

UPVD RECHERCHE

Hors-série de l'Université de Perpignan # 10 - Décembre 2017

DOSSIER SPÉCIAL

L'aide pour le
développement



Sommaire



4 - 17 Actualités recherche



18 Reportage

Changements globaux et maladies infectieuses : le cas de la Bilharziose en Afrique



26 - 45 Dossier spécial FAiD

(Fédération d'Aide pour le Développement - UPVD)

L'aide pour le développement



46 Les unités de recherche de l'UPVD

E d i t o



Michel DELSENY
Directeur
de recherche émérite
au CNRS
Membre de l'Académie
des Sciences

L'aide pour le développement est une grande cause nationale, régulièrement affichée par nos gouvernants, dont chacun comprend les enjeux, face à l'accroissement de la population mondiale, particulièrement en Afrique, face aux changements climatiques, technologiques, économiques et sociétaux.

Comment cela se traduit-il concrètement au niveau de l'UPVD ? Depuis longtemps, des chercheurs et enseignants-chercheurs s'intéressent à ces problèmes. Je pense bien sûr aux travaux pionniers, dans les années 80, sur les schistosomes, agents des Bilharzioses humaines et animales, aux travaux menés dans notre laboratoire (LGDP) sur le riz, mais aussi aux recherches sur le droit musulman ou encore celles sur le droit des pêches menées.

La prise de conscience de l'importance de ce thème a conduit l'UPVD à structurer ces travaux dispersés en une Fédération de recherche (Fédération d'Aide pour le Développement), beaucoup plus visible au plan national et international. Cette action est relayée par le service des relations internationales et diverses institutions nationales ou internationales dont certains collègues sont partenaires. C'est le cas de quelques collègues experts auprès de la FAO (Organisation mondiale pour l'Alimentation et l'Agriculture) ou de l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé). C'est le cas aussi avec l'Académie des sciences qui dispose d'un comité, le COPED (Comité pour les Pays en Développement, dont je suis le Vice-Président) qui a récemment organisé avec l'Académie Hassan II du Maroc, un important colloque sur les mathématiques appliquées au développement. C'est enfin le cas du partenariat avec l'IRD (l'Institut de Recherche et de Développement) qui permet à plusieurs chercheurs de travailler à Perpignan sur des problèmes de développement.

Le présent numéro illustre quelques-unes des actions de recherche au service de l'aide au développement qui sont actuellement menées au sein de notre université. Elles ne sont pas les seules. Il faudrait également citer les efforts de formation réalisés par l'accueil d'étudiants étrangers et les nombreuses thèses soutenues en sciences humaines et juridiques sur les questions de développement des sociétés africaines.

En consacrant une part non négligeable de ses ressources à différents aspects de l'aide pour le développement, l'UPVD est dans son rôle de promoteur d'un monde meilleur, se développant sur la base de la connaissance et de la science plutôt que sur des croyances irrationnelles. Bonne lecture de ce numéro spécial !

© photo Maité Torres pour Made in Perpignan

Actualités

recherche

6 | La bourse Gentil-Bourcart de l'Académie des sciences attribuée à Charlie Morelle Angue Minto'o du CEFREM

8 | Le développement personnel par la pratique sportive de moyenne montagne

10 | Prévenir la radicalisation juvénile

12 | Analyse micromorphologique de la sépulture gravetienne de la Dame du Cavillon

14 | Le CRESEM et le Centre international de photojournalisme

16 | Cryptographie post-quantique

La bourse Gentil-Bourcart de l'Académie des sciences attribuée à

Charlie Morelle Angue Minto'o du CEFREM



Le 21 novembre 2017, Charlie Morelle Angue Minto'o du laboratoire CEFREM a reçu la bourse Louis Gentil-Bourcart de l'Académie des sciences. La médaille lui a été remise par Sébastien Candé, président de l'Académie des sciences.

Charlie Morelle Angue Minto'o est issue d'une famille modeste d'un petit village du nord du Gabon appelé Adzap-Effack (Bitam). Elle y a suivi sa scolarité avant de rejoindre, grâce à une bourse délivrée au mérite, la capitale du pays, Libreville, afin de poursuivre ses études au collège puis au lycée. Elle intègre ensuite l'Université des sciences et techniques de Masuku à Franceville où elle obtient en 2008 une licence en géosciences et environnements.

Grâce à une bourse du gouvernement gabonais, et dans le cadre du programme Campus France, elle intègre en septembre 2008 le master « Géosciences et Environnements Marins » de l'Université de Perpignan. Classée 3^{ème} sur 17 en master 1, elle termine major de sa promotion en master 2. Elle postule alors à une bourse de thèse, cofinancée par l'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER) et le gouvernement ga-

bonais, consacrée à l'analyse des enregistrements de la variabilité du climat et de la circulation océanique en Méditerranée

environnementales des masses d'eau où ils vivent (température, salinité, oxygène dissout). Elle a ainsi montré, pour la pre-



occidentale durant les derniers 500 000 ans, encadrée par Maria-Angela Bassetti et Serge Berné, enseignants-chercheurs au CEFREM.

Ce type d'étude aide à mieux comprendre la variabilité climatique naturelle et prédire son évolution dans le contexte du réchauffement induit par l'activité humaine. Plus précisément, elle s'est intéressée, par une étude « multi-proxies », aux changements des paramètres physiques et environnementaux (nutriments, niveau marin) en exploitant les données d'un forage scientifique réalisé sur la marge continentale à l'est de la Corse, par environ 300 m de profondeur d'eau. Elle a en particulier étudié les variations des assemblages de foraminifères benthiques (protozoaires marins), d'ostracodes (micro-crustacés), ainsi que la composition géochimique de leurs tests carbonatés (isotopique et en éléments traces), qui reflètent les conditions

mière fois, l'importance de la variation de l'intensité de la veine d'eau levantine intermédiaire, qui joue un rôle important dans la circulation des masses d'eau en Méditerranée. Quatre publications dans des revues internationales sont issues de ses travaux.



Après la soutenance de sa thèse en 2014 (la durée des bourses de thèse gabonaises est de 4 ans), Charlie a candidaté avec succès pour un embarquement à bord du navire de forage scientifique « *Joides Resolution* » pour une campagne à l'ouest de l'Australie, sur des thématiques similaires, mais en lien cette fois avec la variabilité de la mousson australienne. Cette campagne, réalisée en 2016, était menée dans le cadre du programme international IODP (*International Ocean Discovery Programme*) auquel la France participe. Incapable d'embarquer en raison de la naissance de son deuxième enfant, Charlie a été associée à l'équipe à terre, qui doit travailler sur les données collectées pendant la campagne.

C'est pour mener à bien ce projet que Charlie a candidaté, et obtenu, la bourse Gentil-Bourcart, attribuée annuellement par l'Académie des sciences à un jeune chercheur en océanographie et géologie. Dotée d'un montant de 30 000 €, cette bourse lui permettra de travailler, en lien avec l'Université de Barcelone, sur certains marqueurs isotopiques de la variabilité climatique dans cette région du monde qui joue un rôle important dans la circulation globale des masses d'eau océaniques.



Le développement personnel par la pratique sportive de moyenne montagne

Laboratoire LEPSA
par Eric FRUCHART
Maître de conférences UPVD

Quels que soient leur âge, genre ou ethnie, les individus sont parfois confrontés à des difficultés dans différents domaines : travail, famille, vie quotidienne... Celles-ci peuvent entraîner des conséquences néfastes pour la santé. Anxiété, dépression, *burnout*, sentiment de mal-être ne sont que quelques-unes des possibles manifestations. Pour y faire face, les professionnels de santé mettent l'accent sur le développement personnel. Avec comme principal objectif de permettre à chacun d'entre nous de se sentir mieux et d'être plus heureux, l'une des perspectives envisagées est de développer le bien-être de l'individu. Ces professionnels préconisent alors la pratique de l'activité physique et sportive telle un « remède non-médicamenteux ».

En effet, qui n'a jamais pratiqué une randonnée de moyenne montagne en se disant : « Qu'est-ce qu'on est bien là ! »

On peut raisonnablement soutenir l'idée que l'activité physique, et notamment celle de moyenne montagne, déclenche des processus physiologiques et psychologiques débouchant sur un sentiment de bien-être personnel. Ainsi, l'aide au développement personnel pourrait passer par l'acquisition d'un bien-être lors de la pratique sportive de moyenne montagne.

Le bien-être est alors considéré comme un état de santé où interfèrent des composantes physiologiques, sociales, émotionnelles et cognitives. En se référant à d'anciens travaux philosophiques, deux approches ont été opposées pendant de nombreuses années pour définir le bien-être : l'eudémonisme et l'hédonisme.

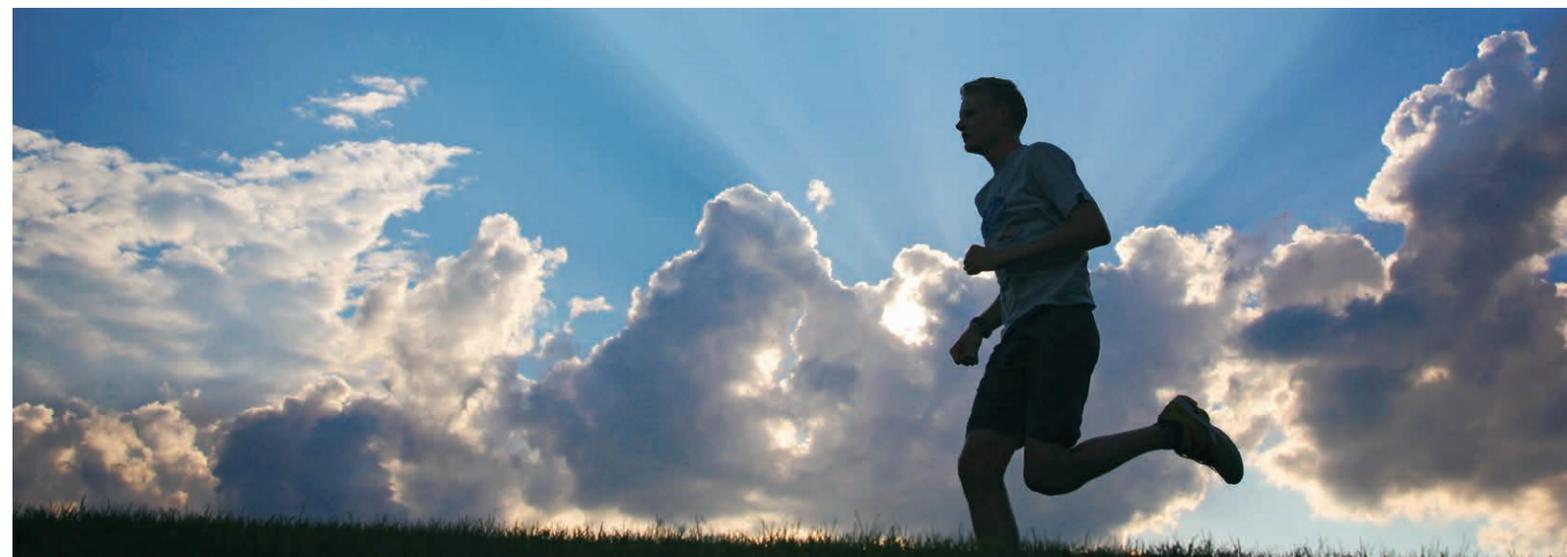
L'approche eudémonique fait référence au sens que le sujet donne à sa vie, aux buts qu'il poursuit avec le désir de s'accomplir, de se réaliser pleinement. Ils s'atteignent lorsque la personne vit en accord avec ses valeurs et qu'elle développe son plein potentiel. Les besoins psychologiques et la vitalité subjective sont deux éléments essentiels du bien-être eudémonique. Trois besoins psychologiques coexistent : le besoin d'affiliation, le besoin d'autonomie et le besoin de compétence. L'affiliation se réfère à la nécessité de se sentir significativement connecté avec les autres, d'être satisfait de la relation que l'on entretient avec les autres. L'autonomie reflète le besoin de réguler soi-même son action ou d'être l'origine de ses propres actions. La compétence concerne le besoin de se sentir compétent dans son environnement afin de produire les résultats souhaités. Plus ces besoins sont actuels, plus le sentiment de bien-être est présent, et inversement. Quant à la vitalité subjective, elle indique le niveau dans lequel les individus

se sentent vigoureux physiquement et alertes mentalement lorsqu'ils pratiquent une activité. Elle est directement liée au bien-être des individus durant la pratique sportive.

L'approche hédonique met l'accent sur le bonheur et définit le bien-être en terme de plaisir et de satisfaction. Encore appelée bien-être subjectif, cette approche considère les composantes subjectives du bien-être primordiales pour comprendre sa construction. Ce bien-être fait donc référence aux composantes affectives et au jugement subjectif émis par les personnes.

Ceci étant, la distinction eudémonisme VS hédonisme semble aujourd'hui dépassée. Il semble important de reconnaître la valeur inhérente des deux approches et de questionner l'effet de la pratique sportive sur le bien-être des individus en considérant ce dernier comme un phénomène complexe dérivé de ces deux conceptions. C'est l'option choisie par les enseignants-chercheurs en psychologie du Laboratoire Européen Performance Santé Altitude (LEPSA) pour questionner la relation entre les pratiques sportives de moyenne montagne et le bien-être. Leurs travaux visent à croiser les deux perspectives pour identifier la façon dont certains éléments du bien-être eudémonique impactent le jugement de bien-être subjectif dans la pratique d'une activité physique. Leur objectif est alors de comprendre la manière dont les individus combinent mentalement des informations issues de la situation sportive pour juger leur niveau de bien-être durant la pratique sportive de moyenne montagne (Fruchart & Rulence-Pâques, 2017¹).

¹ Fruchart, E., & Rulence-Pâques, P. (2017). *Mapping non-athletes' mountain athletes' and non-mountain athletes' judgments of arousal in mountain rambling: What about judgments of pleasure and satisfaction?* Talk session presented at the sixth meeting on the information integration theory, Montreal, Canada.



Prévenir la radicalisation juvénile

Pour prévenir et lutter contre le processus de radicalisation, il s'agit d'agir de façon différenciée en fonction de la diversité des situations familiales.

.....
Laboratoire CORHIS
 par **Manuel BOUCHER,**
Professeur UPVD

Le projet de recherche « PÉTRA¹ » en cours s'intéresse à la prévention de la radicalisation juvénile, telle que définie par le sociologue Farhad Khosrokhavar², dans l'objectif d'améliorer les réponses socio-éducatives au sein de la « protection de l'enfance » qui concerne les mineurs en danger ou en risque de l'être.

Les itinéraires de radicalisation juvénile interrogent aujourd'hui les formes multiples d'intervention en direction des familles fragilisées, qu'elles fassent preuve de difficultés éducatives ou qu'elles soient manifestement maltraitantes. De sorte que la place des familles dans les politiques de prévention de la radicalisation juvénile constitue une préoccupation non seulement pour les instances soucieuses de l'intérêt et de la protection des enfants contre l'embrigadement idéologique pouvant potentiellement mener à des formes de violence extrême (contre soi et autrui) mais aussi pour les acteurs directement préoccupés par l'enfance et la jeunesse délinquante, et plus globalement, l'ordre et la tranquillité publique.

Afin de produire des connaissances nouvelles sur la production et la prévention de la radicalisation juvénile, le CORHIS formule l'hypothèse que, pour être efficaces, les interventions des acteurs de la protection de l'enfance ne peuvent pas traiter de la même façon tous les contextes familiaux. En matière de radicalisation, chaque environnement familial est spécifique : parmi la pluralité des facteurs de la radicalisation, la famille est un élément important. Or, celle-ci peut subir ou préparer le terrain d'un cheminement radical. De ce point de vue, les situations familiales où sont identifiés des risques de radicalisation pour des enfants ou des adolescents ne doivent pas faire l'objet d'un même type d'intervention. Pour prévenir et lutter contre le processus de radicalisation, il s'agit d'agir de façon différenciée en fonction de la diversité des situations familiales.

Pour confronter cette hypothèse à la réalité, trois axes de recherche sont privilégiés : les représentations et les réalités des processus de radicalisation du point de vue des acteurs de la protection de l'enfance et des familles ; les pratiques des intervenants sociaux vis-à-vis des phénomènes de radicalisation dans la protection de l'enfance ; les pratiques des intervenants sociaux vis-à-vis des phénomènes de radicalisation dans l'environnement social des familles.

Dans la pratique, la recherche mobilise des méthodes d'enquête qualitatives et participatives : le recueil et l'analyse de documents ; des entretiens individuels et collectifs ; des observations directes et des groupes d'« intervention sociologique ». Une dimension

originale de cette recherche est, en effet, la mobilisation de l'intervention sociologique inventée par Alain Touraine³ dans le but de produire de l'analyse par la rencontre et la confrontation, et d'amener progressivement les participants à la recherche à réfléchir sur leur situation, sur le sens de leur engagement et de leur action. S'inscrivant dans cette optique, PÉTRA a ainsi le souci de contribuer à accroître les capacités réflexives et d'action des acteurs sociaux face aux processus de radicalisation.

En définitive, PÉTRA a pour ambition de produire des connaissances inédites sur la prévention de la radicalisation. Il a également pour objectif de faire émerger des recommandations opérationnelles susceptibles d'alimenter les pratiques professionnelles des intervenants socioéducatifs et la politique publique de prévention de la radicalisation.

¹ Financé par la CNAF et le CIPDR, le projet PÉTRA a débuté en mars 2017 pour une durée de 24 mois. L'équipe de recherche s'appuie principalement sur un consortium d'établissements de formation du travail social (EFTS) et d'universités.

² Par « radicalisation », Farhad Khosrokhavar (*Radicalisation*, Paris, Maison des sciences de l'homme, 2014, p. 7-11.) souligne qu'« on désigne le processus par lequel un individu ou un groupe adopte une forme violente d'action, directement liée à une idéologie extrémiste à contenu politique, social ou religieux qui conteste l'ordre établi sur le plan politique, social ou culturel. »

³ Alain Touraine, *La voix et le regard*, Paris, Seuil, 1978.





Analyse micromorphologique de la sépulture gravettienne de la Dame du Cavillon

L'étude micromorphologique a pour but d'apporter des éclaircissements sur la nature et l'origine du sédiment entourant le défunt et vise à comprendre le processus d'inhumation.

**Laboratoire HNHP
par Brahim MESTOUR
Maître de conférences UPVD**

En 1872, Émile Rivière mettait au jour dans la grotte du Cavillon, au pied de la falaise des Baoussé-Roussé en Italie (fig. 1), le squelette d'un adulte, gisant en décubitus latéral gauche. Il l'appela *l'Homme de Menton*. Les Grottes de Grimaldi (ou des Baoussé-Roussé) se trouvent sur la côte ligure à proximité de la frontière avec la France. Plusieurs cavités s'ouvrent dans

une falaise actuellement proche de la mer, mais devant laquelle, au cours des phases froides du Paléolithique supérieur, se trouvait une vaste plaine dégagée par la baisse du niveau de la mer.

Cette sépulture (fig.2) du Paléolithique supérieur, datée d'environ 24 000 ans BP, est contemporaine de la culture gravettienne. Le mobilier funéraire est composé d'un

Figure 1 : la grotte du Cavillon dans la falaise des Baoussé-Roussé en Italie

jambelet (fait de coquilles de Cyclope), de deux lames en silex placées contre l'occipital, d'une coiffe formée de coquillages (Cyclope) et de canines de cerf perforées et d'un poinçon en os. Le corps avait été saupoudré d'ocre rouge (oligiste ou hématite).

Selon l'étude récente du squelette, il semblerait que le défunt longtemps appelé « *L'Homme de Menton* » soit une femme adulte qui est désormais nommée « *La Dame du Cavillon* ».

L'étude micromorphologique, dont les principaux résultats sont présentés ici, a pour but d'apporter des éclaircissements sur la nature et l'origine du sédiment entourant le défunt et vise à comprendre le processus d'inhumation. Elle s'inscrit dans une analyse pluridisciplinaire exhaustive de la sépulture destinée à connaître les pratiques funéraires gravettiennes.

Échantillonnage

Deux types d'échantillonnage de sédiment ont été réalisés. Des échantillons en vrac, analysés à la loupe binoculaire, et un échantillon non perturbé et orienté qui a servi à la réalisation d'une lame mince permettant une étude sous microscope polarisant.

Résultats

L'échantillon en vrac montre sous loupe binoculaire, une fraction grossière (millimétrique à centimétrique) composée principalement de fragments de roches calcaires, originaires des parois, qui peuvent être brûlés ou non ; d'agrégats de sédiments calcinés ou « terre cuite », de charbons de bois, d'os et de dents brûlés à divers degrés provenant de foyers ; de grains d'oligiste (hématite) rouge à rouge gris provenant du saupoudrage du corps d'ocre rouge ; des débris de silex provenant de la taille et de l'utilisation des outils en silex ; des coquilles marines entières ou en fragments.

L'analyse de la lame mince montre deux

niveaux de sédiments : un niveau basal noirâtre très riche en particules charbonneuses sur lequel repose le squelette, et un niveau sommital plus clair et moins riche en particules charbonneuses qui représente la terre de l'inhumation. La composition élémentaire est la même pour les



Figure 2 : la sépulture de la dame du Cavillon

deux niveaux, seule leur quantité varie. L'assemblage des composants (minéraux et organiques) est sans organisation particulière. Parmi ces composants, on note des cristaux de cendres rhomboédriques, losangiques ou rectangulaires ; des biominéralisations d'origine végétale de deux types : sphérules siliceuses avec canal central caractéristique et sphérules calcitiques avec pseudo-croix caractéristiques. Ces biominéralisations semblent n'être présentes que sporadiquement.

Conclusions

Cette étude montre que le sédiment recouvrant le corps provient de la grotte même, d'un ou de plusieurs foyers, abondants dans la cavité et qu'aucune fosse n'a été creusée pour accueillir le corps. Pourtant il s'agit bien d'une inhumation et non d'un recouvrement naturel (sédiment d'origine atmosphérique et non anthropique) au cours du temps.

La parfaite conservation de la sépulture est due à l'utilisation pour l'inhumation, d'ocre rouge et d'un sédiment riche en cendres et en charbons aux propriétés antibactériennes, ce qui a empêché la putréfaction et favorisé une momification rapide.

De ce fait, le corps ne présentait plus d'intérêt pour les charognards et a été épargné. La présence des hommes dans cette grotte habitée les a également repoussés.

Même si rien ne prouve son positionnement volontaire dans les cendres d'un foyer, cette étude montre clairement qu'un soin particulier a été apporté à la défunte pour une meilleure conservation de sa dépouille.

Enfin, aucune trace d'offrande de nature végétale (fleurs, bouquets, épis...) n'a été trouvée en lames minces. Dans le cas contraire, il y aurait concentration de biominéraux végétaux et de pollens.

Ref : Lumley de H. (dir.), Chevalier T., Grégoire S., Lartigot-Campin A. S., Mestour B., Planchand C., Quatrepoint M., Saos T., Vialet A. et al. (2016)- *La grotte du Cavillon, sous la falaise des Baoussé Rousse Grimaldi*, Vintimille, Italie. CNRS Editions

Le CRESEM et le Centre International de Photojournalisme

Une dynamique locale de recherche et d'enseignement à rayonnement international sur l'image et le photojournalisme

Le Centre International de Photojournalisme (CIP) apporte aux étudiants et aux enseignants-chercheurs du CRESEM ses collections, un espace muséographique et un lieu d'échanges et de réflexions.



© photo Jean-Christophe Milhet

Laboratoire CRESEM
par **Virginie SOULIER**
Thierry GOBERT
Cécile JUBIER-GALINIER
Maîtres de conférences UPVD

L'UPVD apporte aux milieux culturels et médiatiques, dans le cadre du CRESEM et de la Faculté de Lettres et Sciences humaines, une expertise transversale associant activité scientifique et ingénierie des connaissances en éducation, muséologie, histoire de l'art, sciences de l'information et de la communication. Cette approche questionne une épistémologie de l'interdisciplinarité. Pour cela, elle bénéficie d'un terrain d'observation spécifique à la vie culturelle de la ville de Perpignan et d'un partenariat associant enseignants-chercheurs, étudiants et professionnels, aux acteurs du territoire, autour des images et du photojournalisme.

Perpignan est, depuis plus d'un quart de siècle, la capitale mondiale du photojournalisme. Des milliers d'experts y affluent lors du festival *Visa pour l'Image*. Au-delà de la fréquentation même du festival (193 000 visiteurs en 2017), un Centre International de Photojournalisme (CIP) a récemment vu le jour sous l'impulsion de Jean-François Camp et de la ville de Perpignan. Son objectif est de faire vivre la photographie en-dehors des trois semaines qui lui sont consacrées en septembre. Il a pour mission de pérenniser les photographies exposées durant le *Visa pour l'Image* et de sauvegarder des fonds en péril, et à ce titre il a déjà collecté plus de 2000 clichés. Le CIP apporte aux étudiants et aux enseignants-chercheurs du CRESEM ses collections, un espace muséographique et un lieu d'échanges et de réflexions.

La présence d'un tel terrain d'observation permet d'instruire des questionnements

scientifiques peu envisageables sans cette collaboration. Un regard pluriel entre approches fondamentales et appliquées a donné corps à plusieurs événements dont le point d'orgue, en 2017, a été le colloque international « Les frontières de l'image » co-organisé par Thierry Gobert, Ghislaine Jay-Robert et Cécile Jubier-Galinier pendant le festival *Visa pour l'Image*. Des spécialistes de sept disciplines ont échangé pendant deux jours à propos des délimitations physiques, théoriques, imaginaires et sociétales qui encadrent (ou pas) les représentations graphiques, sur des supports matériels et immatériels, depuis l'Antiquité jusqu'aux expériences d'immersion en 3D, ceci afin de s'interroger sur la place de l'image dans nos sociétés. Une journée d'étude avec Jacques Winderberger¹ avait préalablement interrogé le vécu d'un professionnel sur ces questions, et d'autres journées d'études et de colloques sont prévues, pour consolider ce lien entre le CIP

et les enseignants-chercheurs du CRESEM intéressés par les méthodes d'analyse de l'image photojournalistique, par les modes de fonctionnement muséaux, l'accessibilité du patrimoine et les pratiques de médiation.

Dans la continuité de ces activités, un projet de recherche « ANR Jeune chercheur » a été élaboré. Soutenu par une équipe de 10 collègues français et canadiens, « Médiamusée » interroge la patrimonialité des photoreportages et la patrimonialisation du photojournalisme. Le travail vise à comprendre les pôles et modes de production, de réception, de fonctionnement et d'existence du patrimoine photojournalistique², en intégrant aux dispositifs de documentation et de médiation³ envers les publics, le point de vue des photojournalistes⁴. Elle relèvera trois défis : l'innovation méthodologique dans la recherche-action en muséologie ; l'invention de dispositifs communi-

cationnels liés à un patrimoine émergent⁵ qui permettra au CIP de développer chez les visiteurs des littératies visuelles, médiatiques et patrimoniales⁶ ; la production de nouvelles connaissances en iconographie et civilisations à partir du fonds photographique.

Un autre des paradigmes qui animent le partenariat entre l'UPVD et le CIP est la recherche-action en éducation⁷ et en muséologie. Cet ensemble montre le dynamisme et l'intérêt scientifique des collaborations entre l'UPVD, la ville de Perpignan et les équipements culturels et patrimoniaux locaux.

1 Winderberger, J., (1965).

2 Davallon, J. (2006).

3 Soumagnac, K et C. Capelle. (2017)

4 Le Marec, J. et Maczek, E. (dir.) (2015)

5 Larouche, M-C., Simard, D., Ouellet, K., Deveault, M., Thuot-Dubé, M. (2017)

6 Lebrun, M., Lacelle N., Boutin J.-F. (2012)

7 Meyer, V., (2006)

La cryptographie moderne est menacée par les ordinateurs quantiques. La NSA, l'agence de renseignements américaine, anticipant de futurs progrès dans les années à venir, a alerté la communauté sur ce danger. Cela serait catastrophique car cela rendrait toutes les communications numériques insécures et paralyserait le commerce électronique.

Laboratoire DALI
par **Christophe NEGRE,**
Maître de conférences UPVD

Les ordinateurs quantiques

Dans les ordinateurs que nous utilisons couramment, les données manipulées sont en machine des séquences de bits (*i.e.* de 0 et de 1). De façon schématique un programme informatique applique à une donnée x une fonction f , le résultat $f(x)$ étant aussi une séquence de bits.

L'idée d'utiliser des propriétés quantiques de la matière pour obtenir des ordinateurs plus performants est apparue dans les années 70 et 80. En mécanique quantique, une entité physique est une superposition de plusieurs états (par exemple un niveau d'énergie ou le spin d'une particule). A chaque état est associé un coefficient complexe dont le module au carré donne la probabilité associée à cet état. La physique quantique nous dit aussi que lorsque l'on effectue une mesure sur cette entité physique le résultat est un état tiré aléatoirement parmi la superposition des états. L'idée de l'informatique quantique est de manipuler des qubits qui superposent deux états (correspondant à 0 et 1) et à chacun est associée une probabilité $1/2$. Si l'on a n qubits, ils superposent alors 2^n états correspondant à toutes les valeurs entières de 0 à 2^n-1 de façon équiprobable. L'intérêt est que si l'on applique un programme calculant une fonction f sur ces n qubits, on obtient la superposition des états cor-

Cryptographie post-quantique

respondant à toutes les valeurs $f(x)$ pour x dans $\{0, \dots, 2^n-1\}$. Cela augmente de façon exponentielle les capacités de calcul de l'ordinateur. La difficulté est que si l'on veut lire un résultat, il faut faire une mesure, qui ne nous donnera qu'une seule valeur $f(x_0)$ qui sera choisie aléatoirement parmi les $f(x)$. Il faudra alors modifier notre programme de façon que la probabilité associée à la valeur $f(x_0)$ qui nous intéresse soit suffisamment grande pour que la mesure la produise de façon quasi certaine.

La cryptographie moderne menacée par les ordinateurs quantiques

Il existe un type de problème où les ordinateurs quantiques se sont montrés très efficaces : ils permettent de casser les clefs de l'algorithme cryptographique le plus utilisé actuellement. Cet algorithme cryptographique dénommé RSA [1] s'appuie sur la difficulté de factoriser des entiers et permet de s'authentifier à distance. Une personne choisit un entier dont elle seule connaît les facteurs (elle les a elle-même choisis et a effectué leur produit). Elle prouve son identité en effectuant des calculs faisables uniquement si l'on connaît les facteurs (elle ne dévoile donc pas les facteurs).

En 1994, Peter Shor [2] a donné un algorithme quantique permettant de factoriser un entier nécessitant très peu d'opérations. Pour les entiers RSA utilisés aujourd'hui 5000 qubits seraient nécessaires pour faire ce calcul. Actuellement les ordinateurs quantiques n'ont que 8 à 16 qubits et sont donc incapables de casser RSA. Mais la

NSA, l'agence de renseignements américaine, anticipant de futurs progrès dans les années à venir, a alerté la communauté sur ce danger futur. Cela serait catastrophique car cela rendrait toutes les communications numériques insécures et paralyserait le commerce électronique. L'organisme américain de standard NIST a lancé un programme pour le développement de nouveaux protocoles cryptographiques incassables par un ordinateur quantique afin qu'ils soient standardisés d'ici une vingtaine d'années [3].

Les enjeux de la cryptographie post-quantique

Il y a quelques cryptosystèmes qui ne sont pour l'instant pas cassables par un ordinateur quantique. L'un des plus sérieux prétendants est celui basé sur les réseaux euclidiens. Lorsque la dimension du réseau dépasse 200 il devient impossible avec un ordinateur classique ou quantique de trouver des vecteurs courts dans le réseau. On peut utiliser cela pour construire des cryptosystèmes. Actuellement la sécurité de ces cryptosystèmes est encore mal connue, l'équipe DALI-LIRMM participe à l'effort actuel de la communauté scientifique pour les rendre utilisables en pratique dans le futur.

[1] R.L. Rivest, A. Shamir, L. M. Adleman. *A Method for Obtaining Digital Signatures and Public-Key Cryptosystems*, Commun. ACM 26(1): 96-99 (1983).

[2] P. Shor, *Polynomial-Time Algorithms for Prime Factorization and Discrete Logarithms on a Quantum Computer*, SIAM J. Comput., 26 (5): 1484-1509

[3] <https://csrc.nist.gov/projects/post-quantum-cryptography>.

Changements globaux et maladies infectieuses : le cas de la Bilharziose en Afrique

Si les effets directs des changements globaux sur les écosystèmes constituent une préoccupation majeure largement relayée par les médias, l'anthropisation et les changements climatiques exercent également des effets considérables sur l'émergence et la propagation des maladies infectieuses.

Le nombre d'épidémies a été multiplié par 4 depuis les années 1980 et tous les ans on recense 3000 émergences de maladies infectieuses à travers le monde ; l'Alaska étant le seul territoire épargné.

Aujourd'hui plus d'un milliard d'humains est atteint d'une maladie tropicale négligée. Ces maladies touchent principalement les pays en voie de développement et la plupart sont véhiculées par un vecteur ou un hôte intermédiaire rongeur, insecte ou mollusque d'eau douce.

◀ Mission au Cameroun - 2017
© photo Jérôme BOISSIER - IHPE

.....
Laboratoire IHPE

par Olivier REY

Maître de conférences UPVD

Julien KINCAID-SMITH

Doctorant UPVD

Jérôme BOISSIER

Professeur UPVD

olivier.rey@univ-perp.fr

boissier@univ-perp.fr

.....

Les changements climatiques actuels façonnent la répartition géographique des hôtes et des parasites. L'augmentation des températures peut également favoriser la croissance, la reproduction et l'infectivité de certains parasites. D'autre part, l'occupation croissante des sols et l'urbanisation augmentent indubitablement les contacts entre l'Homme et les parasites et ainsi les risques de transmission. Enfin, les migrations et les mouvements occasionnels entre populations, de plus en plus fréquents, participent à la propagation des maladies parfois même en dehors des zones endémiques des parasites incriminés. Si l'ensemble de ces facteurs favorisent les contacts entre les hôtes et les parasites, ils favorisent également les contacts entre les parasites. En se rencontrant les parasites peuvent s'hybrider et produire de nouvelles formes dont les caractéristiques biologiques et épidémiologiques sont parfois alarmantes.

Le cas de la Bilharziose

La Bilharziose est une parasitose chronique provoquée par des vers (trématodes) du genre *Schistosoma*. Chez l'Homme cette maladie se décline en deux formes principales (intestinale ou urogénitale) en fonction de l'espèce de parasite impliquée (*Schistosoma mansoni* ou *S. haematobium*, respectivement). Cette parasitose affecte près de 300 millions de personnes dans les régions tropicales et subtropicales et plus particulièrement en Afrique, en Amérique du Sud et en Asie. Chez l'animal, les espèces parasites causant les Bilharzioses sont distinctes des espèces qui infectent l'Homme. Pour cette raison, la Bilharziose n'est pas (ou pas encore) considérée comme une zoonose (*i.e.* parasite infectant l'Homme et l'animal). Les

Bilharzioses animales sévissent dans de nombreux pays causant une perte de productivité ou une réduction des cheptels de vaches, moutons ou chèvres. Que ce soit pour les parasites humains ou animaux, l'infection se produit au contact d'une eau douce contaminée par les larves libres du parasite. Un mollusque hôte intermédiaire est nécessaire pour que ces parasites puissent boucler leur cycle de vie. Les réservoirs d'eau, les canaux d'irrigation, les lacs, les rivières, les abreuvoirs... véritables lieux de vie pour de nombreuses communautés, constituent autant de foyers de transmission potentiels.

Bien que la morbidité associée à cette maladie soit en recul depuis les années 1990, sa prévalence a augmenté de 30 % au cours des 30 dernières années malgré les stratégies de trai-

Mission au Cameroun - 2017 © photo Jérôme BOISSIER - IHPE



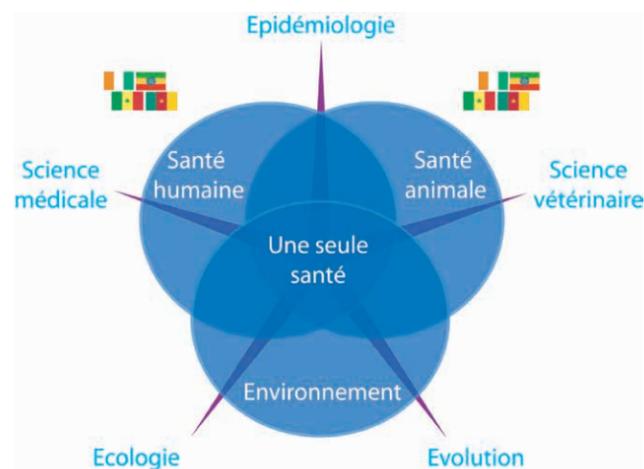


Figure 1. L'approche « One Health » (une seule santé) est une approche holistique de la santé qui considère aussi bien la santé des Hommes et des animaux dans un contexte épidémiologique, écologique et évolutif qui intègre également l'environnement dans lequel ces êtres vivants évoluent.

tement de masse mises en place. Cette augmentation s'explique en partie par une inflexion des mesures prises par les autorités sanitaires face aux conflits armés qui sévissent dans certaines régions d'Afrique mais également par des modifications du climat et des activités anthropiques liées à l'eau. Les changements climatiques contribuent à remanier la distribution géographique des mollusques hôtes intermédiaires et des parasites. Par ailleurs, les épisodes de plus en plus fréquents de sécheresse concentrent la présence des parasites et les activités humaines vers des points d'eau restreints communs augmentant ainsi les risques de transmission. La construction de barrages hydrauliques a également modifié les activités humaines liées à l'eau en augmentant le contact des Hommes et du bétail aux larves infectieuses des parasites. Outre l'augmentation du risque de transmission, la co-occurrence régulière de l'Homme et du bétail sur les mêmes points d'eau favorise également les rencontres interspécifiques entre parasites. De nombreux hybrides ont en effet été identifiés sur le terrain et plus particulièrement en Afrique de l'Ouest. A cet égard, des études expérimentales menées actuellement au laboratoire IHPE indiquent que la vigueur hybride (*i.e.* la supériorité des hybrides vis-à-vis des espèces parentales) dans des

lignées issues de croisements entre *S. haematobium* (parasite de l'Homme) et *S. bovis* (parasite de bovins), se traduit par une capacité d'infestation supérieure, une aptitude à infester un plus grand nombre d'espèces d'hôtes intermédiaires (mollusques) et une pathologie accrue par rapport aux souches parentales. Cette vigueur est également fortement associée au taux d'introgession (*i.e.* la proportion de génome de chaque souche parentale présente dans la lignée hybride). Il est fort probable que des hybrides zoonotiques - capables d'être véhiculés et d'être transmis aux Hommes et au bétail - émergent de tels croisements, ce qui aurait des conséquences épidémiologiques particulièrement alarmantes.

Les stratégies de lutte actuelle par traitement de masse semblent inefficaces à ce jour, il est désormais indispensable de prendre en compte les facteurs écologiques et évolutifs qui façonnent la dynamique des populations de parasites et de mollusques hôtes intermédiaires. C'est dans cette logique, et en accord avec l'approche « une seule santé » préconisée par l'OMS (figure 1), que les activités de recherche menées au laboratoire IHPE (Interactions Hôtes-Pathogènes-Environnements) s'inscrivent en collaboration avec des chercheurs de plusieurs pays. Voici un aperçu des actions menées actuellement par des membres du laboratoire IHPE dans 4 pays d'Afrique (figure 2).



Figure 2. Les terrains d'action du laboratoire IHPE en Afrique.



Une scène quotidienne en marge d'un village africain où l'Homme et l'animal partagent les mêmes points d'eau
© photo Jérôme BOISSIER - IHPE



Sénégal

La Bilharziose est une maladie encore très présente et constitue un enjeu sanitaire majeur au Sénégal. Les deux formes de Bilharziose infectant l'Homme (intestinale et urogénitale) et l'animal co-existent. Des hybrides ont été identifiés à plusieurs reprises entre différentes espèces de schistosomes humaines (*S. haematobium*, *S. mansoni*) et animales (*S. curassoni*, *S. bovis*). Ces événements d'hybridation résultent en partie de la construction récente d'un barrage sur le fleuve Sénégal (Nord Sénégal) accompagnés de modifications profondes de l'utilisation et des rapports à l'eau en amont de ce barrage. En effet, la création d'un lac artificiel a considérablement augmenté le

contact à l'eau des populations humaines et de leurs animaux domestiques (figure 3). Ces modifications ont favorisé l'émergence de lignées hybrides entre espèces de parasites spécifiques de l'Homme et du bétail. Ces hybrides se sont propagés au Sénégal mais également récemment en Corse où un foyer de Bilharziose est désormais actif. L'histoire évolutive de ces hybrides n'a cependant pas encore été documentée. En partenariat avec des chercheurs sénégalais, l'IHPE a pour but d'étudier les populations hybrides présentes au Nord Sénégal afin de quantifier le taux d'introgession qui caractérise ces populations et de mieux comprendre à quelle fréquence apparaissent (ou sont apparues) les lignées hybrides. D'autre part, ces études permettront d'améliorer nos connaissances sur l'origine des hybrides établis en Corse (articles A et B).



Mission au Cameroun - 2017 © photo Jérôme BOISSIER - IHPE



Cameroun

Malgré les traitements de masses effectués régulièrement au Cameroun, des foyers des deux formes de Bilharziose humaine sont encore actifs dans les régions ouest et nord du pays. Les caractéristiques écologiques et évolutives des parasites incriminés sont peu connues. L'IHPE est impliqué dans un projet en partenariat avec la Dr Félicité Nouboué de l'Université des Montagnes (Bangangté) afin d'établir les caractéristiques génétiques des populations de parasites humains (*S. haematobium* et *S. mansoni*) et du bétail (*S. bovis*), ce dernier n'a pour l'heure fait l'objet que de très peu d'études en milieu naturel. Cette espèce est connue pour s'hybrider avec *S. haematobium* générant des hybrides particulièrement virulents et capable d'infester un large spectre d'hôtes intermédiaires et

potentiellement d'hôtes définitifs. De fait, il est important de connaître la répartition géographique et l'histoire évolutive de cette espèce afin d'anticiper et de prédire où et dans quelles circonstances ces phénomènes d'hybridation pourraient avoir lieu. Par ailleurs, la dynamique des populations de mollusques hôtes est également suivie au sein de foyers de transmission connus. Une connaissance approfondie de l'écologie de ces mollusques est en effet nécessaire pour comprendre les dynamiques de transmission de la maladie.



Côte d'Ivoire

En 2017, un migrant provenant de Côte d'Ivoire et réfugié en France a été diagnostiqué porteur de la Bilharziose au CHU d'Angers (par le Dr Yohann Le Govic). Tous les ans, en France, on recense entre 1500 et 2000 cas de Bilharziose dite « d'im-

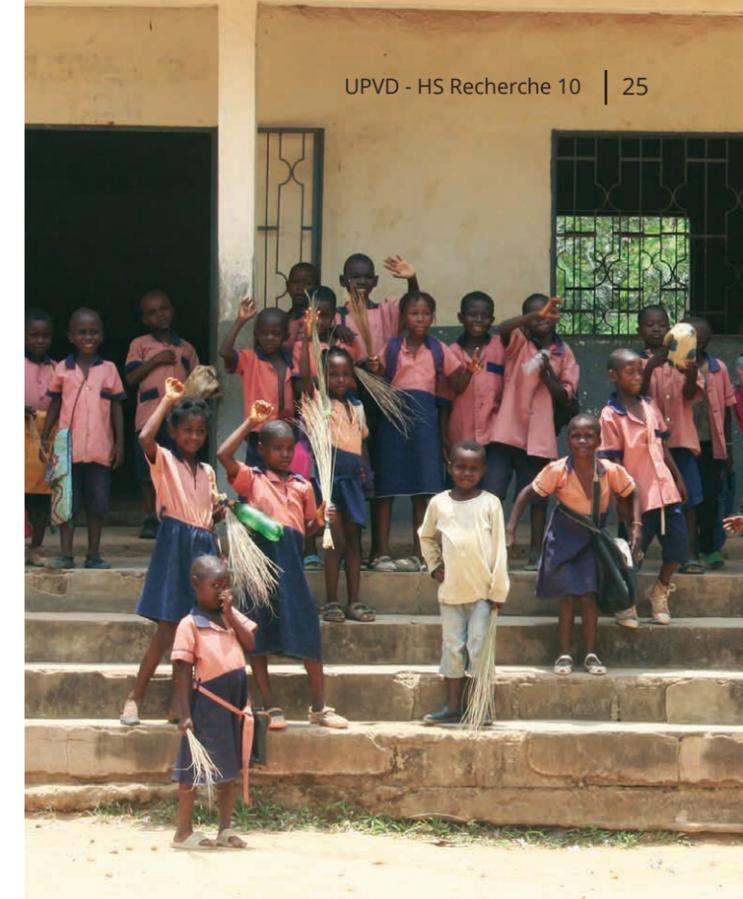
Mission au Cameroun - 2017
© photo Jérôme BOISSIER - IHPE

portation » ou « du voyageur ». Le diagnostic réglementaire (appelé « gold standard ») pour dépister une Bilharziose est la présence d'œufs dans les excréments/urines du patient. Un patient présentant des œufs de *S. mansoni* dans les selles est atteint de Bilharziose méésentérique tandis qu'un patient présentant des œufs de *S. haematobium* dans les urines est atteint de Bilharziose urogénitale. Les médecins du CHU d'Angers ont été surpris car ce patient ivoirien présentait des œufs des deux espèces du parasite dans les urines, étrange pour *S. mansoni*. Ils ont alors contacté le laboratoire IHPE au sein duquel des analyses génétiques ont été effectuées sur ces œufs. Ces analyses ont révélé qu'il s'agissait de parasites hybrides issus du croisement entre *S. haematobium* et *S. mansoni*. Le patient a indiqué aux médecins les endroits où il se baignait communément, ce qui a permis d'établir une carte des sites potentiels comportant des hybrides de schistosomes en Côte d'Ivoire. La première mission en Côte d'Ivoire est programmée en Février 2018, en collaboration avec Hervé Menan et Etienne Agora (CHU d'Abidjan) et aura pour objectif de vérifier la présence d'hybrides dans 4 zones géographiques au sud du pays.



Ethiopie

En Ethiopie, plusieurs travaux ont déjà été menés dans le cadre de thèses en co-tutelle avec le Professeur Berhanu Erko (Université d'Addis Abbeba) : la thèse de Mulugeta Aemero en 2014 (Université de Ghondar) et, en 2017, celle de Tadessee Kebede (Université d'Addis Abeba). Dans cette dernière, nous avons étudié le rôle des animaux comme réservoir de la maladie chez l'Homme. Nous avons montré que sur 4 sites de transmission différents, les populations de singes verts et de babouins portaient la même souche de parasite que celle présente dans les populations humaines voisines. Le fait que ces singes soient des réservoirs de la maladie a des conséquences importantes en termes de stratégie de contrôle chez les populations humaines. Parmi les 85 pays endémiques pour la Bilharziose, l'Ethiopie est un pays particulier car les formes ancestrales des parasites sont très certainement apparues dans ce pays en même temps que les premiers Hommes. Dans un contexte d'hybridation massive des schistosomes à l'échelle du continent africain, nous espérons trouver en Ethiopie les formes originelles (*i.e.* non hybridées du parasite).



Au travers de ses différentes collaborations avec des chercheurs et médecins-chercheurs de plusieurs pays d'Afrique, l'IHPE apporte les connaissances et les outils nécessaires pour l'étude de l'écologie évolutive des vers trématodes responsables de la Bilharziose ainsi que des mollusques vecteurs de ces parasites. L'intégration de ces informations dans le contexte « une seule santé » est désormais primordiale pour une meilleure compréhension de la dynamique d'émergence et de transmission et pour une lutte plus efficace contre cette maladie.

Bibliographie

A- Kincaid-Smith J., Rey O., Toulza E., Berry A. & Boissier J. (2017) *Emerging Schistosomiasis in Europe: A need to quantify the risks. Trends in Parasitology*, 33 : 600-609

B- Boissier J., Grech-Angelini, S., Webster, B.L., Allienne, J.F., Huyse, T., Mas-Coma, S., Toulza, E., Barré-Cardi, H., Rollinson, D., Kincaid-Smith, J., Oleaga, A., Galinier, R., Foata, J., Rognon, A., Berry, A., Mouahid, G., Henneron, R., Moné, H., Noel, H., Mita, G. (2016) *Outbreak of urogenital schistosomiasis in Corsica (France): an epidemiological case study. Lancet Infectious Diseases*, 16 : 971-979

DOSSIER SPÉCIAL

L'aide pour le développement

28 | Comment l'éducation contribue-t-elle au développement ?

30 | Eco-matériaux de stockage de l'énergie pour le développement des énergies renouvelables en Afrique

32 | La génomique, un nouvel outil de la biodiversité et de l'amélioration des plantes cultivées : une opportunité pour les chercheurs des pays du Sud

34 | La Bilharsioze en Afrique : de la recherche scientifique à la formation en milieu scolaire

36 | Les vertus inexploitées des fruits d'Amazonie : une biodiversité à explorer pour de nouvelles valorisations

38 | Lutte contre la désertification : apport de la modélisation pour la prise de décision

40 | Le séchage solaire, procédé pour une productivité optimisée et durable

42 | L'IRD s'intéresse aux jeunes générations

44 | Contrôle de gestion en univers contraint : faire davantage avec moins

Comment l'éducation contribue-t-elle au développement ?

Depuis donc une quinzaine d'années, l'éducation - à l'image des objectifs fixés par les Nations Unies - est une priorité des politiques de développement. Elles ont notamment permis d'augmenter sensiblement le nombre d'enfants inscrits dans l'enseignement primaire.

Laboratoire ART DEV
par Kevin MARY
Maître de conférences UPVD

Les Objectifs du millénaire fixés par l'assemblée générale des Nations Unies en l'an 2000 ont porté comme l'une de leurs priorités celle de « l'éducation pour tous » à l'horizon 2015. Depuis cette date, les ambitions des Nations Unies se sont muées en « Objectifs du développement durable » à atteindre d'ici 2030. Ce nouvel agenda cible comme quatrième objectif prioritaire celui

d'une « éducation de qualité », qui doit permettre de « rompre le cycle de la pauvreté » et par conséquent d'engendrer le développement.

Depuis donc une quinzaine d'années, l'éducation - à l'image des objectifs fixés par les Nations Unies - est une priorité des politiques de développement. Elles ont notamment permis d'augmenter sensiblement le nombre d'enfants inscrits dans l'enseignement primaire, même si près de 60 millions d'entre eux restent non scolarisés. Cependant, ces réussites masquent des disparités importantes. D'abord parce que des différences majeures apparaissent à l'échelle des continents : si le pourcentage des enfants non scolarisés est de 6% en Asie du Sud-Est, ce taux monte à 22% en Afrique subsaharienne. Ensuite, les efforts se sont essentiellement concentrés sur l'enseignement primaire, puis dans une moindre mesure, sur l'enseignement secondaire, délaissant l'enseignement supérieur qui apparaît comme le parent pauvre des politiques de développement en matière d'éducation. L'ensemble de la « chaîne éducative » profite ainsi de manière disparate de ces politiques. Les conséquences en sont visibles dans les universités qui doivent faire face à une augmentation sans précédent du nombre d'étudiants, sans pour autant bénéficier de moyens nécessaires pour prendre en charge cet afflux.

L'émergence d'un secteur privé de l'enseignement supérieur

Les solutions aujourd'hui évoquées pour arriver à une « éducation pour tous » incitent notamment le secteur privé à investir dans l'éducation. Cette idée n'est en soi pas nouvelle puisque dès les années 1980 la plupart des pays en développement ont été amenés à réduire leurs dépenses publiques

dans le cadre des plans d'ajustements structurels mis en place par le FMI et la Banque Mondiale. Ce contexte encourage donc l'émergence d'un secteur privé de l'éducation dans les pays du Sud.

Un projet exploratoire financé par une bourse UPVD en 2017 a permis de réaliser un travail de terrain sur l'émergence de l'enseignement supérieur privé au Liban, en collaboration avec une équipe pluridisciplinaire de l'IRD travaillant sur ces questions.

" Le pourcentage des enfants non scolarisés est de 6% en Asie du Sud-Est, ce taux monte à 22% en Afrique subsaharienne ".

Le système universitaire libanais s'est historiquement développé autour d'universités privées telles l'Université américaine de Beyrouth (AUB) et l'Université Saint-Joseph (USJ) au cours du 19^{ème} siècle. Il aura fallu attendre 1951 pour voir inaugurer la seule université publique du pays : l'Université Libanaise (UL). Cependant, depuis les années 1990 et la mise en place de politiques d'inspiration néo-libérale par les gouvernements successifs libanais, une

nouvelle vague d'universités à but lucratif a fait son apparition et l'on dénombre aujourd'hui pas moins d'une quarantaine d'universités privées dans le pays. Ce sont ces dernières qui ont fait l'objet d'une investigation.

Une cartographie exhaustive de la répartition de ces établissements sur l'ensemble du territoire libanais a été entamée. Elle met en exergue les stratégies territoriales de certaines de ces universités qui n'hésitent plus aujourd'hui à quitter les grands bassins de population du pays pour aller s'implanter dans des espaces ruraux encore vierges d'infrastructures éducatives supérieures, afin de toucher une nouvelle clientèle solvable en dehors des grands centres urbains. Une série d'entretiens menés auprès de plusieurs de ces établissements montre qu'aux logiques de privatisation s'agrègent des logiques d'internationalisation : pour ces universités, il est important de développer des partenariats avec des universités étrangères - de préférence occidentales - voire même de proposer des co-diplomations afin d'attirer une clientèle en demande d'un enseignement de qualité et prête à investir des sommes relativement importantes dans l'éducation.

1 Membres du laboratoire CEPED de l'Université Paris Descartes.



On a identifié des déchets locaux à valoriser pour l'élaboration de céramiques de stockage disponibles pour l'Afrique de l'Ouest. Les matières premières sont composées de cendres de foyer de centrales thermiques, de chaux éteinte et de résidus de coupes des carrières de latérites.

Eco-matériaux de stockage de l'énergie

pour le développement des énergies renouvelables en Afrique

Laboratoire PROMES
par Xavier PY
Professeur UPVD

Les recherches menées dans nos pays industrialisés conduisent à des innovations dont les concepts peuvent être exportés et adaptés aux pays d'Afrique, dans le cas présent d'Afrique de l'Ouest et d'Afrique du Nord.

Depuis une dizaine d'années, le laboratoire PROMES porte une filière émergente dédiée à des matériaux de stockage de l'énergie thermique issus du traitement de déchets industriels. En effet, la transition énergétique tant annoncée doit nécessairement impliquer de très nombreux systèmes de stockage destinés à gérer les intermittences des énergies renouvelables, à gérer le décalage dans le temps entre la disponibilité des ressources énergétiques et les besoins domestiques ou industriels, valoriser les chaleurs fatales industrielles et plus géné-

ralement optimiser les systèmes énergétiques. Cette transition serait alors susceptible d'induire de fortes tensions internationales sur les ressources minérales utilisées comme matières premières des matériaux de stockage. A titre d'exemple, pour atteindre le déploiement annoncé d'ici 2050 des centrales électro-solaires thermodynamiques, il faudrait mobiliser 10 à 20 fois la production mondiale de sels de nitrates utilisés dans tous leurs stockages actuels... Outre le manque de disponibilité évident de ces sels, leur principal usage mondial concerne l'agriculture (ils sont en effet utilisés pour fabriquer des engrais) et il n'est pas envisageable que l'énergie solaire puisse entrer en conflit d'usage avec la nutrition.

Pour éviter une telle impasse, PROMES développe depuis dix ans un concept innovant en rupture avec les solutions usuelles, concept visant à utiliser exclusivement les déchets industriels inorganiques comme matières premières minérales. Il s'agit de céramiques élaborées à l'occasion du traitement d'inertage de déchets amiantés ou de cendres volantes (les micro-particules présentes dans les fumées des procédés de combustion industriels comme les centrales thermiques au charbon) ou encore les laitiers sidérurgiques (impuretés des minerais et de la houille tirées des hauts fourneaux). A titre illustratif, les cendres volantes de centrales thermiques au charbon représentent à elles seules environ 750 millions de tonnes par an à l'échelle mondiale... Une disponibilité énorme devant les 20 millions de tonnes nécessaires aux stockages des centrales électro-solaires thermodynamiques !

Issues de la transformation de ces déchets, parfois d'un judicieux mélange de ces déchets, les céramiques obtenues présentent des performances exceptionnelles (en termes de résistance thermomécanique, de tenue aux hautes températures et ambiances oxydantes jusqu'à 1000°C) pour des coûts jusqu'à 100 fois inférieurs aux céramiques de synthèse proposées sur le marché. L'approche proposée est ainsi non seulement durable (soutenable) sur le plan environnemental mais aussi sur le plan économique.

Si de fait, nos pays " développés " sont finalement riches d'un certain héritage de déchets industriels ainsi accumulés et disponibles, les pays du Sud n'ont pas toujours connu nos révolutions industrielles et recyclent déjà souvent tous leurs déchets.

Cependant, la thèse de doctorat d'Eric Kenda co-dirigée avec le 2iE (Institut International de l'Eau et de l'Environnement à Ouagadougou, Burkina-Faso), a permis d'identifier des déchets locaux à valoriser et d'élaborer des céramiques de stockage ainsi disponibles pour l'Afrique de l'Ouest. Les matières premières sont composées de cendres de foyer des centrales ther-

miques de la société SONICHAR-Niger, de chaux éteinte (résidu de l'industrie de l'acétylène BIC-Burkina Faso, très répandu en Afrique de l'Ouest) et de résidus de coupes des carrières de latérites (briques de construction) ou encore de l'argile. Ces trois constituants permettent d'élaborer toute une gamme de céramiques haute performance telles que des mullites ou des anorthites, produits à haute valeur économique manufacturés localement uniquement à partir de déchets.

Ces matériaux vont être prochainement mis en oeuvre dans le stockage thermique de la centrale électro-solaire pilote CSP4Africa, technologie 100% africaine conçue et développée au 2iE et à laquelle PROMES a contribué. A terme, les partenaires de PROMES au 2iE pourront ainsi proposer une technologie africaine de centrale solaire thermodynamique mettant en oeuvre des matériaux locaux, pour certains recyclés, et impliquant des artisans locaux. Ces procédés solaires adaptés à l'Afrique de l'Ouest pourront contribuer à développer une économie locale et favoriser l'électrification des zones rurales (13% électrifiées actuellement) dans une démarche éco et socio responsable.

Taille de blocs de latérite, Burkina Faso © photo Xavier Py



La génomique

un nouvel outil d'analyse de la biodiversité et de l'amélioration des plantes cultivées : une opportunité pour les chercheurs des pays du Sud

La génomique a permis de formidables avancées pour la recherche en biologie végétale. En effet la connaissance du génome permet une meilleure compréhension des mécanismes physiologiques en jeu lors de la réponse des plantes au stress par exemple. Pour tirer profit de ces données, les chercheurs travaillant sur diverses plantes d'intérêt agronomique doivent maîtriser de nouveaux

outils bioinformatiques. Dans ce contexte la FAiD (Fédération de Recherche pour l'Aide au Développement entre l'UPVD et l'IRD) a facilité l'accueil de chercheurs désireux de se former à l'analyse bioinformatique de données de séquençage. Nous avons recueilli les témoignages de trois chercheurs qui ont séjourné au LGDP récemment.



Dr Olufisayo KOLADE, en visite pour deux mois en mai 2016 et mai 2017

Où travaillez-vous et quels sont vos objectifs de recherche ?

Je suis nigériane et actuellement post-doctorante à l'Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA) à Ibadan au Nigéria. Je suis rattachée à l'Unité de Virologie et

de Diagnostic Moléculaire où je travaille en tant que spécialiste du phénotypage des maladies des ignames dans le cadre du projet *AfricaYam* financé par la Fondation Bill et Melinda Gates. L'objectif de mes recherches et d'améliorer les moyens de subsistance des agriculteurs les plus défavorisés en utilisant des outils moléculaires.

Comment êtes-vous entrée en contact avec des scientifiques de la FAiD IRD/UPVD ?

J'ai obtenu un parrainage pour une formation scientifique avancée en tant que boursière 2014 de l'*African Women in Agricultural Research and Development* (AWARD, Femmes africaines pour la Recherche et le Développement Agronomiques) alors que je travaillais au Centre du riz pour l'Afrique à Cotonou au Bénin. J'ai opté pour une formation en bioinformatique, un sujet sur lequel je cherchais à acquérir des compétences. L'équipe AWARD m'a mise en contact avec des bioinformaticiens de la FAiD à l'UPVD qui étaient spécialistes de

bioinformatique du riz. J'étais conjointement sponsorisée par la Fondation Agropolis et ma bourse AWARD.

Quelles étaient vos attentes et quel impact votre séjour pourrait-il avoir sur vos recherches ?

Mes attentes étaient d'être en mesure d'apprendre quelques procédures bioinformatiques de base que je pourrais appliquer à mes recherches de retour au Nigéria. Je voulais faire l'expérience des outils utilisés (expérience pratique) et aussi créer un réseau avec d'autres scientifiques qui ont des approches similaires. Mon séjour m'a exposé à l'utilisation, à l'application et à la compréhension des processus d'analyse du séquençage de l'ARN et je pense toujours à la façon dont cela pourrait être appliqué chaque fois que je rencontrerai un problème scientifique. Pour ma recherche actuelle, je pense l'appliquer pour identifier les gènes impliqués dans les maladies virales de l'igname.



Ernardès MANFROI, doctorant brésilien en séjour pour un an en 2016/2017

Où travaillez-vous et quels sont vos objectifs de recherche ?

Je viens de Porto Alegre, dans l'État du Rio Grande do Sul, situé dans la région sud du Brésil. Je travaille en tant que doctorant en sciences végétales à l'Université fédérale de Rio Grande do Sul. Ma thèse consiste à explorer la diversité génétique du riz à des fins de sélection par le biais d'études d'as-

sociation à l'échelle du génome, et à mettre en œuvre des stratégies moléculaires dans les programmes d'amélioration du riz pour accélérer le développement de nouvelles variétés de riz mieux adaptées.

Comment êtes-vous entré en contact avec des scientifiques de la FAiD et quelles étaient vos motivations pour votre séjour à l'UPVD ?

Je suis entré en contact avec des scientifiques de l'UPVD et de l'IRD grâce à mon superviseur au Brésil (Pr José Fernandes Barbosa Neto), qui a passé un an à l'UPVD pour son post-doctorat et qui a, depuis, des projets collaboratifs avec des scientifiques de la FAiD, ouvrant la voie à des stages d'étudiants. J'avais de bonnes attentes avant ma visite car je connaissais la qualité des unités de recherche de l'UPVD et aussi la place de la bioinformatique au laboratoire. Je pensais que mon séjour pourrait m'aider à développer mon projet de recherche tout en ayant une expérience internationale. En fait, mes attentes ont été surmontées car, au-delà du développement de mon projet de recherche, je me suis

impliqué dans des projets de recherche exigeants ainsi que dans de nombreuses discussions productives. J'ai rencontré des personnes motivées qui travaillent dur dans un environnement amical pour les visiteurs permettant une grande interaction au sein du groupe de recherche.

Quel pourrait être l'impact de votre séjour pour vos recherches futures ?

Je récolte déjà les fruits de mon séjour. Je termine ma thèse dont les excellents résultats, au-delà de leur valeur scientifique, peuvent être appliqués dans les programmes d'amélioration du riz. J'ai eu une bonne formation en bioinformatique, mais surtout une grande expérience en tant que scientifique, en rédigeant des projets de recherche, en discutant, en travaillant avec un groupe de chercheurs et d'étudiants dans un scénario de recherche compétitif. Ce séjour a été une expérience unique dans ma formation doctorale, ce qui aura un impact significatif dans ma carrière scientifique.

Laboratoire LGDP par Marie MIROUZE Chargée de recherche IRD



La Bilharziose en Afrique : de la recherche scientifique à la formation en milieu scolaire



Approche épidémiologique avec collecte des échantillons dans une école au sud du Bénin (Dangbo) © photo Gabriel Mouahid IHPE

.....
Laboratoire IHPE
 par **Gabriel Mouahid, HDR,**
 Maître de conférences UM

La Bilharziose est une maladie très répandue en Afrique, en Asie, au Moyen-Orient et en Amérique latine. Dans le dernier article sur les parasitoses négligées (Herricks *et al*, 2017¹), on note que la Bilharziose a augmenté de 30,9 % depuis 1990 et cette augmentation est fort inquiétante pour les pays en développement très préoccupés par la gestion de l'eau.

Nos projets de recherche s'inscrivent dans le cadre des maladies parasitaires de l'Homme et des animaux domestiques et sauvages et en particulier la Bilharziose ou schistosomose. Cette maladie est très répandue en Afrique, en Asie, au Moyen-Orient et en Amérique latine. Dans le dernier article sur les parasitoses négligées (Herricks *et al*, 2017¹), on note que la Bilharziose a augmenté de 30,9 % depuis 1990 et cette augmentation est fort inquiétante pour les pays en développement très pré-

Formation des enseignants et des inspecteurs des écoles primaires de la région de Sô-Ava au sud du Bénin : la démarche d'investigation au service de la prévention de la transmission de la Bilharziose en milieu scolaire.
 photo ©Hélène Moné IHPE



occupés par la gestion de l'eau. Or la Bilharziose est eau-dépendante.

La Bilharziose est causée par des vers qui utilisent des mollusques d'eau douce comme vecteurs et des mammifères comme hôtes définitifs. Les parasites adultes se trouvent dans l'appareil circulatoire sanguin de l'Homme où ils forment des couples (mâles et femelles). Les femelles pondent régulièrement des œufs qui quittent la circulation sanguine pour rejoindre l'intestin et être évacués à l'extérieur dans les selles (cas de l'espèce *Schistosoma mansoni* agent de la Bilharziose intestinale). Chaque œuf pondu contient une larve nageante qui quitte activement l'œuf aussitôt que celui-ci entre en contact avec l'eau douce. La larve infeste un mollusque vecteur où elle se développe et se multiplie asexuellement pour donner des centaines de larves nageantes (appelées cercaires) qui quittent le mollusque pour infester l'Homme ou un autre mammifère par pénétration active à travers la peau.

Les recherches qui sont menées actuellement à l'IHPE sont focalisées sur les interactions entre schistosomes dans les foyers de transmission en Afrique.

L'étude des interactions entre schisto-

somes impliquant des hybridations se font en collaboration avec le Bénin impliquant à la fois l'Université Abomey Calavi et l'UMR 216 de l'IRD implantée à la Faculté des Sciences de la Santé à Cotonou. L'IHPE est associé à ces deux unités dans le cadre d'un Laboratoire Mixte International. Il s'agit ici de dresser un profil clair des interactions entre différentes espèces de schistosomes impliquant l'Homme et le bétail domestique. Une thèse en cotutelle (Université Abomey-Calavi et UPVD) a commencé cette année pour une durée de 3 ans. Les résultats préliminaires obtenus dans le cadre du master 2 montrent clairement que l'Homme peut être infesté par différentes espèces de schistosomes donnant lieu à des hybrides viables et vigou-

.....
" Les enfants constituent la majorité des personnes atteintes par la Bilharziose "

reux. Cette recherche est financée par l'IRD et par le Ministère des Affaires Etrangères (Ambassade de France au Bénin).

Les enfants constituent la majorité des personnes atteintes par la Bilharziose. C'est pour cette raison que nous avons monté un protocole de formation pour les ensei-

gnants des écoles primaires et pour les inspecteurs d'éducation nationale afin de sensibiliser cette population et prévenir les infestations. La formation est faite dans le cadre de la démarche d'investigation où les stagiaires partent des échantillons collectés dans les écoles jusqu'à la détermination des parasites. Le fait le plus marquant est la réaction des stagiaires lorsqu'ils découvrent des dizaines d'œufs du parasite dans un échantillon d'urine à l'aide d'une loupe binoculaire et ensuite le choc de voir au microscope que dans chaque œuf il y a une larve vivante qui bouge énergiquement à l'intérieur ! Cette prise de conscience est régulièrement suivie de l'expression « *il faut faire quelque chose* ». Les enseignants se rendent compte de la maladie et de son importance et souhaitent éviter que leurs élèves soient infestés. C'est notre objectif principal car la première étape dans la résolution d'un problème c'est de bien cerner celui-ci. Notre deuxième objectif est que les enseignants puissent procéder de la même manière avec leurs élèves pour que ces derniers n'urinent plus dans l'eau et ainsi empêchent le parasite d'accomplir son cycle.

¹ <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0005424>

Les vertus inexploitées des fruits d'Amazonie

Une biodiversité à explorer pour de nouvelles valorisations

L'exploitation à des fins commerciales et la valorisation des qualités nutritionnelles de ces ressources fruitières présentent un enjeu important pour le Brésil en termes de développement économique et social et de préservation de l'environnement.

Unité de recherche BAE-LBBM
par Gaëlle CATANANTE
Maître de conférences UPVD

Le bassin amazonien est couvert par la plus grande forêt tropicale du monde qui s'étend sur environ 644 millions d'hectares et neuf pays d'Amérique du Sud. Près des deux tiers de sa superficie totale se trouvent essentiellement au Brésil (63 %). La forêt amazonienne est composée d'une vaste mosaïque de zones endémiques qui représentent un incroyable réservoir de biodiversité. En effet, à lui seul le Brésil abrite un tiers du stock génétique de la terre, avec plus de 60 000 espèces de plantes, mais seulement 10 % de cette biodiversité a été étudiée. Malgré des actions menées depuis dix ans par le gouvernement fédéral brésilien pour la maîtrise de la déforestation, plus de 20% des forêts natales ont été totalement déboisées en 2016. Ainsi, une centaine d'espèces sont menacées d'extinction sans évaluer et exploiter leurs potentiels.

Ce constat est d'autant plus alarmant que l'Amazonie fait face à des problèmes de malnutrition récurrents sur les fronts pionniers en contraste avec une forte incidence des maladies chroniques dues à l'obésité et au surpoids dans les centres urbains. Bien qu'il existe des données sur la composition de divers fruits endémiques, ces dernières renseignent très peu sur leurs éventuelles propriétés biologiques. L'exploitation à des fins commerciales et la valorisation des qualités nutritionnelles de ces ressources fruitières présentent donc un enjeu important pour le Brésil en terme de développement économique et social et de préservation de l'environnement.

Dans ce contexte, l'équipe BAE-LBBM de l'UPVD et l'institut BIONORTE de l'Université fédérale de São Luis de Maranhão proposent dans le cadre d'une thèse

en co-tutelle de caractériser, valoriser et préserver les propriétés nutritionnelles et biologiques de ces fruits. A cette fin, la doctorante Magda BECKER a procédé à la sélection et l'échantillonnage de plusieurs espèces communes de sa région natale « Roraima ». Au cours de la première année de recherche effectuée au Brésil, des techniques d'extraction adaptées ont été mises au point afin de déterminer les teneurs en sels minéraux, en vitamines et en contaminants inorganiques. Sans surprise, la majorité des fruits a présenté un fort pouvoir nutritionnel. Or, des études épidémiologiques ont mis en exergue que la consommation régulière de fruits et légumes réduisait considérablement la morbidité due à certaines maladies chroniques. Ces effets protecteurs sont attribués à la présence de constituants comme des minéraux et des molécules dites antioxydantes, qui em-

pêchent ou retardent les dommages cellulaires causés par des entités chimiques instables très réactives, appelées espèces réactives de l'oxygène (ROS).



L'objectif suivant a été de développer au sein du laboratoire BAE-LBBM, des bio-essais miniaturisés et une méthode d'analyse portative de type « biocapteur » permettant de contrôler la conservation des propriétés antioxydantes des fruits après cueillette. Ces tests sont basés sur la capacité des antioxydants à piéger des radicaux produits *in vitro*. Les bio-essais à détection colorimétrique ont permis des mesures rapides et précises de multiples échantillons de fruits. Un biocapteur est en cours de développement afin d'évaluer directement sur le terrain ces propriétés. La dernière partie de ce projet consistera à identifier les composés antioxydants, en espérant trouver de nouveaux principes actifs, et réaliser leur encapsulation pour les utiliser en agroalimentaire et cosmétique.





Lutte contre la désertification : apport de la modélisation pour la prise de décision

Unité de recherche
IMAGES Espace-Dev
par **Samira EL YACOUBI**,
Professeur UPVD
et **Maud LOIREAU**,
Docteur en Géographie IRD et
membre du CSFD¹ depuis 2011

La désertification constitue un des problèmes de dimension mondiale qui nécessite une action commune de la communauté internationale. La Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification (cf. UNCCD²), définit, dans son article 1, la désertification comme étant « la dégradation des terres dans les zones arides, semi-arides et sub-humides sèches par suite de divers facteurs, parmi lesquels les variations climatiques et les activités humaines ». Ces zones prises ensemble constituent une part importante de la surface émergée du globe, ainsi que l'habitat et la source de subsistance d'une grande partie de la population mondiale. Près de 40 % des terres

sont menacées avec au moins 2 milliards de personnes concernées, soit le tiers de l'humanité. Les territoires concernés sont situés sur tous les continents avec une forte proportion de pays en développement. La désertification provoque un type spécifique de dégradation des ressources naturelles et son intensité varie dans le temps et l'espace, ainsi que ses facteurs causaux : physiques, biologiques, politiques, sociaux, culturels et économiques. Elle doit être considérée dans le contexte de lutte contre les problèmes environnementaux globaux qui peuvent être appréhendés sur le long terme à travers la création et le renforcement d'observations multidisciplinaires et d'analyse interdisciplinaire. Cette pro-

Figure 1 : Troupeau de moutons transhumants, en saison sèche, devant une plantation d'Acacia Sénégal (gommier) dans la région pastorale du Ferlo au Sénégal photo © Maud Loireau, mai 2015

blématique fait partie des enjeux majeurs du laboratoire ESPACE-DEV. De par son engagement et sa longue expérience de coopération en région sahélienne et méditerranéenne, ESPACE-DEV met l'accent sur l'importance des outils d'observation, d'analyse et de suivi environnemental pour une meilleure compréhension des processus inhérents au phénomène de désertification, leur organisation dans des systèmes d'information et de connaissances et leur mobilisation dans des observatoires environnementaux. Malgré des recherches approfondies, il est souvent difficile, voire impossible, de donner une description précise de la gravité et de l'étendue de la désertification dans le monde. Le manque d'informations pertinentes et précises sur le niveau de dégradation des terres dans les zones arides entrave encore les tentatives visant à déterminer son importance. Bien que de nombreux facteurs différents aient été identifiés pour divers problèmes liés à la désertification, il est généralement admis que les facteurs naturels (climat, caractéristiques biophysiques) et anthropiques (utilisation des terres, facteurs socio-économiques) jouent un rôle primordial. En outre, la plupart des scientifiques

conviennent que la participation des parties prenantes locales (par exemple les agriculteurs, les collectivités locales, etc.) est d'une importance capitale pour le développement et la mise en œuvre de solutions possibles. Cependant, les effets des solutions ne sont souvent pas aussi efficaces que prévu et de nouvelles stratégies alternatives d'utilisation et de gestion des terres doivent être développées en tenant compte des expériences des stratégies plus anciennes.

Les facteurs responsables de la dégradation des sols sont d'ordre naturel et anthropique. Le suivi de la dynamique de désertification et sa modélisation, à partir des données de télédétection, permettent de proposer des indicateurs significatifs pouvant évaluer l'extension de la désertification ou le risque potentiel pour une zone donnée afin de mettre en place des politiques de prévention ou de sauvegarde des aires touchées.

Un des objectifs consiste à expliciter la connaissance sur la dégradation des terres de vie (VS désertification), et à développer

des outils en appui à la conception et mise en œuvre d'observatoires homme/milieux dédiés aux questions de lutte contre la désertification en zones arides, semi-arides et sub-humides sèches.

Nous visons notamment sur le site de Perpignan à développer une méthodologie de prédiction du comportement des sols à partir de séries d'images satellites par extraction de traits caractéristiques à partir des contenus numériques des images, mis en relation avec des valeurs de vulnérabilité des sols calculées indépendamment de ces images satellites.

Une première mise au point de cette méthodologie a été effectuée sur un site au Sénégal (observatoire national soutenu par le programme REPSAHEL/OSS³) et pour une valeur de vulnérabilité choisie. L'étude réalisée au Sahel dans un site de la région du Ferlo, devrait être étendue à l'ensemble du Ferlo ainsi qu'au Maghreb afin de tester la généralité de la méthodologie sur les rives Nord et Sud Sahara.

Figure 2 : Planosol très érodé en bordure de mare temporaire, Sud Ferlo, Sénégal (mai 2015)



1 CSFD : Comité Scientifique Français de la Désertification, <http://www.csfd-desertification.org/>

2 UNCCD : United Nations Convention to Combat Desertification

3 REPSAHEL : « Amélioration de la Résilience des Populations SAHELiennes aux mutations environnementales », projet OSS (Observatoire du Sahara et du Sahel) financé par la coopération Suisse

Références :

Revue Liaison Energie Francophonie (LEF) de l'Institut de la Francophonie et du Développement Durable (IFDD), https://www.ifdd.francophonie.org/media/docs/publications/709_LEF-105.pdf

Ben Khatra N. et Loireau M., 2017, <https://theconversation.com/the-immense-challenge-of-desertification-in-sub-saharan-africa-84439>

M. Loireau, S. El Yacoubi, T. Libourel and M. Fargette, *A multilayer perceptron model for the correlation between satellite data and soil erodibility in the Ferlo, Senegal*, International Journal of Parallel, Emergent and Distributed Systems, soumis.



Le séchage solaire, utilisé depuis l'Antiquité, est, de nos jours, le mode le plus simple et le plus accessible aux populations de nombreux pays pauvres en ressources énergétiques conventionnelles et disposant d'un gisement solaire important durant toute l'année.

Le séchage solaire, procédé pour une productivité optimisée et durable

Laboratoire LAMPS
par Belkacem ZEGHMATI,
Professeur UPVD
et Stéphane ABIDE,
Maître de conférences UPVD

Le séchage solaire, utilisé depuis l'Antiquité, est, de nos jours, le mode le plus simple et le plus accessible aux populations de nombreux pays pauvres en ressources énergétiques conventionnelles et disposant d'un gisement solaire important durant toute l'année. Il améliore la qualité du produit, minimise les déchets et utilise des sources d'énergies renouvelables. Pour pallier les inconvénients du séchage naturel (pollution environnementale, infection par des micro-organismes, pho-

Séchoir à coprah dans le village de Hanaiapa, île de Hiva Oa, archipel des Marquises, Polynésie Française
© photo Sémhur via Wikimedia Commons

to-oxydation des vitamines), deux types de séchoirs à énergie solaire ont été développés à travers le monde, à savoir, les séchoirs dans lesquels l'air circule par convection naturelle et les séchoirs dans lesquels l'air est mis en mouvement (convection forcée) par l'action d'un ventilateur alimenté électriquement. Ces séchoirs solaires se divisent en deux catégories selon la façon dont le flux solaire atteint le produit. Les séchoirs directs ou à effet de serre : le produit à sécher est soumis directement au flux solaire - les séchoirs indirects : le produit est disposé dans une enceinte de séchage et l'air asséchant est préchauffé par des insolateurs généralement à air. Les séchoirs hybrides utilisent, en plus de l'énergie solaire, une énergie d'appoint (fuel, électricité, bois, etc.) pour maintenir les performances du séchoir. Pour surmonter l'intermittence du flux solaire, le surplus de chaleur solaire est stocké dans des unités de stockage sous forme de chaleur sensible (eau, lits de galets), chaleur latente (matériaux à changement de phase). Le séchage thermique est un processus complexe faisant appel à des phénomènes simultanés de transfert de masse et de chaleur. Il est à la croisée de plusieurs thématiques scientifiques : sciences de l'ingénieur, agroalimentaire et calcul scientifique.

La modélisation et la simulation de ce type de procédés sont une des thématiques du LAMPS qui ont fait l'objet de nombreux travaux dans le cadre de thèses* et de collaborations internationales consacrées à l'étude de cinétiques de séchage de produits (mangue, banane, plantes médicinales), à la conception et à l'élaboration de séchoirs. Plusieurs modèles de séchage ont été développés. Ils sont généralement classés selon deux types :

- les modèles distribués, basés sur les équations qui régissent les transferts couplés de chaleur et de masse aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur du produit, permettent de déterminer les distributions spatio-temporelles de température et la teneur en eau au sein du produit et dans l'air asséchant.

- les modèles à paramètres localisés qui supposent que la température et la teneur en eau du produit soient uniformes. La complexité des phénomènes de transfert de chaleur et de masse dans le produit fait que ces modèles font appel à des relations semi-empiriques (vitesse de séchage, la courbe caractéristique de séchage (CCS), l'isotherme de sorption) déduites d'études expérimentales de la cinétique de séchage. Par exemple, l'isotherme de sorption permet de connaître l'humidité relative optimale d'équilibre pour la conservation d'un

produit ainsi que la teneur en eau d'équilibre à atteindre à la fin de séchage.

C'est dans ce contexte que les travaux du LAMPS regroupent des sujets sur le séchage solaire de différents fruits et sur les séchoirs solaires convectifs ou à effet de serre. Le laboratoire s'est donc intéressé à la modélisation et la simulation du fonctionnement de plusieurs types de séchoirs : séchoirs modulaires composés d'une armoire de séchage et d'un insolateur à air, séchoir serre équipé d'une unité de stockage de chaleur solaire dans des matériaux à changement de phase. Ainsi, le LAMPS a déterminé les conditions de fonctionnement optimal des séchoirs modulaires et a proposé une méthode de dimensionnement du champ d'insolateur à air. Pour le séchoir serre, le laboratoire a procédé à une étude numérique et expérimentale des transferts de chaleur et de masse du séchoir et de l'unité de stockage de chaleur solaire dans des MCPs disposées sous la serre. Les enseignants-chercheurs ont mis en évidence l'importance du stockage de chaleur sur les performances thermiques du séchoir serre. Les travaux du LAMPS concernent également l'analyse du séchage intermittent sur les performances des séchoirs modulaires. Le séchage intermittent consiste à arrêter pendant le processus de séchage, de temps en temps, l'apport de chaleur aux produits à sécher. Ce mode de séchage contribue à réduire la durée de séchage et à améliorer la qualité du produit séché.

* Thèses en cours :

- Abraham TETANG FOKONE, *Modélisation des transferts de chaleur et de matière lors du séchage en régime intermittent des fruits à forte teneur en eau : application à la mangue Amélie.*

- Orawan AUMPORN, *Contribution à l'étude des performances d'un séchoir serre avec stockage de chaleur dans des matériaux à changement de phase.*

Séchoir à cacao à Saint Domingue © photo Wikimedia Commons





L'IRD s'intéresse aux jeunes générations

Les chercheurs de l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD) s'intéressent aussi bien à la diversité des larves et juvéniles de poisson, au recrutement du corail, qu'aux représentations que les enfants se font des écosystèmes coralliens.

Laboratoire IRD ENTROPIE
par Mehdi ADJEROUD
Directeur de recherche IRD

Persuadés que c'est par les générations futures qu'il sera possible de changer le monde de demain, les chercheurs de l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD) s'intéressent aussi bien à la diversité des larves et juvéniles de poisson, au recrutement du corail, qu'aux représentations que les enfants se font des écosystèmes coralliens ! Ces recherches s'inscrivent dans des actions menées dans l'Outre-Mer français et les pays du Sud, sur la conservation de la biodiversité et la gestion des ressources marines. Elles concernent notamment le développement de la connaissance patrimoniale, d'indicateurs de sensibilité et de résilience des systèmes ou des questions science-société avec les activités reliées aux usages ou la gouvernance des écosystèmes coralliens. Ces études sont réalisées dans différents chantiers de l'Indo-Pacifique, notamment dans le sud-ouest de Madagascar qui représente une zone « mythique » pour tout chercheur travaillant sur les récifs coralliens, le Grand Récif de Toliara ayant fait l'objet de recherches pionnières sur l'écologie des récifs coralliens. L'IRD possède des outils spécifiques pour l'aide au développement, tels que l'affectation sur site de chercheurs, des bourses de doctorants dédiées aux ressortissants du Sud, la mise en place de Jeune Equipe Associée à l'IRD (JEA) ou de labora-

toire mixte international (LMI). L'Institut Halieutique et des Sciences Marines (IH.SM) de l'Université de Toliara est devenu une référence dans la région et un partenariat étroit existe entre l'IH.SM et ENTROPIE depuis plus de 10 ans. La JEA ACOM (Aquaculture et gestion des écosystèmes CORalliens à Madagascar) créée en 2016 dans un contexte de mise en place d'aires marines protégées et d'alternatives économiques à la pêche est composée de trois enseignants-chercheurs malgaches, trois thésards et plusieurs étudiants en master et licence. Elle a pour objectif de contribuer à l'amélioration des connaissances sur les processus écologiques et la dynamique d'exploitation des ressources et de proposer une meilleure gestion des pêcheries récifales et conservation des écosystèmes coralliens, avec quatre thèmes :

1. la caractérisation des arrivées de larves de poissons à partir de captures à l'aide de pièges lumineux et le développement de modèles prédictifs de ces arrivées ;
2. l'étude de la reproduction et des processus de recrutement



" Apprendre la mer en jouant " - le contact direct avec l'environnement marin chez les enfants Vezo explique que les représentations du récif corallien passent par leur expérience quotidienne avec le récif. © Photo : G. Stoica.

- des coraux ;
3. l'identification des larves, juvéniles et adultes de poisson par *barcoding* ADN ;
4. l'étude de l'exploitation à fine échelle temporelle et spatiale basée sur un système de suivi par GPS embarqués sur les pirogues à voile.

En plus du soutien financier de l'IRD, la JEA a reçu les soutiens financiers du *Critical Ecosystems Partnership Fund*, de la Fondation Rufford, et du labex CORAIL. Deux étudiants en thèse bénéficient d'une allocation de recherche de l'IRD et doivent effectuer des séjours de plusieurs mois en France. H.

Jaonalison sera ainsi à Perpignan d'août à décembre 2018, rejoint en septembre 2018 par une étudiante en master 2 (L. R. Raharinaivo).

Parallèlement à ces études en écologie, différentes activités qui impliquent une collaboration entre les sciences de la nature et les sciences sociales sont menées afin d'enrichir les connaissances anthropologiques et écologiques sur les écosystèmes côtiers. Deux actions majeures ont été conduites à Madagascar depuis 2014, initiées grâce à une bourse postdoctorale en anthropologie de la Fondation de la Maison des Sciences de l'Homme et le labex CORAIL, et un projet européen mené à partir de l'île de la Réunion (projet RESOI) : l'étude des re-

La représentation du récif corallien s'explique par les croyances, les pratiques et la transmission des savoirs par la communauté locale et le milieu scolaire (Tanthena, 12 ans, école primaire d'Anakao au sud de Toliara), © Photo : G. Stoica.



présentations que les enfants se font du récif corallien, avant et après une campagne de sensibilisation sur la biodiversité, les perturbations et la gestion de l'écosystème corallien ainsi que la tenue d'une école d'été internationale sur la vulnérabilité du patrimoine récifal (reconduite en 2016 avec le soutien financier de l'IRD, l'Agence Universitaire de la Francophonie, le labex CORAIL et l'Initiative Française sur les Récifs Coralliens, IFRECOR). Plus de 40 étudiants ont participé à cette formation interdisciplinaire à l'IH.SM. Un doctorant en géographie (J.J. Manahirana), inscrit à l'Université de Toliara, mène actuellement sa thèse sur ces sujets dans le sud-ouest de Madagascar. Ces actions interdisciplinaires visent à contribuer au développement de solutions en gestion de l'environnement et à favoriser le transfert des connaissances des et vers les populations locales, gestionnaires, décideurs et ... générations futures.

Quels leviers une organisation publique peut-elle actionner lorsqu'elle doit faire face à de fortes tensions, particulièrement budgétaires et en emplois ?

Contrôle de gestion en univers contraint : faire davantage avec moins

Laboratoire MRM
par Benjamin BENOIT,
Maître de conférences UPVD

Le ministère des Affaires étrangères, acteur déterminant de l'aide française au développement...

Avec plus de 8 milliards d'euros par an (données 2016), la France est le 5ème contributeur mondial d'aide publique au développement. Les crédits du programme 209 « Solidarité à l'égard des pays en développement » - l'un des deux principaux programmes concourant à cette politique - relèvent du ministère de l'Europe et des affaires étrangères (MAE). Ce ministère régalien n'a pas échappé à la vague des réformes qui, depuis les années 1990, ont remodelé le panorama des administrations publiques dans un souci de modernisation de l'action publique, selon l'analyse de la « nouvelle gestion publique » (*New Public Management*). Institutions et opérateurs, confrontés à des difficultés de financement et à une tâche immense, doivent ainsi améliorer leurs modalités d'action.

Dans ce contexte de changements et avec la mise en œuvre en 2006 de la LOLF qui a introduit une démarche de performance pour améliorer l'efficacité des politiques publiques, le MAE a progressivement développé des dispositifs de contrôle de gestion (CDG). Nous avons analysé sur la période 2006-2015 celui qui concerne son réseau de coopération et d'action culturelle à l'étranger et apporté des éléments de réponse à la question suivante : quels leviers une organisation publique peut-elle actionner lorsqu'elle doit faire face à de fortes tensions, particulièrement budgétaires et en emplois ?

... a adapté ses dispositifs de gestion pour répondre aux contraintes financières...

En effet, depuis les années 2000, le réseau culturel est qualifié, notamment dans des rapports officiels, de réseau « en crise ». Centenaire mais méconnu du contribuable



français, il est devenu le premier réseau culturel au monde. Même si son rôle stratégique pour la France est toujours souligné et si ses agents ont vu au cours des dernières années leur mission s'élargir, il est frappant de constater que cette organisa-

Avec plus de 8 milliards d'euros par an (données 2016), la France est le 5ème contributeur mondial d'aide publique au développement.

tion, subissant de fortes restrictions budgétaires et en emplois, et ayant dû s'adapter à de nouvelles pratiques de gestion, parvient néanmoins toujours à remplir sa mission.

Il apparaît que la réponse à ces contraintes

s'est appuyée sur un assemblage de dispositifs de CDG visant à une meilleure maîtrise de sa gestion. Dans ce sens, on peut comprendre que la survie d'un réseau expert de la chose culturelle s'est paradoxalement réalisée au travers d'une nouvelle culture de gestion. Le MAE précise d'ailleurs ce qu'il entend par CDG : « Comme outil de pilotage le contrôle de gestion correspond au sens de "maîtrise" ». Mais comment parvenir à cette maîtrise et faire adhérer ses 6 000 agents à une nouvelle formalisation du travail ?

... en associant ses agents « managers-utilisateurs » au développement du contrôle de gestion

Des apports théoriques récents ont été mo-

bilisés pour comprendre le CDG sur-mesure du réseau culturel : il s'agit de l'*enabling control* (« contrôle capacitant » au prisme de nos analyses¹) (Adler et Borys, 1996 ; Ahrens et Chapman, 2004) et du cadre d'analyse étendu (Ferreira et Otley, 2009). Il en ressort que le choix opéré par les dirigeants du MAE a été d'associer les agents - que nous qualifions de « managers-utilisateurs » - à la mise en place des différents éléments du dispositif de CDG. Cela a été facilité par le dialogue entre animateurs, concepteurs et utilisateurs du CDG ainsi que le principe de rotations fréquentes (2 à 4 ans) qui permet aux agents de cumuler expériences de la centrale et connaissance des terrains. De la sorte, les éléments formant l'assemblage de maîtrise de gestion « capacitant » les agents dans leurs interactions avec les actions de CDG en activant les caractéristiques-clés capacitantes (transparences globale et interne, flexibilité et réparation).

Il en ressort également que la période étudiée est une période forte de réformes qui constitue un moment opportun pour étudier ces phénomènes selon une perspective managériale, par exemple en mettant l'accent sur la rencontre entre les technologies numériques et les démarches de CDG, thématique actuelle de la recherche en sciences de gestion [cf. chaire UPVD « Usages du numérique »]. Ainsi, le réseau culturel a su adapter et adopter son CDG, contribuant notamment à son unité et à sa mémoire organisationnelle. D'ailleurs, les réformes se poursuivent et l'analyse de la mise en œuvre et du développement d'un CDG capacitant ouvre la voie au renforcement de sa démarche de CDG.

¹Benoit, B. (2016). *Le contrôle capacitant. Le cas du réseau de coopération et d'action culturelle français à l'étranger*. Thèse de doctorat en sciences de gestion, CNAM Paris.



Les unités de recherche

Art-Dev : Acteurs, Ressources et Territoires dans le Développement, UMR 5281 CNRS-UPVD-UPVM-CIRAD-UM

Géographie : dynamiques des territoires, aménagement durable, urbains et ruraux, développement local dans les pays du Nord et du Sud.

BAE-LBBM : Biocapteurs Analyses, Environnement, équipe projet de l'USR 3579 CNRS-UPMC

Environnements : étude des impacts anthropiques sur la qualité de l'eau, biocapteurs et nouveaux outils analytiques.

CDED : Centre du Droit Economique et du Développement, EA UPVD 4216

Droit : droit privé (droit de la consommation et de la concurrence) et droit public (amélioration de la gouvernance administrative et scientifique).

CEFREM : Centre de Formation et de Recherche sur les Environnements Méditerranéens, UMR 5110 CNRS-UPVD

Géosystèmes et écosystèmes aquatiques : fonctionnement et évolution du continuum terre-mer sous l'effet du changement global.

CORHIS : Communication, Ressources Humaines et Intervention, EA UPVM-UPVD

Sociologie : communication, transformation et intervention sociale.

CRESEM : Centre de Recherches Historiques sur les Sociétés et Environnements en Méditerranées, EA 7397 UPVD

Histoire, histoire des arts, littérature, sociologie, droit comparé : histoire, arts et patrimoines des sociétés méditerranéennes.

CRIOBE : Centre de Recherches Insulaires et Observatoire de l'Environnement, USR 3278 EPHE-UPVD-CNRS

Récifs coralliens : étude de l'origine et du maintien de la biodiversité, de l'écologie chimique, de la chimie de l'environnement, de la caractérisation et des activités biologiques de nouveaux métabolites ainsi que du fonctionnement de l'écosystème. Implanté à Perpignan et à Moorea en Polynésie française.

DALI LIRMM : Digits, Architectures et Logiciels Informatiques, équipe projet de l'UMR 5506 CNRS-UM

Informatique : amélioration de la qualité numérique et de la haute performance des calculs.

ENTROPIE : Ecologie marine tropicale des océans Pacifique et Indien, UMR 9220 IRD-CNRS-UR

Récifs coralliens : écologie marine tropicale Indo-Pacifique. Fonctionnement des écosystèmes marins et insulaires tropicaux, leur évolution face aux forçages naturels et anthropiques à différentes échelles, spatiales et temporelles. Etude des processus évolutifs de la biodiversité marine tropicale de la région Indo-Pacifique. Implanté à Perpignan, Nouvelle Calédonie, Réunion, Indonésie et Madagascar.

FAiD : Fédération d'Aide pour le Développement, FED 4264 UPVD-IRD

Aide pour le développement : structure transversale à l'UPVD.

HNHP : Histoire Naturelle de l'Homme Préhistorique, UMR 7194 CNRS-MNHN-UPVD

Préhistoire : dynamiques des 1^{ers} peuplements humains, comportements des Néandertaliens et des Hommes anatomiquement modernes replacés dans leur contexte paléoécologique, paysages, archives sédimentaires, matériaux. Fouilles entre autres à la Caune de l'Arago : l'Homme de Tautavel -560 000 ans.

IHPE : Interactions, Hôtes, Pathogènes, Environnements, UMR 5244 CNRS-UPVD-IFREMER-UM

Biologie et écologie : écologie et évolution des systèmes hôte-parasite.

IMAgES-EspaceDev : Institut de Modélisation et Analyses en Géo-Environnement et Santé, équipe projet de l'UMR 228 IRD-UM-UAG

Environnements : acidification des océans, méthodes de modélisation.

LAMPS : Laboratoire de Mathématiques et Physique, EA UPVD 4217

Mathématiques et Physique : modélisation, analyse et simulations numériques avec applications à la mécanique, la chimie-physique et aux sciences de l'ingénieur.

LEPSA : Laboratoire Européen Performance, Santé, Altitude, EA UPVD 4640

Physiologie et physiopathologie : analyse des déterminants physiologiques et environnementaux de l'optimisation de la performance, ainsi que leurs conséquences sur la santé physique et mentale des sportifs. Situé à proximité du Centre national d'entraînement en altitude à Font-Romeu.

LGDP : Laboratoire Génome et Développement des Plantes, UMR 5096 CNRS-UPVD

Biologie : étude de l'organisation du génome des plantes et la régulation des gènes, plus particulièrement leur rôle dans le développement des plantes et leur adaptation aux stress biotique et abiotique.

MRRM : Montpellier Research in Management, EA 4557 UM-UPVM-UPVD-MBS

Economie et management : la production, la performance managériale, le tourisme.

PROMES : Laboratoire Procédés, Matériaux et Energie Solaire, UPR 8521 CNRS - convention UPVD

Energie solaire : solaire à concentration, matériaux et conditions extrêmes, conversion, stockage et transport de l'énergie. Implanté à Perpignan (Tecnosud), Odeillo (grand four solaire), Targassonne (Thémis, centrale solaire).



UNIVERSITÉ
PERPIGNAN
VIA
DOMITIA



Université de Perpignan Via Domitia
52 avenue Paul Alduy
66 860 Perpignan Cedex 9
33 (0)4 68 66 20 00
www.univ-perp.fr