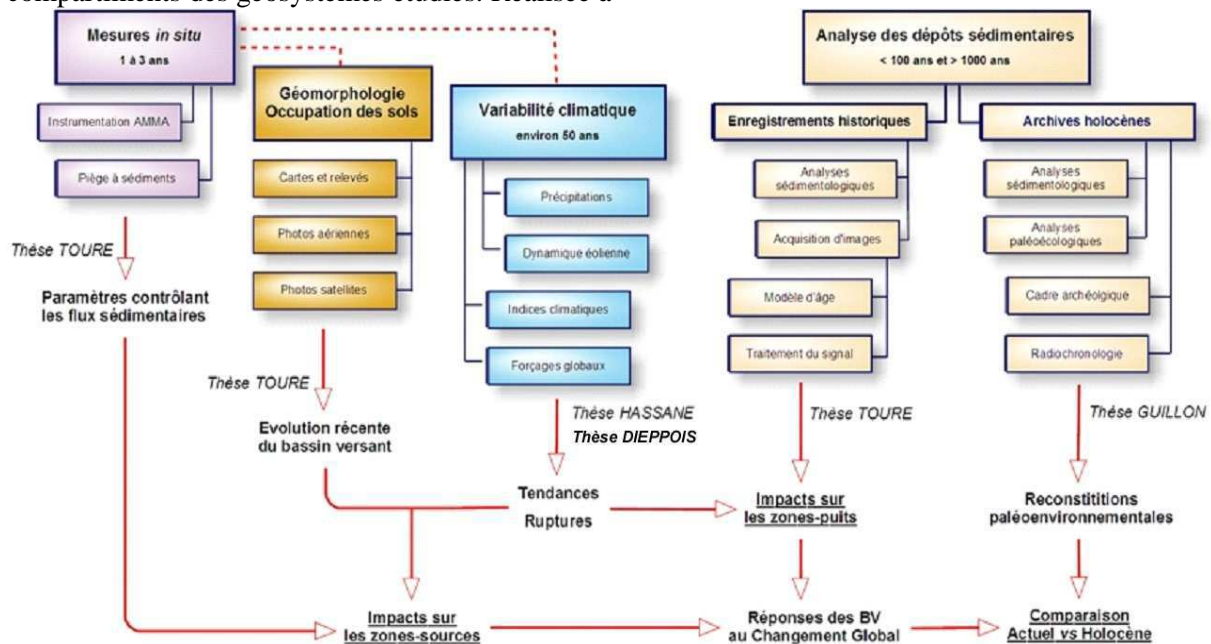


Figure 1 : Organigramme présentant la structuration du projet, les principaux résultats attendus et les doctorants concernés.

pastorales (taux de recouvrement des résidus de culture, ...) et sur les flux sédimentaires (érosion des sols, aérosols terrigènes, transport solide par les eaux de surface, taux de sédimentation).

(3) Les *missions de terrain* consistent à échantillonner les compartiments fonctionnels. Les réservoirs primaires (sources) sont représentés par le couvert végétal, les sols, les formations superficielles et le substratum géologique. Les compartiments de transit (flux) sont représentés par des colluvions récentes (cônes détritiques) et des sédiments actuels (MES, charge de fond). Les zones de sédimentation (puits) sont représentées par des sédiments récents (< 100 ans) et des séquences plus anciennes prélevées par carottage.

(4) Les *techniques de laboratoire* visent à déterminer la composition des prélèvements, à définir des marqueurs caractéristiques et à calculer

des bilans à différentes échelles de temps. Pour la fraction minérale, la granulométrie est étudiée par tamisage (>2mm) et microgranulométrie laser (sables, silts, argiles) ; la composition minéralogique par diffraction RX (poudres, argiles) ; la composition chimique par spectroscopie d'absorption. La composition de la fraction organique est appréciée par observation microscopique (qualitatif), puis étudiée plus finement par analyses géochimiques, élémentaires, isotopiques et moléculaires. Elle est complétée par des observations MEB couplées à des analyses EDX.

(2) Les *mesures in situ* reposent sur l'instrumentation de sites-pilotes dans le cadre d'autres projets (AMMA au Niger, RIPIECSA au Cameroun). Le suivi porte sur la variabilité haute-fréquence des paramètres météorologiques (direction et vitesse des vents, précipitation, etc.), sur la nature et la fréquence des pratiques agro-

(5) L'*analyse des variables explicatives* est menée par des méthodes de traitement du signal pour les chroniques hydroclimatiques ; par cartographie SIG pour les informations relatives à la géologie, à l'occupation des sols et aux activités humaines. Ces résultats sont ensuite comparés aux mesures *in*

situ et aux enregistrements sédimentaires pour établir les relations entre impact climatique, pression anthropique et flux sédimentaires. L'analyse de la dynamique actuelle doit permettre de préciser les paramètres locaux qui conditionnent les réponses du bassin versant à court terme. La comparaison des chroniques météorologiques, des documents cartographiques et des enregistrements sédimentaires récents doit permettre d'étudier les tendances régionales qui s'expriment à moyen terme. Enfin, l'analyse des archives plus anciennes doit permettre d'établir les modifications liées aux changements environnementaux passés.

1.4. BILAN DE LA PREMIÈRE ANNÉE

La première phase du projet a débuté par un état des lieux qui a donné lieu à des rencontres à Niamey (2 ateliers de travail en juin et juillet 2007) avec des acteurs impliqués dans les thématiques abordées. Une première réunion de synthèse des responsables thématiques a ensuite été organisée à Dijon (décembre 2007) pour fixer les orientations générales et les priorités pour l'année en cours. Au cours de l'année 2008, 2 réunions de travail ont eu

lieu à Rouen avec les responsables, camerounais (janvier 2008) puis nigérien (août 2008), afin de finaliser la programmation pour chacun des chantiers. Une seconde réunion de synthèse des responsables thématiques a ensuite été organisée à Besançon (septembre 2008) pour faire le point sur les missions de terrain 2008 et l'avancement du projet. Comme convenu dans le dossier initial, chaque mission de terrain et chaque réunion de travail a donné lieu à la rédaction d'un compte-rendu succinct ou détaillé qui a été diffusé auprès des membres du projet. Dans le cadre du suivi des projets de coopération, une mission d'appui (expert IRD/MAE : S. FOGEL) a donné lieu à l'organisation à Niamey (octobre 2008) d'une présentation des actions en cours et des résultats préliminaires. Enfin, concluant cette première phase du projet, un séminaire à mi-parcours a été organisé à Niamey (juin 2009) donnant lieu à une évaluation par le Comité CORUS (expert : Dr.

M.A. MELIERES, Université de Grenoble). Ce séminaire comprenait 9 communications orales de doctorants impliqués dans le projet et 2 communications de doctorants extérieurs ; une réunion de travail autour des développements attendus ; une conférence sur les impacts du Changement Global et une visite des sites-pilotes instrumentés et des sites archéologiques.

2. MUTUALISATION DES PROJETS : LE RESEAU AMPACS

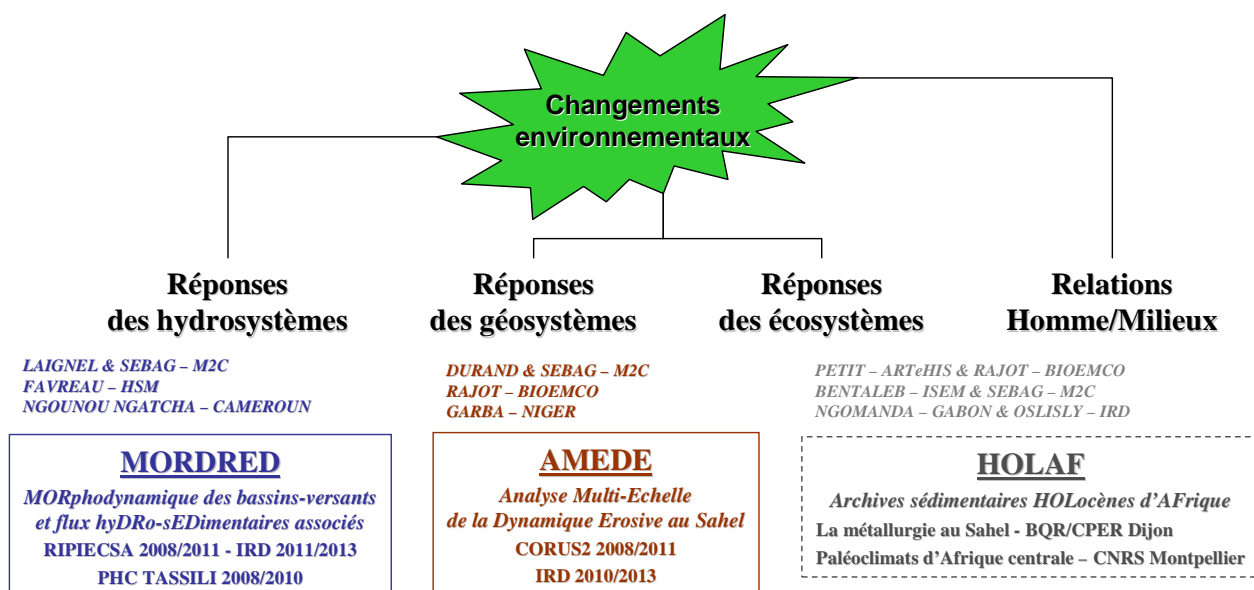
L'animation scientifique du projet AMEDE nous a conduit à poser de nouvelles questions scientifiques et à tisser des liens plus étroits avec des équipes traitant de thématiques proches et implantées dans les régions étudiées. Ainsi, nous nous sommes progressivement impliqués dans une dynamique de coopérations croisées avec des équipes extérieures au projet initial et portant sur l'analyse des changements environnementaux en Afrique de l'Ouest et en Afrique Centrale à travers d'autres marqueurs que les seuls flux sédimentaires détritiques. Cette démarche collaborative s'appuie sur la mutualisation des chantiers et des moyens logistiques et conduit à dresser les contours d'un réseau de compétence sur les différents aspects des changements environnementaux. Ainsi, bien que la thématique générale soit la même, chaque volet repose sur une problématique, un projet et un financement spécifiques :

Dynamique des géosystèmes : morphogénèse et flux sédimentaires (projet CORUS, Université de Niamey) ;

Dynamique des hydrosystèmes : flux hydrologiques et ressource en eau (projet RIPIECSA, Université de Ngaoundéré) ;

Dynamique des écosystèmes : marqueurs organiques de l'érosion des sols (projet EC2CO, Université de Rouen) ;

Relations Homme/Milieu : anthropisation et changements culturels (projets CPER/BQR, Université de Bourgogne).



L’un des atouts de notre projet repose sur l’implication d’unités de recherche adossées à des structures d’enseignement (Master, DEA, Ecoles doctorales) spécialisées dans le domaine des Sciences de l’Environnement. Les offres de formation proposées, variées et complémentaires, couvrent ainsi tous les champs disciplinaires touchés par nos activités scientifiques :

DEA "*Milieus et Sociétés des Espaces Arides et Semi-arides, option Aménagement et gestion des ressources naturelles*" au Département de Géographie de l’Université de Niamey ;

Master "*Gestion des ressources en eau, des sols et de l’environnement*" (GRESE) au Département des Sciences de la Terre et Cycle de Doctorat GRESE de l’Université de Ngaoundéré ;

Master "*Environnement, Sols, Eaux, Biodiversité*" (ESEB) à l’Institut de Recherche et d’Enseignement en Sciences de l’Environnement (IRESE ; Géologie/Biologie) et ED "*Biologie Intégrative, Santé, Environnement*" de l’Université de Rouen ;

Master "*Archéosciences & Géo-environnement*" (AGE) de l’UFR des Sciences de la Vie, de la Terre et de l’Environnement et de l’Ecole Doctorale "LISIT" de l’Université de Bourgogne.

Sur le plan de la formation à la recherche, la mise en commun de nos capacités d’encadrement nous permet d’accueillir en stage de recherche de nombreux étudiants et doctorants en provenance des universités partenaires. Ainsi, depuis le

lancement du projet fin 2007, une dizaine de mémoires de niveau Master ou DEA ont été soutenus (4 camerounais, 2 nigériens, et 3 rouennais) et 5 thèses ont déjà été lancées dans le cadre, ou en marge, de ce projet CORUS :

ABDOURHAMANE TOURE A. [depuis 2007], "Érosion éolienne en milieu sableux cultivé au Niger : dynamique actuelle et passée en liaison avec la pression anthropique et les changements climatiques", projet CORUS, bourse IRD, cotutelle Niamey/Dijon, co-direction : GARBA Z., RAJOT J.L., PETIT C.

HASSANE B. [depuis 2008], "Evolution de la dynamique éolienne au Sahel central entre 1940 et 2010 (région du Manga, SE Niger): analyse des variations climatiques et de leurs conséquences au sol en relation avec le Changement Global.", projet CORUS, bourse Niger, cotutelle Niamey/Rouen, co-direction : GARBA Z., DURAND A. et SEBAG D.

GUILLOIN R. [depuis 2008], "Anthropisation de l’environnement sahélien au Niger au cours de l’Holocène : approche géoarchéologique et sédimentologique", projets CORUS/CPER/BQR, Université de Dijon, co-direction : PETIT C. et RAJOT J.L.

DIEPPOIS B. [depuis 2009], "Rôle des oscillations du champ de pression sur l’Atlantique Nord dans les variations climatiques en cours sur sa bordure orientale (NW Europe, Afrique du Nord, Afrique de l’Ouest) ", projet SCALE /CPER, Université de Rouen, co-direction DURAND A. et FOURNIER M.

En outre, des étudiants et des doctorants extérieurs, mais dont les thématiques sont proches, se sont régulièrement joints aux ateliers et séminaires organisés à Rouen et à Niamey :

MABICKA OBAME R. [depuis 2008], "Impacts climatiques et anthropiques sur les écosystèmes tropicaux: marqueurs organiques de l'érosion des sols, des flux sédimentaires et de l'évolution des paysages. Etudes de cas au Niger, au Cameroun et au Gabon", projet EC2CO, bourse MAE, Université de Rouen, co-direction : DURAND A., SEBAG D., COPARD Y.

SAKHO I. [depuis 2008], "Evolution morphologique et dynamique hydrosédimentaire en domaine microtidal de mangrove : le cas du complexe laguno-estuarien de la Somone (Sénégal)", bourse CNRS, cotutelle Dakar/Rouen, co-direction : LAFITE R., MESNAGE V.

LECOZ M. [depuis 2008], "Modélisation des processus de recharge de la nappe du bassin du Lac Tchad dans la vallée de la rivière Komadougou Yobé, Niger", bourse MNRET, Université de Montpellier, co-direction : GENTHON P., FAVREAU G.

3. PRESENTATION DES SITES-PILOTES

Ce projet est programmé pour une période de 3 ans. La première phase (2008/2009) a été dédiée aux prospections de terrain, à l'analyse des bassins versants, à l'instrumentation des sites et au prélèvement des premiers échantillons. Plusieurs missions ont été organisées au Niger et au Cameroun.

3.1. AU SUD-OUEST DU NIGER (zone sahélo-soudanienne), les sites étudiés sont des mares pérennes d'extension kilométrique situées à l'Est de Niamey (mares de Bangou-Bi et Bangou-Kirey)

et dans le Dallol Bosso (mare de Tankalawal). Leurs bassins versants fortement anthropisés (zones d'habitations, activités agro-pastorales, pressions liées à la proximité de Niamey) sont soumis à un fort ruissellement lors de la Mousson et à la déflation éolienne durant la saison sèche. Les relevés de terrain effectués par les participants locaux (équipe nigérienne, équipe IRD) ont permis de préciser le cadre géomorphologique général (inventaire des réservoirs primaires, identification des zones-sources) et de dresser une cartographie des implantations actuelles et anciennes.

Ces prospections ont mis en évidence de nombreux vestiges archéologiques, témoins d'une intense

activité métallurgique liée à une implantation humaine ancienne.

Deux missions effectuées en janvier et en juillet 2008 (équipe nigérienne, équipe IRD, équipe ARTeHIS) ont permis de carotter le remplissage des mares grâce à un équipement (Shore Core UWITEC) de l'Université de Besançon (équipe CHRONO-ENVIRONNEMENT). Les témoignages oraux et l'analyse des photos aériennes indiquent que ces séquences sédimentaires couvrent au moins 50 ans d'enregistrements qui seront comparés aux chroniques climatiques et aux données cartographiques (occupation des sols, aménagements, etc.).

3.2. AU SUD-EST DU NIGER (zone sahélienne), la région du Kadzell et du Manga méridional constitue une zone très plate et peu protégée par la végétation. Le substratum est exclusivement constitué de sables très fins à fins (anciens ergs) et dans une moindre mesure de silts argileux (zones alluviales actuelles et anciennes). Cette zone est particulièrement sensible à la dynamique éolienne et depuis 1984 on y assiste à des transformations importantes du paysage avec l'installation de nombreuses zones de dunes vives.

L'analyse des paramètres de la dynamique éolienne (direction et vitesse des vents et visibilité horizontale) à haute fréquence depuis 1950 (3 mesures quotidiennes, 6, 12 et 18h) fait l'objet d'un doctorat. Les premiers résultats sur la station synoptique de Mainé-Soroa montrent que l'évolution des paramètres éoliens est un bon descripteur de l'évolution du climat. Les résultats devraient pouvoir être transposés pour la compréhension des dépôts de poussières éoliennes dans les mares et lacs à l'Ouest du Niger et au Nord-Cameroun.

3.3. AU NORD DU CAMEROUN (zone soudanienne), le site étudié est le bassin hydrographique du Mayo Tsanaga. Long d'une centaine de kilomètres, le Mayo Tsanaga prend sa source dans les Monts Mandara à l'Ouest et se jette dans le lac de Maga dans la plaine du Logone à l'Est. L'analyse géomorphologique montre que le bassin versant peut-être subdivisé en une zone d'altération et d'érosion en amont ("zone de relief", 1500 à 500m d'altitude), une zone de stockage temporaire à l'interface avec la plaine ("zone de piémont", 500 à 350m) et une zone de sédimentation et de pédogenèse dans la "plaine alluviale" (de 300 à 350m).

La zone de relief est caractérisée par des pentes marquées (5%), un substratum cristallin et une couverture d'altérites grossières (chaos et arènes granitiques) et de sols peu épais (lithosols).

La zone de piémont est caractérisée par d'épaisses accumulations de colluvions et d'alluvions grossières, profondément entaillées par des ravines, formant localement des falaises abruptes.

La zone de plaine, qui occupe la majeure partie du bassin, est caractérisée par une pente extrêmement faible, une couverture superficielle formée d'alluvions quaternaires silto-argileuses, sur lesquelles se développent des sols plus évolués (vertisols, sesquisols).

A l'échelle du bassin, les activités agricoles et l'occupation des sols sont fortement contrôlées par ces caractéristiques géomorphologiques.

Trois missions (03/08, 11/08 et 06/09) ont permis de prélever plus de 200 échantillons de surface (roches-mères, sols, sédiments, MES) dont l'analyse est en cours à l'Université de Rouen (équipe M2C).

PERSPECTIVES

Finalement, la dynamique initiée autour du projet CORUS2 aura abouti à structurer les bases d'un vaste réseau de collaborations croisées dans le domaine des Sciences de l'Environnement. Ces projets s'appuient sur une **politique de coopération scientifique et universitaire** basée sur le transfert de compétences et le renforcement des capacités, qui a reçu en 2010 un **avis favorable de la commission CPU-IRD**.

Ces projets auront contribué à l'émergence d'un ambitieux projet de Formation à la recherche par une mutualisation des objectifs et des moyens pédagogiques.

A terme, ces efforts pourront se concrétiser par un Master International "*Sciences de l'Environnement, Gestion des ressources naturelles et Développement durable*" porté par les universités de Rouen, Montpellier, Bejaïa, Niamey, Ngaoundéré et Masuku. Ce diplôme visera à **former de jeunes diplômés en Sciences de l'Environnement** susceptibles de poursuivre leur cursus en Doctorat ou d'être recrutés par des opérateurs publics ou privées. Trois filières complémentaires seront proposées aux étudiants en fonction des compétences et des thématiques couvertes par les équipes pédagogiques locales, en adéquation avec les besoins sociétaux de la région concernée. En plus d'un tronc commun d'enseignement relevant d'une culture scientifique de base, chaque filière se focalisera sur un type de compartiments spécifique : les hydrosystèmes, les géosystèmes ou les écosystèmes terrestres. L'objectif pédagogique visant la formation à la recherche fondamentale et appliquée, chaque filière sera adossée à des laboratoires partenaires et des projets de recherche en relation avec la thématique abordée.

