

VertigO

VertigO – la revue électronique en sciences de l'environnement, Vol 4, No 1, mai 2003

ÉDITORIAL

Par **Éric Duchemin, PhD**

La semaine de l'environnement canadienne en questions ?

Pour de nombreux pays, la première semaine de juin est marquée par l'organisation de nombreuses activités de sensibilisation environnementale. Ces initiatives nationales et locales s'inscrivent dans la continuité de la journée mondiale de l'environnement du 5 juin, proclamée en 1972 par les Nations Unies.

Au Canada, la semaine de l'environnement est axée essentiellement sur une journée « de l'Air Pur et du Défi Transport » durant laquelle les citoyens sont invités à utiliser des moyens de transports alternatifs et durables. En fait, l'évènement reste relativement peu médiatisé et ne semble pas interpeller les citoyens. Doit-on voir là un faible intérêt de la population pour l'environnement ? Les gouvernements et les ONGe oublient-ils que l'un de leurs mandats essentiels est l'éducation et la sensibilisation des citoyens, et non seulement celle des décideurs politiques ?

Lors d'une enquête sur la culture scientifique et technique des québécoises et des québécois, le Conseil de la Science et de la Technologie du Québec relevait que 92 % des personnes interrogées étaient intéressées par l'environnement. Pour comparaison, ce pourcentage était de 82% pour la médecine, 62% pour Internet, 76% pour la culture et 60% pour le sport. Le statut social (scolarité, sexe, revenu, région, âge) avait peu d'influence sur l'intérêt manifesté vis à vis de l'environnement. À la lumière de ces résultats, est-on en droit de lancer la pierre aux ONGe qui ne profitent pas de l'opportunité que représente cette semaine pour mener des actions et mobiliser citoyens autour de la cause environnementale ?

La responsabilité de cette désertion repose-t-elle plutôt sur les épaules des gouvernements qui ne donnent pas les moyens aux organismes qui rejoignent localement les populations d'organiser de tels évènements (lorsqu'ils ne peuvent le faire eux-même) ? Les gouvernements n'auraient-ils pas intérêt à s'inspirer du programme de la semaine du développement durable français de 2003, avec ses nombreux colloques et initiatives locales ? Et les médias dans cela ?

Quoi qu'il en soit bonne semaine de l'environnement et préparons la semaine de l'environnement 2004.

DANS CE NUMÉRO

Perspective

-Écotourisme et Développement Durable, Jonathan Tardif

Dossier:

Santé et Environnement

-Présentation du Dossier

-Surveillance des effets de la pollution atmosphérique en milieu

urbain sur la santé: le Programme français PSAS-9, Sylvie Cassadou, Christophe Declercq, Daniel Eilstein, Pascal Fabre, Laurent Filleul, Alain Le Tertre, Agnès Lefranc, Sylvia Medina, Catherine Nunes, Laurence Pascal, Hélène Prouvost, Abdelkrim Zeghnoun.

-Evaluation des risques de la pollution urbaine sur la santé en Ile-de-France (Erpurs) : liens avec la mortalité 1987-1998, Dave Campagna, Agnès Lefranc, Catherine Nunes-Odasso, Ruth Ferry

-Les risques sanitaires des produits dérivés de la chloration des eaux de bassins de natation, Sylviane Carboneille

-L'impact De qualité de l'air intérieur en milieu résidentiel sur la santé respiratoire, Norman King

-Les toxines marines : problèmes de santé en émergence, Chateau-Degat Marie-Ludivine

-Les enjeux relatifs à la perception et à la communication dans le cadre de la gestion des risques sur la santé publique, Maximilien Debia et Joseph Zayed

-L'évaluation pré/post des effets de la communication du risque sur la perception du risque: l'exemple de la pêche sportive dans le Saint-Laurent autour de Montréal, Jacques Grondin, Dany Laverdière et Richard LaRue

-Assainissement des eaux usées et risques socio-sanitaires et environnementaux en zones d'habitat planifié de Yaoundé (Cameroun), Joseph Wéthé, Michel Radoux et Emile Tanawa

-Conditions socio-économique des populations et risques de maladies: Le bassin versant du barrage de Yitenga au Burkina Faso, S. Yonkeu, A. H. Maïga, J. Wéthé, M. Mampouya et G. P. Maga

-La perception des populations des maladies diarrhéiques au Burkina Faso : une piste pour l'éducation aux problèmes de santé, Jean Noël Poda, Raúl Gagliardi, Franck O. Kam et Anatole T. Niameogo

-L'éclatement géographique des itinéraires thérapeutiques : la perspective écologique est-elle en mesure d'y faire face ? Nathalie Pinsonnault

Regards sur le Monde

L'atmosphère de Brazzaville polluée par les voitures importées ; Le Congo désarmé face à la pollution pétrolière ; La santé des femmes peut-elle être affectée par les pesticides ; Le déclin mondial du couvert forestier ;

Les articles n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs et ne reflètent pas nécessairement la position de la revue VertigO, de son comité de rédaction, de son comité scientifique ou de ses partenaires.

La revue VertigO est appuyée financièrement par la Corporation I.C.I. environnement.

Équipe de rédaction

Directeur de la publication

Rédacteur en Chef

Éric Duchemin, Ph.D

Rédactrice-adjointe

Sophie Hamel-Dufour, MSc, Rédactrice-adjointe

Comité scientifique

P. Côté, Université du Québec à Rimouski,

L. Guay, Université Laval,

P. Houenou, Université d'Abobo-Adjamé (Côte d'Ivoire),

Y. Leblanc, Journaliste,

S. Lepage, Environnement Canada, la Biosphère,

M. Lucotte, Université du Québec à Montréal,

M. Richard, Régie Régionale de la Santé,

M.P. Sassine, Régie régionale de la Santé,

J.G. Vaillancourt, Université de Montréal,

J. Vien, Université de Sherbrooke,

B. Zuideau, Université de Lille-1 (France).

Comité de rédaction

Martin Girard, MSc.

Steve Déry, PhD

Mathias De Kouassi, MSc.

Mireille Genest

Sebastian Weissenberger, MSc.

Concepteur WEB

P. Cayer

Pour rejoindre la rédaction

VertigO

2669 Knox

Montréal (Québec)

H3K 1R3, Canada

courriel: vertigoweb@sympatico.ca

Internet: <http://www.vertigo.uqam.ca>

© Les Éditions en Sciences de l'Environnement -VertigO

Dépôt à la Bibliothèque Nationale du Canada

ISSN – 1492 - 8442

J'ai lu

Environnement et santé publique; Guide de l'air : comment moins le polluer, comment le préserver; L'évaluation des impacts environnementaux, un outil d'aide à la décision; L'évaluation des impacts sur l'environnement, processus, acteurs et pratique; Évaluation environnementale; Comment la recherche du profit améliore la qualité de l'environnement.

ÉCOTOURISME ET DÉVELOPPEMENT DURABLE

Jonathan Tardif, Institut des sciences de l'environnement, Université du Québec à Montréal, Succursale Centre-Ville, C.P. 8888, Montréal, Québec, H3C 3P8, courriel : tardif.jonathan@courrier.uqam.ca

Résumé

Depuis la parution du rapport Bruntland en 1987, le concept de « développement durable » a fait du chemin. Malgré son ambiguïté, on cherche des outils pour le mettre en oeuvre. En raison de sa dépendance au milieu naturel et de l'importance de ce marché, l'écotourisme attire l'attention de nombreux chercheurs. Cependant, il n'y a pas consensus sur le sens des principes qui lui sont associés, en plus d'être souvent confondu avec d'autres formes de tourisme. Pratiqué dans des aires protégées parfois éloignées des grands centres urbains, les impacts environnementaux, socioculturels et économiques de l'écotourisme ne sont pas insignifiants. Étant donné la complexité inhérente à ce domaine, la recherche gagnerait à se structurer autour d'un cadre théorique plus fort et à croiser différents types de données.

Abstract

Since the publication of the Bruntland Report in 1987, the « sustainable development » concept has made some steps. Even though it is ambiguous, one try to find ways to realize it. Because of its dependency on natural ecosystem and the importance of the tourism market, many researchers look towards ecotourism. However, there is no clear agreement on the sense of the associated principles and it is often mixed up with other forms of tourism. Sometimes practiced in protected areas far from urban centers, the environmental, economic and socio cultural impacts can be quite significant. Due to the complexity of this particular field, further researches should be structured around a stronger theoretical framework and should interbreed information.

Un voyage se passe de motifs. Il ne tarde pas à prouver qu'il se suffit à lui-même. On croit qu'on va faire un voyage, mais bientôt c'est le voyage qui vous fait, ou vous défait.

Nicolas Bouvier

Introduction

Depuis la parution du rapport Bruntland en 1987, en passant par le Sommet de la Terre à Rio et, plus récemment, le Sommet de Johannesburg, le concept de «développement durable» est sur bien des lèvres. Un nombre croissant de chercheurs se penchent aujourd'hui sur ce paradigme et tentent de mieux comprendre comment concilier le développement socio-économique et la protection de l'environnement. Malgré les quelques années qu'elle a derrière elle, la notion de développement durable ne fait toujours pas l'unanimité, tant dans la population en général que parmi les scientifiques (Revéret et Gendron, 2002). Le nombre élevé de définitions en circulation ainsi que la complexité inhérente à un tel concept, qui fait des emprunts dans presque toutes les disciplines, permettent un grand nombre d'interprétations et, du coup, participent à la confusion générale. La spécificité du développement durable tient dans la reconnaissance de l'environnement comme élément de développement. La nouveauté de la prise en compte de l'environnement dans les questions de développement nous oblige à explorer d'autres champs d'activités jusque là tenus pour marginaux. « Une chose est absolument certaine : dans aucun pays, encore moins sur la planète entière, l'évolution contemporaine de la civilisation humaine n'a un caractère durable. Ainsi, l'idée du développement durable est un défi, un

appel urgent à l'exploration de voies qui nous permettraient d'y parvenir¹ » (Moldan, 1996; 72). Parmi la panoplie d'outils proposés afin d'évoluer vers un développement durable de nos sociétés, il y en a un qui retient maintenant l'attention : l'écotourisme.

Depuis le début des années 1970, le tourisme est l'industrie qui connaît la plus forte croissance à l'échelle de la planète (Boo, 1990). Avec l'émergence de nouvelles préoccupations sociales et environnementales, celle-ci est de plus en plus confrontée à la question de sa compatibilité avec le développement des communautés locales et de la protection de l'environnement (McCool, 1995). L'écotourisme est alors souvent vu comme une solution miracle capable de concilier le développement économique, la protection de l'environnement et le bien-être des communautés. « Autour du monde, l'écotourisme a été acclamé comme une panacée : une façon de financer la conservation et la recherche scientifique, de protéger les écosystèmes vierges et

¹ La version originale se lit comme suit: "One thing is absolutely certain : in no single country, and even less in the whole world, does the contemporary evolution of human civilization have a sustainable character. Thus, the idea of sustainable development is a challenge, an urgent call for exploration into ways in which it may be accomplished".

fragiles, de bénéficier aux communautés rurales, de promouvoir le développement dans les pays pauvres, de renforcer la sensibilité écologique et culturelle, d'insuffler une conscience sociale et environnementale à l'industrie touristique, de satisfaire et d'éduquer les touristes et même, d'après certains, de bâtir la paix mondiale²» (Honey, 1999). Cependant, peu d'études ont tenté de caractériser l'écotourisme durable et les exemples positifs d'écotourisme sont encore rares (Lopez-Espinosa de los Monteros, 2002). De plus, certains chercheurs (voir entre autres Weinberg et al., 2002) se questionnent à savoir si l'écotourisme peut être viable dans le temps sans se transformer en simple tourisme de masse, lequel s'éloigne généralement des principes du développement durable.

Pour bien comprendre l'apport de l'écotourisme à la réalisation d'un développement durable, encore faut-il en saisir l'origine, l'évolution, les ambiguïtés que véhicule le terme et les principes de base qu'il soutient. Nous verrons que derrière sa simplicité apparente se dissimule un nombre impressionnant de zones d'incertitude. Il n'y a donc point de consensus sur le rôle qu'une telle activité pourrait jouer dans l'atteinte d'un équilibre entre le développement socio-économique et la protection de l'environnement.

Origine, définitions et concepts

L'écotourisme s'est développé dans la foulée du mouvement environnemental qui a pris forme au début des années 1970. L'intérêt grandissant du public pour l'environnement et les voyages orientés vers le plein air, couplé avec la croissante insatisfaction envers le tourisme de masse, a montré à l'industrie du tourisme qu'il y avait une place pour l'écotourisme (Orams, 1995; Weaver, 1998, Honey, 1999). La compréhension et l'acceptation des principes de conservation et de durabilité par une portion grandissante de la population a aussi participé à l'évolution phénoménale du terme *écotourisme* (Orams, 1995).

Il n'y a pas de consensus sur l'origine du terme *écotourisme* (Fennell, 1999). Selon certains auteurs, il serait apparu pour la première fois en langue anglaise dans un article de Romeril (1985) (Blamey, 2001). Cependant, l'écologiste mexicain Ceballos-Lascurain a utilisé le mot espagnol *ecoturismo* encore plus tôt, alors que le Service National des Forêts du Canada faisait, dès 1973, la promotion d'*écotours* le long de la Transcanadienne (Fennell, 1999). Récemment, on a même retracé le terme dans un article de Hertzler (1965) qui l'utilisait pour expliquer la relation complexe entre les touristes et

l'environnement et les cultures avec lesquelles ils interagissent (Fennell, 1999). Cependant, c'est Budowski (1976) qui est généralement cité comme le pionnier concernant le concept même d'écotourisme (Blamey, 2001; Orams, 2001; Honey, 1999). Dans son article *Tourism and Environmental Conservation: Conflict, Coexistence or Symbiosis?*, Budowski reconnaît que la relation entre le tourisme et l'environnement naturel tend à être conflictuel, mais que le potentiel existe pour une relation basée sur les bénéfices mutuels. Sa description de la relation symbiotique qui pourrait s'en suivre ressemble à l'idée contemporaine qu'on se fait de l'écotourisme, sans toutefois utiliser le terme (Blamey, 2001). La dissémination du terme et du concept est souvent associée à Elizabeth Boo dont le livre, *Ecotourism: The Potentials and Pitfalls* (Boo, 1990), contenait une définition mise de l'avant par Ceballos-Lascurain à la fin des années 1980 (Honey, 1999). Le tableau 1 contient un échantillon de quelques définitions que l'on rencontre fréquemment dans la littérature sur l'écotourisme.

Alors qu'une définition comme celle de Ceballos-Lascurain (1987) met l'emphase sur une proximité recherchée avec la nature par les touristes, les définitions plus récentes (voir celle de Honey) ont plutôt cherché à mettre en lumière une variété de principes associés au concept de développement durable (Blamey, 2001). S'inscrivant dans ce courant, les participants au premier *Sommet mondial de l'écotourisme*, qui s'est tenu à Québec en 2002, ont reconnu que l'écotourisme englobe les principes du tourisme durable en ce qui concerne les impacts de cette activité sur l'économie, la société et l'environnement et qu'en outre, il comprend les principes particuliers suivants qui le distinguent de la notion plus large de tourisme durable (Organisation mondiale du tourisme (OMT) et Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), 2002) :

- l'*écotourisme* contribue activement à la protection du patrimoine naturel et culturel;
- l'*écotourisme* inclut les communautés locales et indigènes dans sa planification, son développement et son exploitation et contribue à leur bien-être;
- l'*écotourisme* propose aux visiteurs une interprétation du patrimoine naturel et culturel;
- l'*écotourisme* se prête mieux à la pratique du voyage individuel ainsi qu'aux voyages organisés pour de petits groupes.

De façon plus concise, Blamey (1997, 2001) avance qu'une analyse des définitions nous amène à considérer trois dimensions qui constituent l'essence même du concept d'écotourisme :

- Un tourisme *axé sur la nature*;
- Une *composante éducative*;
- Un besoin de *durabilité*.

C'est principalement de ces dimensions que nous allons discuter dans la section suivante.

² La version originale se lit comme suit: "Around the world, ecotourism as been hailed as a panacea: a way to fund conservation and scientific research, protect fragile and pristine ecosystems, benefit rural communities, promote development in poor countries, enhance ecological and cultural sensitivity, instill environmental awareness and a social conscience in the travel industry, satisfy and educate the discriminating tourist, and, some claim, build world peace".

Ceballos-Lascurain (1987), cité dans Boo (1990)	Forme de tourisme qui consiste à visiter des zones naturelles relativement intactes ou peu perturbées, dans le but d'étudier et d'admirer le paysage et les plantes et animaux sauvages qu'il abrite, de même que toute manifestation culturelle (passée et présente), observable dans ces zones.
Ziffer (1989)	Forme de tourisme qui s'inspire avant tout de l'histoire naturelle d'une région, notamment de ses cultures autochtones, qui nécessite aussi une gestion active de la part du pays ou de la région d'accueil, qui prend l'engagement d'établir et de maintenir les sites de concert avec les résidents, d'assurer une commercialisation appropriée, d'assurer l'application de la réglementation et d'affecter les recettes de l'entreprise au financement de la gestion des terres et au développement communautaire.
The International Ecotourism Society –TIES/ Société Internationale d'Écotourisme (1991)	Forme de voyage responsable, dans les espaces naturels, qui contribue à la protection de l'environnement et au bien-être des populations locales.
Union mondiale pour la nature - UICN (1996)	Voyage responsable sur le plan environnemental et visite de milieux naturels relativement peu perturbés dans le but d'apprécier la nature - ainsi que toute manifestation culturelle passée ou présente observable de ces milieux -, encourageant la conservation, ayant un impact négatif très limité et s'appuyant sur une participation active des populations locales dans le but de générer des avantages.
Honey (1999)	Voyages à destination de zones naturelles fragiles et intactes – habituellement des aires protégées – visant un effet négatif très limité, s'adressant la plupart du temps à des petits groupes, favorisant l'éducation des visiteurs, générant des fonds pour la conservation, supportant directement le développement économique des milieux d'accueil et la prise en charge du développement par les communautés locales et favorisant le respect des différentes cultures et des droits humains.

Tableau 1. Quelques définitions de l'écotourisme régulièrement citées dans la littérature. Source : modifié de Couture (2002).

Tourisme axé sur la nature

Le milieu naturel est intimement lié à l'écotourisme et cette relation privilégiée transparaît particulièrement dans les premières définitions de l'écotourisme (Blamey, 2001). Valentine (1992) identifie trois dimensions principales associées au tourisme axé sur la nature : l'expérience, le style et le lieu. L'*expérience* va varier dans sa dépendance à la nature, l'intensité de l'interaction, le contexte social et la durée. Le *style* est associé par exemple à l'infrastructure nécessaire, à la taille et à la composition du groupe ou à la durée de la visite. Le *lieu* varie en termes d'accessibilité, de fragilité ou de nature (gestion et accès privés vs publics, par exemple).

Bien que le tourisme axé sur la nature semble de prime abord facilement identifiable, la question suivante mérite d'être posée : qu'est-ce qui réellement constitue réellement une expérience axée sur la nature? Est-ce que la traversée en automobile d'une vallée boisée se qualifie comme tel, ou bien le conducteur doit s'arrêter et aller marcher à travers les arbres et les fougères? Et

s'il le fait, combien de temps doit-il vagabonder? Est-ce qu'un environnement grandement modifié par l'homme peut tout de même être qualifié de lieu écotouristique en autant que tous les autres principes soient respectés (Blamey, 2001)? Est-ce qu'une marche dans une plantation d'arbres ou une expédition en canot sur un lac artificiel constituent une expérience axée sur la nature? La question de la *proximité* est souvent soulevée lorsque vient le temps de considérer si une expérience touristique impliquant un élément naturel peut être considérée comme telle (Blamey, 2001). Mais là encore, on pourrait débattre longuement du sens de cette exigence.

Une frontière devra être tracée quelque part afin de rendre opérationnelle la définition du tourisme axé sur la nature et, par le fait même, de l'écotourisme. Il va sans dire que la subjectivité ne pourra alors être évitée et toute définition de ces concepts comportera une composante arbitraire (Blamey, 1997).

Composante éducative

Il convient d'abord de définir trois termes utilisés parfois indistinctement lorsque nous abordons le domaine de l'éducation au sens large: l'apprentissage, l'éducation et l'interprétation. Contrairement à l'*apprentissage*, lequel est un processus naturel qui survient tout au long de notre vie, la plupart du temps de façon fortuite, l'*éducation* implique un processus conscient, planifié, séquentiel et systématique basé sur des objectifs définis et utilisant des procédures d'apprentissage spécifiques (Kalinowski et Weiler, 1992). Pour sa part, l'*interprétation* est une activité éducative qui vise à comprendre le monde et les relations entre ses différents éléments par l'utilisation d'objets originaux, l'expérience pratique et l'utilisation de matériel illustré, plutôt que de communiquer simplement de l'information factuelle (Tilden, 1977 cité dans Moscardo, 1998). Quoique presque tout tourisme axé sur la nature implique un certain degré d'apprentissage, c'est l'éducation et l'interprétation qui servent d'éléments clés et de caractéristiques à l'écotourisme selon Blamey (2001).

Cette dimension éducative est évidemment vaste et suffisamment subjective pour inclure toute une kyrielle de motivations et d'interactions entre le touriste et l'environnement (Weaver, 2001). Weaver (2001; 11) affirme également que:

« certains écotouristes négligent toute forme d'interprétation, préférant simplement observer et s'imprégner de l'environnement naturel à leur façon et peut-être même à un niveau subconscient. Dans de tels cas, la composante éducative peut être si subjective et obscure au point de se soustraire à toute forme de mesure, et est probablement mieux décrite comme une expérience appréciative plutôt qu'éducative. La frontière entre éducation/apprentissage/appréciation et leur absence peut alors devenir si floue que le produit touristique ne rencontre plus ce critère³ ».

Alors si nous voulons pouvoir distinguer l'écotourisme du tourisme axé sur la nature sur la base de l'expérience éducative, il faudra encore une fois éclaircir ce que cette dimension véhicule.

Durabilité

Considérant que le tourisme est la plus importante industrie au niveau international, son potentiel à contribuer au développement

durable est substantiel (Hunter, 1997). Deux principes liés à la durabilité sont régulièrement mentionnés en écotourisme : (1) l'apport à l'économie locale et (2) le support à la conservation (Blamey, 2001). Ceci sous-entend que si les communautés locales récoltent suffisamment de fruits de l'arbre de l'écotourisme et qu'en outre l'écotourisme participe activement à la conservation du milieu naturel, nous nous dirigeons fort probablement vers la durabilité. Mais comment peut-on déterminer qu'une expérience de tourisme supporte suffisamment les communautés locales et la conservation pour se qualifier d'écotourisme? Comment décider si les bénéfices aux communautés locales sous forme d'emplois et de revenus justifient les pertes irréversibles au regard de leur identité culturelle (Blamey, 2001)?

Alors que l'on s'accorde généralement sur les principes de base du développement durable, peu de concepts sont aussi ambigus lorsque vient le temps de l'interprétation et de la mise en oeuvre (Weaver, 2001). Même s'il est possible de réconcilier les nombreuses interprétations et ambiguïtés autour de la durabilité, le problème de déterminer si oui ou non tel projet écotouristique adhère au développement durable demeure entier. Les tentatives pour résoudre ce problème sont confrontées au manque flagrant de connaissances du domaine, autant dans les sciences environnementales qu'en tourisme (Weaver, 2001; 14). Par conséquent, sur la question de la durabilité de l'écotourisme, Weaver (2001; 15) prend le parti suivant:

« Il est impossible d'évaluer au-delà de tout doute si une opération ou une activité écotouristique particulière est durable du point de vue environnemental ou socioculturel sans que l'on accepte une définition anthropocentrique très diluée du concept. Ainsi, insister sur le fait qu'un produit doit être durable (comme le font la plupart des définitions) pour se qualifier d'écotourisme n'est point réaliste et sert à exclure la majorité, sinon toutes les activités qui autrement se qualifieraient. Il semble plus raisonnable de soutenir que l'écotourisme devrait paraître durable, sur la base des meilleures connaissances et de l'expérience disponibles⁴ ».

À mon avis, une telle vision de l'écotourisme est dangereuse, principalement parce qu'à première vue, bien des projets écotouristiques peuvent nous apparaître durables alors qu'un examen plus attentif nous apprend souvent le contraire.

³ La version anglaise se lit ainsi : 'some ecotourists disregard all forms of external interpretation, preferring simply to observe and absorb the natural environment on their own terms and perhaps even at a subconscious level. In such cases, the educational component may be so subjective and obscure as to be beyond measurement, and is probably better described as an appreciative experience rather than an educational one. At this point, the line between education/learning/appreciation, and their absence, may also become so blurred that the tourism product no longer meets this criterion'.

⁴ La version originale se lit ainsi: 'It is impossible to assess beyond any doubt whether a particular ecotourism operation or activity is environmentally or socio-culturally sustainable, unless one accepts a highly diluted anthropocentric definition of the concept. Thus, to insist that a product must be sustainable (as most definitions do) to qualify as ecotourism is unrealistic, and serves to preclude most if not all activities that would otherwise qualify. It seems more reasonable to argue that ecotourism should appear sustainable, based on the best available knowledge and experience, or best practice'.

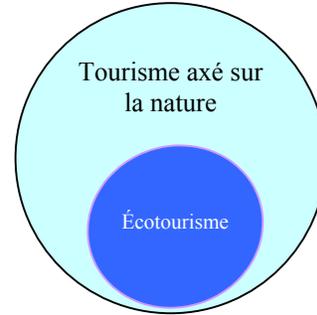
D'ailleurs, une des conséquences d'un tel raisonnement est que selon Weaver (2001), l'écotourisme n'est pas irrécyclable avec le tourisme de masse, lequel s'éloigne habituellement des principes même de la durabilité.

Cette position de léger retrait face à la question de la durabilité en tourisme n'est pas fortuite. Dans un excellent article, Hunter (1997) affirme que les concepts de développement durable et de tourisme durable n'ont pas évolués ensemble, créant ainsi un écart tel que les principes du tourisme durable ne contribuent pas nécessairement au développement durable. Selon lui, différentes interprétations du développement durable sont appropriées sous diverses circonstances et la relation entre les deux concepts peut être classées selon une échelle allant de très faible à très forte (Hunter, 1997). Tout dépendamment du contexte politique, socio-économique ou autre, on pourra adopter une vision du développement durable variable afin d'évaluer dans quelle mesure l'écotourisme répond à ces principes.

L'écotourisme et sa relation avec certaines autres formes de tourisme

Il ne faut pas oublier que l'écotourisme est d'abord et avant tout une forme de tourisme et qu'en ce sens, il convient de le situer plus précisément par rapport aux autres formes de tourisme auxquels il est souvent confondu, soit principalement le tourisme axé sur la nature, le tourisme d'aventure et le tourisme culturel.

Alors que le tourisme axé sur la nature et le tourisme d'aventure sont plutôt définis sur la base des activités récréatives des touristes, l'écotourisme est défini aussi, sinon plus, par les bénéfices qu'il est susceptible d'apporter, tant à la conservation qu'aux communautés locales (Honey, 1999). Comme nous l'avons mentionné précédemment, l'écotourisme est étroitement lié au milieu naturel. Il importe par contre de distinguer l'écotourisme du simple tourisme nature. Comme le souligne Honey (1999; 64), il y a fréquemment un flou concernant les frontières entre le tourisme axé sur la nature et le concept multidimensionnel d'écotourisme. L'écotourisme adhère à des principes (du moins en théorie) que la notion plus vague de tourisme axé sur la nature n'est pas tenue de partager. Tant dans la littérature que dans la pratique, on mélange souvent les deux, considérant des formes de tourisme axé sur le milieu naturel comme étant de l'écotourisme, mais qui ne répondent pas à ses principes. Le tourisme axé sur nature se trouve à être une forme plus générale de tourisme à l'intérieur de laquelle on peut retrouver, par exemple, le tourisme d'aventure ou le tourisme axé sur la chasse ou la pêche. L'écotourisme est ainsi vu comme une portion du tourisme axé sur la nature et la relation entre les deux peut être représentée de la façon suivante :



Pour être considéré comme du tourisme d'aventure, une activité ou un produit se doit d'incorporer trois éléments (Weaver, 2001) :

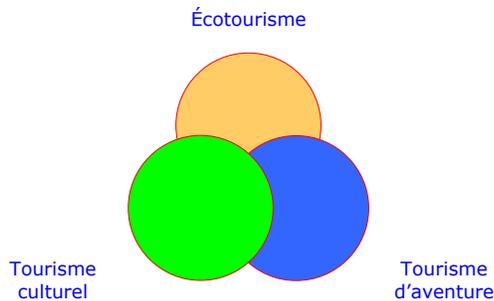
- Un élément de *risque*;
- Un haut niveau d'*effort physique*;
- Un besoin pour le touriste de posséder des *habiletés spécialisées* pour participer de façon sécuritaire à l'activité.

Pour Lequin (2001 ; 13), « le tourisme d'aventure correspond généralement à une activité de plein air qui se pratique dans des zones naturelles peu développées où la nature sert de support, mais ne constitue pas un objectif en soi, contrairement à l'écotourisme. Il existe ainsi une différence d'attitude fondamentale entre l'observation de la nature, comme c'est le cas pour l'écotourisme, et la conquête de celle-ci, dans le cas du tourisme d'aventure. En somme, ces deux formes de tourisme recherchent un environnement de qualité mais pour des motifs différents : l'une pour observer la nature et l'autre pour la conquérir ».

Certaines formes d'écotourisme peuvent être considérées comme du tourisme d'aventure. Par contre, pour plusieurs raisons, en général le tourisme d'aventure ne se qualifie pas comme écotourisme (Weaver, 2001). Premièrement, plusieurs activités de tourisme d'aventure ne sont pas axées sur la nature. Ensuite, comme c'est le cas pour le tourisme axé sur la nature, cette forme de tourisme ne nécessite pas de répondre à des critères de durabilité. Une autre distinction concerne la nature de l'interaction entre le participant et l'attraction touristique: alors que l'écotouriste recherche une expérience éducative, le touriste d'aventure désire en premier lieu un environnement qui va faciliter le risque et l'effort physique tant recherchés (Weaver, 2001).

Bien que l'écotourisme comporte généralement une composante culturelle, il n'est pas pour autant synonyme de *tourisme culturel*. Alors que ce dernier met l'emphase sur la composante culturelle, dans l'écotourisme, cet élément est la plupart du temps secondaire (Weaver, 2001). De plus, comme on le devine assez bien, l'expérience du tourisme culturel ne repose pas nécessairement sur le milieu naturel (la tournée des musées de Florence, par exemple). Considérant que tourisme d'aventure et tourisme culturel peuvent parfois s'entremêlés, comme c'est

parfois le cas, par exemple, lors d'une activité de chasse en milieu autochtone où les techniques traditionnelles sont partagées avec les touristes, nous pouvons illustrer leur relation avec l'écotourisme de la façon suivante :



Les lieux privilégiés par l'écotourisme

En mettant l'emphase sur la protection de l'environnement naturel, les aires protégées⁵ deviennent des lieux privilégiés pour l'écotourisme, lequel dépend en grande partie des ressources naturelles (Lawton, 2001). Par contre, la rareté de ces espaces, leur caractère exceptionnel et la soif des marchés pour des produits de plus en plus exclusifs et pour des milieux naturels intacts commandent une grande vigilance dans leur utilisation (Couture, 2002). Selon Goodwin (1996), l'écotourisme peut faire profiter les aires protégées de trois façons : en générant de l'argent pour gérer et protéger les habitats naturels et les espèces, en donnant la chance aux communautés locales de faire des gains économiques grâce aux aires protégées et en offrant un moyen par lequel l'intérêt des gens pour la conservation peut être accru.

De plus en plus, l'écotourisme est perçu comme la meilleure façon de concevoir le tourisme dans ces lieux souvent fragiles et sensibles aux perturbations humaines. À ce point que l'écotourisme fait, dans certains pays, son apparition dans les aires protégées strictes⁶ alors qu'il y était généralement banni. C'est le cas en Russie par exemple, où suite à la chute du communisme, le support du gouvernement russe aux aires protégées a diminué de 60-90% (Ostergren, 1999). L'écotourisme est ainsi vu comme un outil acceptable pour financer leurs activités de base, soit la recherche et la conservation des écosystèmes (Moralyova et Ledovskikh, 1999). Cependant, parce qu'il y a des raisons culturelles et spirituelles pourquoi ces populations s'engagent dans de telles pratiques, leurs proposer des sources alternatives de revenus est souvent

⁵ Voir le site de l'UICN <http://www.iucn.org/themes/wcpa/wcpa/wcpaindex.htm> et Vertigo Vol3, no1 (<http://www.vertigo.uqam.ca/vol3no1/index.html>)

⁶ Il s'agit d'un espace terrestre ou marin, comportant des écosystèmes, des éléments géologiques ou physiographiques ou encore des espèces remarquables ou représentatives, administré principalement à des fins de recherche scientifique et de surveillance continue de l'environnement.

une stratégie simpliste et qui a peu de succès (Michaelidou et al., 2002; 607).

La pratique de l'écotourisme n'est pas strictement limitée à ces aires protégées publiques. Il existe par exemple tout un réseau planétaire d'aires protégées privées, une des plus connues étant probablement *The Monteverde Cloud Forest Preserve*, au Costa-Rica. Cette réserve est née en 1973 grâce à des dons privés et elle est aujourd'hui opérée par le centre des sciences tropicales de San José (Wearing et Neil, 1999). Avec les années, elle est devenue une des destinations les plus populaires du pays.

Dans la mesure où ses principes sont respectés, l'écotourisme devrait pouvoir se pratiquer partout où l'on retrouve un milieu naturel adéquat et capable de supporter la pression des visiteurs. L'avantage des aires protégées est que leur organisation souvent bien structurée facilite la gestion des activités touristiques, limitant les effets négatifs éventuels sur l'environnement naturel et socioculturel.

Les impacts de l'écotourisme

De par ses caractéristiques propres, l'écotourisme devrait s'accompagner de retombées positives sur l'environnement naturel et socioculturel. Dans ces conditions, la mesure des coûts et des avantages économiques, écologiques et sociaux de l'écotourisme est différente de celle du tourisme traditionnel ou de masse. Les ratios habituels, notamment en terme de rentabilité économique, doivent pouvoir être appréciés dans un contexte différent qui évalue les retombées de l'activité de l'écotourisme non seulement en terme de rentabilité financière mais peut être surtout en terme d'impact sur le revenu, l'activité et les conditions sociales des populations locales (OMT et PNUE, 2002).

Avec la croissance rapide de l'écotourisme au niveau international, on prend de plus en plus conscience des impacts de cette activité. Bien sûr, ceux-ci vont dépendre de la façon dont on va définir cette forme de tourisme (Buckley, 2001). On peut tout de même dresser une liste, non exhaustive, des effets hypothétiques de l'écotourisme, tant positifs que négatifs, au niveau économique, socioculturel et environnemental. Ceux-ci sont résumés dans le tableau 2 et certains aspects qui leur sont liés seront discutés plus en détail par la suite.

Impacts environnementaux

Le tourisme est souvent perçu comme responsable de la dégradation du milieu naturel, du moins en partie (Lequin, 2001). La mesure des coûts et avantages écologiques des projets touristiques constitue ainsi un des enjeux majeurs de l'écotourisme. En effet, l'écotourisme représente une des rares formes de développement touristique qui, sous certaines conditions, peut favoriser la protection des zones naturelles grâce aux programmes de conservation qu'il suscite et qu'il peut financer (OMT et PNUE, 2002).

Effets sur l'environnement	
<p>Avantages directs</p> <ul style="list-style-type: none"> Stimule la protection de l'environnement (aires protégées) tant de façon formelle qu'informelle. Encourage la restauration et la conservation des habitats modifiés. Permet la participation active des écotouristes à la mise en valeur de l'habitat (dons, maintien de l'ordre, entretien, etc.). <p>Avantages indirects</p> <ul style="list-style-type: none"> La présence de l'écotourisme favorise un engagement accru envers un environnement sain. Des espaces protégés par l'écotourisme génèrent divers avantages environnementaux. 	<p>Coûts directs</p> <p>Danger que la capacité de charge de l'environnement soit dépassée accidentellement dû :</p> <ul style="list-style-type: none"> au rythme de croissance rapide, aux difficultés à identifier, à mesurer et à contrôler les effets sur une longue période, à la croyance que tout tourisme est porteur de perturbations. <p>Coûts indirects</p> <ul style="list-style-type: none"> Les régions fragiles peuvent être exposées à des formes de tourisme moins envahissant (fonction de pionnier). Peut avoir une tendance à donner une valeur financière à la nature, selon son attractivité.
Effets économiques	
<p>Avantages directs</p> <ul style="list-style-type: none"> Revenus directs des écotouristes. Création d'emplois directs. Fort potentiel de liens avec d'autres secteurs de l'économie locale. Stimulation de l'économie périphérique. <p>Avantages indirects</p> <ul style="list-style-type: none"> Revenus indirects des écotouristes (effet multiplicateur élevé). Propension des écotouristes à fréquenter des attractions culturelles et patrimoniales comme « compléments ». Avantages économiques d'une utilisation durable des aires protégées (industrie pharmaceutique, recherche) et des phénomènes naturels (ex. : maîtrise des crues) 	<p>Coûts directs</p> <ul style="list-style-type: none"> Coûts de démarrage (acquisition de terrain, établissement d'aires protégées, superstructures, infrastructures). Dépenses permanentes (entretien des infrastructures, promotion, salaires). <p>Coûts indirects</p> <ul style="list-style-type: none"> Incertitude des revenus due à la nature <i>in situ</i> de la consommation. Perte de revenus en raison des importations, de la participation d'étrangers ou de non-locaux, etc. Coûts de substitution. Cultures endommagées par la faune.
Effets socioculturels	
<p>Avantages directs</p> <ul style="list-style-type: none"> Accessibilité de l'écotourisme à un large éventail de la population. Éléments esthétiques/spirituels des expériences. Favorise la sensibilisation à l'environnement auprès des écotouristes et de la population locale. <p>Avantages indirects</p> <ul style="list-style-type: none"> Avantages des phénomènes naturels. 	<p>Coûts directs</p> <ul style="list-style-type: none"> Intrusions dans des cultures locales et, peut-être, des cultures isolées. Imposition d'un système étranger valorisant l'élite. Déplacement des cultures locales par l'établissement de parcs. Érosion du contrôle local (spécialistes étrangers, immigration de personnes à la recherche d'emploi). <p>Coûts indirects</p> <ul style="list-style-type: none"> Ressentiment possible de la population locale. Opposition des touristes à certains aspects de la culture locale (ex. : chasse, agriculture itinérante sur brûlis).

Tableau 2 : Coûts et bénéfices hypothétiques de l'écotourisme. Source : traduction libre de Sarrasin (2002), à partir de Weaver (1998).

Pour cela, les outils de mesures des coûts et avantages écologiques sont largement des indicateurs composites qui permettent de déterminer la pression et l'intensité d'utilisation des sites d'écotourisme. L'OMT a défini trois indicateurs composites qui sont particulièrement bien adaptés à la mesure des coûts et avantages écologiques de l'écotourisme. Il s'agit de :

· *Indicateur de capacité de charge* : Cet outil de mesure composite permet de déterminer le nombre maximum de touristes par site en tenant compte de l'intensité d'utilisation en période de pointe. Cet indicateur peut être calculé à partir des indices de protection des sites naturels et permet de donner l'alerte sur la

capacité du site de supporter différents niveaux de fréquentation d'écotourisme. · *Indicateur de perturbation de site* : Cet outil permet de réaliser une mesure composite des niveaux d'impact sur le site compte tenu des particularités naturelles et écologiques. Il s'agit de répondre à la question de savoir dans quelle mesure l'écotourisme malgré toutes les précautions prises vis-à-vis du milieu naturel a néanmoins un impact négatif sur l'environnement et lequel. Ceci doit permettre d'indiquer quelles sont les mesures à prendre en fonction du degré de perturbation des sites utilisés par l'écotourisme.

• *Indicateur d'intérêt écologique* : Cet outil doit permettre de mesurer les particularités écologiques du site qui le rendent attrayant pour l'écotourisme et qui peuvent changer avec le temps et la fréquentation touristique. Il s'agit principalement d'un indicateur qualitatif qui joue un rôle très important pour s'assurer de la pérennité des investissements liés au développement de l'écotourisme (OMT et PNUE, 2002 ; 113).

L'intérêt de ces différents indicateurs est qu'ils permettent d'assurer une véritable surveillance écologique des produits d'écotourisme et permettent également d'avoir une vision globale des différents produits créés sur un même espace géographique par plusieurs opérateurs (OMT et PNUE, 2002).

Il serait beaucoup trop fastidieux de nommer et décrire tous les effets négatifs pouvant être causés par l'écotourisme. Hvenegaard (1994) décrit par exemple une série d'impacts environnementaux négatifs causés par le tourisme lors de leur visite dans les aires protégées : développement abusif, activités récréatives non contrôlées, perturbation de la faune, pollution, érosion. Cependant, ce qui est intéressant à noter, c'est que ces effets sont plus sérieux pour l'écotourisme que pour d'autres formes de tourisme, car celui-ci est très dépendant de la qualité de l'environnement (Page et Dowling, 2002).

Impacts économiques

De par son emphase sur les voyages individuels ou en petits groupes, il serait utopique de croire que l'écotourisme puisse insuffler une vigueur nouvelle à l'économie d'un pays en difficulté. Cependant, nous pouvons reconnaître le fort potentiel de cette activité à améliorer l'économie locale. Parmi les bénéfices de l'industrie écotouristique, la création d'emploi pour les gens des communautés est souvent mentionnée et sert généralement d'indicateur de base. Cependant, bien que souvent des emplois soient effectivement créés, se sont la plupart du temps des emplois secondaires, sous payés et saisonniers. Fortin et Gagnon (1999) l'ont démontré dans une étude sur la création du parc du Saguenay, au Québec, alors que les meilleurs emplois étaient détenus par des travailleurs venant des centres urbains extérieurs aux communautés.

Dans tout projet écotouristique, les retombées économiques peuvent avoir une importance toute particulière pour les populations locales. Toutefois, les exemples montrent que ces avantages ne prennent de la consistance qu'après de nombreuses années. Des études de cas démontrent par ailleurs qu'à court terme les recettes de l'écotourisme sont modestes et ne suffisent pas à financer la protection de l'environnement voulue pour conférer une haute qualité aux produits écotouristiques (OMT et PNUE, 2002). Elles révèlent en outre qu'il est très difficile d'assurer la répartition des avantages financiers entre les intervenants du secteur privé et du secteur public (OMT et PNUE, 2002). De plus, bien que l'écotourisme ait un fort potentiel à générer des bénéfices économiques, une grande proportion de cet argent est plus souvent qu'autrement dépensée

au lieu d'origine des touristes (pour les billets d'avion par exemple) (Wall, 1994, dans Page, 2002). Ainsi, les impacts économiques de l'écotourisme ne sont pas toujours substantiels et peuvent même ne pas être positifs du tout (Page, 2002; Honey, 1999).

Plusieurs pays ont choisis de se tourner vers l'écotourisme afin de contribuer au développement économique de communautés vivant dans des régions souvent non touchées par les efforts de développement plus traditionnel en raison de leur éloignement des grands centres urbains (Lindberg, 1998). Il ne faut pas oublier que la contribution de l'écotourisme à l'économie locale ne dépend pas uniquement de l'argent qui entre dans la région mais aussi et surtout de la part de cet argent qui va demeurer sur place (Page, 2002). Les fuites de capitaux sont monnaie courante dans les projets de développement touristique et une des meilleures façons d'éviter la chose serait, encore une fois, d'impliquer les communautés à toutes les étapes.

En somme, l'écotourisme a le potentiel d'améliorer l'économie des communautés locales ou d'aider à financer les activités en cours à l'intérieur des aires protégées, mais on se demande toujours jusqu'à quel point cet objectif peut être effectivement atteint (Lindberg, 1998).

Impacts socioculturels

Les impacts socioculturels sont souvent plus difficiles à identifier et à quantifier que ceux des deux autres domaines. À partir de quel moment, par exemple, une communauté est-elle en train de voir ses traditions s'effriter en raison du tourisme? Comment déceler une modification de la structure sociale qui serait amorcée par les voyageurs? Pour aborder cette question complexe, il est approprié de la définir d'abord. Selon Fox (1977) cité dans Mathieson et Wall (1982) :

« Les impacts sociaux et culturels du tourisme sont les façons par lesquelles le tourisme contribue aux changements dans les systèmes de valeur, les comportements individuels, les relations familiales, les modes de vie collectifs, le niveau de sécurité, la conduite morale, les expressions créatives, les cérémonies traditionnelles et l'organisation des communautés⁷ ».

L'analyse des impacts socioculturels de l'écotourisme implique donc l'analyse de trois éléments principaux (Page, 2002), soient :

- l'écotouriste, particulièrement sa demande pour des services, son attitude, ses attentes et ses activités;

⁷ La version originale: "The social and cultural impacts of tourism are the ways in which tourism is contributing to changes in value systems, individual behavior, family relationships, collective lifestyles, safety levels, moral conduct, creative expressions, traditional ceremonies and community organisation".

- la *communauté hôte*, spécialement son rôle et son attitude face aux services requis par les touristes et ses inquiétudes concernant les impacts des visiteurs sur leurs modes de vie traditionnels;
- la *relation entre l'écotouriste et la communauté hôte*, cette relation étant par ailleurs transitoire, limitée dans le temps et l'espace, souvent dépourvue de spontanéité et inégale (UNESCO, 1976)

Selon Lequin (2001 ; 24), un des impacts les plus néfastes que la présence des touristes peut avoir sur les communautés locales est sans contredit la commercialisation des rites culturels traditionnels, comme l'observation des cérémonies religieuses. C'est ce qu'on appelle l'«effet de jardin zoologique», parce qu'il n'y a aucune interaction entre les visiteurs et les visités. À l'opposé, il arrive que dans certaines régions, le Grand Nord canadien par exemple, le tourisme constitue un instrument de revivification ou de revalorisation de pratiques culturelles parfois oubliées des autochtones, et contribue ainsi à redonner une fierté et à reconstruire une identité collective. Un bon exemple de ces retombées positives est donné par Pardes (2002) où des Inuits du Grand Nord canadien, près de Bathurst, suite à la prise en charge du petit marché écotouristique, se sont réappropriés leur culture.

Des attitudes ou actions en apparence banales pourront par exemple avoir des conséquences imprévues et irréversibles sur la structure sociale ou les traditions de communautés isolées. En raison de leur subtilité, nous devons rester vigilants face aux effets pervers de l'écotourisme sur le plan socioculturel et poursuivre les recherches dans ce domaine.

La recherche en écotourisme

La recherche en écotourisme en est encore à ses premiers pas, avec moins d'une vingtaine d'années derrière elle. Une des premières conséquences de cette relative jeunesse se traduit par l'absence d'un cadre théorique fort, obligeant ainsi les chercheurs à aller puiser à l'intérieur d'autres disciplines, tant en sciences sociales qu'en sciences naturelles (Ross et Wall, 1999; Fennell, 2001; Bachman et Morais, 2001). Fennell (2001) ajoute :

« La chose intrigante avec l'écotourisme c'est qu'il fait le pont entre le royaume des sciences sociales et celui des sciences naturelles. Bien que ce soit fort excitant, cela se présente également comme un défi, celui de trouver un terrain commun afin de donner un sens et une direction à ce nouveau champ de recherche⁸ ».

⁸ La version originale: "The social and cultural impacts of tourism are the ways in which tourism is contributing to changes in value systems, individual behavior, family relationships, collective lifestyles, safety levels, moral conduct, creative expressions, traditional ceremonies and community organisation".

Il arrive souvent que les chercheurs n'effectuent que quelques courts séjours d'observation et de recherche dans une destination précise. Cependant, plusieurs d'entre eux ne reconnaissent pas les limites de leurs travaux et assument même avoir capturé l'essence de la culture qu'ils viennent de visiter (Backman et Morais, 2001). Il est également fréquent que ceux-ci s'attachent à cette destination et vont ainsi recueillir et interpréter des données sur une base plutôt subjective (Backman et Morais, 2001). On comprend alors qu'il est nécessaire d'aborder tout travail de terrain en écotourisme avec une certaine prudence.

L'utilisation d'une approche qualitative peut être très utile à l'intérieur de ce champ de recherche en raison du manque de connaissances et du besoin de comprendre le sens du phénomène, qui n'obéit pas aux théories développées sous la bannière du tourisme de masse. Cependant, plusieurs des études qualitatives en écotourisme sont caractérisées par une méthodologie déficiente (Bachman et Morais, 2001). Comme c'est le cas dans d'autres domaines, la recherche en écotourisme gagnerait à croiser, dans le cadre d'une même étude, des méthodes quantitatives et qualitatives.

Conclusion

(...) like the golden toad,
genuine ecotourism is hard to find.
(Honey, 1999; 5)

Avec l'industrie du tourisme propulsée en position de tête en terme de retombées économiques au niveau international et l'éveil de la population mondiale à l'importance de respecter et conserver le milieu naturel, l'écotourisme a vu sa popularité croître de façon phénoménale depuis la fin des années 1980. Malgré sa relative jeunesse, l'écotourisme a su conquérir en peu de temps et le coeur et la tête de bien des gouvernements, ONG, communautés, intervenants en tourisme et chercheurs. Encore perçu à tort ou à raison comme une panacée aux problèmes de développement durable en milieu naturel et en régions isolées, l'écotourisme véritable est cependant bien difficile à dénicher. Cette forme de tourisme emprunte trop souvent l'apparence du tourisme axé sur la nature ou d'aventure, laissant ainsi tomber les principes de bases qui sont des traits essentiels de sa personnalité. Devenu un outil de marketing fort puissant, l'écotourisme ainsi noyé parmi d'autres projets touristiques à plus faible « valeur ajoutée » perd de son utilité comme outil alternatif de développement.

L'écotourisme fait rêver. Le voyageur se voit plongé dans une jungle luxuriante au coeur d'une aire protégée abritant des espèces rares et colorées. La communauté se voit reprendre possession de ses traditions et contrôler enfin son avenir. Le gouvernement se voit empocher une partie des bénéfices financiers tout en répondant à son désir profond d'adhérer aux principes d'un développement durable. Pour que ces rêves deviennent réalité, il faudra multiplier les efforts de consultation et de recherche afin de dissiper l'épais brouillard dans lequel baigne toujours l'écotourisme. Malgré les doutes et les remises

en questions qui secouent aujourd'hui ce domaine de recherche, l'écotourisme demeure une piste riche à explorer afin de concilier le développement socioéconomique de nos sociétés et la protection de l'environnement.

Lectures suggérées et sites internet pertinents

1) Élizabeth Boo (1990) : **Ecotourism: the Potentials and Pitfalls**. De par le rôle qu'il a joué dans la mise en branle de la recherche en écotourisme, ce livre relativement court est un incontournable. Il est peut-être bon de mentionner qu'il ne fait pas de distinction entre le tourisme axé sur la nature et l'écotourisme.

2) David Weaver (éditeur) (2001) : **The Encyclopedia of Ecotourism**. Récent et regroupant un grand nombre de spécialistes en écotourisme, cette encyclopédie fait le point sur la plupart des dimensions liées à cette forme de tourisme.

3) **Téoros (automne 2002)**. Ce numéro spécial de la revue de recherche en tourisme de l'Université du Québec à Montréal (UQAM) est entièrement consacré à l'écotourisme.

4) **The International Ecotourism Society** (adresse: www.ecotourism.org). La référence internet en écotourisme. Cet organisme a par ailleurs publié de nombreux livres sur le sujet.

5) **Planeta.com** (adresse: www.planeta.com). Centre de ressources concernant la pratique de l'écotourisme à l'international. Héberge plusieurs conférences et publications électroniques. Beaucoup de liens utiles.

6) **Ecoclub.com : International Ecotourism Club** (adresse : www.ecoclub.com). Réseau coopératif qui fait la promotion de l'écotourisme "authentique". Débats mensuels sur différents sujets liés à l'écotourisme. Petit journal électronique mensuel. Mise à jour régulière de nombreux emplois et opportunités de bénévolat dans le domaine de l'écotourisme.

Références

Bachman, K.F., Morais, D.B. 2001. Methodological Approaches Used in the Literature. Dans *The Encyclopedia of Ecotourism*. Oxon, UK, New York, NY: CABI Pub, p. 597-609.

Blamey, R.K. 1997. «The Search for an Operational Definition». *Journal of Sustainable Tourism*, vol. 5, p.109-130.

Blamey, R.K. 2001. Principles of Ecotourism. Dans *The Encyclopedia of Ecotourism*. Oxon, UK, New York, NY: CABI Pub, p. 5-22.

Boo, E. 1990. *Ecotourism: the Potentials and Pitfalls*. Washington, D.C: World Wildlife Fund, 72 p.

Buckley, R. 2001. Environmental Impacts. Dans *The Encyclopedia of Ecotourism*. Oxon, UK, New York, NY: CABI Pub, p.363-378.

Budowski, G. 1976. "Tourism and Environmental Conservation: Conflict, Coexistence or Symbiosis?". *Environmental Conservation*, vol. 31, no 1, p. 27-31.

Ceballos-Lascurain, H. 1987. *Estudio de Prefectabilidad Socioeconomica del Turismo Ecologico y Anteproyecto Arquitectonico y Urbanistico del Centro del Turismo Ecologico de Sian Ka'an, Quintana Roo*. Étude réalisée pour SEDUE, Mexico.

Couture, M. 2002. "L'écotourisme: un concept en constante évolution". *Téoros*, vol. 21, no 3, p. 5-13.

Fennell, D. A. 1999. *Ecotourism: An Introduction*. New York: Routledge, 315 p.

Fennell, D.A. 2001. "Areas and Needs in Ecotourism Research". Dans *The Encyclopedia of Ecotourism*. Oxon, UK, New York, NY: CABI Pub, p.639-656.

Fox, M. 1977. "The Social Impact of Tourism: A Challenge to Researchers and Planners". Dans Finney, B.R. et A. Watson (eds), *A New Kind of Sugar: Tourism in the Pacific*, Honolulu: East-West Technology and Development Institute, East-West Center: p. 27-48.

Goodwin, H. 1996. « In pursuit of ecotourism ». *Biodiversity and Conservation*,

vol. 5, p. 277-291.

Hvenegaard, G. 1994. "Ecotourism: A Status Report and Conceptual Framework". *Journal of Tourism Studies*, vol. 5, no 2, p.24-35.

Hetzer, N.D. 1965. «Environment, Tourism, Culture», *LINKS* (juillet), reparu dans *Ecosphere* (1970), vol. 1, no 2, p.1-3.

Honey, M. S. 1999. *Ecotourism and Sustainable Development: Who Owns Paradise?* Washington, D.C: Island Press, 405 p.

Hunter, C. 1997. "Sustainable Tourism as an Adaptive Paradigm". *Annals of Tourism Research*, vol. 24, no 4, p. 850-867.

Kalinowski, K.M. et B. Weiler. 1992. *Educational travel*. Dans: Weiler, B. Et Hall, C.M. (eds) *Special Interest Tourism*. London: Belhaven Press, p. 15-26.

Lawton, L.J. 2001. Public Protected Areas. Dans *The Encyclopedia of Ecotourism*. Oxon, UK, New York, NY: CABI Pub, p. 287-302.

Lequin, M. 2001. « Écotourisme et gouvernance participative ». Ste-Foy, Québec : Presse de l'Université du Québec, 234 p.

Lindberg, K. 1998. « Economic Aspects of Ecotourism ». Dans Lindberg, K., Epler Wood, M. Et D. Engeldrum (eds), *Ecotourism: A Guide for Planners and Managers*, vol. 2, Vermont: The Ecotourism Society, p. 87-117.

Lopez-Espinosa de los Monteros, R. 2002. "Evaluating Ecotourism in Natural Protected Areas of La Paz, Baja California Sur, México: Ecotourism or Nature-Based Tourism?". *Biodiversity and Conservation*, vol. 11, p. 1539-1550.

McArthur, S. Et B. Weir (eds). 1998. « Australia's Ecotourism Industry : A Snapshot in 1998 ». Brisbane, Ecotourism Association of Australia.

Mathieson, A., et G. Wall. 1982. *Tourism: Economic, Physical and Social Impacts*. Harlow: Longman, 208 p.

McCool, S. F. 1995. *Linking Tourism, the Environment, and Concepts of Sustainability : Setting the Stages*. Dans: McCool, S. F. Et Watson, A. E. *Linking Tourism, the Environment and Concepts of Sustainability*. Rapport technique INT-GTR-323. Department of Agriculture, Forest Service-Intermountain Research, Ogden, Utah.

Michaelidou, M., D. J. Decker et J. P. Lassoie. 2002. "The Interdependence of Ecosystem and Community Viability: A Theoretical Framework to Guide Research and Application". *Society and Natural Resources*, vol. 15, p. 599-616.

Moldan, B. 1996. A Proposal for a Set of Aggregated Indicators of the Environmental Dimension of Sustainability. Dans *Sustainable Development of the Lake Baikal Region: A Model Territory for the World* (Ulan-Ude, Republic of Buryatia, Russia, September 12-17, 1994). Germany: Springer, in cooperation with NATO Scientific Affairs Division, NATO ASI Series, vol. 6, 373 p.

Moralayova, N., et E. Ledovskikh. 1999. *Ecotourism in Russian Nature Reserves: Possibilities, Problems, Perspectives*. En ligne. <http://www.ecotours.ru/english/public/art02.htm>. Consulté le 10 octobre 2002.

Moscardo, G. 1998. «Interpretation and Sustainable Tourism: Functions, Exemples and Principles». *Journal of Tourism Studies*, vol. 9, p. 2-12.

Orams, M.B. 1995. "Towards a More Desirable Form of Ecotourism". *Tourism Management*, vol. 16, p. 3-8.

Orams, M.B. 2001. Types of Ecotourism. Dans *The Encyclopedia of Ecotourism*. Oxon, UK, New York, NY: CABI Pub, p. 23-36.

Organisation mondiale du tourisme (OMT) et Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE). 2002. « Sommet Mondial de l'Écotourisme: rapport final ». Madrid, Spain: World Tourism Organization, 150 p.

Ostergren, D. M., et S. J. Hollenhorst. 1999. "Convergence in Protected Area Policy: A Comparison of the Russian Zapovednik and American Wilderness System". *Society and Natural Resources*, vol. 12, p. 293-313.

Page, S., et R. K. Dowling. 2002. *Ecotourism*. Harlow, Essex, UK, New York: Prentice Hall, 338 p.

Pardes, J. 2002. "Ecotourism in Northern Canada Enables Aboriginal Peoples Like the Inuit to Preserve and Share their Culture with the World". *The Ecotourism Observer*. Revue en ligne : <http://www.ecotourism.org/observer/feature.asp>. Consulté le 15 octobre 2002.

- Revéret, J.P. et Gendron, C. 2002. «Le développement durable, entre développement et environnement». *Liaison Énergie-Francophonie*, no 55-56-57.
- Romeril, M. 1985. "Tourism and the Environment - Towards a Symbiotic Relationship". *International Journal of Environmental Studies*, vol. 25, p. 215-218.
- Ross, S., et G. Wall. 1999. "Ecotourism: Towards Congruence Between Theory and Practice". *Tourism Management*, vol. 20, p. 123-132.
- The International Ecotourism Society (TIES)- Société internationale d'écotourisme. 1991. Définition reprise en ligne : <http://www.ecotourism.org>. Consulté le 12 mars 2003.
- UICN (Ceballos-Lascurain, H.). 1996. *Tourism, Ecotourism and Protected Areas*. Gland, Suisse: UICN.
- UNESCO. 1976. "The Effects of Tourism on Socio-cultural Values". *Annals of Tourism Research*, novembre/décembre, p. 74-105.
- Valentine, P.S. 1992. Review. *Nature-based Tourism*. Dans: Weiler, B. Et Hall, C.M. (eds) *Special Interest Tourism*. London: Belhaven Press, p. 105-128.
- Wall, G. 1994. "Ecotourism: Old Wine in New Bottles?". *Trends*, vol.31, no 2, p.4-9.
- Wearing, S., et J. Neil. 1999. *Ecotourism Impacts, Potentials, and Possibilities*. Oxford, Boston: Butterworth-Heinemann, 163 p.
- Weaver, D. B. 1998. *Ecotourism in the Less Developed World*. New York: CAB International, 258 p.
- Weaver, D. B. 2001. *The Encyclopedia of Ecotourism*. Oxon, UK, New York, NY: CABI Pub, 668 p.
- Ziffer, K. 1989. *Ecotourism : The Uneasy Alliance*, Washington, DC: Conservation International and Ernest & Young.

DOSSIER : SANTÉ ET ENVIRONNEMENT

Au cours des prochaines décennies, la relation entre la qualité de l'environnement et la santé humaine deviendra un des enjeux majeurs de la société moderne car l'effet du développement social sur la santé humaine porte de plus en plus à réfléchir. Plusieurs exemples abondent dans ce sens. Des études épidémiologiques françaises ont démontré l'effet de la pollution urbaine sur la santé. Avec l'observation de la croissance de la pollution atmosphérique dans les grandes villes telles que Londres, Mexico, Los Angeles, Toronto, Montréal, Brazzaville, il nous est permis de croire au pire. L'apparition de plusieurs maladies serait également liée aux activités humaines. À titre d'exemple, on croit que l'arrivée des premières manifestations du paludisme concorde avec le début de l'agriculture, il y a environ 7 000 ans. En effet, les périodes plus longues d'inondation, engendrées par la gestion de la production agricole, prolonge la saison de reproduction des moustiques porteurs du virus. Par ailleurs, la contamination accrue des eaux de surface et souterraines, dans les pays en voie de développement mais aussi dans des pays industrialisés - tel que le cas de Walkerton au Canada - par des déchets organiques augmente les risques de maladies infectieuses. Voilà tout autant d'exemples qui démontrent la nécessité de mieux comprendre la relation entre l'environnement et la santé des populations, particulièrement celle des personnes vieillissantes, des enfants ou des femmes, souvent plus vulnérables à cause d'un système immunitaire plus fragile ou d'une position particulière dans les sociétés du monde.

En considérant l'humain comme étant un élément dynamique des écosystèmes et en tenant compte des interactions multiples entre les activités humaines et l'évolution des milieux naturels de la planète, la recherche, depuis quelques années, tente d'aborder la santé des populations en incluant, de facto, l'environnement. Un Forum international concernant ces questions s'est d'ailleurs tenu récemment à Montréal (Québec, Canada). Cette approche par écosystème se caractérise d'abord par une approche multidisciplinaire des problèmes que l'on essaie d'expliquer et de résoudre en identifiant toutes les interactions entre les différentes composantes de l'écosystème. Des recherches menées en Côte d'Ivoire (qualité de l'eau et déplacement des populations liés à la construction d'un barrage-réservoir Buyo) et en Amazonie (contamination au mercure le long du Tapajos) ont donné des résultats probants au niveau des populations et de leur santé, tout en identifiant les sources de contamination et en intervenant sur les problèmes environnementaux des écosystèmes concernés. Nous sommes loin de l'approche unique des années 1990, faisant appel à l'adhésion à des normes et à une réglementation stricte, figée comme réponse. Cependant, malgré l'avantage qu'offre la modélisation et les nouvelles perspectives issues de la «théorie générale des systèmes» l'enjeu majeur du domaine de la santé environnementale réside dans le fait que nous faisons face à des systèmes complexes, lieu d'incertitude où la description exhaustive de la réalité est impossible. Afin d'éviter le piège dans lequel l'environnement correspond à un contexte stable formé d'un ensemble de contraintes supérieures non négociables qui structurent l'activité ou la santé humaine, le monde de la recherche et de l'intervention devra faire preuve d'un imaginaire fécond pour comprendre et agir sur ces systèmes complexes.

La revue en sciences de l'environnement VertigO propose ici son premier dossier sur la santé. Ce dossier rejoint une belle variété de thèmes en passant de la qualité de l'air urbain et de celle des bâtiments, par l'alimentation, la qualité de l'eau et les notions de risque et de communication à l'éclatement géographique des peuples et familles. Ce dossier illustre que le monde de la santé environnementale est foncièrement multidisciplinaire et que les défis qui l'accompagnent demeureront des espaces de recherche et développement fertiles.

En vous souhaitant une bonne lecture.

Éric Duchemin, Rédacteur en chef
Marie-Pascale Sassine, rédactrice –adjointe pour ce numéro
Professionnelle de recherche en Santé Publique

SURVEILLANCE DES EFFETS DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE EN MILIEU URBAIN SUR LA SANTÉ: le Programme français PSAS-9

Le groupe PSAS-9 : *Sylvie Cassadou¹, Christophe Declercq², Daniel Eilstein¹, Pascal Fabre¹, Laurent Filleul¹, Alain Le Tertre¹, Agnès Lefranc³, Sylvia Medina¹, Catherine Nunes³, Laurence Pascal¹, Hélène Prouvost², Abdelkrim Zeghnoun¹.

¹Institut de veille sanitaire, 2, rue du Val d'Osne, F- 94415 Saint Maurice

²Observatoire Régional de la Santé Nord Pas-de-Calais 13, rue Faidherbe, F-59046 Lille

³ Observatoire Régional de la Santé Ile de France 21/23, rue Miollis, F-75732 Paris

Résumé

Le programme de surveillance épidémiologique dans 9 grandes villes en France (PSAS-9) a pour objectif d'estimer les relations entre l'exposition à la pollution atmosphérique urbaine et des indicateurs de l'état de santé de la population afin d'évaluer l'impact de la pollution sur la santé des habitants. Suivant un protocole standardisé, les 9 agglomérations ont collecté des indicateurs journaliers agrégés de pollution à partir d'un réseau de stations de mesures et des indicateurs agrégés de mortalité provenant des registres de décès. Ces données ont été analysées par la méthode de modélisation de séries temporelles. Les excès de risque à court terme estimés pour la mortalité toutes causes étaient compris entre 1,2 et 1,9% selon l'indicateur d'exposition. Le gain sanitaire potentiel annuel lié à une réduction de 50% des niveaux moyens de pollution a été estimé à 2786 décès pour les 9 villes.

Mot-clés : Pollution atmosphérique, épidémiologie, France, santé publique, modèle additif généralisé, mortalité.

Abstract

Title: Health Impact assessment of urban air pollution : results from nine French cities and their utility for public health management.

The epidemiological surveillance program in 9 French cities (PSAS-9) aims to estimate the relationships between air pollution and health risks in order to assess the impact of the urban air pollution on health. Through a standardized protocol, the 9 French cities collected daily aggregated data on air pollution through a metrology measure network and mortality data from official registers. These data were modeled according to the time series analysis method. Depending on the pollutant, excess in total mortality risk related to a 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pollutant increase varied between 1.2 and 1.9%. If the average level of the pollutant was reduced by 50 %, the total account of attributable deaths would be of 2786 per year in the 9 cities.

Key words : Air Pollution, epidemiology, France, public health, generalized additive model, mortality.

* Correspondance : Sylvie Cassadou, 37, allées Jules Guesde, 31073 Toulouse cedex, Tel : +33 (5) 61 53 35 77, Fax : +33(5) 62 26 42 40, courriel : cassadou@cict.fr

Contexte et objectifs généraux

Depuis la mise en place en France de mesures réglementaires de contrôle des émissions industrielles au cours des années 80, la nature et les niveaux de la pollution atmosphérique ont changé et la question de santé publique qui se pose aujourd'hui est de savoir quel est l'impact des niveaux ambiants de pollution atmosphérique actuellement observés sur la santé des populations (Journal Officiel de la République Française, 1997 ; Cassadou et coll., 2000).

Jusqu'à un passé relativement proche, la surveillance météorologique de la pollution atmosphérique reposait uniquement sur une comparaison des niveaux de pollution à des valeurs de référence réglementaires (O.M.S. Air quality guidelines for Europe, 1987). Or, les résultats des études épidémiologiques réalisées au cours des dix dernières années (Schwartz., 1994) ont remis en question la pertinence des niveaux de pollution réglementaires retenus et ont entraîné une révision des valeurs guides par l'O.M.S. ainsi que des directives européennes par la Commission Européenne. Ceci a conduit en France à l'adoption de l'article 3 de la Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie du 30 décembre 1996 qui stipule que « *l'État assure... la surveillance de la qualité de l'air et de ses effets sur la santé* ».

Dans cette optique, l'Institut de Veille Sanitaire (InVS), assure depuis 1997 l'animation et la coordination d'un programme de surveillance des effets sanitaires de la pollution atmosphérique urbaine dans 9 grandes villes françaises, le Programme de Surveillance Air & Santé – 9 villes (PSAS-9) dont l'objectif général est d'estimer et de surveiller, à partir de données françaises, les relations exposition / risque entre des indicateurs d'exposition à la pollution atmosphérique urbaine et des indicateurs de l'état de santé de la population⁹. Des expériences locales et à l'échelle européenne avaient déjà constitué des acquis méthodologiques importants, tant sur le plan météorologique, épidémiologique que statistique, et ont permis d'envisager le développement de cette approche au niveau national : le programme ERPURS (Évaluation des Risques de la Pollution Urbaine sur la Santé) (Medina et coll., 1997) en Ile-de-France avait déjà mis en évidence la relation pollution / risque sanitaire à court terme et le programme Européen APHEA (Air Pollution and Health: a European Approach) avait développé une méthode d'analyse statistique permettant de quantifier la relation exposition / risque (Schwartz et coll., 1996) . Enfin, ce programme s'inscrit dans la continuité de la démarche promue et coordonnée à l'échelle européenne par le Centre Européen de l'Organisation Mondiale de la Santé pour l'Environnement et la Santé (Krzyzanowski , 2000).

L'objet de cet article est de présenter l'organisation, les objectifs, la méthode et les résultats du programme PSAS-9.

⁹http://www.invs.sante.fr/publications/2002/psas_020624/synthes_e.html

Le programme français PSAS-9

Organisation

La caractéristique de ce programme est la mise en place décentralisée de pôles locaux d'animation et de surveillance épidémiologique dans huit des neuf villes participantes (Cassadou et coll., 2000) : Bordeaux, Le Havre, Lille, Lyon, Marseille, Rouen, Toulouse et Strasbourg (Figure 1). Le pôle de Paris est associé au programme par l'intermédiaire du groupe ERPURS¹⁰ (Campagna et coll., 2003). Chaque pôle de surveillance est coordonné localement sur le plan scientifique par un épidémiologiste de l'InVS. Un comité technique assure localement le suivi du programme. Il est constitué d'experts locaux dans le domaine de la pollution, médecins et ingénieurs des services déconcentrés du ministère chargé de la santé, spécialistes de la météorologie, médecins pneumologues et cardiologues et médecins spécialistes de l'information médicale hospitalière. La coordination des pôles locaux est assurée au niveau national par l'InVS qui fait appel si nécessaire à des experts nationaux dans les domaines de la pollution et de la santé.



Figure 1. La localisation des 9 villes du programme français PSAS-9.

Ce mode de fonctionnement à deux niveaux permet de garantir une harmonisation et une standardisation à toutes les étapes de l'étude d'une part et de créer une dynamique locale dans le domaine de la pollution de l'air et de la santé grâce à la constitution de réseaux d'experts locaux d'autre part.

¹⁰ http://www.ors-idf.org/erpurs/erpurs_presentation.asp

Déroulement du programme et objectifs spécifiques.

La mise en place du programme PSAS-9 a été réalisée en deux phases. Une première phase a permis de valider la faisabilité de la mise en œuvre d'une méthode standardisée et multi-centrique permettant d'estimer les relations à court terme entre l'exposition à la pollution atmosphérique urbaine et la mortalité à partir de données françaises recueillies en routine. Ensuite, une deuxième phase a permis de préciser ces relations avec la mortalité et, à partir des résultats obtenus, de réaliser une évaluation de l'impact sanitaire (EIS) de la pollution atmosphérique urbaine, dans les neuf villes du programme.

Les objectifs du programme, aujourd'hui pérennisés, sont de :

- surveiller l'évolution dans le temps des risques estimés.
- élaborer des relations exposition / risque pour de nouveaux indicateurs de santé et de pollution atmosphérique.
- à partir de ces résultats, fournir aux professionnels de santé publique les outils appropriés pour la réalisation d'évaluations d'impact sanitaire dans les agglomérations françaises ne participant pas au dispositif.

Méthodologie

Principes de sélection des zones d'études

La première étape a consisté à sélectionner les agglomérations pour lesquelles il était possible de modéliser les relations pollution atmosphérique/santé. Les agglomérations devaient répondre à trois critères principaux :

- avoir une taille suffisamment importante pour obtenir un nombre journalier d'événements sanitaires permettant la modélisation ;
- disposer d'un réseau de surveillance de la qualité de l'air pour la construction d'indicateurs de pollution atmosphérique de manière rétrospective ;
- être contrastées sur le plan climatique, géographique et au niveau de la nature et de l'intensité de la pollution atmosphérique afin d'être représentatives des différentes situations urbaines françaises.

Puis, pour chaque agglomération, il a été nécessaire d'identifier une zone d'étude au sein de laquelle l'exposition de la population devait être homogène. En effet, l'utilisation d'indicateurs agrégés d'exposition est basée sur l'hypothèse que les habitants de la zone étudiée sont, en moyenne, exposés aux mêmes niveaux de pollution. Ainsi, nous avons considéré l'exposition comme homogène lorsque les niveaux enregistrés par les différentes stations de mesure de fond (c'est-à-dire les stations non influencées par une source de pollution liée au trafic ou à une industrie) étaient suffisamment corrélés entre eux (corrélation inter stations supérieure ou égale à 0,60) et que les niveaux

moyens de pollution enregistrés par ces stations étaient proches (différentiel inférieur à $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Dans ces conditions, nous avons défini l'indicateur d'exposition comme la moyenne arithmétique des valeurs journalières de chaque station. La représentativité de cet indicateur d'exposition dépendant aussi de la mobilité de la population, les données relatives aux déplacements intra et inter urbains sur la zone d'étude ont été recueillies localement auprès des services compétents. Ces données, combinées ou non selon les configurations locales, aux données géographiques et météorologiques (e.g. la rose des vents) ont permis de définir une zone géographique homogène du point de vue de l'exposition de la population.

Identification des relations à court terme pollution atmosphérique-santé

Le type d'étude retenu fait appel aux méthodes d'analyse de séries chronologiques reliant les variations journalières de deux indicateurs agrégés : un indicateur de l'état de santé d'une population et un indicateur du niveau d'exposition de cette population à différents polluants atmosphériques (Institut de Veille Sanitaire, 1999 ; Morgenstern, 1982). Le modèle prend en compte les variations à long ou moyen terme des indicateurs, les paramètres météorologiques, les épidémies saisonnières (grippe), la pollinisation et d'autres cofacteurs pouvant biaiser les estimations.

Les données d'exposition et de mortalité

Les données d'exposition ont été fournies localement par les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA). Les polluants mesurés en routine ont été retenus : le dioxyde de soufre (SO_2), les particules (PM10 et Fumées noires), le dioxyde d'azote (NO_2) et l'ozone (O_3). Pour chaque polluant, les moyennes journalières (moyenne arithmétique des valeurs horaires mesurées de 0h à 24h) ont permis de construire des séries journalières sur plusieurs années. Pour l'ozone, c'est la valeur maximale des moyennes glissantes sur 8 heures qui a été retenue car ce polluant présente des niveaux élevés pendant les périodes d'ensoleillement et des niveaux très faibles la nuit.

Les données de mortalité proviennent des certificats de décès collectés en France par l'Institut National de Sciences et de Recherche Médicale (INSERM) codifiées selon la Classification Internationale des Maladies (CIM) et centralisés au service commun d'information sur les causes de décès. L'INSERM a donc fourni les comptes journaliers de décès pour chacune des zones étudiées pour la période 1990–1997 concernant :

- mortalité totale non accidentelle (CIM 9 < 800) ;
- mortalité par maladies de l'appareil circulatoire (codes CIM 9 : 390–459) ;
- mortalité par maladies de l'appareil respiratoire (codes CIM 9 : 460–519).

La modélisation

L'existence (ou non) d'associations statistiquement significatives entre des indicateurs de santé et les concentrations ambiantes de polluants a ensuite été recherchée et quantifiée par une modélisation de type « séries chronologiques ». Le modèle utilisé devait pouvoir prendre en compte les caractéristiques suivantes :

- 1) analyser des indicateurs de mortalité caractérisés par de faibles nombres d'événements journaliers autocorrélés (le nombre de cas incidents, un jour donné, n'est pas indépendant de celui des autres jours) et soumis à des variations à court, moyen terme et long terme ;
- 2) modéliser des indicateurs de pollution également soumis à des variations à court, à moyen et à long terme ;
- 3) tenir compte de facteurs extrinsèques (températures minimale et maximale, humidité relative, jours fériés, vacances, épidémies de grippe,...) pouvant intervenir dans la relation comme facteurs de confusion ;
- 4) tenir compte du décalage temporel possible entre l'effet sanitaire et l'exposition, l'impact sanitaire d'un niveau de polluant observé un jour donné pouvant perdurer sur plusieurs jours, probablement de façon décroissante au cours du temps.

Ainsi, dans chacune des 9 villes participant au programme PSAS-9, un modèle incluant l'ensemble des paramètres ci-dessus a été construit. Il est basé sur une régression de Poisson faisant appel à un modèle additif généralisé (GAM) utilisant des fonctions de lissage paramétriques et non paramétriques pour modéliser les covariables. Ce modèle additif généralisé (Hastie et Tibshirani 1990; Schwartz, 1994) permet de s'adapter plus fidèlement à la forme des relations entre variables expliquées et variables explicatives. Les relations exposition/risque, exprimées par le risque relatif, ont été calculées pour une exposition aux niveaux de pollution du jour même et de la veille (0-1 jours) d'une part, et pour une exposition cumulée aux niveaux du jour même et des cinq jours précédents (0-5 jours) d'autre part.

Les risques relatifs estimés dans chacune des villes ont ensuite fait l'objet d'une analyse combinée permettant le calcul d'un « meta-risque » plus représentatif de la moyenne des situations urbaines françaises. Cette analyse combinée a pris en compte l'éventuelle hétérogénéité des risques locaux.

La quantification de l'impact sanitaire

Les risques relatifs estimés ont ensuite été utilisés pour l'évaluation de l'impact sanitaire dans chacune des villes. Pour un niveau d'exposition, un indicateur sanitaire et une période donnés, l'EIS permet d'estimer le nombre de cas «attribuables» aux effets à court terme de la pollution atmosphérique à partir des relations exposition / risque préalablement calculées. Les résultats sont exprimés par le nombre de cas attribuables à la pollution

atmosphérique par rapport à un niveau d'exposition de référence, et donc potentiellement évitables si les niveaux de pollution étaient ramenés à ce niveau de référence. Dans le cadre de la phase II du PSAS-9, quelque soit le polluant, les niveaux de référence retenus étaient les suivants :

- impact de la pollution des jours où le niveau est supérieur à $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (quel que soit le polluant), ce niveau caractérisant une situation de faible pollution : il s'agit du nombre de cas qui pourraient être évités si, toutes choses égales par ailleurs, l'ensemble des indicateurs de pollution était ramené au niveau de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- impact d'une réduction de 50 % de la moyenne annuelle observée localement ;
- impact d'une réduction de 10 % de la moyenne annuelle observée localement.

Ces deux derniers scénarios semblent avoir un objectif décisionnel plus pertinent à l'échelle locale dans la mesure où ils font référence à la distribution localement observée des indicateurs de pollution.

Résultats

La population totale étudiée est de 11 309 535 personnes, la zone de Paris représentant plus de la moitié des effectifs de la population. Si la distribution par tranche d'âge est globalement comparable d'une ville à l'autre, la proportion des moins de 14 ans est plus élevée à Lille (20,5 %) alors que la proportion des plus de 65 ans est plus importante à Marseille (18,7%) (tableau 1).

Les relations exposition / risque observées sont presque toujours linéaires. Ce résultat signifie qu'il n'existe pas de seuil de pollution atmosphérique en deçà duquel le risque, à l'échelle de la population, serait nul.

Les risques relatifs (RR) combinés de mortalité, calculés pour un retard de 0-5 jours, sont résumés dans le tableau 2 pour une augmentation de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ du niveau de l'indicateur de pollution. Pour les trois indicateurs de mortalité, les risques relatifs estimés pour l'exposition 0-5 jours sont plus élevés que les excès de risque estimés par le modèle prenant en compte l'exposition du jour même et de la veille (entre 1,2 et 4,6 fois). Pour la mortalité totale et la mortalité cardio-vasculaire, les RR cumulés sur 0-5 jours sont, comme les RR cumulés sur 0-1 jours, tous significatifs quel que soit l'indicateur de pollution et les excès de risque sont compris entre 1,2 et 1,9%. Pour la mortalité respiratoire les estimations centrales du RR sur 0-5 jours sont plus élevées que pour les deux autres indicateurs de mortalité: les excès de risques sont compris entre 2,1 et 5,1% selon l'indicateur d'exposition.

Zones	Communes	Habitants	Classes d'âge		
	Nombre		0-14 ans	15-64 ans	> 65 ans
Bordeaux	18	584 164	15,4%	68,8%	15,8%
Le Havre	17	254 585	19,4%	65,5%	15,1%
Lille	86	1 091 156	20,5%	66,7%	12,8%
Lyon	10	782 828	16,5%	67,8%	15,7%
Marseille	5	856 165	17,0%	64,3%	18,7%
Paris	124	6 164 418	17,3%	68,9%	13,8%
Rouen	38	434 924	18,0%	66,8%	15,2%
Strasbourg	27	451 133	17,3%	69,4%	13,3%
Toulouse	62	690 162	16,2%	70,3%	13,5%

Tableau 1. Caractéristiques géographiques et démographiques des neuf zones d'étude, 1999.

	Mortalité toutes causes	Mortalité cardio-vasculaire	Mortalité respiratoire
<i>F_n</i> , 0-1 jours	1,008* [1,006 – 1,010]	1,005 [1,001 – 1,010]	1,007 [0,999 – 1,015]
<i>FN</i> , 0-5 jours	1,012 [1,009 – 1,015]	1,012 [1,007 – 1,017]	1,021 [1,004 – 1,039]
<i>SO₂</i> , 0-1 jours	1,011 [1,005 – 1,017]	1,008 [1,004 – 1,011]	1,011 [1,001 – 1,021]
<i>SO₂</i> , 0-5 jours	1,019 [1,011 – 1,028]	1,017 [1,012 – 1,023]	1,051 [0,997 – 1,107]
<i>NO₂</i> , 0-1 jours	1,010 [1,007 – 1,013]	1,012 [1,005 – 1,018]	1,013 [1,005 – 1,021]
<i>NO₂</i> , 0-5 jours	1,013 [1,010 – 1,017]	1,014 [1,008 – 1,019]	1,034 [1,019 – 1,049]

Tableau 2. Risques relatifs de mortalité et intervalles de confiance à 95% estimés pour l'exposition 0-1 jours et 0-5 jours pour une augmentation de 10 µg/m³ de pollution. *Risque relatif et intervalle de confiance à 95%.

	Mortalité totale	Mortalité cardio- vasculaire	Mortalité respiratoire
Bordeaux	3,8 (2,9 - 4,8)	0,9 (0,2 - 1,8)	0,2 (0,0 - 0,5)
Le Havre	24,1 (11,1 - 36,6)	8,8 (3,1 - 14,1)	2,1 (0,8 - 3,3)
Lille	9,3 (4,1 - 13,2)	4,8 (1,8 - 7,6)	1,1 (0,4 - 1,8)
Lyon	28,2 (20,2 - 36,0)	11,9 (5,1 - 18,4)	3,3 (1,3 - 5,1)
Marseille	24,4 (13,1 - 35,4)	13,3 (4,6 - 20,5)	3,3 (1,6 - 4,9)
Paris	30,6 (22,0 - 38,9)	10,9 (4,7 - 16,8)	3,3 (1,4 - 5,2)
Rouen	17,7 (9,3 - 25,4)	8,5 (3,0 - 13,5)	2,3 (1,1 - 3,4)
Strasbourg	24,8 (17,8 - 31,6)	10,9 (4,6 - 16,8)	2,8 (1,3 - 4,1)
Toulouse	14,3 (7,6 - 20,7)	7,6 (2,7 - 12,0)	1,9 (0,9 - 2,8)

Tableau 3. Taux (IC 95%) pour 100 000 habitants et par an de décès anticipés attribuables à la pollution atmosphérique pour des niveaux de pollution supérieurs à 10 µg/m³ dans les neuf zones d'étude.

	Mortalité totale	Mortalité cardio-vasculaire	Mortalité respiratoire
Bordeaux	4,7 (3,6 - 5,7)	1,2 (0,2 - 2,2)	0,3 (0,0 - 0,6)
Le Havre	16,0 (7,6 - 24,4)	5,6 (2,3 - 8,9)	1,5 (0,6 - 2,4)
Lille	13,4 (2,1 - 17,3)	5,2 (2,1 - 8,2)	1,7 (0,7 - 2,7)
Lyon	17,9 (12,7 - 23,2)	7,6 (3,1 - 12,1)	2,1 (0,8 - 3,5)
Marseille	14,7 (10,4 - 19,1)	7,7 (2,5 - 13,1)	1,9 (0,9 - 3,0)
Paris	18,9 (13,4 - 24,6)	6,8 (2,8 - 10,9)	2,1 (0,8 - 3,4)
Rouen	12,4 (8,8 - 16,1)	4,6 (1,9 - 7,4)	1,5 (0,6 - 2,4)
Strasbourg	15,9 (11,2 - 20,5)	7,0 (2,9 - 11,2)	1,7 (0,7 - 2,8)
Toulouse	8,8 (6,2 - 11,4)	4,5 (1,5 - 7,7)	1,2 (0,5 - 1,8)

Tableau 4. Taux (IC 95%) pour 100 000 habitants et par an de décès anticipés potentiellement évitables par une réduction de 50% de la pollution atmosphérique dans les neuf zones d'étude.

L'impact sanitaire est exprimé par les taux, rapportés à 100 000 habitants, de décès anticipés attribuables à des niveaux de pollution supérieurs à $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour chacune des villes sont présentés (tableau 3). Un décès anticipé est défini comme un décès qui n'aurait pas eu lieu ce jour là si le niveau de pollution avait été égal au niveau pris en référence. Les taux de décès anticipés potentiellement évitables par une réduction de 50% des niveaux moyens de pollution sont résumés dans le tableau 4.

Discussion

Identification des relations à court terme pollution atmosphérique et santé

Nos résultats sont du même ordre que ceux obtenus dans le cadre du projet européen Air Pollution and Health – a European Information System (APHEAS)¹¹ (Katsouyanni et coll., 1997). Dans la plupart des cas, les RR pour la mortalité sont statistiquement significatifs : les excès de risque sont compris entre 0,8 et 1,3% lors d'une élévation de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ du niveau des indicateurs de pollution pour les effets d'une exposition de 0-1 jours, et entre 1,1 et 3,4% pour les effets d'une exposition de 0-5 jours. En règle générale, les RR sont :

- plus élevés quand ils ont été établis à partir d'une exposition cumulée sur 6 jours.
- plus élevés pour la mortalité respiratoire que pour la mortalité cardio-vasculaire ou la mortalité toutes causes.

L'hétérogénéité des RR locaux que nous avons observée dans certains cas peut s'expliquer par une sensibilité particulière à une augmentation de concentration du polluant dans l'air ou par une exposition à d'autres facteurs toxiques non connus dans telle ou telle région. Par ailleurs, la linéarité observée des relations exposition / risque et leur absence de seuil peut être expliquée par le fait que, s'il existe probablement un seuil de sensibilité à la

pollution atmosphérique au niveau individuel, ceci n'est plus vrai à l'échelle d'une population. En effet, au sein de celle-ci se trouve toujours des individus particulièrement sensibles à la pollution atmosphérique même à de très faibles niveaux.

L'approche multi-centrique et l'analyse combinée des résultats a permis d'augmenter la puissance statistique de l'étude, de mettre ainsi en évidence de façon plus nette les effets des polluants sur les indicateurs sanitaires et de contrôler la variabilité aléatoire pouvant exister entre les villes (Journal Officiel de la République Française, 1997). Il est donc plus pertinent d'appliquer le risque relatif combiné aux données locales d'exposition pour estimer, dans chaque ville, l'impact sanitaire attribuable à la pollution atmosphérique.

Le choix d'un différentiel fixe de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour présenter les RR peut être discuté. Son avantage réside dans la faible amplitude de ce différentiel, très certainement contenu dans l'intervalle de variation de tous les polluants quelle que soit la ville ou la période d'étude mais son inconvénient reste d'avoir une amplitude de variation fixée qui n'a pas la même signification pratique pour tous les polluants. Un différentiel entre deux niveaux fixes d'exposition (entre 30 et $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ par exemple) pourrait être pertinent pour un polluant alors qu'il peut ne pas l'être pour un autre polluant. Un différentiel de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, à l'inverse, peut être trop important par rapport à l'étendue de distribution d'un polluant donné sur une ville donnée.

La représentativité de la population exposée doit certainement être discutée. En effet, dans les communes résidentielles de la zone d'étude ayant une population active très importante, les personnes âgées sont sous-représentées. Cette partie de la population étant *a priori* plus sensible aux effets de la pollution atmosphérique, cela peut biaiser la relation entre pollution et santé en sous estimant le RR.

¹¹ <http://www.apheis.net/>

Les variables météorologiques constituent aussi des facteurs de confusion potentiels dans l'étude de la relation à court terme entre la pollution atmosphérique et la mortalité (Mackenbach et coll., 1993; Kunst et coll., 1993; Sartor et coll., 1995). La relation entre le taux de mortalité et la température est, le plus souvent, caractérisée par une courbe en forme de U, les fortes chaleurs et les périodes très froides étant reliées à un nombre plus élevé de décès. Dans notre étude de tels facteurs de confusion on été pris en compte en modélisant les facteurs météorologiques avec des fonctions de lissage non paramétriques et en prenant en compte différentes interactions entre les variables météorologiques.

Evaluation d'impact sanitaire de la pollution atmosphérique

La démarche d'évaluation d'impact sanitaire est applicable si la relation exposition/risque utilisée est de nature causale. Concernant les risques à court terme de la pollution atmosphérique urbaine, l'évidence épidémiologique, établie par la constance et la cohérence des associations rapportées dans la littérature, confirme le rôle contributif de la pollution atmosphérique dans la survenue d'événements sanitaires au sein d'une population (Dab et coll., 2001) bien que les mécanismes étiopathogéniques en jeu ne soient pas encore tous connus.

Par ailleurs, les relations expositions / risques fournies par le PSAS-9 sont issues de données françaises et sont obtenues par l'analyse combinée d'estimateurs locaux, cette analyse prenant en compte, le cas échéant, l'hétérogénéité observée entre les villes (ADEME, 1998). Cette méthode d'élaboration permet de penser que les RR utilisés sont représentatifs de la diversité des situations urbaines françaises et qu'ils peuvent s'appliquer à l'ensemble des agglomérations de l'hexagone.

La démarche d'évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine présentée ici nous semble constituer un premier outil d'aide à la décision pour les différents plans loco-régionaux de gestion de la qualité de l'air, permettant aux agglomérations de plus de 100 000 habitants, la quantification de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique et également d'éclairer leurs choix. La généralisation d'EIS permettrait de connaître de façon fine l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine à une échelle nationale et contribuerait ainsi à la réflexion européenne sur les valeurs guides et objectifs de qualité de l'air.

Conclusion : le programme PSAS-9, un système de surveillance épidémiologique évolutif

Ce programme, désormais pérenne, assure une mission de surveillance des effets de la pollution de l'air sur la santé en actualisant de façon régulière les risques estimés et en étudiant de nouveaux indicateurs de pollution atmosphérique et de santé.

Par ailleurs, l'InVS a publié un guide méthodologique (InVS–CIREI Ouest, 1998; InVS–CIREI Ouest, 1999) pour la réalisation pratique d'EIS dans les villes françaises ne participant pas au programme PSAS-9, dans l'optique d'apporter aux décideurs des informations permettant d'orienter les priorités en matière de protection de la santé des populations¹².

BIBLIOGRAPHIE

- ADEME - Agence de l'Environnement et de la Matrise de l'Energie (France) Recommandations du groupe de travail « caractérisation des sites » : classification et critères d'implantation des stations de surveillance de la qualité de l'air. Ademe 1998;70 pages et annexes.
- Campagna, D., A. Lefranc, C. Nunes-Odasso et R. Ferry, Évaluation des risques de la pollution urbaine sur la santé en Ile-de-France (Erpurs) : liens avec la mortalité 1987-1998, 2003, VertigO, Vol4 No1
- Cassadou S., Pascal L., Prouvost H., Declercq C., Saviuc P., Filleul L., Medina S., Eilstein D., Le Tertre A., Le Goaster C., Zeghnoun A., Quénel P. Effets à court terme de la pollution atmosphérique sur la santé dans neuf villes françaises : pertinence et faisabilité d'un système de surveillance épidémiologique. Santé Publique 2000;12(3):329-341.
- Dab W., Ségala C., Dor F. et al. Pollution atmosphérique et santé : corrélation ou causalité ? Le cas de la relation entre l'exposition aux particules et la mortalité cardio-pulmonaire. Pollution Atmosphérique 2001 ;170 :219-234.
- Hastie TJ, Tibshirani RJ. Generalized Additive Models. 1st ed. London: Chapman & Hall 1990. 336 p.
- Institut de Veille Sanitaire. Surveillance des effets sur la santé liés à la pollution atmosphérique en milieu urbain : rapport de l'étude. Institut de Veille Sanitaire. Saint-Maurice, mars 1999;148 pages.
- InVS – CIREI Ouest. Evaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique : une démarche d'analyse de risque pour les plans régionaux de la qualité de l'air. Réseau National de Santé Publique, Saint-Maurice, juin 1998; 16 pages.
- InVS – CIREI Ouest. Evaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine : guide méthodologique. Institut de Veille Sanitaire, Saint-Maurice, juillet 1999; 48 pages.
- Journal Officiel de la République Française, Loi n°96-1236 du 30 décembre 1996 sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie. 1^{er} janvier 1997.
- Katsouyanni K, Touloumi G, Spix C et al. Short-term effects of moderate levels of sulfur dioxide and particulate matter on mortality in 12 European cities: results from the APHEA project. British Medical Journal 1997;314:1658-63.
- Krzyzanowski M (WHO/ECEH). Air quality and health : a summary report for the years 1996-2000. Newsletter of WHO collaborating centre for air quality management and air pollution control; december 2000:2-3.
- Kunst AE, Looman CW, Mackenbach JP. Outdoor air temperature and mortality in the Netherlands: a time-series analysis. American Journal of Epidemiology 1993;137:331-341.
- Mackenbach JP, Looman CW, Kunst AE. Air pollution, lagged effects of temperature, and mortality: the Netherlands 1979-87. Journal of Epidemiology and Community Health 1993;47:121-126.
- Medina S, Le Tertre A., Dusseux E., Camatd J.P., Quénel P., Le Moullec Y, Evaluation des Risques de la Pollution Urbaine sur la Santé (ERPURS) : Signification et limites des indicateurs de la pollution atmosphérique en milieu urbain Impact sur la santé selon différents scénarios d'évolution de la pollution atmosphérique en agglomération parisienne ; Episodes de pollution et santé en agglomération parisienne, 1987-1995 : Rapport Observatoire Régional de la Santé Ile-de-France Décembre 1997, 162 pages.
- Morgenstern H. Uses of ecological analysis in epidemiological research. American Journal of Public Health 1982;72:1336-1344.

¹² Disponible à l'adresse suivante : <http://www.invs.sante.fr/publications/>

- O.M.S. Air quality guidelines for Europe. WHO regional publications 1987;European series n°23:426 pages.Schwartz J. Air pollution and daily mortality: a review and meta analysis. Environmental Research 1994;64:36-52.
- Sartor F, Snacken R, Demuth C et al. Temperature, ambient ozone levels, and mortality during summer 1994, in Belgium. Environmental Research 1995;70:105-113.
- Schwartz J, Spix C, Touloumi G., Bachárová L., Barumandzadeh T., Le Tertre A., Piekarski T., Ponce de Leon A., Pönskä A., Rossi G., Saez M., Schouten J.P. Methodological issues of air pollution and daily counts of deaths or hospital admissions. Journal of Epidemiology and Community Health 1996;50(Suppl 1):S3-S11.
- Schwartz J. Non parametric smoothing in the analysis of air pollution and respiratory illness. The Canadian Journal of Statistics 1994;22(4):471-487

EVALUATION DES RISQUES DE LA POLLUTION URBAINE SUR LA SANTÉ EN ILE-DE-FRANCE (ERPURS) : liens avec la mortalité 1987-1998.

Dave Campagna, Agnès Lefranc, Catherine Nunes-Odasso, Ruth Ferry, Observatoire Régional de Santé d'Ile-de-France, 21-23 rue Miollis, 75732 Paris cédex 15, France. Correspondance : a.lefranc@ors-idf.org, Web : www.ors-idf.org

Résumé

Mis en place à la suite de l'épisode de pollution de janvier-février 1989, Erpurs est un programme qui a pour objectif l'évaluation des effets de la pollution atmosphérique urbaine sur la santé en Ile-de-France. L'ensemble des données de mortalité disponibles de 1987 à 1998 pour l'agglomération parisienne ont été analysées afin d'étudier les relations avec les niveaux de différents polluants. La méthode d'analyse utilisée consiste à mettre en relation les variations temporelles des niveaux de polluants avec celles du nombre journalier de décès. Il ressort de cette étude que, lorsque l'on passe d'un niveau faible de pollution (niveau non dépassé au cours des 18 jours les moins pollués de l'année) à un niveau médian de pollution (niveau atteint ou dépassé la moitié des jours de l'année), on observe des augmentations pouvant aller jusqu'à 4,7% pour la mortalité pour causes respiratoires, en rapport avec les particules fines.

Mots clés: Pollution atmosphérique, Mortalité, Maladies respiratoires, Maladies cardiovasculaires, Modèles additifs généralisés, Epidémiologie

Abstract

Following a period of major air pollution in January-February 1989, the Erpurs program was established to evaluate health effects related to urban air pollution in the Paris area. Mortality data was gathered from an exhaustive national registry for Paris and its close suburb residents from 1987 to 1998 and related to various air pollutants. The methods consisted in analyzing temporal variations of air pollutant levels with those of daily death counts. Mortality risks during days with pollutant levels higher than the yearly median were compared with mortality risks during the 18 days with the lowest levels. Mortality increases associated with increase in fine particulate matters were 4.7% for respiratory deaths.

Key words: Air pollution, Mortality, Respiratory diseases, Cardiovascular diseases, Generalized additive models, Epidemiology

Introduction

Mis en place à la suite de l'épisode de pollution de janvier-février 1989, le programme Erpurs présente aujourd'hui une étude rétrospective sur douze années de données. L'existence de sources de pollution importantes en Ile-de-France, ainsi que la forte densité de population présente dans la région, et donc soumise à cette pollution atmosphérique ont au moins en partie motivé la mise en place du programme Erpurs. Les premières publications (Medina et al. 1994, 1998) ont permis de mettre en évidence l'existence de liens entre pollution atmosphérique et santé. Ce programme, a bénéficié dès sa mise en place du financement de nombreux partenaires dont l'Etat et le Conseil Régional d'Ile-de-France.

Avant la délocalisation des industries, la région a connu des émissions industrielles relativement importantes, puis celles-ci ont diminué, pour être remplacées par des émissions importantes liées au trafic routier. Le transport routier constitue aujourd'hui la principale source de pollution atmosphérique dans cette région (67% des émissions de NOx, 55% des composés organiques volatiles, 50% des émissions de particules, CITEPA 1999). Les sources fixes constituent elles une source importante de dioxyde de soufre (42% du dioxyde de soufre est émis par les installations d'extraction et de transformation d'énergie, CITEPA 1999).

Erpurs est une étude épidémiologique de type écologique. Son principe est de mettre en relation les variations temporelles à court terme d'un indicateur de l'état de santé de la population avec celles d'un indicateur de l'exposition de cette même population à la pollution atmosphérique. Aujourd'hui, l'objectif

est de pérenniser un système de surveillance épidémiologique de la qualité de l'air, qui produise des informations utiles tant aux décideurs qu'à la population.

En ce qui concerne le suivi des niveaux de polluants, la région parisienne a été dotée dès les années 60 de réseaux de surveillance de la qualité de l'air, exploités par le Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris (LHVP, <http://www.sftg.org/lhvp.html>) et le Laboratoire Central de la Préfecture de Police (LCPP, <http://www.prefecture-police-paris.interieur.gouv.fr/connaitre/labo.htm>). Depuis 1979, la mise en place de l'association AIRPARIF (<http://www.airparif.asso.fr>) contribue à une modernisation des équipements et à une diversification des indicateurs de pollution mesurés. Ce nouveau dispositif intègre partiellement les réseaux existants et permet la télétransmission des données. Le réseau de mesures est amélioré d'année en année, en conformité avec les normes européennes et en préservant les impératifs de continuité de la surveillance des mesures. Des données permettant d'évaluer l'exposition des populations à la pollution atmosphérique sont donc disponibles en Ile-de-France.

Des liens importants avec les indicateurs de santé sont souvent observés pour l'indicateur NO₂. Des liens entre NO₂ et asthme ont aussi été mis en évidence lors d'études épidémiologiques conduites en Italie (De Marco et al. 2002) et au Japon (Odajima et al. 1995). Cette dernière étude souligne la plus grande sensibilité des enfants. Chez les personnes asthmatiques, le NO₂ agirait en induisant une inflammation des bronches (Jorres et al. 1995), en particulier chez les enfants (Moseler et al. 1994).

Lors de l'étude française PSAS-9 (Cassadou et al. 2002), il a de même été observé un lien entre les hospitalisations pour maladies respiratoires des moins de 15 ans et les niveaux de NO₂. Même s'il n'est pas toujours possible d'attribuer un effet propre au NO₂ lors d'études expérimentales (Avol et al. 1988, 1989), il semble constituer un bon indicateur du mélange de polluants émis par la circulation automobile et de produits qui en sont dérivés par réactions photo-chimiques.

Dans la région étudiée, les particules fines en suspension (mesurées ici par les PM₁₀ et les FN) sont générées principalement par les transports (les plus grosses par le frottement et l'usure, les plus fines par la combustion du gazole) et les sources fixes. Les effets à court terme de la pollution particulaire et de l'ozone sur les appareils respiratoire et circulatoire ont été mis en évidence au sein d'études récentes réalisées chez l'animal (modifications du rythme cardiaque, Godleski et al. 2000 et de la thrombose, Nemmar et al. 2002), et chez l'homme (vasoconstriction, Brook et al. 2002 et inflammation de l'appareil respiratoire, Cassee et al. 2002). Les liens entre pollution particulaire et pathologies respiratoires et cardio-vasculaires sont aussi retrouvés dans d'autres études écologiques, en Europe (Katsouyanni et al. 2001, Atkinson et al. 2001, Le Tertre et al. 2002), Nouvelle-Zélande (McGowan et al. 2002) et Amérique du Nord (Daniels et al. 2000), et également lors d'une étude épidémiologique évaluant les effets d'une réduction réelle de la pollution particulaire (Clancy et al. 2002), et lors d'études longitudinales (Desqueyroux et Momas 1999).

L'ozone est principalement produit par réactions chimiques entre polluants "primaires" tels que les oxydes d'azote (NO_x), les composés organiques volatils (COV) et le monoxyde de carbone (CO) sous l'effet des rayonnements solaires. Les variations de son niveau présentent donc une saisonnalité très marquée et une forte liaison avec les conditions météorologiques.

Des études épidémiologiques ont montré l'existence de liens entre les niveaux d'ozone et différentes pathologies respiratoires (Burnett et al. 1997, Stedman et al. 1997, Desqueyroux et Momas 2001). De même, une diminution du niveau d'ozone liée à des modifications de la circulation urbaine a entraîné une diminution des crises d'asthme chez l'enfant (Friedman et al. 2001). Lors d'expériences d'exposition humaine contrôlée, l'inhalation d'ozone entraîne une détérioration de la fonction ventilatoire (Marthan et Ben Jebria 1990, Bromberg et Koren 1995).

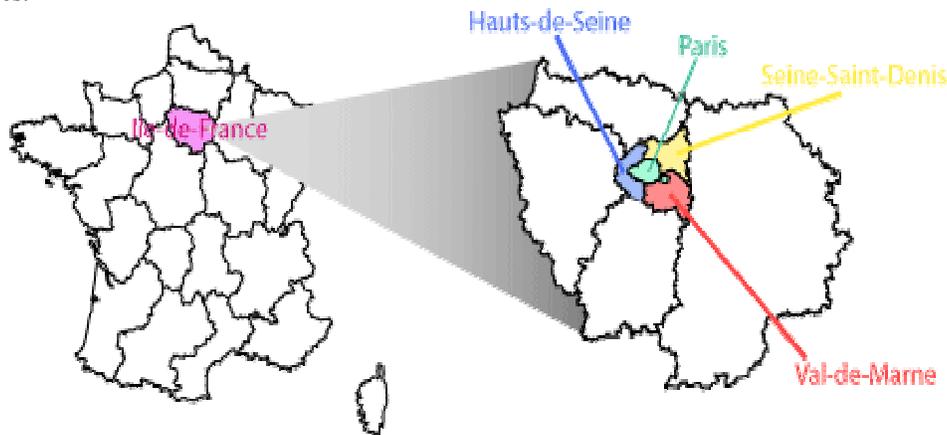


Figure 1. Situation de la zone d'étude

Objectifs

Cette nouvelle analyse Erpurs actualise l'évaluation des effets de la pollution atmosphérique en agglomération parisienne pour la période 1987-1998 (figure 1).

Compte tenu des connaissances sur les effets des différents polluants, les analyses se sont attachées à rechercher les liens pouvant exister entre les différents indicateurs de pollution étudiés et la mortalité quotidienne pour toutes causes non accidentelles et pour causes respiratoires et cardio-vasculaires.

L'analyse réalisée a pour principe général de mettre en relation les variations journalières des niveaux de pollution avec les variations du nombre quotidien de décès.

Matériels et méthodes

Les indicateurs de pollution

La pollution atmosphérique est appréciée par le mesurage de différents polluants considérés comme des indicateurs de pollution. Seuls les niveaux enregistrés dans les stations dites "de fond" (non situées à proximité des sources d'émission) sont retenus. Les indicateurs de pollution étudiés sont les niveaux de fond de dioxyde d'azote (NO₂), d'ozone (O₃), de fumées noires (FN), de particules fines en suspension avec un diamètre aérodynamique inférieur à 13 micromètres (millièmes de mètres : µm) (PM13) et de dioxyde de soufre (SO₂). Les indicateurs sanitaires retenus sont le nombre de décès pour différents types de maladies.

On suppose que pour un jour donné, la population est exposée de façon homogène aux différents polluants sur l'ensemble de la zone d'étude. Cette zone comprend Paris et les trois départements limitrophes (Hauts-de-Seine, Seine-Saint-Denis et Val-de-Marne) qui constituent la "proche couronne". Cette zone comprenait, en 1999, 6 164 418 habitants. La zone géographique de mesure des polluants est la même que celle de recueil des données de mortalité.

Les niveaux de NO₂, de FN, de PM13 et de SO₂ sont évalués au moyen de la concentration moyenne sur 24h. Les niveaux d'O₃ sont évalués par la plus élevée des moyennes mobiles sur 8h consécutives pour une journée donnée. Les niveaux sont tous exprimés en microgrammes par mètre cube (µg/m³).

La météorologie

L'humidité relative minimale en pourcentage ainsi que les températures minimales et maximales en degrés Celsius sont obtenues auprès de Météo-France (<http://www.meteo.fr>).

Les épidémies de grippe

Les épidémies de grippe sont prises en compte dans l'analyse à partir des isollements des souches virales de grippe A et B effectués par le système de surveillance de la grippe GROG (Groupes régionaux d'observation de la grippe, <http://www.grog.org>) en Ile-de-France, pour la période de janvier 1987 à janvier 2001. Les semaines épidémiques de grippe sont celles pendant lesquelles ont été observées simultanément plus de deux isollements de virus grippaux identiques dans deux foyers différents. Pour chacune de ces semaines épidémiques, les données correspondant à l'augmentation de l'activité sanitaire (visites médicales à domicile de SOS-Médecins Paris pour syndrome grippal, <http://www.sosmedecins-france.org>) permettent de quantifier l'intensité de l'épidémie. Les données transmises par SOS-médecins correspondent au nombre journalier de visites à domicile pour lesquelles un diagnostic de syndrome grippal ou de grippe a été établi.

Les niveaux de pollens

Les informations concernant les périodes de pollinisation sont collectées par le Réseau National de Surveillance Aérobiologique (RNSA, <http://www.rnsa.asso.fr>). Il s'agit d'un compte journalier, exprimé en grains/m³/jour, des principaux pollens allergisants (*Corylus*, *Alnus*, *Salix*, *Corpinus*, *Betula*, *Fraxinus*, *Quercus*, *Poacées*, *Plantagi*, *Urticacées*, *Castanea*).

Les niveaux de pollens sont pris en compte dans l'analyse uniquement en tant que cofacteurs dans l'étude des effets de la pollution d'origine anthropique.

Les données de mortalité

Les données de mortalité ont été obtenues auprès du Centre d'épidémiologie sur les causes médicales de décès (CépiDC ; http://sc8.vesinet.inserm.fr:1080/accueil_fr.html) de l'INSERM (<http://www.inserm.fr>). La population couverte par les indicateurs de mortalité comprend les personnes domiciliées à Paris et dans la proche couronne. Les statistiques concernant le nombre de décès sont établies à partir du certificat de décès. Rempli obligatoirement par un médecin, il comporte des renseignements sur l'âge, l'adresse du domicile du défunt et les causes principales et immédiates du décès. Ensuite, le codage des causes de décès est réalisé d'après la Classification Internationale des Maladies 9ième révision (CIM-9), sous contrôle médical et de façon centralisée pour assurer l'homogénéité du traitement statistique (voir le tableau suivant pour des précisions concernant les causes de mortalité et les codes CIM-9 correspondants).

Les données recueillies permettent de générer des séries temporelles couvrant une période de douze ans allant du 1er janvier 1987 au 31 décembre 1998.

Les décès pour causes non accidentelles ainsi que ceux pour causes spécifiques (respiratoires et cardio-vasculaires) ont été

choisis en cohérence avec les connaissances actuelles dans le domaine des effets de la pollution atmosphérique sur la santé.

Analyses statistiques

Le protocole d'analyse statistique de l'étude Erpurs a bénéficié des améliorations apportées par les études nationales (programme PSAS-9, Cassadou et al. 2002, Cassadou et al., 2003) et européenne (programme APHEA, Medina et al. 2001) qui sont coordonnées par l'Institut de Veille sanitaire (<http://www.invs.sante.fr/>).

Les indicateurs de mortalité sont des comptes journaliers de décès. Ces indicateurs indépendants et aléatoires au cours du temps sont modélisés par un processus de Poisson (Kleinbaum et al. 1988, Viel 1994) via le développement de modèles additifs généralisés (Generalized Additive Model : GAM) (Hastie et Tibshirani 1990). Les modèles additifs généralisés sont une extension des modèles linéaires généralisés (GLM) (McCullagh et Nelder 1983).

La modélisation statistique est réalisée avec la version 2000 du logiciel S-PLUS (Venables and Ripley, 1999). Les critères de convergence choisis découlent des développements récents concernant le nombre de décimales à considérer (Greenbaum 2002). Ainsi, le nombre de décimales a été fixé à 15.

Les modèles statistiques GAM supposent que la réponse dépend d'une somme de fonctions de lissage (de type semi-paramétrique ou non-paramétrique) des facteurs exogènes (Hastie et Tibshirani 1990). Ce modèle qui permet de mettre en relation une variable dépendante y avec un ensemble de covariables x_i est

$$\text{spécifié par : } h[E(y)] = \sum_i S_i(x_i)$$

où E désigne l'espérance, h est une fonction de lien (monotone et différentiable) et les S_i sont des fonctions de lissage.

Les fonctions loess ont été prises ici comme fonctions de lissage. Ces fonctions permettent une modélisation plus fine des variables, et ne requièrent aucun a priori sur la forme de la relation.

Ici, ce sont les effets à court terme des variations du niveau de polluant qui sont étudiés. Ce sont donc les concentrations en polluant du jour et/ou des quelques jours ayant précédé l'événement sanitaire qui doivent être prises en compte dans l'analyse. Les études Erpurs précédentes ont considéré des retards variables, prenant en compte jusqu'à trois jours de décalage. Ici, en conformité avec le protocole mis en œuvre dans le programme PSAS-9 (voir article dans ce numéro), l'indicateur de pollution retenu est constitué par la moyenne des niveaux de

polluant du jour même et de la veille de l'événement sanitaire considéré.

La modélisation réalisée prend en compte, étape par étape :

- les variations à long terme, aussi appelées tendances et variations saisonnières (sous forme de régressions mobiles pondérées : loess), puis
- les variations à court terme telles que les variations hebdomadaires, puis
- les jours fériés par l'introduction d'une ou plusieurs variables binaires, puis
- les facteurs non cycliques tels que l'impact des épidémies de gripes, les périodes de pollinisation, puis
- les facteurs météorologiques tels que la température et l'humidité relative et, finalement,
- les indicateurs de pollution atmosphérique pris individuellement (sous forme loess).

A l'issue de cette modélisation, le risque sanitaire associé à la pollution atmosphérique est exprimé en pourcentage d'augmentation du nombre journalier de décès. Ainsi, une fois le type de modélisation choisi pour chaque indicateur sanitaire, le modèle statistique (GLM) permet d'estimer le coefficient attribuable à chaque polluant étudié. Le modèle GLM repose sur :

$$h[E(y)] = X \hat{\beta}$$

où h est une fonction quelconque, y la variable à prédire, E étant l'espérance, X est la matrice des variables explicatives et $\hat{\beta}$ le vecteur des paramètres à estimer. Une relation entre la variance et l'espérance doit être spécifiée.

L'exponentielle de chacun des éléments de $\hat{\beta}$ peut être interprétée comme le risque relatif (RR) et le terme $(RR-1)*100$ correspond au pourcentage de variation du risque de mortalité anticipée.

Ainsi, un pourcentage de variation positif indique une augmentation du risque tandis qu'un pourcentage négatif indique au contraire une diminution du risque. Les variations du risque observées pour chacun des indicateurs sanitaires sont étudiées pour chaque indicateur de pollution (NO_2 , O_3 , FN, PM_{10} et SO_2). Une exposition nulle aux polluants atmosphériques étant peu plausible, la valeur de base pour le calcul des risques de mortalité a été fixée au 5^{ème} percentile de la distribution des valeurs journalières de chaque indicateur de pollution (P5), c'est-à-dire au niveau de pollution non dépassé durant les 18 jours les moins "pollués" de l'année.

Indicateur de pollution	Nombre de stations prises en compte	5 ^{ème} Percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Médiane ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	95 ^{ème} Percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
NO₂	8	26	49	83	51
O₃	5	3	26	93	34
Fumées noires	11	8	22	64	27
PM13	4	11	30	81	36
SO₂	10	5	16	58	22

Tableau 1. Distribution des niveaux d'indicateurs de pollution à Paris et en proche couronne pendant la période 1987-1998.

Les effets des différents polluants sont exprimés en pourcentage de variation du risque relatif de mortalité pour un accroissement de l'indicateur de pollution du niveau de base (5^{ème} percentile correspondant aux 18 jours les moins pollués par année) à un niveau "médian" (50^{ème} percentile, atteint ou dépassé la moitié des jours de l'année).

Résultats

Chaque polluant doit être considéré comme un indicateur de pollution, représentant ses effets propres, mais aussi ceux des polluants émis ou formés avec lui.

Pour chacun des polluants, le tableau 1 présente les valeurs médianes, et les 5^{ème} et 95^{ème} percentiles de la distribution des concentrations au cours de la période d'étude, ainsi que le nombre de stations de mesure disponibles. La médiane correspond au niveau atteint ou dépassé la moitié du temps, tandis que le 5^{ème} percentile correspond au niveau non dépassé au cours des 18 jours les moins pollués de chaque année, et le 95^{ème} percentile au contraire correspond au niveau atteint ou dépassé au cours des 18 jours caractérisés par les niveaux d'indicateurs les plus élevés de chaque année.

Sur l'ensemble de la période d'étude, seuls les niveaux de NO₂ et d'O₃ ont augmenté au cours du temps. Les niveaux de PM13 ont varié sans que l'on puisse dégager de tendance nette, tandis que les niveaux de SO₂ et de FN ont diminué (figure 2).

Sur l'ensemble de la période d'étude, le nombre de décès toutes causes non accidentelles a diminué au cours du temps, de même que le nombre de décès pour causes cardio-vasculaires, tandis que le nombre de décès pour causes respiratoires a légèrement augmenté.

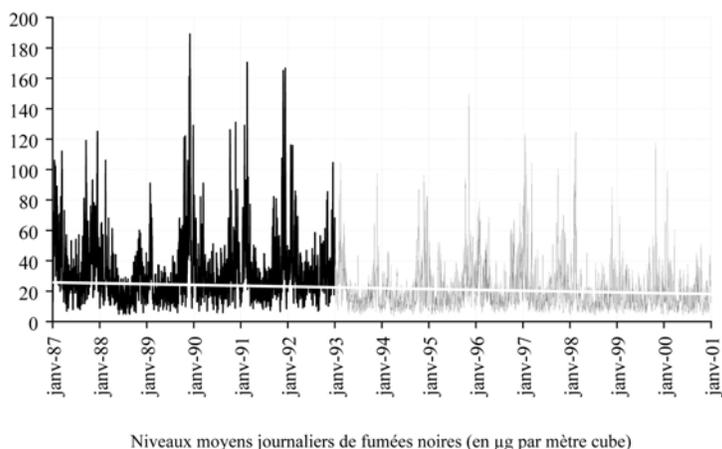
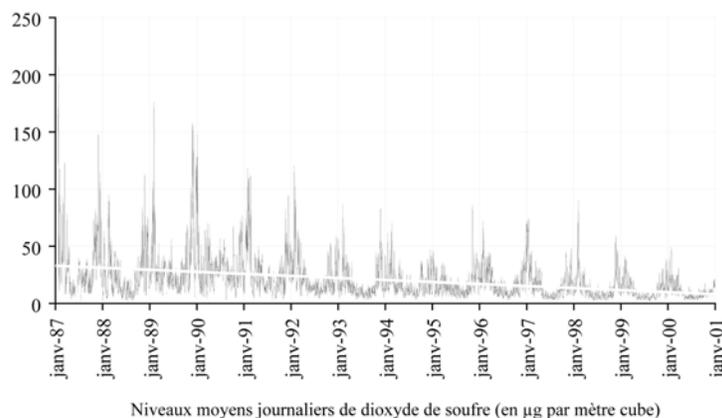


Figure 2. Niveaux moyens journaliers de dioxyde de soufre et de fumées noires (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$), à Paris et en proche couronne, pendant la période 1987-2000.

Les variations du risque observées pour chacun des indicateurs sanitaires sont étudiées pour chaque indicateur de pollution.

Cette nouvelle analyse Erpurs couvrant la période 1987-1998 montre que les liens entre mortalité et indicateurs de pollution s'avèrent tous significatifs, à l'exception de celui entre ozone et mortalité pour causes respiratoires (figure 3). Ainsi lorsque le niveau de polluant augmente du niveau de base (5^{ème} percentile, niveau non dépassé au cours des 18 jours les moins pollués de l'année) à un niveau médian (niveau atteint ou dépassé la moitié des jours de l'année), on observe des augmentations pouvant aller jusqu'à :

- 2,2% pour la mortalité pour toutes causes non accidentelles, en rapport avec les fumées noires,
- 4,7% pour la mortalité pour causes respiratoires, en rapport avec les particules fines, et
- 2,4% pour la mortalité pour causes cardio-vasculaires, en rapport avec les particules fines.

Discussion

Les liens entre indicateurs de pollution et mortalité sont davantage marqués pour les causes spécifiques (respiratoires et cardio-vasculaires) que pour la mortalité totale non-accidentelle. Ainsi lorsque le dioxyde d'azote passe d'un niveau de base (5^{ème} percentile) à un niveau médian, le risque relatif de mortalité pour causes respiratoires augmente de 3,8%, tandis que le risque relatif de mortalité toutes causes augmente de 2%.

Les relations les plus importantes apparaissent avec les particules fines en suspension (mesurées ici par les PM13 et les FN) et le NO2. Ainsi, pour la mortalité pour causes respiratoires, lorsque les PM13, les FN et le dioxyde d'azote passent d'un niveau de base (5^{ème} percentile) à un niveau médian, les augmentations observées sont respectivement de 4,7%, 4% et 3,8%. En Ile-de-France, ces trois polluants ont pour principale source les transports routiers.

Cette nouvelle analyse Erpurs montre à nouveau l'existence de liens entre indicateurs de pollution et mortalité. Cependant, deux points peuvent être discutés. D'une part, les relations observées correspondent-elles à une réalité ou sont-elles au contraire le fait de "variations aléatoires, de biais ou d'artefacts de modélisation" (Medina 2001)? D'autre part, ces relations correspondent-elles à un rapport de cause à effet ?

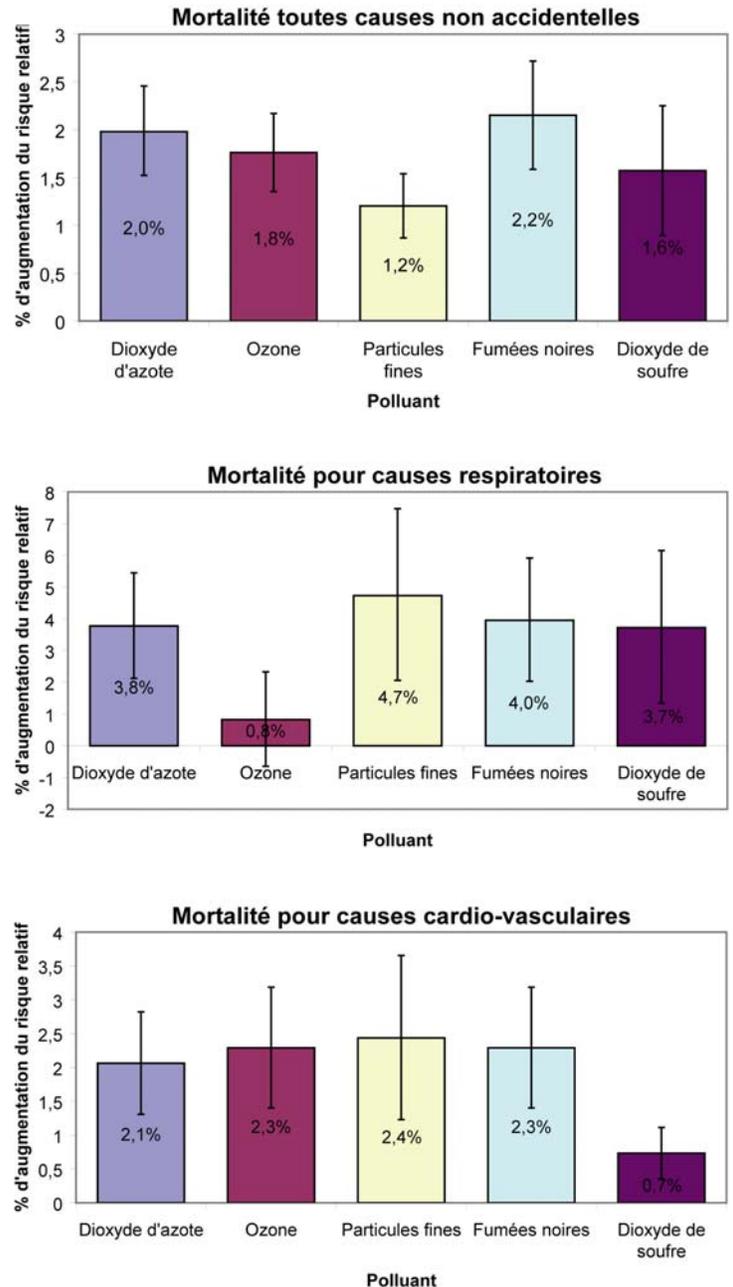


Figure 3. Pourcentages d'augmentation du risque relatif de mortalité lorsque l'on passe d'un niveau de polluant de base (5^{ème} percentile) à un niveau médian. La barre verticale représente l'intervalle de confiance à 95%.

Causes de mortalité	Codes CIM-9	Nombre quotidien de décès observés à Paris et en proche couronne pendant la période 1987-1998 (tous âges)		
		Moyenne	Médiane	[Min-Max]
Toutes causes non-accidentelles Hors traumatismes et empoisonnements et les causes extérieures de traumatismes et d'empoisonnements.	1-799	124	123	[78-214]
Respiratoires Affections aiguës des voies respiratoires, pneumonie et grippe, maladies pulmonaires obstructives chroniques et affections connexes, maladies pulmonaires dues à des agents externes, autres maladies de l'appareil respiratoire.	460-519	9	8	[0-34]
Cardio-vasculaires Cardiopathies rhumatismales, maladies hypertensives, cardiopathies ischémiques, troubles de la circulation pulmonaire, autres formes de cardiopathies, maladies vasculaires cérébrales, maladies des artères, artérioles et capillaires, maladies des veines et des vaisseaux lymphatiques, autres maladies de l'appareil circulatoire.	390-459	39	38	[12-74]

Tableau 2. Causes de mortalité codées selon la 9^{ème} révision de la Classification internationale des maladies (CIM-9).

Plusieurs éléments peuvent affecter la validité des résultats d'une étude écologique telle que celle d'Erpurs :

Les variations aléatoires observées dans les séries temporelles peuvent amener à une augmentation de la variance des risques relatifs estimés. Cette variance est au contraire réduite lorsque les séries temporelles sont assez longues, que le nombre journalier moyen d'événements sanitaires est assez élevé, et, pour les niveaux de polluants, lorsque le nombre de capteurs est plus important. Ces trois dernières conditions sont remplies dans le cadre de cette étude Erpurs, puisque les séries chronologiques s'étendent sur douze années, les événements considérés sont assez fréquents, et le réseau de mesure AIRPARIF compte un nombre important de capteurs pour chacun des polluants.

Il peut exister des biais, induisant une mauvaise estimation systématique de la liaison étudiée. En particulier, les indicateurs d'exposition et les indicateurs de mortalité peuvent être à la source de tels biais.

En ce qui concerne la mesure de l'exposition, la méthode utilisée dans cette étude suppose que l'ensemble de la population est exposée aux mêmes niveaux de pollution, c'est à dire aux niveaux de fond ambiants. En effet, on suppose que, pour un jour donné, la population est exposée de façon homogène aux différents polluants sur l'ensemble de la zone d'étude.

Par ailleurs, on sait aussi que les Franciliens passent en moyenne 90% de leur temps à l'intérieur des locaux (Dumontier et Pan Ke Shon, 2000). Les polluants extérieurs pénètrent et se maintiennent diversement à l'intérieur des constructions et le rapport entre les niveaux de pollution intérieure et extérieure est variable : il dépend du polluant, du renouvellement d'air du local (qualité de la ventilation, ouverture des fenêtres), mais aussi de la présence de sources intérieures (Pernelet et Roth 2001, Mosqueron et al. 2001). Par conséquent, les niveaux d'exposition individuelle diffèrent en fonction des "budgets espace-temps-activités". Mais pour certains polluants, il existe à l'échelle de la population une bonne corrélation entre les niveaux de pollution de fond et les niveaux d'exposition individuelle. Pour les particules fines, par exemple, cela permet l'utilisation du niveau de fond comme indicateur de pollution lors d'études épidémiologiques de type écologique (Janssen et al. 1998). Les conséquences des erreurs de mesure de l'exposition sur l'estimation du lien ne peuvent vraisemblablement que limiter la puissance des analyses réalisées.

Pour ce qui concerne les indicateurs sanitaires, l'utilisation de grandes classes de pathologies permet sans doute de minimiser les effets des erreurs de classification.

Des facteurs de confusion peuvent aussi biaiser la relation entre indicateur de pollution et indicateur de mortalité. Il s'agit par exemple de facteurs qui sont à la fois associés à l'exposition et à la mortalité. Les facteurs de confusion individuels (tabagisme,

exposition professionnelle, sexe) ne sont pas directement pris en compte lors de la modélisation. Mais dans une étude de séries temporelles telle que celle d'Erpurs, l'unité de mesure est une unité de temps (le jour). Ainsi, les facteurs individuels tels que l'âge, le sexe, la catégorie socioprofessionnelle peuvent être considérés comme constants en moyenne, à l'échelle de la population sur la durée de l'étude. De plus, le lieu de résidence, l'exposition dans l'habitat ou en milieu de travail, les modes alimentaires, les activités physiques, le tabagisme actif ou passif, etc. n'influencent pas la relation étudiée puisqu'ils ne sont pas liés aux variations journalières des niveaux de pollution. Dès lors, les principaux facteurs de confusion individuels sont contrôlés.

En revanche, il existe des facteurs de confusion temporels tels que des variations à long terme, saisonnières et hebdomadaires, les épidémies de grippe (entraînant une augmentation de la mortalité) qui peuvent biaiser les estimations de la relation avec la pollution atmosphérique. Par exemple, le nombre de décès est habituellement plus faible le dimanche, et le niveau de pollution urbaine est aussi plus faible ce jour là. Ne pas prendre en compte ce phénomène aboutirait à surestimer la relation entre pollution et mortalité. Le contrôle des tendances temporelles lors de l'analyse permet de contrôler tous les facteurs, connus ou inconnus qui, par leurs variations temporelles sont susceptibles de biaiser la relation. L'éventuelle variation de l'exposition professionnelle entre la semaine et le week-end est-elle aussi bien prise en compte au travers de l'introduction des jours de la semaine dans l'analyse ? Au contraire, les facteurs de confusion variant au jour le jour comme la météo, les pollens, la grippe sont pris en compte lors de la modélisation ?

La validité des résultats obtenus dépend aussi de la méthode de modélisation mise en œuvre. A ce jour, il semble que la modélisation de type GAM qui a été utilisée soit la plus adaptée pour ce type d'études. Les modèles construits font appel à des fonctions de lissage de type régression mobile pondérée. Dernièrement, des problèmes liés à l'utilisation de ces modèles ont été soulevés. Cependant l'étude européenne APHEA, dont Erpurs emploie la méthodologie, a été réanalysée en utilisant d'autres fonctions de lissage non affectées par ces problèmes : il n'a pas été trouvé de modifications significatives des résultats ou de leur variance. Il ne semble donc pas que la méthode employée puisse remettre en cause la validité des résultats obtenus.

Compte tenu de la nature même de l'analyse réalisée, la causalité des relations observées n'est pas évidente. Un certain nombre d'arguments plaident cependant en faveur d'un rôle causal à court terme de la pollution atmosphérique :

- les augmentations de risques calculées sont effectivement faibles, mais cela ne permet pas de nier la causalité ;
- les résultats obtenus concordent avec ceux d'autres études épidémiologiques employant des méthodologies différentes ;

- la forme des relations exposition-risque observées ne montre pas d'effets de seuil à l'échelle de la population tout entière ;
- les relations observées et les délais retenus entre l'exposition à la pollution et l'éventuel effet à court terme sur la santé sont compatibles avec les connaissances biologiques actuelles ;
- les études expérimentales de l'effet des différents polluants vont dans le sens des liens observés ici.

Ainsi, une diminution, même minime, du niveau de pollution atmosphérique entraînerait une diminution de la mortalité anticipée. Il est à noter que cette étude ne prend pas en compte les effets à long terme de la pollution atmosphérique sur la santé, qui sont au moins aussi importants.

Cette étude s'inscrit dans le système de surveillance épidémiologique de la qualité de l'air, mis en place depuis 1995 par le programme Erpurs. A l'époque, cette étude était la première en France à mettre en évidence les effets de la pollution atmosphérique urbaine sur la santé. Depuis, ces résultats ont été confirmés et précisés au cours des publications successives. La présente étude, portant sur la totalité des données disponibles à ce jour pour l'agglomération parisienne, a permis de réactualiser et d'approfondir encore l'analyse.

Compte tenu des résultats obtenus, il convient de poursuivre à des rythmes plus fréquents l'évaluation des risques pour la santé liés aux niveaux de pollution en milieu urbain et à leur évolution pour informer la population sur la relation pollution-santé, aider les décideurs à concevoir les actions de prévention, proposer des valeurs de référence locales pour la protection de la santé et enfin orienter la surveillance météorologique d'un point de vue de santé publique.

Dans le contexte actuel des préoccupations de plus en plus importantes du public tant pour les problèmes liés à la santé que pour ceux liés à la qualité de l'environnement, le programme Erpurs pour l'Île-de-France se doit de constituer un système de surveillance performant, au service de politiques de prévention chaque fois mieux adaptées, et en synergie avec les demandes du même type au niveau national et international.

Bibliographie

- Atkinson RW, Anderson HR, Sunyer J, Ayres J, Baccini M, Vonk JM, Boumghar A, Forastiere F, Forsberg B, Touloumi G, Schwartz J, Katsouyanni K, 2001. Acute effects of particulate air pollution on respiratory admissions: results from APHEA2 project. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 12: 521-531.
- Avol EL, Linn WS, Peng RC, Valencia G, Little D, Hackney JD, 1988. Laboratory study of asthmatic volunteers exposed to nitrogen dioxide and to ambient air pollution. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 49:143-149.
- Avol EL, Linn WS, Peng RC, Whynot JD, Shamoo DA, Little DE, Smith MN Hackney JD, 1989. Experimental exposures of young asthmatic volunteers to 0.3 ppm nitrogen dioxide and to ambient air pollution. *Toxicology and Industrial Health*, 5:1025-1034.

- Bromberg PA, Koren HS, 1995. Ozone induced human respiratory dysfunction and disease. *Toxicology Letters*, 82/83:307-316.
- Brook RD, Brook JR, Urch B, Vincent R, Rajagopalan S, Silverman F, 2002. Inhalation of fine particulate air pollution and ozone causes acute arterial vasoconstriction in healthy adults. *Circulation*, 105:1534-1536.
- Burnett RT, Brook JR, Yung WT, Dales RE, Krewski D, 1997. Association between ozone and hospitalisation for respiratory diseases in 16 Canadian cities. *Environmental Research*, 72: 24-31.
- Cassadou S, Declercq C, Eilstein D, Filleul L, Le Tertre A, Medina S, Pascal L, Prouvost H, Saviuc P, Zeghnoun A, Quénel P, juin 2002. Surveillance des effets sur la santé liés à la pollution atmosphérique en milieu urbain – Phase II : rapport de l'étude. Institut de Veille Sanitaire. Saint-Maurice; 184 pages. Disponible à l'URL: <http://www.invs.sante.fr/publications/default.htm>
- Cassadou S., Declercq C, Eilstein D., Fabre P, Filleul L, Le Tertre A, Lefranc A, Medina S, Nunes C, Pascal L, Prouvost H, Zeghnoun A, 2003, Surveillance des effets De la pollution atmosphérique en milieu urbain sur la santé: le Programme français PSAS-9, VertigO, Vol4no1 (www.vertigo.uqam)
- Cassee, FR, Boere AJF, Bos J, Fokkens PHB, Dormans JAMA, van Loveren H, 2002. Effects of diesel exhaust enriched concentrated PM2.5 in ozone preexposed or monocrotaline-treated rats. *Inhalation Toxicology*, 14: 721-743.
- Clancy L, Goodman P, Sinclair H, Dockery DW, 2002. Effect of air pollution control on death rates in Dublin, Ireland: an intervention study. *The Lancet*, 360: 1210-1214.
- Daniels MJ, Dominici F, Samet JM, Zeger SL, 2000. Estimating particulate matter-mortality dose-response curves and threshold levels: an analysis of daily time-series for the 20 largest US cities. *American Journal of Epidemiology*, 152: 397-406.
- De Marco R, Poli A, Ferrari M, Accordini S, Giammanco G, Bugiani M, Villani S, Ponzio M, Bono R, Carozzi L, Cavallini R, Cazzoletti L, Dallari R, Ginesu F, Lauriola P, Mandrioli P, Perfeti L, Pignato S, Pirina P, Struzzo P, 2002. The impact of climate and traffic related NO2 on the prevalence of asthma and allergic rhinitis in Italy. *Clinical and Experimental Allergy*, 32:1405-1412.
- Desqueyroux H, Momas I, 1999. Pollution atmosphérique et santé: une synthèse des études longitudinales de panel publiées de 1987 à 1998. *Revue d'Epidémiologie et de Santé Publique*, 47:361-375.
- Desqueyroux I, Momas I, 2001. Impact à court terme de la pollution atmosphérique urbaine sur l'insuffisance respiratoire par broncho-pneumopathie chronique obstructive (BPCO). Synthèse des études publiées de 1962 à janvier 2000. *Revue d'Epidémiologie et de Santé Publique*, 49:61-76.
- Dumontier F, Pan Ke Shon J-F, 2000. Enquête emploi du temps 1998-1999. Insee Résultats, 324 pages.
- Friedman MS, Powell KE, Hurwagner L, Graham LM, Teague WG, 2001. Impact of changes in transportation and commuting behaviors during the 1996 summer Olympic games in Atlanta on air quality and childhood asthma. *Journal of the American Medical Association (JAMA)*, 285(7): 897-905.
- Godleski JJ, Verrier RL, Koutrakis P, Catalano P, Coull B, Reinisch U, Lovette EG, Lawrence J, Murthy GG, Wolfson JM, Clarke RW, Nearing BD, Killingsworth C, février 2000. Mechanisms of morbidity and mortality from exposure to ambient air particles. *Research Report Health Effects Institute*, 5-88 et 89-103.
- Greenbaum D, 2002. Lettre au HEI les dernières analyses concernant le projet National Morbidity, Mortality and Air Pollution Study (NMMAPS), 5 pp. <http://www.healtheffects.org/Pubs/NMMAPSletter.pdf>
- Hastie T., Tibshirani R, 1990. *Generalized additive models*. London : Chapman and Hall. 335 pages.
- Janssen NA, Hoek G, Brunekreef B, Harssema H, Mensink I, Zuidhof A, 1998. Personal sampling of particles in adults: relation among personal, indoor, and outdoor air concentrations. *American Journal of Epidemiology*, 147(6): 537-47.
- Jorres R, Nowak D, Grimminger F, Seeger W, Oldigs M, Magnussen H, 1995. The effect of 1ppm nitrogen on bronchoalveolar lavage cells and inflammatory mediators in normal and asthmatic subjects. *European Respiratory Journal*, 8: 416-424.
- Katsouyanni K, Touloumi G, Spix C, Schwartz J, Balducci F, Medina S, Rossi G, Wojtyniak B, Sunyer J, Bacharova L, Schouten JP, Ponka A, Anderson HR, 1997. Short-term effects of ambient sulphur dioxide and particulate matter on mortality in 12 European cities: results from time series data from the APHEA project. *Air Pollution and Health: a European Approach*. *British Medical Journal*, 314: 1658-1663.
- Kleinbaum D., Kupper L., Muller K, 1988. *Applied regression analysis and other multivariate methods*, PWS-KENT Publishing Company, Boston, 718 pages.
- Le Tertre A, Medina S, Samoli E, Forsberg B, Michelozzi P, Boumghar A, Vonk JM, Bellini A, Atkinson R, Ayres JG, Sunyer J, Schwartz J, Katsouyanni K, 2002. Short-term effects of particulate air pollution on cardiovascular diseases in eight European cities. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 56:773-779.
- Marthan R, Ben Jebria A. Distribution de l'ozone dans les voies aériennes, octobre-décembre 1990. Effet sur la mécanique ventilatoire et la réactivité bronchique. *Pollution atmosphérique*, 445-448
- McCullagh P, Nelder JA, 1989. *Generalized Linear Models*. 2nd edition, Chapman & Hall, Londres, 511 pages.
- McGowan JA, Hider RN, Chacko E, Town GI, 2002. Particulate air pollution and hospital admissions in Christchurch, New Zealand. *Australian and New Zealand Journal of Public Health*, 26:23-29.
- Medina S, janvier 2001. *Pollutions atmosphériques urbaines : Etudes épidémiologiques et impact en Santé Publique*. Thèse de Doctorat (spécialité Santé Publique), Université René Descartes Paris V, 373 pages.
- Medina S, Le Tertre A, Dusseux E, Boumghar A, Camard JP, octobre 1998. Analyse des liens à court terme entre la pollution atmosphérique et santé : Résultats 1991-1995. Evaluation des risques de la pollution urbaine sur la santé, Erpurs. Rapport d'étude-Observatoire régional de santé d'Ile-de-France. Paris, 101 pages.
- Medina S, Le Tertre A, Quénel P, Le Moulec Y, novembre 1994. Impact de la pollution atmosphérique sur la santé en Ile-de-France : Résultats 1987-1992. Evaluation des risques de la pollution urbaine sur la santé, Erpurs. Rapport d'étude- Observatoire régional de santé d'Ile-de-France. Paris, 104 pages.
- Medina S, Plasencia A, Artazcoz L, Quénel P, Katsouyanni K, Mucke HG, DeSaeger E, Kryzanowsky M, Schwartz J, and the contributing members of the Apheis group, avril 2001. *Apheis. Air pollution and Health: a European Information System*. Final scientific report, 1999-2000. Institut de Veille Sanitaire. Saint-Maurice; 136 pages. Disponible à l'URL: http://www.apheis.org/Pdf/Apheis_Report.pdf
- Moseler M, Hendel-Kramer A, Karmaus W et al., 1994. Effect of moderate NO2 air pollution on the lung function of children with asthmatic syndrome. *Environmental Research*, 67:109-124.
- Mosqueron L, Le Moulec Y, Momas I, 2001. Evaluation de l'exposition aux particules atmosphériques : apport des mesures individuelles. *Revue d'épidémiologie et de santé publique*, 49 : 77-91.
- Nemmar A, Hoylaerts MF, Hoet PHM, Dinsdale D, Smith T, Xu H, Vermynen J, Nemery B, 2002. ultrafine particles affect experimental thrombosis in an in vivo hamster model. *American Journal of respiratory and Critical Care Medicine*, 166:998-1004.
- Odajima H, Hirose T, Nishima S, 1995. Air pollution (NO2, suspended material) and the number of acute hospitalisation of patients with asthmatic attack. *Aerugi Allergy*, 44:160-169.
- Stedman JR, Anderson HR, Atkinson RW, Maynard RL, 1997. Emergency hospital admissions for respiratory disorders attributable to summer time ozone episodes in Great Britain. *Thorax*, 52:958-963.
- Venables WN, Ripley BD, 1999. *Modern applied statistics with S-PLUS*. Springer, 501 pages.
- Viel JF, 1994. La régression de Poisson en épidémiologie. *Revue d'Epidémiologie et de Santé Publique*, 42.

LES RISQUES SANITAIRES DES PRODUITS DÉRIVÉS DE LA CHLORATION DES EAUX DE BASSINS DE NATATION

Sylviane Carbonnelle, Médecin de Santé Publique, Université catholique de Louvain, clos Chapelle-aux-Champs 30/54, B-1200 Bruxelles, 00-32-2-764-32-56, courriel : Sylviane.Carbonnelle@toxi.ucl.ac.be

Résumé: Les piscines sont fréquentées par de nombreuses personnes à travers le monde, pour y nager ou pour s'y délasser. Cependant, l'atmosphère chlorée des piscines pourrait être responsable de problèmes de santé. En effet, la majorité des piscines sont désinfectées par des produits à base de chlore –menant à la formation de dérivés potentiellement toxiques- et des études ont récemment attiré l'attention sur les risques pour la santé liés à la fréquentation des piscines. Il a entre autres été suggéré que l'exposition croissante et plus précoce des enfants aux produits de chloration des piscines pourrait, en association avec d'autres facteurs, être impliquée dans l'incidence croissante de l'asthme et des allergies. Pour le moment, des mesures de prévention devraient être prises pour diminuer le risque lié à l'exposition à ces dérivés (réduction de leur formation ou du moins de leur accumulation).

Mots-clés: chlore, chloramines, piscine, désinfection, asthme

Summary: Swimming pools are attended by a lot of people worldwide, to swim or to relax. However, the chlorinated atmosphere of swimming pools may be responsible for health problems. Indeed, the majority of swimming pools are disinfected by chlorine based products –leading to the formation of potentially toxic derivatives- and studies have recently drawn attention to health risks linked to the attendance of swimming pools. It has been suggested among other things that the increasing and earlier exposure of children to swimming pools chlorination by-products could, in association with other factors, be implicated in the increasing incidence of asthma and allergies. For the moment, prevention measures should be taken to decrease the risk linked to the exposure to these derivatives (reduction in their formation or in their accumulation at least).

Key words: chlorine, chloramines, swimming pool, disinfection, asthma

Resumen: En todo el mundo, mucha gente frecuenta las piscinas, para nadar o relajarse. No obstante, la atmósfera clorada de las piscinas podría dar lugar a problemas de salud. En efecto, la mayoría de las piscinas están desinfectadas con productos a base de cloro -lo que conduce a la formación de derivados potencialmente tóxicos- y varios estudios han puesto de relieve, en los últimos tiempos, los riesgos para la salud derivados de la frecuentación de piscinas. También se ha sugerido que la exposición creciente y a una edad más temprana a productos de cloración de piscinas podría, en conjunción con otros factores, tener relación con la creciente incidencia de asma y alergias. Por el momento, deberían tomarse medidas de prevención para reducir los riesgos conectados con la exposición a estos derivados (reducción de su formación o, al menos, de su acumulación).

Palabras clave: cloro, cloraminas, piscina, desinfección, asma

Selon une enquête menée en 2000 par le COIB (Comité Olympique et Interfédéral Belge), la natation est le deuxième sport national après le cyclisme. La natation est pratiquée par 23% de la population, ce qui représente une augmentation de 7% par rapport à l'enquête de 1998. Cette activité sportive est pratiquée par 26% des habitants du sud du pays, ce qui lui donne la première place au palmarès des disciplines sportives. Elle prend la deuxième place dans le nord du pays après le cyclisme avec 21% de personnes qui s'adonnent à ce sport. Des chiffres de TNS Media (spécialiste des enquêtes de marché en Belgique) et du COIB datant d'avril 2001 révèlent que la natation obtient la deuxième place parmi les sports favoris des femmes belges avec 33% des préférences après le vélo et le cinquième chez les hommes belges avec 15% des préférences.

La natation possède de nombreux avantages. C'est un sport complet qui produit un état de bien-être chez les personnes qui la pratiquent. Elle n'impose pas nécessairement un exercice de haute intensité (comme dans la course à pied par exemple) et partant, est accessible au plus grand nombre. Le corps est porté par l'eau ; ce sport convient par conséquent aux obèses, aux femmes enceintes, aux personnes âgées. En outre, il engendre peu de pathologies de surcharge (tendinites, périostites...), contrairement à certains sports. La natation offre aussi l'avantage d'une position couchée et d'un exercice avec les bras et les jambes ; elle favorise donc le retour veineux et le remplissage cardiaque et de ce fait, augmente le volume d'éjection cardiaque. Ce sport est même souvent recommandé aux asthmatiques par le corps médical, l'atmosphère chaude et humide des bassins prévenant l'apparition de crises d'asthme. On observe en effet

moins de bronchoconstriction induite par l'exercice dans ce sport. Enfin, le fait de savoir nager évite des noyades.

Cependant, jusqu'à présent, peu d'attention a été portée à l'environnement et plus particulièrement à la qualité de l'air dans lequel se pratique ce sport. Or, la première raison évoquée par les personnes pratiquant un sport est le maintien de la santé (motivation première avec 97% des réponses parmi les personnes sondées lors de l'enquête du COIB en 2000). Il est de ce fait important de vérifier si les bénéfices incontestables de la natation énumérés ci-dessus ne sont pas contre-balancés par l'apparition de pathologies liées aux conditions d'environnement dans lesquelles se pratique ce sport.

La chloration de l'eau potable est sans conteste un des progrès majeurs de santé publique du siècle passé. Elle a permis la disparition de nombreuses maladies comme le choléra, la fièvre typhoïde, la dysenterie. A côté de cela, de nombreux effets délétères sont attribués au chlore et à ses dérivés. Citons par exemple les pesticides organochlorés (DDT), les chlorofluorocarbures (CFC) détruisant la couche d'ozone, les polychlorobiphényles (PCB), les dioxines.

La majorité des piscines sont désinfectées grâce au chlore ou à ses dérivés. La chloration de l'eau est une technique de désinfection aisée et bon marché permettant d'éviter de nombreuses infections bactériennes, virales et parasitaires. Des affections peuvent en effet se propager au sein de toute communauté et par conséquent également lors de la fréquentation des bassins de natation. Ce sont les sels d'hypochlorite (sodium ou calcium) et le chlore gazeux qui sont le plus souvent employés, mais d'autres désinfectants à base de chlore sont parfois utilisés comme les chloroisocyanurates (OMS, 2000). Dans les piscines traitées par chloration, de l'acide hypochloreux est formé lors de l'ajout du désinfectant à l'eau. L'acide hypochloreux est l'agent biocide. C'est un oxydant puissant. Lorsqu'il réagit avec la matière organique apportée par les baigneurs (sueur, urine, squames de la peau, résidus de cosmétiques...), de nombreux produits potentiellement toxiques sont formés, parmi lesquels notamment le chloroforme lors de la réaction avec la matière carbonée (Figure 1a) et des chloramines lors de la réaction avec la matière azotée (Figure 1b). Les chloramines existent sous trois formes : la mono-, la di- et la trichloramine (ou trichlorure d'azote).

Les chloramines, par leur caractère oxydant, sont parfois utilisées comme désinfectants. Due à sa faible solubilité dans l'eau, la trichloramine est la plus volatile et se retrouve donc dans l'air. Ce gaz donne l'odeur caractéristique des bassins de natation et est responsable de l'irritation oculaire et respiratoire ressentie par les personnes fréquentant ces bassins (Massin, 1998 ; Agabiti et coll., 2001). Le trichlorure d'azote constitue l'espèce largement prédominante dans l'air des bassins de natation (Jessen, 1998) et la plus toxique pour les voies respiratoires. C'est le seul gaz à atteindre des concentrations aussi élevées dans un environnement fréquenté par le grand public. Les niveaux de chloramines dans

l'eau et dans l'air fluctuent largement avec le degré de chloration de l'eau, le taux d'occupation du bassin, l'hygiène et le comportement des baigneurs, le renouvellement et la température de l'eau et de l'air (Si la température de l'air n'est pas supérieure d'au moins deux degrés à celle de l'eau, l'évaporation est favorisée et le passage de la trichloramine dans l'air est de ce fait facilité.), la turbulence de l'eau (présence éventuelle de toboggans, vagues, bulles, cascades, jets et chutes d'eau comme les parapluies favorisant le dégazage des chloramines et menant à la formation d'aérosols d'acide hypochloreux). Les concentrations dans l'air peuvent varier entre 500 et 1500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ tandis qu'elles sont généralement de l'ordre du mg/l dans l'eau. On comprendra aisément que les niveaux les plus élevés sont retrouvés dans l'air des bassins récréatifs.

Dans notre société, il est de bon ton d'envoyer les enfants à la piscine dès leur plus jeune âge. La croyance que l'environnement d'une piscine ne présente pas de risque pour la santé de ceux qui la fréquentent est profondément ancrée dans les esprits et le manque de considération à l'égard du problème potentiel de toxicité de ces produits issus de la chloration de l'eau est reflété par les règlements de la plupart des pays, axés sur la qualité microbiologique de l'eau des piscines, ignorant en grande partie la qualité de l'air. En Belgique, cependant, à la suite de notre première étude explicitée ci-après, un arrêté du 10 octobre 2002 du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale fixant les conditions d'exploitation pour les bassins de natation paru au *Moniteur Belge* du 8 novembre 2002 stipule que les valeurs maximales admissibles de chloramines dans l'air sont de 0,5 mg/m^3 . Cette valeur est identique à la valeur de confort qui a été proposée en France par l'INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité). Malgré la conviction de beaucoup de personnes que l'environnement d'une piscine est sain, il serait quand même intéressant de vérifier si les désinfectants à base de chlore et leurs dérivés ne peuvent pas représenter un risque pour la santé des personnes exposées à ce type d'environnement, c'est-à-dire les nageurs (et particulièrement les enfants qui représentent une bonne partie des baigneurs dans ces établissements), mais aussi les maîtres nageurs. Les enfants sont particulièrement à risque, à la fois en raison de facteurs biologiques (maturation pulmonaire, respiration buccale, fréquence respiratoire et rapport surface/poids plus élevés, peau plus perméable), comportementaux (ingestion d'une plus grande quantité d'eau par les jeux et l'apprentissage de la natation) et environnementaux (eau plus chaude, forte densité de baigneurs, bassin peu profond contribuant à une concentration de chloramines). Ceci explique par exemple qu'un enfant d'un an restant une heure dans une piscine chlorée absorbe en moyenne trois fois plus de chloroforme qu'un maître nageur pendant une semaine, ce qui provoque un net dépassement de la dose journalière acceptable de chloroforme (OMS, 2000).

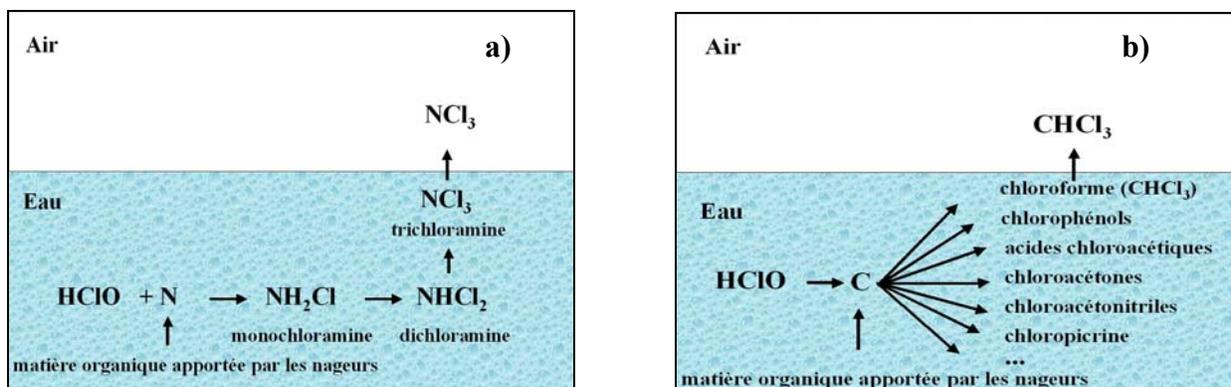


Figure 1. Description des réactions chimiques formant les composés potentiellement toxiques dans les piscines désinfectées grâce au chlore : a) formation du chloforme (entre autres), b) formation des chloramines.

En fait, un grand nombre de personnes sont exposées à l'atmosphère chlorée des bassins de natation - on peut estimer ce nombre à plusieurs millions dans le monde - et représentent des populations très diverses : il y a celles qui vont à la piscine de leur propre initiative pour y nager ou s'y délasser (le grand public, les nageurs de compétition) mais aussi les bébés nageurs suite au choix de leurs parents, les écoliers dans le cadre de l'obligation scolaire du cours de natation, certaines personnes pour des raisons médicales et enfin, les maîtres nageurs et le personnel d'entretien des piscines dans le cadre de leur profession. Il faut rappeler que presque toutes les personnes présentes dans une piscine sont exposées au trichlorure d'azote, celui-ci se trouvant dans l'atmosphère des piscines traitées au chlore qui sont majoritaires.

Plusieurs facteurs expliquent le fait que les concentrations en chloramines soient plus élevées qu'auparavant. L'augmentation du coût de l'énergie a amené à construire des bassins dont le plafond est de plus en plus bas, de manière à réduire les dépenses de chauffage. De ce fait, les chloramines peuvent s'accumuler dans l'air des piscines. Il est d'ailleurs presque possible de deviner l'année de construction d'un bassin rien qu'en connaissant la hauteur du plafond. L'augmentation du coût de l'eau a amené à réduire son renouvellement. Ceci provoque une accumulation de chloramines. Les équipements récréatifs se sont multipliés ces dernières années, provoquant la formation d'aérosols d'acide hypochloreux et favorisant le dégazage des chloramines. C'est d'ailleurs cette propriété qui est utilisée dans les systèmes visant à éliminer les chloramines (Gérardin et coll., 1999). On comprendra alors que les bassins à débordement dégazent en permanence les chloramines dans l'air de la piscine ! L'augmentation de la température de l'eau n'a généralement pas été accompagnée d'une augmentation de celle de l'air, ceci favorisant à nouveau le dégazage des chloramines.

Les enfants sont aussi plus fréquemment exposés et de façon plus précoce. On peut citer la vogue des bébés nageurs, la possibilité d'aller à la piscine dès les premières années d'école offerte par un

nombre croissant d'établissements, l'augmentation de la fréquentation des piscines par de jeunes enfants accompagnés de leurs parents, l'accroissement du nombre de piscines privées parfois couvertes (avec concentration des chloramines dans l'air dans ce cas).

Plusieurs éléments sont apparus tout récemment dans la littérature scientifique suggérant que l'exposition croissante et de plus en plus précoce des enfants aux produits de chloration dans les piscines publiques pourraient, en association avec d'autres facteurs (en particulier les allergènes domestiques), être impliquée dans l'augmentation de l'incidence de l'asthme et des allergies.

Dans la plupart des pays industrialisés, on assiste depuis plusieurs années à une augmentation inquiétante de l'asthme et des allergies, en particulier chez les jeunes enfants. L'asthme est d'ailleurs une priorité de santé publique pour l'OMS. Cette affection reste sous-diagnostiquée et sous-traitée. Elle est à l'origine d'une morbidité importante et constitue en particulier la première cause d'absentéisme scolaire lié à une affection chronique chez l'enfant. Elle entraîne en outre chaque année plusieurs décès en Belgique. On ne dispose pas à ce jour de données précises concernant l'ampleur de ce phénomène. A Bruxelles toutefois, on estime à environ 14 % la prévalence d'enfants présentant de l'asthme. Cette information provient de la campagne de dépistage menée par le COIB entre 1996 et 1999. Parmi le pourcentage estimé, la moitié concerne un asthme méconnu du patient. De façon remarquable, l'asthme présente de grandes variations entre les écoles et les quartiers de Bruxelles (de 5 à plus de 20 %) sans qu'un lien statistique ne ressorte avec le niveau socio-économique des enfants, la présence d'animaux domestiques ou l'exposition à la fumée de cigarette. Plusieurs hypothèses liées à l'environnement ou au mode de vie ont été successivement évoquées pour expliquer cette augmentation de l'incidence de l'asthme et des maladies allergiques : pollution de l'air, allergènes domestiques, vaccinations, exercice physique, alimentation et plus récemment encore, une hygiène excessive. A

ce jour cependant, la cause exacte de l'augmentation de l'incidence de l'asthme et des allergies chez l'enfant n'est pas encore établie et en tout cas, on n'a pas encore identifié un facteur de risque dont le contrôle permettrait d'arrêter et d'inverser l'évolution actuelle de l'incidence de ces maladies. La question de recherche de nos études vise à tester l'intervention du facteur environnemental qu'est la fréquentation des bassins chlorés dans ces pathologies. Il s'agit d'étudier s'il existe un lien entre l'exposition au trichlorure d'azote présent dans l'air des bassins de natation dont les eaux sont désinfectées par chloration et des troubles respiratoires, qu'ils soient au stade infra-clinique ou clinique.

La toxicité aiguë du trichlorure d'azote est bien connue. Chez l'animal, cette substance a le même pouvoir d'irritation que le chlore ou le formaldéhyde (Gagnaire, 1994) et cause un œdème pulmonaire fatal à haute dose (Barbee, Thackara et Rinehart, 1983). Chez l'homme, des cas d'atteinte pulmonaire aiguë ont été décrits à la suite d'expositions accidentelles à des désinfectants ou agents de nettoyage à base de chlore (Martinez et Long, 1995 ; Karnak et coll., 1996 ; Tanen, Graeme et Raschke, 1999).

La littérature scientifique est remarquablement pauvre en ce qui concerne la toxicité chronique du trichlorure d'azote. Une étude a été réalisée chez des maîtres nageurs français (Massin, 1998). Elle n'a pas trouvé de relation entre l'exposition au trichlorure d'azote, les indices de la fonction respiratoire et l'hyperréactivité bronchique. Cependant, à cause d'un biais potentiel de sélection (effet du travailleur sain : les personnes devenues malades ont quitté la profession), les auteurs n'excluent pas la possibilité d'effets chroniques. Toutefois, une équipe franco-britannique a récemment démontré que le trichlorure d'azote peut provoquer de l'asthme chez des maîtres nageurs (Thickett et coll., 2002). Bien que certaines études antérieures aient déjà révélé une fréquence accrue d'asthme et d'hyperréactivité bronchique chez les nageurs de compétition (Zwick et coll., 1990 ; Helenius et coll., 1998), elles n'étaient pas spécifiquement axées sur le trichlorure d'azote. De plus, il pourrait s'agir d'une causalité inverse (Il y a peut-être beaucoup d'asthmatiques qui font de la natation). Certains cas qui semblent lier le développement ou la dégradation d'un asthme aux désinfectants à base de chlore utilisés dans le cadre du traitement des eaux de piscines ont également été rapportés (Anonymous, 1979 ; Mustchin et Pickering, 1979 ; Penny, 1983 ; Watt, 1991 ; Fjellbirkeland, Gulsvik et Walloe, 1995). Il n'est toutefois pas possible de tirer des conclusions à partir d'asthmatiques ayant suivi des programmes d'entraînement de natation (Fitch, Morton et Blanksby, 1976 ; Huang et coll. 1989 ; Matsumoto, Araki et Tsuda, 1999 ; Wardell et Isbister, 2000).

Nous avons réalisé une étude, rendue publique en janvier 2001, mettant en évidence chez des enfants de 8 à 12 ans une hyperperméabilité de la barrière constituée par le revêtement cellulaire du poumon dont le facteur déterminant principal était la fréquentation cumulée de la piscine scolaire (Bernard et coll., 2003). Cette fragilisation des poumons avait été découverte grâce au dosage sanguin de protéines provenant du poumon

(pneumoprotéines) et reflétant l'intégrité du revêtement pulmonaire. Ces protéines sont la CC16 (protéine de la cellule de Clara, une cellule des petites bronches), la SP-A et la SP-B (protéines associées au surfactant). Elles permettent donc de détecter des lésions infra-cliniques du revêtement cellulaire du poumon causées par des polluants de l'air et d'autres toxiques pulmonaires (Hermans et Bernard, 1998). De là, une série de questions se sont posées, notamment les répercussions réelles sur la santé de la fréquentation de piscines traitées au chlore. Nous avons alors réexploité les données provenant de la campagne de dépistage de l'asthme du COIB. En interrogeant les directeurs d'écoles sur la fréquentation des piscines des enfants ayant participé à l'étude, nous avons trouvé un lien entre la prévalence de l'asthme et la fréquentation cumulée des piscines dans le cadre des activités scolaires, lien renforcé en tenant compte de la hauteur des bassins. (Bernard et coll., 2003). Nous avons rapidement effectué une étude sur les effets aigus de l'exposition d'enfants et d'adultes à l'atmosphère chlorée d'une piscine lors d'une séance de natation où l'augmentation de perméabilité pulmonaire a été reproduite, sans altération des tests fonctionnels respiratoires (pas de changement des volumes et débits d'air). Cette perméabilité accrue était déjà présente après exposition passive à l'air de la piscine (Il avait été demandé aux adultes de rester d'abord au bord de la piscine avant la nage). Cette modification de perméabilité a aussi été retrouvée chez des souris ou des rats exposés à l'atmosphère de la même piscine ou à de la trichloramine pure (Carbannelle et coll., 2002). Une observation intéressante de notre première étude est la corrélation positive entre les immunoglobulines E (marqueur de sensibilisation allergique) et les concentrations de SP-B. Ceci suggère qu'une perméabilité pulmonaire augmentée pourrait prédisposer les enfants (du moins, les sujets susceptibles) au développement de l'asthme (lien entre les immunoglobulines E et l'asthme).

Si un lien causal pouvait être établi entre l'exposition au trichlorure d'azote par la fréquentation des bassins de natation et l'asthme, une diminution considérable de la morbidité et de la mortalité pourrait être obtenue en agissant sur le facteur " piscine ". En effet, l'asthme est une maladie fréquente, touchant toutes les tranches d'âge de la population, en particulier les jeunes enfants. Bien que l'asthme soit une maladie multifactorielle, on peut en espérer une diminution de fréquence importante, même en agissant sur un seul facteur. Toute réduction de l'incidence de cette affection, même minime, entraînerait une amélioration considérable de la qualité de vie de nombreuses personnes, sans tenir compte de l'impact socio-économique, cette affection représentant une charge considérable pour la collectivité.

Le système respiratoire n'est toutefois pas le seul atteint. En effet, il existe trois voies d'exposition. L'inhalation concerne aussi bien les gaz que les aérosols. Par inhalation d'aérosols d'acide hypochloreux, des chloramines pourraient être formées *in situ* à l'intérieur de la cavité buccale. L'absorption par voie cutanée n'est pas à sous-estimer, surtout chez l'enfant. Enfin, il ne faut pas négliger l'exposition par ingestion, chaque nageur avalant en moyenne 50 ml d'eau par heure de natation (jusqu'à un demi-litre pour un enfant). Les organes impliqués

comprennent donc potentiellement les poumons, les yeux, la peau et l'appareil digestif. Dans la littérature scientifique, on trouve quelques articles concernant la toxicité des piscines chlorées vis-à-vis d'organes autres que le poumon. Une équipe a émis l'hypothèse qu'en synergie avec d'autres facteurs, l'eau chlorée pourrait jouer un rôle dans le développement du mélanome cutané, à cause de la présence de mutagènes dans l'eau (Rampen et Fleuren, 1987 ; Rampen, Nelemans et Verbeek, 1992 ; Nelemans et coll., 1994). Concernant le système oculaire, Haag et Gieser (1983) ont constaté un œdème de la cornée chez des sujets nageant en eau chlorée, sans impact sur l'acuité visuelle. Ils ont également observé des érosions de la cornée. Un auteur a même relevé des érosions dentaires chez les nageurs de compétition (Geurtsen, 2000).

En conclusion, à défaut d'un changement du système de désinfection de l'eau, la qualité de l'air des bassins doit être améliorée. Il existe en effet des alternatives à l'emploi du chlore comme désinfectant. On peut le remplacer par le brome ou l'ozone, mais ceux-ci posent aussi des problèmes (OMS, 2000). Seul le système cuivre-argent, utilisé dans deux piscines en Belgique, semble avoir fait ses preuves. Ce système demande néanmoins un investissement important. Les risques toxiques des produits dérivés de la chloration des piscines sont évitables par des mesures simples et c'est pour cette raison que les autorités sanitaires et les directeurs de piscines doivent tout mettre en œuvre pour éviter une pollution par ces substances. Il faut d'une part réduire la formation de chloramines et d'autre part les éliminer de façon efficace lorsqu'elles sont formées. Pour agir sur la formation des chloramines, il faut réduire l'apport de matière organique et donc agir sur l'hygiène des baigneurs (douche idéalement savonnée, passage aux toilettes avant d'aller à l'eau pour les enfants, port effectif du bonnet de bain...), de même qu'il est nécessaire de bien contrôler certains paramètres tels que les concentrations de chlore dans l'eau et la température de l'air et de l'eau. L'élimination des chloramines, pour éviter leur accumulation dans l'air de la piscine, peut être améliorée par l'optimisation du système de ventilation (en évitant de recycler l'air !) ou par l'investissement dans des systèmes de dégazage en dehors des halls de piscine (bac tampon avec chutes d'eau ou tour de strippage) (Gérardin et coll., 1999).

Les bienfaits du sport et de la natation en particulier ne sont donc pas à mettre en cause. Toutefois, à la lumière de nos résultats, il serait souhaitable de ne pas emmener les enfants à la piscine dès leur plus jeune âge en raison de leur sensibilité plus élevée aux toxiques. Dans l'attente de plus amples informations concernant les risques sanitaires de la fréquentation des piscines chlorées, l'idéal serait de fréquenter une piscine non traitée au chlore ou du moins bien ventilée, surtout pour les jeunes enfants et les asthmatiques.

L'intérêt des études déjà réalisées, de celles en cours ou à l'état de projet, est donc d'attirer l'attention sur les effets réels et potentiellement nocifs de certaines substances utilisées couramment dans notre environnement. Les résultats de nos

observations permettront peut-être de mieux cerner ces effets et de préciser les recommandations à suivre pour protéger la population. En effet, les personnes travaillant dans l'industrie agro-alimentaire pourraient également être concernées puisque les légumes frais prêts à l'emploi ainsi que la volaille et le gibier sont désinfectés dans de l'eau chlorée avant conditionnement. Des chloramines sont d'ailleurs présentes dans l'air de ces entreprises (Hecht, 1998). Peu avant la première guerre mondiale et jusque dans les années 50, la trichloramine a été employée à large échelle pour blanchir la farine, mais cette technique a disparu suite à la découverte de dérivés toxiques dans le pain (Mellanby, 1946). Enfin, le personnel de nettoyage est également concerné par l'emploi de désinfectants à base de chlore comme l'eau de javel.

Remerciements : Les études réalisées à l'Université catholique de Louvain ont été financées par l'Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement avec le soutien du Ministre de l'Environnement de la Région de Bruxelles-Capitale.

Bibliographie

- Agabiti N. et coll., 2001. Short term respiratory effects of acute exposure to chlorine due to a swimming pool accident. *Occupational and Environmental Medicine*, 58: 399-404.
- Anonymous, 1979. Wheezing at the swimming pool. *Lancet*, 2: 1342-3.
- Barbee S., Thackara J. et Rinehart W., 1983. Acute inhalation toxicology of nitrogen trichloride. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 44: 145-6.
- Bernard A. et coll., 2003. Lung hyperpermeability and asthma prevalence in schoolchildren: unexpected associations with the attendance at indoor chlorinated swimming pools. *Occupational and Environmental Medicine*, 60: 386-94.
- Carbannelle S. et coll., 2002. Changes in serum pneumoproteins caused by short-term exposures to nitrogen trichloride in indoor swimming pools. *Biomarkers*, 7: 464-78.
- Fitch K., Morton A. et Blanksby B., 1976. Effects of swimming training on children with asthma. *Archives of Disease in Childhood*, 51: 190-4.
- Fjellbirkeland L., Gulsvik A. et Walloe A., 1995. Swimming-induced asthma. *Tidsskrift for Den Norske Laegeforening*, 30: 2051-3.
- Gagnaire F., 1994. Pouvoir irritant du chlore et du trichlorure d'azote chez la souris. *Cahiers de Notes Documentaires*, 156: 293-6.
- Gérardin F. et coll., 1999. Extraction de chloramines par contact gaz/liquide dans les eaux de piscines. *Cahiers de Notes Documentaires – Hygiène et Sécurité du Travail*, 177: 20-30.
- Geurtsen W., 2000. Rapid general dental erosion by gas-chlorinated swimming pool water. Review of the literature and case report. *American Journal of Dentistry*, 13 (6): 291-3.
- Haag J. et Gieser R., 1983. Effects of swimming pool water on the cornea. *Journal of American Medical Association*, 249 (18): 2507-8.
- Hecht G., 1998. Exposition aux chloramines lors du conditionnement des légumes frais prêts à l'emploi. *Cahiers de Notes Documentaires – Hygiène et Sécurité du Travail*, 173: 381-7.
- Helenius I. et coll., 1998. Respiratory symptoms, bronchial responsiveness, and cellular characteristics of induced sputum in elite swimmers. *Allergy*, 53: 346-52.
- Hermans C. et Bernard A., 1998. Pneumoproteinemia : a new perspective in the assessment of lung disorders. *European Respiratory Journal*, 11: 801-3.
- Huang et coll., 1989. The effect of swimming in asthmatic children-participants in a swimming program in the city of Baltimore. *Journal of Asthma*, 26: 117-21.
- Jessen H., 1998. Chloramine concentration in the air of indoor baths. *Zeitschrift für die Gesamte Hygiene und ihre Grenzgebiete*, 34: 248-50.
- Karnak I. et coll., 1996. Pulmonary effects of household bleach ingestion in children. *Clinical Pediatrics*, 35: 471-2.

- Martinez T. et Long C., 1995. Explosion risk from swimming pool chlorinators and review of chlorine toxicity. *Journal of Toxicology - Clinical Toxicology*, 33: 349-54.
- Massin N., 1998. Etude des manifestations respiratoires et oculaires des maîtres-nageurs-sauveteurs. *Archives des Maladies Professionnelles*, 59 (5): 350-1.
- Matsumoto I. et coll., 1999. Effects of swimming training on aerobic capacity and exercise induced bronchoconstriction in children with bronchial asthma. *Thorax*, 54: 196-201.
- Mellanby, 1946. Diet and canine hysteria. *British Medical Journal*, 2: 885.
- Mustchin C. et Pickering C., 1979. "Coughing water" : bronchial hyperreactivity induced by swimming in a chlorinated pool. *Thorax*, 34: 682-3.
- Nelemans P. et coll., 1994. Swimming and the risk of cutaneous melanoma. *Melanoma Research*, 4 (5): 281-6.
- OMS, 2000. Guidelines for Safe Recreational Water Environments. Vol 2: Swimming Pools, Spas and Similar Recreational Water Environments.
- Penny P., 1983. Swimming pool wheezing. *British Medical Journal*, 287: 461-2.
- Rampen F. et Fleuren E., 1987. Melanoma of the skin is not caused by ultraviolet radiation but by a chemical xenobiotic. *Medical Hypotheses*, 22 (4): 341-6.
- Rampen F., Nelemans P. et Verbeek A., 1992. Is water pollution a cause of cutaneous melanoma ? *Epidemiology*, 3 (3): 263-5.
- Tanen D., Graeme K. et Raschke R., 1999. Severe lung injury after exposure to chloramine gas from household cleaners. *New England Journal of Medicine*, 341: 848-9.
- Thickett K. et coll., 2002. Occupational asthma caused by chloramines in indoor swimming pools. *European Respiratory Journal*, 19: 827-32.
- Wardell C. et Isbister C., 2000. A swimming program for children with asthma. Does it improve their quality of life ? *Medical Journal of Australia*, 173: 647-8.
- Watt S., 1991. Wheezing in a commercial diver due to disinfectant. *Undersea Biomedical Research*, 18: 347-9.
- Zwick H. et coll., 1990. Increased sensitization to aeroallergens in competitive swimmers. *Lung*, 168: 111-5.

Site internet d'intérêt :

<http://www.inrs.fr> - entrer les mots-clés "chlore", "chloramine" et "trichlorure".
Les publications de l'INRS ayant trait aux chloramines sont disponibles sur le site dans leur intégralité.

L'IMPACT DE QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR EN MILIEU RÉSIDENTIEL SUR LA SANTÉ RESPIRATOIRE

Norman King, M.Sc. Épidémiologie, Unité santé au travail et environnementale, Direction de santé publique de Montréal-Centre, Courriel : nking@santepub-mtl.qc.ca

Résumé

Depuis une vingtaine d'années, de nombreuses études épidémiologiques ont constaté une augmentation importante de la prévalence d'asthme en Amérique du Nord et en Europe. Plusieurs chercheurs suggèrent que cette augmentation puisse s'expliquer en partie par une exposition accrue aux contaminants dans l'air intérieur en milieu résidentiel. Dans le présent article, nous présenterons quelques données sur la prévalence de l'asthme pour ensuite discuter les différents contaminants dans l'air intérieur qui peuvent causer ou exacerber cette maladie et d'autres problèmes respiratoires. Les moyens de prévention seront brièvement discutés.

Abstract

Over the past twenty years, several epidemiological studies have shown that the prevalence of asthma has risen dramatically in North America and Europe. Several authors suggest that this increase is at least partly due to an increased exposure to indoor air contaminants in the residential environment. In this article, we will present some data on the prevalence of asthma and then discuss the different indoor air contaminants that can cause or aggravate this disease and other respiratory problems. Preventive methods will be briefly discussed.

Introduction

L'air que nous respirons, si essentiel à la vie, est également une source de contaminants qui peuvent porter atteinte à la santé, notamment la santé respiratoire. Une bonne façon d'illustrer ceci est l'augmentation de la prévalence de l'asthme observée en Amérique du Nord et en Europe depuis une vingtaine d'années. Bien qu'une meilleure accessibilité aux services ainsi que le développement de meilleurs outils diagnostiques puissent expliquer en partie cette hausse, plusieurs estiment que des facteurs environnementaux jouent aussi un rôle (Platts-Mills et collègues, 1997).

Le cas des enfants de moins de 14 ans est particulièrement utile pour comprendre le rôle joué par l'environnement dans le développement de problèmes respiratoires comme l'asthme, car après cet âge, des facteurs autres, comme le tabagisme actif et le milieu de travail, entrent en jeu. De plus, les enfants sont plus vulnérables aux effets nocifs des contaminants que les adultes pour les raisons suivantes :

- Ils sont dans une phase de développement rapide, ce qui les rend plus vulnérables aux effets des contaminants dans l'air;
- En raison de leur métabolisme, les enfants inhalent plus d'air (et donc plus de contaminants) par unité de poids corporels que les adultes.

En d'autres mots, non seulement les enfants sont plus vulnérables aux effets des contaminants sur la santé, mais leur dose d'exposition relative est également plus élevée que celle des adultes.

Enfin, étant donné que les symptômes d'asthme apparaissent avant l'âge de 10 ans chez environ la moitié des asthmatiques (King, 2000), une prévention tôt dans la vie pourrait contribuer à diminuer l'asthme chez les adultes de demain.

L'augmentation de la prévalence de l'asthme en quelques chiffres

Selon les Centers for Disease Control and Prevention aux États-Unis (CDC), plus de 15 millions d'Américains souffrent d'asthme, dont près de 5 millions d'enfants. La prévalence chez les 5-10 ans a augmenté de 51 % de 1980-1981 à 1995-1996, passant de 4,9% à 7,4%. Chez les enfants de 0-4 ans, elle est passée de 2,9% à 5,0% pour la même période, soit une hausse de 72 % (Morbidity and Mortality Weekly Report, 2000).

D'après une étude d'Infante-Rivard menée à Montréal en 1987, chez les 3 à 7 ans, la prévalence de l'asthme est passée de 3,76% en 1980 à 6,45% en 1983. Selon les résultats de l'Enquête sociale et de santé effectuée en 1998 au Québec la prévalence de l'asthme déclaré se situe à 5,3% pour les 0-4 ans ; 6,8% chez les 5-9 ans et 5,9% chez les 10-14 ans (Laberge et collègues, 2000).

Cette étude démontre que la morbidité due à l'asthme est élevée dans la région montréalaise par rapport à d'autres régions du Québec avec certains quartiers de la ville plus à risque, notamment les quartiers ayant un faible statut socio-économique, ce qui correspond aux résultats des études américaines (Luz et collègues, 1999).

Enfin, les données de l'Association pulmonaire américaine démontrent que l'asthme infantile est responsable de 10 % des journées d'école perdues par an et c'est la première cause d'absentéisme à l'école pour un problème chronique. De plus, une visite pédiatrique sur six à l'urgence est due à l'asthme (King, 2000).

Il ne fait donc aucun doute, le problème d'asthme chez les enfants est une cause importante de morbidité; une compréhension des causes est donc essentielle à la mise sur pied de programmes de prévention visant à diminuer le fardeau associé à cette maladie.

Les facteurs environnementaux liés à l'augmentation de la prévalence de l'asthme

Une explication des différents mécanismes entrant en jeu dans le développement de l'asthme dépasse le cadre du présent texte, mais il est clair que l'exposition aux allergènes et aux irritants dans l'environnement joue un rôle dans le déclenchement des symptômes d'asthme ainsi que les symptômes respiratoires non-spécifiques (ex. toux, irritation du nez et de la gorge, etc.).

L'ensemble des causes environnementales précises n'est pas connu avec certitude, mais on cible souvent les contaminants de l'air intérieur. À l'appui de cette hypothèse, plusieurs signalent que la pollution extérieure a plutôt diminué durant la période où l'asthme augmentait (Crater et Platts-Mills, 1998; Weiss et collègues, 1993) et que cette hausse touche les patients éprouvant des symptômes toute l'année et non ceux souffrant de symptômes saisonniers (Platts-Mills et collègues, 1997). Quant au rôle de la pollution extérieure dans le développement de l'asthme, divers auteurs estiment que ces polluants agissent de concert avec des allergènes de l'air intérieur (Landrigan et collègues, 1998; Platts-Mills et collègues, 1997; Clark et collègues, 1999). On voit donc que l'exposition à des contaminants dans l'air intérieur est un facteur clé pour expliquer la hausse de l'asthme en Occident depuis une vingtaine d'années.

Plusieurs facteurs expliquent pourquoi l'exposition aux contaminants de l'air intérieur est plus marquée depuis les années 1970 :

- les maisons sont davantage isolées pour réduire les coûts de chauffage et/ou de climatisation, ce qui accroît la concentration des contaminants. En effet, les preuves scientifiques sont de plus en plus concluantes pour démontrer que le niveau de contaminants dans l'air intérieur

des maisons est plus élevé que le niveau dans l'air extérieur. Par exemple, les concentrations des composés organiques volatils (COV) peuvent être de 2 à 5 fois plus élevées à l'intérieur qu'à l'extérieur. Les niveaux de particules peuvent être au moins aussi élevés dans l'air intérieur qu'à l'extérieur, et s'il y a des sources ponctuelles à l'intérieur (ex. fumeurs, chauffage au bois) les niveaux de particules seront plusieurs fois plus élevés qu'à l'extérieur (Environmental Protection Agency, 1995).

- les maisons vieillissent et peuvent manquer d'entretien, surtout dans des quartiers défavorisés, causant ainsi des problèmes d'infiltration et de dégâts d'eau. La conséquence d'une telle situation peut être une exposition à des allergènes biologiques (ex. moisissures) présents à des niveaux plus élevés à l'intérieur qu'à l'extérieur.
- les gens passent jusqu'à 90% de leur temps à l'intérieur. Ceci est particulièrement important pour les jeunes enfants dont la vie se déroule principalement à la maison. De plus, l'avènement des jeux vidéo et des ordinateurs personnels ne fait qu'accroître ce phénomène, augmentant ainsi le degré d'exposition aux contaminants.

Description des contaminants de l'air intérieur en lien avec le développement et l'exacerbation de l'asthme

L'Institute of Medicine (IOM) aux États-Unis a réuni un groupe d'experts pour évaluer le lien qui existe entre une exposition aux différents contaminants biologiques et chimiques présents dans l'air en milieu résidentiel et le développement et l'exacerbation de l'asthme (Committee on the Assessment of Asthma and Indoor Air 2000). Les principales conclusions de ce groupe sont présentées dans le tableau 1.

Dans le texte qui suit, nous aborderons chacun des contaminants environnementaux mentionnés dans le tableau 1 pour discuter leur impact sur la santé, l'ampleur du problème et les moyens de prévention.

Les contaminants biologiques

Les acariens

Les acariens sont des araignées microscopiques vivant sur les matelas, la literie, les meubles rembourrés, les tapis et les rideaux. Ils s'alimentent des débris de peau humaine ou animale, et un environnement chaud (22 à 26°C) et humide (70 à 80 % d'humidité relative) favorise leur croissance. Ils ne survivent pas à des niveaux d'humidité relative inférieure à 50 % (Fernandez-Caldes et collègues, 1995).

Preuves d'une relation causale	Preuves d'une association	Preuves suggérant une association
Acariens- développement et exacerbation	Fumée de tabac chez les enfants d'âge préscolaire- développement	Blattes chez les nourrissons- développement
Chats- exacerbation	Chiens- exacerbation	Fumée de tabac chez les enfants et adultes- exacerbation
Blattes- exacerbation	NO_x *(niveau élevé)- exacerbation	
Fumée de tabac- exacerbation chez les enfants d'âge préscolaire	Moisissures- exacerbation et présence de symptômes respiratoires non-spécifiques	

Tableau 1 Degré de preuve d'un lien causal pour le développement et l'exacerbation de l'asthme. * NO_x : Oxydes d'azote.

La source principale de ces allergènes est la matière fécale des acariens (CAAIA, 2000) et, pour plusieurs auteurs, les acariens sont la source principale d'allergènes associés à la poussière (Fernandez-Caldas et collègues, 1995; Weissman et Schuyler, 1991). On signale la sensibilisation des asthmatiques aux allergènes d'acariens dans diverses régions du globe depuis environ 30 ans. La prévalence de ces allergies, qui est de 45 à 85 % chez les asthmatiques, n'est que de 5 à 30 % chez les non asthmatiques (Platts-Mills et collègues, 1989).

En 1997, dans le cadre de la National Cooperative Inner City Asthma Study (NCICAS), Rosenstreich et collègues ont publié un article sur les facteurs pouvant être liés à la gravité de l'asthme chez les enfants pauvres dans 8 quartiers urbains défavorisés¹³ aux États-Unis (Rosenstreich et collègues, 1997). Des 476 enfants asthmatiques pour lesquels ils possédaient des données complètes, 166 (34,9 %) présentaient des tests cutanés positifs aux allergènes d'acariens. De plus, ces allergènes ont été identifiés dans 235 (49,4%) chambres à coucher. Mais ce chiffre baisse à 46 (ou 9,7%) quand les auteurs utilisent le seuil dit sécuritaire de 2 µg d'allergène par gramme de poussière.

D'après une étude à Québec, près de 50 % des personnes atopiques¹⁴ sont sensibilisées aux allergènes d'acariens (King, 2000), et une étude chez 309 enfants montréalais démontre un taux de tests cutanés positifs variant de 17 à 19 % (Demissie et collègues, 1996). Mentionnons que ces allergènes contribuent aussi au développement de rhinite et de dermatite atopique (Platts-Mills et collègues, 1989; Platts-Mills et collègues, 1992).

¹³ Quartiers urbains défavorisés : équivalent proposé de l'américain inner-cities. Il s'agit des poches de pauvreté des grandes villes (souvent de vieux quartiers aux logements en piètre état).

¹⁴ Atopique : se dit des individus présentant un type d'hypersensibilité aux allergènes.

Bien qu'il soit impossible d'éliminer complètement les acariens, des mesures très simples aident à en réduire fortement le nombre. Baisser l'humidité relative est la façon la plus efficace de diminuer leur croissance (Fernandez-Callas et collègues, 1995; Platts-Mills et collègues, 1989) et, l'hiver, quand l'humidité extérieure est faible, une meilleure ventilation pourrait réduire l'humidité résultant de l'activité humaine (Platts-Mills et collègues, 1992). Parmi les autres mesures de prévention, citons les enveloppes hypoallergènes pour matelas et oreillers, le lavage de la literie à l'eau chaude ainsi que l'élimination des tapis, surtout dans les chambres à coucher (Platts-Mills et collègues, 1989).

Les animaux domestiques

La sensibilité aux allergènes d'origine animale est elle aussi fréquente, en partie en raison du nombre élevé de familles possédant des animaux domestiques. Selon une étude épidémiologique américaine, 2,3 % de la population présente des tests cutanés positifs aux allergènes de chat ou de chien (CAAIA, 2000; Fernandez-Caldas, 1995; Weissman et Schuyler, 1991).

L'allergène principal du chat, le Fel d I, a été bien caractérisé. Il est produit par les glandes salivaires, sébacées et anales, et on le trouve en grande quantité sur la peau et les poils du chat. De 9 à 41 % des asthmatiques présentent des tests cutanés positifs aux allergènes félins mais, d'après certaines études, ce taux est de 25 % ou plus (King, 2000).

Dans leur étude chez les enfants, Rosenstreich et collègues ont trouvé que 108 des 476 enfants (22,7 %) présentaient des tests cutanés positifs (Rosenstreich et collègues, 1997). Des allergènes félins ont été identifiés dans 298 (62,6 %) des chambres à coucher de ces enfants, mais ce chiffre tombe à 60 (12,6 %) pour des niveaux d'allergène dépassant le seuil sécuritaire de 2 µg/g de poussière. D'après une étude menée à Québec, le taux de sensibilisation aux allergènes félins atteint 75 % chez les personnes atopiques (King, 2000), tandis que Demissie et collègues ont noté des tests cutanés positifs chez 11 % des enfants ayant subi ce test (Demissie et collègues, 1996). Le

risque relatif d'un test positif aux allergènes félines était de 1,52 pour les enfants ayant un statut socioéconomique élevé par rapport aux plus pauvres. Tout comme les allergènes d'acariens, les allergènes félines deviennent aérosolisés quand la poussière est soulevée, mais ils s'associent aussi aux poussières fines, ce qui explique pourquoi ils demeurent aéroportés plus longtemps.

L'allergie aux chiens est moins fréquente, et de 5 à 30 % d'individus présentent des tests cutanés positifs à ces allergènes. L'un d'eux, le Can d I, est présent en grande concentration dans la salive des chiens (King, 2000).

Il est évident que le moyen de prévention le plus simple est de ne pas garder d'animaux domestiques à l'intérieur. Par contre, les allergènes félines sont souvent présents dans des maisons et des lieux publics (écoles, hôpitaux) où il n'y a pas d'animaux domestiques, ce qui rend l'élimination de cet allergène plus complexe (Persky et collègues, 1999). Un entretien régulier, pour diminuer la quantité de poussières, aide aussi.

Les blattes («coquerelles»)

Les personnes vivant dans les logements en mauvais état des centres urbains sont les plus susceptibles d'être allergiques aux blattes. L'un des allergènes des deux espèces de blattes d'Amérique du Nord nuisibles à la santé a maintenant été isolé. Par exemple, 6,5 % des enfants montréalais étudiés par Demissie et collègues (1996) présentaient un test cutané positif à l'allergène de coquerelle, et ces réactions étaient moins fréquentes chez les enfants des quartiers aisés que chez ceux des quartiers pauvres (risque relatif de 0,82).

À Chicago, on a démontré une hypersensibilité aux coquerelles chez 58 % des adultes asthmatiques et chez 69 % des enfants asthmatiques. Des tests de provocation avec l'allergène ont déclenché des crises aiguës chez des asthmatiques présentant des tests cutanés positifs. Il en va de même pour la rhinite allergique (Weissman et Schuyler, 1991). C'est l'accumulation, la désintégration et l'aérosolisation de la peau et des fèces de ces insectes qui amènerait l'exposition des voies respiratoires, mais ceci demeure à être confirmé (Committee on the Assessment of Asthma and Indoor Air, 2000).

L'étude de Rosenstreich et collègues (1997) a rapporté des tests cutanés positifs aux allergènes de coquerelle chez 175 des 476 enfants asthmatiques étudiés (36,8 %). On a trouvé ces allergènes dans la poussière de 406 chambres à coucher (85,3 %), mais ce nombre baisse à 239 (50,2 %) pour le seuil de 8 unités/g de poussière. L'étude démontre une relation statistiquement significative chez les enfants sensibilisés à ces allergènes pour différentes mesures de morbidité liées à l'asthme et une exposition à de fortes concentrations de ces allergènes, mais non pour les valeurs de débits maximaux d'expiration pulmonaire. Toutefois, pour les autres allergènes à l'étude, les chercheurs n'ont pas trouvé de relation significative.

Cette étude montre aussi combien l'exposition à cet allergène accroît la morbidité chez les enfants sensibilisés. Elle révèle également quel est l'impact sur les parents, car en raison de la maladie de l'enfant, ils doivent se réveiller la nuit et changer leurs plans plus souvent en raison de l'absence de leur enfant à l'école. Deux lacunes sont à signaler cependant. En effet, on n'a pas évalué le rôle du tabagisme passif, car 58,3 % de ces enfants habitent un logement où vit au moins un fumeur, ni le rôle potentiel des moisissures.

Divers documents, dont l'un de la SCHL (Société canadienne d'hypothèques et de logement), présentent des moyens pour éliminer l'exposition à cet allergène (SCHL, 1998). Il s'agit de supprimer les sources de nourriture et d'eau, de sceller les fenêtres et les fissures et d'utiliser des antiparasitaires. Cependant, l'utilisation de pesticides est problématique, ces produits étant généralement toxiques et possiblement cancérigènes (Landrigan et collègues, 1999; Infante-Rivard et collègues, 1999).

Il faut noter que l'efficacité des mesures de prévention est discutable. En effet, en raison de la proximité des logements dans les quartiers à risque, un logement infesté peut en réinfester un autre où on avait réussi à éliminer les coquerelles. Pour Gergen et collègues (1999) qui ont évalué l'efficacité de cette intervention dans le cadre de la NCICAS, les niveaux d'allergènes sont revenus à leur niveau antérieur en moins de 12 mois après une baisse temporaire – qui n'avait d'ailleurs pas permis de descendre sous le seuil d'effet clinique. Les auteurs soulignent que la plupart des logements en question se trouvaient dans des immeubles multi-logements, ce qui explique la réinfestation. Selon eux, il est difficile d'éliminer ces allergènes en milieu résidentiel et il faut absolument mettre au point des techniques pour prévenir la réinfestation, surtout dans ce genre d'immeubles. Enfin, une étude a démontré la présence d'allergènes de coquerelles dans 20 % des maisons sans signes d'infestation, ce qui suggère que les allergènes pourraient persister longtemps après l'élimination de ces insectes (CAAIA, 2000).

Les champignons et leurs métabolites

Note de terminologie : les champignons sont des organismes unicellulaires ou multicellulaires. Ce sont les champignons multicellulaires dans l'air intérieur qui nous intéressent en raison de leurs effets sur la santé. Les colonies de champignons qui prolifèrent sur des matériaux à base de cellulose et qui sont visibles à l'œil nu dans l'environnement intérieur sont communément appelées moisissures (ACGIH, 1999). Nous utilisons donc les deux termes de façon interchangeable.

Depuis quelques années, les conséquences de la contamination de l'air intérieur par les champignons soulèvent de plus en plus d'inquiétude (King et Auger, 2002). Plusieurs études ont été publiées sur les effets de l'humidité et la présence de champignons dans l'air en milieu résidentiel, et diverses revues de recherches sur la qualité de l'air intérieur insistent beaucoup

sur les effets sur la santé d'une exposition aux moisissures. En raison de la priorité accordée à la présence de ce contaminant dans l'air intérieur par plusieurs chercheurs et intervenants en santé publique, nous traiterons ce problème plus en détail en discutant non seulement le cas de l'asthme, mais aussi les autres effets sur le système respiratoire d'une exposition aux champignons dans l'air intérieur.

Maladies pulmonaires allergiques et moisissures

Certains genres de moisissures (ex. *Cladosporium*, *Alternaria*, *Penicillium*, *Aspergillus*) produisent des allergènes reconnus (CAAIA, 2000), et selon des études effectuées à Montréal et en Finlande, 5% des enfants d'âge scolaire seraient allergiques aux moisissures. D'autres études suggèrent qu'entre 10% et 15% de la population pourraient présenter des allergies aux moisissures. Ce pourcentage est plus élevé chez des asthmatiques et les personnes souffrant de rhinite, soit 21% chez les asthmatiques et 27% chez les personnes souffrant d'asthme et de rhinite selon une étude, et jusqu'à 40% des asthmatiques selon d'autres études (Institut National de Santé Publique du Québec, 2002).

Selon le groupe d'experts réunis par l'Institute of Medicine (IOM) aux États-Unis les preuves d'une association entre l'exposition aux moisissures et le développement de l'asthme sont insuffisantes. Ce même institut considère enfin qu'il existe des preuves d'une association entre l'exposition aux moisissures et l'exacerbation de l'asthme chez les personnes sensibilisées (CAAIA, 2000).

Une difficulté majeure rencontrée par ceux qui conduisent des études sur le lien entre les problèmes d'asthme et une exposition aux moisissures est la présence simultanée d'autres allergènes dont la prolifération est favorisée par des conditions humides (endotoxines, acariens), et selon plusieurs auteurs le lien entre le développement et l'exacerbation de l'asthme et les conditions humides est plus solide que le lien entre ces problèmes de santé et une exposition aux moisissures comme telle. Un autre problème inhérent aux études qui visent à déterminer l'impact sanitaire d'une exposition aux moisissures est la difficulté à analyser le niveau d'exposition par évaluation quantitative.

L'alvéolite allergique extrinsèque est une autre maladie pulmonaire allergique qui peut être causée par une exposition aux moisissures, et la plupart des cas rapportés surviennent suite à des expositions répétées et importantes en milieu agricole ou industriel (ACGIH, 1999, NYC, 2000). Néanmoins, des études ont récemment identifié ce problème en dehors des milieux de travail industriels ou agricoles (Husman 2000).

Une étude récente (Jarvis et Morey, 2001) ajoute plus de poids à la relation entre une exposition aux moisissures en dehors du milieu industriel ou agricole et la présence d'asthme et d'alvéolite allergique extrinsèque. Cette étude effectuée chez les occupants d'un édifice à bureau qui a subi des dégâts d'eau importants tient compte de plusieurs facteurs qui constituaient

des faiblesses méthodologiques dans d'autres études semblables. Par exemple :

- la présence de moisissures a été évaluée par observation et par échantillonnage, et l'espèce dominante dans l'air intérieur (*Aspergillus versicolor*) était absente de l'air extérieur.
- les effets sur la santé ont été évalués par questionnaire subjectif et par examen physique chez 37 travailleurs.
- il y avait deux groupes-témoins travaillant dans des édifices non-problématiques.
- les travailleurs ont été suivis pendant plusieurs années, et l'évolution des symptômes selon l'état du bâtiment a pu être vérifiée.

Sur près de 500 occupants dans l'édifice problématique, les auteurs ont identifié 15 cas d'asthme relié au bâtiment et 5 cas probables d'alvéolite allergique extrinsèque reliés au bâtiment, mais peu de détails sur ces cas sont fournis. Il est donc difficile de déterminer si ce sont 15 cas de développement d'asthme chez des personnes qui n'en avaient jamais souffert ou des cas d'exacerbation d'un asthme préexistant.

Les effets irritatifs et les symptômes respiratoires non spécifiques

En plus des problèmes respiratoires allergiques décrits précédemment, une exposition aux moisissures est reliée à d'autres symptômes respiratoires, notamment l'irritation du nez et des voies respiratoires supérieures accompagnée de symptômes comme la toux. En effet, plusieurs études ont noté ce genre d'effets, et un groupe d'experts américains a conclu que l'exposition aux moisissures est associée avec la présence de symptômes respiratoires non-spécifiques (CAAIA, 2000). Plusieurs composantes (ex. glucanes) et métabolites (ex. mycotoxines et composés organiques volatils) des moisissures peuvent expliquer ces effets irritatifs et non-spécifiques (INSPQ, 2002).

Encore une fois, les résultats de l'étude effectuée par Jarvis et Morey (2001) ajoutent du poids à cette relation causale, car ces chercheurs ont observé une diminution de ce type de symptômes chez les occupants de l'édifice contaminé lorsqu'ils étaient en dehors de ce milieu de travail (aspect temporel). Cette diminution était plus importante que celle observée chez les occupants des édifices non-problématiques.

De plus, les auteurs considèrent que leurs résultats démontrent un effet dose-réponse, car les symptômes respiratoires étaient plus fréquents chez les occupants qui avaient travaillé plus longtemps dans l'édifice, chez ceux qui travaillaient plus près des matériaux endommagés par l'eau et chez ceux dont l'emploi occasionnait une perturbation des poussières. Malheureusement, les auteurs ne présentent pas les données qui appuient cette hypothèse.

L'hémorragie pulmonaire chez les enfants

Ce problème potentiellement mortel a été fortement médiatisé à la fin des années 1990, mais le lien étiologique entre le développement d'une hémorragie pulmonaire chez les enfants et une exposition aux moisissures dans leurs maisons n'est toujours pas établi de façon définitive. En effet, les Centers for Disease Control and Prevention (CDC) aux États-Unis ont affirmé que les études initiales ayant identifié ce problème ont des lacunes méthodologiques importantes. Par contre, d'autres études de cas ont été rapportées par la suite, et cette question n'est pas close à l'heure actuelle (INSPQ, 2002).

Considérations diverses

Mentionnons en terminant que la nature de la relation dose-réponse entre les différents problèmes du système respiratoire et une exposition aux moisissures n'est pas connue, pas plus que l'existence d'un seuil sécuritaire d'exposition sous lequel il n'y a pas de risque (MIEH, 1999). Ces questions demeureront sans réponse encore longtemps en raison de la difficulté d'évaluer l'exposition en milieu résidentiel de façon précise (Peat et collègues, 1998; Flannigan et collègues, 1991). Mais on sait cependant que certaines populations sont plus vulnérables (INSPQ, 2002), soit :

- les nourrissons et les enfants;
- les personnes souffrant de maladies causant une immunosuppression;
- les individus atopiques.

L'effet de l'humidité

Tel que discuté précédemment, il n'est pas toujours possible de distinguer le rôle des moisissures de celui des conditions humides dans le développement ou l'exacerbation des problèmes respiratoires. En effet, différents groupes ont tiré des conclusions sur les conditions humides comme contaminant distinct. Par exemple, le comité d'experts américains a évalué aussi l'impact de l'humidité élevée dans les maisons, et il estime qu'elle peut conduire au développement et à l'exacerbation de l'asthme (CAAIA, 2000).

Une autre étude récente chez les enfants asthmatiques âgés entre 0 et 4 ans confirme que ceux qui vivent dans des conditions de logement humides sont plus à risque pour des exacerbations de leur maladie et pour des hospitalisations (Wever-Hess et collègues, 2000). Enfin, devant le fait que l'humidité favorise acariens et moisissures, il est probable que ce sont ces deux facteurs qui mènent au développement et à l'exacerbation de l'asthme, mais cela reste à confirmer (CAAIA, 2000).

Plus récemment, un comité multidisciplinaire de spécialistes des pays européens nordiques a été formé pour évaluer l'impact des conditions humides dans l'environnement intérieur sur la santé (Bornehag et al, 2001). Ce comité conclut sans équivoque que les

conditions humides dans un environnement intérieur peuvent être associées à différents problèmes de santé, notamment des effets respiratoires (toux, respiration sifflante, asthme). Les auteurs ne précisent pas qu'est-ce qui constitue un niveau d'humidité relative trop élevé.

Enfin, Nordström, Norbäck et Akselsson (1994) précisent qu'un système d'humidification peut être une source de microorganismes s'il est mal conçu ou mal entretenu, et ils considèrent qu'un système utilisant la vapeur comme source d'humidité est le meilleur choix. Ceci est consistant avec les résultats d'autres études qui suggèrent que la prévalence de problèmes de santé non-spécifiques est plus élevée dans les édifices où l'eau est la source d'humidification comparativement aux édifices utilisant la vapeur dans le système d'humidification (Seppänen et Fisk, 2002).

Ampleur des problèmes de contamination fongique et des conditions humides

Nous n'avons qu'une idée approximative de l'ampleur du problème de l'humidité élevée et des moisissures dans les maisons de divers pays. Par exemple, Dales et collègues ont analysé près de 14 000 questionnaires envoyés dans 30 communautés canadiennes en 1988 (Dales et collègues, 1991). Les répondants ont rapporté la présence de moisissures dans une proportion de 32,4 %. La présence d'humidité a été rapportée dans 14,1 % des cas et des inondations (dans des maisons avec un sous-sol) dans 24,1 % des cas.

Williamson et collègues citent des recherches anglaises qui suggèrent qu'entre le quart et le tiers des résidences sont affectées par l'humidité, la condensation ou la croissance de moisissures (Williamson et collègues, 1997). D'après le recensement américain de 1995, 12 % des maisons avaient des problèmes dus à des fuites d'eau provenant de l'intérieur de la maison, et près de 17 % à des fuites d'eau provenant de l'extérieur (CAAIA, 2000).

Enfin, des études effectuées dans la région montréalaise suggèrent que jusqu'à 15% du parc immobilier locatif pourrait connaître des problèmes d'infiltrations d'eau menant à de la contamination fongique (King, 2000).

Les mesures de prévention et de contrôle de la croissance fongique

Les mesures à prendre pour prévenir la prolifération des moisissures dans une maison sont assez simples. L'humidité relative élevée favorisant leur croissance, il est donc primordial de maintenir un niveau d'humidité inférieur à 60 %, et en période de chauffage ce taux devrait être encore plus faible (entre 30% et 40%). Comme nous l'avons déjà vu, ceci est un moyen efficace pour prévenir la prolifération d'autres nuisances également, notamment les acariens (Burge, 1990; ACGIH, 1999; NYC, 2000). De plus, comme les moisissures ont besoin d'un substrat

cellulosique humide pour se développer, il faut réparer et nettoyer rapidement toute infiltration ou dégât causé par l'eau.

Un élément qui fait consensus dans la communauté scientifique et chez les intervenants de santé publique est la nécessité d'agir lorsqu'un problème de croissance fongique est identifié dans un environnement intérieur. Il existe suffisamment de connaissances sur les effets sur la santé d'une exposition aux moisissures pour justifier une telle nécessité en attendant que des recherches plus sophistiquées nous permettent d'identifier avec plus de certitude l'ensemble des problèmes de santé causés par une prolifération fongique dans les espaces intérieurs (INSPQ, 2002). De plus, comme il n'existe pas de normes d'exposition sécuritaire pour les champignons, il n'y a pas lieu de quantifier les niveaux d'exposition avant de décider si une intervention est nécessaire.

Quant au nettoyage comme tel, les occupants peuvent le faire eux-mêmes en prenant des précautions de base si le degré de contamination n'est pas trop élevé. Par contre, pour des surfaces de plus de 3 m², il est préférable de faire appel à des firmes spécialisées. Ce nettoyage ne doit pas être fait par des personnes souffrant d'allergies ou d'autres formes d'hypersensibilité, et il faut aussi prendre des précautions pour éviter d'exposer quiconque aux poussières dégagées par le nettoyage, et par la suite les poussières résiduelles doivent être éliminées. L'utilisation d'un aspirateur muni d'un filtre HEPA s'avère un outil très performant pour atteindre cet objectif (INSPQ, 2002).

Les contaminants chimiques de l'air intérieur et l'asthme

Certains contaminants chimiques sont associés au développement ou à l'exacerbation de l'asthme. Les deux le plus souvent cités dans les études sont la fumée de tabac dans l'environnement (FTE) et les contaminants dégagés par les appareils de combustion.

La fumée de tabac dans l'environnement

Selon le comité d'experts américains, la FTE est liée au développement ou à l'exacerbation de l'asthme, notamment chez les enfants d'âge préscolaire (CAAIA, 2000). Chez les enfants plus âgés et les adultes, cette association est moins clairement documentée.

Etzel (1995) cite plusieurs études démontrant que les enfants vivant avec un parent fumeur présentent davantage d'exacerbation de l'asthme que les autres, avec des symptômes plus graves. L'Institut canadien de la santé infantile précise que la FTE contient plus de 4 000 substances chimiques, dont une cinquantaine considérées cancérigènes. Il signale aussi que 2,8 millions d'enfants canadiens de moins de 15 ans sont exposés à la FTE (King, 2000). L'Association américaine de pédiatrie a publié une revue des recherches sur les effets de la FTE en 1997 où on apprend que 43 % des enfants de 2 à 11 ans vivent avec au moins un fumeur (American Academy of Pediatrics, 1997).

Pourtant, la prévention est très simple du point de vue technique. Il s'agit de cesser de fumer, de fumer à l'extérieur ou, à tout le moins, loin des endroits où les enfants jouent et dorment. Bien sûr, du point de vue social, ce n'est pas si simple, en raison de la forte dépendance à la nicotine et de l'aspect émotif du débat sur le tabagisme. Une sensibilisation respectueuse et non culpabilisante sur les effets nocifs du tabagisme passif et sur les techniques pour arrêter de fumer pourrait donc s'avérer utile.

Les appareils de combustion

Selon la plupart des études, la présence d'appareils de combustion au gaz dans la maison est une source d'exposition aux oxydes d'azote (NO_x), notamment le NO₂. On trouve dès lors d'autres irritants respiratoires, comme le SO₂ et les particules respirables ; c'est pourquoi on ne peut conclure de manière claire sur le rôle des NO_x seul. Par contre, il existe des preuves d'une association entre l'exposition aux oxydes d'azote et l'exacerbation de l'asthme en cas de niveaux élevés d'exposition, par exemple dans une cuisine mal ventilée (CAAIA, 2000).

Infante-Rivard a comparé un groupe de jeunes enfants souffrant d'asthme à un groupe témoin pour évaluer l'impact sur l'asthme de différents facteurs de risque dans l'environnement intérieur (Infante-Rivard, 1993). Des mesures quantitatives du niveau de bioxyde d'azote en hiver ont été prises, et la présence d'une gazinière a pour effet d'augmenter le niveau de NO₂ (concentration moyenne de 17,16 ppb, ou parties par milliard, par rapport à 9,20 sans appareil). Le risque relatif pour l'asthme augmente avec le niveau d'exposition au NO₂ pour atteindre 2,51 et plus à partir d'une concentration moyenne supérieure à 10 ppb. D'autres études n'ont pas démontré les mêmes résultats, et Infante-Rivard propose deux facteurs pour expliquer ces différences. D'une part, l'échantillonnage en mode personnel (le sujet porte l'appareil de mesure sur lui), et non en poste fixe (l'appareil est déposé dans une pièce), d'autre part, la population étudiée, qui était composée de jeunes enfants (3 à 4 ans), peut-être plus vulnérables.

Parmi les moyens de prévention, on propose une mise au point régulière des appareils de chauffage et une bonne ventilation des cuisines équipées de gazinières afin d'éviter des problèmes respiratoires chez les gens sensibles.

Le chauffage au bois est une autre source de polluants (particules fines, composés organiques volatils) qui peuvent exacerber l'asthme et irriter les yeux, le nez et la gorge. Afin de diminuer ou éliminer l'exposition aux polluants dégagés par le chauffage au bois, il est recommandé de l'utiliser comme chauffage d'appoint seulement, d'utiliser du bois qui est dur et sec et de s'assurer que les poêles à bois répondent aux normes mises de l'avant par l'Environmental Protection Agency (EPA) aux États-Unis.

Une combinaison de plusieurs contaminants

Nous venons de présenter les effets sur le système respiratoire de différents contaminants que l'on trouve dans l'air intérieur des maisons mais si plusieurs sont présents en même temps, les risques augmentent. Par exemple, les moisissures sont des sources d'éléments nutritifs pour les acariens, ce qui favorise donc leur croissance (Koskinen, 1999, Van Asselt, 1999). Enfin, des personnes vivant dans une maison humide et contaminée par des moisissures peuvent aussi être fumeurs. C'était d'ailleurs le cas dans certaines maisons de Cleveland où des nourrissons ont été victimes d'hémorragie pulmonaire.

De plus, une étude a démontré que le NO₂ agit de concert avec les acariens chez les asthmatiques (Bielroy et Denner, 1998), et Grad cite une étude suédoise qui démontre une interaction synergique entre les allergènes félines, la FTE et l'humidité dans le développement d'une sensibilisation aux chats (Grad, 2000). Le rôle de la pollution extérieure dans le développement de maladies respiratoires doit aussi être considéré. En effet, certains auteurs affirment que les polluants de l'air extérieur - ozone, oxydes d'azote et de soufre, particules respirables suspendues dans l'air - peuvent déclencher ou exacerber des crises d'asthme chez les enfants exposés aux allergènes (Landrigan et collègues, 1998; Platts-Mills et collègues, 1997; Clark et collègues, 1999). Toutefois, d'autres recherches sont nécessaires pour évaluer l'effet synergique entre les polluants de l'air intérieur et de l'air extérieur (Landrigan et collègues, 1998; Clark et collègues, 1999).

Il faut souligner qu'on en est encore à l'étape des hypothèses quant aux effets additifs ou synergiques d'une exposition à plusieurs contaminants de façon simultanée sur le développement de maladies respiratoires (CAAIA, 2000). À l'heure actuelle, on ne peut documenter l'ampleur de l'effet de ces expositions multiples, mais il est clair qu'une démarche préventive visant l'élimination de plusieurs facteurs de risque ne peut qu'être bénéfique.

Conclusion

La qualité de l'air en milieu résidentiel est un enjeu de santé publique important, surtout dans un climat nordique où les gens passent la grande majorité de leur temps à l'intérieur pendant une bonne partie de l'année. Ceci est particulièrement vrai pour les groupes de la population qui sont les plus vulnérables tels les très jeunes enfants et les personnes âgées souffrant de maladies chroniques. Enfin, des impératifs économiques (ex. mieux isoler les maisons pour diminuer les coûts de chauffage, diminuer les coûts reliés à l'entretien) peuvent avoir pour effet d'augmenter le niveau de contaminants biologiques et chimiques présents dans l'air intérieur, ce qui peut expliquer en partie l'augmentation de la prévalence de l'asthme observée en Amérique du Nord et en Europe depuis les vingt dernières années. Il faut donc prendre conscience de ce problème de santé publique afin de mettre de l'avant les moyens de prévention efficaces.

Abréviations utilisées

CDC :	Centers for disease control and prevention
EPA :	Environmental protection agency
FTE :	Fumée de tabac dans l'environnement
HEPA :	High efficiency particulate air
INSPQ :	Institut national de santé publique du Québec
IOM :	Institute of Medicine
MMWR :	Morbidity and Mortality Weekly Report
NCICAS :	National cooperative inner city asthma study
NO _x :	Oxydes d'azote
SCHL :	Société canadienne d'hypothèques et de logement

Bibliographie

- American Academy of Pediatrics, 1997; Environmental Tobacco Smoke : A Hazard to Children, Pediatrics, Vol. 99 (4), p. 639-642
- American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), 1999. Bioaerosols: assessment and control. Publication 3180. Janet Macher Editor. 526 p
- Bielroy L., Deener A., 1998; Seasonal Variation in the Effects of Major Indoor and Outdoor Environmental Variables on Asthma, J. Asthma, Vol. 35 (1), p. 7-48
- Bornehag C.G. Blomquist G. Gyntelberg F. et al 2001. Dampness in Buildings and Health. Indoor Air, 11 : 72-86
- Burge H. 1990; Bioaerosols : Prevalence and health effects in the indoor environment, J. Allergy Clin. Immun., Vol. 86 (5), p. 687-701
- Clark NM et al, 1999; Childhood Asthma, Env. Health Perspectives, vol. 107, suppl. 3, p. 421-429
- Committee on the Assessment of Asthma and Indoor Air (CAAIA) 2000. Division of Health Promotion and Disease Prevention, Institute of Medicine, Clearing the Air : Asthma and Indoor Air Exposures, National Academy Press, Washington, D.C
- Crater, SE, Platts-Mills TAE, Searching for the cause of the Increase in Asthma, Current Opinion in Pediatrics, Vol. 10(6), p. 594-599, 1998
- Dales RE et al, 1991; Respiratory health effects of Home Dampness and Molds among Canadian Children, Amer. J. Epi., Vol. 134, p. 1196-203
- Demissie K et al, 1996; Socioeconomic Status and Childhood Atopy, Can. Respir. J., vol. 3 (1), p. 53-57
- Environmental Protection Agency (EPA), 1995; The Inside Story, A Guide to Indoor Air Quality; EPA Document #402-K-93-007
- Etzel RA, 1995; Indoor Air Pollution and Childhood Asthma : Effective Environmental Interventions, Env. Health perspectives, Vol. 103, suppl. 6, p. 55-58
- Fernandez-Caldas E. et al, 1995; Indoor Air Pollution, p. 419-437, dans Stuart M. Brooks, Environmental Medicine, Mosby, Toronto
- Flannigan B. et al, 1991; Allergenic and toxigenic micro-organisms in houses, J. Appl. Bact., Symposium Suppl., Vol. 70, p. 61S-73S
- Gergen PJ et al, 1999; Results of the National Cooperative Inner-City Asthma Study (NCICAS) environmental intervention to reduce cockroach allergen exposure in inner-city homes, J. Allergy Clin. Immun., Vol. 103, p. 501-6
- Grad R., 2000; Risk of asthma in children with exposure to mite and cat allergens; Lancet; Vol. 356; Pp : 1369-1370
- Husman T., 2000. Health effects of microbes in Proceedings of Healthy Buildings 2000, Vol.3. Pp. 13-24.
- Infante-Rivard C., 1993; Childhood Asthma and Indoor Environmental Risk Factors, Amer. J., Epidemiology, vol. 137 (8), p. 834-844
- Infante-Rivard C., et al, 1999; Risk of Childhood Leukemia Associated with Exposure to Pesticides and with Gene Polymorphisms, Epidemiology; Vol. 10, p. 481-487
- Institut canadien de la santé infantile, 1998; Les enfants et la fumée de tabac ambiante, 3 p.,
- Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) 2002. Les Risques à la Santé Associés à la Présence de Moisissures en Milieu Intérieur, 166 pages.

- Jarvis J.Q., Morey, P.M. 2001. Allergic Respiratory Disease and Fungal remediation in a Building in a Subtropical Climate. *Appl Occup Environ Hyg*, 16(3) : 380-8.
- King, N. 2000; Impacts des conditions de logement sur la santé publique; Direction de santé publique de Montréal-centre; 74 pages
- King, N., Auger, P. 2002. Indoor air quality fungi and health How do we stand ? *Canadian Family Physician*. 48 :298-302
- Koskinen O., 1999; Moisture, Mold and Health, Academic dissertation, National Public Health Institute, University of Kuopio, Finlande, 72 pages
- Laberge A. et al, 2000; Étude des variations géographiques et annuelles de la fréquence de décès, d'hospitalisations, et de visites à l'urgence pour cause d'asthme au Québec, DSP de Québec, MSSS du Québec, Médecine Sociale et préventive de l'Université Laval
- Landrigan PJ et al 1998; Children's Health and the Environment : A New Agenda for Prevention Research, *Env. Health Perspectives*, vol. 106, suppl. 3, p. 787-794
- Landrigan PJ et al, 1999; Pesticides and Inner-City Children : Exposures, Risks, and Prevention, *Env. Health Perspectives*, Vol. 107, suppl. 3, p. 431-437
- Claudio L. et al, 1999; Socioeconomic Factors and asthma Hospitalization Rates in New York City, *J. Asthma*, Vol. 36 (4), p. 343-350
- McMaster Institute of Environment and Health (MIEH), 1999. Expert panel on fungal contamination indoors. Ontario ministry of health. 14 p.
- Morbidity and Mortality Weekly Report (MMWR), 2000; Measuring Childhood Asthma Prevalence Before and After the 1997 Redesign of the National Health Interview Survey-United States; *MMWR*, Vol. 48 (40); Pp : 908-911
- New-York City Departement of Health (NYC), 2000. Guidelines on assessment and remediation of fungus in indoor environments. Bureau of Environmental and Occupational Disease Epidemiology; 15 pages <http://www.ci.nyc.gov/html/doh/html/epi/moldrpt1.html>.
- Nordström K Norbäck D. Akselsson R. 1994. Effect of air humidification on the sick building syndrome and perceived indoor air quality in hospitals : a four month longitudinal study. *Occup Environ Med* 51 : 683-688
- Peat JK, Dickerson J, Li J, 1998; Effects of damp and mould in the home on respiratory health : a review of the literature, *Allergy*, Vol. 53, p. 120-128
- Persky V. et al, 1999; Chicago Community-Based Asthma Intervention Trial, *Chest*, Vol. 116 (4), suppl., p. 216S-223S
- Platts-Mills TAE et al, 1989; Dust mite allergens and asthma-a worldwide problem, *J. Allergy Clin. Immunol.*, Vol. 83 (2, Pt.1), p. 416-427
- Platts-Mills TAE et al, et al, 1992; Dust mite allergens and asthma : Report of a second international workshop, *J. Allergy Clin. Immunol.*, Vol. 89 (5), p. 1046-1060
- Platts-Mills TAE et al, 1997; Indoor Allergens and Asthma : Report of the Third International Workshop, *J. Allergy Clin. Immunol.*, Vol. 100 (6, Pt 1), p. S1-S24
- Rosenstreich DL et al, 1997; The Role of Cockroach Allergy and Exposure to Cockroach Allergen in Causing Morbidity Among Inner-City Children with Asthma, *NEJM*, Vol. 336, p. 1356-1363
- Seppänen O. Fisk W.J. 2002. Association of ventilation system type with SBS symptoms in office workers. *Indoor Air* 12 : 98-112
- Société Canadienne d'Hypothèques et de Logement, Adieu Coquerelles !, 1998, 25 pages
- Van Asselt L., 1999 Interactions Between Domestic Mites and Fungi, *Indoor Built Environment*, Vol. 8, p. 216-220
- Weiss KB et al, 1993; Breathing Better or Wheezing Worse? The Changing Epidemiology of Asthma Morbidity and Mortality, *Ann. Rev. Pub. Health*, Vol. 14, p. 491-513
- Weissman DN, Schuyler MB, 1991 Biological Agents and Allergic Disease, p. 285-305, dans Jonathan M. Samet, John D. Spengler, *Indoor Air Pollution. A Health Perspective*, The Johns Hopkins University Press, Baltimore
- Wever-Hess et al, 2000; Risk Factors for Exacerbations and Hospital Admissions in Asthma of Early Childhood; *Pediatric Pulmonology*; Vol. 29, p. 250-256
- Williamson IJ, 1997 et al, Damp housing and asthma : a case-control study; *Thorax*, Vol. 52, p. 229-234

LES TOXINES MARINES : problèmes de santé en émergence

Chateau-Degat Marie-Ludivine, M.sc., Unité de Recherche en Santé publique du CHUQ, 945 Ave Wolfe, 2e étage, Sainte-Foy (Québec), Canada G1V 5B3,
Courriel : marie-ludivine.chateau-degat@crchul.ulaval.ca

Résumé

Les intoxications alimentaires découlant de l'ingestion de produits de la mer ne sont ni nouvelles ni rares. À l'heure de l'expansion des échanges commerciaux, de l'explosion du tourisme, on assiste à une mondialisation de problèmes qui étaient jusqu'alors endémiques. Par ailleurs, la place prépondérante de l'écosystème marin dans la problématique du réchauffement climatique positionne les efflorescences de toxines marines au centre des préoccupations des scientifiques. L'objectif de cette revue de la littérature est de faire un tour d'horizon des intoxications d'origines marines actuellement connues et aussi d'examiner le lien entre les différents facteurs environnementaux expliquant potentiellement l'émergence de ces intoxications. Cet article rassemble ainsi diverses informations sur les origines et aspects toxicologiques des toxines marines ainsi que leurs effets sur la santé humaine.

Mots clés : Toxines marines, intoxications alimentaires, symptômes, océan, épidémiologie, poissons, mollusques.

Abstract

Seafood poisoning are not rare and did not appear recently. With the displacement of human population to coastal area, the expansion of commercial seafood exchange and the increase of tourism, we are witnessing a globalization of concern of seafood poisoning induced by marine toxins. Moreover, considering essential status of marine ecosystem in global warming concerns, harmful algae blooms appear at the centre of debate, and is kept under high surveillance. The aim of this review is to summarize information on seafood poisoning as well as to present environmental factors proposed to act on occurrence of seafood poisoning. This manuscript reviews toxicological information on marine toxins, organism producers and their geographical distribution, clinical symptoms, and treatment of the most common seafood poisoning resulting from toxins.

Key words: Marine toxins, seafood poisoning, symptoms, ocean, epidemiology, fishes, molluscs.

Introduction

De nombreuses populations à travers le monde dépendent de l'environnement marin. On estime à 60 % la proportion de la population mondiale qui vit le long des zones côtières; la plupart d'entre-elles dépendent de la mer pour assurer leur survie (National Research et al., 1999). Cette relation intime qu'entretiennent les humains avec l'océan est particulièrement forte dans les régions méridionales telles que la région des Caraïbes. Le tourisme et l'industrie de la pêche représentent d'ailleurs la source principale de revenu pour quelques-unes des îles situées dans cette région. L'océan offre ainsi d'énormes bénéfices économiques et nutritionnels. De plus, il est largement admis que les produits de la mer offrent des produits avec d'excellentes valeurs nutritionnelles dont les acides gras. Parmi leurs multiples effets, les acides gras (Crawford, Bloom et al., 1999) sont reconnus pour protéger des maladies cardiovasculaires et seraient nécessaires au développement du cerveau. De plus, les produits marins fournissent une part significative des protéines contenues dans la diète de plusieurs peuplades. Toutefois, il est aussi reconnu que plusieurs

intoxications ayant trait à des produits d'origine marine sont contractées soit par simple contact avec l'eau de mer, soit par inhalation de substances aéroportées lors d'activités récréatives dans les zones côtières ou encore lors de la consommation de produits marins (Pruss, 1998; Haile, Witte et al., 1999).

Les maladies associées aux toxines marines sont loin d'être un phénomène récent puisqu'elles sont mentionnées dans la bible et dans d'autres écrits anciens (De Sylva, 1999; Morris, 1999). Pendant longtemps, les effets nocifs sur la santé associés à la consommation de produits marins représentaient un problème localisé à l'état endémique. Cependant, avec le déplacement des populations vers les zones côtières, les facteurs de risque d'empoisonnement par les ressources marines se sont accrus dans plusieurs communautés (Sierra-Beltran, Cruz et al., 1998). L'expansion des échanges commerciaux entre le nord et le sud dans le domaine des pêcheries et l'avènement du tourisme ont contribué, à la globalisation du phénomène. La littérature scientifique rapporte de nombreux exemples d'empoisonnements par les produits de la mer, telle que la consommation de poissons tropicaux, révélatrice de l'extension aux régions du nord d'une

problématique qui jusqu'ici était circonscrite aux zones tropicales (De Haro et al., 1997; Van Dolah, 2000; Clark, 1999; National Research Council, 1999; Morris, 1999). Au Québec, la plus récente éclosion de cas de ciguatera (intoxication due à l'ingestion de poisson ayant accumulé les toxines de microorganismes marins) est survenue au sein de trois familles montréalaises (7 cas) au cours de l'été 1998 à la suite de l'ingestion de barracuda acheté chez des poissonniers de la ville de Montréal. Ces poissons provenaient tous d'un grossiste montréalais qui importait du Barracuda de Floride (Pilon et al., 2000). Ce type d'incident nous amène à penser que les autorités sanitaires et les professionnels de la santé canadiens seront probablement de plus en plus confrontés à ce type d'intoxication. Ce fait laisse également planer la possibilité d'un bannissement de certains poissons tropicaux par les autorités compétentes canadiennes et d'autres contrées nordiques ce qui pourrait avoir un impact économique majeur pour certaines régions exportatrices comme les Caraïbes (Park et al., 1999; PAHO, 2000).

Même si l'ensemble des impacts économiques associés aux produits marins impropres à la consommation n'ont pas été quantifiés avec précision, Epstein (1996) identifie six différents types de coûts imputés à la présence de toxines marines. Parmi ces coûts l'auteur regroupe le coût de la maladie, de la surveillance des zones à risque et la perte d'une source alimentaire, qui sont des coûts retentissant à l'échelle nationale. Au niveau des échanges internationaux, Epstein met également en évidence divers impacts tels que les pertes des ventes à court terme et les ralentissements des ventes à long terme ou encore les atteintes au tourisme et aux activités récréatives. Dans une publication récente, Shuval a estimé à 4 milliards de dollars US par année, à l'échelle mondiale, les coûts rattachés à la gestion des maladies associées au milieu marin (Shuval, 2000). En somme, il apparaît très clairement que la salubrité des produits marins devient un enjeu de santé publique à l'échelle internationale. De plus, il apparaît tout aussi important de se préoccuper des biotoxines présentes dans l'environnement côtier immédiat que des biotoxines retrouvées dans des eaux plus loin des côtes.

Cette revue de la littérature a pour objectif principal de faire un tour d'horizon des intoxications d'origines marines actuellement connues et présenter les différents facteurs environnementaux expliquant potentiellement l'émergence de ces intoxications. Plus précisément, ce texte fait la recension des problèmes de santé en émergence qui sont associés aux toxines marines et aux microorganismes marins nuisibles, en particulier ceux que l'on retrouve au Québec et dans les latitudes de villégiatures prisées des Québécois, les Caraïbes notamment.

Aujourd'hui, les bio toxines présentes dans l'environnement marin

La mer constitue un réservoir naturel pour les microorganismes potentiellement pathogènes pour l'humain et les organismes marins. La majorité des microorganismes nuisibles vivent sur des algues avec lesquelles ils établissent une relation symbiotique ou simplement épiphytique. Quelques-uns de ces organismes font partie du genre dinoflagellés. Les dinoflagellés sont classés sous le phylum protozoaire et à l'intérieur de la classe des phytomastigophora. On les retrouve principalement dans les océans. Ils se caractérisent par la présence d'un flagelle transversal et longitudinal qui leur permettent de se propulser dans l'eau de façon rotatoire (FDA 2000). Les microorganismes produisent naturellement les bio toxines. Des recherches ont permis d'élucider la structure chimique et la pharmacologie de quelques-unes de ces toxines mais, il demeure de nombreux inconnus. Il est ainsi possible de retrouver d'excellentes publications sur le sujet, en particulier celles Baden et al. 1995, lesquels dressent un portrait complet des toxines marines connues jusqu'à présent. Néanmoins, les raisons physiologiques expliquant la production de telles substances sont encore mal comprises. Quelques auteurs émettent cependant l'hypothèse que cette production serait due à un système de défense chimique (Tosteson, 1995; Freitas et al., 1996).

Parmi les 2 000 espèces connues de dinoflagellés, 20 espèces seulement ont été impliquées dans des intoxications aux fruits de mer (Steidinger et Baden, 1994). Jusqu'à maintenant, neuf groupes différents de toxines et autres molécules ont été décrits (Tosteson, 1995). Ces toxines ont pour caractéristique commune d'être des substances parmi les plus toxiques produites par des organismes vivants puisqu'elles sont toxiques dès que la concentration atteint la nanomole (10^{-9}) (Baden et al., 1995). Un autre trait qui leur est commun est la rapidité avec laquelle les symptômes apparaissent à la suite d'exposition. En effet, pour la plupart des toxines le laps de temps entre l'exposition et l'apparition des symptômes est très court allant de la minute à quelques heures. De plus, les toxines marines présentes dans les poissons ou les fruits de mer n'en affectent habituellement ni l'odeur ni le goût. Ainsi, les sens humains ne sont d'aucun recours pour reconnaître la toxicité de ces aliments (Park et al., 1999). Finalement, la majorité des toxines produites par les organismes marins agissent sur les cellules nerveuses et plus particulièrement au niveau de leurs membranes. Les toxines marines les plus connues et présentées ici sont les brévatoxines, les ciguatoxines, l'acide domoïque, l'acide okadaïque, la saxitoxine et la tétrodontoxine. L'histamine ne sera pas abordée dans cette section puisqu'elle ne se retrouve pas dans le milieu marin en tant que telle mais apparaît lors de la conservation du poisson. Cependant, la pathologie associée à cette molécule sera présentée dans la section suivante en raison de l'incidence de cette intoxication qui ne peut être négligée. Le tableau 1 résume les principales informations toxicologiques concernant les toxines marines, les organismes qui les produisent, ainsi que les organismes vecteurs de ces toxines.

Toxine (nombre de molécules dérivées)	Dose toxique DL ₅₀ (IP souri µg/Kg)	Organisme	Vecteur
Acide domoïque (7)	120 µg/Kg DL₅₀ chez l'humain : 1-5 mg/Kg	<i>Diatomées</i> <i>Pseudo-Nitzschia</i> <i>multiseriis</i>	Fruits de mer
Acide okadaïque Dinophysiotoxine Pectenotoxine Yessotoxine Brévéttoxine	192 µg/Kg Étendue : 200-700 µg/Kg selon les toxines dérivées considérées	PROROCENTRUM <i>Lima</i> <i>Dinophysis fortii</i>	Fruits de mer
Saxitoxine (21) Gonyautoxine (6)	100-200 µg/Kg DL₅₀ chez l'humain : 1-4 mg/Kg 9-11,6 µg/Kg 6,2-53,9 MU/ml DL₅₀ chez l'humain : 0,5-1 mg	<i>Gymnodinium breve</i> <i>Alexandrium spp</i> <i>Phallusia Nigra</i>	Fruits de mer Poisson
Histamine		<i>Bactérie</i>	Poisson
Térodotoxine	DL minimale : 8-20 µg/Kg	<i>Bactérie</i> <i>Phallusia Nigra</i>	Poisson Probablement crustacé
Ciguatoxine (8) Maitotoxine Palytoxine Carchatoxine Nd	0,25-3.6 µg/Kg 0,13 µg/Kg Nd	<i>Gambierdiscus spp.</i> <i>Ostreoporosis lenticularis</i> <i>Pfiesteria piscida</i>	Poisson Fruits de mer (rare) Exposition aéroportés

Tableau 1: Synthèse de l'information concernant les principales toxines marines. Légende : **DL50**= dose létale 50; **DL minimale**: dose létale minimale; IP souris = injection intra péritonéale chez la souris; Nd : non déterminé (Adapté de Baden et al. 1995)

Les principales toxines marines

Acide domoïque

L'acide domoïque est une substance excitatrice de l'acide aminé dicarboxylique qui rivalise avec les récepteurs au glutamate du système nerveux central (Baden et al., 1995). Sept congénères de cette molécule sont actuellement identifiés (Van Dolah, 2000). Cette toxine agit comme une molécule neuroexcitatrice, le kaïnate et produit la nécrose des cellules neuronales de l'hippocampe, en particulier dans les régions du CA1 et du CA3. La neurotoxicité de cette substance résulte de l'accroissement du calcium intracellulaire à des niveaux toxiques conduisant à la mort neuronale (Teitelbaum et al., 1990; Van Dolah, 2000). Cette toxine démontre une affinité pour les récepteurs vingt fois plus grande que les neuromodulateurs normaux (Baden et al., 1995). Elle est produite par des diatomées du type *Pseudonitzschia multiseriis* ou encore des algues rouges de type *Chondria*. L'acide domoïque est généralement bio concentré par les fruits de mer mais a également été détecté dans la chair de hareng (Whyte et al., 1996; Durborow, 1999; Lefebvre et al., 2001; Wekell et al., 2002).

Acide okadaïque

L'acide okadaïque et ses dérivés font partie de la classe des acides connus sous le nom de polyéthers lipophiliques (Van Dolah, 2000). Ces toxines sont produites en premier lieu par des dinoflagellés du genre *Dinophysis spp.* ou *Prorocentrum spp.* *Prorocentrum lima*, le plus connu au Canada, est une dinoflagellé cosmopolite dont la distribution s'étend des eaux tempérées aux zones chaudes présentant des récifs de corail. Ceci explique en partie l'étendue de la distribution des intoxications qui s'y rapportent.

Ces toxines agissent sur les muscles lisses en modifiant la protéine de phosphorylation qui induit la contraction musculaire. Elles ont un effet sur les organismes vivants dès qu'elles atteignent les concentrations de 200 à 500 microgrammes par poids corporel (Baden et al., 1995). Les polyéthers semblables à l'acide okadaïque font partie des toxines marines les moins dangereuses. Cependant, ces substances ont été identifiées comme promoteur potentiel de la présence et la croissance de tumeurs cancéreuses de la peau, chez des souris en conditions expérimentale (Fujiki et al., 1988).

Brévétoxine

Les brévétoxines sont des polyéthers cycliques produites par un dinoflagellé *Gymnodinium breve* dont les marées rouges très caractéristiques formées par son efflorescence sont devenues l'emblème des algues toxiques nuisibles. Les brévétoxines (BTX) agissent sur le système nerveux central et périphérique (Rodriguez-Rodriguez et Maldonado, 1996). Elles se lient au récepteur orphelin S5 localisé sur la sous-unité α des canaux sodiques voltage dépendant (Baden, 1989; Mattei et al., 1999; Purkerson et al., 1999). Les BTXs ouvrent le canal à sa valeur de potentiel de repos normal, ralentissent et retardent l'inactivation normale des canaux, ce qui résulte souvent en une libération répétitive de neurotransmetteurs par le neurone (Baden et al., 1995). Les BTX déplacent la valeur du potentiel d'activation vers les valeurs plus négatives, elles prolongent également le temps d'ouverture des canaux et induisent une inhibition de l'inactivation du canal sodique. Finalement, ces toxines induisent un état de subconductance (Baden et al., 1995). Les effets neurologiques aigus périphériques et centraux observés in vivo ont été attribués aux précédentes actions des BTX au niveau cellulaire (Berman et Murray, 2000).

Quelques dérivés de la brévétoxine sont bien connus. La nomenclature couramment utilisée pour définir cette molécule est le sigle « BTX » suivi, d'un nombre arabe qui spécifie le type de molécule dérivée (e.g. BTX1, BTX2, BTX3, etc.). Des analyses de BTX2 sont régulièrement réalisées lorsque des toxines marines semblent être impliquées dans des cas d'intoxication. Néanmoins, de récents événements indiquent que ces analyses devraient être étendues aux autres dérivés des BTX tel que les BTX3 (Poli et al., 2000). Le principal problème repose sur le fait que les analyses de routine réalisées pour la détection de la BTX2 ne sont pas assez sensibles pour les autres molécules dérivées, ce qui a une implication majeure dans le domaine de la sécurité et la réglementation (Poli et al., 1997). À ce jour, les maladies associées à la brévétoxine sont surtout rapportées dans les régions côtières de la Floride et dans les Caraïbes (Poli et al., 1997; Park et al., 1999).

Saxitoxine

Les saxitoxines sont produites par plusieurs espèces de dinoflagellés tels que *Alexandrium* spp, *Gymnodinium* spp et *Pyrodinium* spp (Van Dolah et Richard, 1999). Environ 20 espèces de dinoflagellés ont été impliquées dans la production de l'alkaloïde toxique, la saxitoxine responsable des intoxications paralysantes par les fruits de mer. Ces toxines, synthétisées par les espèces gonyaulax, s'accumulent chez certains mollusques, comme les moules, les clams, les huîtres et les coquilles St-Jacques, sans qu'aucun effet toxique n'ait été observé chez ces organismes ou chez les poissons qui les consomment.

Vingt et un congénères de la saxitoxine d'origine ont été identifiés jusqu'à maintenant. Ces souches toxicogéniques ont été

isolées à partir d'un certain nombre d'organismes marins tel que des dinoflagellés, des macroalgues, des crabes, des poissons et des urochordés (Freitas et al., 1996). Ils diffèrent de la molécule d'origine par la substitution d'atomes d'hydrogène par d'autres groupes chimiques tels que les groupes hydroxyle ou sulfidryle dans des sites spécifiques (R1, R2, R3 et R4) de la molécule d'origine. Selon Baden et al. (1995), ces substitutions ou remplacements ont des effets considérables sur la toxicité. Tous les congénères de la saxitoxine agissent sur les cellules neurales en bloquant l'activité des canaux sodiques membranaires. Généralement, la production de saxitoxine survient dans des eaux tempérées plutôt que dans les eaux tropicales. Toutefois, au cours des trois dernières décennies, de nombreuses épidémies ont été rapportées dans l'hémisphère sud (Park et al., 1999). Quelques auteurs, dont Van Dolah, suggèrent que cette expansion est causée par les changements climatiques et l'introduction de dinoflagellés par le transport maritime (Van Dolah, 2000). Au Canada et aux États-Unis, Santé Canada et son corollaire américains tiennent sous haute surveillance de nombreuses zones de cueillettes, et les ferment lorsque le niveau de toxine dans les fruits de mer excède 80 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ d'équivalent STX (Blasco et al., 1998; Morris, 1999).

Térodotoxine

La térodotoxine est une neurotoxine puissante produite par quatre souches différentes de bactéries : *Vibrio fischeri*, *Pseudomonas* spp, *Vibrio altermonas* et *Vibrio alginolyticus*. Chez le poisson, la térodotoxine se concentre dans le foie, les viscères et les gonades. Les poissons femelles sont considérés plus toxiques que les mâles puisqu'elles ont des concentrations élevées de toxines au niveau des ovaires (Clark et al., 1999). Comme c'était le cas pour la saxitoxine, les térodotoxines inhibent l'activité des canaux sodiques durant la phase ascendante du potentiel d'action (Clark et al., 1999). Ces toxines modulent l'allostérie des pores transmembranaires en se liant à des sites spécifiques des récepteurs orphelins (Baden et al., 1995). Le groupe des térodotoxines se compose de sept dérivés provenant d'une variété de souches bactériennes marines et terrestres (Baden et al., 1995).

Ciguatoxine

La ciguatoxine est une neurotoxine liposoluble, stable à la chaleur, qui n'est ni dégradée à l'acide, ni éliminée par séchage, salage, ou fumage (Vernoux et al., 1985; Carmichael et al., 1986; Sakamoto et al., 1987). Cette toxine est produite par le dinoflagellé de genre *Gambierdiscus* spp. Toutefois, il a été démontré que plusieurs espèces pouvaient produire des ciguatoxines incluant les membres du genre *Prorocentrum* spp., *Ostreopsis* spp, *Coolia monotis*, *Thecadinium* sp et *Amprodinium carterae* (Juranovic et Park, 1991; Gonzalez et al., 1992; Tosteson, 1995). Le bacille gram-négatif, isolé des poissons atteint de ciguatera, a montré la capacité de produire des toxines semblables à la ciguatera (Doorenbos, 1984). La ciguatoxine induit une dépolarisation de la membrane dans les tissus nerveux

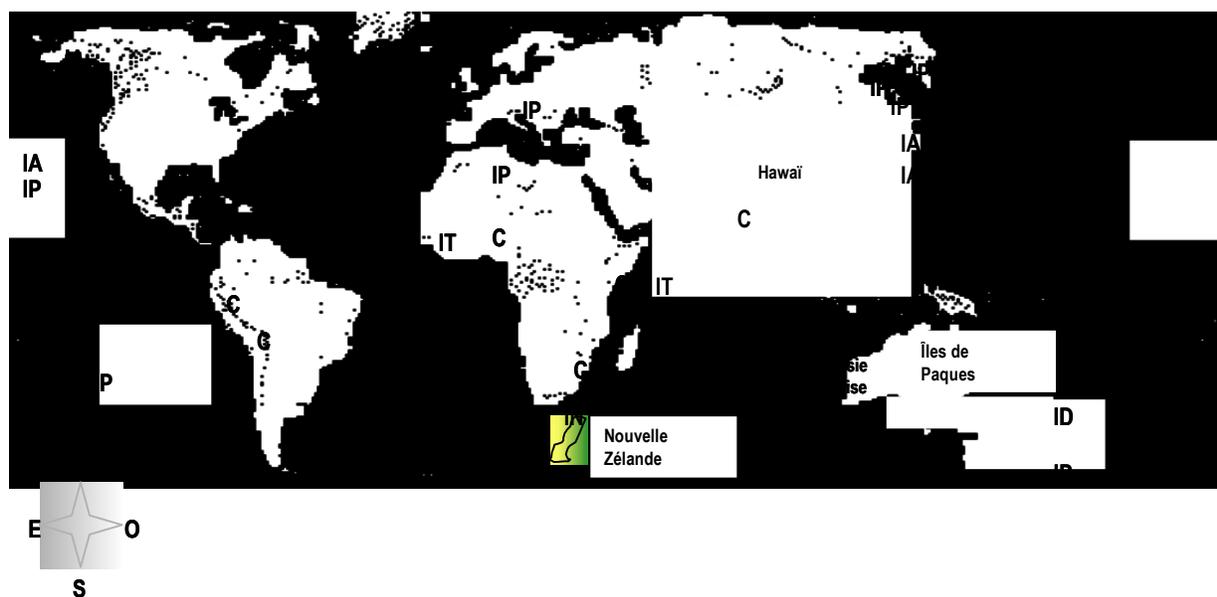
et musculaires en ouvrant les canaux sodium voltage dépendant (Gonzalez et al., 1992; Baden et al., 1995; Lindsay, 1997; Dechraoui et al., 1999; Mattei et al., 1999). Les ciguatoxines et les brévéttoxines se lient sur le même récepteur, mais la ciguatoxine semble être plus puissante que la brévéttoxine surtout en terme d'affinités avec les canaux sodiques (Dechraoui et al., 1999). Les différences entre ces toxines peuvent être reliées aux différences de bio-disponibilité de la ciguatoxine ou peut-être à des effets toxiques inconnus de la ciguatoxine. Jusqu'ici, différents dérivés de la ciguatoxine ont été identifiés. Vernoux et Lewis ont récemment suggéré une nomenclature normalisée pour les ciguatoxines (Vernoux et Lewis, 1997). Suite à l'abréviation CTX, un code de lettres est utilisé pour indiquer la source (P= Océan Pacifique, A= Océan Atlantique, C= Caraïbes; I=Océan indien) alors qu'un nombre indique l'ordre chronologique pour identifier les composés. Le groupe des ciguatoxines comprend de nombreux dérivés et des toxines avec différents noms mais qui ont la même action que la molécule de ciguatoxine d'origine (Tosteson, 1995; Champetier De Ribes et al., 1997; Lindsay, 1997; Vernoux et Lewis, 1997).

A chacune bio-toxine marine son intoxication !

Les intoxications causées par l'ingestion de fruits de mer ou de poissons contaminés par des toxines, dites marines, peuvent être définies par sept maladies différentes incluant; l'intoxication amnésique par les fruits de mer (IAFM), l'intoxication diarrhéique par les fruits de mer (IDFM), l'intoxication neurologique par les fruits de mer (INFM), l'intoxication paralysante par les fruits de mer (IPFM), l'intoxication à l'histamine, la ciguatera, intoxication à la tétrodontoxine (TTX) et le syndrome associé aux Pfiesteria. Au Québec, les intoxications les plus souvent rapportées sont de type IPFM alors que dans les Caraïbes, la ciguatera se place au premier rang. Le tableau 2, illustre les différents types d'intoxication selon les toxines et les vecteurs (voir tableau 1), la distribution géographique, le taux de mortalité associé à ces intoxications et enfin les symptômes observés chez l'humain. La carte proposée en figure 1, présente quant à elle, la distribution géographique des intoxications alimentaires reliées à l'ingestion d'aliments marins contaminés par des biotoxines marines. Cette carte présente uniquement les zones où les intoxications sont endémiques.

Type d'intoxication	Toxine	Vecteur	Distribution géographique	Taux de mortalité	Principaux symptômes
Intoxication amnésique par les Fruits de Mer (IAFM)	Acide domoïque	Fruits de mer	Canada États-Unis	3 %	aiguës : N, v, d, a, p, r chroniques : a
Intoxication diarrhéique par les fruits de mer (IDFM)	Acide okadaïque Dinophysiotoxine Pectenotoxine Yessotoxine	Fruits de mer	Japon, Europe, Golfe du Mexique	0 %	aiguës : d, n, v chroniques : N R
Intoxication neurologique par les fruits de mer (INFM)	Brévéttoxine	Fruits de mer	Floride, Golfe du Mexique, Nouvelle-Zélande	0 %	aiguës : N, v, d, b, t, p chroniques : NR
Intoxication paralysante par les fruits de mer (IPFM)	Saxitoxine Gonyautoxine	Poisson	Régions tempérées à tropicales	1-14 %	aiguës : N, v, d, p, r chroniques : NR
Intoxication à l'histamine	Histamine	Poisson	Non définis	nd	aiguës : N, v, d, p, chroniques : NR
Intoxication à la tétrodontoxine «Fugu»	Tétrodontoxine	Poisson Probablement crustacé	Japon; Brésil	60 %	aiguës : N, v, d, p, r, b, chroniques : NR
Ciguatera	Ciguatoxine Maitotoxine Palytoxine Carchatoxine	Poisson Fruits de mer (rare)	Océan Pacifique, Caraïbes, Australie	< 0.1 %	aiguës : N, v, d, t, p; chroniques : p
Syndrome associé aux pfiesteria	Nd	Exposition aéroportées	États-Unis	nd	aiguës : N, a,pc,v chroniques : inconnu

Tableau 2. Synthèse de l'information concernant les différents types d'intoxication dus à l'ingestion de toxines marines. Légende : a : amnésie, b : broncho-constriction, d : diarrhée, n : nausée, pc : changement de personnalité, p : paresthésie, r : détresse respiratoire, t : trouble de la thermosensibilité, v : vomissement, nd : non déterminé MU/ml : 1 MU (Unité souris est la dose nécessaire pour tuer une souris de 20g en 15 minutes). Adapté de Baden et al. 1995.



Adapté de Parks et al. 1999

Figure 1. Répartition géographique des intoxications alimentaires par les toxines marines en 2000. Légende : IA=intoxication amnésique par les fruits de mer; ID= intoxication diarrhéique par les fruits de mer, IN=intoxication neurologique par les fruits de mer, IP=intoxication paralysante par les fruits de mer (IPFM), C=ciguatera, IT= intoxication à la tétrodoxtine (TTX) et le SP=syndrome associé aux Pfiesteria.

Intoxication amnésique par les fruits de mer (IAFM)

Tel que son nom l'indique, la spécificité de cette maladie est de produire une amnésie transitoire, des vertiges, une désorientation, un état léthargique et des convulsions chez certains patients. Parmi les symptômes de l'IAFM on retrouve également toute la panoplie des troubles gastro-intestinaux incluant la nausée, des vomissements et la diarrhée. Ces symptômes apparaissent environ 24 heures après l'ingestion du mollusque contaminé. Les symptômes neurologiques débutent par des pertes de mémoire qui apparaissent 48 heures après la consommation. Le type de mémoire affecté par cette intoxication est de type antérograde et il a été démontré que les autres types de mémoire restaient intactes (Clark *et al.*, 1999). Toutes ces altérations sont causées par l'action de l'acide domoïque. Des épisodes d'intoxication majeurs ont été recensés dans l'est du Canada et le long de la côte nord-est du pacifique. Chez l'humain d'une part, lors de l'intoxication de personnes, en 1987, suite à l'ingestion de mollusques cueillis sur l'Ile-du-Prince-Édouard. Mais également chez les oiseaux où de forte mortalité de pelican et de cormoran ont été observé dans la baie de Monterey, en Californie à l'automne 1991 (Clark, 1999; Work, 1993]. Les autorités canadiennes veillent désormais aux taux d'acide domoïque dans les moules et les clams, allant jusqu'à fermer les sites de cueillettes lorsque les niveaux de cette substance excèdent 20 µg

par gramme de chair de mollusque (Perl *et al.*, 1990; Morris, 1999)

Comme la plupart des intoxications alimentaires d'origine marine, aucun traitement spécifique n'existe pour l'IAFM. Le seul traitement disponible est uniquement palliatif. Toutefois des études suggèrent que les benzodiazépines supportent l'activité hippocampique et contrôlent les convulsions (Olney, 1990; Champetier De Ribes et al., 1997)

Intoxication Diarrhéiques par les fruits de mer (IDM)

L'ingestion de fruits de mer contaminés par de l'acide okadaïque provoque de sévères troubles gastro-intestinaux chez l'humain. Dans les cas les plus légers, nausées, diarrhées, crampes abdominales et vomissements sont assez communs et se dissipent dans les 2 à 3 jours. Dans les cas les plus sévères, on rapporte des vertiges, des hallucinations, des états de confusion, des pertes de mémoire à court terme ainsi que des convulsions. Certains auteurs disent que cette intoxication est très largement sous déclarée en raison de son caractère bénin. Fait intéressant, depuis la dernière épidémie rapportée en 1987, aucun autre rapport de cette maladie n'apparaît dans la littérature. Or, les diatomées qui produisent ces toxines sont retrouvées aux abords de plusieurs continents du globe tels que l'Europe, l'Asie, l'Australie et

également en Amérique du nord (Poli et al., 2000; Ten-Hage et al., 2000).

Intoxication neurologique par les fruits de mer (INFM)

À part la ciguatera, l'INFM est l'intoxication la plus commune dans les Caraïbes (Park, 1999). La toxine responsable de cette intoxication, la brevététoxine, est produite par *Gymnodinium breve*. Sous forme aéroportée, les brevététoxines peuvent être dangereuses pour l'humain. Par l'action du ressac, les cellules de *Gymnodinium breve* se rompent et libèrent les molécules toxiques dans l'environnement. Sous cette forme, les brevététoxines provoquent des irritations et des brûlures des voies respiratoires (Poli et al., 2000). L'intoxication par ingestion produit d'autres troubles neurologiques tels que de la paresthésie, des vertiges et de l'ataxie. Cette toxine provoque également des perturbations gastro-intestinales telles que des diarrhées, des nausées et, des vomissements, mais l'ensemble de ces symptômes se résolvent rapidement.

Intoxication paralysante par les fruits de mer (IPFM)

Les saxitoxines ont un fort pouvoir toxique neuromusculaire et dans les cas d'intoxication les plus extrêmes, il a été possible d'observer des paralysies musculaires, des difficultés respiratoires entraînant parfois la mort. Dans les cas d'intoxication courante, les symptômes neurologiques peuvent persister pendant près de deux semaines, mais rarement plus longtemps. Les signes cliniques initiaux des IPFM sont de nature gastro-intestinale et apparaissent dans les 30 à 60 minutes après l'ingestion. D'autres symptômes, comme des perturbations de la sensibilité du visage peuvent également être observées, les effets paralysants leur succèdent. Le taux de mortalité pour cette maladie varie de 8 à 10 % (Sierra-Beltran et al., 1998) et chaque année, 2000 cas d'intoxications sont recensés dans le monde (Van Dolah, 2000). L'IPFM est mondialement rapportée avec cependant une concentration des cas dans les zones tempérées. Généralement, ces intoxications sont associées à la cueillette récréative. En 1996, le plus fort taux d'IPFM dans le monde a été recensé en Chine. La Chine est actuellement connue pour sa recrudescence de marées rouges qui provoquent 40 à 50 épisodes d'IPFM par année (Anderson et al., 1996). Ce fort taux est principalement dû au système de surveillance très faible dans cette région (Morris, 1999). Dans les régions tropicales, *Pyrodinium bahamense var compressa* a été associé à des cas d'IPFM (Todd, 1997). Une étude récente indique que les saxitoxines sont également retrouvées dans les poisson-lune tropicaux retrouvés tant dans les eaux douces que marines des Philippines (Sato et al., 2000). Aucun antidote des saxitoxines n'est actuellement disponible, seul des traitements palliatifs en support spécifique du système respiratoire sont utilisés, c'est pourquoi la prévention de ce type d'intoxication est si importante (Clark et al., 1999)

Les intoxications à l'histamine

Les intoxications à l'histamine sont des intoxications que l'on qualifie de «chimique». Cette intoxication découle de l'ingestion de produits d'origine marine mal conservés (i.e. congélation inadéquate, rupture de la chaînes du froid, etc.). La conservation inadéquate des produits d'origine marine provoque la croissance de bactéries qui convertissent l'histidine en histamine par un processus de décarboxylation. Les poissons associés à ce type d'intoxication sont généralement des poissons du large comme le thon, le maquereau, le mahi-mahi ou encore les bonites. Le poisson ainsi contaminé a généralement un goût poivré caractéristique. Ce type d'intoxication est très souvent rapporté aux États-Unis (Clark et al., 1999). L'histamine n'est pas toxique pour l'homme puisqu'elle est rapidement inactivée par les enzymes gastriques. C'est pourquoi Wu et al., (1997) suggèrent que d'autres substances doivent coexister et exacerber l'action de l'histamine induisant les manifestations de cette maladie (Wu et al., 1997). Les symptômes cliniques ressemblent au tableau clinique d'une intoxication histaminique classique dans les cas d'allergie et incluent des maux de tête, des érythèmes, des nausées, des vomissements, des diarrhées ainsi que des crampes abdominales. Ces symptômes peuvent être contrôlés par l'administration d'antagoniste de l'histamine (1 ou 2) comme la diphenhydramine (Clark et al., 1999). Il n'y a pas de rapport particulier concernant la distribution de cette intoxication puisqu'elle est contextuelle et non relié à des caractéristiques climatiques ou géographiques particulières.

Tétradotoxine (TTX)

L'apparition des symptômes cliniques est en général très rapide moins de 30 minutes après l'ingestion et dans les cas extrêmes, la mort a été observée 17 minutes après la consommation. Suite à l'ingestion, certains individus peuvent ressentir des vomissements, des crampes abdominales et des symptômes neurologiques comme de la paresthésie autour des lèvres et au niveau de la langue (Clark et al., 1999). Le traitement de cette intoxication est purement palliatif incluant de la ventilation assistée et des perfusions d'atropine.

Syndrome associé aux *Pfiesteria*

Jusqu'à présent, seul deux incidents de cette maladie ont été recensés aux États-Unis. La connaissance de ce syndrome est donc exclusivement basée sur ces deux événements (Glasgow et al., 1995; Burkholder et Glasgow, 1997). Les symptômes recensés sont principalement cognitifs et gastro-intestinaux (Lewitus, 1999; Morris, 1999). Les effets délétères ressentis par les personnes exposées à *pfiesteria* incluaient des changements de personnalité, des difficultés de concentration, d'apprentissage et des pertes de mémoire. Parmi ces cas, des troubles respiratoires, des irritations des yeux et de la gorge et des prurits ont également été observés (Glasgow et al., 1995). Le diagnostic est essentiellement basé sur la présentation clinique et résulte des

tests neurologiques (Morris, 1999). Les méthodes de détection de cet organisme dans l'environnement sont en développement avec des techniques de réaction en chaîne multiplex par exemple qui promettent des résultats rapides, sensibles et spécifiques de pfiesteria. Jusqu'ici, l'épidémiologie de ce syndrome est peu comprise (Lewitus, 1999; Morris, 1999) et plusieurs questions restent encore en suspens, telle l'identification exacte des risques pour la santé humaine. Selon Steidinger & Bulkholder, en 1996, deux toxines majeures semblent être produites par pfiesteria, cependant ces toxines doivent encore être caractérisées (Lewitus, 1999).

Ciguatera

Le terme «ciguatera» dérive du mot espagnol «cigua» dénommant un escargot marin trouvé dans les Caraïbes (De Sylva, 1996). Par ce terme, on identifie une myriade de symptômes observés chez des personnes ayant ingéré des poissons tropicaux ou semi-tropicaux intoxiqués par les ciguatoxines (Johnson et Jong, 1983; Sanner et al., 1997). L'apparition de cette maladie est assez difficile à prévoir puisqu'elle est de nature sporadique et locale. Plus de 400 espèces de poissons ont été identifiées comme vecteurs potentiels mais seulement quelques espèces ont été réellement impliquées dans des cas d'empoisonnement de type ciguatera. En terme d'identification et d'administration du risque, le problème est multiple, 1-Les poissons ciguatoxiques ne sont pas sédentaires. 2-Ils sont difficilement reconnaissables puisque inodores, incolores et sans signature gustative particulière. 3- Aucun test fiable n'est actuellement disponible. Jusqu'à maintenant, une unique trousse de détection existe pour juger du potentiel toxique d'un poisson (Hokama, 1985). Ce test commercialisé possède une bonne sensibilité mais une spécificité d'identification plutôt défailante (Morris, 1999). Ainsi, il est important de développer un test spécifique des CTXs avant que le poisson ne soit consommé afin d'améliorer la prise en charge de cette intoxication (Lehane et Lewis, 2000). À la lumière des connaissances actuellement recueillies sur cette intoxication les autorités sanitaires des pays où la ciguatera est endémique recommandent de réfréner la consommation de certains poissons carnivores et de ne manger ni la tête ni les viscères des poissons récifaux. Plus généralement, ils recommandent de ne pas manger de poisson dont le poids excède 1,5Kg (Bourdeau et Bagnis, 1989). Au jour d'aujourd'hui, cette recommandation datant de 1989 est toujours de mise puisque aucune méthode de détection n'est encore disponible pour être utilisée en routine.

Dans les Caraïbes, les poissons les plus souvent incriminés pour cette intoxication sont les murènes grises (*Gymnothorax nubilus*), les perches noires (*Apsilus dentatus*), les loches noires (*Mycteroperca bonaci*), les loches tigrées (*Mycteroperca tigris*), les grands barracudas (*Sphyraena barracuda*), les grandes caranges (*Seriola dumerili*), les labres (*Lachnolaimus maximus*), et les loches à nageoires jaunes (*Mycteroperca venenosa*) (Lee, 1980; Coleman, 1990; De Sylva, 1996).

Le processus d'intoxication de cette maladie est assez bien connu. Les CTX sont produites par des dinoflagellés puis s'accumulent à travers la chaîne alimentaire depuis les poissons brouteurs d'algues aux poissons carnivores avant d'arriver finalement aux humains.

La symptomatologie clinique de la ciguatera est de nature gastro-intestinale et neurologique (cf Tableau). Les troubles neurologiques incluent des douleurs articulaires et de la faiblesse dans les membres inférieurs et supérieurs, symptomatologie très caractéristique de la ciguatera que l'on pourrait qualifier de caraïbienne (Morris et al., 1982; Engleberg et al., 1983). Les symptômes aigus sont polymorphiques et se développent habituellement entre 2 et 12h après l'ingestion du poisson contaminé (De Haro et al., 1997). La ciguatera est rarement fatale (<1%) (Poli, et al., 2000) mais après une manifestation aiguë de la maladie, certains patients ressentent des symptômes qui peuvent persister pendant des mois (Lange et al., 1992; Tosteson, 1996). À l'heure actuelle, on constate que la symptomatologie chronique de cette intoxication est très largement ignorée dans la littérature, cela tient certainement à l'inexpérience du personnel de santé en regard à ces troubles subtils et persistants mais également au manque de tests diagnostics chez l'humain (Blythe et al., 1992; Lange et al., 1992; Lindsay, 1997; Sierra-Beltran et al., 1998). Cependant, la persistance des symptômes neurologiques rapportés peut être expliquée par l'intervention du système auto-immun ou d'une l'action directe sur les neurones (Pearn, 1997). La récurrence de cette maladie a été associée avec plusieurs facteurs comme la consommation de poisson, la consommation d'alcool, l'activité physique ou les relations sexuelles (Coleman, 1990; De Haro et al., 1997; Lindsay, 1997; Pearn, 1997; Chan, 1998; Morris, 1999). L'hypothèse proposée, mais non confirmée à ce jour, est que les ciguatoxines seraient emmagasinées dans les tissus adipeux et libérées dans la circulation sanguine lors d'un effort physique. Une des caractéristiques distinctives de la ciguatera est que cette intoxication ne confère pas d'immunité à celui qui la contracte. Au contraire, il semble que les individus soient plus sensibles au second épisode qu'au premier.

L'incidence de la ciguatera dans le Pacifique sud avoisine les 500 cas pour 100 000 par personne par année (Donnée du secrétariat de la commission du Pacifique sud) (Lewis, 1986). La ciguatera est une cause de morbidité significative dans les Caraïbes, le sud de la Floride, à Hawaï et en Australie (Bagnis et al., 1979; Coleman, 1990; Barton et al., 1995). Bourdeau et Bagnis ont estimé ce taux de morbidité dans les îles française des Caraïbes entre 7 à 30 pour mille vers la fin des années 1980 (Bourdeau et Bagnis, 1989).

Jusqu'à maintenant, le mannitol reste le meilleur traitement de cette intoxication (Blythe *et al.*, 1992). Le mannitol diminue la morbidité aiguë et semble efficace dans le traitement de la symptomatologie aiguë avec une efficacité identique tant chez les hommes que chez les femmes (Blythe *et al.*, 1992; Benoit *et al.*, 1996; Mattei *et al.*, 1999).

Facteurs environnementaux

Nombre de facteurs environnementaux ont été associés à l'augmentation des efflorescences d'algues et des maladies et syndromes qui s'y rattachent durant les trois dernières décennies (Juranovic et Park, 1991; Epstein, 1998). Ces facteurs environnementaux incluent les changements climatiques globaux induisant une modification dans la température des eaux marines, la salinité, les concentrations en nutriments, les rayonnements solaires ainsi que les concentrations en éléments chimiques (Tosteson et al., 1989; Chinain et al., 1999). Certains auteurs avancent que les changements dans l'écosystème marins sont principalement dus à des actions anthropogéniques telles que 1- L'enrichissement en nutriment par les déversements des eaux souillées, 2- Le dragage des récifs dans le cadre d'aménagements côtiers, 3- L'importation induite de nouvelles espèces d'algues transportées à l'état de kystes dans les ballastes des bateaux (Bagnis, et al., 1978; Epstein et al., 1993; Tosteson, 1995; De Sylva, 1996; Epstein, 1996; Park, 1999; Park et al., 1999, Van Dolah, 2000).

Les microorganismes, tel les dinoflagellés, dépendent de la température, de la salinité, de la turbidité, de la lumière et de l'oxygène pour avoir une croissance dite optimale (Carlson, 1984; Lewis, 1992; Tosteson, 1995; Hokama et al., 1996; Chinain et al., 1999). Cette sensibilité inscrit fermement les efflorescences d'algues nuisibles dans la problématique du réchauffement climatique. En effet, certains auteurs associent les instabilités climatiques, telle que les événements El Niño de ces dernières années, avec des perturbations de la vie marine, telles que le blanchiment étendu du corail observé dans les Caraïbes à la fin des années 1990 (Epstein, 1996). Pour des auteurs comme Hales et al. (2000), les intoxications d'origine marine tendent à être reliées aux événements El Niño (Hales et al., 2000). Tous ces stress, fluctuations en nutriment, diminutions de prédateurs, pertes de filtres naturels, réchauffements et climats extrêmes, introductions de nouvelles espèces dans des zones naturellement exemptes peuvent contribuer à l'augmentation, en terme de fréquence, magnitude et persistance des efflorescences d'algues nuisibles (Hallegraeff, 1993; Epstein, 1998).

Cependant, il est important de bien comprendre que l'augmentation des rapports d'efflorescence observée ces dernières années peut refléter une augmentation réelle ou simplement être représentative d'une meilleure détection de ces événements. Cette interprétation proposée récemment par Morris (1999) et Van Dolha en 2000 peut être également appliquée aux intoxications alimentaires. En effet, pour la majorité des intoxications, il est difficile d'évaluer si le nombre d'intoxication est en constante croissance, en décroissance ou s'il reste stable puisque la plupart d'entre elles restent relativement sous rapportées et ce, pour diverses raisons (Sierra-Beltran et al., 1998; Shuval, 2000).

Conclusion

À la lumière des informations colligées dans cette revue de la littérature traitant des toxines produites par des microorganismes marins affectant l'humain, il convient de tirer plusieurs constats. Il semble que les toxines marines sont omniprésentes dans les mers et les océans du globe. Pourtant, il appert prématuré de statuer sur l'augmentation de l'incidence des intoxications. Cependant, grâce à l'intérêt grandissant pour l'interrelation entre l'état de l'écosystème marin et de la santé humaine il est fort probable que la prochaine décennie permettra de répondre à ce questionnement. Par ailleurs, il est important de souligner que les humains ne sont pas les seuls organismes à être menacés par les toxines marines. Les poissons, les oiseaux, les mammifères marins sont également sensibles à ces toxines (O'Shea et al., 1991; Bossart et al., 1998; Tester et al., 2000). Plusieurs épisodes de morbidité et de mortalités de poissons sont survenues à travers le monde dans plusieurs régions côtières, lesquels ont occasionné des conséquences directes sur la santé et la nutrition des populations (Smayda et Shimizu, 1993). Ce dernier aspect revêt une grande importance dans l'évaluation des effets des toxines marines sur l'humain et son environnement.

Lexique

Symbiotique : relatif à la symbiose. **Symbiose** : Association étroite de deux ou plusieurs organismes différents, mutuellement bénéfique, voire indispensable à leur vie. (Le petit Larousse, 2000)

Épiphyte : Se dit d'un végétal qui vit fixé sur une plante, mais sans le parasiter. (Le petit Larousse, 2000)

Dose létale 50 (DL₅₀) : dose à laquelle on observe la mortalité de la moitié de la population de souris exposée.

Dose létale minimale : dose à partir de laquelle on observe la mortalité chez un moins un individu de la population de souris exposée.

Bibliographie

- Anderson, D. M., D. M. Kulis, et al. (1996). "Paralytic shellfish poisoning in southern China." *Toxicon* **34**(5): 579-90.
- Anderson, D. M. and A. W. White (1992). "Marine biotoxins at the top of the food chain." *Oceanus* **35**: 55-61.
- Baden, D., L. Fleming, et al. (1995). *Marines Toxins. Handbook of clinical neurology: intoxications of the nervous system. II Natural toxins and drugs.* F. A. d. Wolff. Amsterdam., Elsevier. **21**.
- Baden, D. G. (1989). "Brevetoxins: unique polyether dinoflagellate toxins." *Faseb J* **3**(7): 1807-17.
- Baden, D. G., R. Melinek, et al. (1995). "Modified immunoassays for polyether toxins: implications of biological matrices, metabolic states, and epitope recognition." *J AOAC Int* **78**(2): 499-508.
- Bagnis, R., T. Kuberski, et al. (1979). "Clinical observations on 3,009 cases of ciguatera (fish poisoning) in the South Pacific." *Am J Trop Med Hyg* **28**(6): 1067-73.
- Bagnis, R., T. Yasumoto, et al. (1978). "[A new pathophysiological explanation of ciguatera (author's transl)]." *Med Trop (Mars)* **38**(3): 323-5.
- Barton, E. D., P. Tanner, et al. (1995). "Ciguatera fish poisoning. A southern California epidemic." *West J Med* **163**(1): 31-5.
- Benoit, E., P. Juzans, et al. (1996). "Nodal swelling produced by ciguatoxin-induced selective activation of sodium channels in myelinated nerve fibers." *Neuroscience* **71**(4): 1121-31.
- Berman, F. W. and T. F. Murray (2000). "Brevetoxin-induced autocrine excitotoxicity is associated with manifold routes of Ca²⁺ influx." *J Neurochem* **74**(4): 1443-51.

- Blasco, D., M. Levasseur, et al. (1998). "Monitoring du phytoplancton toxique et des toxines de type IPM dans les mollusques du Saint-Laurent: 1989-1994. Québec, Ministère des Pêches et Océans: x+117.
- Blythe, D. G., D. P. De Sylva, et al. (1992). "Clinical experience with i.v. Mannitol in the treatment of ciguatera." *Bull Soc Pathol Exot* **85**(5): 425-6.
- Bossart, G. D., D. G. Baden, et al. (1998). "Brevetoxicosis in manatees (*Trichechus manatus latirostris*) from the 1996 epizootic: gross, histologic, and immunohistochemical features." *Toxicol Pathol* **26**(2): 276-82.
- Bourdeau, P. and R. Bagnis (1989). "[Risk factors of ciguatera in the French West Indies in Saint- Barthelemy, Saint-Martin and Anguilla]." *Rev Elev Med Vet Pays Trop* **42**(3): 393-410.
- Burkholder, J. M. and H. B. Glasgow, Jr. (1997). "Trophic controls on stage transformations of a toxic ambush-predator dinoflagellate." *J Eukaryot Microbiol* **44**(3): 200-5.
- Carlson, R. (1984). Distribution, periodicity and culture of benthic/epiphytic dinoflagellates in a ciguatera endemic region of the Caribbean. department of botany, Southern Illinois.
- Carmichael, W., C. L. A. Jones, et al. (1986). "Algal toxins and water-based diseases." *Crit.Rev.Envirocontrol* **15**: 285-293.
- Champetier De Ribes, G., R. N. Rasolofonirina, et al. (1997). "Intoxication by marine animal venoms in Madagascar (ichthyosarcotoxism and chelonitoxism): recent epidemiological data." *Bull Soc Pathol Exot* **90**(4): 286-90.
- Chan, T. Y. (1998). "Lengthy persistence of ciguatoxin in the body." *Trans R Soc Trop Med Hyg* **92**(6): 662.
- Chinain, M. G., M.Paulliac,S.Legrand,AM. (1999). "Seasonal abundance and toxicity of the dinoflagellate *Gambierdiscus* spp (Dinophyceae), the causative agent of Ciguatera in Tahiti, French Polynesia." *Marine Biology* **135**(2): 259-267.
- Clark, R. F., S. R. Williams, et al. (1999). "A review of selected seafood poisonings." *Undersea Hyperb Med* **26**(3): 175-84.
- Coleman, A. M. (1990). "Ciguatoxin-induced food poisoning in a community. Implications for disease surveillance and medical practice in Jamaica." *West Indian Med J* **39**(4): 233-8.
- Crawford, M. A., M. Bloom, et al. (1999). "Evidence for the unique function of docosahexaenoic acid during the evolution of the modern hominid brain." *Lipids* **34** (suppl). S39-47.
- De Haro, L., M. Hayek-Lanthis, et al. (1997). "[Mass ciguatera poisoning after eating barracuda in Mexico: prognostic and therapeutic implications]." *Med Trop* **57**(1): 55-8.
- De Sylva, D. (1996). Fish species associated with ciguatera in the tropical western atlantic ocean. Workshop conference on seafood intoxications Pan american implications of natural toxins in seafood, Miami Florida.
- De Sylva, D. (1999). "Global warming and potential range extensions of poisonous and dangerous marine organisms." *World Resour. Rev* **11**(2): 174-189.
- Dechraoui, M.-Y., J. Naar, et al. (1999). "Ciguatoxins and brevetoxins, neurotoxin polyether compounds active on sodium channels." *Toxicol* **37**(125-143).
- Doorenbos, N. J. (1984). Ciguatera toxins: where do we go from here? Seafood toxins. E. Ragelis. Washington DC, American chemical Society: 60-73.
- Durborow, R. M. (1999). "Health and safety concerns in fisheries and aquaculture." *Occup Med* **14**(2): 373-406.
- Engleberg, N. C., J. G. Morris, Jr., et al. (1983). "Ciguatera fish poisoning: a major common-source outbreak in the U.S. Virgin Islands." *Ann Intern Med* **98**(3): 336-7.
- Epstein, P. (1996). "Changing coastal marine environments and human health." *Ecosystem Health* **2**(3): 166-176.
- Epstein, P. (1998). Marine Ecosystem- Emerging disease as indicators of change. Boston, NOAA's Office of Global Programs and NASA: 85.
- Epstein, P., T. E. Ford, et al. (1993). "Marine ecosystems." *The Lancet* **342**: 1216-1219.
- FDA and C. f. f. s. a. n. (U.S. Food and Drug Administration (2000). glossary, NCBI/NLM/NIH glossary. **2000**.
- Freitas, J. C., T. Ogata, et al. (1996). "Occurrence of tetrodotoxin and Paralytic Shellfish toxins in *Phallusia Nigra* (Tunicata Ascidiacea) from the Brazilian coast." *J. Venom. Anim. Toxins* **2**(1): 1-7.
- Fujiki, H., M. Suganuma, et al. (1988). "Diarrhetic Shellfish toxins, DTX-1, is a potent tumor promoter on mouse skin." *Jpn. J.Cancer.Res.* **79**: 1089-1093.
- Geraci, J. R., D. M. Anderson, et al. (1989). "Humpback Whales (*Megaptera novaeangliae*) fatally poisoned by dinoflagellate toxin." *Can. J. Fish. Aquat. Sci* **46**: 1895-1898.
- Glasgow, H. B., Jr., J. M. Burkholder, et al. (1995). "Insidious effects of a toxic estuarine dinoflagellate on fish survival and human health." *J Toxicol Environ Health* **46**(4): 501-22.
- Gonzalez, I., C. G. Tosteson, et al. (1992). "Role of associated bacteria in growth and toxicity of cultured benthic dinoflagellates." *Bull Soc Pathol Exot* **85**(5): 457-9.
- Haile, R., J. Witte, et al. (1999). "The health effects of swimming in ocean water contaminated by storm drain runoff." *Epidemiology* **10**: 355-363.
- Hales, S. K., E. Woodward, A. (2000). "What El Nino can tell us about human health and global climate change." *Global change & human health* **1**(1): 2-13.
- Hallegraef, G. M. (1992). "Harmful algal blooms in the Australian region." *Mar.Pollut.Bull.* **25**: 186-190.
- Hallegraef, G. M. (1993). "A review of harmful algal blooms and their apparent global increase." *Phycologia* **32**(2): 79-99.
- Hokama, Y. (1985). "A rapid, simplified enzyme immunoassay stick test for the detection of ciguatoxin and related polyethers from fish tissues." *Toxicol* **23**(6): 939-46.
- Hokama, Y., J. Ebesu, et al. (1996). Growth and cyclic studies of *Gambierdiscus Toxicus* in the natural environment and in culture. Harmful and toxic Algal blooms. T. Yasumoto, Y. Oshima and Y. Fukuyo. Paris, Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO: 313-315.
- Johnson, R. and E. C. Jong (1983). "Ciguatera: Caribbean and Indo-Pacific fish poisoning." *West J Med* **138**(6): 872-4.
- Juranovic, L. R. and D. L. Park (1991). "Foodborne toxins of marine origin: ciguatera." *Rev Environ Contam Toxicol* **117**: 51-94.
- Katz, A. R., S. Terrell-Perica, et al. (1993). "Ciguatera on Kauai: investigation of factors associated with severity of illness." *Am J Trop Med Hyg* **49**(4): 448-54.
- Kim, C. L., S.G. Lee, C.K. Kim, H.G. Jung, J. (1999). "Reactive oxygen species as causative agents in the ichthyotoxicity of the red tide dinoflagellate *Cochlodinium polykrikoides*." *Journal of plankton research* **21**(11): 2105-2115.
- Lange, W. R., F. R. Snyder, et al. (1992). "Travel and ciguatera fish poisoning." *Arch Intern Med* **152**(10): 2049-53.
- Lee, C. (1980). "Fish poisoning with particular reference to ciguatera." *J Trop Med Hyg* **83**(3): 93-7.
- Lee, J. S. (1996). "Bioactive components from red tide plankton, *Cochlodinium polykrikoides*." *J. Korean Fish. Sci.* **29**: 165-173.
- Lefebvre, K. A., S. L. Dovel, et al. (2001). "Issue distribution and neurotoxic effects of domoic acid in a prominent vector species, the northern anchovy *Engraulis mordax*." *Mar. Biol.* **138**: 693-700.
- Lehane, L. and R. J. Lewis (2000). "Ciguatera: recent advances but the risk remains." *Int J Food Microbiol* **61**(2-3): 91-125.
- Lewis, N. D. (1986). "Disease and development: ciguatera fish poisoning." *Soc Sci Med* **23**(10): 983-93.
- Lewis, R. J. (1992). "Socioeconomic impacts and management ciguatera in the Pacific." *Bull Soc Pathol Exot* **85**(5): 427-34.
- Lewitus, A. P., A. Rublee, P.A. Mallin, M.A. Shumbay, S.E. (1999). "Human health and environmental impacts from Pfiesteria: a science-based rebuttal to Griffith (1999)." *Human organization* **58**(4): 455-458.
- Lindsay, J. (1997). "Chronic sequelae of foodborne disease." *Emerging infectious diseases* **3**(4): 443-452.
- Mattei, C., M. Y. Dechraoui, et al. (1999). "Neurotoxins targeting receptor site 5 of voltage-dependent sodium channels increase the nodal volume of myelinated axons." *J Neurosci Res* **55**(6): 666-73.
- Morris, J. (1999). "Harmful Algal Blooms: an emerging public health problem with possible links to human stress on the environment." *AR Energy Environ.* **24**(1): 367-390.
- Morris, J. G., Jr., P. Lewin, et al. (1982). "Clinical features of ciguatera fish poisoning: a study of the disease in the US Virgin Islands." *Arch Intern Med* **142**(6): 1090-2.

- National Research, et al. (1999). *Monsoons to microbes: understanding the ocean's role in human health*. Washington D.C., National Academic press.
- Olney, J. W. (1990). "Excitotoxicity: an overview." *Can Dis Wkly Rep* **16 Suppl 1E**: 47-57; discussion 57-8.
- O'Shea, T. J., G. B. Rathbun, et al. (1991). "An epizootic of Florida Manatees associated with dinoflagellate bloom." *Mar.Mammal.Sci.*, **7**: 165-179.
- PAHO. and D. o. D. P. a. C. Veterinary Public Health Program (2000). "Fish Mortality in Southeastern Caribbean Countries." *Epidemiological Bulletin* **21**(2).
- Park, D. L., Ayala, C.E (1999). Reduction of risks associated with foodborn fungal and aquatic biotoxins, FEDRIP database, national technical information service (ntis).
- Park, D. L., S. E. Guzman-Perez, et al. (1999). "Aquatic biotoxins: design and implementation of seafood safety monitoring programs." *Rev Environ Contam Toxicol* **161**: 157-200.
- Pearn, J. H. (1997). "Chronic fatigue syndrome: chronic ciguatera poisoning as a differential diagnosis." *Med J Aust* **166**(6): 309-10.
- Perl, T. M., L. Bedard, et al. (1990). "An outbreak of toxic encephalopathy caused by eating mussels contaminated with domoic acid [see comments]." *N Engl J Med* **322**(25): 1775-80.
- Pilon, P., R. Dion, et al. (2000). "Ciguatera food poisoning linked to the consumption of imported barracuda--Montreal, Quebec, 1998." *Can Commun Dis Rep* **26**(9): 73-6.
- Poli, M. A., R. J. Lewis, et al. (1997). "Identification of Caribbean ciguatoxins as the cause of an outbreak of fish poisoning among U.S. soldiers in Haiti." *Toxicon* **35**(5): 733-41.
- Poli, M. A., S. M. Musser, et al. (2000). "Neurotoxic shellfish poisoning and brevetoxin metabolites: a case study from Florida. Marine algal toxins: origins, health effects, and their increased occurrence. Cyanobacterial toxins: removal during drinking water treatment, and human risk assessment [Neurological features after consumption of a variety of neo-caledonian shellfish] Insidious effects of a toxic estuarine dinoflagellate on fish survival and human health." *Toxicon* **38**(7): 981-93.
- Pruss, A. (1998). "Review of epidemiological studies on health effects from exposure to recreational waters." *Int. J. Epidemiol.* **27**: 1-9.
- Purkerson, S. L., D. G. Baden, et al. (1999). "Brevetoxin modulates neuronal sodium channels in two cell lines derived from rat brain." *Neurotoxicology* **20**(6): 909-20.
- Rodriguez-Rodriguez, F. A. and C. Maldonado (1996). "Brevetoxin-3 (PbTx-3) on mouse liver slices: a histological study." *P R Health Sci J* **15**(4): 261-7.
- Sakamoto, Y., R. F. Lockey, et al. (1987). "Shellfish and fish poisoning related to the toxic dinoflagellates." *South Med J* **80**(7): 866-72.
- Sanner, B. M., B. Rawert, et al. (1997). "Ciguatera fish poisoning following travel to the tropics." *Z Gastroenterol* **35**(5): 327-30.
- Sato, S., T. Ogata, et al. (2000). "Frequent occurrence of paralytic shellfish poisoning toxins as dominant toxins in marine puffer from tropical water." *Toxicon* **38**(8): 1101-9.
- Scholin, C. A., F. Gulland, et al. (2000). "Mortality of sea lions along the central California coast linked to a toxic diatom bloom." *Nature* **403**: 80-84.
- Shuval, H. (2000). A preliminary estimate of the global disease burden associated with disease caused by wastewater pollution of the marine environment. Coastal Oceans observation Panel, Costa Rica.
- Sierra Beltran, A., M. Palafox-Urbe, et al. (1997). "Sea bird mortality at Cabo San Lucas, Mexico: evidence that toxic diatom blooms are spreading." *Toxicon* **35**(3): 447-53.
- Sierra-Beltran, A. P., A. Cruz, et al. (1998). "An overview of the marine food poisoning in Mexico." *Toxicon* **36**(11): 1493-502.
- Smayda, T. J. and Y. Shimizu (1993). *Toxic phytoplankton blooms in the sea*. Oxford, UK, Elsevier.
- Steidinger, K. A. and D. G. Baden (1994). *Toxic marine dinoflagellates. Dinoflagellates*. D. L. Spector. New-York, Academic press: 201-261.
- Steidinger, K. A., G. A. Vargo, et al. (1998). *Bloom dynamics and physiology of Gymnodinium breve, with emphasis on the gulf of Mexico. Physiological Ecology of Harmful algal blooms*. N. A. Series. Berlin, Springer-Verlag. **G 41**: 133-153.
- Teitelbaum, J. S., R. J. Zatorre, et al. (1990). "Neurologic sequelae of domoic acid intoxication due to the ingestion of contaminated mussels [see comments]." *N Engl J Med* **322**(25): 1781-7.
- Ten-Hage, L., N. Delaunay, et al. (2000). "Okadaic acid production from the marine benthic dinoflagellate *Prorocentrum arenarium* Faust (Dinophyceae) isolated from Europa Island coral reef ecosystem (SW Indian Ocean)." *Toxicon* **38**(8): 1043-54.
- Tester, P. A., T. J. Turner, et al. (2000). "Vectorial transport of toxins from the dinoflagellate *Gymnodinium breve* through copepods to fish." *Journal of plankton Research* **22**(1): 47-62.
- Todd, E. C. (1997). "Seafood-associated diseases and control in Canada." *Rev Sci Tech* **16**(2): 661-72.
- Tosteson, T. (1996). *Ciguatera in Puerto Rico*. Workshop conference on seafood intoxications
- Pan american implications of natural toxins in seafood, Miami Florida.
- Tosteson, T. R. (1995). "The diversity and origins of toxins in ciguatera fish poisoning." *P R Health Sci J* **14**(2): 117-29.
- Tosteson, T. R., D. L. Ballantine, et al. (1989). "Associated bacterial flora, growth, and toxicity of cultured benthic dinoflagellates *Ostreopsis lenticularis* and *Gambierdiscus toxicus*." *Appl Environ Microbiol* **55**(1): 137-41.
- Van Dolah, F. M. (2000). "Marine algal toxins: origins, health effects, and their increased occurrence." *Environ Health Perspect* **108 Suppl 1**: 133-41.
- Van Dolah, F. M. and J. L. Richard (1999). "Advances in detection methods for fungal and algal toxins." *Nat Toxins* **7**(6): 343-345.
- Vernoux, J. P. and S. Abbad el Andaloussi (1986). "[Heterogeneity of ciguatoxins extracted from fish caught in the French Antilles]." *Biochimie* **68**(2): 287-91.
- Vernoux, J. P., N. Lahlou, et al. (1985). "A study of the distribution of ciguatoxin in individual Caribbean fish." *Acta Trop* **42**(3): 225-33.
- Vernoux, J. P. and R. J. Lewis (1997). "Isolation and characterisation of Caribbean ciguatoxins from the horse-eye jack (*Caranx latus*)." *Toxicon* **35**(6): 889-900.
- Wekell, J. C., V. L. Trainer, et al. (2002). "A study of spatial variability of domoic acid in razor clams: recommendations for resources management on the Washington coast." *Harmful Algae* **1**: 35-43.
- Whyte, J. N. C., T. O. Jones, et al. (1996). "Physiological effects and retention of domoic acid in the oyster, *Crassostrea gigas*, fed the toxic alga *Pseudonitzschia pungens* f. multiseries." *Bull. Aquacult. Assoc. Can.* **96**: 73-75.
- Work, T. M., A. B. Breale, et al. (1993). *Domoic acid intoxication of brown pelicans and cormorants in Santa Cruz, California. Toxic phytoplankton blooms in the sea*. T. J. a. S. Samayda, Y. Amsterdam, Elsevier: 643-649.
- Wu, M. L., C. C. Yang, et al. (1997). "Scombroid fish poisoning: an overlooked marine food poisoning." *Vet Hum Toxicol* **39**(4): 236-41.

LES ENJEUX RELATIFS À LA PERCEPTION ET À LA COMMUNICATION DANS LE CADRE DE LA GESTION DES RISQUES SUR LA SANTÉ PUBLIQUE

Maximilien Debia, M.Sc. et Joseph Zayed, Ph.D, TOXHUM (Groupe de recherches en Toxicologie Humaine) et Département de santé environnementale et santé au travail, Faculté de Médecine, Université de Montréal, C.P. 6128, Succursale Centre-Ville, Montréal, Québec, Canada, H3C 3J7.
Courriel : joseph.zayed@umontreal.ca

Résumé

La prolifération des technologies de toutes sortes et l'implication croissante de la population dans les dossiers de santé publique ont contribué à la considération de la prévention et de la précaution comme outils importants dans la gestion des risques. Celle-ci est un processus complexe où l'estimation du risque, sa perception et sa communication occupent une place majeure et essentielle. Dans un souci de transparence et d'équité, le processus de gestion des risques doit donc prendre en compte la nécessité de mettre en place des mécanismes de coordination et de concertation.

Abstract

Proliferation of technologies and increased implication of the population in various debates related to public health contributed to consider prevention and precaution as important factors in risk management. The latter is a complex process where assessment, perception and communication play a central role. In the perspective of improving transparency and equity considerations, the risk management process must take into account the obligation to set coordination mechanism and iterative approach between risk managers, stakeholders and population.

Introduction

Si notre civilisation, avec ses progrès techniques et ses facilités, nous a procuré confort et aisance, elle a aussi multiplié les dangers et les risques dont les effets à long terme restent peu prévisibles et dont les effets à court terme sont souvent chargés d'incertitudes. De nombreux auteurs ont d'ailleurs caractérisé notre société actuelle comme une société des risques, et où le risque serait le produit constitutif de notre monde social (Beck, 1992 ; Beauchamp, 1996).

Depuis environ une quinzaine d'années, l'intérêt pour le risque sur la santé publique s'est accru considérablement. Il est souvent présent dans les débats sociaux et environnementaux et, à l'évidence, est devenu une préoccupation sociale majeure. Lentement, sa fragmentation disciplinaire cède la place à une approche interdisciplinaire où un ensemble d'aspects sont discutés et débattus au sein d'un public de plus en plus intéressé à prendre part active aux problèmes et à leurs solutions. Ce public, plus scolarisé, comprend mieux les enjeux alors que l'incertitude de la science est révélée au grand jour et que la vérité détenue par les chercheurs, les décideurs et les gouvernements est constamment mise en doute (Douglas, 1992).

En effet, on se heurte à des incertitudes considérables quant à l'étendue des risques directs et indirects pour la santé humaine. On questionne de plus en plus les valeurs de référence et les normes. Des substances largement répandues et que l'on a longtemps considérées comme étant d'une totale innocuité, se sont même révélées avoir une propension à la nocivité. Pour des milliers de substances, on ne sait pas encore leurs niveaux de toxicité et le risque qu'ils peuvent présenter sur la santé publique. Même l'Organisation Mondiale de la Santé admet et reconnaît que le potentiel toxique de l'ensemble des substances chimiques auxquelles les populations sont exposées est loin d'avoir été entièrement exploré (OMS, 1990). Qui plus est, sur aucun plan, il ne paraît possible de se référer à des évidences incontestables. Tout devient donc conditionnel et la reconnaissance qu'il n'y a que des interprétations donne à la prétention et à la vérité un sens abusif (Balandier, 1989).

Dès lors, l'évaluation des risques, leur perception et leur communication deviennent des éléments majeurs dans la gestion des risques. Ce papier propose d'examiner plusieurs aspects qui y sont rattachés.

Qu'est-ce qu'un risque?

L'origine du mot risque semble être de source nautique alors qu'il signifiait *aller contre le roc*. Subséquemment, il a été associé au domaine de l'assurance et traduisait la probabilité de perdre quelque chose (The Encyclopaedia Britannica, 11e ed.). Inhaber et Norman (1982) rapportent que sur la base de l'index de citation (Citation Index), la mention du mot risque dans les titres des articles a eu une croissance exponentielle de 1966 à 1982. Cette croissance était toutefois relativement lente jusqu'au début des années 1970, suivie d'une augmentation rapide équivalente à un facteur d'environ 12.

La notion de risque renvoie aux catastrophes ou aux dangers dont les hommes entendent se prémunir ou porter remède. Le risque n'est pas un alea, c'est un danger éventuel plus ou moins prévisible connoté par un jugement de valeur (Kourilsky et Viney, 1999). Le concept de risque est donc difficile à définir car c'est une construction sociale où s'imbriquent étroitement le naturel, la technique, le politique et le social, et où une rationalité scientifique s'inscrit dans l'espace politique.

De plus, un risque peut être potentiel ou avéré. Dans une situation d'incertitude, la précaution oblige à prendre en compte des risques non ou mal connus (comme les risques liés aux changements climatiques et au développement des OGM) de manière à éviter les effets d'irréversibilité et à limiter l'impact des « surprises » susceptibles de survenir ultérieurement. L'émergence du principe de précaution trouve donc sa place au sein de la gestion des risques. (Godard, 2000 ; Kourilsky et Viney, 1999). D'un point de vue social, le risque a une résonance d'acceptabilité. Tel risque est-il ou n'est-il pas acceptable? Lowrance (1976) pose cette question en d'autres termes. Il s'agit, de déterminer si le niveau de sécurité est suffisamment sécuritaire. Selon lui, la réponse à cette question est tautologique puisqu'une chose est jugée sécuritaire lorsque le risque qui lui est associé est jugé acceptable.

Démarche générale d'évaluation du risque

Depuis une vingtaine d'années, le risque constitue un des objets majeurs de la toxicologie et vise à préciser les effets potentiels sur la santé à la suite d'une exposition à un agent toxique. L'évaluation des risques correspond à l'estimation de la probabilité d'apparition d'effets nuisibles. Au début des années 80, on proposait une démarche formelle et spécifique pour 1) l'évaluation quantitative et qualitative de l'exposition humaine à des contaminants, 2) l'évaluation de leurs effets sur la santé et 3) l'estimation du risque qui en découle sur la population en général (National Research Council, 1983).

Aujourd'hui, l'évaluation des risques est basée d'une part sur l'évaluation de l'exposition en termes de fréquence, de durée et de voie d'entrée et d'autre part sur l'évaluation de la toxicité à partir de données expérimentales et épidémiologiques (figure 1).

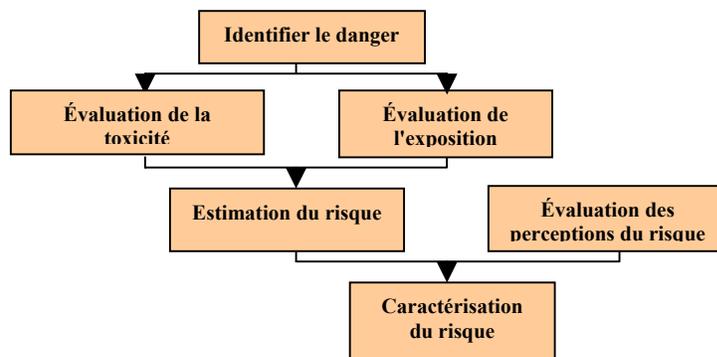


Figure 1. Étapes de l'évaluation des risques. Adapté de INSPQ, 2002

Une fois le risque estimé, la caractérisation du risque consiste à placer l'estimation du risque dans une approche intégrée prenant en considération l'analyse des perceptions, des préoccupations et des valeurs (INSPQ, 2002). Il s'agit d'une étape qui, notamment, tient compte des facteurs sociaux, juridiques, politiques, économiques et technologiques. Elle vise aussi l'examen des mesures de mitigation possibles pour réduire le risque ou ses incertitudes. L'acceptabilité du risque sera alors examinée à partir de l'examen de plusieurs options analysées, quant à elles, à partir de leur degré d'efficacité en termes de réduction et de prévention du risque, des ressources nécessaires pour leur mise en oeuvre, de leur faisabilité tant pour l'industrie que pour la société et finalement, de leur respect des valeurs de la société. Ainsi, l'évaluation des risques introduit une certaine valeur sociale aux risques et reconnaît à chacun des acteurs une participation et un intérêt dans les décisions relatives aux risques.

Problématiques sociales relatives aux risques

Les risques peuvent être présents de façon permanente dans notre environnement. Ils peuvent aussi nous accompagner tout au long de notre vie. Comme le précise Beauchamp (1996), il existe des risques inhérents à la vie sociale (violence, tension, incertitude psychique, guerre et révolution), des risques engendrés par la civilisation et le style de vie (stress, alimentation, pollution, contamination, accident industriel, technologie à risque) ainsi que des risques d'origine "naturel" (cyclone, tempête, inondation, sécheresse). Par ailleurs, la revue de la littérature scientifique a largement documenté la différence entre les risques volontaires que l'individu accepte et les risques involontaires que l'on subit et qui sont décidés par d'autres (Slovic et al., 1982 et 1985; Covello, 1985 ; Beauchamp, 1996). Dans plusieurs cas, les risques volontaires sont nettement plus élevés que les risques involontaires (tableau 1). Mais, l'intérêt se tourne souvent vers ces derniers parce qu'ils sont souvent jugés indésirables et inacceptables par la population. La gestion individuelle du risque constitue donc une piste importante qui se distingue toutefois de sa gestion sociale.

Risque	Taux
Motocyclettes	2000
Acrobaties aéronautiques	500
Habitudes de fumer (toutes maladies comprises)	300
Parachutisme sportif	200
Habitude de fumer (cancer seulement)	120
Travail de pompier	80
Travail agricole	36
Véhicule à moteur	24
Chasse	3
Feu	2,8
Consommation d'une eau gazeuse diète par jour (saccharine)	1,0
4 cuillères à thé de beurre d'arachide par jour (Aflatoxine)	0,8
Inondation	0,06
Foudre	0,05
Météorites	0,0000006

Tableau 1. Taux annuels de décès par 100 000 personnes exposées pour des risques volontaires et involontaires. Adapté d'un tableau synthèse présenté par Beauchamp, 1996.

On remarquera à titre d'exemple que les nombreuses réglementations récentes concernant la consommation de cigarettes se fondent notamment sur le risque élevé qui y est associé. Mais pouvait-on imaginer que le risque associé à la pratique de la motocyclette soit environ 7 fois plus élevé (tableau 1)? Ainsi, on parlera plutôt de fatalité à l'occasion d'un accident de motocyclette, alors qu'on invoquera la conséquence évidente et attendue dans le cas d'un fumeur qui meurt d'un cancer du poumon. Il est, par ailleurs, possible qu'au delà du taux représentant le risque, s'ajoute aussi le nombre de personnes décédées, ce qui donne une autre dimension au risque tel que perçu. En effet, le nombre de fumeurs étant substantiellement plus élevé que celui des motocyclistes, on observera alors un nombre nettement plus élevé de décès associés à la consommation de cigarettes. Il faut aussi reconnaître l'impact potentiel des médias, puisque l'intensité de la campagne contre le tabagisme aura certainement été un fait marquant, conditionnant la perception sociale du risque. Le risque n'est donc pas nécessairement perçu à sa juste valeur scientifique. Ainsi, les jugements intuitifs, voire émotifs, que portent les gens lorsqu'ils évaluent des événements comportant des risques s'éloignent souvent de l'appréciation des experts. Bien que les craintes révélées peuvent ainsi témoigner des fois de l'ignorance populaire ou de mythes, ce sont bel et bien ceux-ci qui deviennent la réalité même qu'il faudra considérer (Delisle, 1994).

La perception de risque

D'importantes contributions pour notre compréhension actuelle de la perception de risque nous proviennent de la géographie, de

la sociologie, de l'anthropologie et de la psychologie. La géographie s'est orientée à l'origine vers la compréhension du comportement humain face aux dangers naturels et a inclus, ultérieurement les risques technologiques. Les études sociologiques (Douglas, 1989; Short, 1984) et anthropologiques (Douglas et Wildavsky, 1983) ont établi des liens entre la perception et l'acceptation du risque et des facteurs sociaux et culturels. Plus spécifiquement, les études sociologiques ont proposé un modèle relationnel entre la réponse aux dangers et les influences sociales alors que les études anthropologiques ont prétendu que les personnes faisant partie de groupes sociaux tendent à réduire ou à augmenter certains risques pour maintenir ou contrôler les groupes. Néanmoins, l'attitude vis-à-vis d'un risque n'est pas homogène et varie généralement en fonction de l'appartenance à divers groupes sociaux.

Ce sont surtout les recherches psychologiques sur la perception du risque qui ont été marquantes. Le paradigme psychométrique a émergé avec Starr (1969) dans son désir de répondre à une question fondamentale, la sécurité est-elle suffisamment sécuritaire (How safe is safe enough)?. Après l'examen de huit industries, Starr a conclu que : a) l'acceptabilité du risque résultant d'une activité est proportionnelle au tiers des bénéfices résultant de cette même activité; b) lorsqu'il s'agit de risque volontaire (comme la conduite automobile), le public acceptera généralement un risque 1 000 fois supérieures que si le risque était involontaire; et c) le niveau d'acceptabilité d'un risque est inversement corrélé au nombre de personnes exposées.

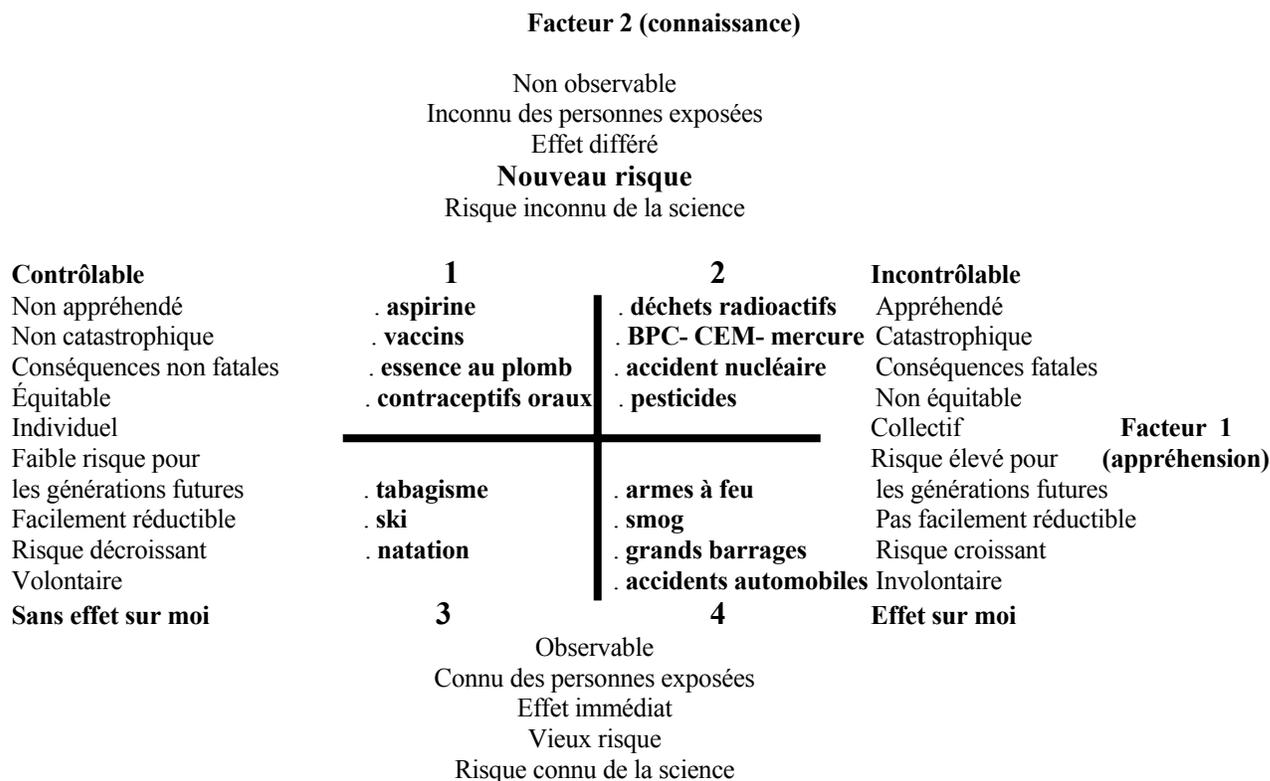


Figure 2. Analyse multivariée des relations entre plusieurs caractéristiques de risque. Traduit et adapté de Slovic *et al.*(1985)

Aujourd'hui, les recherches psychologiques sont plutôt axées vers le développement taxonomique des dangers qui peuvent être utilisés pour comprendre et prédire la réponse à leurs risques (Slovic, 1987). En fait, les travaux de Slovic *et al.* (1982 et 1985) et de Fischhoff *et al.* (1978) sont certainement parmi les plus percutants dans ce domaine. En effet, ces chercheurs ont développé le paradigme psychométrique en utilisant, depuis plus d'une dizaine d'années, des méthodes d'analyses multivariées pour produire des représentations quantitatives qui décrivent et tentent de comprendre les perceptions et les attitudes des gens à l'égard des dangers qui les entourent. Ces analyses constituent aujourd'hui des outils statistiques largement reconnus et approuvés. Elles sont utilisées dans des domaines aussi vastes que le marketing, l'écologie et les sciences sociales et permettent d'évaluer plus efficacement les interrelations complexes entre différentes variables.

Ces travaux mettent en évidence les divergences d'opinions entre les experts et les profanes en matière d'estimation, de réduction et de régulation des risques. Ils ont aussi permis de concevoir une conception élargie et multidimensionnelle du risque et d'élaborer une taxonomie du risque dont l'objectif est de comprendre et de

prédire les réactions des gens face à un risque donné en fonction de ses caractéristiques (figure 2). Leur conclusion est à l'effet que le jugement portant sur le niveau de risque d'un événement est principalement fonction de ce qu'ils ont appelé risque appréhendé (*dread risk*) et risque inconnu (*unknown risk*). Le paradigme psychométrique est donc principalement fondé sur l'hypothèse que le risque est purement subjectif et qu'il est influencé par une multitude et par une variété de facteurs.

En lien avec le paradigme psychométrique, Delisle (1994) présente les facteurs d'influence sur la perception des risques (tableau 2) qu'il a subdivisé en trois catégories : les préférences personnelles, les caractéristiques des effets et la capacité de gestion.

Ces facteurs rejoignent le corpus des connaissances issues des travaux en psychologie de la perception tels que présentés par Coté-Léger (1978). Appliqués aux risques, ces facteurs seraient de natures interne ou externe, reliés respectivement à la personne qui perçoit ou au risque lui-même (tableau 3).

Référence personnelles	Compréhension des problèmes Familiarité des situations Liberté de choix Degré d'exposition Possibilité de contrôle Confiance dans les institutions
Caractéristiques des effets	Gravité Portée Durée Réversibilité
Capacités de gestion	Maladies génétiques et cancer Incertitude scientifique Probabilité d'accidents Couverture médiatique Choix pour les générations futures Équité sociale

Tableau 2. Facteurs d'influence sur la perception des risques Source : Delisle 1994

Facteurs internes	Facteurs externes
<p>Attentes: les attentes individuelles jouent un rôle important dans le processus perceptuel. L'histoire d'un sujet affecte ses perceptions actuelles. Avec le temps, la formation d'un cadre de référence qui devient une grille de sélection, permet de filtrer les données sensorielles. Ainsi, un toxicologue pourra <i>a priori</i> être davantage préoccupé par un risque sur la santé qu'un directeur du personnel.</p> <p>Sentiments: en général, les stimuli à connotation émotionnelle positive sont plus perçus que les autres.</p> <p>Culture: les différences culturelles s'accompagnent de différences perceptuelles à cause de la fonction des objets (par exemple, importance de l'eau dans les pays africains par rapport aux pays nord-américains), de la familiarité (par exemple, les industries polluantes sont tellement polluantes dans certains pays qu'elles occultent les risques réels associés aux industries assujetties à des contrôles plus sévères) et des systèmes de communication (par exemple le terme "risque" qui peut avoir des sens et des connotations variables selon les groupes sociaux).</p>	<p>Intensité: en général, plus un stimulus est intense, plus il attire l'attention. Une fumée noire épaisse rejetée d'une cheminée pourra ainsi être davantage perçue qu'une légère fumée.</p> <p>Dimension: plus un objet occupe de la place, plus il a de chance d'être perçu. Un grand site d'enfouissement de déchets attirera plus l'attention qu'un site de petite taille.</p> <p>Contraste: un stimulus inattendu ou inhabituel pourra davantage attirer l'attention qu'un stimulus connu ou familier. Ainsi, le risque associé à la présence d'une industrie sera plus facile à percevoir dans une ville-dortoir que dans une ville fortement industrialisée.</p> <p>Répétition: un stimulus sera davantage capté s'il est répété. Par exemple, à force d'entendre qu'une situation représente un risque sur la santé publique, plusieurs auront tendance à retenir le message même s'il est dénué de valeur scientifique et qu'il s'avérerait faux.</p>

Tableau 3. Facteurs généraux influençant la perception.

Covello (1995) précise que les perceptions sont des réalités et que ce qui est perçu comme étant réel, même si ce n'est pas le cas, est réel pour la personne et réel aussi dans ses conséquences. On pourrait donc assister à des situations telles que là où la science verra un risque dérisoire, la personne exposée verra un risque majeur et inacceptable. D'ailleurs, Grondin et Larue (1995) présentent la distinction entre les savoirs populaires et d'experts. L'amer désaccord existant parfois entre scientifiques et une part du grand public montre une certaine surdité sélective qui empêche occasionnellement chaque partie d'un débat d'entendre ce que l'autre dit. En fait, la recherche dans le domaine du risque a révélé bien des énigmes et des paradoxes (Douglas, 1986). Mais, la simple constatation que la perception ne produise pas une image exacte de la réalité et que celle-ci influence grandement le comportement, justifie amplement l'acceptation de ce concept comme élément d'intérêt dans les démarches et les processus traditionnels d'évaluation de risque.

Plus spécifiquement, la perception du risque sur la santé publique soulève maintenant un intérêt manifeste. Plusieurs raisons peuvent être avancées pour expliquer ce phénomène: 1) l'obligation de consulter la population et de refléter avec transparence ses craintes et ses préoccupations; 2) la préoccupation croissante face aux questions de santé, de sécurité et d'environnement; 3) la sensibilisation de la population par les médias qui se penchent de plus en plus sur les questions de santé environnementale; 4) la provenance multiple et divergente des informations relatives aux risques (scientifiques, fonctionnaires, médias, gestionnaires, etc.); 5) l'effritement de la confiance envers les institutions en tant que sources crédibles d'information; 6) l'influence potentielle de la perception sur la politique gouvernementale, sur les comportements individuels et sur l'évaluation de nouvelles preuves de risque; 7) la finalité de la perception en terme d'acceptabilité du risque.

Ainsi, il est capital pour les décideurs et les gestionnaires du risque d'être sensibles aux préoccupations du public afin que leurs décisions soient jugées acceptables (Krewski *et al.*, 1987). Et parce que l'acceptabilité est une question de jugement, débattre d'un risque c'est aussi débattre de valeurs et de responsabilités (Covello, 1995).

La place de la perception et de la communication dans la gestion des risques

La gestion des risques est basée sur une approche structur  e et systématique des risques. Elle a pour objectif 1) le contrôle et la réduction des risques à des niveaux acceptables; 2) la réduction de l'incertitude dans les prises de décisions; et 3) l'augmentation de la confiance du public face aux décisions (Grima, 1989).    cette fin, différentes stratégies, allant d'une approche simple à une approche à facettes multiples, sont mises en œuvre (Santé Canada, 2000).

L'approche présentée à la figure 3 a été largement adoptée par la communauté scientifique en particulier par la

Presidential/Congressional Commission on risk Assessment and risk Management des   tats-Unis, par Santé Canada et par l'Institut national de santé publique du Québec. Elle se caractérise par le lien et les échanges continus entre les experts, les décideurs, et l'ensemble des groupes sociaux. Elle favorise et témoigne de la prise en compte en continue des préoccupations et des perceptions sociales, tout comme des craintes des personnes, des groupes et de l'ensemble de la population. La communication est donc omniprésente et fait partie intégrante de toutes les dimensions de la gestion des risques (Grima, 1989).

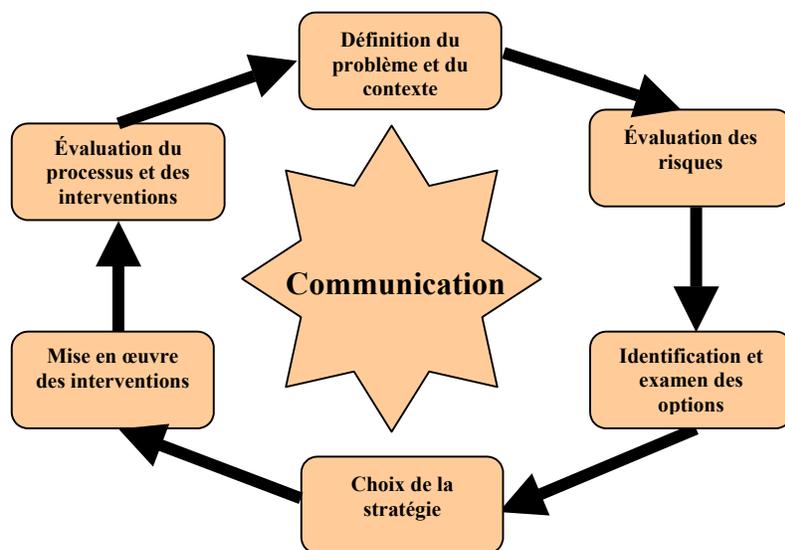


Figure 3. Processus de gestion des risques. Adapté de santé Canada, 2000.

Nous sommes donc plus conscients que jamais que la communication du risque occupe une place très importante tant dans le processus de consultation sur les risques que dans leur gestion. Quel objectif poursuivons-nous? Voulons-nous informer, sensibiliser ou provoquer un changement d'attitude? Quelle information devons-nous transmettre à la population? Par qui?    quel moment? Quel langage devons-nous utiliser? Comment présenter les incertitudes relatives aux risques? Voilà autant de questions avec lesquelles les gestionnaires des risques doivent composer face à une population plus éduquée, plus intéressée et constamment présente dans les débats sociaux. Le processus classique de la communication est présenté à la figure 4.

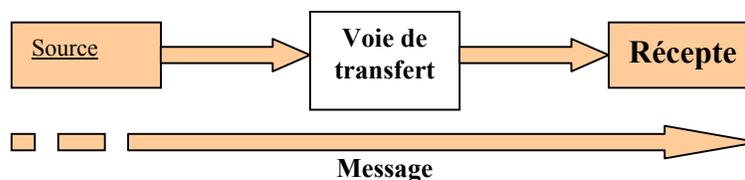


Figure 4. Processus de communication. Adapté de Leiss et Krewski, 1989

Dans son application au risque, ce processus revêt une considération de premier ordre qui réside dans la modification possible du message lors de la voie de transfert. En d'autres mots, le message reçu relatif au risque est-il le même qu'à la source? Qui plus est, le risque perçu par l'individu ou par la population converge-t-il avec celui qui leur a été transmis? Le message est souvent simplifié, détourné et interprété de façon non pas à informer mais à stimuler ou interpeller (Leiss et Krewski, 1989).

Deux dimensions caractérisent singulièrement la communication des risques (figure 5): 1) la dimension technique, relative au risque objectif et rationnel, tel que l'on peut le concevoir scientifiquement. Il relève essentiellement du domaine des experts; 2) la dimension sociale, relative au risque tel que l'individu le perçoit. Elle est construite à partir d'un mélange confus de connaissances objectives, de préjugés, de craintes et de doutes.

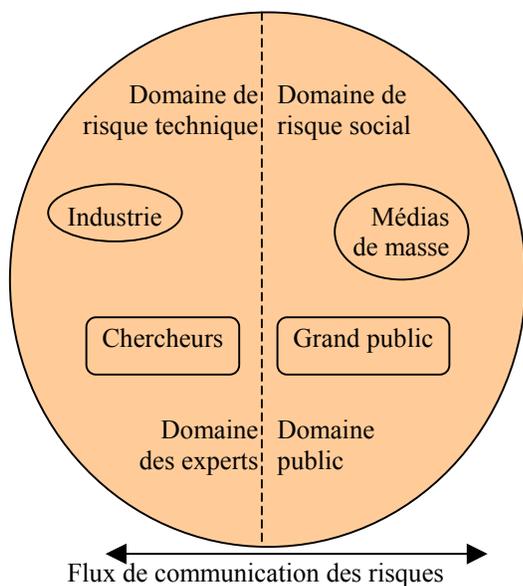


Figure 5. Deux dimensions importantes du processus de communication des risques. Adapté de Leiss et Krewski, 1989

À cet effet, le rôle du Bureau d'audiences publiques sur l'environnement au Québec (BAPE) mérite d'être souligné puisqu'il constitue une charnière privilégiée, favorisant le lien entre les experts et le public. Un des aspects majeurs de la mission du BAPE est de consulter la population et de faciliter la participation des citoyens au processus de décision sur des questions relatives à l'environnement. Ultimement, la consultation doit aboutir à un avis quant à l'acceptabilité environnementale et sociale des dossiers examinés. À ce titre, les audiences publiques représentent un canal privilégié qui permet de donner place, sens et forme à des perceptions publiques concernant des réalités qui ne sont jamais ce qu'elles paraissent être, ni ce que l'on prétend qu'elles sont. Ce sont des réalités individualisées et forcément subjectivisées. La prise en compte de l'opinion publique est donc confrontée à des perceptions multiples et parfois divergentes concernant les risques associés à des projets ou à de nouveaux produits. La réalité sociale ou la trame de fond que les commissions d'enquête doivent identifier et analyser peut donc être parfois difficile à établir avec fidélité et l'arbitrage des réelles préoccupations de la population n'est pas aisé.

Conclusion

En raison de l'ampleur des nombreux problèmes environnementaux potentiels pouvant avoir une incidence sur la santé publique, la gestion des risques connaîtra probablement un développement fulgurant au cours des prochaines années. Ainsi, elle représente et représentera un outil incontournable pour assurer une prise de décision qui tienne compte non seulement des connaissances scientifiques mais qui fasse place réelle aux préoccupations de la population. À ce titre, la perception des risques revêt une grande importance et mérite d'être explicitement reconnue dans le cadre du processus classique d'évaluation des risques.

Bibliographie

- Balandier G. 1989. Préface dans *Ainsi pensent les institutions* de Mary Douglas. Ed. Sogedin.
- Beauchamp. 1996. *Gérer le risque, vaincre la peur*. Édition Bellarmin. 187p.
- Beck U. 2001. *La société du risque. Sur la voie d'une autre modernité*, traduit de l'allemand par L. Bernardi. Paris. Aubier. 521p.
- Côté Léger N. 1978. *La perception*. Dans *Les aspects humains de l'organisation* par Bergeron J.L., Côté Léger N., Jacques J., Bélanger L. Gaëtan Morin & associés ltée: Chicoutimi, Québec, Canada.
- Covello VT. 1985. *Social and Behavioral research on risk: uses in risk management decision-making*. In *NATO ASI Series G, Environmental Impact*

- Assessment, Technology Assessment and Risk Analysis. Vol. 4, Springer Verlag, Berlin, p. 1-14.
- Covello V.T. 1995. Communication and Risk Perception. *Canadian J. Public Health*, 86 (2): 80-82.
- Delisle A. 1994. Les craintes des populations: Réalités sociales mesurables et valables. Conférence Hydro-Québec- UQAM "Environnement: Mythes et réalités".
- Douglas M. 1986. Risk and Acceptability according to the Social Sciences. Basic Books, New York.
- Douglas M. 1989. Ainsi pensent les institutions. Ouvrage traduit avec le concours du Centre national des lettres, Edition originale de How Institutions think. Ed. Usher, Sogedin.
- Douglas M. 1992. Risk and Blame. Essays in Cultural Theory. Routledge: London and New York.
- Douglas M., Wildavsky A. 1983. Risk and culture, an Essay on the Selection of Technological and Environmental dangers. Berkeley: University of California Press.
- Fischhoff B., Slovic P., Lichtenstein S., Read S. and B. Combs. 1978. How safe is safe enough? A psychometric study of attitudes towards technological risks and benefits. *Policy Sciences*, 8: 127-152.
- Godard O. 2000. Le principe de précaution, une nouvelle logique de l'action entre science et démocratie. *Philosophie politique*. 32p.
- Grima Lino A.P. 1989 Improving Risk Information Transfer: Instrumental and Integrative Approaches. Dans *Prospects and Problems in risk Communication* par Leiss W. University of Waterloo Press. 117-134.
- Grondin J., LaRue R. 1995. La perception des risques pour la santé: aspects méthodologiques. Centre de santé publique de Québec et Direction régionale de santé publique-Montérégie. Rapport ISBN:2-921636-67-0.
- Inhaber H., Norman S. 1982. The Increase in Risk Interest. *Society for Risk Analysis*, Letter to the Editor, 2:119-120.
- Institut national de santé publique du Québec. 2002. Cadre de référence en gestion des risques pour la santé dans le réseau québécois de la santé publique.
- Kourilsky P. et Viney G. 1999. « Le principe de précaution », Rapport au premier ministre, 110p.
- Krewski D., Somers E., Birkwood P.L. 1987. Risk Perception in a decision Making Context. *Environmental Carcinogenesis Reviews*, C5, 175-209.
- Leiss W. et Krewski D. 1989. Risk communication: Theory and Practice. Dans *Prospects and Problems in risk Communication* par Leiss W. University of Waterloo Press. p 89-112.
- Lowrance W.W. 1976. *Of Acceptable Risk: Science and Determination of Safety*. William Kaufman, Inc., Los Altos, CA.
- National Research Council. 1983. *Risk Assessment in the Federal Government: Managing the Process*. National Academy Press, Washington, D.C.
- Organisation Mondiale de la Santé. 1990. Environnement et santé: la Charte européenne et son commentaire. Première conférence européenne sur l'environnement et la santé. Publications régionales de l'OMS. Série européenne n°35. Bureau régional de l'Europe, Copenhague.
- Santé Canada. 2000. Cadre décisionnel de santé Canada pour la détermination, l'évaluation et la gestion des risques pour la santé, Ottawa, Santé Canada, 88 p.
- Short J.F.JR. 1984. The Social Fabric at Risk: Toward the Social Transformation of Risk Analysis. *American Sociol. Rev.* 49: 711-725.
- Slovic P. 1987. Perception of Risk. *Science*, 236: 280-286.
- Slovic P., Fishhoff B. and S. Lichtenstein. 1982. Facts versus fears: understanding perceived risk. In D. Kahnemann, P. Slovic and A. Tversky (eds.), *Judgment under uncertainty: heuristics and biases*. Cambridge: Cambridge University Press, p. 463-489.
- Slovic P., Fishhoff B. and S. Lichtenstein. 1985. Characterizing perceived risk. In R.W. Kates, C. Hohenemser and JX. Kasperson (eds.), *Perilous Progress: Managing the Hazards of Technology*. Boulder: Westview Press, p. 91-125.
- Starr C. 1969. Social Benefit Versus Technological Risk : What is our Society Willing to pay for Safety?, *Science* 165. 1232-1238.
- The Encyclopaedia Britannica, 11th ed. 1910-1911, 23:366. Publisher: Encyclopaedia Britannica, Inc., New York, NY.

L'ÉVALUATION PRÉ/POST DES EFFETS DE LA COMMUNICATION DU RISQUE SUR LA PERCEPTION DU RISQUE: l'exemple de la pêche sportive dans le Saint-Laurent autour de Montréal

Jacques Grondin^{a,15}, Dany Laverdière^b, Richard LaRue^c, ^aInstitut national de santé publique du Québec, ^bUnité de recherche en santé publique, Centre de Recherche du CHUQ, ^cSanté Canada, courriel : Jacques.Grondin@crchul.ulaval.ca

Résumé

L'approche pré/post est couramment utilisée pour mesurer l'acquisition de connaissances et d'habiletés ou pour évaluer les effets de différentes interventions; la facilité de son application peut inciter des communicateurs tentés de mesurer l'effet ou le taux de pénétration de leurs messages au sein de leurs auditoires. Cet article illustre un cas d'application de cette approche évaluative au moyen d'un exemple de communication de risque en santé environnementale. La stratégie était de mesurer des indicateurs de perception du risque auprès des répondants avant la communication des analyses d'une enquête (pré-test), de remesurer ces indicateurs suite à la communication du risque (post-test) et, après plus d'un an, de vérifier si les changements mesurés lors du post-test étaient persistants ou volatiles (suivi). Trois moyens de communication différents ont été choisis pour divulguer les résultats de l'analyse du risque, soit par présentation orale, par résumé écrit et par les médias (radio, télévision).

Les moyens de communication utilisés ont tous eu un effet mesurable sur la perception du risque cependant celui-ci est limité car la perception de la majorité des répondants est demeurée inchangée entre le pré-test et le post-test. De plus, le type (négatif/positif) et l'ampleur (fort/faible) des changements d'opinion varient inégalement selon l'indicateur mesuré. Enfin, parmi les répondants qui ont changé d'opinion entre le pré-test et le post-test, une partie de ceux-ci ont aussi changé d'opinion entre le post-test et le suivi, ce qui souligne une certaine volatilité des effets de la communication du risque sur la perception de l'auditoire. Ces données soulèvent d'ailleurs la nécessité de valider davantage les indicateurs habituellement utilisés pour mesurer la perception du risque. Après avoir discuté de certains biais, les auteurs concluent que l'approche pré/post pour évaluer l'effet de la communication du risque sur les attitudes et opinions comporte différentes limitations qui font en sorte que ce type d'évaluation ne nous renseigne pas adéquatement sur la valeur réelle de la communication du risque.

Mots clefs : Évaluation, communication du risque, perception du risque, pêche sportive

Abstract

The pre/post approach is widely used to measure knowledge and skills acquisition or to evaluate the effects of different interventions; being easy to apply can incite communicators to use it to measure the effect or the penetration rate of the messages in their audience. This article illustrates the use of this evaluation approach with an example of environmental health risk communication. The strategy was to measure risk perception indicators before a risk communication intervention (pre-test), after risk communication (post-test) and during a follow-up one year later to check if changes measured during the post-test were persistent or volatile. Three means of communication were used to inform about the risk analysis, namely by oral presentation, by a pamphlet and via the media (radio, television).

All communication means had a measurable effect on risk perception, albeit limited because the perception of the majority did not change between the pre-test and the post-test. Moreover, the type (negative/positive) and the amplitude (strong/weak) of the opinion changes varied unequally with each indicator used. Finally, among those respondents that had changed their opinion between the pre-test and the post-test, part of these again changed their opinion between the post-test and the follow-up; this suggests that the effects of risk communication on risk perception might be somewhat volatile. These data point to the need to further validate the indicators typically used to assess risk perception. After discussing potential biases, the authors conclude that the limitations of pre/post evaluation concerning the effects of risk communication on attitudes and opinions does not adequately assess the real value of risk communication.

Key words : Evaluation, risk communication, risk perception, sportfishing

¹⁵ **Correspondance** : Jacques Grondin, Institut national de santé publique du Québec, Direction des risques biologiques, environnementaux et occupationnels, 945 rue Wolfe, Sainte-Foy, Québec, G1V 5B3

Introduction

Depuis 1989, les gouvernements du Canada et du Québec ont signé diverses ententes visant à protéger, conserver et restaurer la qualité des eaux du Saint-Laurent. Afin de répondre aux préoccupations croissantes sur des questions de santé liées à l'état du Saint-Laurent, un volet Santé a été intégré à ce programme et orienté vers une réduction de l'exposition de la population aux différentes sources de contaminants associées au Saint-Laurent. Afin d'atteindre les objectifs fixés, le Domaine d'intervention santé humaine a réalisé des activités de recherche, de surveillance, d'évaluation et d'information (Volet Santé 1998). En vue de l'importance accordée à la communication des résultats des recherches effectuées dans le cadre du domaine d'intervention santé humaine du programme fédéral-provincial Saint-Laurent Vision 2000, la présente évaluation visait à vérifier l'efficacité d'une technique de mesure de l'effet de divers moyens de communication sur la perception du risque, soit la technique pré-/post-test. Deux objectifs complémentaires étaient aussi visés, soit premièrement d'évaluer à quel point la communication pouvait avoir un effet sur les perceptions et, deuxièmement, d'évaluer la persistance ou la volatilité d'éventuels changements de perception selon le moyen de communication utilisé.

La technique choisie ici pour mesurer l'effet d'une intervention – de communication sur la perception du risque est basée sur l'évaluation pré-test/post-test, une méthode quantitative qui peut être relativement facile à mettre en place. Essentiellement, ce type d'approche vise à comparer un même élément de mesure à deux temps différents, séparés par la participation à une intervention, un projet ou un programme donné. Au départ, on postule l'hypothèse que les différences entre ces deux éléments de mesure peuvent être interprétés comme l'effet de l'intervention ou de la participation au projet/programme. C'est souvent une approche non-aléatoire utilisant des contrôles réflexifs, c'est-à-dire que le groupe constitue son propre contrôle. Cette approche est couramment utilisée dans de nombreux contextes que ce soit, par exemple, en éducation pour mesurer l'acquisition de connaissances et d'habiletés, en évaluation pour identifier des extrants résultant de la mise en place de programmes ou en marketing pour évaluer l'effet de campagnes de publicité sur l'intérêt des consommateurs. Nous avons choisi l'approche pré-/post-test justement parce que la facilité de son application est susceptible de plaire à divers chercheurs tentés de mesurer l'effet ou le taux de pénétration de leurs messages au sein de leurs auditoires. Pourtant, de nombreux évaluateurs nous ont mis en garde quant aux limites de cette approche. La principale critique d'une telle approche est qu'elle ne permet pas de différencier entre des facteurs externes et l'intervention elle-même. De plus, lorsqu'une intervention n'a pas rencontré les objectifs qu'elle s'était fixée au départ (et qu'on cherche à mesurer), il est impossible de savoir ce qui n'a pas fonctionné pendant l'intervention ou le programme quand on utilise ce type d'évaluation. Ainsi, selon le contexte, on projettera le blâme du non succès de l'intervention au communicateur (lors d'une

présentation scientifique, par exemple) ou à l'auditoire (dans le cas des étudiants qui échouent leurs examens). En se concentrant sur la mesure d'objectifs identifiés au départ, ce type d'évaluation ne permet pas d'évaluer d'autres extrants de l'intervention, qu'ils soient positifs ou négatifs. De même, n'étant pas de type critique, ce type d'intervention peut démontrer que les objectifs visés sont atteints même si ceux-ci sont triviaux ou inadéquats. Enfin, n'étant pas une évaluation formative, elle ne permet pas de colliger des données pendant l'intervention de manière à bonifier celle-ci pendant que l'intervention a lieu (Angelo et Cross 1993, Linn et Slinde 1977, Scriven 1981). Rossi et Freeman (1986: 215) synthétisent ainsi la question: "Although few studies have as much intuitive appeal as before-and-after studies, they are among the least valid assessment approaches." Compte tenu du fait que les débats théoriques autour des limitations et biais de telles approches simples et, en apparence seulement, efficaces sont peu susceptibles d'attirer l'attention des chercheurs ou communicateurs qui n'ont pas de formation en évaluation, nous avons opté d'en démontrer un cas d'application et de limites au moyen d'un exemple de communication de risque en santé environnementale.

Pour la présente évaluation, il s'agissait de mesurer un certain nombre d'indicateurs auprès des répondants avant la communication des résultats d'une enquête (pré-test) et de remesurer les mêmes indicateurs suite à la communication des informations (post-test).

Méthodes

Des questionnaires ont été complétés par trois groupes de personnes auxquels on a présenté, grâce à différents moyens de communication, les résultats d'une enquête à laquelle ils avaient participé concernant la consommation des poissons de pêche sportive dans la région de Montréal (Kosatsky et al. 1998). Lors de ce processus d'information, l'équipe de recherche a présenté la synthèse des résultats de l'enquête concernant l'exposition environnementale de la population (Kosatsky 1997). L'information comportait divers éléments tirés de l'analyse du risque dont: le contexte, les objectifs et la méthodologie de l'étude, les caractéristiques des consommateurs de poisson de pêche sportive (nombre de pêcheurs, habitudes de pêche et de consommation), le niveau d'inquiétude des pêcheurs, les mesures directes de contaminants (Hg, Pb, As, BPC...) et d'acides gras oméga-3, les mesures de lipides plasmatiques et de pression artérielle, une évaluation des risques et bénéfiques, et ainsi de suite. Tous les participants à la présente évaluation ont été recrutés parmi les participants à l'enquête initiale et auxquels on a présenté de l'information concernant les résultats de cette enquête¹⁶.

¹⁶ Nous remercions Tom Kosatsky et son équipe, de la Direction de santé publique de Montréal-Centre, pour avoir assuré la collecte des données lors du pré-test et du post-test.

Trois moyens de communication différents ont été choisis pour divulguer les résultats des analyses à chacun des groupes:

- Test 1: Un premier groupe a été formé à partir de l'ensemble des participants présents lors de la présentation orale des résultats. En tout, 23 répondants ont répondu à un questionnaire avant ainsi qu'après la présentation des données par le chercheur principal de l'enquête.
- Test 2: Un deuxième groupe est constitué de personnes qui n'étaient pas présentes lors de la communication orale mais qui ont reçu un document-synthèse (une brochure) présentant les grandes lignes de l'enquête ainsi que ses résultats. Ce sont 19 personnes qui ont répondu à un questionnaire avant et après avoir consulté la brochure.
- Test 3: Un troisième groupe, comptant 19 personnes, a été formé de personnes qui ont pris connaissance des résultats de l'enquête seulement lors de leur divulgation publique dans les médias. Les répondants ont été avertis lors du pré-test de la date du dévoilement officiel des résultats de l'enquête et recontactés pour le post-test. Suite à la divulgation publique des résultats, 84.6% des répondants de ce groupe ont pris connaissance des résultats de l'enquête par les journaux et 15.4% par la télévision.

Chaque répondant a rempli un questionnaire avant d'être exposé aux résultats de la recherche à laquelle ils avaient participé (pré-test). Les répondants ont aussi répondu aux mêmes questions mais après avoir reçu l'information (post-test). Enfin, parmi les 61 répondants des pré-test et post-test, il a été possible d'en recontacter 45 après plus d'un an pour vérifier si les changements mesurés lors du post-test étaient persistants ou volatiles (suivi).

Comme il s'agissait ici d'un projet pilote, quatre indicateurs simples ont été choisis, tous ayant trait à la perception des répondants du risque de consommer du poisson du fleuve. Cependant, lors du post-test quelques questions portant sur la satisfaction quant aux moyens de communication utilisés ont aussi été ajoutées.

Résultats

Comparabilité des groupes

Les réponses aux pré-tests (i.e. avant la communication des données) des trois groupes ont été comparées pour voir si les répondants avaient au départ des perceptions différentes ou semblables (Tableau 1).

Le premier indicateur mesuré dans le questionnaire avait trait à la perception des répondants sur l'attitude des autorités face au

risque de consommer le poisson du fleuve. La question utilisée était la suivante: « Par rapport à la qualité des poissons du fleuve, les conseils des autorités concernant la consommation sont positifs/encourageants, neutres ou négatifs/décourageants ? » Il n'y a pas de différence statistiquement significative mesurable entre les groupes. La majorité des répondants (67.2%) estimait que les conseils des autorités étaient positifs.

Le deuxième indicateur mesuré dans le questionnaire avait trait à la perception des répondants sur la quantité de contaminants dangereux pour la santé présents dans le poisson du fleuve: « À votre avis, le poisson du fleuve contient-il beaucoup, un peu ou pas du tout de contaminants dangereux pour la santé des consommateurs? » Ici aussi, il n'y a pas de différence statistiquement significative mesurable entre les groupes. La grande majorité des répondants (81.4%) estimait qu'il se retrouvait seulement un peu de contaminants dangereux dans le poisson du fleuve.

Le troisième indicateur mesuré dans le questionnaire avait trait à la perception des répondants sur le risque à la santé de consommer du poisson du fleuve: « Personnellement, pensez-vous qu'il est très inoffensif, plutôt inoffensif, plutôt risqué ou très risqué pour la santé de manger souvent du poisson pêché au fleuve? » Encore une fois, il n'y a pas de différence statistiquement significative mesurable entre les groupes. La grande majorité des répondants (86.9%) estimait qu'il était très ou plutôt inoffensif de consommer souvent du poisson du fleuve.

Le quatrième indicateur mesuré dans le questionnaire avait trait à la perception de l'impact sur la santé de l'arrêt de consommation du poisson de pêche sportive: « Si vous éliminez le poisson de pêche sportive de votre alimentation, croyez-vous que votre santé en serait affectée positivement, inchangée ou négativement? » Il n'y a pas, ici non plus, de différence statistiquement significative mesurable entre les groupes. La majorité des répondants (75.4%) estimait que leur santé serait inchangée s'ils éliminaient le poisson de pêche sportive de leur alimentation.

En somme, la distribution générale des réponses des trois groupes avant la communication des données s'avérait statistiquement semblable. Il n'y a donc pas lieu de croire qu'il se soit glissé un biais de sélection qui ait pu fausser dès le départ l'analyse des résultats du post-test.

Perception	Groupe 1:	Groupe 2:	Groupe 3:	Valeur p
	Oral	Brochure	Médias	
	%	%	%	%
Attitude des autorités de santé				
Conseils positifs	65.2	63.2	73.7	0.105
Conseils neutres	21.7	0	10.5	
Conseils négatifs	13.0	36.8	15.8	
Niveau de contamination du poisson du fleuve				
Beaucoup de contaminants	0	5.6	5.3	0.391
Un peu de contaminants	90.9	83.3	68.4	
Pas du tout de contaminants	9.1	11.1	26.3	
Risque à consommer du poisson du fleuve				
Très inoffensif	17.4	36.8	31.6	0.473
Plutôt inoffensif	73.9	47.4	52.6	
Plutôt risqué	8.7	15.8	15.8	
Très risqué	0	0	0	
Impact de l'arrêt de consommation du poisson				
Impact positif	0	0	5.3	0.546
Santé in affectée	73.9	78.9	73.7	
Impact négatif	26.1	15.8	21.1	
Ne sait pas	0	5.3	0	

Tableau 1. Comparaison des proportions dans les réponses des trois groupes lors du pré-test. Le calcul de probabilité employé dans ce tableau est basé sur la mesure statistique du chi-carré

Effets de la communication du risque

Le Tableau 2 présente les résultats de l'effet de la communication des données en comparant les données du pré-test et du post-test. Le premier indicateur utilisé, la perception de l'attitude des autorités, est l'un des deux indicateurs où l'on peut voir le plus de changements d'opinion entre le pré-test et le post-test (33% de l'ensemble des répondants ont changé de perception, que ce soit de façon négative ou positive). Le changement le plus important est à l'effet que les répondants percevaient les conseils des autorités comme étant moins négatifs qu'ils le croyaient avant la communication des données. C'est aussi avec cet indicateur qu'on observe le plus grand écart entre les divers modes de communication des données, le plus petit effet ayant été observé suite à la communication des résultats de l'enquête de façon orale. La concordance (entre quoi et quoi?) est cependant très faible dans le cas des médias et moyenne dans le cas de la communication orale.

En ce qui a trait à la perception du niveau de contaminants dans les poissons du fleuve, la proportion de changements d'opinion (26% des répondants) entre le pré-test et le post-test est moins polarisée que l'indicateur précédent. Lorsqu'il y a eu un changement d'opinion, il y en a eu davantage à l'effet que les répondants percevaient le poisson du fleuve comme étant moins contaminé qu'ils le croyaient avant la communication des données. Pour cet indicateur, la communication du risque par les médias a eu un impact un peu plus grand que les autres moyens de communication.

En regard de la perception du risque à consommer souvent du poisson du fleuve, cet indicateur est celui où il y a le plus de changements d'opinion (36% des répondants) entre le pré-test et le post-test. Cependant, ces changements variaient selon le moyen de communication utilisé. Ainsi, la brochure a mené à davantage de changements d'opinion à l'effet que la consommation du poisson était moins risquée que le croyaient initialement les répondants. Par contre, la communication orale a davantage eu pour effet d'augmenter le niveau de risque perçu. Les coefficients Kappa indiquent une concordance moyenne pour ces données ?

Enfin, l'indicateur concernant l'impact de l'arrêt de consommation du poisson est celui où l'on peut constater le moins de changements d'opinion (20% des répondants) entre le pré-test et le post-test. Ceci est peut-être dû au fait que l'indicateur utilisé est plus complexe que les autres car il sous-entend autant les risques que les bénéfices liés à la consommation de poisson. Il est intéressant de noter cependant qu'à cette question -et ce, contrairement aux autres indicateurs- le niveau d'indécision (i.e. ceux qui ont répondu "ne sait pas") a augmenté après la communication des données (en particulier suite à la communication orale). De même, le nombre de répondants mettant en doute les bénéfices pour la santé semble aussi avoir augmenté.

Indicateur	Groupe 1:	Groupe 2:	Groupe 3:
	Oral	Brochure	Médias
	%	%	%
Perception de l'attitude des autorités (de santé?)			
Conseils moins négatifs qu'ils pensaient	13,1	26,3	29,4
Perception inchangée	73,9	63,2	58,8
Conseils moins positifs qu'ils pensaient	13,1	10,5	11,8
Kappa pondéré	0,544		-0,161
Perception du niveau de contaminants dans les poissons du fleuve			
Poisson moins contaminé qu'ils pensaient	13,6	15,8	17,6
Perception inchangée	77,3	73,7	70,6
Poisson plus contaminé qu'ils pensaient	9,1	10,5	11,8
Perception du risque à consommer souvent du poisson			
Plus inoffensif qu'ils pensaient	13,1	27,8	11,8
Perception inchangée	60,8	61,1	70,6
Plus risqué qu'ils pensaient	26,1	11,1	17,6
Kappa pondéré	0,407		0,388
Perception de l'impact sur la santé de l'élimination du poisson dans la diète			
Impact moins positif que prévu	4,4	5,6	5,9
Perception inchangée	73,9	88,9	82,4
Impact moins négatif que prévu	8,7	5,6	5,9
Sont devenus plus incécis	13,1	0	5,9

Tableau 2. Comparaisons pré-test/post-test.

Il a été possible d'effectuer des mesures de concordance seulement sur quelques tableaux croisés vu le nombre restreint de répondants. La mesure de concordance utilisée est le coefficient Kappa pondéré. Ces mesures indiquent ici une concordance faible à moyenne.

Deux questions additionnelles ont été posées uniquement lors du post-test (Tableau 3). La première visait à savoir quel moyen d'information était préféré par les répondants: « Par rapport à l'information que vous avez eue, quel moyen croyez-vous être le meilleur pour donner cette information aux pêcheurs, est-ce en personne lors d'une réunion, par une brochure, par la télévision ou par les journaux? » Indépendamment du moyen de communication auquel ils ont été exposés, la majorité des répondants (68,4%) optent pour les médias comme source d'information privilégiée.

La seconde question posée seulement lors du post-test visait à mesurer l'intention des répondants selon l'information qu'ils ont reçue: « Considérant l'information que vous avez eue, avez-vous l'intention d'augmenter, de diminuer ou de ne pas changer la quantité de poisson pêché au fleuve que vous mangez? » Comme l'indique le Tableau 3, la grande majorité des répondants n'avaient pas l'intention de changer leurs habitudes alimentaires. De plus, aucun répondant ne comptait réduire sa consommation de poisson; pourtant, après la communication des résultats de l'enquête 10,4% des répondants considéraient le poisson plus contaminé qu'ils le croyaient au départ (Tableau 2), 18,7% que sa consommation était plus risquée et 11,9% que les conseils des autorités étaient un peu moins positifs qu'ils l'estimaient avant la communication des données.

Croisement des impacts de la communication des données

Quelques croisements supplémentaires ont été effectués pour vérifier à quel point le fait d'avoir changé d'opinion à un sujet pouvait être corrélé avec le fait d'avoir changé d'opinion à d'autres sujets. Ainsi, des croisements effectués avec les réponses de l'ensemble des répondants ont permis de constater qu'il n'y a pas de corrélation statistiquement significative ($p=0.345$) entre le fait de changer d'opinion par rapport aux conseils des autorités et le fait de changer d'opinion par rapport aux niveaux de contaminants dans le poisson. Des croisements ont aussi permis de constater qu'il n'y a pas de corrélation statistiquement significative ($p=0.383$) entre le fait de changer d'opinion par rapport aux conseils des autorités et le fait de changer d'opinion par rapport au risque qu'il peut y avoir à consommer le poisson du fleuve.

Il semble cependant y avoir une corrélation significative entre le fait de changer d'opinion par rapport aux niveaux de contaminants dans le poisson et le fait de changer d'opinion par rapport au risque qu'il peut y avoir à consommer le poisson du fleuve. En effet, si on compare les indicateurs de niveaux de contaminants perçus et de risque perçu de l'ensemble des répondants lors du pré-test (Tableau 4), on observe que la grande majorité (77,8%) de ceux qui considéraient qu'il n'y avait pas du tout de contaminants estimaient que la consommation était inoffensive. Par contre, ceux qui estimaient qu'il y avait beaucoup ou un peu de contaminants étaient plus nuancés, considérant majoritairement (68,0%) que la consommation était plutôt inoffensive.

	Groupe 1:	Groupe 2:	Groupe 3:
	Oral	Brochure	Médias
	%	%	%
Source d'information privilégiée après la communication des données selon les différents groupes			
Oral	21.2	13.6	4.8
Brochure	9.1	18.2	28.6
Télévision	36.4	31.8	38.1
Journaux	33.3	36.4	28.6
Intention de changer la quantité de poisson mangé suite à la communication des données			
Augmenter	13.0	0	5.9
Inchanger	87.0	100	88.2
Diminuer	0	0	0
NSP	0	0	5.9

Tableau 3. Préférences et intentions mesurées lors du post-test

	Risque perçu	Inoffensif	Plutôt inoffensif	Plutôt risqué	Valeur p
		%	%	%	
Contamination perçue					
Beaucoup ou un peu de contaminants		18.0	68.0	14.0	0.001
Pas du tout de contaminants		77.8	22.2	0	

Tableau 4. Perception du risque selon le degré de contamination perçue du poisson

	Risque perçu	Plus inoffensif qu'ils pensaient	Perception inchangée	Plus risqué qu'ils pensaient	Valeur p
		%	%	%	
Contamination perçue					
Poisson moins contaminé qu'ils pensaient		33.3	16.7	50.0	0.004
Perception inchangée		14.3	71.4	14.3	
Poisson plus contaminé qu'ils pensaient		62.5	25.0	12.5	

Tableau 5. Changement d'opinion par rapport au risque perçu selon le changement d'opinion par rapport au niveau de contamination perçue du poisson

La communication des résultats semble avoir eu un effet inattendu sur ce rapport entre les niveaux de contaminants perçus dans le poisson et la perception du risque (Tableau 5). En effet, ceux pour lesquels les niveaux de contaminants se sont avérés plus élevés qu'ils le croyaient semblent considérer le risque moins élevé qu'ils l'estimaient au départ. De même, ceux pour lesquels les niveaux de contaminants se sont avérés moins élevés qu'ils le croyaient semblent considérer le risque plus élevé qu'ils l'estimaient au départ.

On ne peut être catégorique sur cet impact apparent de la communication des résultats de l'enquête puisque le nombre de répondants est, somme toute, assez limité. Cependant, il semble

que les perceptions des répondants se soient nuancées quelque peu et qu'il y ait eu une certaine dissociation entre les niveaux de contaminants perçus et le niveau de risque perçu. Le risque perçu serait donc peu lié aux niveaux de contaminants perçus, puisque les évaluations des répondants ont davantage changé par rapport au risque perçu (41.1% des répondants ont changé d'opinion avant et après l'acte de communication) que par rapport aux niveaux de contaminants perçus dans le poisson (25.0% ont changé d'opinion avant et après l'acte de communication).

Stabilité des impacts de la communication

Afin de vérifier si l'impact des changements mesurés lors du post-test était persistant ou volatile, l'ensemble des répondants a été contacté pour effectuer un suivi, et de ceux-ci 45 ont pu être rejoints après plus d'un an pour répondre à quatre questions, les mêmes utilisées lors du pré-test, soit celles relatives à la perception de l'attitude des autorités, la perception du niveau de contaminants dans le poisson, la perception du risque à consommer du poisson du fleuve et la perception de l'impact de l'arrêt de consommation de poisson.

Dans tous les tableaux examinés lors de la comparaison des données du post-test avec celles du suivi, il appert qu'il n'y a pratiquement pas de concordance (mesurée par le coefficient Kappa pondéré) entre les réponses au post-test et celles du suivi. De plus, sauf dans le cas de la perception du niveau de contaminants dans le poisson, tous les tests du chi-carré indiquent aussi que les réponses au post-test et au suivi sont indépendantes les unes des autres:

- perception de l'attitude des autorités: $K=0.112$, $p=0.815$
- perception du niveau de contaminants dans le poisson: $K=0.311$, $p=0.001$
- perception du risque à consommer du poisson du fleuve: $K=0.141$, $p=0.368$
- perception de l'impact de l'arrêt de consommation de poisson: $K=0.138$, $p=0.166$

Enfin, afin de vérifier si les différences observées entre le post-test et le suivi indiquaient que les répondants avaient retrouvé leurs opinions du départ, les données du suivi ont été comparées à celles du pré-test. Encore une fois, il est apparu qu'il n'y a pas de concordance entre les réponses et que ces réponses, sauf celles de la perception des autorités, apparaissent aussi indépendantes entre elles:

- perception de l'attitude des autorités: $K=0.308$, $p=0.037$
- perception du niveau de contaminants dans le poisson: $K=0.165$, $p=0.431$
- perception du risque à consommer du poisson du fleuve: $K=0.152$, $p=0.395$
- perception de l'impact de l'arrêt de consommation de poisson: $K=0.062$, $p=0.320$

Discussion et conclusion

Les divers moyens de communication utilisés ont tous eu un effet mesurable sur la perception des répondants. Cependant, cet effet est plutôt limité car, dans tous les cas, la perception de la majorité des répondants est demeurée inchangée entre le pré-test et le post-test. De plus, le type (négatif/positif) et l'ampleur (fort/faible) des changements d'opinion varient inégalement selon l'indicateur mesuré.

Si on ne tient compte que des effets les plus importants (c'est-à-dire où plus du quart des répondants ont changé d'opinion), ceux-ci ont été observés en regard de deux indicateurs: la perception de l'attitude des autorités et la perception du risque à consommer du poisson du fleuve. Cela pourrait signifier que ces indicateurs sont plus sensibles à la communication du risque et, dans le cas présent, au contenu des informations qui ont été communiquées aux répondants. D'autres évaluations sont nécessaires pour vérifier cette possibilité.

En ce qui concerne la perception de l'attitude des autorités, la communication de résultats par les médias ainsi que par la brochure ont eu davantage d'impact que la communication orale, notamment à l'effet que les répondants percevaient les conseils des autorités comme étant moins négatifs qu'ils le croyaient au départ. Quant à la perception du risque à consommer du poisson du fleuve, celle-ci a été affectée de façon plus importante par la communication orale des données ainsi que par la brochure comparativement à l'information dispensée via les médias. Cependant, dans le cas de la communication orale il y a davantage de répondants qui percevaient la consommation de poisson du fleuve comme étant plus risquée qu'ils le croyaient au départ tandis que dans le cas de la communication avec la brochure il y en a davantage qui percevaient la consommation comme étant plus inoffensive qu'ils le croyaient initialement. Quant aux autres indicateurs mesurés, force est de constater qu'il est difficile de déterminer un lien clair puisque l'impact mesuré est habituellement faible et autant positif que négatif.

Il aurait été difficile de tirer davantage de conclusions sur la valeur des moyens de communication utilisés si ce n'avait été de la question sur les intentions par rapport à la consommation de poisson. De fait, l'ensemble des données semble indiquer que la communication des risques a peut-être davantage un effet sur la perception des participants que sur leurs comportements et ce, indépendamment des moyens de communication utilisés. Du moins, leurs opinions semblent s'être nuancées. Par ailleurs, il est intéressant de constater qu'indépendamment du moyen de communication auquel ils ont été exposés, la majorité des répondants optent après coup pour les médias comme moyen d'information privilégié.

Au niveau de la méthode d'évaluation, une limitation importante de l'approche pré-test/post-test est le fait qu'un pré-test peut biaiser les réponses en augmentant la réceptivité des répondants aux activités qui sont sous évaluation (Patton 1996). Un design expérimental est d'ailleurs souvent suggéré pour contrôler ce biais. Dans le présent cas cependant, ce biais ne se pose pas si l'on veut comparer l'impact relatif des trois moyens de communication puisque les trois groupes comparés ont eu à remplir le même pré-test. Par contre, ce biais se pose si on veut généraliser les résultats sur l'effet de la communication du risque. En somme, bien qu'on puisse mesurer l'effet relatif des divers moyens de communication, comment savoir si les répondants avaient été affectés de la même façon s'ils n'avaient pas eu à passer un pré-test?

Une autre limitation de cette approche est le fait qu'elle donne une mesure de l'effet immédiat de la communication du risque, mais non de ses effets à moyen ou à long terme. C'est pourquoi il a été décidé de procéder à un suivi un an après la communication des résultats. Les données indiquent qu'une partie des répondants a changé d'idée entre le pré-test et le post-test ainsi qu'entre le post-test et le suivi (sans pour autant revenir aux opinions qu'ils exprimaient lors du pré-test). Cette constatation met sérieusement en doute la validité de ce type de mesure, du moins pour des indicateurs de perception. En effet, il est impossible de savoir, par exemple, si les répondants ont réellement changé d'idée ou s'ils répondent sans conviction au questionnaire. Il est clair que ce point doit être élucidé par d'autres recherches car il soulève la question de la validation des mesures de perception du risque. Tout ce qu'on peut conclure, sur la base des présentes données, c'est que les indicateurs utilisés pour la perception du risque semblent comporter un certain degré de volatilité dont l'importance reste à être évaluée.

Deux autres facteurs importants peuvent affecter l'analyse de nos données. Premièrement, il se peut que nombre de facteurs aient influencé l'opinion des répondants qui ont changé d'idée, notamment la communication des analyses du risque mais aussi d'autres éléments externes dont il était impossible de tenir compte ici. Il est aussi possible que la volatilité apparente des réponses indique un manque d'intérêt de certains répondants face aux questions posées. Deuxièmement, la taille restreinte du nombre de répondants lors du présent projet limite la puissance statistique, rendant ainsi les résultats moins fiables. Il s'agit probablement là d'une limite méthodologique difficilement contournable, dans plusieurs contextes, car il est difficile d'imaginer un scénario réaliste qui permettrait d'avoir un échantillon plus grand de répondants pour participer à une évaluation par pré-test, post-test et suivi sans avoir des taux de recrutement trop faibles ou d'attrition trop forts. De même, il est irréaliste de penser pouvoir faire une évaluation des changements d'opinion en tenant compte de la multitude de facteurs pouvant influencer l'opinion des répondants.

Enfin, le lien entre "perceptions" et "comportements" reste encore à être étudié. À cet effet, il serait davantage intéressant de remesurer les effets de la communication du risque sur les habitudes des répondants puisqu'il s'agissait là d'un des éléments clés de l'enquête initiale (i.e. évaluer les habitudes de consommation de poisson des pêcheurs de la région montréalaise). Par contre, vu les présentes données, et notamment de l'intention des répondants à ne pas changer leurs habitudes alimentaires, il est probable qu'il y ait eu peu de changements avec le temps, du moins si des facteurs externes ne sont pas venus influencer les comportements.

En somme, il appert que l'approche pré/post pour évaluer l'effet de la communication du risque sur les attitudes et opinions comporte différentes limitations qui font en sorte que ce type d'évaluation ne nous renseigne pas adéquatement sur la valeur

réelle de la communication du risque. Les chercheurs qui voudraient donc l'utiliser doivent être conscients de ses limitations et éviter de faire des généralisations sur le succès ou l'échec de leurs actes de communication évalués par de tels outils.

Bibliographie

- Angelo, T.A. et K.P. Cross, 1993, *Classroom Assessment Techniques*. San Francisco: Jossey-Bass
- Kosatsky, T., 1997, "Communications des résultats d'analyse aux sujets participant à une évaluation de l'exposition aux contaminants chimiques", Colloque du Réseau de recherche en santé environnementale du FRSQ: Les bioindicateurs en santé environnementale, Montréal
- Kosatsky, T., B. Shatenstein, R. Przybyz, S. Nadon et al., 1998, *Risks and Benefits Related to the Consumption of St. Lawrence River Sportfish in the Montreal Region: Final Report*. Santé Canada, Rapport Saint-Laurent Vision 2000
- Linn, R.L. et J.A. Slinde, 1977, "The Determination of the Significance of Change Between Pre- and Post-Testing Periods," *Review of Educational Research*, XLVII: 121-150
- Patton, M.Q., 1996, *Utilization-Focused Evaluation*, Thousand Oaks: SAGE Publications
- Rossi, P. et H. Freeman, 1986, *Evaluation. A Systematic Approach*. Beverly Hills: SAGE Publications
- Scriven, M., 1981, *Evaluation thesaurus*. Inverness: Edgepress
- Volet Santé, 1998, *Le Saint-Laurent et la santé. L'état de la question*. Gouvernements du Canada et du Québec

ASSAINISSEMENT DES EAUX USÉES ET RISQUES SOCIO - SANITAIRES ET ENVIRONNEMENTAUX EN ZONES D'HABITAT PLANIFIÉ DE YAOUNDÉ (CAMEROUN)

Par Joseph Wéthé ⁽¹⁾, Michel Radoux ⁽²⁾, Emile Tanawa ⁽³⁾, ¹ Ecole Inter-Etats d'Ingénieurs de l'Équipement Rural (EIER). 03BP 7023 Ouagadougou 03 (Burkina Faso), ² Fondation Universitaire Luxembourgeoise (FUL) - S. Rue de la Follmillen. B-6700 Viville – Arlon (Belgique), ³ Ecole Nationale Supérieure Polytechnique de Yaoundé (ENSP). LESEAU. B.P. 8390 Yaoundé.
Courriel: joseph.wethe@eier.org ou jowethe@yahoo.fr

Résumé

La problématique de l'assainissement des eaux usées, telle qu'elle se pose avec acuité dans la ville de Yaoundé, nécessite que des solutions adaptées soient prises. L'eutrophisation et le comblement élevé des zones humides de cette sont des conséquences perceptibles de cette situation. Les statistiques sur la prévalence des maladies diarrhéiques sont des signaux de l'impact d'un défaut d'hygiène et d'assainissement, quel que soit le type de tissu urbain de la ville. Le taux de prévalence des maladies diarrhéique à Yaoundé, notamment chez les enfants de moins de 5 ans est significatif (14%) et interpelle les acteurs compétents pour des solutions d'urgence et adaptées. C'est pour comprendre ce phénomène qu'une enquête ménage a été conduite auprès de 620 ménages de ces quartiers, suivie d'une campagne d'observation du fonctionnement des ouvrages d'assainissement.

Cette étude permet de constater que la situation de l'assainissement des eaux usées dans les quartiers à habitat planifié se présente comme suit :

- Les ouvrages individuels sont dominants avec les fosses septiques (dans 30% des ménages) et les latrines (dans 21% des cas). Le réseau d'égout avec station d'épuration dessert 46% des ménages de l'échantillon.
- Ces ouvrages ne satisfont pas aux attentes des ménages interviewés. Les raisons évoquées par les ménages sont entre autres, les défauts de construction, les insuffisances d'entretien, les odeurs et les cafards pour 75% des ouvrages individuels ; l'insuffisance de traitement des eaux usées, les dysfonctionnements et l'abandon total des stations d'épuration pour plus des 2/3 des ménages raccordés au système collectif.
- Les conséquences sur l'environnement, le cadre de vie et la santé sont perçues par les ménages comme étant liées à la mauvaise gestion des eaux usées dans leurs quartiers. La pollution des ressources naturelles (eau et sol), le développement des vecteurs de maladies hydriques, l'insalubrité et la dégradation du patrimoine urbain (réseau de drainage, voirie) sont les conséquences les plus citées par les ménages interviewés.

Parmi les propositions évoquées, les stations d'épuration par lagunage font partir des alternatives adaptées au traitement des eaux usées dans les quartiers à habitat structuré de Yaoundé : ce sont des systèmes souples et peu coûteux dans leur conception, leur réalisation et leur gestion. La participation des ménages, principaux bénéficiaires, est une nécessité à toutes les phases du projet. L'étude a relevé une réelle volonté de ces ménages à adhérer à ces projets, en terme d'appui conseil, de contribution financière, matérielle et en main d'œuvre. La mise en œuvre de tels systèmes nécessite de maîtriser les paramètres socio-économiques, urbanistiques, sanitaires et environnement du contexte considéré. L'optimisation de l'efficacité épuratoire des stations extensives nécessite d'organiser et de structurer artificiellement les espèces aquatiques utilisées afin de maximiser la rétention des polluants présents dans les eaux usées. Tel est la principe préconisé par la méthodologie de la Mosaïque Hiérarchisée des Ecosystèmes Artificielles (MHEA) dont nous recherche les condition d'application dans un contexte de climat tropical humide tel que Yaoundé (au Cameroun).

Mots clés : Eaux usées, latrines, Fosses septiques, Station d'épuration, Pollution, Risques sanitaires et environnementaux, Lagunage, MHEA, Participation.

Introduction

En la faveur d'une démographie galopante, de la faiblesse des moyens financiers et matériels et des difficultés à maîtriser la croissance urbaine, les municipalités de Yaoundé ont de plus en plus de la peine à offrir un service de proximité approprié. Le secteur de l'assainissement n'en est pas épargné. Il est dominé par des ouvrages d'assainissement autonomes, principales sources de pollutions diffuses, difficilement maîtrisable. Les efforts fournis pour munir certains quartiers de systèmes collectifs ont porté essentiellement sur les stations par boues activées incompatibles avec les capacités techniques, matérielles et financières des municipalités à qui incombe la gestion de l'assainissement. Ces stations sont ainsi abandonnées quelques années après leur construction.

Cette situation n'est pas particulière à Yaoundé. La plupart des villes d'Afrique au Sud du Sahara présentent des similitudes. Elles ont une croissance démographique spectaculaire et quasi-exponentielle avec des taux de croissance proche du double la moyenne mondiale : de 3,5 à 6,2% à Yaoundé (au Cameroun) entre 1977 et 2001, 4,8% entre 1988 et 2000 à Niamey (au Niger), 3,4 à 4,4% à Ouagadougou (au Burkina Faso). Les bidonvilles sont dominants car les stratégies de gestion foncière sont peu adaptées et inefficaces et les ressources matérielles, financières et humaines disponibles dans les municipalités en charge de la gestion urbaine sont limitées. Les dysfonctionnement des systèmes d'assainissement des déchets solides et liquides sont perceptibles dans toutes les villes : les eaux usées stagnent dans les espaces vides, la chaussée et les drains. Les déchets solides sont irrégulièrement enlevés. Les conséquences du dysfonctionnement des systèmes d'assainissement sur le cadre de vie et l'écosystème naturel prennent de plus en plus d'ampleur et interpellent tous les acteurs impliqués à prendre des décisions appropriées.

Les systèmes extensifs d'épuration collective des eaux usées sont, à l'état actuel des connaissances, adaptés au contexte urbain des pays en développement. (Radoux, 1986), (Radoux, 1990), (Niang, 1995), (Kengné, 2001), (Wéthé, 2001), (Nya et al., 2002), (Koné, 2002). Plus d'une trentaine des stations de traitement par lagunage des eaux usées ont été construites, entre 1975 et 2002, dans 14 pays francophones d'Afrique de l'Ouest et du Centre, de la Mauritanie au Congo (Brazzaville) en passant par le Cameroun. Ces stations représentaient, en 2002, près de 18% des ouvrages de traitement collectif existant dans ces pays. Une étude sur une vingtaine de ces ouvrages a montré que les procédés à microphytes prédominent et représentent 75% de l'échantillon étudié. (EIER-CEREVE, 2002). Les stations à macrophytes de l'échantillon considéré sont pour la plupart à l'échelle expérimentale. La même étude relève que ces systèmes sont caractérisés par :

- leur rusticité et la simplicité de leur conception : très peu d'ouvrages visités sont dotés d'éléments électromécaniques et les modèles de dimensionnement

utilisés ne sont pas complexes ;

- la souplesse de leur réalisation et de leur exploitation : les matériaux utilisés sont disponibles localement, la main d'œuvre qualifiée est moins exigée pour les travaux d'entretien courant (désherbage, nettoyage des ouvrages de pré-traitement, extraction des macrophytes etc.) ; l'évaluation des charges d'exploitation n'a pas été possible du fait de l'insuffisance des données pertinentes ; cependant, sur les cinq réponses concernant ce volet, les coûts d'exploitation varient de 100 fCFA/m²/an, (0,015€ ; 0,024\$CAD) pour les stations de grandes capacités, plus 36.000 m³/j à 9.000 fCFA/m²/an (13,72€ ; 21,88\$CAD) pour les stations expérimentales de petite capacité (inférieure à 5m³/j) ;
- leur robustesse parce qu'ils supportent les variations de charge : bien que les capacités initiales de certaines stations soient dépassées, les rendements épuratoires restent relativement acceptables. Les résultats d'analyses d'échantillons d'effluents aux sorties des bassins de stabilisation pour cinq stations de lagunage montrent des taux d'abattement de 40% à 93% pour les matières solides en suspension, de 40% à 97% pour la Demande chimique (DCO) et biologique (DBO), entre 23% et 98% pour l'azote et le phosphore et enfin de 2 à 7 unités logarithmiques pour les coliformes et les streptocoques fécaux.

Cependant, les stations étudiées rencontrent quelques problèmes liés à l'insuffisance des moyens matériels et financiers pour assurer leur exploitation, la « démotivation » du personnel exploitant et l'insuffisance du suivi de la qualité des eaux usées et des effluents.

C'est pour contribuer à la mise place de tels systèmes à Yaoundé que nous avons amorcé, depuis octobre 1999 dans cette ville, une étude sur l'épuration par voie naturelle des eaux usées, basée sur la méthodologie de la Mosaïque Hiérarchisée des Ecosystèmes Artificielles (MHEA). Mise en place à la fin des années '70 par le Professeur Michel Radoux (FUL – Belgique), cette technologie s'appuie sur le principe selon lequel chaque espèce aquatique utilisée en lagunage ne peut pas à elle seule offrir des rendements épuratoires maximum pour tous les polluants présents dans les eaux usées ; seule une série d'écosystèmes aquatiques et semi-aquatiques est susceptible de le faire. La MHEA consiste donc à mieux organiser et à structurer de manière artificielle ces espèces dans le but de maximiser les capacités de rétention offerte par chacune d'elle. L'efficacité de cette approche, du point de vue épuration des eaux usées, a déjà été prouvée sous climat tempéré (Belgique, France, Canada, etc.), méditerranéen (Maroc) et sahélien (Sénégal). La finalité de notre travail est de pouvoir tester cet outil à Yaoundé, une ville située en Afrique tropicale humide.

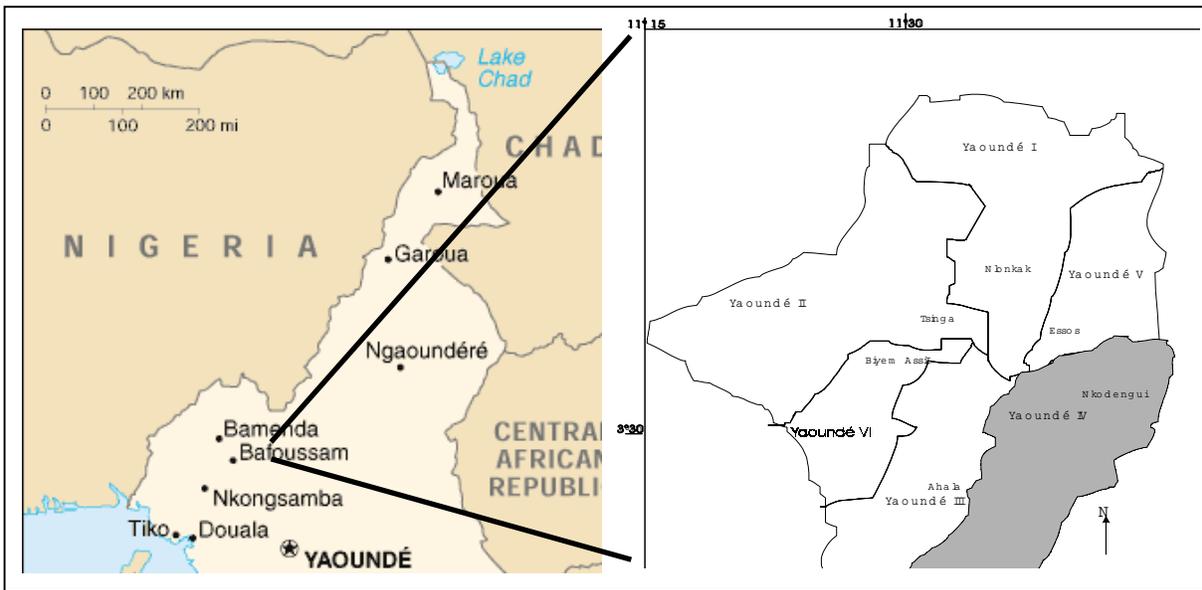


Figure 1. Carte de la région : a) localisation de la ville de Yaoundé ; b) subdivisions administratives de Yaoundé

La ville de Yaoundé est située à environ 250 km de la côte Atlantique. Ses coordonnées géographiques sont, le 3°52' latitude nord et le 16°04' longitude Est. (Vanchi-Bonnardi, 1973). Son relief est assez accidenté avec une altitude moyenne de 800m. Ce relief est dominé par des collines, ce qui lui a valu le nom de « ville aux sept collines » en référence à sa position relative dans une vallée bordée de sept collines dont les plus élevées sont situées du côté Ouest et Nord-ouest : le mont *Mbankolo* (1.200m), le mont *Fébé* (1073m) et le mont *Akokndoué* (967m).

Le climat de Yaoundé est du type équatorial à quatre saisons qui s'alternent dans l'année : la grande saison sèche (mi-novembre/mi-mars), la petite saison de pluie (mi-mars/ mi-mai, la petite saison sèche (mi-mai/mi-juillet) et la grande saison de pluie (mi-juillet/mi-novembre). Ce climat est caractérisé par l'abondance de pluies (1.650 mm/an), et une température moyenne de 23,5°C contrastée entre 16 et 31°C selon les saisons. L'hygrométrie moyenne, de 80%, varie dans la journée entre 35 et 98%. Les vents fréquents sont humides et soufflent en direction Sud-ouest/Ouest ; les vents violents sont orientés Nord/Ouest (Wéthé, 1999), (Wéthé, 2001). La végétation est du type intertropical avec prédominance de la forêt humide méridionale.

Siège des institutions politiques et du Cameroun, Yaoundé est subdivisée sur le plan en six Arrondissements, commandés par des Sous-préfets nommés et gérés par des maires d'arrondissement élus. Ces six arrondissements, dont la limite commune se trouve au centre de la ville au niveau de la Poste centrale, sont les suivants :

- Yaoundé 1^{er} qui couvre l'essentielle de la zone commerciale, s'étend vers le nord de la ville et représente environ 24% de la superficie totale de Yaoundé ; il partage l'essentiel de ses frontières avec les arrondissements de Yaoundé 2 (à l'ouest) et Yaoundé 5 (à l'est) ;
- Yaoundé 2^{ème} s'étend vers l'ouest sur 23,2% de la superficie de la ville ; il renferme les premiers quartiers de la Société immobilière du Cameroun (SIC), (Messa, Cité verte) ; il partage ses frontières avec Yaoundé 1 (à l'est) et Yaoundé 6 (au sud) ;
- Yaoundé 3^{ème} qui s'étend vers le sud-ouest de la ville et renferme l'université de Yaoundé 1 ; Yaoundé 4 (à l'est) et Yaoundé 6 (à l'ouest) lui sont frontaliers ;
- Yaoundé 4^{ème} s'étale vers le sud-est de la ville et renferme la majeure partie des lotissements municipaux de Yaoundé ; il est limité par Yaoundé 3 (à l'ouest) et Yaoundé 5 (au nord) ;
- Yaoundé 5^{ème} s'étend vers le nord où il est limitrophe de Yaoundé 1 (à l'est) et Yaoundé 4 (au sud) ; une partie des lotissement communaux (Mimboman, Essos, etc.) en font partie ;
- Yaoundé 6^{ème} couvre la partie ouest de la ville avec des limites avec Yaoundé 2 (à l'ouest) et Yaoundé 4 (à l'est) ; il comporte la majorité des quartiers (Biyem Assi, Nsimeyong, Etoug Ebé, etc.) lotis par la Mission d'aménagement des terrains urbains et ruraux (MAETUR).

Cet ensemble, qui s'étend sur 13 614 ha en 2002, forme depuis 1987 la Communauté urbaine de Yaoundé, dirigée par un Délégué du Gouvernement nommé par le Chef de l'Etat.

A l'instar de la ville de Douala (capitale économique du Cameroun), Yaoundé est une métropole de plus de 1 million d'habitants depuis la fin du 20ème siècle. Le taux de métropolisation¹⁷ est de 35% et le taux d'urbanisation primatale¹⁸ représente 16,5% de la population citadine. Les prévisions de croissance démographique prévoient une population d'environ 1,4 millions d'habitants en 2001. Les ajustements monétaires (du francs CFA) de 1994 en Afrique vont profondément éprouver le développement de Yaoundé en particulier et des villes camerounaise en général, déjà en situation précaire depuis la fin des années '80, date d'annonce officielle du début de la crise économique.



Ville de Yaoundé, Cameroun

Objectif et méthodologie d'approche

L'objectif général de ce travail est d'étudier les conditions d'application, en zone tropicale humide, de la MHEA déjà éprouvée sous d'autres climats (tempéré, méditerranéen et sahélien). L'optimisation de l'efficacité épuratoire des eaux usées que recherche la MHEA passe nécessairement par la connaissance et la maîtrise des paramètres socio-économiques, techniques, urbanistiques, sanitaires et environnementaux de la zone considérée. Tel est le but assigné au travail de recherche en cours à Yaoundé (au Cameroun). Envisager de tels systèmes, recommande que la zone ciblée soit suffisamment dotée en réseau de voirie comme support des canalisations d'égout. C'est à ce titre que l'étude s'est intéressée particulièrement aux quartiers structurés de cette ville.

L'un de ses objectifs spécifiques est d'analyser la situation de

l'assainissement des eaux usées et d'évaluer le niveau de participation des ménages à l'amélioration des systèmes utilisés. Pour atteindre cet objectif, une enquête par sondage à choix raisonné, a été conduite auprès de 620 ménages appartenant à une dizaine de quartiers structurés de la ville. En outre, des campagnes d'observations des pratiques d'assainissement et de diagnostic des ouvrages ont été effectuées dans 10% de l'échantillon final afin de compléter les données d'enquêtes. Cet échantillon a été obtenu après stratification de la ville en zones homogènes (tissus urbains), tirage au sort des quartiers structurés à enquêter et application de la méthode des quotas avec un taux de sondage au cinquième (1/5^{ème}) sur l'ensemble des 30 500 ménages que comptent les quartiers choisis. (Wéthé, 2001). Cette méthode est très utilisée dans les enquêtes en milieu urbain, surtout dans un contexte comme celui de Yaoundé où les statistiques permettant d'établir une base de sondage fiable ne sont pas rigoureusement actualisées depuis 1987, date du dernier recensement général de la population et de l'habitat au Cameroun. La répartition des ménages selon les tissus urbains appartenant à la zone de l'étude est la suivante :

- 122 ménages des quartiers aménagés par la MAETUR ; Biyem Assi-MAETUR (avec 60 ménages) et Nsimeyong (62 ménages) font partie de cette entité ;
- 240 ménages des zones d'habitations de la SIC ; les quartiers choisis dans ce groupe sont Biyem Assi-SIC, Cité Verte, Mendong et Messa avec chacun 60 ménages interviewés ;
- 198 ménages des quartiers lotis par la municipalité de Yaoundé (LC) ; la répartition des ménages en fonction des quartiers choisis est de 60 à Essos, 78 à Mimboman et de 56 à Nsam ;
- 60 « ménages unitaires » de la Cité universitaire font le groupe des équipements collectifs.

Le choix de ces quartiers s'est opéré sur la base de quatre critères :

1. le **critère géographique** pour assurer une bonne représentativité spatiale de la ville avec la présence d'un maximum d'arrondissements et de tissus urbains ;
2. le **critère socio-économique** qui se fonde sur la nécessaire participation des bénéficiaires aux projets futurs ; ce qui suppose que les ménages choisis aient au moins un revenu moyen ;
3. le **critère urbanistique** caractérisant la présence d'une trame de voirie suffisante, susceptible de constituer un support pour les réseaux d'égout projeté ;
4. le **critère technique** permet de se focaliser sur l'objet principal de notre étude, à savoir la présence d'une station d'épuration à l'exutoire d'un réseau d'égout existant.

¹⁷ Taux de métropolisation = Population des villes millionnaires en 1992, rapportée à la population urbaine totale du pays.

¹⁸ Taux d'urbanisation primatale = Population de la capitale en rapport de la population urbaine totale du pays.

Quartier	Typologie de l'habitat			Niveau de standing du cadre bâti			
	Traditionnel	Mixte	Moderne	Bas	Moyen	Haut	Très haut
Biyem Assi MAETUR	16,6%	16,7%	66,7%	13,3%	70,0%	13,3%	3,3%
Biyem Assi SIC	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	60,0%	36,7%	3,3%
Cité Universitaire	0,0%	3,3%	96,7%	10,0%	76,7%	10,0%	3,3%
Cité Verte	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	96,7%	3,3%
Essos	15,6%	25,0%	59,4%	34,4%	37,5%	21,9%	6,3%
Mendong	0,0%	6,7%	93,3%	0,0%	23,3%	66,7%	10,0%
Messa	0,0%	3,3%	96,7%	0,0%	30,0%	53,3%	16,7%
Mimboman	12,9%	25,6%	61,5%	7,7%	56,4%	30,8%	5,1%
Nsam	14,3%	50,0%	35,7%	17,9%	64,3%	17,9%	0,0%
Nsimeyong	3,2%	22,6%	74,2%	6,5%	80,6%	12,9%	0,0%
Total	6,5%	15,5%	78,1%	9,0%	35,8%	50,0%	5,2%

Tableau 1 : Typologie de l'habitat et niveau de standing du cadre bâti dans les quartiers étudiés

Suivant ces critères, l'échantillon stratifié final appartient à trois tissus urbains répartis dans cinq communes urbaines d'arrondissement sur les six existants. Chaque enquêteur recruté et formé a été affecté dans un quartier. Un itinéraire a été imposé à chacun afin d'assurer une couverture spatiale dans le quartier et d'éviter les risques de répétition. En outre, il a été recommandé de respecter les quotas par quartier et de ne pas sélectionner les ménages voisins.

Résultats

Caractéristiques socio-économiques des ménages des quartiers structurés de Yaoundé

Description du cadre bâti et habité

L'organisation spatiale de l'habitat fait ressortir deux ensembles d'occupation des sols, à savoir, les parcelles individuelles ou unités d'habitation individuelle occupées par une seule maison (64% de l'échantillon) et les parcelles collectives constituées de plusieurs maisons ou d'immeubles à plusieurs appartements (36% de l'échantillon).

Trois types d'habitat ont été identifiés dans l'ensemble de la zone étudiée (tableau 1):

- l'habitat « moderne », 78% de l'échantillon, est doté de l'essentielle des réseaux techniques urbains et des services urbains de base de santé et d'éducation ;
- l'habitat « mixte » (16% l'échantillon), est caractérisé par des parcelles accessibles par une voie en bon état et desservi par les réseaux techniques urbains à des taux variant de 30% à 80%. La présence des autres services urbains de base (éducation et santé) est facultative ;

- l'habitat dit « traditionnel », (moins de 7% de l'échantillon), est caractérisé par des parcelles difficilement accessibles (routes en mauvais état de fonctionnement) et l'éloignement, voire l'absence des réseaux d'eau et d'électricité ainsi que les services urbains de base.

Le niveau de standing du cadre bâti est assez diversifié dans la zone d'étude et marqué par quatre grands ensembles classés selon le niveau de standing décroissant (tableau 1):

- les maisons de « très standing » construites en matériaux dits définitifs (parpaings/briques, carrelage, tôle/tuile, plafond en contre plaqué/plâtré, jardin, clôture, eau, électricité et téléphone). Ce type de standing est généralement caractéristique des habitats modernes ;
- les maisons de « haut standing », identiques aux précédentes mais à un degré de finition moindre. Ce type de standing est également caractéristique des habitats modernes ;
- les maisons de « standing moyen » de degrés de finition moins élevée, sont caractéristiques de l'habitat mixte ou moderne si l'on tient compte des évolutions possibles dans le temps ;
- les maisons de « bas standing » construites en parpaings/briques de terre non crépis ou en matériaux provisoires (planches, torchis plus ou moins crépis).

Deux formes d'occupation de la parcelle coexistent dans les différents quartiers étudiés :

- les « locataires » avec près de 60% de l'échantillon, notamment dans les habitations de la SIC. Il y a autant

de locataires que de propriétaires dans les autres quartiers

- les « ménages propriétaires » ou « familiales » représentent 40% de notre l'échantillon, avec cependant des taux inversés dans les quartiers précédents.

La responsabilité de chef de ménage incombe dans 80% des cas au genre masculin contre 20% tenus par des femmes. Chaque chef de ménage a en charge 6 personnes en moyenne.

Situation d'emploi des chefs de ménages

Sur l'ensemble de l'échantillon, 76,1% des chefs de ménage exercent une activité « principale ou permanente » parmi lesquels 10,3% pratiquent une activité « secondaire ou temporaire » (Tableau 2).

Le secteur public est le premier employeur des actifs (avec 63% des actifs), contre 37% pour le secteur privé. Les catégories socioprofessionnelles sont les « hauts cadres » (12% des actifs), les « cadres et assimilés » (34,2%), les « cadre moyen/agent de maîtrise » (16%) et les autres catégories (avec 1,3% des cas).

Le (ou la) conjoint(e) exerce une activité économique dans 60% des ménages de l'échantillon. Les enfants actifs vivant encore dans la maison familiale sont présents dans 16% des ménages étudiés.

Quartier	Activité principale		Activité secondaire	
	Non	Oui	Non	Oui
Biyem Assi MAETUR	13,3%	86,7%	90,0%	10,0%
Biyem Assi SIC	23,3%	76,7%	76,7%	23,3%
Cité Universitaire	100,0%	0,0%	96,7%	3,3%
Cité Verte	10,0%	90,0%	93,3%	6,7%
Essos	9,4%	90,6%	84,4%	15,6%
Mendong	3,3%	96,7%	93,3%	6,7%
Messa	3,3%	96,7%	93,3%	6,7%
Mimboman	10,3%	89,7%	82,1%	17,9%
Nsam	42,9%	57,1%	96,4%	3,6%
Nsimeyong	29,0%	71,0%	93,5%	6,5%
Total	23,9%	76,1%	89,7%	10,3%

Tableau 2 : Situation d'activité des chefs de ménages.

Revenus des ménages¹⁹

En raison des réticences, le taux de réponse est faible (30% des réponses). L'analyse des données ainsi collectées montre qu'à

¹⁹ Référence : 655,96 fCFA → 1€ → 1,5951\$CAD au 14/05/03

partir des actifs du ménages (chefs de ménages, conjoints et enfants) :

- moins de 9% des actifs gagnent plus 729\$CAD (ou 457,35€) par mois ;
- 16% des actifs ont un salaire de 486,3\$CAD (304,9€) à 729\$CAD (457,4€) par mois ;
- 40% des actifs ont des revenus de 252,5\$CAD (152,5€) à 486,3\$CAD (304,9€) par mois ;
- 17% des actifs ont des revenus mensuels entre 145,9\$CAD (91,5€) et 252,5\$CAD (152,5€) ;
- 11% des actifs disposent d'un revenu entre 60,8\$CAD (38,11€) et 145,9\$CAD (91,5€) ;
- moins de 9% des actifs possèdent des revenus inférieurs au SMIG camerounais (24.300 fCFA/mois, 59,1CAD ou 37,1€) ; ils correspondraient aux activités de petit commerce de rue, d'apprentis menuisiers ou maçons,

Par ordre d'importance des revenus permanents, on peut avoir, selon le type de tissu urbain, le classement suivant :

- les ménages interviewés dans les zones d'habitations de la SIC ont un revenu moyen de relativement plus élevé : 308.000 fCFA/mois/ménage (748,95\$CAD ou 469,54€) ;
- les ménages des aménagements de la MAETUR ont un revenus mensuel moyen d'environ 233.200 fCFA/mois/ménage (567,06\$CAD ou 355,51€) ;
- les quartiers des lotissements communaux viennent en troisième position avec une moyenne mensuelle de revenu permanent de 220.500 fCFA/mois (536,18\$CAD ou 336,15€) ;

Pour combler les insuffisances des données sur les revenus des ménages, une autre approche par les dépenses dans la famille a été opérée : les ménages semblent plus enclins à décliner facilement les dépenses mensuelles que de déclarer leurs revenus. Cependant, le taux de réponse n'est que de 56%. La dépense mensuelle sur l'ensemble des dix quartiers est de 197.500 fCFA/mois/ménage (480.25\$CAD ; 301.09€). Si l'on exclue les ménages unitaires de la Cité Universitaire, pour ne tenir compte que des ménages classiques, la dépense « significative » s'élève à 215.500 fCFA/mois/ménage (524.02\$CAD ; 328.53€). En fonction des tissus urbains, l'analyse fait remarquer que les dépenses sont relativement plus élevées dans les habitations de la SIC (en moyenne de 246.500 fCFA/mois/ménage, (599.40\$CAD ; 375.79€). Celles-ci sont proches de la moyenne dans les lotissements municipaux (215.500 fCFA/mois), et inférieures dans les quartiers aménagés par la MAETUR (139.000 FCFA/mois/ménage (330.71\$CAD ; 207.33€)).

La répartition, en fonction des rubriques, fait apparaître que les trois premiers postes de dépense dans un ménage sont respectivement la nutrition (33% des dépenses), le loyer (18%) et le transport (16%) : ces rubriques concentrent environ 67% des

dépenses moyennes dans le ménage. Le paiement des factures d'eau, d'électricité et de téléphone représentent 14% des dépenses mensuelles tandis que les soins de santé couvrent 6% des dépenses contre 13% pour les autres dépenses y compris l'épargne.

L'équilibre budgétaire n'est atteint que dans les 60% des ménages où le conjoint est également en activité. En effet, dans l'ensemble des quartiers ayant fait l'objet de l'enquête, l'équilibre entre les revenus permanents et les dépenses du ménage est atteint avec un excédant d'environ 54.500 fCFA/mois/ménage (132.53\$CAD ; 83.08€).

Les ouvrages d'assainissement des eaux usées et excréta dans la zone d'étude

Les ouvrages d'assainissement des eaux usées de la ville de Yaoundé peuvent se classer en deux catégories : les ouvrages d'assainissement individuel (fosses septiques et latrines) et les ouvrages d'assainissement collectif (réseau d'égout et stations d'épuration) (Tableau 3).

Type Ouvrage	Egout	Fosse septique	Fosse septique et latrine	Latrine
Assainissement				
Biyem Assi-MAETUR	0%	55%	3%	42%
Biyem Assi-SIC	100%	0%	0%	0%
Cité universitaire	100%	0%	0%	0%
Cité verte	100%	0%	0%	0%
Essos	0%	53%	6%	41%
Messa	100%	0%	0%	0%
Mendong	87%	13%	0%	0%
Mimboman	0%	38%	7%	55%
Nsam	0%	54%	3%	43%
Nsimeyong	0%	81%	3%	16%
Moyenne zone	49%	29%	2%	20%

Tableau 3: Répartition selon les quartiers, des modes d'assainissement des eaux usées et excréta.

Les ouvrages d'assainissement individuel

Ces ouvrages dominent dans la zone d'étude puis que 54% de l'échantillon les utilisent (tableau). Ils sont composés, par ordre d'importance :

- des fosses septiques identifiées dans 30% des ménages situés dans les quartiers aménagés par la MAETUR (45%) et les lotissements communaux (51%).
- latrines utilisées par 21% des ménages des lotissements communaux (72%) contre 28% dans les zones aménagées par la MAETUR.
- la combinaison « fosses septiques et latrines » dans un même ménage est observée dans 3% des ménages des quartiers lotis par la municipalité et des aménagements de la MAETUR

Les latrines

Ces ouvrages, dont les deux tiers datent de 10 à 20 ans, sont utilisés par les ménages qui ne sont pas raccordés au réseau d'eau potable. Ils sont réalisés, à plus de 70% des cas, par des puisatiers et tâcherons non qualifiés, contre 22% construits par des maçons. C'est ainsi que la majorité des latrines est mal construite et les coûts de réalisation sont relativement peu élevés : en moyenne 70.000fCFA (170.22\$CAD ; 106.71€), variant de 10.000 à 450.000fCFA (15.24\$CAD/24.32€ à 1094.25\$CAD/686.02€), selon le degré de finition des travaux. La moitié des latrines a été vidangée une seule fois et le quart l'a été au moins 3 fois depuis leur réalisation, ceci contre paiement d'une somme de 35.000 à 75.000 fCFA/vidange (85.11\$CAD/53.36€ à 182.37\$CAD/114.34€). Les lieux de dépôt des boues de vidanges sont les cours d'eau, les lacs et les zones marécageuses situées en périphérie de la ville.

Plus des 4/5^{ème} des ménages disposant de latrines ne sont pas satisfaits du fonctionnement de ces ouvrages à cause de la présence permanente de mouches, de moustiques, de cafards et de souris, le dégagement d'odeurs nauséabondes, les défauts de construction et l'insuffisance d'entretien. Pour résoudre ces problèmes, près des 3/4 des ménages considérés souhaitent, construire des ouvrages « modernes » (latrines améliorées de type Ventilated Improved Pit latrines - VIP, fosses septiques et réseau d'égout) et faire usage des déodorants.

Les fosses septiques

Les fosses septiques, dont environ 22% sont âgés de moins de 10ans, ont été réalisées à 88% par une main d'œuvre non qualifiée à des coûts moyens de 400.000 fCFA, soit 972.66\$CAD (609.80€), variant de 140.000 à 1 million de fCFA (43\$CAD/213.43€ à 2431.65\$CAD/1524.49€). Les vidanges, au moyen de camions spécialisés, ont été effectuées seulement dans 35% des ouvrages identifiés contre paiement d'environ 52.000 fCFA/vidange (126.45\$CAD ; 79.27€). Les lieux de dépôt des boues de vidanges sont identiques que précédemment.

Près des 3/5^{ème} des détenteurs de fosses septiques ne sont pas satisfaits des performances et du fonctionnement de leurs ouvrages à cause du dysfonctionnement des équipements sanitaires internes (62%), les défauts de maintenance (14%), les défauts de construction (10% des cas) et la présence de cafards et d'odeurs dans 8% des fosses septiques. Les solutions préconisées vont de la réhabilitation ou de la reconstruction de nouvelles fosses septiques (60%) à la remise en marche des services d'hygiène municipaux (8%) en passant par les réseaux d'égout avec stations d'épuration.

Les ouvrages d'assainissement collectif

Ces systèmes desservent 46% des ménages de l'échantillon habitant principalement les quartiers de la SIC et à la Cité

universitaire ; plus de moitié de ces ménages ignore le lieu où ils se trouvent et seulement les 2/5^{ème} connaissent qui en est le gestionnaire. Moins de 3% des ménages reconnaissent avoir payé environ 28.000fCFA (68.09\$CAD ;42.69€) pour se raccorder au réseau d'égout et en entre 800fCFA et 5000fCFA/mois/ménage, soit de 1.95\$CAD (1.22€) à 12.16\$CAD (7.62€) pour l'exploitation mensuelle du système.

Plus des ¾ des usagers n'apprécient pas les performances et le fonctionnement des stations d'épuration par boues activées installées dans leurs quartiers. Les raisons avancées sont entre autres, l'absence de traitement des eaux usées (33%), la prolifération des odeurs nauséabondes et des vecteurs de maladies (26%), les pannes régulières dues à la vétusté des installations et au manque d'entretien (66%), l'absence de suivi et d'entretien des installations, la mauvaise gestion et les lenteurs d'intervention des exploitants (9%) conduisant à la mise hors service des stations. A ces problèmes s'ajoutent le défaut de maintenance et d'entretien des réseaux (38%), cause des remontées d'eaux usées sur la chaussée et dans les maisons. Parmi les solutions proposées, l'enquête note : le renouvellement des équipements des stations et l'entretien régulier des installations (38%), la réhabilitation entière ou la construction d'une nouvelle station et d'un réseau d'égout, (26%), l'interpellation et la responsabilisation des autorités et des organismes en charges d'exploitation des stations (21%), le renforcement des équipes d'entretien (personnel et matériel) ainsi que leur motivation (10%) et enfin, la sensibilisation, l'animation et l'éducation des usagers, notamment les jeunes sur les règles d'utilisation des équipements sanitaires (3,4%).

La perception des ménages des quartiers structurés sur les enjeux liés aux eaux usées

Les eaux usées sont considérées par plus de 63% des ménages interrogés comme sources de problèmes d'environnement, de santé et de dégradation du patrimoine urbain.

Les problèmes d'environnement

A partir des avis des populations, on peut estimer que les problèmes environnementaux, causés par les eaux usées fortement chargées, sont préoccupants dans la zone d'étude puis qu'ils sont cités par 75% des ménages qui les perçoivent en terme de :

- pollution et la dégradation de la qualité de la ressource en eau citée par 78% des ménages avec comme conséquence la disparition des espèces aquatiques (poissons) ;
- contamination des sols évoquée par 63% des ménages entraînant la détérioration de la qualité des sols l'érosion et le ravinement des sols ;
- détérioration du cadre de vie, la destruction du patrimoine urbain, l'innesthétisme, l'insalubrité et la

gène des voisins évoqués 40% des ménages interrogés ;

- risques de maladies et autres malaises, le ralentissement des activités socio-économiques et les risques accrus d'accidents sont reconnus par 30,1% des ménages interrogés ;
- pollution de l'air avec le dégagement d'odeurs nauséabondes, vue par 25% de l'échantillon.

Les travaux de recherche et les études antérieures et récentes confirment bien la perception des ménages enquêtés. (Fonkou, 96), (Wéthé, 99), (Ngnikam, 00), (Djeuda et al., 01), (LESEAU, 01), (Wéthé, 02). De ces études, il ressort que l'impact des eaux usées (et des déchets solides), domestiques et industriels, est perceptible sur la qualité des eaux des cours d'eau. Ces eaux ont un niveau de pollution supérieur au aux directives de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) : matières solides en suspension (145 et 1900 mg/l), phosphore (de 0,3 à 33mg/l), azote ammoniacal (1,2 à 60 mg/l), nitrates (0,7 et 9 mg/l), fer (1,85 à 5,5 mg/l), oxygène dissous (1,1 et 5mg/l), DBO5 (de 8 à 300mg/l), coliformes et streptocoques fécaux (de 10³ à 10⁷ UFC/100ml). (Wéthé, 02). D'autres études notent la présence de métaux lourds : cadmium (5 à 21µg/l), plomb (14 à 250µg/l), zinc (28 à 300µg/l) et cuir de 16 à 1200µg/l aux exutoires des eaux usées de certaines industries (LESEAU,01).

Cette situation est encore aggravée par les pratiques agricoles avec usage d'engrais et pesticides chimiques dans les bas fonds marécageux de la ville. A ces facteurs s'ajoutent le comblement des bas fonds à des fins d'habitation du fait de l'insuffisance de l'offre en parcelles viabilisées, la prolifération d'activités socio-économiques informelles, etc. Les conséquences, déjà visibles, sont entre autres, l'eutrophisation et le comblement des plans d'eau (cas des lacs et étangs de Messa, de Nkolbisson, de l'Université, de Obili etc.), l'appauvrissement, voire la disparition de la faune et de flore aquatique mettant ainsi en cause la valeur écologique de ces milieux, l'innesthétisme et les nuisances diverses (dont principalement les odeurs et les moustiques).

Les problèmes de santé

Les problèmes de santé, dus au non-traitement des eaux usées et à leur stagnation dans les drains et les espaces libres sont signalés par 56% des ménages interrogés en terme de :

- prolifération de gîtes des vecteurs de maladies (moustiques, mouches, cafards et rongeurs) ainsi que des odeurs nauséabondes (citée par 60% des ménages de la zone) ;
- présence, dans les eaux usées, de germes et microbes pathogènes, perçue par 30% des ménages comme facteurs de maladies chez les riverains ;
- contamination de l'eau, des sols et des aliments avec des risques de santé : 67% de ces ménages

craignent la dysenterie amibienne, la typhoïde et la diarrhée tandis que 17% évoquent le paludisme causé par les moustiques (type anophèle femelle).

De l'avis de ces ménages, ces maladies sont susceptibles d'entraîner des invalidités, des dépenses importantes et même des décès.

Le croisement des données précédentes, avec les maladies ayant survénues dans les ménages durant les trois derniers mois qui ont précédé l'enquête montre que ces dernières sont pour la plupart d'origine hydrique et se résument en (figure 2) :

- le paludisme qui affecte en moyenne 35% des ménages de la zone d'étude ;
- la diarrhée et la dysenterie dont a souffert 11% des ménages de l'échantillon ;
- la typhoïde qui touche près de 10% des ménages étudiés, à ces maladies, l'étude permet de relever dans l'échantillon, la toux dans 17% des ménages.

L'étude n'a pas permis d'identifier un groupe particulièrement vulnérable par ces maladies dans les ménages interrogés. La proportion des personnes touchées par ces affections est de 12% chez les enfants de moins de 4 ans, de 18% chez les jeunes de moins de 15 ans et enfin de 20% chez les adultes. Par ailleurs, le lien entre ces maladies et les défauts d'assainissement des eaux usées n'est pas clairement défini à la fin de cette étude. Cependant, on retrouve un lien entre les maladies perçues par les ménages et celle effectivement déclarées au niveau des centres de santé de la ville. En effet, une analyse des données issues du service épidémiologie et endomo-épidémies du Ministère de la santé (Direction de la santé communautaire) montre que les risques de maladies hydriques sont élevés dans toute la ville, sans distinction de tissu urbain, notamment dans les ménages riverains des cours d'eau et des zones de stagnation des eaux usées. De ces données il ressort que ces maladies sont la cause de près de 15% des affections dans les ménages de la ville de Yaoundé. Les enfants de moins de 5 ans sont les plus touchés et représentent 30% des cas déclarés dans l'ensemble des centres hospitaliers de la ville. Cette situation évolue en dents de scie entre 1996 et 2002 : 21.000 en 1996 (avec 15 décès constatés), 11.025 cas en 1999 (avec 20 décès), 19.000 cas en 2000 (dont 10 décès), 13.000 cas en 2001 (dont 31 décès) et enfin 19.500 cas de diarrhée en 2002 (dont 15 décès). (MinSanté/DSC, 2002).

Les problèmes affectant les réseaux techniques urbains

Les problèmes dont souffrent les réseaux techniques urbains, du fait des eaux usées mal drainées, sont évoqués par 52% des ménages interviewés en termes de bouchage des égouts (50% des ménages raccordés), d'obstruction des systèmes de drainage d'eaux pluviales (23% des ménages), de cassure des canalisations et de remontée d'eaux usées sur la chaussée (7% des ménages de l'échantillon). Les conséquences évoquées par les ménages de l'échantillon sont entre autres :

- la destruction des infrastructures urbaines, la réduction de la durée de vie des réseaux urbains, particulièrement la voirie devenue impraticable et ralentissant les activités économiques. Cette conséquence est évoquée par 70% des ménages de l'échantillon qui pensent en outre que les dépenses de réhabilitation sont importantes ;
- la pollution de l'environnement urbain engendre l'insalubrité, les odeurs nauséabondes, l'inesthétique et des désagréments pour 24% de l'échantillon ;

Les solutions préconisées pour une gestion participative de l'assainissement des eaux usées dans les quartiers structurés de Yaoundé

La problématique de l'assainissement des eaux usées, telle qu'elle se pose avec acuité dans les quartiers structurés de Yaoundé, nécessite que des solutions adaptées soient prises. Les conséquences sur l'environnement sont perceptibles, notamment au niveau des bas fonds marécageux et lac dont le degré d'eutrophisation et de comblement est élevé au point que certains sont en voie de disparition (lacs de Nkol Bisson à l'Ouest, de l'Université de Yaoundé 1, lac central). L'impact des eaux usées sur la santé, bien que l'étude n'ait pas établi de lien direct, est également perceptible. L'avis des ménages, à travers l'enquête conduite dans les quartiers structurés, couplé aux données statistiques sur les maladies diarrhéiques en sont des signaux. Les responsables sanitaires sont d'avis que les risques sont importants et indépendants du type de tissu urbain (bidonville, moyen standing, haut standing), même si les taux de prévalence sont relativement différents. D'une manière générale, le taux de prévalence des maladies diarrhéiques dans la ville de Yaoundé, notamment chez les enfants de moins de 5 ans est significatif (14%) et interpelle les acteurs compétents pour des solutions d'urgence et adaptées. Ces solutions existent, sont nombreuses et les ménages interrogés au cours de l'étude en sont informés et conscients.

L'information et la formation des ménages sur les techniques adaptées d'assainissement

L'enquête révèle que moins de 18% des ménages sont informés de l'existence de systèmes d'assainissement autres que ceux qu'ils utilisent : réseaux d'égout couplés à des stations d'épuration ou avec épandage souterrain, fosses septiques et latrines VIP. Cependant, plus de 80% de ces ménages n'ont aucune idée sur les performances de ces nouveaux systèmes.

Le choix des systèmes individuels d'assainissement des eaux usées (fosses septiques et latrines) est motivé d'une part, « par leur autonomie de gestion (cas des ménages déjà raccordés au réseau d'égout avec station d'épuration) » et d'autre part, « par leur coût de réalisation et d'exploitation relativement peu élevé ainsi que la meilleure décantation des matières solides ».

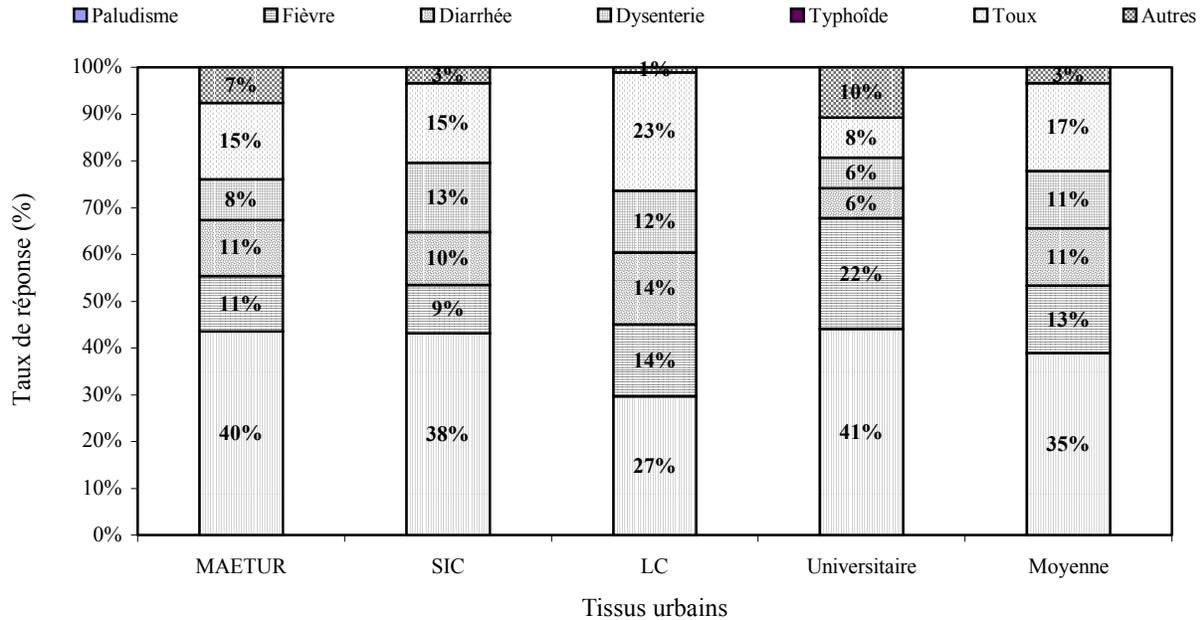


Figure 3 : Principales maladies déclarées par les ménages interrogés.

Le choix des systèmes collectifs (venant principalement des ménages dotés d'ouvrages individuels) est argumenté par « leur adaptation aux quartiers structurés, la présence de bas fond marécageux pouvant servir de sites d'implantation des stations et d'exutoire des effluents traités. Les stations sont en outre plus sécuritaires, fiables et efficaces pour le cadre de vie et l'environnement si le matériel d'exploitation et les ressources humaines y relatives sont adaptés. Elles ne nécessitent pas de vidanges régulières à la charge du ménage. En outre, leur conception répond à des règles scientifiques pour certains ménages. Elles offrent une très bonne décantation et participent efficacement à la dépollution des éléments chimiques et organiques. Elles comportent moins de risques de maladies et de contamination de l'environnement naturel. Systèmes modernes et performants, les stations d'épuration assurent l'hygiène et l'esthétisme du cadre de vie car elles traitent de manière complète les eaux usées avant leur rejet dans la nature ».

Les avis défavorables pour l'un ou l'autre système sont entre autres :

- Pour les systèmes individuels : « leur inadaptation aux quartiers structurés avec des parcelles de petites dimensions, la pollution diffuse du milieu aquatique, l'exigence de vidanges régulières et coûteuses, les limites des rendements et la faiblesse des capacités épuratoires ».

- Pour les systèmes collectifs et particulièrement sur les stations d'épuration par boues activées ayant montré leurs limites pendant des décennies à Yaoundé : « les pannes régulières et l'abandon des stations construites par la SIC, la non-maîtrise de cette technique par les exploitants ». Selon ces ménages, envisager de tels systèmes revient « à courir des risques de voir les sites devenir des dépotoirs sauvages d'eaux usées non traitées et des ordures ménagères ou des abris pour les vecteurs de maladies en l'absence de contrôle et d'entretien du système ». En outre, « la maintenance de telles installations est coûteuse ».

La capitalisation des ressources humaines, matérielles et financières endogènes

Les dysfonctionnements constatés et les désagréments que causent les eaux usées non traitées sur l'environnement, la santé et le patrimoine urbain sont tels que 75% des ménages interrogés sont d'avis pour acquérir de nouveaux systèmes d'évacuation et de traitement des eaux usées s'il est prouvé que ceux-ci sont plus performants. Quatre formes de contributions sont préconisées par ces ménages dans le but d'améliorer l'assainissement des eaux usées dans leurs quartiers respectifs :

1. la contribution financière, envisagée par 60% de l'échantillon, à un taux moyen d'environ 3.000fCFA par mois et par ménages (7.29\$CAD; 4.57€) ;

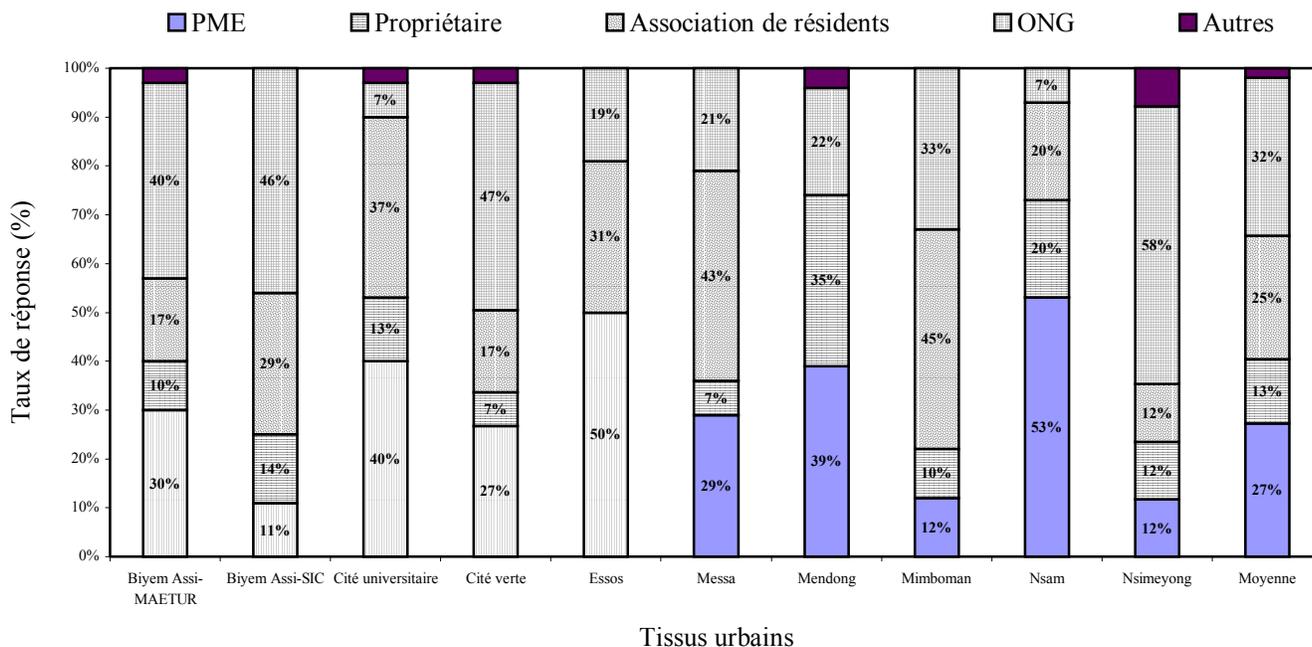


Figure 3. Mode de gestion des nouveaux systèmes d'évacuation et d'épuration des eaux usées envisagée par les ménages interrogés.

- la contribution sous forme de main d'œuvre préconisée par 22% de l'échantillon qui acceptent de consacrer en moyenne 3 jours de travail par semaine pour la réalisation de nouveaux systèmes d'évacuation et de traitement des eaux usées ;
- la contribution sous forme de matériel (brouettes, pelles, etc.) et de matériaux de construction (ciment, acier, parpaings, sables et gravier) est envisagée par 11% de l'échantillon ;
- les autres types de contributions portent sur l'appui technique et conseil pendant les études, le contrôle de la réalisation, la participation aux campagnes d'information, d'animation et de sensibilisation des ménages et de formation des tâcherons.

Toutes ces formes de contribution peuvent selon les ménages, être améliorés s'ils sont mieux informés sur les coûts des ouvrages et le mode de gestion préconisé.

La sensibilisation et l'information sur d'hygiène et les risques sanitaires dus aux eaux usées

Des programmes d'information, de formation et de sensibilisation des ménages et des jeunes scolaires en matière de maladies hydriques et de préservation de l'environnement existent à travers les médias (reconnus par 35% des ménages) et les écoles (21% des ménages). Ces ménages jugent ses programmes « insuffisants » et pensent qu'il est nécessaire de

recentrer le contenu et surtout les tranches horaires à la télévision afin d'atteindre une plus grande masse. Les thèmes abordés sont en outre « moins adaptés aux contextes socioculturels de la ville » avec un niveau de langage plus spécialisé. Ces thèmes couvrent les aspects liés à l'hygiène alimentaire et corporelle, à la salubrité du cadre de vie, à la santé humaine, aux causes des maladies hydriques et aux moyens de prévention et de lutte, et enfin, à la qualité de l'eau, la dégradation de l'environnement

Les ménages interviewés sont conscients de l'ampleur des conséquences sur l'environnement, la santé et le cadre de vie des citoyens, dues à la mauvaise gestion du secteur de l'assainissement et au non-traitement des eaux usées. Les solutions techniques qu'ils préconisent vont des ouvrages autonomes « modernes » comme les latrines améliorées de type VIP, les fosses septiques aux stations d'épurations. Pour ces dernières, les stations d'épuration par voie naturelle représentent une alternative adaptée au traitement des eaux usées dans les quartiers à habitat structuré de Yaoundé, dispersés dans le périmètre urbain. Ces systèmes sont en effet souples et peu coûteux dans leur conception, leur réalisation et leur gestion. Cependant, comme le préconise la méthodologie de la Mosaïque Hiérarchisée des Ecosystèmes Artificiels (MHEA), le choix de la « meilleure station » passe par la connaissance des paramètres socioculturels, économiques, techniques, urbanistiques et environnement du contexte dans lequel elle sera installée.

La participation des ménages, principaux bénéficiaires, est une nécessité. L'étude a permis de relever leur volonté réelle à

adhérer et à contribuer financièrement, matériellement, en main d'œuvre et en appui conseil à la mise en place de nouveaux systèmes plus performants, pour peu qu'ils soient convaincus de leur efficacité. La capitalisation des ressources humaines, matérielles et financières endogènes est donc possible dans les quartiers étudiés, à condition que :

- des campagnes d'information, de formation et de sensibilisation des ménages en matière d'hygiène et de risques sanitaires dus aux eaux usées soient effectués ; on pourrait bénéficier des canaux tels que la télévision, la radio, les écoles et lycées ;
- l'implication des ménages dans tout le processus de mise en œuvre des projets d'assainissement du cadre de vie ;
- la prise en compte de leurs avis sur la forme d'organisation de la gestion des systèmes envisagés dans les quartiers afin d'assurer l'efficacité et la pérennité des systèmes d'assainissement.

Bibliographie

- Djeuda et al. (2001) Pollution des eaux souterraines des ouvrages autonomes d'approvisionnement en eau des zones périurbaine d'une métropole tropicale : cas de Yaoundé, Cameroun. Article soumis à revue.
- EIER-CEREVE (2002) Valorisation des eaux usées par lagunage dans les pays en voie de développement : Etude des cas du Burkina Faso, Cameroun, Côte d'Ivoire, Ghana, Niger et Sénégal. Rapport Scientifique du Volet Action de recherche sur le thème : Programme Solidarité Eau (pS-Eau), Projet A10 CEREVEE/EIER/UAM. Groupe EIER-ETISHER, Décembre 2002.
- Fonkou T., (1996). L'épuration par voie naturelle des eaux usées du campus de l'Université de Yaoundé I. Thèse de doctorat de 3^{ème} cycle. Université de Yaoundé I. Mai 1996.152p.
- Kengné I.M.,et al. (2001). Assainissement des eaux usées domestiques par lagunage à macrophytes : cas du lotissement SIC – MAETUR de Biyem Assi II à Yaoundé (Cameroun). Acte du séminaire international de Gorée (Dakar au Sénégal). Faculté des sciences agronomiques de Gembloux, Université Abdou Moumouni de Niamey (Niger), Aquadev. Dakar, Décembre 2000.
- MINUH, (1996). - Ministère de l'Urbanisme et de l'Habitat du Cameroun Rapport national sur les établissements humains au Cameroun, 1996. Rapport présenté lors du sommet des villes (HABITAT II), tenu à Istanbul, Turquie, juin 1996. MINUH/DAH, 1996.
- Ngnikam E., (2000) Evaluation environnementale et économique de système de gestion des déchets solides municipaux : analyse de cas de Yaoundé au Cameroun. Thèse de doctorat e Sciences et Technique du déchet. LAEPSI/INSA DE Lyon. Mai 2000. 363 pages.
- Niang S. (1995). Evacuation et traitement des eaux usées urbaines de Dakar – Bilan de la situation, comportements des populations et perspectives d'avenir : une première contribution pour le choix d'un système de traitement des eaux usées urbaines de Dakar par Mosaïques Hiérarchisées d'Ecosystèmes Artificiels. Thèse de Doctorat. UCAD/ISE de Dakar. Janvier 1995.
- Nya et al., (2002). Le lagunage à microphytes : une technologie de traitement des eaux usées domestiques adaptée au Cameroun. 5^{ème} Conférence Inter – Régional sur l'environnement et l'eau. Ouagadougou, Novembre 2002.
- Radoux M. (1986). Epuration des eaux usées domestiques par hydrosères reconstituées sous climat tempéré. Hypothèses d'application sous climat sahélien. 39^{ème} Journées Internationales du CEBEDEAU. Liège, 27 – 28 octobre 1986.
- Radoux M. , Nemcova M. (1990). Epuration des eaux usées par écosystèmes reconstitués : la stations expérimentale de Viville. Bilan et perspectives. Viville.
- Tanawa E. et al., (1998). Municipalités et services public : l'exemple de l'eau potable au Cameroun. Article accepté pour être publié dans l'ouvrage de la série "Politique Africaine", à paraître en 1999 chez Kartala.
- Tanawa E., (1992). Contribution à l'étude des données relatives aux villes moyennes des pays en développement : application à la gestion de la voirie. Thèse de doctorat en Méthodes de conception du bâtiment, aménagement et techniques urbaines. INSA, Lyon. 1992. 242p.
- Wéthé J. (1999). Urbanisation et protection de la ressource en eau : Une approche par les Systèmes d'Informations Géographiques (SIG) appliqués à Yaoundé – Cameroun. Mémoire de fin d'études de 3^{ème} Cycle, en vue de l'obtention du Diplôme d'Études Professionnelles Approfondies (DEPA), Option : Gestion de l'Environnement. Université Senghor d'Alexandrie (Egypte). Avril 1999.
- Wéthé J. et al (2001) Use of macrophytes for domestic wastewaters treatment in developing countries. 2^{ème} journée scientifique en Sciences et techniques de l'environnement. Université Paris 12, ENPC, CEREVE. Paris, Mai 2001.

CONDITIONS SOCIO-ECONOMIQUES DES POPULATIONS ET RISQUES DE MALADIES : Le bassin versant du barrage de Yitenga au Burkina Faso

S. Yonkeu, A. H. Maïga, J. Wethé, M. Mampouya et G. P. Maga,
École Inter-Etats d'Ingenieurs de l'Equipement Rural de Ouagadougou (EIER), 03 B.P. 7023 Ouagadougou
Burkina Faso, Courriel : Samuel.yonkeu@eier.org

Résumé

Les conditions socio-économiques des populations peuvent être perçues au travers d'un certain nombre de facteurs de bien être qui sont entre autres une alimentation suffisante, de l'eau potable, un abri sûr, de bonnes conditions sociales et un milieu environnemental et social apte à maîtriser les maladies infectieuses.

Ces facteurs ont été analysés dans le cadre du bassin versant de Yitenga dans le but de les rapprocher avec les risques de maladies des populations de la zone d'étude. Les résultats des différentes enquêtes menées dans le bassin versant du barrage de 1998 à 2002 montrent que l'évolution de la situation socio-économique s'est traduite par un important accroissement de la population urbaine et rurale, un développement de nouvelles activités économiques plus ou moins organisées, un faible développement des infrastructures sociales de base. Ces conditions ont beaucoup influé sur la vulnérabilité des populations. En effet, les pathologies identifiées aux cours des enquêtes tendent à confirmer l'interrelation entre les conditions socio-économiques et les risques sanitaires pour les populations. Des pistes de solutions ont été suggérées pour tenter de maîtriser et gérer ces risques sur la santé humaine.

Mots-clés : Assainissement, Barrage, Bassin versant, Conditions socio-économiques, Eau, Populations, Risques de maladie.

Introduction

Il est communément admis que l'espérance de vie et la morbidité varient avec le niveau socio-économique des populations. On meurt plus tôt et en moins bonne santé lorsque l'on est pauvre que lorsque l'on appartient à une classe sociale favorisée (Symes, 1994). Bien que cette tendance ne soit que partiellement vraie dans les pays développés où la contribution de l'environnement social à la morbidité est de plus en plus reconnue, car l'on a essentiellement réglé la majorité des problèmes d'ordre physique (Wilkinson, 1994), elle reste très significative dans les pays en développement en général et l'Afrique tropicale en particulier où les risques physiques constituent toujours une menace majeure à la santé (infrastructures sociales et sanitaires très insuffisantes, faible programme sur la salubrité de l'environnement, conditions socio-politiques et économiques précaires). Cependant même là, les problèmes de santé d'origine sociale prennent des proportions de plus en plus considérables. Le cas des populations du bassin versant du barrage de Yitenga au Burkina Faso qui constitue le cadre de cette étude en est un exemple concret.

Les conditions socio-économiques des populations peuvent être perçues au travers d'un certain nombre de facteurs de bien être qui sont entre autres une alimentation suffisante, de l'eau potable,

un abri sûr, de bonnes conditions sociales et un milieu environnemental et social apte à maîtriser les maladies infectieuses.

L'état de pauvreté des populations d'Afrique au sud du Sahara en général et au Burkina Faso en particulier, fait qu'elles ne peuvent pas satisfaire ces besoins. C'est pourquoi les objectifs stratégiques à l'horizon 2005, tels que définis dans la lettre d'insertion de politique de développement humain durable du Burkina Faso, s'articulent entre autres autour d'une accélération de la croissance économique qui doit aller de pair avec le développement optimal des ressources humaines, la réduction des déficits sociaux et l'amélioration du niveau de revenu des couches les plus larges de la population (Kambiré, 2002). Cela suppose la mise en place d'une stratégie de maîtrise de la croissance démographique, d'une politique dynamique de création d'emplois et de revenus, d'une politique de promotion et de valorisation du rôle de la femme dans le processus de développement.

Le Burkina Faso est situé en région sahélienne de l'Afrique de l'Ouest. C'est un pays à vocation agropastorale. Son économie est à dominance agricole. Les secteurs de l'agriculture et de l'élevage emploient 86% de la population active et fournissent à

eux seuls 30% du PIB et 80% des recettes d'exportation (Ganamtore et Idani, 2002). L'agriculture du Burkina Faso est une agriculture de subsistance basée sur les céréales vivrières (sorgho, mil, maïs) qui occupent à elles seules plus de 88% des surfaces emblavées annuellement. L'objectif d'accroissement de la production agricole et des produits de l'élevage dans le cadre de la réalisation de la sécurité alimentaire, élément nécessaire à la réduction de la pauvreté accélère la dégradation des ressources naturelles. En effet, les méthodes traditionnelles d'utilisation des terres et d'exploitation des forêts nécessaires à l'augmentation de la production rurale n'est pas compatible avec l'état de l'environnement qui subit une dégradation de plus en plus important. S'ils ne sont pas maîtrisés, les problèmes d'environnement pourraient compromettre les niveaux futurs de productivité agricole et aggraver la pauvreté, ce qui aura pour effet, la dégradation de l'état sanitaire et le renforcement de la vulnérabilité des populations pauvres.

Les villages du bassin versant et la ville de Pouytenga présentent des caractéristiques socio-économiques typiques de celles des autres villes et villages du Burkina Faso. Cependant, l'intérêt de cet écosystème réside dans le fait qu'elle a connu aussi bien sur le plan de l'environnement physique que socio-économique, une évolution assez remarquable dans une période d'un peu plus d'une vingtaine d'année (1979-2001). Cette évolution peut être attribuée à deux facteurs essentiels : la ville de Pouytenga qui, par sa position géographique, carrefour conduisant à plusieurs pays de la sous région (Niger, Togo, Bénin, Ghana) et son marché à bétail, est renommée pour ses activités commerciales sur le plan national et international, la construction du barrage de Yitenga et ses aménagements hydro-agricoles qui ont favorisé une immigration de populations dans les villages tout autour du barrage. Cette évolution rapide de la population et des activités économiques ne s'est malheureusement accompagnée ni d'un aménagement du cadre de vie des populations, ni d'une organisation sociale adaptée en vue de gérer les risques de conflits. Ce qui a pour conséquence une dégradation de plus en plus croissante de l'écosystème, du tissu social et une augmentation de risques sur la santé.

L'amélioration de la santé publique et des conditions sociales passent par une meilleure compréhension des facteurs de dégradation et leur prise en charge par les différents acteurs de l'environnement considéré (les autorités administratives, les responsables des communautés locales, les institutions d'intervention publique ou privée, les populations).

cette étude tente de cerner les interactions multiples entre les transformations environnementales, les conditions socio-économiques et les risques potentiels sur la santé des populations et propose des pistes de stratégies pour une réduction de ces risques. Les résultats pourraient servir dans d'autres sites similaires du Burkina Faso et de la sous région pour prévenir et gérer les risques sanitaires.

Matériel et Méthodes

Cette analyse n'est qu'une partie d'une étude plus globale sur les différents facteurs de risques sur la santé des populations du bassin versant dus à la présence du barrage de Yitenga. Cette étude globale incluait des analyses géographique, écologique, socio-économique, microbiologique et épidémiologique.

Cadre de l'étude

Le gouvernement du Burkina Faso a entrepris depuis trois décennies, la construction de barrages en vue de mobiliser des ressources en eau pour les besoins agricoles, l'alimentation humaine et du cheptel. Le barrage de Yitenga a été construit en 1987 sur un des affluents du fleuve Nakambé. Le bassin versant du barrage, qui fait l'objet de notre étude, dépend administrativement de la province du Kourritenga, dont le chef lieu est Koupela, située à 140 kms à l'est de la ville de Ouagadougou, capitale du Burkina Faso (figure 1). Il est constitué de deux grandes entités, la ville de Pouytenga et une quinzaine de villages dont les plus importants sont: Goargo, Yitenga, Poessé, Zaongo, Koulbalé, Pissalogo, Leamtenga, contenus en partie ou totalement dans la surface topographique drainée par les eaux se jetant dans le barrage. La ville de Koupela à 3 kms du barrage de Yitenga, bien que hors du bassin versant, est généralement considérée comme faisant partie de la zone d'étude, au vu de l'importance socio-économique du barrage pour les populations de cette ville (Djeufo, 2000; Tiotsia, 2000; Yonkeu et al, 2001).

La démarche socio-économique

Les résultats présentés en ce qui concerne les déterminants de l'environnement socio-économique sont issus de plusieurs enquêtes réalisées dans le bassin versant de 1988 à 2003. Il s'agit notamment de:

- L'enquête communale dans la ville de Pouytenga de mai 1998 menée par les responsables de la commune: elle avait pour objectif, d'établir un diagnostic de la situation de la ville pour ainsi faire paraître les atouts et les contraintes de développement de la commune;

L'enquête sanitaire, effectuée en juin 2001 par l'équipe de recherche et les étudiants de l'Ecole Inter-Etats d'Ingénieurs de l'Equipement Rural (EIER), qui avait pour but d'évaluer le taux de satisfaction des besoins en eau potable, en assainissement, déterminer la relation entre les conditions environnementales et les pathologies dans le bassin versant. L'étude a porté sur un échantillon de 366 concessions à Pouytenga, 173 concessions à Koupela et 32 concessions dans les villages. Cet échantillonnage couvrait environ 10% de la population de la zone d'étude;

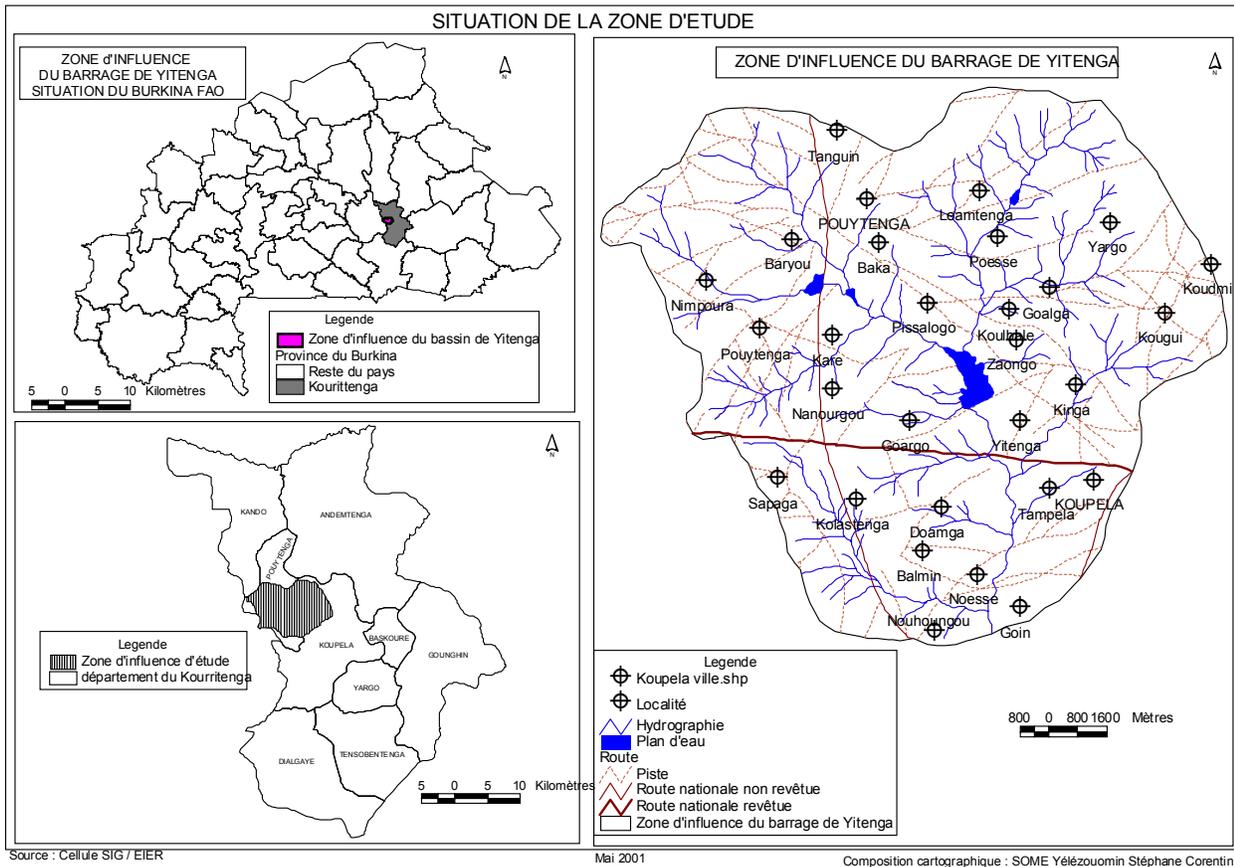


Figure 1. La zone d'étude et la zone d'influence du réservoir du barrage Yitenga dans la province de Kourritenga, Burkina Faso.

- L'enquête sur l'état de la pollution, l'adduction d'eau potable et l'assainissement dans le bassin versant de Yitenga de décembre 2002, effectué par l'équipe de recherche, les étudiants de l'EIER et une étudiante de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL). Ces enquêtes ont concerné 166 concessions à Pouytenga, 98 à Koupela et 9 dans les villages.
- L'enquête sur la détermination des différents types de maladies diarrhéiques existant dans quelques villages de la zone du bassin versant du barrage de Yitenga (Goargo, Zoango, Yitenga, Pissalogo et Nanourgou), conduit en février 2003, par l'équipe de recherche de l'EIER et une consultante sur un échantillon de 62 ménages.

Ces enquêtes socio-économiques et sanitaires ont été menées à l'aide des questionnaires d'enquête et aussi des entretiens semi-structurés permettant essentiellement d'évaluer le niveau de vie des ménages, la religion pratiquée et les activités rémunératrices.

Les données collectées lors de l'enquête sanitaire de 2001 et celle de 2003 ont été traitées à l'aide du logiciel EPI-INFO (logiciel de traitement informatique des données des enquêtes sanitaires). Les autres enquêtes ont été traitées à l'aide du logiciel Microsoft Excel 2000.

L'analyse de l'évolution de l'environnement et de la population s'est appuyée sur les résultats de l'étude de la modification de l'environnement du bassin versant du barrage de Yitenga effectuée par Yonkeu et coll. (2001).

Occupation des sols	Superficie occupée en 1979 en Ha	Superficie occupée en 1993 en Ha	Superficie occupée en 2001 en Ha	Variation entre 1979 et 2001	variation entre 1979 et 2001 en %
Ville de Koupela	115	207	1663	1548	1346
Ville Pouytenga et villages	90	182	958	868	964
Sol nu	186	292	257	71	38
Plan d'eau	24	152	131	107	446
Zone inondable pluviale	491	217	217	-274	56
Riziculture et maraîchage	10	61	79	69	690
Zone de culture	12 266	11 207	9 483	-2 783	23
Savane arborée anthropique à espèces utiles	0	543	540	560	-
Savane arborée anthropique éparse dégradée	0	466	1 206	1 206	-
Savane arbustive	822	781	781	-41	5
Forêt galerie	54	42	42	-12	22
Total*	14 058	14 150	15 357		

Tableau 1: Dynamique de l'occupation des terres entre 1979 et 2001. * l'extension de la ville de Koupela s'est faite aussi bien en direction du bassin versant qu'à l'extérieur d'où une augmentation de la surface totale. (source : Yonkeu et al, 2001).

Résultats et discussion

Occupation de l'espace

Les études de la dynamique de l'occupation de l'espace (analyse diachronique) effectuées par Yonkeu et coll. (2001) ont permis d'établir l'état de référence et l'état actuel de la zone d'étude. Rappelons que l'état de référence est une situation d'une zone ou milieu donné à un moment de son évolution. Sa description vise à cerner les principales caractéristiques de la zone d'étude dans une perspective évolutive et temporelle, soit avant le changement c'est à dire la construction du barrage de Yitenga dans le cas qui nous concerne. Il sert donc à décrire et à mieux comprendre les différentes composantes physiques, sociales et économique, et leurs interactions, qui caractérisent le territoire à l'étude. Cet état de référence a été obtenu par l'analyse des photos aériennes de 1979 et de la documentation existante.

Les principaux résultats de cette étude révèlent que des modifications importantes de l'environnement qui pourraient avoir une incidence majeure sur la qualité de l'écosystème, la production agricole et les risques sanitaires des populations sont : la réduction des surfaces cultivables et pastorales, l'accroissement de la population, la présence permanente d'un plan d'eau polluée (barrage).

la réduction des surfaces cultivables, pastorales et modifications des espèces végétales

La réduction des surfaces cultivables et des zones pastorales disponibles est très marquée entre 1979, 1993 et 2001. Elle est essentiellement due à l'occupation des terres par l'habitat et les infrastructures urbaines ainsi que le plan d'eau du barrage et les ouvrages annexes. De même, cette pression humaine a réduit considérablement les zones forestières et de savanes.

Le tableau 1 ci-dessous résume l'évolution de l'occupation des terres entre 1979 et 2001.

Ce tableau comparatif montre que:

- toutes les surfaces occupées par les éléments naturels de l'écosystème et qui servent aussi de zones pastorales ont régressé : les zones inondables ont perdu 56% de leurs superficies, la forêt galerie 22%, la savane arbustive 5%. La digue du barrage, ses aménagements et le plan d'eau ont entraîné la disparition de 120 ha de forêt avec 5250 arbres recensés (ONBAH, 1999). Ce qui signifie également la destruction des habitats de différentes espèces et la disparition de la biodiversité,
- les zones de cultures pluviale ont également régressés de 23 %,
- d'autres types de formations végétales créées par l'homme sont apparues : - les savanes arborées anthropiques à espèces utiles, près de 560 ha. Ces zones étaient des savanes herbeuses anciennement cultivées, qui ont été transformées en plantation de ligneux avec

des espèces utiles comme *Azadirachta indica* (neem) *Eucalyptus camaldulensis*, *Mangifera indica* (manguier) et *Psidium guajava* (goyavier)- les savanes arborées anthropiques éparses et dégradées qui sont issues des savanes arborées arbustives et des savanes arbustives qui ont été défrichées et régulièrement mis en culture. Le défrichement a épargné quelques espèces naturelles utiles éparpillées dans l'espace telles que *Butyrospermum parkii* (karité), *Tamarindus indica* (tamarinier), *Lannea microcarpum* (résinier), *Sclerocarya birrea*, *Borassus aethiopum* (rônier) qu'accompagnent les espèces introduites telles que *Mangifera indica* et *Azadirachta indica*. Les sols de ces formations, dépourvus de toute végétation herbacée, sont généralement dégradés par l'érosion hydrique et éolienne qui les rendent incultes.

Effets sur les sols et l'urbanisation

- les espaces dégradés, sols nus, ont augmenté de 38% de leur superficie d'origine. Ce sont des zones avec des affleurements rocheux ou de cuirasse, des zones érodées, indurées et incultes, et des zones de bas fonds anciennement cultivés. Ceux-ci sont en particulier dus à la baisse de la pluviométrie, à de mauvaises pratiques agricoles et à la pression démographique.
- les zones aménagées par l'homme ont également connu une augmentation très importante de leur superficie. Il s'agit : - des plans d'eau qui sont passés de 24 ha en 1979 (INSD, 1975) à 131 ha en 2001 (soit une augmentation de 107ha) - les zones de riziculture et de maraîchage ont connu une augmentation significative (de 10 à 79 ha entre 1979 et 2001).
- la ville de Pouytenga et les villages situés dans le bassin versant et la ville de Koupela en dehors ont également connu une augmentation impressionnante de leurs

superficies Pouytenga est passé de 90 ha à 958 ha en 2001 tandis que Koupela est passé de 115 ha en 1979 à 1663 ha en 2001). Cette augmentation s'est faite au détriment des zones de culture pluviale et de pâturage.

Cette réduction des zones de culture pluviale et de pâturage va accroître la pression sur les terres restantes surtout avec l'augmentation de la population dans le même temps. Ce qui pourra être une source de tension entre populations en quête de nouvelles terres de culture.

Accroissement de la population de la zone

Les données de l'Institut Nationale de Statistique Démographique (INSD) du Burkina Faso pour les recensements de la population des années 1975, 1985 et 1996, révèle un taux d'accroissement démographique annuel de 2,4%. Le tableau 2 montre que l'accroissement démographique de la zone de l'étude est largement supérieur à la moyenne nationale.

Les villes de Pouytenga et Koupela ont connu un accroissement remarquable entre 1979 et 2001, respectivement 486,6% et 127,8% de sa population de départ, soit respectivement un taux de croissance moyenne annuelle de 8,37% et 3,81%. Cette importante augmentation n'est pas seulement due à la présence du barrage. La position géographique de Koupela, ville carrefour pour les pays voisins (Bénin, Togo, Niger) et la vocation commerciale de la ville de Pouytenga, grand centre commercial (3^{ème} marché à bétail du Burkina Faso), fréquenté par les commerçants venant de la Côte d'Ivoire, du Togo, du Bénin, du Ghana et du Niger, sont des facteurs déterminants dans la forte croissance de ces deux villes. Pouytenga, en plus de sa population permanente, connaît un fort accroissement tous les trois jours, du fait de son marché périodique.

Années	1979	1993	1996	2001	Variation de 1979 à 2001	Variation en %
Villes						
Pouytenga	7 563	28 542	35 509	44 363	36 800	486,6%
Koupela	9 925	15 630	17 619	22 606	12 681	127,8%
Villages						
	Population en 1979	Population en 1993	Population en 1996	Population en 2001	Variation de 1979 à 2001	Variation en %
Yitenga	210	242	250	260	50	23,8%
Soulgou	1675	1093	998	857	-818	-48,8%
Kolastenga	2798	292	181	80	-2 718	-97,1%
Goargo	308	1219	1634	2669	2 361	766,6%
Pissalogo	308	430	460	519	211	68,5%
Koulbalé	78	390	550	978	900	1153,8%
Zaongo	1425	1418	1416	1410	-15	-1,1%

Tableau 2: Évolution de la population des villes de Pouytenga, Koupela et des villages entre 1979 et 2001. Source: d'après les différentes données de l'INSD, 1985 et 1996 pour les villes et Yonkeu et al, 2001 pour les villages.

La plupart des villages autour du barrage ont également vu leur population s'accroître fortement (cf. tableau 2) à l'exception des villages de Soulgou en amont qui a perdu près de 49% de sa population et Kolastenga, situé en aval, après le périmètre irrigué a perdu 97% de sa population initiale entre 1979 et 2001 près de. Une partie de Soulgou, village en majorité Peuhl, a été envahie par le plan d'eau et le village de Kolastenga connaît l'assèchement en saison sèche de son bas-fond, lieu principale des activités culturelles (Maraîchage) de ces populations en cette période de soudure. Cette forte augmentation de la population au niveau de la ville de Pouytenga et des villages du bassin versant du barrage et de la ville de Koupela aura des conséquences néfastes sur l'environnement et la population de la zone d'influence du barrage à cause en particulier de la pollution et des conflits sociaux.

Aménagements architecturaux et paysagers de l'espace

L'importante évolution de l'occupation de l'espace dans le bassin versant qui s'est traduite par un fort accroissement des espaces habités et l'accroissement de la population n'ont pas été accompagnés par des aménagements architecturaux organisés.

La voirie : La voirie est absente à Pouytenga qui est pourtant desservie par un réseau routier très dense. Le plan cadastral est bien dressé pour le centre ville et on y rencontre des rues larges ayant des emprises de 10 à 30 m qui ne possèdent malheureusement pas de caniveaux pour l'évacuation correct des eaux pluviales et des eaux usées. Ce qui met énormément à mal l'assainissement de la ville. La situation est pire dans les villages à structure urbaine peu organisée.

Etablissements scolaires : Dans le bassin versant de Yitenga, on dénombre : trois écoles primaires et un lycée communal à Pouytenga, quatre écoles primaires réparties dans les villages de Gaorgo, Pissalogo, Leamtenga et Poessé et un établissement d'enseignement secondaire en construction dans le village de Poessé. Aucun autre village ne dispose d'école. Ce qui fait un ratio d'une école pour trois villages, obligeant les enfants des autres villages à parcourir de longue distance pour aller à l'école ce qui est l'une des causes du faible taux de scolarisation de l'ordre de 43%, établi par le Ministère de la Santé (DEP, 1997). Ce faible taux de scolarisation est préjudiciable pour les populations puisque l'éducation scolaire représente l'un des moyens les plus efficaces pour faire passer les messages en faveur de l'hygiène et de la salubrité.

Marché : Pouytenga est un grand centre commercial doté de trois grands marchés : le marché de bétail qui est l'un des plus importants du Burkina Faso, le marché de céréales et le marché de vivres et produits manufacturés. Ces marchés se tiennent tous les trois jours et sont l'occasion de très importantes activités de production de déchets qui restent sur place.

Les équipements de santé : Le bassin versant compte un centre médical à Pouytenga, il est à présent doté de plusieurs services (chirurgie, pédiatrie, maternité, laboratoire etc.) nécessaires pour les premiers soins. Toujours dans la ville de Pouytenga, il existe une clinique (Clinique Pouya), un dépôt pharmaceutique et une pharmacie. Malgré une assez bonne organisation de la couverture sanitaire, la zone souffre d'une insuffisance de personnel qualifié. Cette situation, associée à l'état de pauvreté des paysans, va favoriser dans les villages le recours à l'automédication ou aux soins chez les tradipraticiens. Ce qui accroît les risques sanitaires.

Les voies de communications : L'accès au bassin versant est possible toute l'année grâce aux routes bitumées reliant Ouagadougou à Koupela et Koupela à Pouytenga qui sont praticable en toute saison. L'accès au barrage à partir de Koupela est praticable toute l'année par une route en terre et les villages sont interconnectés par des pistes cyclables. Un réseau de pistes cyclables permet l'accès à différents points du périmètre. Ce qui facilite le transfert des malades des villages vers la ville et la possibilité d'accéder aux centres de santé des deux grandes villes.

Les retenues d'eau : Le Bassin versant compte trois retenues que sont : le barrage de Yitenga, la retenue de Lemtenga et la retenue de Pouytenga. Les deux premières sont destinées aux activités agricoles alors que la troisième est une digue routière permettant les activités socio-économiques dans la ville de Pouytenga (eau destinée à l'abreuvement des animaux et à plusieurs autres usages domestiques). Malheureusement ces retenues d'eau sont aussi des lieux de baignade, de lavages des vêtements, de nettoyage des légumes destinés pour la vente sur les marchés. Ces multiples activités favorise le contact homme-eau, la contamination des légumes qui seront consommés parfois dans des villages bien loin de ces barrages et facile la propagation des maladies liées à l'eau.

Les aménagements paysagers : Que ce soit en ville ou dans les villages, il n'y a pas d'aménagement paysager type espace vert en tant que tel. Cependant, il existe des espaces verts non aménagés, faits de plantations d'alignement (*Eucalyptus camaldulensis*, *Azadirachta indica*, *Mangifera indica*) dans les villages, des jardins privés dans certaines concessions.

Cadre de vie communautaire et familiale

Les ethnies et la religion

Le bassin versant est majoritairement composée de Mossis. On y note cependant une multi-ethnicité, avec différentes ethnies du Burkina (Bissa, Gourmantché, Peuhl, Yarsé) et des étrangers (Haoussas, Yorubas), notamment dans la ville de Pouytenga. En effet, sur 166 concessions enquêtées à Pouytenga, 88,6% sont occupées par les Mossi. La zone urbaine affiche ainsi une forte

diversité ethnique, culturelle et économique. En outre, la durée de résidence en ville varie énormément, avec des gens qui y habitent depuis longtemps et en permanence et d'autres qui sont de récents immigrants ou qui viennent les jours de marché et repartent. L'étroite interaction et l'interdépendance de ces groupes très divers dans le même environnement urbain peuvent fragiliser la cohésion sociale et engendrer des stress sociaux, l'aliénation ou l'exclusion de certains groupes, ainsi que des sentiments d'insécurité chez certains individus ou au sein de communautés particulières.

Dans les villages la différenciation ethnique est plus nette, ainsi on rencontre des villages presque essentiellement Mossi et des villages essentiellement Peuhl.

Aussi bien en ville que dans les villages, les principales croyances et pratiques spirituelles sont le christianisme (80,7% de concessions à Pouytenga sur un effectif de 166 enquêtées), l'islam (19,3%) et les religions traditionnelles. Cependant, les villages à dominance Peuhls sont surtout musulmans et il y'a une forte pratique de syncrétisme religieux par les peuples Mossi. Les religions traditionnelles baignent dans un occultisme qui est une caractéristique singulière dans les conduites des populations et dans leurs activités quotidiennes. Cet occultisme a un lien direct avec la santé par le biais de la divination. Le destin de l'homme est lié à des pratiques qui lui dictent les attitudes à observer pour sa survie (DPF, 1996). Les comportements socio-culturels des populations que ce soit en ville ou dans les villages seront assez similaires, fortement influencés par cette forte dominance des peuples Mossi et l'importance de la pratique du christianisme.

Les conditions de vie

L'organisation de l'habitat: L'habitat est varié. Il est en dur ou semi-dur ou en banco à Pouytenga et en banco dans la majorité des villages. Le mode d'habitation reste généralement le même qu'on soit dans la ville ou dans les villages (seule la disposition architecturale changent dans certains cas entre la ville et le village). Il se caractérise par la présence de plusieurs bâtiments dans la même parcelle que l'on appelle communément concession. Il s'agit très souvent de plusieurs couples ou des enfants adultes d'une même famille qui construisent auprès du bâtiment paternel, soit par manque de moyens financiers pour se procurer un terrain, ou simplement par solidarité familiale. Il ressort de l'enquête de décembre 2002, partant sur un échantillon de 176 concessions, que le nombre moyen de bâtiments par concession à Pouytenga est de 4. D'autres données nous ont permis de constater que chaque concession à Pouytenga, abritait en moyenne 13 personnes et était constituée d'au moins 2 ménages (couples). Ce mode d'occupation de l'espace a l'inconvénient de ne pas faire de la place à une cours interne de la concession surtout lorsqu'en plus des maisons d'habitation, il faut prévoir de la place pour la douche et la toilette, les hangars pour l'étable des animaux.

Cohabitation homme et animal: L'un des facteurs qui causent le plus l'insalubrité dans le bassin versant (dans les villes et dans les villages) est la pratique de l'élevage de case qui favorise la cohabitation homme/animal. Dans ce système d'élevage pratiqué surtout pour les petits ruminants, les porcins, les asins, la volaille, les animaux trouvent leur pitance dans les restes de repas et autres rejets. Ainsi pour leur permettre d'assurer leur nutrition, les animaux sont en liberté dans les concessions et en divagation dehors. Rares sont les ménages qui, quotidiennement, nettoient entièrement leur concession ce qui est de nature à favoriser le développement des vecteurs de maladie et à augmenter la morbidité dans la population. Les enquêtes effectuées sur un échantillon de 166 concessions, ont montré que cette forme d'élevage est abondamment pratiquée dans tout le bassin versant. La figure 2 en fait une illustration dans la ville de Pouytenga.

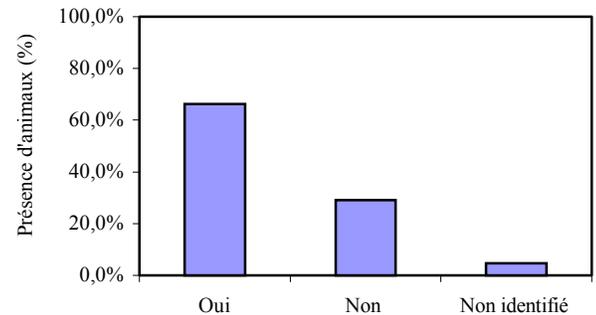


Figure 2. Élevage de case à Pouytenga

Approvisionnement en eau: La disponibilité d'eau en quantité et en qualité pour les populations, est une situation très préoccupante dans le bassin versant du barrage de Yitenga. Pour leur besoin en eau, les habitants ont recours selon les conditions plus ou moins favorables à plusieurs sources : approvisionnement par l'Office National de l'Eau et de l'Assainissement (ONEA) aux moyens des bornes fontaines et des branchements particuliers ou le recours à des forages, des puits et l'eau brute des barrages. Le niveau d'accès à l'eau saine est très faible dans toute la zone de l'étude.

D'après la réglementation de l'eau au Burkina Faso, un forage ou une borne fontaine est installé pour approvisionner 500 personnes dans un rayon de 250 m, un branchement particulier pour desservir une concession de 10 personnes. Sur cette base, à Pouytenga par exemple, environ 17 142 habitants sur 43 512 en 2002 (Kengni Dogmo, 2002) manque de service d'eau potable tableau 4. Ainsi plusieurs ménages ont recours aux puits et même aux eaux du barrage pour combler le déficit d'apport en eau de l'ONEA.

		Nombre d'ouvrages	Nombre théorique de personnes
Types de source	Forage	16	16*500 = 8000
	Branchement particulier	137	137*10 = 1370
	Bornes fontaines	34	34*500 = 17000
<i>Nombre total de personnes disposant de l'eau potable</i>			26370
Déficit théorique total			43512 ¹ -26370 = 17142

Tableau 4: Présentation du déficit d'eau à Pouytenga. ¹Le nombre d'habitants actuel est estimé en utilisant un taux de croissance de 3%. Source: Kengni Dongmo, 2002.

Dans les villages, l'alimentation en eau potable se fait au niveau des forages à traction manuelle et des puits modernes ou traditionnels, exception faite du village de Yitenga qui dispose d'une borne fontaine. La qualité de cette eau reste soumise à des pollutions à cause de l'aménagement sommaire des puits qui n'arrête pas les écoulements d'eau de pluie à l'intérieur pendant les crues, mais aussi du mode d'utilisation des récipients servant à puiser l'eau des puits (récipients d'origine diverse et souvent déposés à même le sol après usage). Des analyses d'eau provenant des puits de la ville de Pouytenga ont confirmé la présence d'une pollution fécale (Manga, 2002).

Plusieurs ménages dans les villages utilisent l'eau du barrage pour divers besoins pour combler le déficit en eau des puits. Sous certaines conditions de sécheresse entraînant l'assèchement de certains puits et des coupures d'eau fréquentes et de longue durée au niveau des bornes fontaines, certaines populations très défavorisées de la ville ou des villages utilisent l'eau du barrage comme eau de boisson (Manga, 2002, Matokot, 2003).

Le tableau 5 présente une enquête effectuée auprès de 366 concessions dans la ville de Pouytenga et 32 concessions au niveau des villages sur les sources et usages d'eau surtout pour la boisson. Il ressort de cette étude que dans la ville de Pouytenga, 81,1% de concessions s'approvisionnent en eau de boisson au niveau des bornes fontaine, 9,3% au niveau des puits, 7,7% au niveau des revendeurs d'eau, 4,9% au niveau des forages, 3,8% au niveau des robinets (branchements individuels) et 1,6% au niveau du barrage (On a un total de plus de 100% parce que le même répondant peut citer plusieurs sources pour le même usage). Pour les usages autres que la boisson (fabrication du dolo, du soubala, teinture des tissus, tannerie des peaux, fabrication des briques pour l'habitat) on relève que les bornes fontaines demeurent toujours les plus importantes sources d'approvisionnement (81,4%), le pourcentage d'usage du barrage a triplé (4,9%). Dans les villages, selon cette enquête, les seules sources d'eau utilisées pour la boisson sont les forages (93,7%) et les puits (15,6%). La tendance est la même pour les autres usages.

		Pouytenga					
Différentes sources		Barrage	Forage	Robinet	Fontaine	Revendeur	Puits
Boisson	Oui	6	18	14	296	28	34
	Non	359	347	351	69	337	331
Autres utilisations	Oui	18	23	14	297	46	34
	Non	347	342	351	68	319	331
		Villages					
Différentes sources		Barrage	Forage	Robinet	Fontaine	Revendeur	Puits
Boisson	Oui	0	30	0	0	0	5
	Non	32	2	32	32	32	27
Autres utilisations	Oui	1	30	0	0	0	5
	Non	31	2	32	32	32	27

Tableau 5: Nombre de concessions utilisant différentes sources d'eau. Source: Mampouya et al, 2001.

Ces résultats montrent que la situation de l'approvisionnement en eau pour les besoins domestiques dans le bassin versant de Yitenga est un facteur de risques pour la santé des populations.

Le transport et le stockage de l'eau de boisson et autres: Nous avons vu que la population urbaine ou rurale s'approvisionne en eau au niveau des bornes fontaines. Il faut donc transporter de l'eau pour atteindre les concessions pour leurs stockages et leurs utilisations. La multitude de contenants intermédiaires pour le transport qu'emprunte l'eau recueillie, pourraient bien contribuer à la rendre encore plus impropre à la consommation. Les moyens de transport rencontrés sont les hommes, qui portent sur la tête une bassine, un bidon ou un canari et les charrettes attelées ou non, transportant des fûts. On note aussi de façon sporadique le transport par les bicyclettes. Le récipient de stockage le plus utilisé est le canari en béton ou en terre cuite. Et les lieux de stockage sont soit la cour dans un coin de la concession soit un coin à l'intérieur des maisons. Ce mode de stockage de l'eau et le lieu de stockage (surtout lorsque c'est dans la cours de la concession) couplé à la présence des animaux dans les concessions favorisent les risques de contamination de l'eau. Les animaux de retour de leurs quêtes de nourriture cherchent à se désaltérer et plongent le museau dans les récipients d'eau à leur disposition.

Assainissement: Les problèmes de l'assainissement et du drainage se posent dans le bassin de Yitenga avec autant d'acuité que ceux de l'eau. La ville de Pouytenga est reconnue comme étant l'une des plus insalubre du Burkina. Avec une démographie galopante, il se pose le problème de gestion des déchets solides et liquides. La commune de Pouytenga ne dispose ni de service d'assainissement, ni d'unité de ramassage d'ordures.

Les déchets solides: Ils sont constitués en grande partie d'ordures ménagères, des déchets d'emballage des produits du commerce et des résidus de récoltes. La gestion des ordures ne semble pas être une préoccupation prioritaire pour les populations dans le bassin de Yitenga. A Pouytenga, la rue constitue le principal lieu de déversement des ordures comme le montre la figure 4. A Pouytenga malgré ce dépôt d'ordures dans les rues, les populations en majorité agriculteurs (45,5%, figure 6) se considèrent toujours comme propriétaires de ces ordures puisqu'ils en prennent soins en les rassemblant et en les humectant fréquemment pour accélérer la décomposition, en les incinérant partiellement etc.). En effet, ces populations transporteront ces ordures dans les champs en début de la saison des pluies. Un peu partout en ville Les fosses fumières sont construites de manière très archaïque, sans esthétique, et occupent très souvent l'espace public. Dans les villages c'est un

coin à l'intérieur de la concession ou en dehors aménagé ou non en fosse fumière ou directement les parcelles de culture qui accueillent ces ordures ménagères. Cette manière de traiter les ordures ménagères favorise la prolifération des insectes tels que les mouches, les cafards et les rongeurs tels que les rats et les souris qui cohabitent avec les hommes et sont d'excellents agents de transmission des maladies. Sur un échantillon de 151 concessions à Pouytenga, 45,6% affirment être indisposées par cette situation (Manga, 2002) et vouloir un environnement propre. Mais la cohabitation homme/animal et l'intérêt de ces déchets pour l'agriculture rendent la population très peu sensible à cette nuisance.

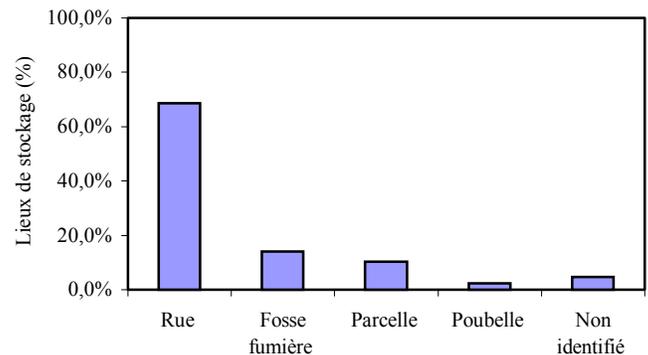


Figure 4. Lieux de déversement des ordures à Pouytenga (sur 166 concessions)

Les déchets liquides - eaux usées et excréta: De même que les déchets solides, le problème des eaux usées et excréta constitue un embarras pour les personnes avisées soucieuses de la santé des populations et de leur confort. A Pouytenga, les eaux des douches et celles émanant de la vaisselle sont déversées sur la voie publique ou dirigées dans des puisards à ciel ouvert. Ces eaux stagnent çà et là et les animaux domestiques viennent y patauger. Ils constituent d'excellents gîtes de développement des moustiques responsables de paludisme. Plusieurs concessions ne disposent pas encore de fosses d'aisance comme le présentent la figure 5. A Pouytenga 58,4% de concessions disposent de latrines traditionnelles (fosse dallée en surface à fond perdu) et 36,2% de concession défèquent dans la nature. Dans les villages c'est 53,1% des concessions qui défèquent dans la nature et 37,5% disposent de latrines traditionnelles. Ces chiffres traduisent les risques de péril fécal et de contamination des eaux de surface après les premières pluies.

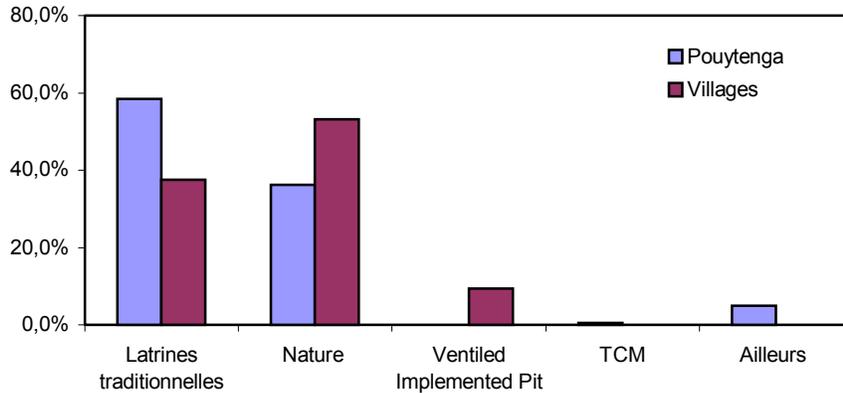


Figure 5. Lieu d'aisance dans les différentes concessions de Poytenga (366) et des Villages (32). (Mampouya et al, 2001)

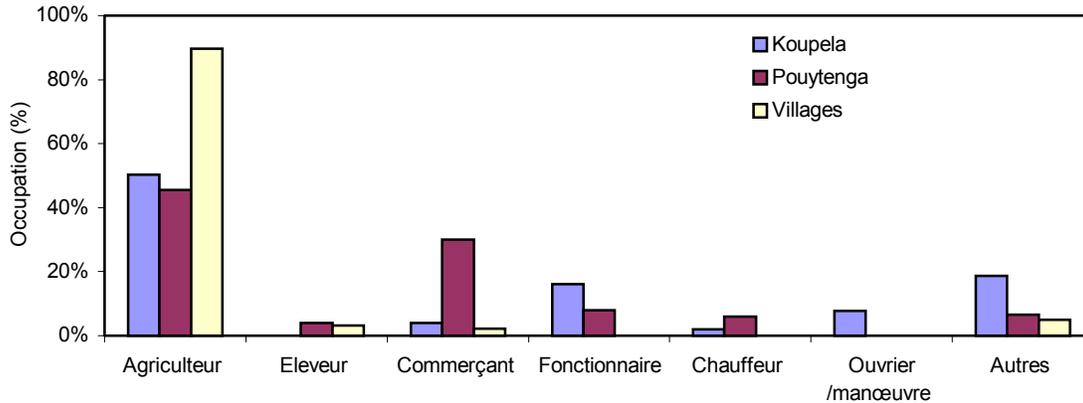


Figure 6. Les professions rencontrées dans la zone d'étude (Mampouya et al, 2001).

Les activités économiques

Les principales activités caractéristiques de l'économie du bassin versant sont : l'agriculture, le commerce, l'élevage, le transport, l'artisanat. La figure 6 représente les professions rencontrées dans la zone d'étude (Mampouya et al, 2001). Ces activités ne sont cependant pas exclusives les unes des autres, mais complémentaires dans le quotidien de plusieurs concessions. A Poytenga par exemple, le commerce est majoritairement pratiqué pendant la période hivernale.

L'agriculture : L'agriculture est l'activité la plus pratiquée dans le bassin versant. En effet, 50,3% de concession à Koupela, 45,5% à Poytenga et 89,6% dans les villages déclarent pratiquer l'agriculture (sur un effectif de 173 concessions à Koupela, 366 à Poytenga et 32 dans les villages). C'est une agriculture extensive pluviale avec des spéculations essentiellement

céréalières. Le système de production est celui d'une agriculture orientée vers la subsistance, l'extension des zones de cultures et donc la suppression de la jachère.

Cette agriculture demande un effort important aux populations, pour un rendement souvent relativement faible. En effet, face à l'érosion, à la quasi-inexistence d'un couvert végétal herbacée et surtout face à la pression démographique (exploitation régulière, sans jachère, surpâturage), les sols de la zone ont progressivement perdu leur fertilité, et requièrent un abondant apport en éléments fertilisants. En l'absence de moyen financier la solution adoptée par les agriculteurs est la valorisation de leurs déchets solides, qui posent en retour des problèmes de salubrité, dus aux méthodes rustiques de conservation et de transformation.

Le maraîchage et le riz pluvial sont les cultures de rentes pratiquées sur le périmètre et en amont du barrage de Yitenga

tout le long de l'année. Le maraîchage est la seule activité de contre saison pratiquée autour du barrage et des autres points d'eau tels que les puits. De plus le système de production est soumis à d'autres contraintes telles que le faible niveau d'équipements agricoles (charrue, charrette et autres équipements), la difficulté d'accès aux intrants chimiques NPK et Urée (coûts élevés par rapport au pouvoir d'achat des paysans) qui favorisent les faibles rendements.

Les conditions de pratique de l'agriculture (pluviale et irriguée) se traduisent par une grande pénibilité de travail pour un rendement faible qui entraîne sur le plan physique des agriculteurs la fatigue, les douleurs corporelles. Les agriculteurs travaillent sous la chaleur, très légèrement habillés pour les femmes et torse nu pour les hommes et les pieds sans aucune protection. Ceux qui travaillent dans les périmètres ont les pieds à longueur de journée plongés dans un mélange d'eau et de boue. Ce qui les expose à des vecteurs de maladie.

L'élevage : L'élevage dans la zone de l'étude est l'une des principales sources d'épargne des populations car la ville de Pouytenga se présente comme le deuxième grand pôle de bétail du Burkina. Cette activité est menée à des degrés divers par la quasi-totalité de la population de la zone. Plus de 66% des concessions sur un échantillon de 151 de Pouytenga abritent des animaux domestiques (Manga, 2002). Ces animaux sont élevés de manière extensive, et sont destinés en priorité au commerce. L'alimentation des animaux est insuffisante, ce qui entraîne le développement de la transhumance et la divagation des animaux (petits ruminants) en milieu urbain. On note une complémentarité réciproque entre élevage et agriculture, qui se traduit par l'utilisation des sous-produits agricoles par l'élevage, et l'amendement des champs par le fumier animal.

On estime à 37 647 bovins, 166 105 ovins et caprins, 6971 asins, 70 équins et 4646 porcins, le cheptel des départements de Koupela et Pouytenga en 2001 (DPRA-Koupela, 2002). Cet important cheptel ne dispose dans la région que de deux points d'eau pérenne : le barrage de Yitenga et celui de Pouytenga. L'abreuvement d'une quantité aussi importante d'animaux au niveau des barrages, avec accès direct, au niveau du plan d'eau va contribuer à la pollution de ces retenues.

Le cadre de travail : Aucun aménagement et équipements sanitaires, au niveau du cadre de travail, n'a accompagné cette importante diversité des activités au niveau du bassin versant. Il n'existe aucune toilette aménagée que ce soit au niveau du marché que le long du centre commercial à Pouytenga, ni au niveau du périmètre irrigué du barrage de Yitenga. Les travailleurs pour se soulager vont dans la nature. De même, il existe très peu de points d'eau potable (bornes fontaines) au niveau du marché de Pouytenga. Les commerçants pour se désaltérer achètent de l'eau ensachée artisanalement par des personnes disposant de réfrigérateur et vendue par des enfants dans des glacières. La qualité de ses eaux de boisson n'est pas toujours garantie. Au niveau du périmètre, il n'y a aucune borne

fontaine et les paysans se contentent de l'eau ramenée de chez eux ou alors tout simplement de l'eau des canaux d'irrigation. Il n'existe aucun dispositif d'abri en cas d'extrême chaleur (ce qui est souvent le cas en saison sèche). Toutes ces conditions prédisposent les populations du bassin versant à des risques de maladies et particulièrement les maladies liées à l'eau.

Risques de maladies dans le bassin versant

L'ensemble des données que nous avons analysées précédemment montre que l'évolution de la situation socio-économique du bassin versant de Yitenga, pour une période d'un peu plus d'une vingtaine d'année (1979-2001), s'est traduite par un important accroissement de la population urbaine et rurale, un développement de nouvelles activités économiques plus ou moins organisées (commerces divers, cultures irriguées, élevage de case), un faible développement des infrastructures sociales de base (système d'approvisionnement d'eau potable et systèmes d'assainissement). Cette importante modification du milieu, relativement rapide, a beaucoup influé sur la vulnérabilité des populations, les exposant ainsi à des risques de maladies.

En effet, la raréfaction de l'eau due à la faible disponibilité d'eau mobilisable dans la zone, l'insuffisance des systèmes d'alimentation en eau de consommation, oblige les gens à recourir à des sources d'eau douce de qualité médiocre, telles que les barrages, qui sont souvent contaminés, l'absence d'un système de collecte et de traitement des excréments favorise la transmission directe des maladies ou à travers la pollution des ressources en eau, la stagnation des eaux usées domestiques et des eaux pluviales conduisent à la prolifération d'insectes vecteurs de maladies, l'accumulation des déchets solides favorise la prolifération d'insectes et de rongeurs pouvant transporter des éléments pathogènes. Tous ces facteurs pourraient entraîner une progression des maladies diarrhéiques et autres maladies infectieuses.

Le statut socio-économique va constituer un facteur social déterminant des risques à la santé auxquels sont confrontés les populations de la zone d'étude du fait que, ce statut fixe l'essentiel des dangers de l'environnement physique auxquels ils s'exposent, tout comme d'ailleurs les avantages dont ils peuvent jouir. Le facile accès à des sanitaires hygiéniques et à l'eau potable, par exemple, sont étroitement liés aux revenus et au niveau d'instruction des individus (ce dernier influence fortement les habitudes comportementales des populations).

Du côté des dangers liés à la situation de l'environnement physique, la ville, en particulier, doit faire face aux problèmes plus furtifs de l'environnement social qui sont engendrés par des facteurs autres que socio-économiques. L'influence de l'environnement social urbain sur la santé agit selon d'autres modalités qui sont moins évidentes et plus pernicieuses, celles des comportements à risque. En effet, nous avons relevé que sur le plan socio-culturel les habitudes de vie des populations (regroupement familial, cohabitation homme/animal), étaient

restées les mêmes aussi bien dans les villages caractérisés par une forte homogénéité tribale qu'en ville caractérisée par une diversité ethnique et culturelle. Ce qui ne favorise pas l'intégration et la solidarité des populations d'origines différentes et ne permet pas de modifier certains comportements à risques qu'on aurait pu changer avec un statut socio-économique meilleur. De plus, les niveaux élevés du chômage (surtout parmi les jeunes), provoqués par l'insuffisance des terres cultivables due à une forte croissance de la population, les changements

technologiques (introduction des cultures irriguées) et économiques (développement du commerce dans la zone et introduction d'une mentalité à une forte tendance de recours à des gains rapides et faciles), peuvent avoir des effets nuisibles sur la santé physique et mentale. Ces problèmes qui, de concert avec des niveaux déjà inacceptables de privation et de misère dans bien des quartiers et les villages, pourraient menacer " la cohésion même de la société "

Type d'infection	Type de germe	Type de maladie	Réservoir principal
Infections dont l'agent est véhiculé passivement par l'eau et qui sont liées à la qualité de l'eau	Bactériennes	Salmonelloses (typhoïde) Entérobactéries (E.coli, Campylobacter), choléra,	Homme
	Virales	Hépatites A, Poliomyélite, Rotavirus, Entérovirus	Homme
	Parasitaires	Amibes, Giardiasés, Flagellés intestinaux,	Homme
Infections dont la fréquence diminue lorsque les quantités d'eau disponibles augmentent	Entérites	10% à 20% des diarrhées, Oxyures	
	Dermatose à ectoparasites	Ulcères, gale, teigne, typhus et fièvres de la même famille	
	Tréponématoses	Pian et Bejel	
	Conjonctivites et otites	Conjonctivites bactériennes, trachoe, otites externes et moyennes	
Maladies dont l'agent causal a un cycle comportant une phase aquatique obligatoire	Copépode	Ver de guinée	Homme
	Poisson	Bothriocéphale, Anisiakiase	
	Mollusque	Douves, Bilharzioses	Homme
Maladies dont le vecteur se reproduit dans l'eau ou pique à proximité	Moustiques	Paludisme, Filarioses lymphatico- sanguines Arbovirus : dengue, fièvre jaune Trypanosomiase	Homme
	Glossine	Onchocercose	
	Simulie		Homme

Tableau 11: Maladies hydriques potentielles. Source: Kengni Dogmo, 2002.

Maladies potentielles

Face à cette situation plusieurs types de maladies potentielles peuvent être évoqués, comme le montre le tableau 11

Les pathologies potentielles causées par les conditions socio-économiques du bassin versant ne se réduisent pas seulement à celles en relation avec l'eau. La pollution du sol par le péril fécal humain ou des animaux, est également une voie par laquelle les hommes contractent la maladie. Ces maladies sont généralement appelées les maladies des mains sales ou des pieds nus (helminthiases, etc.).

Sous certaines conditions certaines maladies peuvent se transmettre des animaux (bovins) à l'homme, soit directement ou après consommation de viande. On peut citer entre autre : le charbon bactérien, la tuberculose, la brucellose, etc.

D'autres maladies peuvent provenir de la pénibilité du travail: le mal de dos, la hernie. Les vagues de chaleur que subissent les maraîchers pendant leurs activités ne sont pas sans rapport avec les maladies cardio-vasculaires, respiratoires et autres. La morbidité et la mortalité dues à ces facteurs pourraient augmenter, en particulier chez les personnes âgées. Un accroissement de la fréquence des journées chaudes ou torrides et des inversions thermiques (phénomène météorologique qui peut retarder la dispersion des polluants) peut provoquer une dégradation de la qualité de l'air dans les villes (Pouytenga, Koupela) et causer des maladies respiratoires.

Maladies effectives

Les enquêtes épidémiologiques sur le terrain nous ont permis d'identifier quelques maladies sévissant dans le bassin versant. La figure 6 présentent ces résultats en ce qui concerne la ville de Pouytenga. On retrouve ces mêmes maladies au niveau des villages avec les mêmes ordres de pourcentage. Ainsi les pathologies courantes rencontrées dans le bassin versant de Yitenga sont : le paludisme, les maladies diarrhéiques, les affections cutanées, les affections respiratoires, la bilharziose. D'autres maladies tel que le choléra, le ver de guinée bien qu'exceptionnelles, sont encore présentes dans la région.

Ces maladies pour la plus part, font partie du quotidien des populations du bassin versant. Ainsi des cas de diarrhée, de paludisme et autres, n'ébranlent pas la sérénité des populations, qui pratiquent très souvent de l'automédication et utilisent la pharmacopée traditionnelle. Il faut aussi noter qu'à force de vivre dans certaines conditions, l'organisme finit par développer des résistances, qui permettent à la population de vivre dans un équilibre relatif avec son milieu. C'est ainsi que dans la zone d'étude la manifestation de la bilharziose urinaire chez les jeunes garçons ne semble pas être un problème pour les populations.

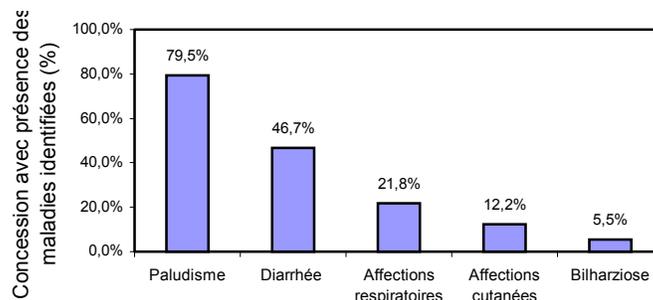


Figure 6. Maladies dans les 366 concessions visitées à Pouytenga (Mampouya et al, 2001)

Stratégies de réduction des risques

Cette étude montre que les risques de détérioration de la santé des populations du bassin versant de Yitenga est lié à la problématique globale de l'eau, de l'assainissement et celle du développement qui forment les facettes d'une même réalité pour cette zone. Ces problématiques renvoient aux aléas climatiques, à la démographie galopante, aux conditions socio-économiques précaires de la majorité des populations, à la pollution des sources d'eau, à la détérioration de la santé publique, à l'impossibilité des pouvoirs publics de fournir les services et infrastructures de base nécessaires.

Pour réduire les risques de ces différents facteurs du milieu, il faut cerner les problèmes environnementaux qui nuisent à la santé des membres de la collectivité, les prévenir et les corriger. La salubrité de l'environnement passe par la salubrité des sources d'eau et de nourriture, par des logements convenablement construits et entretenus et par une saine gestion des déchets. Elle ne peut porter que si les populations sont suffisamment sensibilisées et adoptent des comportements qui minimisent les risques d'insalubrité. A la salubrité environnementale, il faudra ajouter des conditions et un environnement socio-économiques aptes à maîtriser les maladies infectieuses.

Les populations doivent trouver des stratégies d'adaptation ou intervenir pour réduire au minimum ces risques sanitaires accrus. De nombreuses mesures efficaces peuvent être envisagées et doivent être entreprises aussi bien au niveau des politiques, des collectivités locales, des institutions d'appui que des populations concernées et en collaboration. Les stratégies d'adaptation concerneront: les programmes d'hygiène, l'éducation du public concernant les comportements à adopter, l'amélioration des mesures de contrôle de l'eau et de la pollution, la surveillance des maladies infectieuses, la formation de chercheurs et de professionnels de la santé et l'introduction de techniques de protection (amélioration de l'habitat, épuration des eaux et vaccination). De même des stratégies d'intervention doivent concerner: la nécessité et la volonté d'un investissement

supplémentaire dans la capacité à l'approvisionnement en eau des populations de la zone d'étude, la sensibilisation et l'encouragement à la mise en place d'un système d'assainissement autonome des eaux usées et excréta dans la ville de Pouytenga et les villages, la formation à la gestion et à la valorisation des déchets solides domestiques (construction des fosses fumières et fabrication des compostes), l'amélioration en qualité et quantité des infrastructures de santé publique et l'amélioration des techniques de cultures et d'élevage. Le financement de ces actions pourront se faire par une collaboration entre le gouvernement, les collectivités locales, les institutions privées (bailleurs de fond, ONGs, société d'exploitation de l'eau) et les populations concernées.

Tout comme l'approvisionnement en eau potable, le changement de comportement des populations en matière d'assainissement est une nécessité et une urgence absolue en matière de réduction des risques de maladie dans le bassin versant de Yitenga.

L'eau est un problème difficile à résoudre, et demande une intervention en moyen financier important. En effet, le bassin versant du barrage de Yitenga est majoritairement constitué d'un sous-sol pauvre en eau mobilisable. Plusieurs sondages se sont avérés négatifs ou trop faibles. Le barrage de Yitenga, utilisé par l'ONEA pour approvisionner en eau potable les villes de Pouytenga et Koupela et pour alimenter un périmètre irrigué, s'avère très insuffisant. De plus actuellement il est menacé d'envasement et de rupture. Sans une eau de bonne qualité et en quantité suffisante, il serait utopique de vouloir sensibiliser les populations, sur les risques de consommation d'une eau de qualité douteuse. Il est néanmoins possible, de les sensibiliser sur les méthodes plus hygiéniques de stockage d'eau et de son traitement (utilisation de filtre, bouillir de l'eau avant sa consommation). Une des stratégies d'efficacité probable serait la possibilité de rehaussement de la digue du barrage afin d'augmenter sa capacité de rétention d'eau. Une étude a été suggérée pour analyser la faisabilité technico-économique et environnementale de cette solution. Une deuxième suggestion est d'intensifier la lutte anti-érosive, déjà amorcée par les autorités administratives, les institutions techniques (ONEA, Environnement) et la population, en amont et le long des berges du barrage.

La lutte en faveur de l'assainissement pourrait être menée avec succès par les populations de la ville de Pouytenga avec l'implication de la commune, ceci à travers des campagnes de sensibilisations à l'hygiène et à la propreté. Ces campagnes doivent être adaptées aux réalités du milieu, c'est à dire, un contexte de sous scolarisation et d'analphabétisme. Pour se faire, il faudra utiliser des techniques de proximité, qui conviendraient pour bousculer les inerties sociales, telles que, les visites à domicile avec des explications plus pratiques, des rencontres d'échanges avec les groupes cibles (femmes, hommes, agriculteurs, éleveurs, commerçants, etc.), l'éducation des plus jeunes dans les établissements primaires et l'organisation au

niveau local des actions de type « journée ville ou village propre ».

Cette sensibilisation doit être accompagnée par l'élaboration de règles et lois applicables dans la localité, qui soumettraient les contrevenants à des sanctions dissuasives. Ainsi l'implication de la mairie devrait se concrétiser par la création d'un service d'Hygiène Communal, constitué d'un personnel permanent très limité (deux à trois personnes), appuyés par les représentants des services techniques en relation avec l'assainissement (personnel de la santé, de l'environnement, agent de l'ONEA, etc.) et des ONGs. Ce service d'Hygiène Communal pourrait entreprendre des actions périodiques telles que : organiser les activités d'information d'éducation et de communication (IEC) en matière d'hygiène et de salubrité publique, effectuer des inspections et des contrôles sanitaires.

L'organisation et la mise en place d'une caisse d'appui pour les habitants en difficulté financière pourraient aussi permettre de juguler le phénomène du péril fécal en leur permettant de construire des latrines. La gestion de cet argent devra se faire de façon rigoureuse, en s'appuyant sur plusieurs critères. On pourrait par exemple procéder à des prêts octroyés à des personnes volontaires, sur recommandation d'un Comité d'Hygiène constitué et mis en place avec la collaboration de tous les acteurs de la zone sous l'initiative de la commune. Ce même comité étudiera, avec la participation des concernés, les modes de remboursement du prêt. Des remboursements périodiques pourront être envisagés, ou à défaut un recours à des travaux d'intérêt public.

D'autres initiatives similaires peuvent être adoptées, dans le cas des déchets solides, dans le souci de garder les villes salubres. La population étant intéressée par l'utilisation de certains types de déchets comme fumure agricole, la mairie peut s'investir avec l'aide du personnel agricole de l'Etat à une formation des agriculteurs sur la construction et l'entretien efficace des fosses fumières.

Des séances de formation sur l'élevage de case avec stabulation peuvent être ouvertes. Cependant le problème principal des éleveurs étant le déficit d'aliments pour le bétail, il faudra penser à des méthodes efficaces de stockage de la paille pendant les périodes des pluies pour combler le déficit de saison sèche. Des techniques simples de cultures fourragères et de fabrication de foin pourront être enseignées.

Dans les villages le problème d'hygiène est encore plus difficile à traiter, car il faudra auparavant, songer à élever le niveau de vie des habitants avant de leur demander des investissements pour l'assainissement. Cependant la sensibilisation à l'hygiène du milieu pourrait être initiée à l'intention de ces derniers.

Toutes ces mesures nécessitent une organisation et une solidarité communautaire pour générer les sources de financement, l'appui des autorités, des bailleurs et des organismes de développement.

Certains aspects des mesures préconisées nécessitent des études complémentaires d'approfondissement (cas de la conservation des résidus des récoltes et des cultures fourragères).

Conclusion

Les résultats des différentes enquêtes menées dans le bassin versant de Yitenga nous ont permis de relever que: la démographie du bassin versant est galopante (le nombre d'habitants a plus que triplé à Pouytenga en 15 ans), il y a un important développement de nouvelles activités économiques plus ou moins maîtrisées par les populations (commerces divers, cultures irriguées, élevage de case). Pour l'épanouissement de cette population, des infrastructures socio-économiques de plus en plus importants (alimentation en eau, assainissement, écoles, hôpitaux, électrification, etc.) devraient être installées. Ceci demande de gros investissements, qui ne cadrent pas avec la conjoncture économique des pays sous développée comme le Burkina, où seules les capitales économiques et politiques bénéficient d'un suivi permanent des mesures d'approvisionnement en eau et d'assainissement. La conséquence immédiate est l'insalubrité du cadre de vie qui favorise l'augmentation du stress au sein de la population et les maladies infectieuses.

La présence majoritaire d'une ethnie et d'une religion, ne permet pas toujours de remettre en cause les comportements rétrogrades dans lesquels certaines populations sont enclavées. Les habitudes de vie des populations en ville, cadre caractérisé par une diversité ethnique et culturelle, qui se traduisent par une transposition de l'organisation de la vie dans les villages, cadre plus homogène sur la plan ethnique et culturel, ne favorisent pas l'intégration et la solidarité des populations d'origines différentes d'une part et ne permettent pas de modifier certains comportements à risques qu'on aurait pu changer avec un statut socio-économique meilleur d'autre part.

Les conditions socio-économiques actuelles de la zone d'étude ne sont pas de nature à favoriser l'accès à l'eau des populations à faibles revenus. En effet, malgré les importants efforts d'investissement dans les secteurs de l'approvisionnement en eau, la majorité des habitants des zones urbaines et rurales restent encore sans accès durable à de l'eau et à l'assainissement parce que les investissements nécessaires pour étendre le service à tous n'ont pas pu être mobilisés. Des efforts supplémentaires d'investissement avec le concours de tous les acteurs du milieu et éventuellement l'aide extérieure doivent être faits. La mobilisation et le service de l'eau coûteront plus chers dans les villages à cause de leur taille faible et de la faiblesse de leur densité d'occupation de l'espace.

Bibliographie

Direction des Etudes et de la Planification (DEP), 1997.- Carte Sanitaire du Burkina Faso. Ministère de la Santé, Burkina Faso.

- Direction de la Promotion de la Famille (DPF), 1996.- Etude socio-anthropique sur la population et la vie familiale. Ministère de l'Action Social et de la Famille, Burkina Faso.
- Djeufo C. L., 2001.- Relations entre les activités productives et la santé des populations riveraines autour du barrage de Itenga. Mémoire de fin d'étude d'Ingénieurs, EIER, Ouagadougou, Burkina Faso. 84 p.
- Institut National de la Statistique et de la Démographie (INSD), 1996 : Recensement général de la population . Ministère du plan et de la coopération. Ouagadougou, Burkina Faso.
- Kambiré J. M., 2002.- Environnement et lutte contre la pauvreté. *In* : Mamadou Amadou : Rapport d'activités 2001-2002 du Club des Amis de l'Environnement EIER-ETSHER. Communication présentée lors de la table Ronde du Club Environnement. Groupe EIER-ETSHER, Ouagadougou, Burkina Faso, 2002, pp. 15-24.
- Ganamtore K. et Idani A., 2002.- Environnement et lutte contre la pauvreté. *In* : Mamadou Amadou : Rapport d'activités 2001-2002 du Club des Amis de l'Environnement EIER-ETSHER. Communication présentée lors de la table Ronde du Club Environnement. Groupe EIER-ETSHER, Ouagadougou, Burkina Faso, 2002, pp.24-37.
- Kengni D.E., 2002. - Assainissement et approvisionnement en eau de consommation dans le bassin versant du barrage de Yitenga, diagnostic de la situation, risques sur la santé des populations et mesures de prévention. Mémoire de fin d'études d'ingénieur, EIER. Ouagadougou Burkina Faso, 89p.
- Maga G. P., 2002.- Comportement et implication des populations de la ville de Pouytenga dans le domaine de l'eau et de l'assainissement. Premier Rapport Trimestriel de stage d'appui à la recherche. Octobre-Décembre 2002, EIER, Ouagadougou, Burkina Faso, 34 p. + annexes.
- Mampouya M., Wethé J., Afeiton P., 2001.- Evaluation des conditions de vie et de la santé humaine dans les zones d'influence de l'écosystème créé par le barrage d'Itenga (Koupela, Itenga, Pouytenga) au Burkina Faso. Rapport de l'enquête sanitaire.
- Matokot G., 2003.- détermination des différents types de maladies diarrhéiques existant dans la zone d'étude du bassin versant du barrage de Yitenga. Rapport d'enquête sanitaire. Groupe EIER/ETSHER, Ouagadougou, Burkina Faso. 27 p. + Annexes.
- Tsitsa A., 2001.- Dynamique des écosystèmes et relation avec la santé des populations riveraines : Cas du barrage de Itenga au Burkina Faso. Mémoire de fin d'étude d'Ingénieurs, EIER, Ouagadougou, Burkina Faso. 77 p.
- Symes S. L., 1994.- The Social Environment and Health. *Daedalus*, Journal of the American Academy of Arts and Sciences, Health and Wealth, Fall 1994: 79-86
- Wilkinson R. G., 1994.- The Epidemiological Transition: From Material Scarcity To Social Disadvantage? *Daedalus*, Journal of the American Academy of Arts and Sciences, Health and Wealth, Fall 1994: 61-78.
- Yonkeu S., Maïga H.A., Mampouya M., Wethé J. et Mamane C., 2001.- Analyse des mécanismes de réduction des risques dus à la présence du barrage de Yitenga sur la santé de l'écosystème et des populations humaines riveraines et colons, EIER/CRDI. Ouagadougou, Burkina Faso, 95 p.

LA PERCEPTION DES POPULATIONS DES MALADIES DIARRHÉIQUES AU BURKINA FASO : une piste pour l'éducation aux problèmes de santé

Jean Noël Poda¹, Raül Gagliardi², Franck O. Kam³ et Anatole T. Niameogo⁴

¹IRSS/CNRST 03 B.P.7047, Ouagadougou Burkina Faso., ² 38 Crêts-de-Champel 1206, Genève Suisse,

³Programme ALPHA 01 B.P.578, Ouagadougou Burkina Faso, ⁴Coordonnateur APENF-BF 01 BP 578, Ouagadougou Burkina Faso, Courriel : podajnl@yahoo.fr

Résumé

Pour déterminer les connaissances traditionnelles et scientifiques des populations, L'APENF-BF a réalisé une enquête dans six régions du Burkina Faso. Les résultats ont permis d'identifier les obstacles affectant la sensibilisation sur l'implantation de méthodes efficaces de lutte et de prévention des maladies diarrhéiques .

Il ressort que dans toutes les communautés l'eau est considérée comme une source de vie et qu'elle occupe une place importante dans l'univers culturel des populations. Cette représentation fait que les maladies d'origine hydrique sont attribuées à des facteurs traditionnels mais aussi selon la logique de la médecine moderne. Ces perceptions se retrouvent dans les réponses obtenues. Par ailleurs, la méconnaissance de notions de biologie tels que la connaissance des microorganismes, par une large majorité de la population est un obstacle pour la compréhension des causes et des solutions pour les maladies transmissibles par l'eau. Le regroupement des réponses montre qu'il n'y a pas de différence significative dans les réponses selon le sexe. Par contre les variations sont importantes si l'on tient compte des tranches d'âge. Les mesures de prévention et de lutte proposées dans ce texte reflètent ces différences de perception.

Ces données montrent l'ampleur des problèmes de perception vis-à-vis de l'eau et des maladies d'origine hydrique par les populations. De plus elles relèvent les difficultés spécifiques qu'elles rencontrent dans l'adoption des mesures de prévention et de lutte.

Mots-clés : éducation, maladies diarrhéiques, santé, perceptions, conditions socio-économiques, eau, populations.

Introduction

Au Burkina Faso, les maladies diarrhéiques représentent la première cause de consultation soit 56,8% chez les enfants de 0 à 5 ans et seulement 12,8% des femmes ont un niveau de connaissance sur les diarrhées et les thérapies de réhydratation par voie orale (Konaté et al 1994.). Cela traduit une méconnaissance ou une mauvaise application de l'hygiène en particulier concernant l'utilisation l'eau, pollué par les rejets humains, animaux et autres formes de pollution la qualité des eaux, dont celle des réservoirs, est généralement mauvaise au Burkina Faso

Or les populations ont d'autres références pour expliquer les maladies. Même si un certain métissage apparaît dans leurs interprétations à cause de la juxtaposition de la médecine moderne à la médecine traditionnelle, il n'en reste pas moins qu'une partie importante de la population ne comprend que superficiellement le contenu des messages de sensibilisation qui véhiculent des conceptions qui lui sont étrangères.

Partir des connaissances et des techniques traditionnelles sur les maladies diarrhéiques, en extraire les pratiques viables, minimisent les risques de bouleversement socio-culturel et permet une cure sélective des connaissances traditionnelles rétrogradent. L'Association pour la Promotion de l'Education Non Formelle du Burkina Faso (APNEF)²⁰, pour analyser les besoins et les attitudes des populations dans le processus didactique, a donc collecté à travers un questionnaire les connaissances traditionnelles et scientifiques des populations dans six régions culturelles du Burkina Faso. Les travaux qui sont présentés concernent les conceptions et les obstacles sur les méthodes de lutte et de prévention des maladies diarrhéiques. En partant de ce que les populations connaissent, on peut apporter le message approprié. L'approche de solutions en matière de message à apporter aux populations sera modulée en fonction des réponses de cette étude.

²⁰ L'Association pour la Promotion de l'Education Non Formelle du Burkina Faso (APNEF) intervient essentiellement en milieu rural auprès des populations analphabètes

Matériel et méthode

L'enquête s'est déroulée du 31 janvier au 12 février 2000 après une formation du personnel d'enquête. Un questionnaire en 18 points duquel sont tirées les trois questions sur les maladies diarrhéiques a été administré dans six régions culturelles du Burkina Faso (Fig. 1) : le groupe moréphone de Ouahigouya (Yatenga), Julaphone de Orodara (KénéDougou), Fulaphone de Dori (Seno), gulmaphone de Fada (Gourma), bissaphone de Zabré (Boulgou) et lyéléphone de Réo (Sanguié). Les enquêteurs ont été formés à travers un guide approprié d'une trentaine de pages. Ce guide a été spécialement conçu pour que les enquêteurs aient la même démarche et que les informations soient recueillies sans biais.

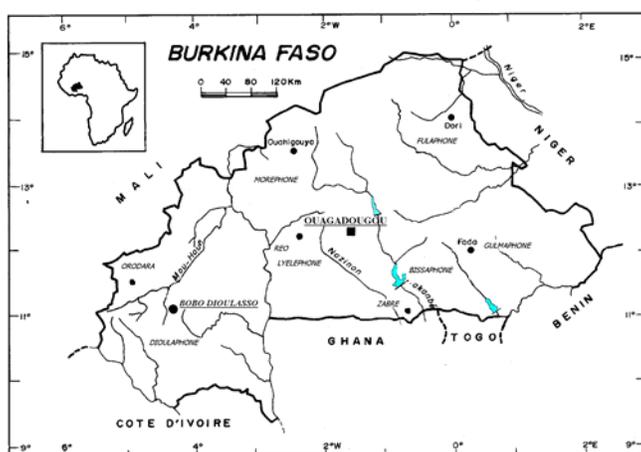


Figure 1. Localisation du Burkina Faso et de ses six régions culturelles

Quatre groupes d'âge (9-15 ans, 16-35 ans, 36-50 ans, 51-75 ans) ont été identifiés avec une parité homme/femme par région et par groupe d'âge, ils sont tous du milieu rural et sont soit analphabètes pour la plupart soit déscolarisés du système éducatif formel soit enfin formés au système non formel. La formulation des questions a été simplifiée et adaptée au contexte rural burkinabè. Au total 96 personnes (soit 4 par groupe d'âge et par région) choisies au hasard, ont livré 397 réponses aux 3 questions qui se rapportaient aux maladies diarrhéiques.

Les réponses à chacune des trois questions sélectionnées ont été groupées en crescendo selon les solutions scientifiques recommandées. Les questions et les réponses sont répertoriées dans le tableau 1.

Résultats et Discussion

Le niveau de scolarisation et d'alphabétisation du Burkina Faso figurent parmi les plus faibles de la sous région. Le premier Ministre dans son discours sur l'état de la nation prononcé le 12

Avril 2001 a indiqué que les taux de scolarisation demeurent très faibles et sont respectivement de 41,3% au primaire, 11,14% au secondaire, 1% au supérieur et 26% pour l'alphabétisation. (Sidwaya N° 4243 du 17 avril 2001). Ces chiffres dominés par les forts taux du milieu urbain, cachent une réalité du milieu rural où les faibles performances de l'éducation formelle sont relayées par l'éducation non formelle. C'est dans le milieu rural que les proportions de personnes sans niveau d'instruction sont les plus élevées soit 79% pour les hommes et 89% pour les femmes.

Question	Classification des réponses
<i>A- A côté d'un barrage, il y a un écriteau qui indique qu'il n'est pas sain de boire l'eau. Toutefois, cette eau paraît très claire en l'observant. Veuillez expliquer quelles sont les éventuelles raisons de cet avertissement ?</i>	1-Un conseil de l'auteur ; 2-Une eau claire peut contenir des déchets toxiques ; 3-Une eau claire peut contenir des germes de maladies ; 4-Pour éviter les maladies liées à l'eau (vers de Guinée, bilharziose, diarrhée etc.) ; 5-Autres raisons
<i>B- Quelle démarche ferez-vous si votre enfant a une diarrhée ?</i>	1-Utiliser les plantes médicinales 2-Utiliser les fruits du baobab, la bouillie 3-Faire boire l'eau salée et sucrée ou ORASEL 4-Recours à une formation sanitaire 5-Autres démarches
<i>C- Si vous croyez que l'eau d'une région est contaminée, quelles précautions prendrez-vous quand vous buvez cette eau</i>	1- Décanter l'eau 2- Filtrer l'eau 3- Bouillir l'eau 4- Traiter avec l'eau de Javel 5- Autres précautions

Tableau 1. Les 3 questions sur les maladies diarrhéiques, et les réponses associées à celles-ci, tirées du questionnaire en 18 points.

Les réponses au questionnaire ont permis de recueillir les connaissances vives des populations. 397 réponses aux trois questions ont été obtenues. Malgré une couverture des grandes zones linguistiques du Burkina, toutes les régions culturelles ne sont pas prises en compte. Une carte en annexe montre les différentes régions. Les résultats sont présentés et analysés selon les régions linguistiques, l'âge et le sexe.

Ces données montrent l'ampleur des problèmes d'éducation et de communication dans la mise en œuvre des stratégies de santé. Pour faire face à ses problèmes, il faut disposer d'information sur le niveau de connaissance des populations, leur façon de penser et les difficultés spécifiques d'apprentissage qu'elles rencontrent sur une situation concrète comme les maladies diarrhéiques. L'analyse des réponses aux questionnaires donne quelques indications.

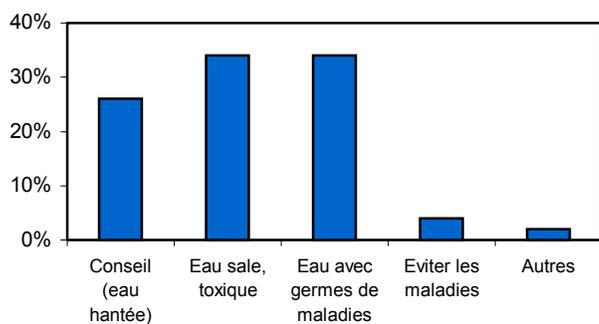


Figure 2. Réponses apportées à la question : À côté d'un barrage, il y a un écriteau qui indique qu'il n'est pas sain de boire l'eau. Toutefois, cette eau paraît très claire en l'observant. Veuillez expliquer quelles sont les éventuelles raisons de cet avertissement ? (Question A)

Les réponses aux questions montrent que pour les populations de toutes les régions, l'eau source de vie, occupe une place importante dans leur univers culturel (figure 2). Ces deux représentations qui se retrouvent dans les réponses à la question A (eau hantée par les esprits 26%, eau sale et toxique 34%, eau source de maladies 34%) font que les maladies d'origine hydrique sont attribuées à des facteurs d'apprentissage traditionnels mais aussi selon la logique de la médecine moderne (Question B). Si nous examinons la question B, il apparaît que la pharmacopée au plan global vient en deuxième position avec 35% après le recours à une formation sanitaire 38% (Figure 3).

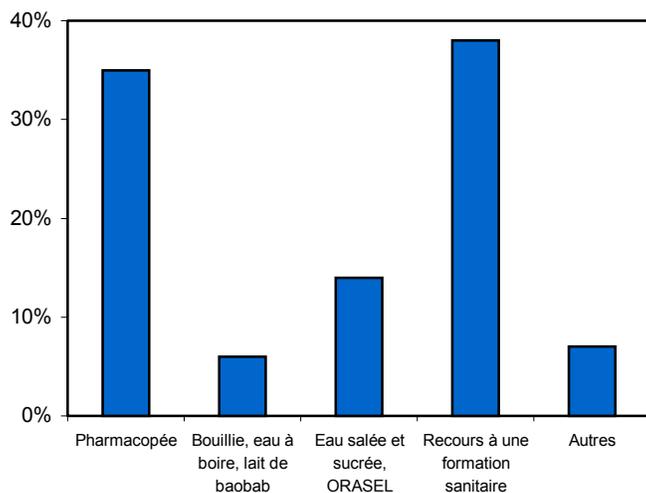


Figure 3. Réponses apportées à la question : Quelle démarche ferez-vous si votre enfant a une diarrhée ? (Question B)

Les résultats font aussi ressortir que la méconnaissance des notions de biologies de base tels que la connaissance des microorganismes, par de grands secteurs de la population est un

obstacle pour la compréhension des causes et des solutions pour les maladies transmissibles par l'eau (figure 4). La réponse *Autres* à cette question sont les réponses qui sortent du cadre des concepts admis dans l'éducation non formelle par exemple des réponses comme « faire des forages », « refuser de boire ». *Autres* est la réponse de plus de 30% des personnes questionnées

Les régions

Si nous analysons les réponses à la question A selon les régions (Tableau 1), il apparaît des disparités que nous pourrions attribuer au contexte culturel mais plus encore à des situations et actions diverses (proximité avec les services de santé, éducation formelle et non formelle, sensibilisation par les ONGs et divers projets de développement). Ainsi les réponses se concentrent autour des conseils avec 60% chez les Julaphone et 45% chez les Lyéléphone, de l'eau sale toxique chez les Bissaphone 68% et les Moréphone 50%, de l'eau ayant des germes de maladies chez les Fulaphone 61,5%. Peu de réponses parviennent à identifier les maladies. Les plus citées sont le ver de Guinée, les diarrhées, les bilharzioses.

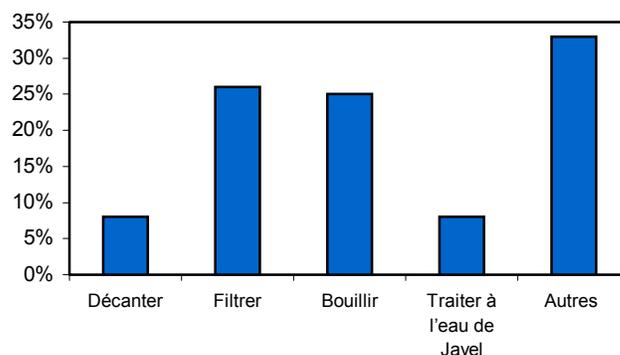


Figure 4. Réponses apportées à la question : Si vous croyez que l'eau d'une région est contaminée, quelles précautions prendrez-vous quand vous buvez cette eau ? (Question C)

Si nous analysons les réponses à la question B selon les régions (Tableau 2), il apparaît que la pharmacopée au plan global vient en deuxième position avec 35% après le recours à une formation sanitaire 38%. Selon les régions culturelles, la pharmacopée occupe la première position dans la zone Moréphone 39%, Gulmaphone 39% et Fulaphone 37%, elle est en parité avec le recours à une formation sanitaire chez les Bissaphone 38% et elle apparaît en deuxième position chez les Lyéléphone 30% et les Julaphone 23% après le recours à une formation sanitaire. Par contre, dans ces deux dernières zones, les conseils ont été les réponses dominantes à la question A. Le sel de réhydratation, thème actuel de sensibilisation, n'est perceptible que dans les zones Moréphone 28% et Fulaphone 29%.

	Morephone	Julaphone	Fulaphone	Gulmaphone	Bissaphone	Lyeléphone
Conseil (eau hantée)	11,5%	60%	11%	24%	0%	45%
Eau sale, toxique	50%	16%	11%	32%	68%	22%
Eau avec germes de maladies	38,5%	20%	61,5%	36%	21%	33%
Eviter les maladies	0%	4%	11%	8%	0%	0%
Autres	0%	0%	5,5%	0%	11%	0%

*La réponse Autres inclut les réponses qui sortent du cadre des concepts admis dans l'éducation non formelle sur la question

Tableau 1. Réponses apportées, par les différentes communautés linguistiques, à la question : *à côté d'un barrage, il y a un écriteau qui indique qu'il n'est pas sain de boire l'eau. Toutefois, cette eau paraît très claire en l'observant. Veuillez expliquer quelles sont les éventuelles raisons de cet avertissement ? (Question A)*

	Morephone	Julaphone	Fulaphone	Gulmaphone	Bissaphone	Lyeléphone
<i>Pharmacopée</i>	39%	23%	37%	39%	38%	30%
Bouillie, eau à boire, lait de baobab	5%	0%	17%	7%	0%	5%
Eau salée et sucrée, ORASEL	28%	14%	29%	0%	10%	10%
Recours à une formation sanitaire	28%	54%	17%	36%	38%	55%
Autres *	0%	9%	0%	18%	14%	0%

*La réponse Autres inclut les réponses qui sortent du cadre des concepts admis dans l'éducation non formelle sur la question.

Tableau 2 . Réponses apportées, par les différentes communautés linguistiques, à la question : *Quelle démarche ferez-vous si votre enfant a une diarrhée ? (Question B)*

	Morephone	Julaphone	Fulaphone	Gulmaphone	Bissaphone	Lyeléphone
<i>Décanner</i>	0%	0%	12%	16%	8%	6%
Filtrer	0%	16%	34%	16%	36%	44%
Bouillir	6%	37%	31%	31%	32%	6%
Traiter à l'eau de Javel	12%	5%	14%	0%	8%	0%
Autres*	82%	42%	9%	37%	16%	44%

*La réponse Autres inclut les réponses qui sortent du cadre des concepts admis dans l'éducation non formelle sur la question

Tableau 3. Réponses apportées, par les différentes communautés linguistiques, à la question : *Si vous croyez que l'eau d'une région est contaminée, quelles précautions prendrez-vous quand vous buvez cette eau ? (Question C)*

Les réponses à la question C (Tableau 3) sont très disparates et peuvent révéler une absence de message et d'approche claires sur ce sujet, elles traduisent le fossé qui sépare les croyances traditionnelles des connaissances scientifiques. Ainsi peut-on justifier les autres solutions qui représentent 33% sur le plan global suivies de filtrer l'eau avec 26%, bouillir l'eau avec 25%. Selon les régions, la zone moréphone avec 82% a pesé sur le grand pourcentage des autres réponses qui vont du refus de boire l'eau à la nécessité de nouveaux forages en passant par la demande de protection des ancêtres pour consommer l'eau contaminée.

L'analyse des 397 réponses aux 3 questions, montre que dans chaque région culturelle il existe un ensemble de concepts spécifiques pour interpréter les méthodes de lutte et de prévention contre les maladies diarrhéiques. Dans le cas de cette enquête la notion biologique des micro-organisme est méconnue par les populations, il s'avère difficile de les amener à accepter qu'une eau transparente peut aussi contenir des microbes. L'apprentissage des concepts de micro-organisme devrait déterminer la transformation du problème « comment éviter la diarrhée infantile » à « comment détruire les micro-organismes pathogènes qui sont dans l'eau » et « comment éviter la contamination de l'eau ». Ainsi l'approche du système d'enseignement non formel, du fait qu'il est adapté aux contextes socio-économiques de la communauté permettrait, comme la soulevé Gagliardi (1995), de préserver le savoir traditionnel et de l'intégrer aux connaissances modernes.

La répartition des réponses selon le sexe des répondants

Le regroupement des réponses selon le sexe montre qu'il n'y a pas de différence significative homme et femme (tableaux 4,5,6). On note cependant pour la question A une tendance des femmes à une caractérisation de l'eau (eau sale et toxique avec 55%) alors que les hommes poussent plus loin la réflexion comme éviter les maladies avec 60%). Pour les question B et C, les réponses des femmes se rapportent à la pharmacopée (52%) et au recours à une formation sanitaire (52%) ce qui traduit leur vécu quotidien alors que les hommes proposent des solutions techniques comme traiter à l'eau de javel 60% ou filtrer l'eau (54%), faire boire de l'eau ou de la bouillie (62%).

Réponse/Sexe	Femmes	Hommes
Conseil (eau hantée)	47%	53%
Eau sale, toxique	55%	45%
Eau avec germes de maladies	47%	53%
Eviter les maladies	40%	60%
Autres réponses	33%	67%

Tableau 4. Réponses apportées, par les femmes et les hommes, à la question : *à côté d'un barrage, il y a un écriteau qui indique qu'il n'est pas sain de boire l'eau. Toutefois, cette eau paraît très claire en l'observant. Veuillez expliquer quelles sont les éventuelles raisons de cet avertissement ?* (Question A)

Réponse/Sexe	Femmes	Hommes
Pharmacopée	52%	48%
Bouillie, eau à boire, lait de baobab	38%	62%
Eau salée et sucrée, ORASEL	47%	53%
Recours à une formation sanitaire	52%	48%
Autres réponses	21%	79%

Tableau 5. Réponses apportées, par les femmes et les hommes, à la question : *Quelle démarche ferez-vous si votre enfant a une diarrhée ?* (Question B)

Réponse/Sexe	Femmes	Hommes
Décanter	50%	50%
Filtrer	46%	54%
Bouillir	44%	56%
Traiter à l'eau de Javel	40%	60%
Autres réponses	50%	50%

Tableau 6. Réponses apportées, par les femmes et les hommes, à la question : *Si vous croyez que l'eau d'une région est contaminée, quelles précautions prendrez-vous quand vous buvez cette eau ?* (Question C)

La répartition des réponses selon l'âge des répondants

Si nous analysons les réponses à la question A Selon les tranches d'âge (Tableau 7), les réponses révèlent une plus grande spécificité ; Ainsi les plus âgés (51-75 ans) répondent par les conseils avec 43%, les enfants (9-15 ans) par l'eau sale et toxique avec 52%. La notion de germes de maladies se retrouve chez les jeunes (16-35 ans) avec 43% et les adultes (36-50 ans) avec 41%.

Réponse/Âge	9-15	16-35	36-50	51-75
Conseil (eau hantée)	14%	17%	29%	43%
Eau sale, toxique	52%	31%	27%	27%
Eau avec germes de maladies	28%	43%	41%	24%
Eviter les maladies	3%	6%	3%	3%
Autres	3%	3%	0%	3%

Tableau 7. Réponses apportées, selon les tranches d'âge, à la question : *à côté d'un barrage, il y a un écriteau qui indique qu'il n'est pas sain de boire l'eau. Toutefois, cette eau paraît très claire en l'observant. Veuillez expliquer quelles sont les éventuelles raisons de cet avertissement ?* (Question A)

Si nous analysons les réponses à la question B (tableau 8), le sel de réhydratation, thème actuel de sensibilisation n'est perceptible que chez les enfants (9-15 ans) avec 17%. La pharmacopée

apparaît en première position pour les plus âgés (51-75 ans) avec 55%, alors que le recours à une formation sanitaire est en première position chez les adultes (36-50 ans) avec 46%, chez les jeunes (16-35 ans) avec 37% et chez les enfants (9-15 ans) avec 31%.

Réponse/Âge	9-15	16-35	36-50	51-75
Pharmacopée	25%	26%	36%	55%
Bouillie, eau à boire, lait de baobab	8%	11,5%	0%	4%
Eau salée et sucrée, ORASEL	17%	14%	15%	10%
Recours à une formation sanitaire	31%	37%	46%	24%
Autres	19%	11,5%	3%	7%

Tableau 8. Réponses apportées, selon les tranches d'âge, à la question : *Quelle démarche ferez-vous si votre enfant a une diarrhée ?* (Question B)

Si nous analysons les réponses à la question c selon les tranches d'âge (tableau 9), la même diversité observée au niveau des régions est relevée. Les jeunes (16-35 ans) et les adultes (36-50 ans) préfèrent filtrer ou bouillir l'eau. Le recours à l'eau de Javel apparaît davantage dans les réponses des enfants de 9 à 15 ans avec 15%.

Réponse/Âge	9-15	16-35	36-50	51-75
Décanner	12%	6%	6%	26%
Filtrer	17%	32%	34%	22%
Bouillir	15%	28%	31%	28%
Traiter à l'eau de Javel	15%	6%	9%	0%
Autres réponses	41%	28%	20%	44%

Tableau 9. Réponses apportées, selon les tranches d'âge, à la question: *Si vous croyez que l'eau d'une région est contaminée, quelles précautions prendrez-vous quand vous buvez cette eau ?* (Question C)

Conclusion

Les maladies liées à l'eau comme les diarrhées ne sont pas inévitables, et peuvent être contenues dans des limites acceptables (Parent et al 1997, Monjour et al 1984). Mais les progrès sont freinés à la fois par les obstacles économiques, surtout dans les pays en voie de développement comme le Burkina Faso et par l'analphabétisme qui freine les changements attendus. La Décennie Internationale de l'Eau Potable et de l'Assainissement 1981-1990 (DIEPA) qui semblait intégrer les deux paramètres "développement des ressources en eau" et "amélioration de la situation sanitaire" au-delà des discours (combien utiles pour avoir sensibilisé la communauté internationale sur cette question) a eu des résultats plutôt limités.

De nos jours, les opérations de lutte contre les parasitoses liées à l'eau dépassent largement le cadre d'opérations de santé et s'intègrent dans les plans globaux de développement (Mouchet 1979, Birley, 1991, Olivier et Le Jalle, 1998) de l'éducation en particulier.

Pour cela la prise en compte des informations sur la culture, les connaissances traditionnelles sur les aspects sanitaires et les difficultés spécifiques d'apprentissage des populations, s'inscrit dans la synergie d'actions pour une gestion saine et durable de l'eau et du cadre de vie par les populations.

Bibliographie

- Birley M. 1991- Lignes directrices pour prévoir les implications pour les maladies transmises par vecteurs du développement des ressources en eau. WHO/CWS/91.3 107p +annexes
- Feachem R., Bradley D.J., Garelick H. and Mara D.D. 1980- Health aspects of excreta and sullage management. Appropriate Technology of Water Suppl and Sanitation series. World Bank, Washington D.C.
- Gagliardi R. 1995- La formation scientifique et technique à l'usage des communautés traditionnelles. *Perspectives. vol. XXV ; n°1, mars 1995*
- Hughes C.C. et Hunter J.M. (1970) Diseases and "development" in Africa. *Social science and medicine*, 3 : 443-493.
- Hunter J.M., Rey L., Chu K.Y., Adekolu-John E.O. Mott K.E.- 1994- Parasitoses et mise en valeur des ressources hydriques. Un impératif: la négociation intersectorielle. OMS Genève 1994. 159 pp
- Konaté D.L., Sinaré T. et Seroussi M ; 1994 Enquête démographique et de santé Burkina Faso 1993 INSD Ouagadougou Burkina Faso 296 pages
- Monjout L., Bourdillon F., Martin N. A., Karam M., Ouvrard S., Detry A., Fevre D., Gentilini M., 1984 – Rétentissement sur la flore fécale pathogène de l'utilisation d'une eau potable en milieu rural sahélien. *Bull.soc.path.Ex. 77* : 175-181
- Mouchet 1979 - Les vecteurs de nuisance en santé humaine et animale. Actes du congrès sur la lutte contre les insectes en milieu tropical; Marseille (France) 1979 p. 937-954.
- Olivier J.L. et Le Jalle C.- 1998- *Eau potable et assainissement dans les quartiers périurbains et les petits centres pS-Eau Coopération Française 157p.*
- Parent G., Ouédraogo A., Zagré N.M. et al. Grands barrages, santé et nutrition en Afrique : au delà de la polémique. *Cahiers Santé. 1997 ; 7*, 417-22.
- Tiffen M. 1993- L'incorporation de mesures de protection de la santé dans les projets d'irrigation par la coopération intersectorielle. Series de lignes directrices TEAE /OMS Genève ; 85pp.

L'ÉCLATEMENT GÉOGRAPHIQUE DES ITINÉRAIRES THÉRAPEUTIQUES : la perspective écologique est-elle en mesure d'y faire face ?

Nathalie Pinsonnault, Ph.D., Chercheure post-doctorale, Université du Québec à Montréal, Case postale 8888, Succ. Centre-Ville, Montréal (Québec), Canada, H3C 3P8, Courriel : pinsonnault.nathalie@uqam.ca

Résumé

A partir du phénomène d'éclatement géographique des itinéraires thérapeutiques en Afrique, nous voulons faire apparaître le fait que les communautés recourent de plus en plus à l'émigration (avec l'ouverture des espaces économiques) afin de développer des stratégies leur permettant de gérer leurs difficultés, vécues localement.

Pour ce faire, nous démontrons à partir des nouvelles avenues de recherche qu'emprunte la perspective écologique, la légitimité de celle-ci pour l'analyse du phénomène en question. Nous vérifions par la suite ledit phénomène à la lumière du problème du paludisme en Guinée (région de la Moyenne Guinée). C'est ainsi que nos analyses témoignent dans quelle mesure les communautés transforment leurs relations avec l'environnement immédiat pour résoudre leurs problèmes de santé qui sont modulés par des facteurs écologiques et cherchent à signifier à leurs autorités locales leur volonté de se distancier des services de l'État.

Mots-clés : Itinéraire thérapeutique, perspective écologique, paludisme, Guinée.

Introduction

La question auquel nous voulons répondre met en position de dualité d'une part, les processus de recherche de soins dans le contexte de la mondialisation économique et d'autre part, le renouvellement d'un courant théorique qui tente d'actualiser ses fondements à partir des réalités environnementales. Le lien peut paraître à prime abord inusité. Mais il s'explique par la volonté que nous avons de rendre compte de l'impact de l'ouverture des espaces économiques sur les stratégies employées par les communautés pour gérer leurs difficultés au quotidien; l'intérêt étant dirigé sur celles qui conjuguent leur état de santé avec leur contexte environnemental.

Mais avant d'aller au cœur du sujet, nous devons apporter des précisions quant à l'usage que nous faisons du concept «d'itinéraire thérapeutique», qui est plus habituel de rencontrer dans la littérature issue de l'anthropologie médicale. Par «itinéraire thérapeutique», nous faisons référence aux parcours utilisés par les individus pour l'obtention de soins. Tel que l'a traité Janzon (1995), les individus prennent des décisions en matière de recours aux soins. Pour ce faire, ils développent des stratégies les mettant en relation avec divers lieux de traitements (tels : le marché public, le centre de santé, la clinique privée, le tradithérapeute, etc.), selon une trajectoire qui répond aux exigences de l'individu et de celle de son réseau social.

Or, même si les chercheurs ont depuis les travaux de Janzon (1995) été sensibilisé à la prise en compte des itinéraires thérapeutiques dans l'étude des problèmes de santé dans le contexte africain, ce phénomène semble maintenant devoir être analysé à la lumière de la nouvelle économie. Cette dernière transforme profondément les enjeux collectifs en matière de soins de santé. Au-delà de l'accessibilité nouvelle de territoires et de marchés, la nouvelle économie modifie ni plus ni moins les cadres de référence des communautés qui vivent de profondes transformations quant à leur mode de vie et quant à leurs stratégies qu'elles déploient pour assurer à leurs membres une protection, voir une santé collective.

C'est pourquoi, pour comprendre dans quelle mesure l'ouverture économique modifie l'envergure des itinéraires thérapeutiques en Afrique, nous proposons une démarche d'analyse en deux temps. Dans un premier temps, nous démontrons de quelle manière le phénomène d'ouverture économique à grande échelle est en train de transformer la perspective écologique dans l'étude des problèmes de santé. Dans un deuxième temps, nous portons notre regard sur le cas de figure du paludisme en Guinée afin de démontrer de façon exemplaire la transformation des relations qu'entretiennent les communautés villageoises de la région de la Moyenne Guinée avec leur environnement; cette transformation créant de nouveaux dictats quant à la manière de gérer les maladies fortement modulées par les facteurs écologiques.

Le parcours de la perspective écologique dans les sciences sociales

S'il nous est apparu important de faire référence à la perspective écologique c'est que celle-ci a depuis les années soixante marquée l'étude des collectivités dans leur environnement social et naturel. Ses assises théoriques ont par ailleurs été remaniées à plusieurs reprises au cours de sa petite histoire : le cœur des bouleversements théoriques ayant toujours porté sur la manière de conceptualiser les rapports des collectivités avec leur environnement.

Il est intéressant de souligner qu'à ses débuts, les tenants de la perspective écologique portent un intérêt particulier pour l'étude des sociétés, vivant dans des aires culturelles bien délimitées (influence du courant culturaliste de l'anthropologie) pour témoigner des dynamiques sociales au sein des écosystèmes. En signifiant l'ancrage des sociétés dans leur milieu physique, les premiers ténors de la perspective écologique ont valorisé l'idée de cohérence entre les systèmes écologique, biologique et socio-comportemental (Rappaport, 1968; Vayda, 1969; Alland, 1970). Plus exactement, le postulat de base a consisté à dire que l'émergence de nouveaux paramètres écologiques oblige les populations humaines à mettre en place des réponses adaptatives (réponses biologiques et anthropiques) pour répondre aux contraintes environnementales. Les phénomènes sociaux ont été représentés dans cette conception hiérarchique de l'adaptation comme une réponse aux besoins plus fondamentaux de l'adaptation écologique (Milton, 1993).

Dans les années quatre-vingt, la perspective écologique a subi de profondes transformations en réponse aux critiques qui ont été formulées au sujet de la cohérence perçue entre les systèmes sociaux et écologiques. Du même coup, ce fut la vision cloisonnée des collectivités dans leur système écologique qui a été remis en question. En effet, dans la mesure où l'on s'est détaché de l'idée que les frontières sociales correspondent aux frontières écologiques, les raisons économiques et politiques des problèmes environnementaux ont émergé pour aussi faire valoir l'existence des phénomènes d'exploitation des travailleurs, d'inégalités sociales (pour l'obtention des ressources), de pauvreté alimentaire, etc. Pour témoigner de l'émergence de ces revendications, nous faisons référence à Singer (1989, p. 226)²¹ qui, se rapportant à la critique de Landy (1977) au sujet de l'interprétation des problèmes nutritionnels d'une population, a affirmé :

[...] the missing factor in the ecology-nutrition-disease calculus could well be not so much the consequences of tropical or warm temperate climate directly but their combination with an exploitative

²¹ D. Landy, *Cultural, Disease and Healing*, New York, Macmillan, 1977, p. 320; cité dans Merrill Singer, « The Limitations of Medical Ecology : The Concept of Adaptation in the Context of Social Stratification and Social Transformation », *Medical Anthropology*, vol. 10, no.4, 1989, p. 226.

situation where the foods produced by a people are consumed by others. On other words, there may be a correlation between these climates and imperialist domination, so that the amount and nutritional quality of food produced is not a measure of the amount and quality of food consumed by the food-producers, since they are drained off by economically more powerful forces.

C'est donc avec une préoccupation marquée pour les dimensions économiques et politiques qui s'imposent à une échelle globale que la perspective écologique a pris au cours des années quatre-vingt dix un nouvel essor. Ceci n'est pas sans rapport avec le fait que les débats internationaux qui ont eu cours lors de la dernière décennie ont imposé un momentum; celui-ci positionnant avec force les enjeux environnementaux à une échelle planétaire.

C'est donc avec la volonté de pouvoir conjuguer à des échelles différentes les situations de crises environnementales que se tourne aujourd'hui les auteurs revendiquant une allégeance à la perspective écologique. C'est dans cette lancée que l'on amorce l'étude des situations de crises environnementales en terme de dépossession culturelle. Le postulat consiste à dire que l'ampleur des perturbations écologiques oblige de plus en plus les collectivités à déployer des stratégies nouvelles d'affiliations avec le territoire perdu ou détérioré. Les procédures juridiques de demandes de réparation dans le domaine de « l'écologie », la relocalisation forcée des populations, la désaffection progressive de celles-ci de leur terroir, tout comme les mesures visant à émigrer pour paradoxalement assurer la survie du milieu d'origine (le phénomène croissant des diasporas) font en sorte de décloisonner les collectivités de leur contexte écologique (Hirsch, et O'Hanlon, 1995; Descola et Gíslí, 1996; Peet et Richard, 1996; Gezon, 1999; Kirsch, 2001).

Dans une démarche similaire qui vise tout particulièrement à transcender l'aire écologique, des travaux mettent en évidence la multiplicité des systèmes écologiques dans lesquels participent les collectivités. Fairhead et Leach (1994, p. 12) illustrent cette tendance lorsqu'ils abordent l'hétérogénéité des contextes et des pratiques au sein d'un même cadre de vie et les représentations diverses (selon les catégories sociales, économiques, etc.) qui en découlent :

Les études sur l'utilisation de l'environnement et les modalités de son exploitation en Afrique introduisent souvent des typologies distinguant de manière radicale cultures permanentes ou itinérantes, terrains humides ou secs, cultures pluviales ou irriguées, systèmes intensifs ou extensifs, agro-écosystèmes de forêt ou de savane. De même, l'exploitation des différents types de ressources naturelles tels que les arbres, eau et animaux est fréquemment étudiée séparément. Cependant, un trait distinctif des approches locales est que ces différences sont souvent considérées comme faisant partie d'un continuum et de processus pensés et

gérés de manière globale. De nombreux paysans exploitent simultanément des champs de façon plus ou moins intensive, et selon des degrés de pente et de contrôle des eaux variables. (...) Les approches africaines de l'environnement assimilent donc des processus écologiques qui intègrent des paysages et des espèces végétales et animales variés, permettant aux populations d'orienter ces processus dans leur intérêt propre. (...) Il apparaîtra clairement que les différences sociales et politiques au sein des communautés africaines de même qu'entre ces communautés et les décideurs extérieurs, sont souvent reflétées par les diverses interprétations des questions environnementales.

Tout ceci pour dire qu'une nouvelle génération de chercheurs critique l'idée des attributs fixes qui conduisent à considérer les populations comme homogènes et soumises à un seul type d'environnement (Deléage, 1991). Les conditions multiples de subsistance sur un territoire donné tout comme les mouvements de population créent en soi une multiplicité d'expériences et donc, une multiplicité de processus écologiques dans un cadre que l'on tente tant bien que mal de définir.

Face à cela, il nous importe de vérifier les nouvelles bases de la perspective écologique à la lumière des observations que nous avons faites en Guinée concernant les formes d'affiliation nouvelles des collectivités avec leur environnement et l'impact de celles-ci sur les itinéraires thérapeutiques utilisés pour faire face au problème du paludisme.

Quelques repères au sujet de l'affiliation des collectivités avec leur environnement

Dans le contexte de la région de la Moyenne Guinée (figure 1), les communautés villageoises qui sont majoritairement de l'ethnie peule exercent des activités agropastorales caractérisées par l'exploitation du fonio (photo 1) et de l'élevage d'espèces ovines et bovines. Toutefois, même si ces activités configurent le paysage de la région, il est trompeur de voir celles-ci comme étant déterminantes au plan socio-économique pour un bon nombre de familles. En effet, la Moyenne Guinée démontre des signes révélateurs d'une importante dégradation environnementale qui se révèle par le truchement des problèmes de maintenance des activités de subsistance.

L'une des difficultés les plus importantes concernent la manifestation de nombreuses maladies épidémiques qui affectent de façon tangible les ressources du terroir : les arbres fruitiers (en raison du virus de la *cercosporiose* qui attaque les agrumes) tout comme les espèces ovines. Aussi, comme autre difficulté, les terres démontrent des signes importants d'érosion sans compter le phénomène de déforestation qui affecte de façon croissante la région.

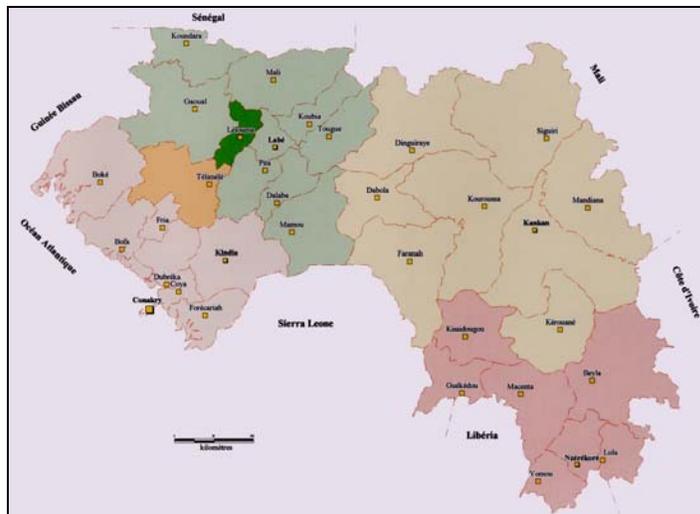


Figure 1. Carte de la Guinée. La région de la Moyenne Guinée correspond à la zone teintée en vert. La préfecture de Lélouma est située au cœur de cette région. C'est dans celle-ci que le phénomène d'émigration des hommes, partis quelques années à l'étranger pour soutenir au plan socio-économique leurs familles, a été le plus observé.

Il faut savoir que les interventions de certaines organisations internationales²² dans la région de la Moyenne Guinée au cours des années quatre-vingt dix et qui ont eu pour but d'instaurer et d'améliorer les pratiques agropastorales ont été des échecs cuisants. L'implantation de nouvelles espèces végétales et animales sans moyen curatif a même rehaussé les difficultés déjà vécues par les villageois qui avaient accepté d'expérimenter l'élevage de nouvelles espèces ovines.

Sans soutenir l'idée que ces difficultés à répétition sont les seules responsables de la modification des stratégies de subsistance au sein de la région, nous avons observé un important processus d'émigration des hommes en âge de travailler (dès quinze ans) vers l'extérieur de la Guinée. Certes, des considérations socio-historiques ont fait en sorte, depuis la deuxième Guerre Mondiale, de favoriser l'émigration des hommes peuls (surtout ceux de descendance noble) vers les capitales étrangères²³. Aussi, la région de la Moyenne Guinée qui correspond à peu de chose près à l'ancien empire du Foutah Djallon, a été témoin d'une affiliation différenciée des familles avec la terre selon le fait qu'elles soient de «descendance captive» ou de «descendance noble»²⁴. En d'autres termes, il est vrai que l'histoire de la région

²² La plus importante ayant été l'agence onusienne du FIDA (Fonds international pour le développement agricole).

²³ Sous le pouvoir français, un rapprochement a eu lieu avec la métropole faisant en sorte de créer des circuits de migration temporaire pour les hommes qui ont exercé des tâches à titre de domestique, de chauffeur, de tailleur, de bijoutier, etc.

²⁴ Tel que l'indique Barry (1988), à partir du XVIII^e siècle, la région de la Moyenne Guinée et ses environs a connu des vagues successives de migration de Peuls, engagés dans une Révolution islamique. Ce fut une Guerre Sainte qui a abouti à la formation d'un état théocratique, aux structures sociales fortement

a configuré une appartenance au terroir qui est différenciée, selon l'appartenance sociale des familles.



Photo 1. La culture du fonio. En Moyenne Guinée, les sols sont appauvris. Les habitants y cultivent principalement le fonio; cette céréale exigeant peu de soins et une qualité de terre relativement faible.

Toutefois, depuis le début des années quatre-vingt dix, les réseaux migratoires se sont étendus et encouragent non plus seulement les individus de descendance noble. Aussi, les réseaux migratoires ne se limitent plus aux seuls pays limitrophes de la Guinée (Côte d'Ivoire, Sénégal,...) ou à l'ancienne métropole française. Ces réseaux se sont développés tous azimuts de telle sorte que les ressortissants des villages peuls de la Moyenne Guinée se retrouvent installés en Australie, dans plusieurs pays de l'Asie, dans l'ensemble de l'Europe et depuis peu, en Amérique (la ville de New York étant jusqu'à tout récemment prisée).

Les possibilités limitées de pouvoir exploiter les terres en Moyenne Guinée et les maigres moyens dont disposent les communautés pour passer au travers des difficultés de la vie quotidienne font en sorte de créer un rapport antagoniste avec l'environnement immédiat. Surtout chez les familles de descendance noble qui ont centré leur vie socio-économique sur

hiérarchisées. Dans ce système, les populations autochtones (devenus esclaves) ont dû historiquement exercer les activités agricoles pour subvenir aux besoins alimentaires des Peuls qui ont envahi le territoire. Cependant, nous devons souligner que des transformations majeures ont eu cours au plan de l'organisation sociale des sociétés foutaniennes avec d'abord, l'arrivée de la colonisation française à la fin du dix-neuvième siècle et ensuite, avec les bouleversements qu'a connus la Guinée depuis son Indépendance. Aujourd'hui, bien des individus provenant des familles de descendance captive ont des rôles importants au sein de leur région administrative, liées au fonction de l'État (policier, sage-femme dans un centre de santé, représentant politique, etc.). Par contre, les familles de descendance noble peuvent davantage s'impliquer dans des projets liés au devenir du village (réalisation des rituels, alliances matrimoniales, construction d'infrastructures villageoises, etc.).

l'émigration de ses hommes, les difficultés les plus importantes concernent de moins en moins leur environnement qui est pourtant assujéti à une dégradation certaine et à une difficulté croissante au niveau de l'exploitation des ressources. C'est davantage la hantise de perdre la régularité des entrées d'argent venant des fils et des maris à l'étranger²⁵, qui peut causer problème. La situation est telle, que l'argent obtenu des hommes sert à combler des besoins essentiels, (tel, l'achat du riz) alors qu'auparavant, cet argent servait davantage à combler des besoins non immédiats (construire ou rénover le domicile familial, par exemple)²⁶.

L'impact des réseaux migratoires sur les itinéraires thérapeutiques

A la lumière de la stratégie migratoire des hommes permettant aux villages de la Moyenne Guinée d'assurer leur subsistance, nous avons constaté que l'homme (fils aîné ou mari) joue un rôle-clé en matière de santé et ce, même s'il est à l'étranger (Photo 2). Nous l'avons constaté de façon remarquable au centre de santé de la sous-préfecture de Diountou en période intense du paludisme (en saison des pluies, de mai à août). Les femmes exigeaient au médecin, après l'établissement du diagnostic pour leur enfant, d'obtenir les prescriptions de médicaments sans pour autant en faire l'achat sur place²⁷. Pour le cas particulier du paludisme, les villageois ont démontré une forte tendance à privilégier l'usage de médicaments modernes et efficaces ne provenant pas des établissements publics de santé²⁸.

Cette revendication est aussi intéressante à saisir à la lumière de la stratégie employée par le médecin-chef du centre de santé de ladite sous-préfecture. En effet, lui-même était engagé dans une stratégie parallèle de recherche de médicaments pour le traitement du paludisme et ce, dans les pharmacies privées, situées dans la principale agglomération de la région et dans la capitale, Conakry. Le traitement donné alors aux villageois et en

²⁵ L'argent est transmis aux familles dans les villages, par des hommes qui agissent comme intermédiaires économiques

²⁶ Par ailleurs, il faut mentionner que des projets collectifs sont financés au village par l'intermédiaire des ressortissants qui sont en situation d'émigration (dans les différentes capitales ou métropoles). Regroupés au sein d'associations villageoises, les ressortissants financent les cérémonies religieuses (telle que la cérémonie annuelle de la lecture du Coran) et la construction d'infrastructures locales. Le rôle de ces associations dans certaines sous-préfectures est devenu crucial. Dans la sous-préfecture de Diountou, un village a pu construire une école, faute d'appui de l'État, à partir du soutien de son association villageoise. Cependant, le village en question a connu par la suite des difficultés importantes pour obtenir des professeurs et rendre ainsi effectif le fonctionnement de ladite école. En effet, la construction croissante d'infrastructures sans l'aval des autorités régionales du Ministère de l'éducation ou de la Santé, fait en sorte de créer des tensions entre ces dernières et les villages.

²⁷ Nous avons même été témoin de demandes de prescriptions chez quelques femmes et ce, pour obtenir de la part du mari les argentés nécessaires pour combler d'autres besoins jugés prioritaires. Pour le chef du centre de santé de Diountou, il s'agit d'une stratégie féminine auquel il est souvent confronté.

²⁸ Cette observation corrobore les constatations faites par d'autres chercheurs auprès de communautés peules, vivant à Conakry (Gordon, 1998).

particulier aux enfants dans les cas sévères de paludisme comprenait, outre la chloroquine, du sirop de nivaquine²⁹.

Pour ce médecin, l'enjeu était de taille. Confronté au problème de ne pouvoir faire des tests de goutte épaisse dans les services de première ligne de santé - ce test étant essentiel pour vérifier le niveau de parasitémie paludéenne - il offre des prescriptions de chloroquine aux individus sans avoir l'assurance clinique de la présence du parasite³⁰.

Ainsi donc, les activités de soins en marge du réseau officiel sont initiées autant par les hommes du village qui envoient à leur famille respective les médicaments venant de l'étranger (la Gambie et le Sénégal étant privilégiés) que par certains médecins qui proposent aussi des alternatives de soins à partir du secteur privé.

Si l'on regarde la problématique de la chloroquine du point de vue national, le Programme national de lutte contre le paludisme (PNLP), intégré au Ministère de la Santé publique en Guinée, témoigne d'une préoccupation ambiguë concernant le traitement efficace du paludisme. D'un côté, la prise en charge des cas de paludisme tout comme la chimioprophylaxie destinée aux femmes enceintes constituent les bases d'une politique élargie de traitement³¹ et de l'autre, les autorités sanitaires font de plus en plus preuve d'une hésitation quant au fait de prodiguer ce traitement sans vérification clinique. Cette ambiguïté émerge dans un document interne du PNLP (p.2) :

Le diagnostic au niveau périphérique doit être clinique et la tâche du programme antipaludique est de fournir les principes directeurs adaptés à la situation locale qui aideront les agents à administrer de la chloroquine aussi efficacement que possible sans procéder à des examens microscopiques. Toutefois, la propagation de la chloroquinorésistance rend de plus en plus impératif la nécessité de procéder à des analyses microscopiques dès le premier niveau de recours.

L'inadéquation entre d'une part, l'expression locale des problèmes de santé et d'autre part, la réponse uniforme qu'offre les services publics en Guinée dépasse le seul problème de la dispensation de la chloroquine (sans test clinique). En effet, la donation réduite de médicaments (par les autorités préfectorales

²⁹ Par exemple, dans le cas d'un bébé de six mois (6 kg), on donne 1c. à thé, trois fois par jour, pendant 5 jours, de nivaquine.

³⁰ La prescription excessive de chloroquine au sein d'une population procure un phénomène connu sous le nom de chloroquinorésistance. Le parasite responsable du paludisme – le *Plasmodium* devient résistant à la chloroquine. Gentilini, en 1991, parle de l'existence de la chloroquinorésistance dans l'ensemble de l'Afrique de l'Ouest.

³¹ A travers le pays, le traitement de la chloroquine est largement accessible aux services de première ligne de santé (centres de santé).

de santé) et ce, à un chef de centre de santé qui ne rentabilise pas son service est une tactique qui vise à accroître chez ce dernier sa clientèle et sa vente de médicaments. Or, elle ne fait que mettre en confrontation les services de première ligne de santé avec leurs autorités préfectorales et nationales surtout lors de la saison des pluies – période connue pour le paludisme mais aussi pour les difficultés économiques que vivent les communautés villageoises en attentes des nouvelles récoltes.



Photo 2. La contribution des hommes émigrés : La contribution financière des hommes en situation d'émigration est visible dans la région de la Moyenne Guinée et ce, depuis quelques générations. Sur la photo, nous voyons les hommes retraités (anciennement en situation d'émigration) en réunion en vue de planifier en concertation avec leurs fils à l'étranger, les projets du village (tels que le financement de la cérémonie de la Lecture du Coran et de la construction d'infrastructures).

Or, dans ce système de contrôle, nulle contestation n'est possible pour remettre en question l'efficacité de certains médicaments ou pour témoigner de pathologies qui ne correspondent pas au portrait général des niveaux de morbidité en Guinée³². La rigidité du fonctionnement du système de soins qui vise à appliquer des programmes nationaux ou internationaux de santé ou à respecter des standards d'achalandage de clientèles créent une pression chez les communautés villageoises³³.

³² Nous soulignons le fait que les manœuvres de contrôle des infrastructures de santé peuvent toucher des dimensions qui vont au-delà du domaine d'intérêt : la santé. Nous évoquons brièvement ceci car c'est dans la région de la Guinée maritime et non dans celle de la Moyenne Guinée que nous avons pu être témoin de situations fortes de contrôle de la part des autorités locales de santé sur les communautés immédiates et ce, au plan politique. Plus exactement, certains lieux de santé sont devenus stratégiques pour les activités de propagandes en période électorale. Le rôle joué en Afrique par différents types d'institutions (académiques, de santé, etc.) au plan politique prend de l'importance dans les écrits en sociologie et en anthropologie. Didier Fassin (2000) a abordé cette problématique dans son livre : Les enjeux politiques de la santé.

³³ Dans le cas du paludisme, nous pouvons faire état de la stratégie employée par le PNLP, ici fortement encouragé par l'OMS et qui vise à promouvoir l'utilisation de moustiquaires imprégnés d'insecticides. Chose étonnante, en 1997, l'implantation de ce volet a d'abord été initié à Conakry ainsi que dans l'ensemble de la région plus vaste de la Guinée maritime et de la Guinée

D'où notre argumentation qui est de dire que la rigidité du système de soins fait selon nous partie intégrante des conditions qui fragilisent les populations en regard au paludisme. Nos résultats révèlent la nécessité de prendre en compte ces conditions déficientes qui sont tout à fait rattachées aux réalités écologiques de celles-ci.

C'est pourquoi, ces dernières signifient de par leurs choix socio-économiques l'impuissance de leur localité et de leurs administrateurs à leur offrir des services de qualité. Paradoxalement, les intervenants locaux de santé réitèrent ce point de vue de par le choix qu'ils ont fait de résorber le problème d'inefficacité de certains traitements tout en cherchant à combler, dans leur service même, le manque d'effectif de leur clientèle.

Somme toute, les formes de soutien et de recours aux soins en rapport au paludisme sont liées à l'emprise que peuvent démontrer les familles et les autorités publiques à pouvoir gérer cette maladie. Or, cette emprise doit être comprise à la lecture des possibilités qu'ont les familles de se détacher de leur environnement immédiat pour obtenir à l'extérieur de leur village un appui assuré et plus efficace pour combler les besoins entourant leur quotidien. Il va s'en dire que les appuis provenant des hommes constituent une forme de pouvoir permettant aux familles de répondre à leurs épisodes de paludisme, dans le quotidien de leur vie.

Conclusion

Ainsi, au-delà de la seule question de l'accessibilité des médicaments étrangers ou de leur commercialisation illégale (Curry, 1999; United Nations Office for Drug Control and Crime Prevention, 1999)³⁴, il est nécessaire de lier l'éclatement des itinéraires thérapeutiques avec la revendication manifestée de certaines collectivités de pouvoir assurer une qualité de vie de manière à neutraliser l'imprévisibilité des événements dont ceux en santé. En somme, c'est la recherche de soins de qualité qui est exprimée. Et pour cela, les collectivités témoignent d'une nécessaire distanciation avec les services de l'état pour obtenir des soins qui les protègent plus efficacement.

forestière. Sans débattre de la nécessité d'implanter à travers ces régions de telles mesures de protection individuelle, des régions plus sèches au prise avec des périodes épidémiques de la maladie n'avaient pas encore été incluses en 1998 dans ce programme qui leur serait des plus cruciaux. En effet, il est admis que les programmes d'accès aux moustiquaires doivent prioritairement être mis en place dans les zones où la période de transmission du paludisme est de courte durée et non dans celles dites permanentes ou saisonnières longues. Dans ces dernières, se manifeste une grande stabilité du paludisme. Dans ce contexte éco-épidémiologique, la lutte antivectorielle ne peut aboutir à un arrêt de la transmission mais à une diminution. Par ailleurs, lorsque la transmission a lieu sur une brève période de temps, les campagnes antivectorielles peuvent théoriquement mener à un arrêt de la transmission (Gazin et al., 1985).

³⁴ Ces sujets recevant une attention particulière depuis quelques années.

Il serait inopportun de croire que notre propos vise à encourager dans le contexte africain le recours à des services privés de santé. Loin de là notre intention. Ce que nous voulons surtout souligner par l'entremise de cet article concerne le fait que l'engagement discontinu des instances internationales en matière de développement ainsi que les faiblesses du secteur public à pouvoir répondre aux besoins des collectivités constituent des paramètres importants faisant en sorte de décourager ces dernières à entreprendre des actions dirigées vers l'amélioration de leur environnement. N'y a-t-il pas lieu de croire que le phénomène dont nous témoignons ici engage un bon nombre de collectivités dans les pays en voie de développement et doit être sérieusement traité au plan de l'analyse?

L'éclatement géographique des pratiques de subsistance qui modulent du même coup les itinéraires thérapeutiques nous sert de signal nous démontrant le paradoxe de la maintenance d'un environnement donné : il faut s'en dégager pour assurer sa survie et sa propre santé.

Les assises actuelles de la perspective écologique orientées sur les relations d'interface entre les collectivités et leur environnement permettent de dépasser l'idée que les dimensions macro-économiques et macro-politiques ont une influence sur un environnement donné. En d'autres termes, par rapport au phénomène que nous avons traité ici, il ne peut être décrypté à partir d'une analyse fondée sur des mécanismes d'influences. Plutôt, il fait appel à la mise en place de relations nouvelles qu'ont les collectivités avec leur environnement immédiat. Et ce rapport configure de plus en plus les pratiques de soins dans les pays en voie de développement, tel qu'en Guinée. C'est donc à ce genre de questions que nous désirons apporter une contribution pour autant soi peu, faire de la perspective écologique, une perspective d'avenir.

Bibliographie

- Alland, A. 1970. *Adaptation in Cultural Evolution: An Approach to Medical Anthropology*. New York : Columbia University Press.
- Barry, B. 1988. *La Sénégalie du XVe au XIXe siècle. Traite négrière, Islam, conquête coloniale*. Paris: Editions L'Harmattan.
- Curry, J. 1999. *Regionalisation in Africa: integration & disintegration*, Bloomington : Indiana University Press.
- Deléage, J-P. 1991. *Histoire de l'écologie : une science de l'homme et de la nature*. Paris: Editions La Découverte.
- Descola, P. et Gisli, P. (eds) 1996. *Nature and Society: Anthropology perspectives*. London : Routledge.
- Fairhead, J. et Leach, M. 1994. « Représentations culturelles africaines et gestion de l'environnement ». *Politique africaine*. no. 53, (mars), p. 11-24.
- Fassin, D. 2000. *Les enjeux politiques de la santé*. Paris : Karthala.
- Gazin, P., Robert, V., Akogbeto, M., Carnevale, P. 1985. « Réflexions sur les risques d'infection palustre selon la densité et l'inféctivité anophélienne ». *Annales de la Société belge de Médecine tropicale*, vol. 65, p. 263-269.
- Gentilini, M. 1991. « Généralités ». In Paludisme, sous la coord. de M. Danis et J.Mouchet, p. 13-16, Paris : Éditions Ellipses/AUPELF.
- Gezon, L.L. 1999. « Of Shrimps and Spirit Possession: Toward a Political Ecology of Resource Management in Northern Madagascar ». *American Anthropology*, vol. 101, no. 1, pp. 58-67.
- Gordon, A.J. 1998. « Seeing Disease like the Fulani: Background Knowledge and Metaschemas for Malaria and Other Problems ». *Knowledge and*

- Society. Research in Science and Technology Studies : Knowledge Systems*. vol. 11, p. 107-129.
- Hirsch, E. et O'Hanlon, M. 1995. *The Anthropology of the landscape : Perspectives on space and place*. Oxford : Clarendon.
- Janzon, J.M. (W. Arkinstall en collab.). 1995. *La quête de la thérapie au Bas-Zaïre*. Paris : Éditions Karthala.
- Kirsh, S. 2001. «Environmental Disaster, "Culture Loss", and the Law». *Current Anthropology*, vol. 42, no. 2, (April), p. 167-198.
- Landy, D. 1977. *Culture, Disease and Healing : studies in medical anthropology*. New York: Macmillan.
- Milton, K. (ed.) 1993. *Environmentalis : the View from Anthropology*. London: Routledge.
- Ministère de la Santé publique. Programme national de lutte contre le paludisme. 1997. *Stratégie de vulgarisation des moustiquaires ou matériaux imprégnés d'insecticide*. (document interne), 8 p.
- Peet, M. et Richard, W. (eds) 1996. *Liberation Ecologies : Environment, Development, Social Movements*. London : Routledge.
- Rappaport, R. 1968. *Pigs for the ancestors: ritual in the ecology of a New Guinea people*. New Haven: Yale University Press.
- Singer, M. 1989. The Limitations of Medical Ecology : The Concept of Adaptation in the context of Social Stratification and Social Transformation ». *Medical Anthropology*, vol. 10, no.4, p. 223-234.
- United Nations Office for Drug Control and Crime Prevention. 1999. *The drug nexus in Africa*. Vienna : United Nations Office for Drug Control and Crime Prevention.
- Vayda, A.P. (dir. publ.) 1969. *Environment and Cultural Behavior : ecological studies in cultural anthropology*. New York: Natural History Press.

REGARDS SUR LE MONDE

L'ATMOSPHÈRE DE BRAZZAVILLE POLLUÉE PAR LES VOITURES IMPORTÉES

Par Alcède Moumbou¹ et Jean-Valère Ngoubangoyi²
¹Journaliste et informaticienne, stagiaire au Centre de ressources pour la presse à Brazzaville - Journaliste correspondant au Congo des agences de presses Syfia International et Infosud, ²Coordonnateur de l'Association « Les Amis du pangolin-Congo »

Brazzaville, capitale du Congo, est devenue l'une des villes d'Afrique centrale la plus polluée. La principale source de cette pollution sont les fumées rejetées par les voitures d'occasion massivement importées d'Europe et d'Asie qui roulent avec de l'essence frelatée. Les spécialistes craignent la multiplication des cancers des voies respiratoires. Déjà on déplore la recrudescence de nombreuses maladies respiratoires.

Suffoquer sous d'épaisse fumée noire qui entoure voitures, motos et piétons, rendant ainsi la visibilité quasiment nulle et la respiration difficile, sont des scènes courantes tant à Brazzaville que dans les centres urbains du Congo. Un petit pays d'Afrique centrale avec 342 000 km² pour une population de 3 millions d'habitants.

Pourtant, dans la ville, l'air est devenu irrespirable à cause du gaz carbonique rejeté par les voitures mais aussi du fait de l'incinération des ordures ménagères et des déchets plastiques. Dans certains endroits de Brazzaville, où s'entassent de tas d'immondices, des poubelles on doit y passer avec des mouchoirs pour se protéger le nez et la bouche. « *Si des mesures draconiennes ne sont pas prises pour essayer d'assainir la ville, nous courrons le risque de voir apparaître la recrudescence de nouveaux types de maladies dues à la pollution de mauvais gaz que nous respirons maintenant* », avertissait un enseignant de biologie lors d'un séminaire sur le recyclage de sachets plastiques à Brazzaville.

La même crainte est exprimée par de nombreux spécialistes congolais de la santé. Ils estiment que « *nous courrons à une catastrophe sur la plan sanitaire* ». Dans les années à venir « *nous assisterons à la multiplication des cas de cancer des voies respiratoires. Pour l'instant on constate l'augmentation des bronchites, les rhumes, la pneumopathie... Avant cette dernière maladie, très mortelle chez nous, était assimilée au Sida. Mais de plus de plus on se rend bien compte que c'est une maladie comme tout autre qui fait rage mais que l'on peut soigner* », alerte le Docteur Banzouzi, spécialiste des maladies respiratoires au centre hospitalier de Talangaï, un quartier nord de Brazzaville.

Les véhicules d'occasions massivement importées d'Europe seraient essentiellement à l'origine de la pollution atmosphérique à Brazzaville. A la Direction générale de l'administration du territoire aucune statistique officielle sur le nombre de vieilles voitures importées n'est pas disponible. On estime à plus de 10 000 entre 1990 et 2000. Le nombre de véhicules immatriculées ne fait qu'augmenté au jour le jour.

Pour Robert Ngoma, journaliste congolais, qui venait de réaliser une enquête sur la situation du carburant au Congo, « *le drame, se plaint-t-il, c'est que la majorité des propriétaires de ces véhicules et engins font usages de l'essence frelatée en provenance du Nigeria. On y met dans le carburant une forte dose d'huile à moteur. C'est pour cela que des voitures sont fumantes comme un pneu qui brûle* ». Malonga Benoît, chercheur, lui est plus incisif. Il indexe également la mauvaise qualité de l'essence utilisée au Congo. « *C'est de l'essence à plomb, dit-il, cette essence est très nuisibles à la santé surtout à celle des enfants* ».

Le Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE), a annoncé en janvier dernier que la plupart des pays africains renonceraient d'ici cinq ans à l'essence à plomb. Une enquête publiée par le PNUE à Nairobi, au Kenya démontre que quatre pays africains seulement dont l'Egypte, la Lybie, l'Ile Maurice et le Soudan sont déjà passés aux carburant « sans plomb » cette année quatre autres pays ou territoires (le Maroc, la Réunion, la Tunisie et le Sahara occidental) rejoindront cette initiative. D'autres pays plus d'une vingtaine, sont en train d'élaborer leur plan pour l'abandon de l'essence à plomb en 2006. L'essence sans plomb représente, en effet, 90% de la consommation mondiale de carburant. Et les 10% que représente l'essence à plomb se concentrent dans les pays du sud. Surtout sur le continent africain dont le Congo-Brazzaville. Le Directeur exécutif du PNUE M.Klaus Toepfer, a attribué ce phénomène à des questions technologiques, au manque de sensibilisation du public aux danger de l'essence au plomb sur la santé (1).

Au Congo-Brazzaville, pour le moment tout cela n'est pas encore à l'ordre du jour. Parmi les pratiques dangereuses on peut encore citer celle qui consiste à mélanger du pétrole « lampant » à de l'essence. Cette pratique est assez courante chez les petits revendeurs de l'essence de la contrebande qu'on appelle les « Khadaffi ». Tout cela contribue à embaumer l'atmosphère et à mettre en danger les moteurs des voitures et des motos qui ne sont pas soumis à des contrôles techniques rigoureuses.

Devant l'aggravation continue de la pollution, le chercheur Benoît Malonga, pense qu'il faut essayer de limiter l'importation des véhicules d'occasion. Mais Jean-Claude, chauffeur de taxi ne l'entend de cette oreille. « Ces véhicules rendent énormément service. Puisque l'Etat y fait des rentrées fiscales. Et nous autres jeunes on exerce un petit boulot. Les populations, elles permettent de se déplacer ».

Ne pouvant réclamer la suppression des importations des véhicules et les matières qui favorisent la pollution, les observateurs congolais proposent que le gouvernement détermine l'âge maximal des véhicules d'occasion que le Congo peut accueillir sur son territoire. Ils ne devraient pas dépasser 20 ans. Car le pays est devenu un dépotoir de carcasses des pays occidentaux. On sait aussi que le problème pour de nombreux pays africains est qu'ils ne disposent pas de moyens, des cadres et des structures nécessaires pour pouvoir appliquer les quelques législations contre la pollution atmosphérique. Ce qui favoriserait la protection efficace de l'environnement.

(1) Agence congolaise d'information (ACI) Janvier 2003

LE CONGO DÉARMÉ FACE À LA POLLUTION PÉTROLIÈRE

Par Esther Pabou Mbaki, Journaliste, membre du comité de rédaction de l'association «Les Amis du Pangolin-Congo»,
Courriel : ngoubava@yahoo.fr

A Pointe-Noire, à la fois ville du pétrole et capitale économique du Congo-Brazzaville, la pollution pétrolière est un vrai problème qui menace dangereusement aussi bien l'environnement que la santé des populations. Fort curieusement les sociétés pétrolières n'aiment jamais entendre parler de ce problème. Prétextant qu'elles dépensent autant d'argent pour les actions sociales en faveur de ces populations de cette ville. Les autorités congolaises, quant elles, ferment les yeux. De rares résolutions prises pendant les timides séminaires n'aboutissent pas.

«La menace est bien là. Elle est aggravée par la morphologie de la côte congolaise qui sablonneuse et basse», Vincent Tchicaya, président des associations écologistes congolais à Pointe-Noire, ville du pétrole, à 510 km, au sud de Brazzaville, la capitale, est courageux, quand il parle de la pollution pétrolière. Au Congo, petit pays d'Afrique centrale, avec 342 000 km² pour une population de 3 millions d'habitants, le sujet est tabou dans les milieux pétroliers. Même les autorités de cette ville pétrolière n'aiment jamais en parler.

Mais la situation est telle que le ministre des hydrocarbures, l'écrivain, Jean-Baptiste Taty Loutard, reconnaît qu'« en dépit des flux financiers importants que génère l'activité pétrolière, son expansion à impact, non seulement sur la nature mais aussi sur les populations proches des sites d'exploitation de pétrole ».

Faute d'études fiables, il est encore impossible d'évaluer l'étendu de l'évolution de la pollution des côtes congolaises par les hydrocarbures. Pour se convaincre de la gravité du problème, on se contente des constats d'experts et des plaintes des populations. Le phénomène s'exprime, en effet, «en termes d'huiles déversées dans la mer, particulièrement dans les sites où se déroulent les activités pétrolières. Dans la ville de Pointe-Noire, par exemple, on a constaté q u'il y a du goudron sur la plage. Ces huiles ne sont pas uniquement des déchets de pêche», souligne Martial Makondi, cadre à la cellule anti-pollution, au Ministère des hydrocarbures. Et Habram Mossassi, licencié en relations publiques, installés au village des pêcheurs où il exerce cette activité pour échapper au chômage renchérit: « J'ai constaté que l'eau a noirci. Elle devient parfois très sale. Les pêcheurs reviennent avec peu de poisson. Et puis ces derniers temps nous sommes obligés d'aller plus loin pour espérer rentrer avec une quantité de poisson. Ce phénomène de la pollution nous empêche de mener à bien nos activités.»

Quant aux Ponténégrins qui craignent pour leur santé à cause de la consommation des produits alimentaires congelés massivement importés d'Europe, manifestent une sorte d'inquiétude en constant que le poisson de mer qu'ils achètent directement aux villages de pêches artisanaux, exhale un arrière goût des hydrocarbures.

Pourtant, depuis le début de la production pétrolière au Congo, à la fin des années 60, aucune marée noire n'avait été constatée au large de Pointe-Noire. Ce qui n'est plus le cas ces dernières années. «Nous avons enregistré des déversements pétroliers surtout à partir d'août 1998, sur les côtes. Et nous avons prélevé du goudron, du cambouis qui remontait même très haut dans la lagune de Conkouati qui constitue aujourd'hui une des réserves protégées de l'Afrique centrale», témoigne Marcel Tati, chef des projets de conservation de la nature dans la réserve de Conkouati à 160 km de Pointe-Noire.

Il faut aussi dire que la pollution marine est un phénomène transfrontalier. En 1997, l'expansion de l'activité pétrolière dans

le Golf de Guinée représentait 3,9 millions de barils par jour à peu près 6% de la production du Congo à l'époque. *Ainsi «les hydrocarbures qui menacent eaux, forêts et les eaux marines congolaises proviennent aussi des pays voisins à savoir le Gabon, l'Angola, etc.»*, fait remarquer Léonard Sitou, géographe. Jocelyne Mambou, comme de nombreux Ponténégrins, qui adorent se baigner à la côte sauvage, préfère maintenant contempler tout simplement cette eau salée. *«Depuis, regrette-t-elle, que les pétrolières déchargent leurs huiles au large, nous avons mes amis et moi, cessé de nous baigner»*. Fixant son regard sur la fumée qui sort des exploitations pétrolières au Warf, elle s'interroge: *«Ces derniers temps il faut tellement chaud dans la ville, n'est-ce pas à cause de ces gaz qu'on brûle à longueur des journées?»*

Dans les villages situés vers la frontière du Congo et l'enclave du Cabinda (Angola), à Ndjeno, la situation agricole se détériore. Les récoltes sont détruites par les effets de la pollution. Les villageois se plaignent de la mauvaise récolte. *«Ces dernières années je ne suis plus en mesure de payer les frais scolaires de mes enfants. Chose que je faisais facilement. Nous ne comprenons plus rien»*, se désole Jeanne Ndembe qui pense qu'il vaut mieux faire recours aux engrais chimiques pour espérer faire de bonnes récoltes. Mais ces engrais coûtent chers.

Cela en est de même pour les agriculteurs de Loango, village à 20 km de Pointe-Noire, où les cultures sèchent de temps en temps. Les habitants accusent la pollution pétrolière d'en être responsable. Ce village est même menacé de disparition. L'érosion et la sécheresse avancent sûrement vers le continent. La mer à pratiquement engloutit plus d'un kilomètre de terre. *«Ce phénomène est très menaçant. Les populations sont impuissantes. Plusieurs fois j'en ai parlé aux autorités mais celles-ci ne réagissent pas»*, s'indigne Makaya Goma Jean-Jacques, chefs du village, de Loango. En attendant la pauvreté s'accroît auprès de ces paysans qui représentent la couche la plus vulnérable.

Ironie du sort. Les puissantes sociétés pétrolières vantent, quant à elles, leurs départements chargés des questions environnementales. Elles veulent faire croire que l'expansion de l'activité pétrolière n'est pas contre la protection des écosystèmes. Agip-Recherches Congo, dans un prospectus sur les champs de Kitina souligne *«qu'ici est entièrement conçu en cohérence avec les critères de protection de l'environnement produit par Agip Recherches pour la République du Congo et sa zone côtière. On prend soin de respecter les exigences du pays dans lequel l'opérateur est présent et actif dès le début de l'industrie»*. Quant au responsable de la comptabilité d'Elf Congo qui parle sous l'anonymat strict *«ces populations ont tort de penser que nous avons du mépris pour leur santé. Chaque année notre entreprise dépense d'importantes sommes d'argent pour les assister»*, souligne-t-il. Il rappelle également que la société a accordé une aide en 1998 au Centre anti-tuberculeux, pour le suivi de malades. Il faut aussi signaler que les motifs de

consultations pour la tuberculose et autres infections respiratoires ont augmenté dans les hôpitaux à Pointe-Noire.

Les populations de leurs cotés accusent les quelques rares Organisations non gouvernementales (ONG) qui tentent de travailler dans le domaine de la protection de l'environnement. de ne pas faire assez d'efforts pour dénoncer tout cela. *«Nous avons des armes de dénonciation trop limitées. C'est pourquoi nos revendications ne portent pas de fruits. D'autant plus nous ne sommes pas les décideurs»*, explique Yves Mbama, un des responsables de l'ONG «La cause Humanitaire». Marcel Taty, responsable de la réserve de Conkouati conseille plutôt la souplesse. Car d'après lui il faut savoir coopérer avec les pétroliers pour lutter contre la pollution. *«Les Ong qui travaillent dans l'environnement doivent se rapprocher des milieux pétroliers pour pouvoir mettre en place un mécanisme qui éviterait d'aggraver davantage le problème de la pollution marine»*, espère-t-il Il se souvient qu'en 1997, la société américaine Chevron avait financé la réalisation d'un documentaire télévisuel sur la Conkouati. De rares et timides séminaires qui ont déjà été tenus à ce propos n'ont produit aucun effet.

LA SANTÉ DES FEMMES PEUT-ELLE ÊTRE AFFECTÉE PAR LES PESTICIDES?

Catherine Frizzle, Réseau québécois des femmes en environnement, courriel : rjfe@uqam.ca

Les femmes ne sont pas davantage exposées que les hommes aux polluants environnementaux que sont les pesticides. Toutefois, le système reproductif des femmes est très sensible au taux alarmant de pesticides que l'on trouve dans l'environnement. De plus, elles exposent indirectement aux contaminants leur fœtus durant la vie embryonnaire et les nourrissons lors de l'allaitement³⁵.

Les substances utilisées dans la fabrication des pesticides ont changé au cours des 30 dernières années. Il est maintenant interdit au Canada et dans plusieurs pays industrialisés, d'utiliser la grande majorité des polluants organiques persistants ainsi que les métaux lourds. Toutefois, ces substances ont la fâcheuse

³⁵ WHEN. 1997. Exposés : les liens entre la dégradation de l'environnement et le cancer. Vidéocassette par le Women's Healthy Environments Network. <http://www.whenvironments.ca>

caractéristique d'être persistantes dans l'environnement, comme leur nom l'indique. Ce sont des substances qui se fixent aisément aux graisses corporelles et s'accumulent dans les organismes aquatiques que nous consommons, entre autres, ainsi que dans le corps humain. De plus, même si elles ne sont plus autorisées au Canada, ces substances sont encore utilisées dans les pays en voie de développement et peuvent voyager de longues distances pour se retrouver dans notre assiette. Elles s'ajoutent ainsi à la panoplie de substances qui les ont remplacées.

Ce n'est pas par hasard que le ministère de l'Environnement du Québec, dans son guide de consommation des poissons de pêche sportive en eau douce, recommande à la femme enceinte, allaitant et en âge de procréer de limiter considérablement sa consommation de poissons pouvant contenir des métaux lourds et d'autres contaminants environnementaux³⁶. En Ontario, la directive est plus sévère, cette même catégorie de femmes ne doit en aucun cas manger les espèces de poissons susceptibles de contenir ces mêmes contaminants³⁷.

L'accumulation des contaminants environnementaux entrant dans la composition des pesticides peut également affecter le système hormonal des femmes. En fait, certaines substances peuvent agir comme modulateur endocrinien, c'est-à-dire qu'elles peuvent mimer le comportement des hormones et contribuer au dérèglement du système hormonal. Selon le ministère de l'Environnement du Québec, des quelques 47 pesticides connus pour leurs effets perturbateurs du système endocrinien, 31 sont homologués au Canada³⁸. Autre fait inquiétant, la présence de pesticides dans l'environnement est de plus en plus invoquée pour expliquer l'importante proportion de cancer du sein qui ne peut être associé au tabac, aux radiations ou à l'origine familiale (génétique).

Les enfants sont également touchés puisque la mère, à travers le cordon ombilical ou encore par l'allaitement, transmet ces substances. En effet, seul l'allaitement maternel permet de déloger les contaminants qui se fixent aux graisses de la femme. Des chercheurs québécois ont échantillonné le lait maternel de femmes québécoises et peuvent confirmer la présence de certains résidus de pesticides dans ce lait. Ces chercheurs rappellent toutefois que le lait maternel demeure l'aliment le plus adapté et le plus nutritif pour les nouveaux-nés³⁹.

³⁶ Guide de consommation du poisson de pêche sportive en eau douce <http://www.menv.gouv.qc.ca/eau/guide/index.htm>

³⁷ The 2003 - 2004 Guide to Eating Ontario Sport Fish; <http://www.ene.gov.on.ca/envision/guide/>.

³⁸ Bilan des ventes de pesticides au Québec en 1997, <http://www.menv.gouv.qc.ca/pesticides/bilan97/perturbateur.htm>

³⁹ É. Dewailly, 1991, La contamination du lait maternel par les organochlorés au Québec, BISE, Volume 2- No 4 (http://www.inspq.qc.ca/cse/bise/1991/bise_2_4.htm)

Bien que les problématiques entre santé et environnement soient de plus en plus connues, les résultats de recherche portant sur la santé des femmes et l'environnement sont plutôt minces. Dans ce domaine, le RQFE adopte un rôle de catalyseur permettant aux femmes de connaître les enjeux et de développer des moyens d'action qui leur donneront confiance en leurs revendications. Par exemple, au cours de l'hiver 2003, les groupes de femmes de la grande région montréalaise et ailleurs au Québec ont pu participer à des séances d'animation traitant des problématiques de santé, d'environnement et de leurs liens avec la santé des femmes⁴⁰. Ces animations intitulées *L'eau, les OGM et les pesticides, vers une sécurité alimen...Terre*, furent produites dans le cadre d'un financement du Programme d'Animation Communautaire de Santé Canada. Elles représentent une excellente initiative de sensibilisation et donnent lieu à de multiples échanges qui permettront de nourrir de futures recherches, nous l'espérons!

LE DÉCLIN MONDIAL DU COUVERT FORESTIER⁴¹

Janet Larsen, Earth-Policy Institute, 1350 Connecticut Ave. NW, Suite 403, Washington DC, 20036, Etats-Unis,
Courriel : lesterbrown@earth-policy.org
Traduction : Jacques Bougie, courriel : jacques.bougie@sympatico.ca

Le couvert forestier mondial est un indicateur clé de l'état de santé de notre planète. Une forêt naturelle, non-dégradée, rend de nombreux services, entre autres, le recyclage des nutriments, la régulation du climat, la stabilisation des sols, le recyclage des déchets, la création d'habitats naturels, sans oublier toute une pléiade de loisirs en plein air. Ces services, évalués de façon conservatrice, valent plus de 4.7 trillions de dollars, soit l'équivalent de dix pour cent du produit mondial brut. Les forêts fournissent également des biens, tels que : nourritures, médicaments et un large éventail de produits forestiers (Costanza et al, 1997; World Economic Outlook, 2002)

Les forêts du monde couvrent 3.9 milliards d'hectares - soit environ un tiers de la superficie terrestre du globe, mis à part l'Antarctique et le Groenland. Ceci peut sembler très vaste, mais ce n'est que la moitié du massif forestier tel qu'il était au début de l'agriculture, il y a 11 000 ans. La plupart des forêts ne sont plus dans leur état originel, ayant subies des modifications

⁴⁰ (<http://www.rqfe.org>).

⁴¹ Collaboration spéciale entre la revue électronique en sciences de l'environnement VertigO et le Earth-Policy Institute

fondamentales de composition et de qualité (FAO, 2000; Matthews et al., 2000).

À cause de définitions conflictuelles de ce qui constitue une forêt, ajoutées au manque de données satellites et aux changements non-déclarés d'utilisation des sols, il est difficile d'évaluer la diminution du couvert forestier mondial. L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) évalue, de façon minimale, la perte des forêts mondiales à 94 millions d'hectares depuis la dernière décennie. Ces données incluent la perte de 130 millions d'hectares dans les pays en développement, au moment même où les pays occidentaux affichent un gain de 36 millions d'hectares, dues au reboisement naturel des terres agricoles abandonnées (FAO, 2001).

Pendant ce temps, la perte annuelle de forêts naturelles étaient de 16 millions d'hectares, dont 94 pour cent dans les tropiques. Durant les années 90, le Brésil subit la plus importante déforestation, avec 23 millions d'hectares. L'Amérique du Sud, dans son ensemble, a perdu 37 millions d'hectares. En Afrique, ce fut 52 millions d'hectares de pertes. Le Soudan, la Zambie et la République Démocratique du Congo totalisent à eux seuls la moitié des pertes forestières Africaines (FAO, 2001; Miles, 2002a; Miles, 2002b).

Au moment où les États-Unis affichaient un gain forestier de 4 millions d'hectares, le Mexique, lui, en perdait 6 millions, quoique les évaluateurs gouvernementaux sont d'avis que la perte est plus grande. Les pertes nettes conjuguées de l'Amérique du Nord et de l'Amérique Centrale totalisèrent 6 millions d'hectares.

C'est aussi durant cette décennie que la Chine, grâce à un effort gigantesque de reboisement, accumula un gain annuel de 1.8 millions d'hectares, principalement à cause d'une interdiction de déboisement, ce qui a augmenté d'autant sa dépendance envers les autres pays pour l'importation de produits forestiers. L'Indonésie, de son côté, qui avait perdu entre temps 13 millions d'hectares de forêts, se retrouve maintenant aux prises avec une déforestation accélérée, au rythme de 2 millions d'hectares par année. Pour toute l'Asie, le couvert forestier diminua de 4 millions d'hectares (FAO, 2001; FWI, 2002).

Même si les données du FAO suggèrent que la déforestation mondiale diminue, la perte de massifs forestiers dans les régions tropicales est en accélération, avec plus de 13 millions d'hectares chaque année. Malgré un déboisement accéléré, un peu partout sur notre planète, plus de la moitié des forêts résiduelles sont en péril. Considérant le rythme actuel de déforestation, Le World Resources Institute (WRI) estime que 40% des forêts naturelles intactes auront disparues d'ici 10 à 20 ans (Matthews et al., 2000).

La consommation de produits forestiers entraîne la déforestation. Depuis 1960 la production de bois d'œuvre a augmenté de 50 pour cent, à un milliard près de mètres cubes, provenant en

majeure partie de forêts primaires et secondaires. Dans les pays en développement, on utilise directement, comme bois de chauffage, à peu près la même quantité, soit 1.8 millions de mètres cubes. (Matthews et al., 2000).

À l'échelle mondiale, seulement 290 millions d'hectares de terres boisées sont à l'abri de l'exploitation forestière, mais même ces espaces boisés sont menacés par des abattages illégaux. Sur les 200 régions forestières à travers le monde possédant une grande biodiversité, 65% d'entre elles sont menacées par des exploitations illégales. Les exploitations forestières illégales ont décimées les forêts mondiales, éliminant ainsi les incitations à investir localement dans une foresterie durable et accumulant des pertes de revenus gouvernementales de 15 milliards par année (Currey et al., 2001; Ford and Sheingauz, 2001).

Les reboisements forestiers totalisent 187 millions d'hectares, soit moins de 5 pour cent de la superficie forestière totale, mais contribuent pour 20 pour cent de la production forestière mondiale. Au fur et à mesure que les forêts naturelles seront, soit épuisées ou soit protégées, une portion grandissante de la demande future de bois proviendra de fermes de production forestière (FAO, 2001; Matthews et al., 2000).

Des plantations d'arbres, bien gérées et bien planifiées, peuvent satisfaire la demande de l'industrie du bois. Malheureusement, on a vu trop souvent apparaître des plantations, aux dépens de forêts primaires ou de forêts naturelles avec un haut niveau de biodiversité. Dans certains cas les gouvernements accordent des droits de coupe aux compagnies forestières, avec une obligation de reboisement, mais après une coupe à blanc faite par ces compagnies, elles laissent le sol à nu et s'en vont ailleurs. En Indonésie, par exemple, sur les 9 millions d'hectares prévus pour le reboisement d'essences commerciales, seulement 2 millions d'hectares ont été reboisés (FWI, 2002).

Les régions, démunies de leurs écosystèmes forestiers originels et de leurs habitats naturels correspondants, ont subséquemment perdu la végétation qui stabilisait le sol, qui participait au recyclage des nutriments et qui empêchait l'érosion. Ces territoires ont rapidement perdu leurs utilités pour se transformer en dettes à long terme, même après un reboisement. La plantation d'une monoculture d'arbres n'est rien à comparer avec une forêt ancienne, où une quantité d'espèces d'âges différents jouent un rôle biologique distinct, avec des processus écologiques évoluant sans cesse.

Un relevé satellite des forêts mondiales, par le Programme des Nations Unies pour l'environnement et le Service Géologique Américain, ainsi que celui de la NASA, ont localisé seulement 15 pays avec 80 pour cent de leurs forêts encore intactes (celles dont la couverture de cime est supérieure à 40 pour cent). Pour le reste, la grande majorité des zones cibles, avec forêts anciennes, sont habitées de façon éparse, les rendant ainsi inutiles à des fins de conservation. À défaut d'un moratoire sur la coupe forestière, la conservation dans ces 15 pays représente tout de même un

point de départ raisonnable pour la sauvegarde forestière (UNEP, 2001)

Une étape essentielle pour freiner la destruction des forêts vierges du monde, consiste à trouver une source d'énergie alternative pour les pays pauvres, de façon à ne pas brûler un bois précieux. Les progrès en matière de réutilisation et de recyclage permettent aux bois récupérés et au papier rebut de satisfaire la demande en produits forestiers. Une consommation réduite de produits forestiers provenant de forêts vierges, apparaît comme la clé pour sauver les forêts du monde.

Les gouvernements peuvent s'assurer que toute la production locale et l'importation de produits forestiers proviennent de forêts gérées selon des standards environnementaux et sociaux rigoureux, comme ceux du Forest Stewardship Council (FSC). À l'échelle mondiale, les organismes accrédités FSC ont certifié 24 millions d'hectares dans 45 pays, anticipant que ces chiffres vont s'accroître au fur et à mesure que la demande pour le bois certifié augmentera et que les vendeurs non-certifiés auront de la difficulté à concurrencer (FSC, 2001).

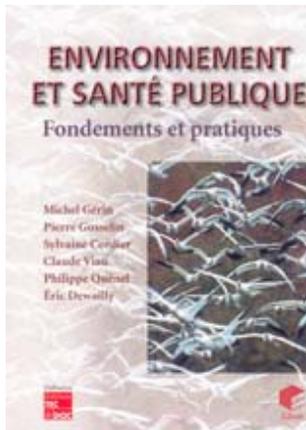
Bibliographie

- Costanza R. et al., "The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital," *Nature*, 15 May 1997, pp. 253–60.
- World Economic Outlook, WEO Database, <www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2002/01/index.htm>, April 2002.
- U.N. Food and Agriculture Organization (FAO), Forest Resources Assessment (FRA) 2000, at <www.fao.org/forestry/fo/fra/index.jsp>, updated 10 April 2001; historical perspective from Emily
- Matthews et al., Pilot Analysis of Forest Ecosystems: Forest Ecosystems (Washington, DC: World Resources Institute (WRI), 2000), p. 16.
- FAO, State of the World's Forests 2001 (Rome: 2001), pp. 58–59.
- Miles, N., "Mexico's 'Devastating' Forest Loss, BBC News, 4 March 2002a,
- Miles, N., "Mexico: Deforestation Progresses, But Not the Measures to Prevent It," World Rainforest Movement Bulletin, January 2002b.
- Forest Watch Indonesia (FWI) and Global Forest Watch (GFW), The State of the Forest: Indonesia (Bogor, Indonesia, and Washington, DC: 2002), p. xi.
- Currey D. et al., Timber Trafficking: Illegal Logging in Indonesia, South East Asia and International Consumption of Illegally Sourced Timber (London: Emerson Press, Environmental Investigation Agency and Telapak Indonesia, September 2001)
- Ford, J. and A. Sheingauz, "Major Trends and Issues in Forests and Forestry: Globally and in Russia," presentation for Commercial Forestry in the Russian Far East: Opportunities for Sustainable Trade, Conservation and Community Development Conference, Economic Research Institute, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, 18–20 September 2001.
- United Nations Environment Programme, An Assessment of the Status of the World's Remaining Closed Forests (Nairobi: 2001), p. 1.
- Forest Stewardship Council, Forests Certified by FSC-Accredited Bodies, <www.fscoax.org>, updated 30 June 2001.

J'ai lu

Environnement et santé publique: Fondements et pratiques

Sous la direction de M. Guérin, P. Gosselin, S. Cordier, C. Viau, P. Quénel et E. Dewailly
Éditions Edisem, 2003
1023 p.



Devant un tel ouvrage, le lecteur est face à un dilemme: il a le choix de s'épuiser à l'avance devant les 1023 pages d'information ou encore de prendre son courage à deux mains et de parcourir les chapitres, en offrant une attention particulière à ceux qui abordent les sujets qu'il préfère. Ayant choisi la seconde option, mon effort n'a pas été vain et ma curiosité bien récompensée. La réunion de tant de connaissances entourant la relation entre l'environnement et la santé et les différentes mises en

perspective de ce champ de recherche, présenté dans 39 chapitres, font de cet ouvrage, un livre de référence incontournable et unique. En tout, 128 chercheurs (es) issus (es) de la francophonie ont participé à sa rédaction.

Les relations entre la qualité de l'environnement et la santé humaine deviennent depuis une décennie un des enjeux majeurs de la société moderne. Ainsi lors du sommet de Johannesburg une attention particulière a été portée sur la qualité de l'eau et les traitements accordés à celle-ci, l'eau contaminée étant un vecteur important de transmission de maladies dans de nombreux pays en voie de développement. Dans ce contexte, cet ouvrage répond à un besoin de mise en commun des connaissances dans ce domaine.

Les deux premières sections du livre présentent les concepts, les approches (section 1.) et les sciences sous jacentes à la santé environnementale (section 2). En ce qui a trait à ces dernières, il s'agit autant des sciences traditionnellement associées à la santé – toxicologie, infectiologie, épidémiologie - que les sciences sociales et à la psychologie sociale. Chacune d'entre elles est abordée dans des chapitres subséquents. En outre, chacun de ces chapitres laisse une place à l'évolution historique de la science présentée dans le domaine de la santé. Le chapitre présentant la contribution des sciences sociales en santé environnementale, l'un de ceux lus en détails, se révèle être tout particulièrement interdisciplinaire. La sociologie, l'anthropologie, la démographie, la géographie et l'urbanisme ont voix au chapitre dans cette section.

Les chapitres suivants abordent la contamination des milieux (section 3), les effets de cette contamination sur la santé (section 4) et les pratiques en santé environnementale (section 5). Au travers de ces sujets les grandes thématiques (eau, air, sols, déchets, alimentation, système respiratoire, système immunitaire,) sont présentées. Tels que les sections précédentes ces sections sont bien documentées.

L'un des multiples avantages de ce type d'ouvrage est de permettre aux chercheurs et lecteurs d'avoir une porte d'entrée irremplaçable à la bibliographie de base d'un domaine de recherche. En effet, tel que présenté en préface, cet ouvrage représente *la somme de l'expertise et des connaissances scientifiques accumulées durant les dernières décennies sur les divers aspects de la santé en environnementale*. Ceci étant dit, le langage et le style utilisés permettent à toute personne dotée d'une formation scientifique de base de pouvoir apprécier la qualité du produit. Petits bémols : il peut être surprenant de retrouver le chapitre sur l'approche écosystémique à la santé humaine dans la section sur la contamination des écosystèmes plutôt que dans la section sur les approches scientifiques. En outre, la séparation de l'ouvrage en 3 volumes en rendrait certainement la consultation plus facile. Ce livre étant avant tout un ouvrage de référence tant pour les chercheurs, les étudiants, les professionnels que les citoyens, un tel découpage en rendrait la consultation plus rapide et la lecture plus agréable. Ces quelques bémols n'enlèvent rien à cet ouvrage scientifique majeur pour les sciences de l'environnement. La référence, dans vos recherches ou vos interventions, à la relation entre l'environnement et la santé, rendent la lecture et la consultation de ce livre pratiquement incontournables.

É. Duchemin

Guide de l'air : comment moins le polluer? Comment le préserver

Carole Hernandez-Zakine, 2003
Éditions du Seuil
256p.



Selon le Petit Larousse, un guide est un ouvrage donnant des renseignements classés. Dans ce sens, ce livre est effectivement un guide sur la qualité de l'air extérieur. Un très court chapitre porte sur l'air ambiant dans les bâtiments. Dans un style direct et stimulant l'auteure amène le lecteur à questionner l'effet de ses actions quotidiennes sur la qualité de l'air au niveau local, régional et mondial. En axant particulièrement son propos sur les moyens de transport, dont l'automobile, elle dirige celui-ci vers une prise de conscience et

vers des solutions conservatrices et réalisables à courte échéance : utilisation des transports en commun, utilisation du vélo, etc.. Elle aborde aussi des solutions plus innovatrices d'aménagement urbain et péri-urbain.

Avec plusieurs capsules parsemées tout au long du volume et portant des titres évocateurs tels que *Gestes citoyens, À retenir, Que lire? Qui croire?, Pour en savoir plus sur..., Pour vivre avec l'air du temps*, le livre est une mine de références. En outre, les capsules sont facilement repérables dans le corps du texte. Français, vous voulez en savoir plus sur la qualité de l'air de vos villes et sur les solutions envisageables afin de remédier aux périodes d'alerte voici le point de départ de votre réflexion et de vos actions. Malheureusement, pour les résidents de pays autres: ce livre s'adresse en priorité aux personnes vivant en France ou ayant un intérêt certain pour les questions de la qualité de l'air de ce pays. En effet, autant les références que les données portent exclusivement sur des cas français. En espérant que ce livre suscite un intérêt dans ou chez d'autres régions de la francophonie.

É. Duchemin

L'évaluation des impacts environnementaux: Un outil d'aide à la décision

G. A. Leduc et M. Raymond,
Éditions MultiMondes, 2000
403p.

L'évaluation des impacts sur l'environnement : Processus, acteurs et pratique

P. André, C.E. Delisle, J.P. Revéret, A. Sene
Presse Internationales Polytechnique, 1999
416p.

Évaluation Environnementale

L. Parent
Télé-Université, 1998 415p.

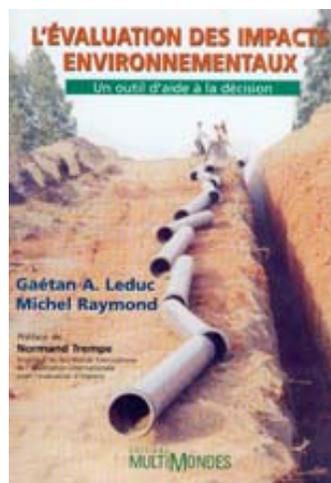
Depuis quelques décennies les études d'impact sur l'environnement (ÉIE) font partie de l'univers de la pratique environnementale. D'années en années elles deviennent incontournables malgré certaines critiques quant à leur forme d'évaluation compartimentée et quantitative. En effet, il est souvent reproché aux ÉIE d'oublier les impacts plus complexes à quantifier – par exemple les impacts culturels - ou de donner une prépondérance à ceux qu'il est possible de mesurer. En outre, les études semblent souvent destinées à accomplir une simple formalité administrative. Elles sont très descriptives et n'ont aucun pouvoir prédictif. Enfin, elles sont très influencées par les limites que les pouvoirs administratifs imposent à ceux qui les réalisent. Par ailleurs, pour certains les ÉIE constituent un obstacle au développement économique – par exemple les délais de réalisation. Ceux-ci croient que ce processus a été inventé délibérément par des écologistes radicaux afin d'empêcher tout développement.

Malgré tous les défauts qui peuvent leur être attribuées, les ÉIE sont des outils incontournables et performants conduisant à l'évaluation relative du risque entourant un projet. Encore plus, elles facilitent, par leur conceptualisation et opérationnalisation des projets, la communication des impacts environnementaux aux intervenants concernés. enfin, elles offrent un support de discussion afin d'orienter les prises de décision. C'est dans cette optique, dans ce contexte à la fois irrésistible vers le développement et d'aspiration toute humaine vers la sécurité et la maîtrise des risques, que se placent les évaluation d'impacts sur l'environnement

Le monde environnemental est souvent en manque de livres de référence francophones sur des thèmes importants. En ce qui concerne l'évaluation des impacts environnementaux, le nombre de livres actuellement sur le marché serait inférieur à 10. Ici nous vous présentons 3 ouvrages récents. Trois ouvrages couvrant l'ensemble des processus, des acteurs et des pratiques sous-jacents aux ÉIE. Ces trois ouvrages sont destinés à la formation des étudiants universitaires intéressés par l'ÉIE. Pendant les autres intervenants de la scène environnementale dont les praticiens, les membres des ONG, les décideurs et les citoyens soucieux de mieux gérer leur environnement trouveront matière à apprentissage et à réflexion.

L'évaluation des impacts environnementaux: Un outil d'aide à la décision

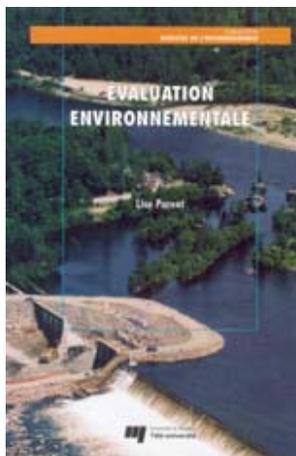
Ce livre publié par les Éditions MultiMondes est le plus récent des trois ouvrages. L'objectif avoué de cet ouvrage pédagogique est de faire en sorte que les ÉIE cesse d'être une *justification a posteriori d'une décision prise a priori afin qu'elles deviennent le support d'une véritable négociation environnementale*. Pour ce faire les auteurs, donnent les bases essentielles pour la réalisation d'ÉIE rigoureuses qui ne seront



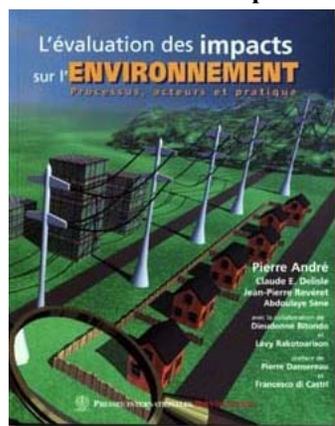
pas uniquement descriptives mais aussi prédictives. Se basant sur des exemples québécois, ils font le tour des processus, des éléments méthodologiques, des méthodes et outils entourant les études d'impact sur l'environnement. Ce livre agréable à consulter fait aussi une courte critique de l'ÉIE. Des trois ouvrages, il est certainement celui qui réussit le mieux le transfert des connaissances - un guide pédagogique efficace.

Évaluation Environnementale :

Ce livre publié par Télé- Université se révèle être le document utilisé dans le cadre du cours *Évaluation environnementale* offert par cette institution universitaire spécialisée dans la formation à distance. Le plus ancien des trois ouvrages présentés ici a le mérite d'accorder une grande place au cadre juridique québécois et aux procédures du Nord québécois. En outre, l'auteure aborde les défis actuels et orientations futures de l'évaluation environnementale. Pour la qualité de son contenu cet ouvrage vaut certainement les deux autres. Sa structure est similaire à celui de Leduc et Raymond - on s'attarde sur les processus et méthodes.



L'évaluation des impacts sur l'environnement :



Processus, acteurs et pratique : À l'inverse des deux autres ouvrages celui-ci s'attarde nettement autour de la place des différents acteurs impliqués dans les ÉIE, soit le maître d'ouvrage, le public, les décideurs et les acteurs internationaux. Ce choix de la description des fondements conceptuels stimule la réflexion mais laisse moins de place à la description des méthodes et des outils. Sur ces sujets, les auteurs survolent les éléments des ÉIE, sans entrer dans les

détails. Ce que font les deux ouvrages présentés ci-dessus. Par ailleurs, cet ouvrage fait une bonne place aux études de cas. En effet, en annexe l'ouvrage répertorie 6 études de cas de différents pays de la francophonie (Canada, France, Sénégal, Cameroun, Madagascar). De plus, on retrouve en annexe un résumé des processus d'ÉIE dans certains pays francophones. Par ses particularités et son approche, ce livre est un ouvrage complémentaire aux deux autres. Celui-ci est un guide pour réfléchir sur le développement de l'ÉIE plutôt que l'apprentissage de méthodes.

É. Duchemin

Comment la recherche du profit améliore la qualité de l'environnement,

Pierre Desrochers,
Les cahiers de l'Institut économique de Montréal,
Collection Réglementation, 2003
41p.

La tentative pour réconcilier « le profit » avec l'environnement n'est pas nouvelle. Cette étude s'y emploie. Après avoir contesté l'existence d'une dégradation de l'environnement, elle veut démontrer que seul le marché peut continuer à améliorer l'environnement.

Malheureusement, comme ses précédentes, cette tentative n'est guère convaincante. Elle souffre de faiblesses majeures. Tout d'abord, si elle remarque qu'en moyenne l'état actuel de la nature s'améliore, elle n'établit pas si ce résultat est imputable aux seuls efforts humains ou s'ils résultent de prélèvements excessifs d'une petite partie de l'humanité sur le reste de la planète. Autrement dit, cette richesse peut venir de l'externalisation massive des coûts sur l'avenir ou sur les



autres pays. Contrairement à ce qu'affirme la conclusion, l'épuisement des ressources et la pollution sont rentables pourvu que les coûts soient assumés par d'autres que celui qui tire les richesses. Les indicateurs partiels, tels que la consommation sectorielle, ne permettent pas d'évaluer l'évolution globale du monde. On aimerait croire que tout va bien et que tout ira de mieux en mieux. Le cas empirique conforte la position de M. Desrochers, mais au prix d'une définition très vague de la biodiversité et d'une confusion entre « forêt » et « plantation de bois » (reboisement ou encore le bois comme produit). Avec des indicateurs pertinents au point de vue écologique, qu'ils soient issus de la Banque Mondiale ou du PNUE, les affirmations de M. Desrochers sont unanimement contredites. Changement climatique, biodiversité, polluants persistants organiques etc. font d'ailleurs l'objet de conventions internationales dont l'inefficacité est de plus en plus préoccupante, pour ne rien dire de l'épuisement rapide des sources d'énergie et des matériaux.

Se présentant comme « apolitique » et « sans parti pris », cette étude semble plutôt viser la défense du marché comme défense de la liberté. Ceci explique que les critiques du marché soient parées de tous les maux : opposées à la technologie, anti-démocratiques, etc. M. Desrochers persiste ainsi à avoir foi en la possibilité pratique d'une « vérité des prix » alors que de nombreux démentis existent en la matière, ce qui ne veut pas dire qu'on ne puisse pas y arriver dans certains cas soigneusement choisis - précisément ceux où les conditions de marché sont telles que seul l'*usufruit* des ressources naturelles est commercialisé.

Enfin, il reste enfermée dans une dichotomie assez manichéenne entre « marché pur » et « planification totale par l'Etat ». Les travaux les plus récents abordent plutôt les conditions de marché et d'intervention de l'Etat, sans les opposer de manière si caricaturale.

L'étude aurait pourtant gagné à aller jusqu'au bout de ses parti pris. Et elle se serait aperçue de ses propres contradictions. Dans ses recommandations, M. Desrochers en appelle en effet à la « responsabilité des gestionnaires », pour les inviter à considérer la gestion à long terme. Mais si le marché est déjà rationnel, si l'environnement s'améliore, pourquoi les gestionnaires auraient-ils besoin d'être conseillés ? Le long terme n'est-il pas en pleine opposition avec la définition habituelle de l'intérêt économique, basé sur le court terme (5 à 10 ans) ? N'est-ce pas aussi en contradiction avec la définition marchande des droits de propriété ? En effet, si tout peut se vendre et s'acheter, quelle raison rationnelle peut empêcher le gestionnaire à épuiser la ressource avant d'en acheter une autre un peu plus loin, jusqu'à épuisement final ? Bref, si les gestionnaires se mettaient

à prendre en compte le long terme et à devenir simplement usufruitiers des ressources biosphériques, pourrait-on encore parler « d'économie de marché » ? Les recommandations semblent donc très contradictoires avec les principes et affirmations énoncés défendus ?.

L'étude a pourtant l'intérêt de montrer les limites de la régulation par l'Etat. En effet, rien ne garantit que l'Etat se soucie mieux du long terme que les personnes. Mais le marché est-il la réponse ? Cette étude ne montre-t-elle pas plutôt le caractère incontournable d'un changement *citoyen*, et non pas seulement *économique* ? Peut-on encore nier que la consommation soit la consommation de *ressources*, et qu'un accroissement sans fin de la consommation de ressources est limité est impossible ? Le problème n'est-il pas plus profond qu'une simple et superficielle opposition entre Etat et marché ?

Fabrice Flipo, Ingénieur, Philosophe,
<http://fabrice.flipo.free.fr>
Collaboration spéciale

Découverte: Le *Public Library of Science* lancera dès octobre une revue électronique libre d'accès sur les recherches en sciences de la vie – des molécules aux écosystèmes. Pour en savoir plus <http://www.plos.org>. **Sur ma table de chevet:** Quelques livres sur l'Afrique : Dans *Ebène, aventures africaines*, le journaliste polonais Ryszard Kapuscinski pose son regard unique sur un continent qu'il a sillonné pendant quarante ans. Un mélange passionnant de reportage et de littérature. Une bonne introduction pour comprendre sommairement la réalité socio-politique de pays trop souvent oubliés. Dans *le ventre d'une hyène* l'agronome Nega Mezlekia retrace l'histoire d'une époque clef de l'Éthiopie. Un récit qui permet de comprendre, au rythme du quotidien, les événements qui ont bouleversé l'Éthiopie de 1970 à 1990. Deux livres de détente et d'apprentissage. **Sur mon bureau:** De multiples articles scientifiques et de multiples livres dont je vous ferai des recensions. Dans le capharnaüm de mon bureau, mon attention est retenue par la revue *Durable* éditée par le centre d'étude sur la recherche et l'innovation basé en Suisse (<http://www.cerin.ch>). Malheureusement cette revue n'est pas disponible via internet et n'est pas libre d'accès. Le titre du dernier dossier de cette revue est « Rendre les villes durables grâce à leurs habitants ».