

Impact des modifications d'habitats (déforestation, aménagements hydro-agricoles, extension des cultures) sur la santé des populations rurales: cas de l'ulcère de Buruli en Côte d'Ivoire

TELESPHORE BROU^{1,2}, HELENE BROUTIN², MIREILLE DOSSO³ & JEAN-FRANCOIS GUEGAN²

¹ Université d'Artois, 9 rue du Temple, BP 665, Arras cedex France
broutelesphore@yahoo.fr

² UMR 2724 IRD-CNRS, Génétique & Evolution des Maladies Infectieuses, Equipe "Evolution des Systèmes Symbiotiques", Centre IRD de Montpellier, BP 64501, F-34394 Montpellier cedex 5, France

³ Institut Pasteur de Côte d'Ivoire, 01 BP 409 Abidjan 01, Côte d'Ivoire

Résumé Cet article montre la relation qui existe entre la prévalence de l'ulcère de Buruli et plusieurs variables du milieu physique en Côte d'Ivoire. L'étude repose sur trois années de données épidémiologiques sur la maladie (1995–1997), collectées dans les centres de santé de base du pays par l'Institut Follereau. Le contexte écologique le plus favorable au développement de cette maladie est incontestablement la proximité des barrages à vocation agricole, particulièrement dans la partie centrale du pays.

Mots clef Côte d'Ivoire; ulcère du Buruli; facteurs environnementaux

Environment change (deforestation, agricultural-water management, increased cultivation) impact on rural population health: Buruli ulcer prevalence in Ivory Coast

Abstract This paper details relationships between Buruli ulcer prevalence and some natural conditions in Ivory Coast. Three years of epidemiologic data (1995–1997) has been used in the analysis. These data were collected by the Ivory Coast's Raoul Follereau Institute. The results of the analysis show that the best relationship occurs between the proximity of agricultural dams and diseases cases. This link is particularly strong in the centre of the country.

Key words Ivory Coast; Buruli ulcers; environmental factors

INTRODUCTION

La Côte d'Ivoire a connu des évolutions rapides de ses états de surface liées à une stratégie de développement presque essentiellement basée sur l'agriculture (comme la plupart des pays tropicaux d'Afrique). Ces évolutions des états de surface résultent du remplacement de la végétation naturelle (forêt dense, forêt claire) par des espèces cultivées. Entre 1960 et 2000, la forêt dense humide ivoirienne est ainsi passée de 12 millions à 4 millions d'hectares (Brou, 2005). Les changements des états de surface s'opèrent du fait de nombreux aménagements hydro-agricoles (petits barrages) réalisés en vue d'étendre la production de certaines cultures hygrophiles comme la riziculture, ou pour le développement de la pisciculture. La production de riz irriguée se fait à partir de barrages hydro-agricoles et de bas-fonds humides aménagés. La gestion de ces bas-fonds humides représente aujourd'hui un enjeu important pour la production rizicole du pays, puisque que l'agriculture ivoirienne est encore basée sur les systèmes agraires pluviaux et donc toujours tributaire des aléas climatiques, rendant la production incertaine. C'est pourquoi, à partir des années 60, les pouvoirs publics se sont intéressés aux aménagements hydro-agricoles en créant des périmètres irrigués.

Plusieurs travaux scientifiques ont montré les conséquences des modifications des écosystèmes naturels sur l'altération des interactions entre les populations humaines et leur environnement augmentant les risques de transmission de maladies infectieuses (Aron & Patz 2001). Les statistiques sont plus effrayantes en ce qui concerne l'Afrique; on estime qu'un enfant sur cinq sur le continent ne vivra pas jusqu'à son cinquième anniversaire principalement à cause des maladies liées à l'environnement (OMS, 2003).

L'Ulcer de Buruli, dont l'agent étiologique est *Mycobacterium ulcerans*, représente l'infection causée par des Mycobactéries la plus fréquente rencontrée chez l'homme immunocompétent après la lèpre (*M. leprae*) et la tuberculose (*M. tuberculosis*). Cependant, dans certains pays africains, l'Ulcer de Buruli devient majoritaire depuis ces dix dernières années.

Cette infection humaine semble récente et donc encore très mal connue - d'où son appellation de "maladie mystérieuse" ou "nouvelle lèpre". Observée pour la première fois en Ouganda (région de Buruli, d'où le nom) en 1872, puis en Australie en 1948, le nombre de cas connaît une augmentation spectaculaire dans le monde depuis les années 1980. Cette augmentation est particulièrement impressionnante en Afrique de l'Ouest. Sur le plan épidémiologique, bien que sa localisation dans les écosystèmes et ses modalités de transmission à l'homme ne soient pas encore parfaitement caractérisées, les conditions environnementales et ses modifications, et en particulier de la flore et de la faune aquatiques, semblent jouer un rôle important dans l'écologie de *M. ulcerans* (Marsollier et al., 2003). Le pathogène se transmettrait par effraction de la peau, mais on ignore encore si une transmission directe à travers une peau humaine intacte est possible, ou si la morsure-piqûre d'un insecte-vecteur est absolument nécessaire. En Afrique, *M. ulcerans* a été retrouvé dans les glandes salivaires de punaises d'eau de la famille des *Naucoridae*, et il a été montré expérimentalement que les punaises d'eau pouvaient transmettre le pathogène à la souris lors de piqûres (Marsollier et al., 2003). En dépit de ces incertitudes sur les liens environnement-santé, tous les auteurs s'accordent à souligner l'existence d'un contexte écologique stéréotypé: présence de marécages, lacs et cours d'eau s'écoulant lentement. Certains insistent même sur l'importance de la composition chimique des sols (siliceux, pH acide) et les modifications de l'environnement (inondations, etc.) comme facteurs favorables au développement de *M. ulcerans* et à son transfert vers les populations humaines. Dans ce contexte, l'objectif de cette étude est de caractériser les causes environnementales prédisposant à l'apparition de cas d'Ulcère de Buruli en Côte d'Ivoire à travers la mise en évidence des relations spatio-temporelles entre les données de cas morbides et les données environnementales considérées être *a priori* des facteurs qui causent et contrôlent le développement de cette maladie dans les populations humaines.

DONNEES ET METHODES

Les données épidémiologiques

Les données d'Ulcère de Buruli ont été collectées par l'institut Raoul Follereau de Côte d'Ivoire sur une période de 3 ans : 1995, 1996 et 1997. Elles indiquent pour chaque "centre de santé de base" du pays et pour chacune des trois années, le nombre de fréquentation des malades atteints de l'Ulcère de Buruli. Situé à l'échelon du village ou d'agglomérations de petites tailles (i.e. inférieure à 5000 habitants), le "centre de santé de base" est le maillon élémentaire du système sanitaire ivoirien. Il a pour principale mission d'assurer les soins de santé primaire des populations rurales. Les données comportent également les cas de maladies recensés dans les centres hospitaliers des agglomérations de grandes tailles (i.e. plus de 5000 habitants). Même si les centres de santé de base sont limités dans leurs activités médicales, la couverture sanitaire est relativement forte en Côte d'Ivoire. On compte en moyenne un centre chaque 20 kilomètres avec les situations suivantes (Ministère de la Solidarité, de la Sécurité Sociale et des Handicapés, 2004): 54% de la population vivent dans une localité disposant d'une formation sanitaire; 14% sont à une distance de moins de 5 km; 15% entre 5 et 10 km; 8% entre 10 et 15 km; 5% entre 15 et 20 km; 4% à plus de 20 km.

Pour rendre les données épidémiologiques des centres de santé comparables entre elles et afin de contrôler l'effet de la taille de population, nous avons exprimé ces valeurs de cas en pourcentage par rapport à la population villageoise (pour 100 000 habitants), traduisant ainsi le niveau de prévalence (ou incidence) de cas dans chacun de ces villages.

Les données environnementales

Ces données concernent les états de surface et se répartissent en deux types. Il s'agit, d'une part, des données sur les grandes formations végétales et leurs évolutions. Ces informations sont basées sur la carte de végétation de Guillaumet (1971) et sur la carte des réserves forestières du BNETD (1999). La Côte d'Ivoire est caractérisée par des situations contrastées en matière d'écosystème naturel. Les zones de forêt dense humide (fdh) et de mosaïque f.d.h./savane "pré-forestière" s'étendent sur la partie méridionale du pays, au sud d'une ligne suivant grossièrement le 8ème parallèle, le Nord étant occupé par des forêts denses sèches, des forêts claires et des formations savaniques soudaniennes. Le déterminisme de ce partage entre types de végétation est essentielle-

ment climatique, avec des corrections liées aux réserves en eau des sols. Sur le plan climatique, le passage des milieux de forêts denses humides aux savanes herbeuses correspond à une transition entre des climats équatoriaux à quatre saisons et des climats tropicaux à deux saisons. Des évolutions récentes (entre 1960 et 1990) ont abouti à la mise en place de nouveaux paysages (forêt secondaire, forêt dégradée, jachère, culture, etc.). Ces évolutions se poursuivent encore aujourd'hui (Brou, 2005). Seuls quelques blocs relictuels, protégés par l'Etat restent peu ou pas encore soumis à l'agriculture: les forêts classées et les parcs nationaux (cf. Fig. 2). Les données sur les états de surface concernent, d'autre part, les aménagements hydro-agricoles. Il s'agit des petits barrages et des cultures qui en dépendent (rizicultures irriguées, piscicultures). La Côte d'Ivoire compte plus de 500 petits barrages, construits pour la plupart entre 1970 et 1990 afin d'assurer la maîtrise de l'eau, notamment dans les régions du centre et du nord, à pluviométrie déficitaire. La vocation de ces barrages est, plus clairement, de permettre d'une part, le développement de la riziculture irriguée à deux cycles de production et/ou des cultures de contre-saison, et d'autre part, l'approvisionnement en eau des troupeaux régionaux qui pâtissent de rudes conditions d'abreuvement en saison sèche.

Méthodes d'analyses

L'étude est fondée sur des méthodes géostatistiques. Ces méthodes permettent de mettre en relation des données environnementales (végétation, sols, altitude, pente, etc.) et socio-économiques (agglomérations, données épidémiologiques, densité de populations, voies de communication, activités agricoles, etc.). Pour rendre superposable l'ensemble des données analysées, celles-ci ont été rééchantillonnées sur des mailles régulières de 10 km × 10 km (Fig. 1). Cette distance correspond au rayon d'influence moyen d'un dispensaire en Côte d'Ivoire. L'utilisation du Système d'Information Géographique, idéal pour traiter un ensemble d'objets géographiques et les relations qu'ils entretiennent les uns avec les autres, facilite le croisement d'informations géographiques transversales. Les données de diverses sources (physique, économique, sociale, épidémiologique, politique, culturelle, etc.) sont en effet facilement mises en relation, dans un SIG, rendant ainsi aisées les requêtes et l'analyse multivariée. Les problèmes d'échelles étant résolus dans le SIG, l'approche multicouche est privilégiée dans ce travail, permettant ainsi à partir du croisement des différentes informations disponibles, de mettre en évidence les relations spatiales avec les cas de maladies et les phénomènes environnementaux étudiés. Il s'agira donc dans ce travail d'établir des zones d'influence autour de chacun des paramètres environnementaux pris en compte dans l'étude. Le croisement de la couche « classe de distance » avec celle de l'Ulcère de Buruli est susceptible de mettre en évidence le rayon d'influence de chaque paramètre environnemental sur la maladie. Il est alors possible d'établir des cartes de risque lié à la proximité d'un paramètre environnemental.

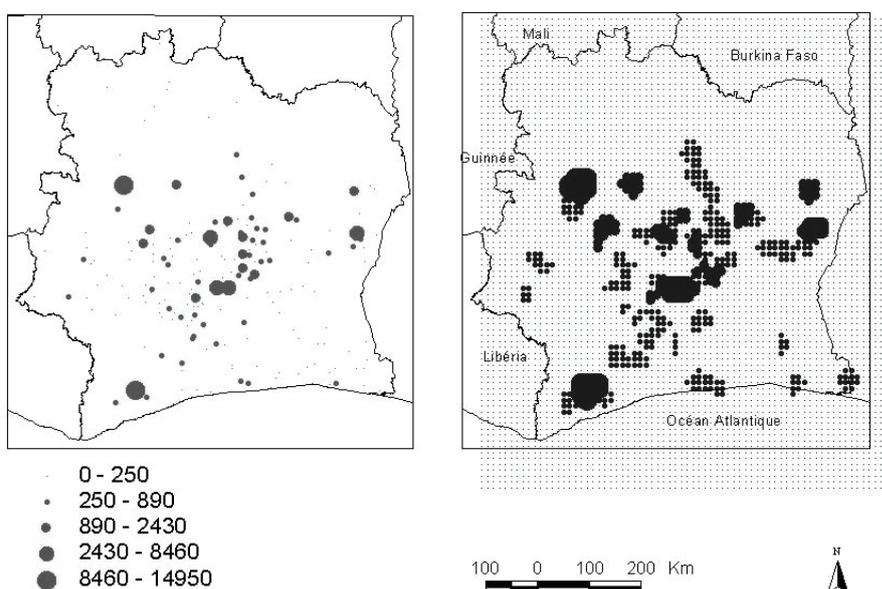


Fig. 1 Données brutes (à gauche) et données sur une maille de 10 km x 10 km (à droite).

RESULTATS

Ulcère de Buruli et végétation naturelle

La moitié sud du pays, région de forêt et de contact forêt/savane, semble fournir les meilleures conditions écologiques au développement de l'Ulcère du Buruli (Fig. 2).

Taux de prévalence de l'Ulcère de Buruli et domaine de végétation Taux de prévalence de l'Ulcère de Buruli et forêt protégées

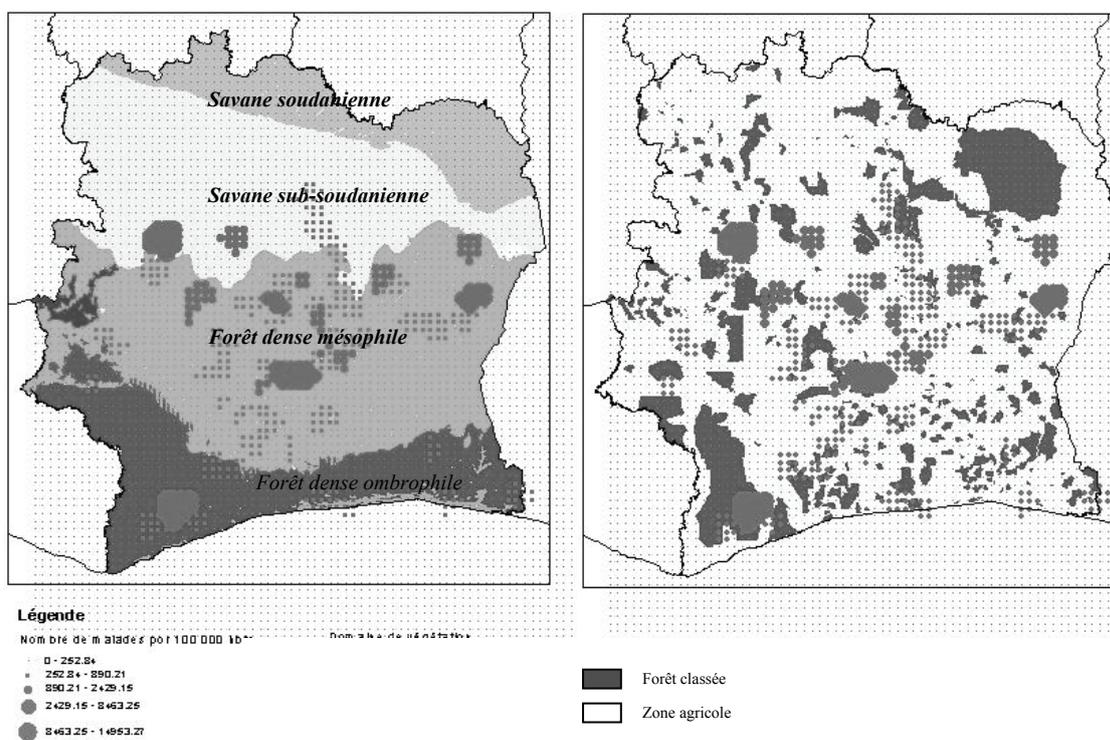


Fig. 2 Végétation naturelle et Ulcère de Buruli.

En effet, contrairement aux régions de savane où les taux sont très faibles, voir nuls, de très forts taux de prévalence sont notés au sud du pays. C'est surtout dans la partie mésophile de la zone forestière, notamment dans la zone pré-forestière de contact forêt/savane ("V baoulé") que les taux sont les plus élevés. La Fig. 2 permet également de mettre en évidence la proximité des grands foyers de maladie avec les îlots forestiers. Les périphéries immédiates de ces derniers massifs forestiers constituent des secteurs d'intenses activités agricoles, du fait des meilleures conditions écologiques offertes par l'écosystème forestier. Bien que considérés comme le domaine permanent de l'Etat, ces îlots forestiers abritent souvent de nombreux clandestins: près de 20% de la production cacaoyère est issue de ces forêts dites classées.

Ulcère de Buruli et aménagements hydro-agricoles

La mise en relation des niveaux de prévalence avec les aménagements hydro agricoles révèle une forte prévalence à proximité des barrages. La Fig. 3 met clairement en évidence la relation existante entre la densité des barrages et les grands foyers de la maladie. C'est surtout dans la région des lacs (dans le centre) que cette relation est la plus forte. Dans cette région, le nombre de barrages est le plus important de l'ensemble de la moitié sud du pays. Corrélativement à la densité des barrages, les régions rizicoles enregistrent un fort taux de prévalence comme l'indique la situation de la région des lacs. Cette région fournit près de 40% de la production nationale grâce aux barrages de dérivation (CCT, 1999).

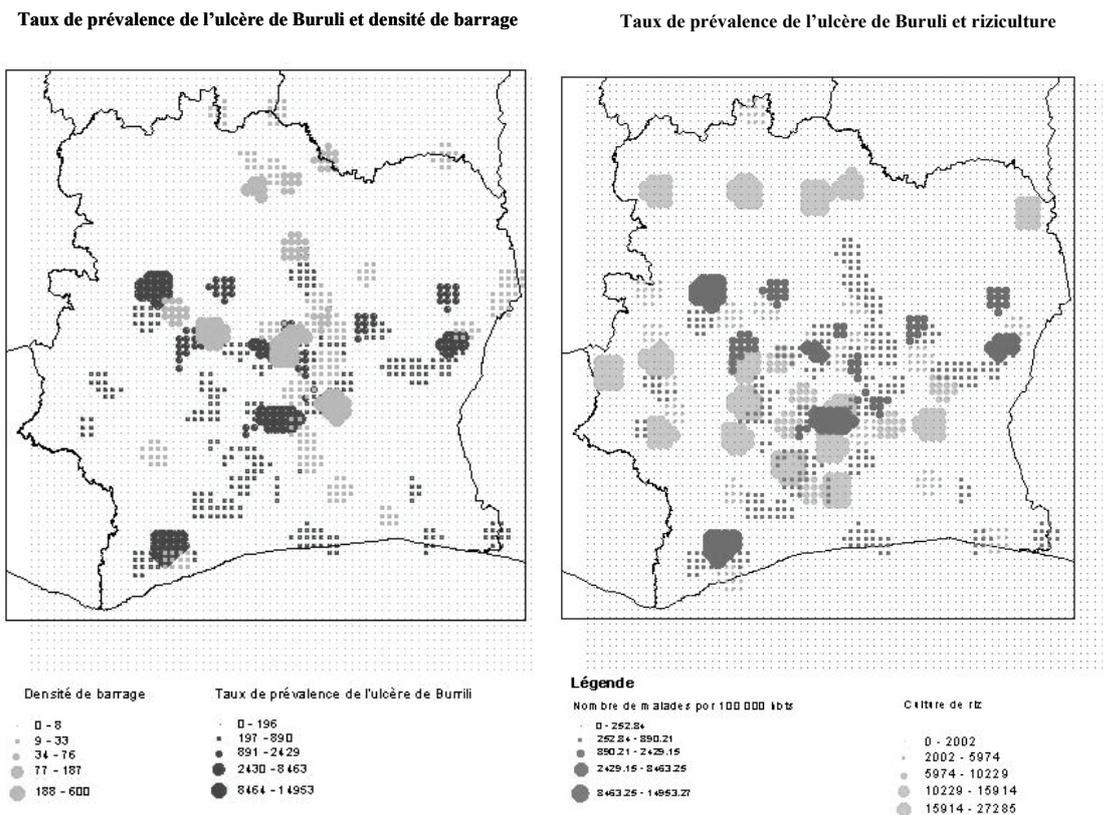


Fig. 3 Aménagements hydro-agricoles et taux de prévalence de l'Ulcère de Buruli.

Sur le reste du pays, l'augmentation de la densité des barrages et des milieux rizicoles n'est pas forcément suivie d'une augmentation du taux de prévalence. Il s'agit du nord du pays qui bénéficie, comme le centre, d'un important réseau d'aménagements hydro-agricoles. Le faible taux de prévalence enregistré dans cette région confirme l'existence d'une limite latitudinale liée possiblement à la variation nord-sud des conditions bioclimatiques. En effet, contrairement à la moitié sud, la longueur de la saison sèche dans le nord (plus de 4 mois) fait que très peu de barrages et de cours d'eau restent permanents tout au long de l'année. Inversement, la faible densité de barrages dans la zone de forêt dense ombrophile est compensée par la présence de nombreux bas-fonds à humidités permanentes. Tout ce contexte pourrait permettre d'expliquer l'existence d'un grand foyer de malades dans le sud-ouest à proximité de la forêt hygrophile de Taï (Figs 2 et 3).

Relations entre la distance par rapport aux paramètres environnementaux et le taux de prévalence de l'Ulcère de Buruli

La Fig. 4 ci-dessous met en évidence une augmentation du taux de prévalence de l'ulcère de Buruli par rapport aux barrages et aux îlots forestiers. Mais, c'est autour des barrages que les taux sont les plus forts. Les valeurs peuvent atteindre 40 malades pour 100 000 habitants à proximité des ouvrages hydro-agricoles dans la zone forestière, alors qu'elles n'atteignent pas les 25 malades pour 100 000 habitants à proximité des massifs forestiers. Ce taux est très fort dans la vallée du Bandama (région des lacs). Dans cette région, en effet, le taux de prévalence est d'environ 100 malades pour 100 000 habitants à moins de 5 km des barrages. On note une régression rapide de ce chiffre en s'éloignant des barrages. Une chute brutale est, en effet, enregistrée entre 5 et 10 km, passant de 100 à 40 malades, puis au-delà des 20 km, le nombre de malades atteint à peine les 20 pour 100 000 habitants. A l'ouest du pays en revanche, autour du barrage de Buyo, le taux de prévalence reste faible avec seulement 40 malades pour 100 000 habitants dans les 5 premiers km. La pente de la variation de la maladie par rapport à la distance reste également peu prononcée par rapport à ce qui est observé dans le centre du pays.

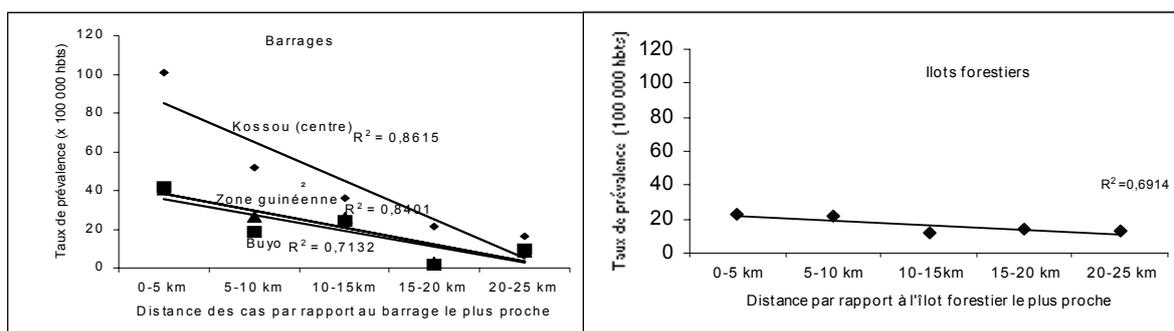


Fig. 4 Variation du taux de prévalence en fonction des paramètres environnementaux.

CONCLUSION

Les résultats préliminaires de cette étude mettent donc bien en évidence des relations spatiales importantes entre l'Ulcère de Buruli et certaines données environnementales comme les zones humides. Cette relation se manifeste par un fort taux de prévalence dans le centre du pays dans la région des Lacs (Yamoussokro), région qui présente les plus fortes densités de barrages hydro-agricoles. Ce travail se poursuit vers une recherche des indicateurs environnementaux pertinents permettant de comprendre le fonctionnement des foyers d'Ulcère de Buruli en Côte d'Ivoire. Il mériterait d'être ensuite complété avec des études sur des données épidémiologiques plus longues et plus détaillées. L'Ulcère de Buruli devient, en effet, une maladie prioritaire en Côte d'Ivoire car elle constitue un réel problème de santé publique. Cette maladie est tout autant inquiétante par son ampleur aujourd'hui que la lèpre et la tuberculose en Côte d'Ivoire, et aussi dans tout le sous-continent ouest-africain. Cette recherche sera à mettre en regard de celle menée sur d'autres terrains notamment au Ghana et au Bénin où la maladie prend également de l'importance, mais aussi en Guyane française où les recherches sur les relations Ulcère de Buruli-environnement sont bien avancées grâce à l'existence d'un observatoire.

REFERENCES

- Aron, J. L. & Patz, J. A. (2001) *Ecosystem Change and Public Health*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, USA.
- BNETD (Bureau National d'Etude Technique et de Développement) (1999) Bilan de la politique forestière en Côte d'Ivoire et proposition d'orientations, de principes et de règles de fonctionnement du secteur. Rapport de projet, BNETD, Abidjan.
- Brou, Y. T., Oswald, Y., Bigot, S. & Servat, E. (2005) Risques de déforestation dans le domaine Permanent de l'État en Côte d'Ivoire: quel avenir pour ses derniers massifs forestiers? *TELA2004004* 5(1-3), 17-33.
- CCT (Centre de cartographie et de télédétection) (1998): Projet sectoriel forestier-Bilan forêt, carte 1/20 000, Abidjan.
- Guillaumet, J. L. (1971) La végétation. In: *Atlas de la Côte d'Ivoire*, A6a-A6b. ORSTOM / IGT, Paris, France.
- Marsollier, L., Aubry, J., Saint-Andre, J. P., Robert, R., Legras, P., Manceau A. L., Bourdon S., Audrain, C. & Carbonnelle, B. (2003) Ecology and transmission of *Mycobacterium ulcerans*. *Pathol. Biol.* (Paris) 51, 490-495.
- Ministère de la Solidarité, de la République de Côte d'Ivoire, Sécurité Sociale et des Handicapés (2004) Colloque sur la couverture du risque maladie en Afrique francophone (WBI-IMA Paris, 26-30 avril 2004).
- Organisation Mondiale de la Santé (2003) Rapport sur la santé dans le monde- Façonner l'avenir.

IAHS Publication 308
ISSN 0144-7813

 friend 2006



Climate Variability and Change – *Hydrological Impacts*

Edited by

*Siegfried Demuth
Alan Gustard
Eduardo Planos
Fred Scatena
Eric Servat*

*Co-editors: Arthur Askew, Christel Prudhomme, Denis Hughes,
Lena Tallaksen, Lorena Menéndez Fernández-Cuesto, Mike Bonell,
Trevor Daniell & Wolfgang Grabs*

Published by the International Association of Hydrological Sciences 2006

IAHS Publication 308

ISBN 978-1-901502-78-7

British Library Cataloguing-in-Publication Data.

A catalogue record for this book is available from the British Library.

© IAHS Press 2006

This publication may be reproduced as hard copy, in whole or in part, for educational or nonprofit use, without special permission from the copyright holder, provided acknowledgement of the source is made. No part of this publication may be electronically reproduced, transmitted or stored in a retrieval system, and no use of this publication may be made for electronic publishing, resale or other commercial purposes without specific written permission from IAHS Press.

The papers included in this volume have been peer-reviewed and some were extensively revised by the Editors, in collaboration with the authors, prior to publication.

IAHS is indebted to the employers of the Editors for the invaluable support and services provided that enabled them to carry out their task effectively and efficiently.

The information, data and formulae provided in this volume are reproduced by IAHS Press in good faith and as finally checked by the author(s); IAHS Press does not guarantee their accuracy, completeness, or fitness for a given purpose. The reader is responsible for taking appropriate professional advice on any hydrological project and IAHS Press does not accept responsibility for the reader's use of the content of this volume. To the fullest extent permitted by the applicable law, IAHS Press shall not be liable for any damages arising out of the use of, or inability to use, the content.

The designations employed and the presentation of material throughout the publication do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of IAHS concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries.

The use of trade, firm, or corporate names in the publication is for the information and convenience of the reader. Such use does not constitute an official endorsement or approval by IAHS of any product or service to the exclusion of others that may be suitable.

Publications in the series of Proceedings and Reports are available from:
IAHS Press, Centre for Ecology and Hydrology, Wallingford, Oxfordshire OX10 8BB, UK
tel.: +44 1491 692442; fax: +44 1491 692448; e-mail: jilly@iahs.demon.co.uk

Printed in The Netherlands by Krips BV, Meppel.