

## Conférence internationale du CIRDES "ÉVOLUTIONS DÉMOGRAPHIQUES ET CHANGEMENTS CLIMATIQUES : IMPACTS SUR LES MALADIES À TRANSMISSION VECTORIELLE EN AFRIQUE DE L'OUEST"

24-27 Novembre 2008, Ouidah (Bénin)

Cette conférence organisée par le Centre international de recherche-développement sur l'élevage en zones sub-humides (CIRDES) à l'Institut régional de santé publique (IRSP) de Ouidah, au Bénin, avec le soutien de la Société française de parasitologie, s'est tenue sous le signe de l'interdisciplinarité. Elle a en effet réuni plus de 100 chercheurs/enseignants climatologues, démographes, géographes, sociologues, économistes, écologues, biologistes, botanistes, entomologistes, vétérinaires et médecins parasitologues... Outre la participation de chercheurs des Instituts de recherche du sud et du nord, étaient également présentes les Institutions internationales impliquées dans ces thématiques (FAO, OMS, AIEA, OIE, UEMOA, OOAS, coopération française), et les étudiants de la dernière promotion du Master international d'entomologie, co-développé par les universités d'Abomey-Calavi et de Montpellier 2.

Pour le Professeur A.S. Gouro, Directeur général du CIRDES, il s'agissait :

- d'apprécier l'importance des changements démographiques et climatiques en Afrique de l'Ouest et d'en extraire des projections pour les années à venir;
- de mesurer l'impact de ces changements sur les paysages et donc sur les insectes vecteurs d'agents pathogènes (parasites, virus, bactéries) aux animaux et à l'homme;
- de proposer des mesures politiques permettant d'atténuer les effets néfastes de ces changements;
- de définir des axes prioritaires de recherche;
- de créer un réseau d'échanges scientifiques et techniques dans le domaine.

Un objectif ambitieux, s'il en est, et les conférences inaugurales ont bien assis l'importance de la problématique.

Au plan démographique, J.P. Guengant (IRD, Burkina Faso) a rappelé que là où l'Europe et la Chine ont connu une multiplication de leur population par quatre en quatre siècles (de 1500 à 1900), l'Afrique de l'Ouest l'a connue en 50 ans, pour atteindre 240 millions d'habitants en 2000, avec une projection moyenne de 617 millions en 2050. Ce "rattrapage démographique" est

responsable d'importants problèmes de transitions – il faut entendre ici de nécessaires révolutions – en termes notamment de production agricole, de contrôle des zoonoses, de fécondité, d'éducation et de scolarisation... Sur ces derniers points, si la partie semble gagnée en Amérique latine et en Asie, où le nombre moyen d'enfants par femme est de 2,5, il reste de l'ordre de 5 à 6 en Afrique. Un consensus se dégage pour dire que l'éducation (jusqu'au niveau du secondaire pour les filles), l'urbanisation, le travail des femmes sont des leviers de la "transition de la fécondité", sachant qu'il faut une quarantaine d'années pour arriver à un ensemble de femmes de 15 à 49 ans convenablement éduquées et maîtrisant leur fécondité (contraception) pour 60 à 70 % d'entre elles...

Pour J.P. Guengant, il demeure que les principaux facteurs d'un développement maîtrisé sont la diminution de la dépendance économique, la scolarisation universelle en primaire et son développement en secondaire, la liberté des femmes de choisir en matière de fécondité, d'emploi, de responsabilités privée et publique. Et s'il ne s'agit pas d'imposer quoi que ce soit aux populations, il importe de passer rapidement à des politiques proactives dans ces domaines, avec des objectifs chiffrés. Mais il existe bien d'autres facteurs susceptibles de modifier les projections actuelles (bouleversements climatiques, crises alimentaires, grandes endémies, conflits, exodes, capacités d'adaptation et de résilience des populations, émigration...) qui permettent de dire que le paysage démographique de l'Afrique à l'horizon 2050, et même 2030, n'est pas joué.

B. Boulès (IRD, Bénin) a précisé que les changements climatiques qui affectent notre planète depuis plusieurs décennies sont désormais bien établis au sein de la communauté scientifique internationale. Cependant, la responsabilité des activités humaines dans ces changements récents ne semble pas encore faire l'unanimité. Après avoir rappelé les mécanismes généraux du climat et de sa variabilité, et fait un état des lieux des changements récents et de leurs causes, il a centré son propos sur l'Afrique de l'Ouest et plus précisément sur le programme AMMA 2002-2010 (Analyse multidisciplinaire de la mousson africaine). Ce programme, motivé notamment par le déficit pluviométrique observé de 1970 à 2000, a plusieurs objectifs : améliorer la compréhension de la dynamique de la mousson et du cycle de l'eau, ainsi que leurs variabilités en Afrique de l'Ouest, et développer un système de suivi à long terme (satellite, réseaux au sol); définir des stratégies pour utiliser ces observations et en extraire des modèles à des fins

d'applications (ressources en eau, alimentation, santé...); développer des actions de formation pour les décideurs des pays africains et des institutions internationales. Pour ce qui est des maladies transmissibles, une étude de l'impact des paramètres climatiques sur l'abondance des principaux vecteurs du paludisme en zone soudano-sahélienne, menée dans le cadre de ce programme, confirme la forte influence des précipitations sur le nombre de moustiques et leur persistance, et note la réapparition d'*Anopheles funestus* à partir de 1999, alors qu'il avait quasiment disparu dans les années 1970 (Louvet, 2008). Une autre étude appuie le fait que la sécheresse et l'harmattan, chargé de poussière, qui l'accompagne favorisent la propagation du méningocoque et, *a contrario*, que l'humidité réduit le risque de transmission (Chapello & Sultan, 2008). Le suivi de l'indice de poussière atmosphérique (épaisseur optique) s'avère ici important pour la prise de mesures de prévention de la méningite qui est endémique depuis 1980 en Afrique de l'Ouest où elle touche de 25 000 à 200 000 personnes selon les années, dont 10 % de cas mortels.

Plus généralement, en termes d'interactions climat/impacts sociétaux, s'il est pour l'instant difficile de fournir un scénario d'évolution climatique sur cette région, l'analyse de l'ensemble des données fournies par l'AMMA devrait permettre d'améliorer les simulations et les prévisions. Un programme AMMA-2 (2010-2015) est en préparation.

Au cours de sa conférence intitulée "*Climate change, globalisation and area-wide integrated pest management*", M. Vreysen (*International atomic energy agency*, Autriche) a rappelé que dans un monde qui compte 3,7 milliards de malnutris, plus de 10 000 espèces d'insectes et autres nuisibles qui affectent les récoltes et le cheptel sont combattus par l'application annuelle de trois millions de mètres cube de pesticides, pour un coût de 35 milliards de dollars. On en connaît les conséquences délétères en termes de présence de résidus de pesticides dans les aliments, de pollution de l'environnement et de sélection d'espèces résistantes... Dès lors, une demande pressante de méthodes de lutte, à la fois efficaces, mieux ciblées et plus "propres", s'élève. Dans ce contexte, les AW-IPM (*Area-wide integrated pest management*), qui consistent à cibler la totalité d'une population d'insectes nuisibles dans une zone bien circonscrite, sont dans nombre de situations à la fois efficaces et plus respectueuses de l'environnement. L'une de ces méthodes consiste à recourir à la dispersion dans le milieu d'insectes préalablement stéri-

lisés (*Species-specific sterile insect technique* – SIT). Celle-ci est particulièrement adaptée en cas d'invasion d'une zone pas trop étendue par une faible densité d'insectes nuisibles. Elle a fait la preuve de son efficacité pour contrer les ravages de papillons sur des pommiers en Nouvelle-Zélande et sur des cactus aux États-Unis, et pour prévenir l'invasion par la mouche méditerranéenne des vergers de Floride et de Californie. Elle a également permis d'éliminer la tsé-tsé *Glossina austeni* de l'île de Zanzibar, et elle a été appliquée avec succès par le CIRDES de Bobo-Dioulasso contre les tsé-tsé ouest-africaines.

### Méthodes d'étude et impacts des changements démo-climatiques sur les paysages favorables aux vecteurs

Cette session a débuté avec une conférence de G. Duvallet (CEFE, Université Montpellier III) intitulée "Vecteurs, paysages et changements planétaires : enjeux pour la société et défis pour les scientifiques". Les dégâts occasionnés par les insectes aux cultures et aux élevages sont bien connus, comme leur rôle dans la transmission de maladies en tant que "simples" transporteurs d'agents pathogènes pour l'homme et les animaux, ou parce qu'ils sont hématophages et donc potentiellement vecteurs biologiques ou mécaniques de ces pathogènes.

On recense 14 600 espèces d'arthropodes (insectes et acariens) hématophages dont 2 à 3 % sont vecteurs de pathogènes pour l'homme ou les animaux domestiques; et l'auteur de rappeler que les insectes ont tué beaucoup plus d'hommes que toutes les guerres réunies, mais qu'il faut ne pas oublier leur utilité (pollinisation) : "*Si les abeilles venaient à disparaître, l'Homme n'aurait plus que quatre années à vivre*" (A. Einstein). Ces insectes sont doués de grandes facultés d'adaptation, et l'on peut supposer que le réchauffement climatique aura des répercussions sur leur distribution latitudinale et altitudinale, sur leurs périodes d'activité au cours de l'année, leur longévité, leur densité et aussi sur la durée d'incubation des agents pathogènes. Quelques exemples : *Aedes albopictus* (vecteur du virus du Chikungunya) récemment implanté en France; épidémie à virus West Nile aux États-Unis et en France; *Culicoides* responsables de l'extension de la fièvre catarrhale ovine (*blue tongue*) en Europe...

L'anthropisation du milieu (déforestation au profit de nouvelles terres cultivables, urbanisation, "pollutions"... ) est également à prendre en compte; elle concourt, avec les changements climatiques, à une modification de la répartition des espèces vivantes.

Des pistes de recherche sont ouvertes pour étudier la façon dont l'homme influe sur la biodiversité, avec des conséquences sérieuses possibles dans les domaines de la santé humaine et animale. Il est souhaitable que des moyens humains et financiers conséquents soient octroyés pour développer ces thématiques de recherche d'importance majeure et d'actualité pour les sociétés du Nord et du Sud. Dans ce contexte de changements planétaires, la demande sociétale adressée tant aux politiques qu'aux chercheurs est très forte.

Pour ce qui concerne les maladies à transmission vectorielle, les disciplines scientifiques en jeu sont multiples (systématique, écologie, génétique des populations, génomique et post-génomique, épidémiologie...); elle doivent s'exprimer avec une volonté d'ouverture pluridisciplinaire (sociologie, géographie, climatologie, sciences de l'ingénieur...) et de travail en réseau (rapprochement des entomologistes médicaux et vétérinaires, des cliniciens, des épidémiologistes et des écologues...).

Les communications rapportées ci-dessous ont illustré plus avant le propos.

La plasticité génétique d'*Anopheles gambiae* – principal vecteur du paludisme en Afrique sub-saharienne – lui permet “d'exploiter” de manière optimale les changements environnementaux générés par l'activité humaine : déforestation, irrigation, urbanisation... Ce potentiel adaptatif est en grande partie lié à la présence d'inversions chromosomiques polymorphes. Mais si les nombreuses données de cytogénétique suggèrent un rôle probable de ces inversions dans l'adaptation d'*An. gambiae* à son environnement, aucun lien causal n'a jamais été établi et rien n'est connu quant aux mécanismes qui régissent ces interactions gènes-environnement. F. Simard (IRD-IRSS, Bobo Dioulasso) a présenté les travaux menés depuis 2005 par l'IRD sur des populations naturelles d'*An. gambiae* du Cameroun et du Burkina Faso. La recherche de gènes candidats fait appel aux techniques les plus récentes de la biologie moléculaire et de la génomique en complément de la cytogénétique, et l'identification précise des stimuli environnementaux aux récents développements de la géomatique et de l'analyse des données écologiques. Les études ont permis une analyse moléculaire de certaines de ces inversions et de fournir de nouveaux outils d'identification, d'investigation et d'analyse du polymorphisme chromosomique de ce vecteur.

Les variations climatiques modifient profondément les caractéristiques physico-chimiques et biologiques des

écosystèmes aquatiques, et c'est principalement sur les milieux superficiels (petits barrages, mares) que l'impact est le plus sensible. J.N. Poda (IRSS/CNRST, Ouagadougou) a présenté une étude portant sur l'impact de ces variations sur la dynamique de deux populations d'hôtes intermédiaires des bilharzioses de l'homme et du bétail domestique dans deux biotopes aquatiques situés en zone soudanienne du Burkina Faso. Durant trois ans (1990-1992), l'influence de quatre paramètres physico-chimiques (pH, température, conductivité de l'eau, pluviométrie) sur la dynamique des populations de *Bulinus truncatus rohlfsi* dans un petit barrage et de *Bulinus senegalensis* dans une mare temporaire a été étudiée. Si dans les deux cas la disponibilité en nutriments et les actions anthropiques sont des facteurs amplificateurs de la dynamique des populations des mollusques, il a été observé un modèle de transmission parasitaire différent pour chacun d'eux.

Une étude portant sur l'influence de la température sur le développement des deux sous-espèces de la puce du chat *Ctenocephalides felis strongylus* et *C. felis felis* a été présentée par K.P. Yao (UFR Biosciences, Abidjan). La première prédomine en Afrique sub-saharienne. Son cycle de développement est relativement plus court pour des températures élevées que pour celles basses, avec une humidité relative de  $75 \% \pm 5$ . L'ensemble des données recueillies sur sa biologie permet d'envisager des stratégies de lutte beaucoup plus efficiente en Afrique.

L'objectif de l'étude effectuée en Côte d'Ivoire et présentée par T. Brou (Université d'Artois, Arras et IRD, Montpellier) était de mettre en évidence l'impact de la variabilité climatique et de l'action anthropique sur les dynamiques paysagères, d'une part, et de montrer les risques d'émergence de maladies infectieuses dans un nouveau contexte environnemental (anthropisation), d'autre part. Ce second volet s'appuie sur l'exemple de l'ulcère de Buruli, dû à *Mycobacterium ulcerans*, et qui se manifeste par une destruction étendue de la peau et des tissus mous, le plus souvent au niveau de la jambe ou du bras (déclaré maladie émergente par l'OMS, 1998). À partir de méthodes géostatistiques, il a été mis en évidence une augmentation rapide et significative de son taux de prévalence à l'approche des barrages hydro-agricoles, comparativement à ce qui est observé dans la périphérie des îlots forestiers. Une étude comparable se poursuit en Guyane Française où sont recensés 95 % des cas du continent sud-américain.

L'étude présentée par N. Sogoba (MRTC/FMPOS, Bamako) met en lumière l'influence du climat sur la transmission du paludisme et l'abondance et la composition de ses vecteurs au Mali. Ainsi, sur une période et en un endroit donnés du Mali, la prévalence du paludisme est étroitement corrélée à l'abondance d'*An. gambiae* : prévalence élevée avant 1980, basse durant la période de sécheresse de 1981 à 1990, et s'accroissant avec le retour d'une pluviométrie plus abondante de 1991 à 1994. En revanche, il n'a pas été observé de différence significative au regard des fréquences relatives des espèces et sous-espèces d'*An. gambiae* s.l. Ces résultats ont bien sûr une retombée directe en matière de politiques de contrôle et de prévention du paludisme.

“*Les indicateurs biologiques permettent d'évaluer l'état de l'environnement, prévoir les changements futurs et de diagnostiquer les problèmes écologiques*” (Dale & Beyeler, 2001). La communication de J. Bouyer (CIRDES, Bobo-Dioulasso) a traité de ce thème dont on mesure l'importance face aux changements climatiques et démographiques. Mais quelles sont les qualités attendues d'un bioindicateur ? Elles se déclinent en quatre points :

- être facilement mesurable (pratique, peu coûteux);
- répondre précocément à un stress de l'écosystème (dégradations naturelles ou anthropiques) de façon sensible, peu variable, connue et prédictible;
- prédire des changements que l'on peut prévenir par des actions de sauvegarde;
- être intégratif.

Ici, les densités apparentes de certaines familles d'insectes peuvent permettre de mesurer l'impact des pratiques locales (chasse, coupe de bois, pâturage, culture traditionnelle, culture intensive) et/ou des contraintes climatiques sur l'environnement. Les familles d'insectes bioindicateurs utilisées – papillons (Nymphalidae) et coléoptères frugivores (Cetoniidae) – occupent des strates trophiques variées et leur observation combinée permet une caractérisation satisfaisante de la santé de l'écosystème. La comparaison des activités anthropiques au niveau de transects peut permettre d'ordonner ces activités par impact environnemental croissant, alors que la comparaison des zones naturelles entre sites à contraintes climatiques différentes peut permettre de mesurer l'impact du climat, et donc de suivre les évolutions climatiques potentielles et d'en prévoir les retentissements sur les maladies à transmission vectorielle.

Au terme de cette première session, A. Bricout (IRD, Marseille) a présenté le projet de Recherches interdisciplinaires et participatives sur les interactions entre les

écosystèmes, le climat et les sociétés en Afrique de l'Ouest (RIPIECSA). Il s'agit d'un fonds de solidarité prioritaire (FSP) du Ministère français des affaires étrangères, dont la mise en œuvre a été confiée à l'AIRD (Agence inter-établissements de recherche pour le développement). Ce projet, d'un montant de 3,5 millions d'euros pour une durée de quatre ans (2007-2010), vise à promouvoir des recherches interdisciplinaires réunissant les décideurs et les acteurs économiques et sociaux, et à renforcer les capacités des chercheurs ouest-africains. Il finance actuellement 25 projets de recherches interdisciplinaires associant les sciences du climat, de la vie et sociales. Il s'agit d'appuyer les centres de recherche ouest africains par la formation des équipes, le renforcement des outils de modélisation, la mise en commun des données, et de faciliter leur insertion dans des réseaux de recherche internationaux.

#### **Impacts des changements démo-climatiques sur les tsé-tsé et les trypanosomoses**

Dans sa conférence introductive à cette session, F. Courtin (IRD/CIRDES, Bobo-Dioulasso) a montré comment les évolutions démographiques et climatiques observées en Afrique de l'Ouest ont influé sur le complexe pathogène des trypanosomoses transmises par les glossines. En l'espace d'un siècle, ces évolutions – augmentation de l'action anthropique et épisodes de sécheresse – ont fortement contribué à faire glisser vers le sud la limite nord des tsé-tsé et probablement à réduire leur densité et leur aire de distribution en dessous de cette nouvelle limite. La trypanosomose humaine africaine (THA) ne sévit plus aujourd'hui qu'en zone de forêt et de mangrove. On assiste au recul de *Glossina morsitans submorsitans*, vecteur des trypanosomoses animales, du fait de la destruction du couvert végétal. Pour autant, les glossines et les trypanosomoses ne sont pas amenés à disparaître en Afrique de l'Ouest dans un futur proche en raison des importantes facultés d'adaptation de certaines espèces de glossines, telle *G. palpalis* qui arrive à survivre en milieu urbain, posant la question du développement de foyers urbains de THA dans les années à venir.

L'action du climat est beaucoup plus difficile à mettre en évidence, car elle se situe la plupart du temps à une échelle d'observation spatio-temporelle différente de l'action anthropique. Les deux phénomènes sont pourtant liés, car si les changements climatiques peuvent agir sur le peuplement humain (e.g. sécheresse durable qui provoque des migrations de population), les hommes peuvent également agir sur le climat (dégradation de l'environnement, effet de serre).

L'étude des facteurs humains et environnementaux dans l'espace et dans le temps, corrélée à celle des trypanosomoses et de ses vecteurs, devra mettre en évidence des combinaisons spatiales capables d'expliquer la présence/absence de la maladie dans le but de proposer des scénarios d'épidémisation/extinction qui serviront d'aide à la décision pour les programmes internationaux de lutte (cf. *Pan african tsetse and trypanosomiasis eradication campaign* – PATTEC, OMS) pour prioriser les zones d'intervention médicale et de lutte antivectorielle. Cette communication, ainsi que les deux suivantes, font l'objet d'articles dans ce numéro de *PARASITE*, vol. 16, n° 1, mars 2009.

Dans son exposé consacré à l'impact de la dynamique de peuplement sur la distribution des glossines et des trypanosomoses dans la boucle du Mouhoun, au Burkina Faso, J. Rouamba (IRD/CIRDES, Bobo-Dioulasso) a indiqué que si la THA semble avoir disparu de cette région après quelques soubresauts dans les années 1970, la trypanosomose animale africaine (TAA) continue, elle, de sévir. Afin de mieux comprendre cette évolution, des enquêtes de terrain (recensement, prospection médicale, entretiens, enquêtes entomologiques) ont été menées pour définir le complexe pathogène actuel des trypanosomoses et le comparer à celui décrit un siècle plus tôt. L'objectif est de faire ressortir les facteurs humains qui ont influencé les prévalences des trypanosomoses et la distribution des glossines. Si au début du XX<sup>ème</sup> siècle ce sont les trypanosomoses qui, par leur morbidité et leur mortalité chez les hommes et les animaux, ont conditionné le peuplement humain, c'est aujourd'hui l'inverse : l'intensité du peuplement humain, par son impact sur le paysage, conditionne la répartition des vecteurs et des trypanosomoses. L'exemple de l'évolution paysagère dans la région de Douroula, obtenue à partir de l'analyse de photographies aériennes prises en 1952, 1981, 2007, montre l'évolution de ce peuplement qui aboutit aujourd'hui à la dégradation du couvert végétal et du sol, à la disparition de la faune sauvage, à la réduction de l'espace de vie des glossines, et à la disparition de *Glossina morsitans submorsitans*, vecteur de trypanosomes pathogènes pour les animaux. La lutte menée par les médecins coloniaux (E. Jamot, G. Muraz, P. Richet...) qui a contribué à l'élimination du réservoir humain de parasites, et les évolutions démographiques et leurs conséquences, expliquent probablement l'évolution divergente des prévalences humaine (disparition de la THA de cette zone) et animale (maintien des TAA et de leurs pertes économiques). La prise en compte de telles observations et des études menées

dans d'autres régions devraient permettre de délimiter des zones d'intervention prioritaires contre les trypanosomoses et leurs vecteurs dans un contexte d'élimination des trypanosomoses au niveau international.

Des enquêtes entomologiques sur l'abondance des tsé-tsé couplées à une analyse phyto-sociologique ont été menées dans la zone de Folonzo au sud du Burkina Faso, sur la rivière Comoé. L'étude rapportée par J.B. Rayaissé (CIRDES, Bobo-Dioulasso) avait pour objectif de comparer l'abondance et la diversité des espèces de glossines dans une zone protégée et une zone non protégée, grâce à quatre transects composés chacun de quatre pièges réalisés depuis la rivière Comoé jusqu'à la savane, en passant par la galerie forestière. Les densités ont également été comparées avec celles obtenues dans les mêmes lieux en 1980. Sur chacun des transects, une description de la flore a été faite, incluant toutes les espèces situées dans un rayon de dix mètres autour de chaque piège.

L'étude phyto-sociologique fait ressortir une très grande homogénéité floristique entre les transects, particulièrement pour la forêt dense, la savane montrant une certaine hétérogénéité. L'anthropisme n'apparaît guère, et il n'y a pas une forte différence entre la zone protégée et celle qui ne l'est pas.

L'enquête entomologique révèle la présence de quatre espèces de glossines : *Glossina tachinoides* (74,4 %), *G. morsitans submorsitans* (19,3 %), *G. palpalis gambiensis* (4,3 %) et *G. medicorum* (2 %). Une différence nette s'observe entre la zone non protégée, où la densité moyenne est de 13 glossines par piège et par jour, contre 52, 66 et 41 glossines/piège/jour respectivement sur les transects 1, 2 et 3 situés dans la zone protégée. La différence est particulièrement importante pour *G.m.s.* qui régresse très fortement dans la zone non protégée. Cette régression s'explique probablement par la diminution de la faune sauvage hors de la zone protégée et est extrapolable à l'ensemble du pays où cette espèce est en net recul. La comparaison des densités de la zone protégée avec celles obtenues en 1980 montre une diminution générale des densités des tsé-tsé, y compris riveraines.

L'impact des précipitations annuelles sur l'aire de distribution des glossines riveraines au Burkina Faso a été exposé par L. Guerrini (CIRAD/CIRDES, Bobo-Dioulasso). La distribution des glossines, vecteurs cycliques des TAA, dépend principalement de contraintes climatiques et anthropiques locales (i.e. de l'état de dégradation de la végétation ripicole).

Les principaux vecteurs des TAA en Afrique de l'Ouest sont *Glossina palpalis gambiensis* et *G. tachinoides* qui affectionnent la végétation riveraine des cours d'eau, et *G. morsitans submorsitans*, espèce de savane. Les densités des glossines riveraines sont principalement liées à la présence et la qualité de l'habitat forestier. En revanche, celles de *G.m.s.* dépendent plus du niveau de dégradation des savanes et de la disponibilité des hôtes sauvages.

Au niveau du bassin du Mouhoun au Burkina Faso, on observe une descente des isohyètes d'une centaine de kilomètres vers le sud, correspondant à des diminutions pluviométriques de plus de 100 mm entre les périodes 1970-1980 et 1980-1990. L'étude s'est donc penchée sur l'évolution de la distribution des glossines entre 1979-1980 (Küpper *et al.*) et 2000-2006.

Aucune réduction de l'aire de répartition de *G.p.g.* et de *G.t.* n'a été observée dans cette région. En revanche, *G.m.s.* a disparu du bassin du Mouhoun, mais il est difficile de distinguer l'impact respectif du climat de celui des dégradations locales (notamment raréfaction des hôtes préférentiels). Ces résultats confirment la prépondérance des facteurs microclimatiques (liés aux formations végétales et leur niveau de dégradation) sur les facteurs macroclimatiques pour expliquer la distribution de ces vecteurs.

Les observations de l'étude rapportée par M.T. Seck (ISRA, Dakar) au Sénégal rejoignent celles de l'étude précédente : les densités des glossines riveraines *G. palpalis gambiensis* sont principalement liées à la présence et la qualité de l'habitat forestier ou de son équivalent anthropisé (les plantations d'arbres fruitiers); en revanche, celles de *G. morsitans submorsitans* dépendent plus du niveau de dégradation des savanes et de la disponibilité des hôtes sauvages.

Le long de la côte sénégalaise, on observe une descente des isohyètes d'une centaine de kilomètres vers le sud, correspondant à des diminutions pluviométriques de plus de 100 mm entre 1970-1980 et 1980-1990. Dans ce contexte, la limite Nord de *G.p.g.*, seule espèce concernée par l'étude, n'a pas changé, mais cette dernière a disparu de la Petite Côte, située plus au sud, en raison de la disparition de la végétation forestière favorable. Là aussi, ces résultats confirment la prépondérance des facteurs microclimatiques sur les facteurs macroclimatiques pour expliquer la distribution de ces vecteurs.

Les effets de la pression démographique sur la répartition des glossines et l'évolution de la THA en milieu

urbain et périurbain de Kinshasa (RDC) ont été rapportés par P. Mansinsa Diabakana (PNLTHA, Kinshasa). En l'espace de sept ans, deux espaces centraux urbains ont été débarrassés des glossines (et cela sans lutte antivectorielle notoire) avec une diminution progressive de la prévalence de la THA. En revanche, dans deux espaces périurbains, la réduction de l'espace occupé par les glossines a plutôt favorisé le contact homme-vecteur pour conséquence l'augmentation du risque de transmission de la maladie du sommeil, avec plusieurs milliers de cas de THA signalés dans et autour de cette ville. Ceci est inquiétant dans une mégalopole de 7,5 millions d'habitants qui connaît un afflux de populations (fuyant notamment des zones de conflits où la THA est présente) et dans sa périphérie une explosion d'élevages de porcs (avec leur cortège de glossines).

La communication de M.L. Dia (CNERV, Mauritanie) a traité d'un sujet qui soulève nombre d'interrogations et inquiétudes : la transmission mécanique des trypanosomes animales. Rappelons que la transmission mécanique est définie comme "*le transfert d'agents pathogènes à partir d'un hôte infecté ou d'un substrat contaminé vers un hôte sensible; transfert pour lequel il n'y a pas d'association biologique (cycle) entre le pathogène et le vecteur... Transmission qui peut être assurée par des arthropodes, des oiseaux, des rats ou d'autres animaux, et même par l'homme, au cours de campagnes de prophylaxie par exemple*" (document CIRDES/CIRAD/SLCT, 2005).

Les tabanidés sont des diptères cosmopolites; on les rencontre dans tous les sites écologiques : savane, bord de rivière, de mer ou de mare, et forêt. Si les sécheresses engendrées par l'évolution climatique sont défavorables aux glossines, du fait de la dégradation locale de la végétation, elles ont peu d'effet sur les tabanidés; elles pourraient même renforcer le caractère saisonnier de la distribution temporelle de certaines espèces et ainsi provoquer des pics d'abondance très intenses. Outre leur nuisance directe (douleur de la piqûre, spoliation sanguine, dérangement des animaux), ils transmettent des agents pathogènes dont les trypanosomes. Au Sahel et dans les secteurs de faible pression glosinienne, on observe des foyers de trypanosomoses du bétail qui ne s'expliquent pas par la présence de glossines. Partant de ces observations, les auteurs ont étudié le rôle potentiel des tabanidés dans la transmission de la trypanosomose. Des expériences conduites au Burkina Faso, dans un parc protégé par une moustiquaire où furent placées deux génisses expéri-

mentalement infectées par *Trypanosoma vivax* ou par *T. congolense* et huit génisses naïves, ont permis de mettre en évidence un taux d'incidence élevé de *T. vivax* avec *Atylotus agrestis* (63 % en 20 jours) et *A. fuscipes* (75 %). Avec *T. congolense*, l'incidence de la transmission par *A. agrestis* a été de 25 %.

Le rôle relatif des tabanidés dans la transmission des trypanosomoses doit donc être reconsidéré malgré les difficultés d'établir l'importance réelle de la transmission mécanique dans les zones à glossines. L'élimination de celles-ci pourrait ne pas être suffisante pour venir à bout des trypanosomoses du bétail dans les secteurs où une transmission mécanique efficace se mettrait en place ; ces conditions sont étroitement liées au taux de parasitémie des hôtes et à l'abondance des vecteurs. Des études prédictives sont souhaitables à l'aide d'un modèle mathématique en cours de développement.

La communication de B. Dao (CIRDES, Bobo-Dioulasso) a traité des trypanosomoses et des babésioses transmises par les mouches tsé-tsé et les tiques au Togo. Les connaissances anciennes et nouvelles relatives aux changements démographique, agricole et climatique, et aux vecteurs et parasites transmis ont été compilées puis analysées dans un système d'information géographique (SIG). Il ressort qu'aucun cas de maladie de sommeil n'a été signalé depuis 1996 et que très peu de données sur les maladies à tique ont été recueillies. Cependant, on observe une prévalence élevée des babésioses dans les trois régions nord du pays.

En clôture de cette session, G. Cecchi (FAO, Rome) a présenté les dernières données concernant la distribution de la THA en Afrique de l'Ouest. Dans le cadre du PAAT (*Programme against african trypanosomiasis*), un atlas de la THA en Afrique est en cours de constitution par l'OMS et la FAO. Les données sont recueillies auprès des États, des instituts de recherche et des ONG. L'intérêt de disposer *in fine* de données globales est évident dans la perspective d'un suivi de la distribution de la THA selon les évolutions démographiques et climatiques.

### **Impacts des changements démo-climatiques sur les autres maladies à vecteurs**

En préambule à cette troisième session, R. Lancelot (CIRAD, Montpellier) a présenté le projet EDEN (*Emerging diseases in a changing European environment*) de la Commission européenne, qui est une approche intégrée des risques d'émergence de maladies à transmission vectorielle dans les écosystèmes européens.

Coordonné par le CIRAD, il implique 80 équipes provenant de 49 partenaires et 24 pays d'Europe, d'Afrique et du Moyen-Orient. Ses objectifs sont :

- de caractériser les écosystèmes les plus exposés aux risques d'émergence ;
- d'aborder une gamme de maladies permettant une vision globale du risque d'émergence ;
- d'établir les bases d'une politique de surveillance et d'alerte précoce contre ces maladies.

Le projet EDEN est organisé en sous-projets correspondant à des maladies modèles :

- maladies endémiques en Europe, transmises par des tiques ou des rongeurs (*i.e.* encéphalite, borréliose de Lyme...);
- leishmaniose, en extension vers le nord de l'Europe à la faveur du réchauffement climatique ;
- fièvre West Nile et fièvre de la Vallée du Rift, endémiques en Afrique sub-saharienne avec des risques épidémiques pour la Méditerranée et l'Europe ; ces maladies sont également étudiées en Afrique pour comprendre les liens entre écosystèmes distants ;
- paludisme, éradiqué d'Europe, mais où les vecteurs sont toujours présents.

La transposition de cette démarche en Afrique permettrait une synergie entre équipes mobilisées sur des objectifs spécifiques : paludisme, arboviroses, trypanosomoses...

Les communications qui ont suivi ont fait état de recherches sur l'épidémiologie de plusieurs de ces maladies en Afrique, et pour certaines de leur extension plus au nord.

La fièvre de la Vallée du Rift (FVR) est une zoonose due à un virus appartenant au genre *Phlebovirus* et véhiculée aux ruminants et à l'homme par des arthropodes, en particulier les genres *Aedes* et *Culex* ; il existe également une transmission directe *via* les produits animaux. En Mauritanie, des cas humains mortels (forme hémorragique) ont été observés, principalement chez des éleveurs, au cours de deux épizooties de FVR, en 1987 (300 décès) et en 1998 (six décès). Chez l'animal, la maladie peut également être létale, mais elle est surtout abortive, causant d'importants préjudices économiques. B. Ould El Mamy (CNERV, Nouakchott) a exposé la pertinence d'un système de surveillance épidémiologique en ayant recours à des troupeaux sentinelles de petits ruminants, mis en place à partir de 2000 dans les zones considérées à risque. Ainsi, entre 2000 et 2006, 2424 sérums de ruminants ont été analysés dont 61 se sont révélés positifs en anticorps IgM, témoins d'une circulation récente du virus (moins de trois

mois). Cette circulation virale a été révélée entre 2002 et 2006, avec un pic très marqué au cours de l'année 2003, mais elle n'a été associée à aucun symptôme clinique apparent pendant la période de suivi. Les animaux positifs en IgM sont principalement les plus jeunes (1 à 4 ans) (51 sur 61). Ces données n'ont pas permis d'établir l'ensemble des facteurs prédisposant à cette circulation virale. L'augmentation de la pluviométrie semble jouer un rôle, mais elle n'est pas le seul facteur déterminant.

Si au Kenya la relation entre la circulation du virus et les années à forte pluviométrie faisant suite à des années relativement sèches a été prouvée, il est peu probable que ce schéma épidémiologique s'applique aux régions désertiques ou sahéliennes. Au Sénégal, l'étude rapportée par J.A. Ndione (CSE, Dakar-Hann) a permis de corrélér un profil de saison des pluies avec des poussées de FVR survenues depuis 1993, *i.e.* des saisons qui se terminent avec un pic pluviométrique précédé d'une accalmie assez longue, ayant entraîné par endroits l'assèchement des mares avant leur remise en eau. Ce profil de saison des pluies est "épidémiologiquement dangereux" en maintenant à un niveau élevé les populations de *Culex* et en favorisant l'éclosion des œufs d'*Aedes*. Ici, la variabilité intra saisonnière de la pluviométrie serait plus à prendre en compte que le cumul annuel des précipitations.

En Europe, l'étude du risque d'émergence des fièvres récurrentes à tique (FRT) du fait des changements climatiques a été inscrite en 2008 dans le cadre de l'*European centre for disease prevention and control*. Rappelons que les FRT sont dues à des bactéries (*Borrelia*) transmises par des tiques (*Ornithodoros*) et sont responsables chez l'homme, en cas de retard de traitement, de graves complications : cardiaques, neurologiques, oculaires, articulaires. Il n'existe pas de vaccin. R. Lancelot, sur la base du travail de L. Vial *et al.* (CIRAD, Montpellier; AVIA-GIS, Zoersel, Belgique), a présenté le programme d'expertise V-Borne, coordonné par le CIRAD, qui a pour objectif de permettre l'élaboration d'un plan d'action concernant la surveillance et le contrôle des maladies émergentes à transmission vectorielle en Europe pour les années à venir. L'approche retenue pour les FRT est de construire un modèle d'adéquation des conditions environnementales avec l'habitat potentiel des tiques en Europe, et de tester différents scénarios climatiques considérés comme plausibles. Il ressort que le risque d'introduction à la fois du vecteur et de l'agent pathogène dans des territoires jusque-là indemne est élevé, notamment en Europe de l'Est.

La fièvre catarrhale ovine (FCO) (*blue tongue*), virose à transmission vectorielle largement répandue dans le monde, ne touchait l'Europe que dans son extrême sud et de façon épisodique. Depuis 1998, elle s'est largement installée dans le bassin méditerranéen, en association à la remontée nord de distribution de son principal vecteur dans l'Ancien Monde, le moucheron *Culicoides imicola*. De plus, depuis 2006, elle s'est répandue plus au nord, dans toute l'Europe, transmise par des espèces paléarctiques autochtones. Cette émergence pose le problème des facteurs ayant permis la colonisation de nouveaux écosystèmes méditerranéens par *C. imicola*, et rendu aptes d'autres écosystèmes européens à transmettre le virus, dont on connaît 24 sérotypes (un 25<sup>ème</sup> venant d'être découvert en Suisse), ce qui pose un important problème de vaccination. Les questionnements sur son émergence en Europe ont été exposés par T. Balenghien (CIRAD, Montpellier). Si les principales causes de la recrudescence des maladies vectorielles de par le monde restent les changements démographiques et sociaux, associés à l'arrêt des programmes de lutte ou à la résistance des vecteurs aux insecticides, il est probable, à la lumière des études, que la FCO a bénéficié de l'augmentation globale des températures pour coloniser un nouvel écosystème.

Six ans après une épidémie en 2001, on a assisté à la réémergence de la fièvre jaune à Abidjan (Côte d'Ivoire). La précédente épidémie datait de 1982. Grâce à l'introduction du vaccin dans le programme élargie de vaccination (PEV) en 1983, ce n'est qu'en 1999 qu'un nouveau cas a été observé (cas mortel chez un touriste Allemand non vacciné) suivi, en 2001, d'une épidémie urbaine à Danané (ouest du pays) puis à Abidjan où 2,6 millions de personnes ont alors été vaccinées en 12 jours, portant la couverture vaccinale à 91 %. Parallèlement, une lutte antivectorielle a été menée (assainissement et pulvérisation aérienne d'insecticides). Le maintien de ces actions préventives auraient dû mettre Abidjan à l'abri de la fièvre jaune pendant au moins dix ans. Malheureusement, seulement six ans après, deux cas confirmés biologiquement ont été notifiés. Selon Y.L. Konan (INHP, Abidjan), plusieurs facteurs sont à considérer pour expliquer ces derniers cas de fièvre jaune à Abidjan : le changement climatique; le relâchement des mesures d'assainissement de l'environnement initiées en 2001; le taux d'accroissement annuel élevé de la population (4,6 %), conjugué au déplacement massif de populations, occasionné par la crise politico-militaire de 2002, vers le sud, en particulier à Abidjan qui a accueilli 70 % des déplacés; la



probable dilution de la séroprotection de la population; la détérioration du cadre de vie avec pour corollaire la création de gîtes favorables au développement du vecteur *Aedes aegypti*; et l'absence d'une surveillance entomologique qui aurait dû être couplée à la surveillance épidémiologique.

En Côte d'Ivoire, le paludisme reste la première cause d'hospitalisation ( $\approx 70\%$ ) et de mortalité infantile observée en services de pédiatrie ( $\approx 16\%$ ). L'objectif de l'étude rapportée par B.G. Koudou (CSRS, Abidjan) était d'évaluer l'influence des pratiques agricoles sur la transmission du paludisme et sa prévalence dans deux villages du centre du pays entre 2002 et 2005; le premier en zone de rizière irriguée, le second de cultures maraîchères intensives. Dans ces deux villages, les taux de piqûres infectantes par homme et par an et de prévalence du paludisme ont été corrélés aux changements de pratiques agricoles, selon leur influence sur les gîtes de reproduction du vecteur *Anopheles gambiae*: abandon puis reprise de la rizière irriguée dans le premier (baisse puis remontée des taux), remplacement des cultures maraîchères par des caféiers, arbres à coca et arbres à gomme, dans le second (baisse des taux).

La résistance des populations d'*Anopheles gambiae* s.l. aux insecticides est connue de longue date pour le DDT; elle a été observée pour les pyréthriinoïdes (PY) en Côte d'Ivoire en 1993, confirmée par la suite dans plusieurs pays d'Afrique de l'Ouest et attribuée à la mutation *kdr* (résistance croisée DDT/PY). Les organophosphorés (OP) et les carbamates (CA) ont alors été utilisés pour améliorer notamment l'efficacité des moustiquaires imprégnées d'insecticide (MII); mais ces composés peuvent être également l'objet d'une résistance (mutation *ace.1<sup>R</sup>*) du fait de leur utilisation à grande échelle en milieu agricole. Il est donc nécessaire de caractériser et suivre l'évolution de ces résistances comme cela a été fait lors d'une étude conduite au Burkina Faso et rapportée par T. Baldet (IRD/CREC, Cotonou). S'il faut recourir aux combinaisons d'insecticides existants (PY + non-PY + répulsifs), les actions concertées de tous les utilisateurs d'insecticides pour une meilleure gestion des résistances sont indispensables, et il est impératif d'intensifier les recherches vers d'autres stratégies de gestion de ces résistances.

Par exemple, l'étude rapportée par A. Djenontin (LIN/IRD, Montpellier) a mis au point et testé une nouvelle stratégie de gestion de la résistance aux insecticides d'*An. gambiae*, associant moustiquaire imprégnée de

PY (deltaméthrine) et un plastique traité avec un CA (bendiocarb). Il s'est agi dans un premier temps de déterminer au laboratoire (phase 1) l'efficacité et la résistance aux lavages de quatre supports (toile de tente, sac de riz, tissu bleu et bâche) imprégnés de bendiocarb à 100 mg/m<sup>2</sup> et 200 mg/m<sup>2</sup> avec ou sans résine fixatrice. Le support sac de riz a eu la meilleure résistance au lavage: son efficacité persiste au bout de dix lavages, quels que soient la dose, l'utilisation ou non de résine et le type de lavage. En phase 2, il a été testé sur le terrain, dans des cases expérimentales, l'association de moustiquaires imprégnées de deltaméthrine et du sac de riz traité avec le bendiocarb à 200 mg/m<sup>2</sup> contre des populations sauvages d'*An. gambiae* résistantes aux PY. Cette association a été extrêmement efficace en termes de mortalité et de réduction du taux de gorgement de ces anophèles résistants, et cette efficacité a été proportionnelle à la surface de mur couverte par le plastique traité. Cette stratégie est actuellement évaluée en phase 3, en association avec des études entomologiques, parasitologiques et cliniques dans 28 villages du sud du Bénin. Si les bons résultats se confirment, elle pourrait être proposée aux programmes nationaux de lutte contre le paludisme.

L'impact du développement de l'agriculture sur la résistance aux insecticides des vecteurs du paludisme en Afrique de l'Ouest a été développé par L. Djogbéno (IRD/CREC, Cotonou). L'histoire a montré que la résistance de certaines populations africaines d'anophèles au DDT n'avait pas pu être sélectionnée par les applications d'insecticide faites à des fins de santé publique. On peut également affirmer que la plupart des cas de résistance d'*An. gambiae* s.s. aux autres molécules insecticides ont été sélectionnés par leur utilisation (ou de composés appartenant aux mêmes familles chimiques) à grande échelle contre les ravageurs des cultures, en zones cotonnières et maraîchères, et en zone de caféiers et de cacaoyers dans les régions forestières ouest-africaines. En outre, certains de ces insecticides agricoles sont utilisés (détournés) dans les habitations pour lutter contre les moustiques ou tout autre insecte (cafard, puces, termites...), ce qui accroît la pression insecticide à laquelle sont soumis les anophèles et représente de plus un risque pour la santé des populations exposées à ces produits. L'extension des zones cultivées et l'avènement d'une agriculture moderne à haut rendement (très consommatrice de pesticides) pourraient encore accroître la pression insecticide et la sélection de populations de vecteurs résistantes.

Le développement de résistances multiples d'*An. gambiae* aux insecticides s'observe aussi en zone urbaine; l'urbanisation rapide sans la mise en place réelle d'une voirie et de systèmes d'écoulement des eaux de pluie, à laquelle s'ajoute des pratiques maraîchères intensives, favorisent le développement des anophèles et du paludisme urbain. L'objectif de l'étude rapportée par M. Cissé (IRD/CREC, Cotonou) a été d'évaluer le statut de la résistance aux insecticides des populations d'*An. gambiae* à Cotonou. Des gîtes larvaires ont été recherchés en zone urbaine en fin de saison sèche et en début de saison des pluies 2008. La résistance aux insecticides a été déterminée par bioessais avec les kits de test de l'OMS. L'identification des espèces au sein du complexe *An. gambiae*, des formes moléculaires M et S et de la mutation *kdr* (principal mécanisme de résistance aux PY) a été réalisée par PCR. La présence d'une modification de l'acétylcholinestérase (mutation *ace.1* pouvant conférer une résistance croisée OP/CA) et de mécanismes de dégradation enzymatique a été étudiée par spectrophotométrie. Tous les anophèles prélevés se réfèrent à *An. gambiae* forme M, excepté un spécimen de l'espèce *An. arabiensis*. Une forte résistance au DDT, au carbosulfan, à la perméthrine et, à un plus faible niveau, à la deltaméthrine a été décelée dans l'ensemble des populations d'*An. gambiae* échantillonnées. Les mutations *kdr* et *ace.1* ont été observées avec respectivement une forte (77-82 %) et une faible fréquence allélique (3-12 %). Une augmentation significative de la quantité d'oxydases et de l'activité des glutathion-S-transférases a également été observée chez les populations de terrain par rapport à la souche sensible de référence. Ces résultats montrent la multirésistance aux insecticides d'*An. gambiae* (forme M), principal vecteur du paludisme à Cotonou, impliquant plusieurs mécanismes (modification de cible et dégradation enzymatique) dans un contexte favorable à leur sélection en raison notamment de l'utilisation permanente et intensive des insecticides pour la protection des cultures maraîchères urbaines.

Le climat et la démographie peuvent-ils avoir un impact important sur le paludisme en Afrique subsaharienne dans les 20 prochaines années ? Selon une revue de la littérature rapportée par M.C. Henry (coordinatrice FSP, REFS, Cotonou), le paludisme est stable dans une grande partie de l'Afrique. Seules les zones où le paludisme est instable, principalement les franges de la zone stable (Sahel, altitude), pourront être influencées par une augmentation de la température, induisant alors une disparition des zones instables en zone sahélienne

ou l'apparition de paludisme instable en altitude. Les contraintes humaines impliquent une démographie galopante et un développement des grandes villes. Des modélisateurs projettent que l'urbanisation va entraîner une réduction de l'exposition palustre de 53,5 % en 2030. Toutefois, une adaptation au milieu urbain de *An. gambiae* s.l. – principal vecteur du paludisme en Afrique subsaharienne – pourrait influencer cette réduction. De manière imprévisible, les mouvements massifs de population résultant de guerres ou de famines pourront aussi induire des épidémies palustres inattendues. Enfin, les maladies immunosuppressives (sida, malnutrition) pourraient altérer la susceptibilité des individus au paludisme. Les contraintes sociales impliquent l'activité anthropique qui modifie l'utilisation des sols. On sait que l'utilisation des terres (déforestation, irrigation) peut influencer le poids du paludisme qui lui-même dépend des déterminants locaux de la transmission. La contrainte sociale la plus importante demeure l'accès des populations aux interventions pour prévenir et lutter contre le paludisme. Actuellement, de grands efforts, soutenus internationalement, sont réalisés en Afrique subsaharienne pour prévenir et traiter le paludisme. La fourniture aux femmes enceintes (et aux enfants) d'un traitement préventif intermittent à la sulfadoxine/pyriméthamine (SP), la mise à la disposition de ces mêmes groupes à risque de moustiquaires imprégnées d'insecticide (MII) à longue durée d'action et la pulvérisation intradomiciliaire d'insecticide (PID), notamment dans les zones de faible endémicité palustre, permettent de prévenir le paludisme. L'utilisation des combinaisons thérapeutiques à base d'artémisine (CTA) permet de traiter efficacement la maladie. Mais le succès vraisemblable de toutes ces mesures attendu en 2015 est assombri par des menaces potentielles qui sont la résistance des vecteurs aux insecticides courants, la résistance des parasites à la SP, le coût élevé des CTA, et surtout l'utilisation appropriée et l'accessibilité de tout cet arsenal préventif et curatif par les structures de santé et les communautés. Quant à la disponibilité d'un vaccin efficace, la biologie du parasite est si complexe que les chercheurs n'en prévoient pas la fabrication avant 20 ans.

Après avoir cité en exergue les ouvrages *Naissance, vie et mort des maladies infectieuses* (C. Nicolle, 1930) et *Changements climatiques : impact sur l'épidémiologie et les stratégies de contrôle des maladies infectieuses* (OIE, *Revue scientifique et technique*, 2008), P. Dorchies (ENVT, Toulouse) a apporté sa hauteur de vue, exemples à la clé, sur la problématique des conséquences

possibles des changements climatiques sur l'émission des pathogènes, sur l'exposition à ces pathogènes et sur la réponse du système hôte-parasite.

Les effets du réchauffement climatique sur la santé sont difficiles à imaginer, même si l'extension actuelle de la fièvre catarrhale ovine en Europe en est un exemple. La prévision épidémiologique, même lorsqu'elle fait appel à des logiciels de modélisation sophistiqués, reste incertaine. Les vecteurs ont des cycles biologiques qui nécessitent toujours une température et une humidité optimales, conditionnant leur activité et leur survie. Si le réchauffement global s'accompagne de sécheresse, la vie des vecteurs est compromise. En revanche, une augmentation concomitante des niveaux pluviométriques, en provoquant des inondations et la constitution de collections d'eau pérennes, créera des conditions favorables à l'extension des zones et des périodes d'activité des vecteurs.

Le sol humide ou l'eau conditionnent le développement larvaire des vecteurs et de certains agents pathogènes (trématodes) : la température, l'humidité et l'aération règlent leur évolution, leur pérennité et leur dispersion. Les effets de l'environnement n'apparaissent parfois qu'à terme : les éclosions retardées des imagos d'insectes en sont des manifestations typiques. Les conséquences épidémiologiques les plus prévisibles tiennent à un allongement des périodes de risque d'infestation, en relation avec l'augmentation du nombre de cycles parasitaires rendue possible par les meilleures conditions environnementales. Elles sont aussi en rapport avec une grande extension géographique des parasites véhiculés par leurs hôtes, qui se déplacent vers des zones plus favorables à leur survie ou sont transportés passivement au moment des crues ou des ouragans.

La présence du vecteur ne suffit pas, il faut aussi qu'il ait la capacité de transmettre, ce qui n'est pas toujours le cas. L'extension d'une maladie vectorielle est déterminée par la cinétique d'émission des agents pathogènes par les réservoirs et les conditions d'exposition des sujets réceptifs; ces données sont obtenues au terme d'une analyse de risque qui ne doit pas se résumer à une identification taxonomique des vecteurs potentiels.

Les modifications de l'épidémiologie des maladies vectorielles sont d'une très grande importance sanitaire et économique. Ainsi, de nouvelles méthodes de dépistage chez l'hôte, sur le sol ou chez les vecteurs devraient être développées. Une collaboration étroite entre santé humaine et santé animale est indispensable pour contrôler au plus vite l'extension des agents zoonotiques.

Et l'auteur de conclure que, face au changement climatique, être responsable c'est :

- raisonner en analyse de risque sanitaire (dangers, facteurs de risque, émission, exposition) et avoir la volonté de s'adapter;
- travailler en pluridisciplinarité, associer les observations de terrain aux informations spatiales, géographiques, pédologiques, agronomiques, végétales, animales, sociologiques fournies par les outils modernes de la télédétection, de la biotechnologie;
- être préparé à toutes les surprises que la Nature peut nous réserver;
- être résilient comme le sont les pasteurs africains...

### **Impacts socioéconomiques et stratégies d'adaptation aux changements démo-climatiques**

L'amélioration de la productivité du cheptel en Afrique nécessite de recourir à de nouvelles stratégies de lutte contre les maladies à transmission vectorielle telles que les trypanosomoses. Cette lutte peut se faire de diverses façons : appâts vivants, pièges permanents, épandage d'insecticides, dispersion dans le milieu d'insectes préalablement stérilisés (SIT), enclos imprégnés d'insecticides... Pour B. Bauer (IPTVM, Berlin), cette dernière méthode s'avère à la fois peu coûteuse et aisément réalisable dans la lutte contre les tsé-tsé et d'autres insectes nuisibles (hématophages ou non) pour le bétail. Cependant, face à la montée des résistances aux insecticides, il est nécessaire de bien analyser la situation locale dans le domaine et de recourir à des produits efficaces à la fois contre les glossines, les tabanidés, les mouches des étables (stomoxes) et la mouche domestique. Cette dernière (*Musca domestica*) peut transmettre une centaine de maladies bactériennes, parasitologiques ou virales à l'homme ou à l'animal. Sa résistance aux insecticides (*e.g.* pyréthrinoides) peut s'installer après cinq générations, et elle connaît de huit à 12 générations par an! Une bonne connaissance de la biologie de ces différentes populations d'insectes est essentielle, ainsi qu'un meilleur contrôle par une lutte contre leurs stades larvaires.

Plusieurs communications ont ensuite abordé la problématique avec l'éclairage des sciences humaines et sociales, nous n'en détaillerons qu'une seule. L'objectif de E. Bationo (IRD, Ouagadougou) était de nous intéresser aux savoirs populaires relatifs à la méningite, *i.e.* aux représentations sociales et aux pratiques préventives chez des populations du Burkina Faso, où cette maladie fait chaque année de nombreuses victimes (plus de 25000 cas en 2007). Il a présenté le volet anthro-

pologique d'une étude socioéconomique sur l'impact des épidémies de méningite dans ce pays, coordonnée par l'Agence pour la médecine préventive (AMP). L'enquête a été conduite dans deux districts : Kombisiri et Réo. Les données ont été obtenues à partir de 107 entretiens semi-directifs individuels et 11 entretiens de groupe, menés auprès de malades de la saison épidémique 2007, de leur entourage, de personnels de santé et de leaders communautaires. En termes de dénomination, le verbatim relève le plus souvent "la maladie du soleil... des grosses chaleurs... du vent... de la poussière", renvoyant à des explications climatiques et environnementales, sinon à une consonance mystique : "la maladie des génies... de la brousse... des espaces inhabités par les humains... la maladie de Dieu...". Théories explicatives qui s'accompagnent aussi de pratiques populaires préventives et thérapeutiques multiples (recours au devin, pharmacopée traditionnelle), parallèlement à la vaccination (avec pour certains des doutes sur son efficacité). Les discours sur la méningite font aussi état de nombreux changements observés dans ses manifestations cliniques, la période d'apparition des épidémies, les personnes à risque et les mécanismes de transmission. Si la raideur de la nuque et la survenue de la maladie en période de forte chaleur singularisent aujourd'hui, pour la plupart, la méningite, il faut aussi composer avec les conceptions populaires relatives aux étiologies et aux manifestations symptomatiques très diffuses qui rendent les mesures de prévention et l'autodiagnostic complexes. Si dans une logique explicative, les changements climatiques, environnementaux et comportementaux sont fortement incriminés par les populations, la "construction" sociale de la méningite en fait une maladie "instable", une maladie qui a changé. La dynamique de ces représentations rend bien compte de l'impact des mutations ressenties par ces populations.

## Conclusion et recommandations

Chacune des quatre sessions a fait l'objet de recommandations qui peuvent être consultées sur le site du CIRDES ([www.cirdes.org](http://www.cirdes.org))\*; nous ne publierons ici que les recommandations générales de la conférence :

- À l'intention des chercheurs :
- concrétiser la multidisciplinarité en particulier dans

le domaine de la démographie, du climat et de la santé humaine et animale.

- Aux décideurs et aux bailleurs de fonds :
  - soutenir le CIRDES comme Centre régional fédérateur de projets de recherche-développement sur l'impact des changements globaux sur l'élevage;
  - financer des projets multidisciplinaires sur les préoccupations relatives à l'ensemble démographie/climat/santé;
  - impliquer les structures universitaires et de recherche dans la lutte contre les pathogènes en raison de leurs possibilités d'action sur le long terme;
  - favoriser les échanges entre les institutions de recherche et les organismes chargés de la lutte.
- Au CIRDES et à ses partenaires :
  - organiser de façon régulière des conférences sur le sujet;
  - renforcer l'implication du CIRDES dans ce domaine par le recrutement de chercheurs et la mise en oeuvre de projets de recherche sur la thématique;
  - renforcer le rôle du CIRDES comme plateforme d'accueil d'équipes de recherche et comme Centre de recherche fédérateur de projets de recherche-développement à caractère régional et international;
  - organiser au CIRDES des cycles de formation et de recyclage pour les techniciens de laboratoire;
  - renforcer l'implication du Centre dans le Master international d'entomologie (MIE) et dans d'autres formations de ce type;
  - soutenir et encourager les enquêtes locales et régionales dans le but d'obtenir des informations sur les cinétiques et les émergences des vecteurs.
- Aux États membres du CIRDES :
  - la Conférence recommande aux États membres du CIRDES de se doter de stratégies d'adaptation aux effets engendrés par les évolutions démographiques et les changements climatiques sur la production animale et les maladies transmises par les vecteurs à l'homme et à l'animal.

Les participants se sont quittés dans la perspective de se retrouver lors d'une conférence sur le même thème, dans deux ans, à Bobo-Dioulasso.

J.M. DUMAS  
princeps.jmd@orange.fr

\* Le CIRDES remercie les partenaires ayant permis l'organisation de la conférence : UEMOA, IRD, CRDI, CORUS, RIPIECSA, CIRAD, EDEN, FSP-REFS, Vestergaard-Frandsen, Merial et le SCAC Cotonou