

La santé humaine et les ressources halieutiques

**par
Julie Dolbec**

Superviseur de stage : Jean Lebel

**Rapport de stage soumis à l'initiative de programme
Écosystèmes et santé humaine du CRDI**

Remerciements

J'aimerais en profiter ici pour remercier les personnes qui ont été impliquées de près ou de loin dans la réalisation de ce stage.

Ma gratitude est dirigée en premier lieu envers mon superviseur de stage qui a su éclairer ma lanterne en plusieurs occasions concernant certains aspects de mon travail et de ma vie professionnelle. Merci pour ta compréhension et ton support.

Toute l'équipe de l'initiative de programme Écosanté a aussi été d'un accueil très chaleureux. Je tiens à remercier les membres de l'équipe pour les opportunités qu'ils m'ont offert.

M. Brian Davy a été une personne clé avec qui j'ai eu, en de nombreuses occasions, la chance de discuter de mon travail. Je lui en suis très reconnaissante.

Merci au service de gestion de l'information sur la recherche (SGIR) pour l'assistance apportée dans la recherche bibliographique. Mes remerciements s'adressent tout particulièrement à Nina Frey, Isla Jordan, Francine Bouchard et Michelle Hunwick.

En terminant, un gros merci à tous les stagiaires et autres collègues du centre avec lesquels j'ai pu discuter de mes nouvelles expériences et avec lesquels j'ai partagé de très bons moments.

Grâce à vous tous, j'ai découvert bien plus que des collègues de travail mais aussi de véritables amis et amies.

Avant-propos

La présente revue de la littérature, sans être totalement exhaustive, se veut une incursion dans le monde des divers facteurs qui interagissent avec l'utilisation de la ressource halieutique face à la santé humaine. L'approche écosystémique à la compréhension de la santé humaine pour une éventuelle meilleure gestion des ressources, implique qu'une vision très dirigée, dans un cadre disciplinaire, sur des questions précises ne soit pas la façon prioritaire d'aborder certaines problématiques environnementales. Dans leur rapport soumis au "Great Lakes Science Advisory Board", Allen, Bandurski et King (1993) soulignaient ceci:

“ The use of specific questions can lead to a certain sterility when the specificity of the question is taken to mean narrowness of focus. One of the reasons the ecosystem approach was created was as an antidote to scientific tunnel vision. The specificity of a scientific question relates to its explicit nature, not the narrowness of its scope. In the ecosystem approach , the effort is to achieve appropriately expansive questions so that the system becomes defined to be particularly inclusive. ”

Les ressources ichtyologiques constituent l'ensemble des poissons présents dans l'écosystème aquatique. Par ailleurs, l'usage du terme ressources halieutiques fait référence aux ressources ichtyologiques retirées du milieu aquatique par les activités de pêche et faisant l'objet d'une consommation humaine. Cette distinction est importante puisque suivant le terme "ressources halieutiques" des considérations d'ordre plus sociologiques entrent en ligne de compte et s'additionnent aux aspects purement biologique de la gestion des ressources ichtyologique ainsi que de leurs interactions avec l'environnement physique aquatique.

Croyant que toutes recherches est à prime à bord dirigée par la subjectivité du chercheur ou de la chercheuse, je désire indiquer ici que l'auteur du présent travail provient du domaine des sciences biologiques, ce qui a orienté la conception et la réalisation de ce travail. L'auteure du travail a fait, en toute humilité, la tentative de transcender le domaine de la discipline de la biologie, avec toutes les difficultés et les déficits que ce processus comporte.

Table des matières

Remerciements.....	2
Avant-propos.....	
1-Importance des pêches dans le monde.....	4
1.1- Production de la pêche dans le monde: tendance.....	4
1.2- Importance relative des pêches continentales face aux pêches maritimes.....	4
1.3- La place des pays en développement dans le marché mondial de la pêche.....	5
1.4- Pêches en zone côtière et pêches en eaux douces	
1.4.1- Interactions entre les eaux continentales et le milieu marin.....	7
1.4.2- Problèmes relatifs aux écosystèmes côtiers et d'eaux douces.....	8
1.4.3- Disponibilité des ressources halieutiques.....	9
2- La faune ichthyologique et le milieu aquatique continental.....	13
2.1- Définir le milieu aquatique continental.....	13
2.2- Dynamique de l'écosystème aquatique continental.....	14
2.2.1- Interactions entre les éléments biotiques et abiotiques.....	14
2.2.2- Diversité des espèces piscicoles et productivité halieutique.....	17
2.2.3 - D y n a m i q u e d e l a d i m i n u t i o n d e s ressources.....	17
2.3- Types de pressions exercées sur les eaux intérieures.....	18
2.3.1- Cycles climatiques.....	18
2.3.2- Modifications de nature anthropique.....	21
2.3.3 - I n t r o d u c t i o n d e n o u v e l l e s espèces.....	24
2.3.4- Surexploitation des ressources ichthyologiques.....	25

3- La consommation de poisson et ses effets sur la santé humaine.....	29
3.1- Bénéfices sur la santé humaine associés à la consommation de poissons.....	29
3.2- Risques à la santé humaine liés à la consommation des produits de la pêche.....	32
3.2.1- Exposition biologique.....	32
3.2.2- Contamination par les métaux lourds.....	35
3.2.3- Pesticides.....	37
3.2.4- La problématique particulière du poisson d'élevage.....	38
3.3 - I m p o r t a n c e d ' u n e d i è t e équilibrée.....	39
4 – L e s c o m m u n a u t é s e t l e s r e s s o u r c e s halieutiques.....	41
4.1- La perception du risque lié à la consommation des ressources halieutiques.....	41
4.2- Les coutumes des habitants et les ressources halieutiques.....	43
4.3- Division du travail dans les activités relatives à la pêche.....	46
4.4- Distribution des ressources halieutiques et gestion des pêches.....	
5 – Conclusion.....	
Liste de références.....	

1 - Importance des pêches dans le monde

1.1 - Production de la pêche dans le monde : tendance

La production du secteur des pêches est en croissance depuis les trois dernière décennies, l'aquaculture étant surtout la source de cette augmentation. Tandis que les produits halieutiques sont en plein essor dans le marché mondial de l'alimentation, l'agriculture accuse quant à elle, une diminution de ses productions de même que des prix réels moyens. La disponibilité par habitant des ressources halieutiques aurait quant à elle légèrement augmentée (FAO 1999).

1.2 - Importance relative des pêches continentales face aux pêches maritimes

Les produits de la pêche en eaux continentales constituaient en 1996 une quantité estimée à 7,6 millions de tonnes, représentant 8% du total des pêches mondiales de capture (FAO 1999). Notons que ce pourcentage serait sous-estimé et pourrait être le double, ceci étant dû au grand nombre de pêches artisanales non recensées; dans certains pays d'Afrique de l'ouest, les pêches n'entrant pas dans les chiffres officiels pourrait constituer jusqu'à 60% de la production totale (Lévêque et Paugy 1999). Malgré que cette proportion soit faible comparativement aux pêches maritimes (87,1 millions de tonnes, ce qui représente 92% du total mondial des pêches de capture (FAO 1999)), plusieurs facteurs concourent à leur importance. Contrairement aux pêches maritimes qui possèdent un grand nombre de perte dû aux poissons relâchés dans le milieu après avoir été capturés, les pêches intérieures comportent un très petite fréquence de ce type de gaspillage. La plupart de la production marine est obtenue par de grands chalutiers industriels d'un petits nombres de pays, tandis que la production des pêches intérieures dépassent la pêche maritime dans 25% des 225 pays rapportés, incluant 33 pays à faible revenu et déficit vivrier (UNEP, 1997). La proportion des pêches en eaux continentales est tout de même importante compte tenu qu'un nombre non négligeable de pays ne disposent pas de pêcheries maritimes et que leur

production halieutique actuelle et future repose entièrement sur la pêche en eau douce; on compte parmi ces pays, ceux dont les frontières ne présentent aucun accès au milieu marin. Ces pêches sont pratiquées par des groupes à faible revenu et impliquent une grande partie de la population dont les femmes et les enfants (Coates, 1995). La production des pêches intérieures est utilisée à des fins de consommation domestique et la gestion des ressources est effectuée au niveau national tandis que pour les pêches maritimes, la gestion de la production s'effectue souvent à un niveau international et donc l'approvisionnement à petite échelle pour les populations est moins certain (UNEP 1997). La technologie employée pour la pêche de subsistance n'est pas très coûteuse et souvent plusieurs secteurs de la communauté sont impliqués dans la pêche en eaux intérieures (UNEP 1997). De plus, notons qu'une grande quantité de poissons pêchés en milieu marin n'est pas utilisée directement pour la consommation humaine mais plutôt comme nourriture pour l'élevage en pisciculture ainsi que pour la fabrication de fertilisants.

1.3 - La place des pays en développement dans le marché mondial de la pêche

Les échanges internationaux concernent 35 à 40% de la production halieutique et impliquent chaque année 50 milliards de dollars américains. Les pays en développement prennent part à ces échanges en occupant une place capitale dans ce commerce, soit 50% de ces échanges, qui génère un revenu net (exportations moins importations) d'environ 17 milliards de dollars américains (FAO 1999). À titre d'exemple, en 1988-1990, les pays développés importaient 76% du poisson de consommation des échanges commerciaux, ce qui correspondait à 14% du total de la production halieutique mondiale tandis que les pays en développement importaient 24% (FAO 1994 cité par Kent 1995). Par ailleurs, selon les observations de la FAO, une tendance générale au niveau des importations et des exportations de denrées alimentaires indique que la situation des pays en développement a tendance à s'inverser, passant de grands exportateurs dans les années 1960-1970 à des importateurs nets prévus pour les prochaines décennies (FAO 1999). Ce changement vers une augmentation des importations est lié aux fortes prévisions d'accroissement de la

population pour les pays en développement. Notons que les importations impliquent surtout des produits à haute valeur commerciale comme les crevettes, le thon, le calmar et le saumon ainsi que les produits servant à la fabrication d'aliments de poisson pour la pisciculture ou à usage de fertilisants. Or, ces derniers produits, provenant du milieu marin, il appert que les pêches maritimes occupent une place plus importante que les pêches continentales en ce qui concerne le commerce international.

Les données de la FAO indiquent que les pays développés consomment plus de poissons que les pays en développement mais aussi ils ont un apport en protéine beaucoup plus varié, dû à leur plus grande consommation d'aliments en général (Kent 1997). Les pays en développement serait plus dépendant des ressources halieutiques, la proportion de protéines animales provenant du poisson occupant jusqu'à 96% du total de protéines de la diète (Kent 1997). À l'intérieur même des pays en développement, les individus ayant des ressources financières limitées sont souvent ceux qui dépendent le plus de la ressource halieutique comme source de protéine animale de grande importance pour leur sécurité alimentaire. Les plus pauvres sont alors plus vulnérables à la malnutrition suivant une diminution de la disponibilité des ressources aquatiques que les personnes plus riches, ces derniers ayant un accès aux produits de l'importation.

La sécurité alimentaire est définie comme "un accès sécuritaire à une quantité suffisante de nourriture en tout temps" (Maxwell et Frankenberger 1992). Dans l'objectif de l'atteinte d'un état de santé tel que défini par l'Organisation mondiale de la santé, où la santé n'est pas seulement l'absence de maladie mais bien la présence d'un état physique et mental sain, la sécurité alimentaire constitue un des points critiques pour l'atteinte de la santé.

1.4 - Pêches en zone côtière et pêches en eaux douces

1.4.1 - Interactions entre les eaux continentales et le milieu marin

La compréhension des écosystèmes aquatiques soulève une difficulté de taille résidant dans l'intime imbrication et interdépendance des écosystèmes marins et d'eaux douces. Les effets des activités anthropiques sur le système dulçaquicole peuvent être la source de répercussions néfastes sur le système marin, du fait que les eaux douces vont ultimement être déversées dans le système côtier. Ces dernières interactions ainsi que les impacts de la modification apportée à l'une des composantes de l'écosystème sont mis en lumière par l'exemple du système du Delta du Niger. La construction de barrages hydroélectriques le long de la rivière Niger a occasionné une baisse importante des quantités de poissons et de crustacés présents dans les zones côtières et particulièrement dans les marais d'eaux douces du Delta du Niger dû à une diminution de l'importance de la crue des eaux et ainsi d'une baisse de l'apport de nutriments dans le milieu aquatique (Moffat et Linden 1995). Ce changement dans le système de crues crée une réduction dans la productivité de plusieurs étangs et lacs. En effet, ces lacs sont en étroite dépendance face à l'apport en eau provenant du Niger, et lors de la construction de barrage, ils se retrouvent isolés de leur principal tributaire. De plus, grand nombre de poissons se reproduisent durant la saison des hautes eaux dans les marais et les forêts de la plaine inondable du delta du Niger. Les alevins migrent ensuite vers les rivières et le milieu côtier, participants à l'industrie annuelle des pêcheries générant 5 millions de dollars américains dans la région. La surpêche est un problème d'une importance particulière puisque la pêche constitue la plus importante activité économique pour les communautés rurales du Delta, avec 400 000 pêcheurs artisanaux générant 80 % de la production totale (Moffat et Linden 1995). Cette exemple illustre bien la complexité de la problématique et les diverse composantes impliquées dans la modification d'un écosystème aquatique.

1.4.2 - Problèmes relatifs aux écosystèmes côtiers et d'eaux douces

De façon générale, les écosystèmes d'eaux douces étant beaucoup plus petits que les écosystèmes marins, l'évaluation de changements atteignant leur équilibre pourrait ainsi être plus facilement effectuée. Par ailleurs, leurs caractéristiques physiques et chimiques sont très variables. La grande majorité des écosystèmes d'eaux intérieures ont été modifiés par l'action humaine de façon plus intense que pour les écosystèmes terrestres et marins (UNEP 1997).

D'autre part, les écosystèmes côtiers possèdent la caractéristique de subir une pression démographique et divers problèmes engendrés par la croissance des populations. Par exemple, les populations des zones côtières de l'Afrique de l'est sont aux prises avec d'importantes difficultés au niveau de l'environnement et de la gestion des ressources dans une perspective de durabilité. La plupart des communautés côtières subissent un état d'appauvrissement attribuable à différents facteurs tels un faible développement économique et une croissance rapide de la population, amplifiés par la migration des populations des terres vers la côte ce qui contribue aux problèmes reliés à la dégradation de l'environnement et la sur-utilisation des ressources (Moffat et al. 1998). Dans le cas de l'Afrique de l'est, si la situation se poursuit, 50% des 100 000 pêcheurs à temps plein et plusieurs milliers de pêcheurs à temps partiel vont perdre leur source de revenus (Moffat et al. 1998). La dégradation de l'écosystème côtier inclue la destruction d'importants habitats de poissons incluant les récifs coralliens (Linden 1998). Notons aussi que la gestion inadéquate des ressources risquent de compromettre le secteur du tourisme dont l'activité est lié à la présence de ces écosystèmes uniques que représentent les récifs coralliens.

1.4.3 - Disponibilité des ressources halieutiques

Les changements mesurés dans les populations d'espèces fauniques, tant d'eaux douces que marines, sont utiles comme indicateurs de la santé de leur écosystème respectif. On estime

que les populations d'espèces de la faune aquatique marine et dulçaquicole ont diminué depuis les dernières décennies. Les données de 227 d'espèces de poissons, reptiles et mammifères, sélectionnées à l'échelle planétaire, vivant en eaux douces ont été analysés pour estimer le pourcentage qui était soit en déclin, stable ou en augmentation de l'évolution de la population des années 1970 aux années 1990. Selon les résultats, durant cette période 50-60% des espèces étaient en déclin, 35-40% étaient stables et seulement 5-10% ont suivi un accroissement. Le même exercice effectué pour 116 espèces marines indique que 40% de l'échantillon était en diminution, 25% étaient stables tandis que 35 % ont eu une croissance de leur population (WWF, 1998). Ces données semblent signaler un état relativement critique au niveau des ressources dulçaquicoles puisque le taux de renouvellement des stocks de poissons ne serait pas aussi significatif que pour les ressources marines.

Plusieurs phénomènes peuvent produire la diminution des stocks de poissons. Au niveau des pêches maritimes, le phénomène naturel El Nino 1997-1998, en causant un réchauffement de l'océan le long des côtes du Pacifique, a eu pour incidence une réduction estimée de 3% à 5% de la production totale mondiale des pêches maritimes de capture (FAO 1999). En ce qui concerne les pêches continentales, la dégradation environnementale a pour effet d'atteindre le rendement de ce type de pêche et ce, à l'échelle mondiale (FAO 1999). L'état actuel des connaissances nous indique que des 25 000 espèces de poissons connus jusqu'à présent, entre 40 et 45% passent une partie importante ou toute leur vie en eaux douces. Actuellement près de 100 espèces de poissons dulçaquicoles sont découvertes chaque année et on estime que 15-20% du total des poissons d'eau douce n'ont pas encore été décrits, et que ce pourcentage pourrait très bien ne pas être décrit avant leur disparition définitive (UNEP, 1997). Ces indicateurs peuvent nous porter à croire à une détérioration de l'état de santé de l'écosystème aquatique dulçaquicole, du moins au niveau de la disponibilité des ressources halieutiques, et ainsi de la sécurité alimentaire des populations étant en étroite dépendance face à ces ressources.

Les 95 états réunis à Kyoto du 4 au 9 décembre 1995, à l'occasion de la Conférence internationale sur la contribution durable des pêches à la sécurité alimentaire déclaraient entre autres qu'ils devraient (FAO 1995) :

1) Reconnaître et apprécier le rôle significatif que jouent les pêches maritimes et continentales ainsi que l'aquaculture pour la sécurité alimentaire mondiale, tant par leur contribution à l'approvisionnement vivrier qu'au bien-être économique et social.

2) Reconnaître et apprécier l'importance du rôle économique et social des pêcheurs de subsistance, artisanaux, commerciaux, et autres, dans le monde entier, et chercher à fournir un environnement qui leur permette d'apporter une contribution optimale au bien-être économique et social.

3) Reconnaître que la FAO prévoit un déficit potentiel substantiel avant 2010 de l'approvisionnement en poisson et en produits de la pêche pour satisfaire les besoins de la population humaine accrue qui, à son tour, pourrait affecter négativement la sécurité alimentaire mondiale.

4) Demander un plus grand respect et une plus grande compréhension des différences sociales, économiques et culturelles qui existent entre les états et les régions concernant l'utilisation des ressources aquatiques vivantes, et en particulier la diversité culturelle des habitudes alimentaires, en conformité avec les objectifs de gestion;

5) Entreprendre des études approfondies pour évaluer l'importance sociale, économique et culturelle des pêches et des produits de la pêche.

6) Promouvoir et renforcer la recherche scientifique en tant que base fondamentale du développement durable des pêches et des activités aquacoles, afin d'assurer la sécurité alimentaire, ainsi que fournir la coopération et l'appui scientifique et techniques aux pays disposant de peu de moyens en matière de recherche.

7) Fonder les politiques, les stratégies et la gestion et l'utilisation des ressources pour un développement durable du secteur de la pêche sur: (i) le maintien des systèmes écologiques; (ii) l'utilisation des données scientifiques disponibles les plus fiables; (iii) l'amélioration du bien-être économique et social; (iv) l'équité au sein d'une génération et entre les générations.

Tenant compte de ces derniers constats, il semble que l'étude des impacts de l'utilisation des ressources halieutiques d'eaux douces par les populations est une des clés permettant le développement des communautés et la durabilité des écosystèmes aquatiques. À cette préoccupation d'une utilisation durable des ressources halieutiques s'ajoute celle de répondre à la demande en eaux potables pour les populations en constante croissance. Selon l'OCDE (OECD, 1997), la disponibilité de l'eau potable pourrait devenir un déterminant majeur de la croissance économique pour plusieurs pays.

Les pressions exercées sur l'environnement aquatique, que ce soit par la demande croissante en eau ou en poissons, les rejets de contaminants et de pesticides, l'émergence de nouvelles maladies, font que les écosystèmes aquatiques et les humains les habitant sont particulièrement vulnérables à la croissance démographique et économique. Une identification des facteurs contribuant à l'amélioration de la santé humaine dans la gestion de l'écosystème aquatique apparaît essentiel à l'utilisation durable des ressources halieutiques pour une sécurité alimentaire adéquate.

2 - La faune ichthyologique et le milieu aquatique continental

L'objectif du présent chapitre est d'amener le lecteur, la lectrice, à une meilleure compréhension des facteurs à inclure dans une démarche vouée à la compréhension des hydrosystèmes continentaux et ce en, misant prioritairement sur la composante ressource piscicole présente dans de tels systèmes.

2.1 - Définir le milieu aquatique continental

La grande famille des eaux continentales, aussi nommés eaux intérieures, comprend plusieurs types d'hydrosystème. Débutons donc par déterminer ce qu'on entend par le milieu aquatique continental. Tout d'abord on distingue les eaux stagnantes des eaux courantes. Parmi les eaux stagnantes on retrouve les lacs d'origines naturelles (tectonique, volcanique, glaciaire, fluviale) et les lacs d'origine anthropique, soit des réservoirs formés suite à la création de barrage ou encore des retenues collinaires servant à emmagasiner l'eau pour l'irrigation ou l'alimentation (Lévêque 1996). Les eaux courantes regroupent pour leur part les rivières et les fleuves. Les eaux souterraines sont en étroites relations avec le système fluvial. On observe aussi la présence de zones humides ou "Wetlands". Ces zones humides constituent des "systèmes intermédiaires entre les milieux terrestres bien drainés et les milieux d'eaux profondes comme les lacs ou les rivières" (Lévêque 1996). Les plaines inondables des rivières, les marécages d'eau douce, les tourbières, les estuaires des fleuves, les lagunes, les marais saumâtres côtiers et les mangroves sont, entre autres, associés à ce dernier type de milieu aquatique (Lévêque 1996). Cette dernière catégorie met bien en évidence que les expressions "eaux continentales" ou "eaux intérieures" n'excluent pas la possibilité de retrouver des eaux possédant un certain degré de salinité et donc que les écosystèmes d'eaux continentales ou d'eaux intérieures, bien qu'étant souvent dulçaquicoles, ne doivent pas être exclusivement associés à la présence

d'eau douce. Il s'agit alors beaucoup plus d'une classification des eaux qui relève du domaine géographique que de la nature physico-chimique de l'eau.

2.2 - Dynamique de l'écosystème aquatique continental

Lorsqu'on parle de ressources halieutiques on se place dans le contexte où l'humain est l'utilisateur de richesses naturelles, puisqu'il s'agit du résultat de la pêche pratiquée par l'humain. Avant tout, ces ressources halieutiques sont des espèces de la faune aquatique évoluant dans un milieu où il existe une panoplie d'interactions entre diverses composantes tant chimiques, physiques que biologiques de l'environnement.

2.2.1 - Interactions entre les éléments biotiques et abiotiques

Les relations présentes entre les éléments biotiques et abiotiques du système aquatique peuvent être comprises selon deux approches bien distinctes. Il s'agit de l'approche hiérarchique ascendante et l'approche hiérarchique descendante que Lévêque (1995) définit de la manière suivante:

- approche hiérarchique ascendante (bottom-up): cette approche limnologique stipule que le milieu physico-chimique des écosystèmes aquatiques conditionne la chaîne alimentaire des producteurs primaires aux prédateurs en haut de la chaîne trophique. Donc que la nourriture et des facteurs physico-chimiques limitent la croissance des poissons.
- approche hiérarchique descendante (top-down): cette approche assume plutôt que le contrôle des ressources de l'écosystème s'effectue par l'entremise des poissons prédateurs, les effets de leur prédation se répercutant sur les niveaux trophiques inférieurs.

Quelque soit l'approche préconisée dans la compréhension des interactions entre les divers niveaux trophiques, il est impératif de considérer l'interdépendance des éléments biotiques et abiotiques présents dans le système aquatique et de leur rôle dans la structure de la vie en milieu aquatique continental. Tout d'abord mentionnons l'influence de la végétation riveraine. Cette végétation alimente l'hydrosystème en matières organiques (d'origine animale ou végétale), elle participe aussi à la stabilité des berges en empêchant l'érosion massive des sols et agit comme milieu de filtration des substances toxiques ou des nutriments (nitrates, phosphates et potassium) présents dans le bassin hydrographique et transportés au milieu aquatique via le système des eaux souterraines (Lévêque 1999). Dans les forêts de mangrove, systèmes estuariens, le couvert végétal serait d'une importance particulière pour le refuge des poissons, l'écosystème de mangrove étant considéré comme un biotope favorable au développement des juvéniles et à leur protection (Guiral et al., 1999). Le couvert végétal n'est pas consommé directement par les poissons mais permet plutôt le développement de bactéries qui serviront à alimenter la chaîne trophique (Guiral et al., 1999). Par ailleurs, le rôle nourricier de la mangrove n'a pas encore été clairement établi (Guiral et al., 1999). L'exemple de la destruction des forêts de palétuviers au Vietnam, par les agents défoliants, indique une réduction de la complexité du réseau trophique (Guiral et al., 1999).

Les interactions entre les diverses espèces de poissons peuvent se manifester sous forme de compétition pour l'utilisation des ressources alimentaires. Certains poissons d'une même espèce mais à des stades différents de leur développement vont se nourrir autrement. Ce changement ontogénétique de la diète empêche les membres d'une même espèce de se faire compétition pour les ressources, permettant ainsi un meilleur accès aux ressources pour les individus qui occupent des niches écologiques distinctes. Par ailleurs, les juvéniles de certaines espèces de poissons pourront dès lors occuper la même niche écologique que les adultes d'autres espèces de poissons. Il s'agit alors d'une compétition interspécifique mais

impliquant des individus situés à différents stades de développement. Les changements dans les relations entre les différentes espèces de la faune piscicole peuvent être de bons indicateurs du stress subi par l'écosystème aquatique suite à des altérations du milieu abiotique menaçant l'équilibre parfois fragile de l'écosystème. Par exemple, la présence de peu d'espèces exploitant de façon efficace la presque totalité des ressources se rencontre dans les milieux présentant une faible diversité faunique ou qui sont pollués (De Castro 1997). En ce sens, la diversité de la faune piscicole est indicateur de choix quant à l'évaluation de l'état de santé de l'environnement.

Les eaux de ruissellement qui sont drainées à l'échelle du bassin versant se déversent dans les lacs et les rivières. La composition chimique et organique de ces eaux est sous l'influence du système terrestre par lequel l'eau transite, c'est donc dire que l'état de l'hydrosystème est relativement dépendante de l'état du système terrestre qui lui est adjacent. Ceci constitue donc un niveau d'interactions qui va bien au-delà de l'interaction entre les éléments biotiques et abiotiques mais considère les relations dynamiques entre les divers compartiments d'une écorégion.

2.2.2 - Diversité des espèces piscicoles et productivité halieutique

Dans la compréhension de l'importance de la diversité des espèces aquatiques dans le maintien de l'intégrité des écosystèmes aquatiques, la tendance générale est de croire à une meilleure production de la pêche et l'assurance de l'équilibre de l'écosystème, suivant l'augmentation de la richesse spécifique du milieu aquatique (Lévêque 1995). Les

opposants de cette première hypothèse suggèrent plutôt que la diversité spécifique des écosystèmes aquatiques ne serait pas un déterminant majeur de la production piscicole, la perte d'énergie qui se manifeste d'un niveau trophique à l'autre faisant des réseaux trophiques à courtes chaînes de meilleurs garants d'une production élevée de la pêche contrairement à des écosystèmes aquatiques plus complexes (Lévêque et Paugy 1999: p.280; Lévêque 1995). La comparaison de certains écosystèmes lacustres africains apporte un appui à ces deux hypothèses, étant donné le manque de constance des observations dans un sens ou dans l'autre (Lévêque et Paugy 1999: p.280; Lévêque 1995). En plus, il semble que la présence d'espèces rares contribue à la stabilité des écosystèmes, puisque lors de l'apparition de changement dans l'écosystème (Lévêque 1995), les diverses espèces sont déjà présentes pour occuper les niches écologiques modifiées.

2.2.3 - Dynamique de la diminution des ressources

De façon générale, selon Karr et Chu (Karr et Chu 1995 cité dans Karr 1997), l'appauvrissement des ressources biotiques des écosystèmes se manifesterait selon trois schèmes. Premièrement, la dégradation indirectes des systèmes vivants qui s'effectue par la détérioration des éléments abiotiques tels les sols, une augmentation de la rareté de l'eau de consommation, les changements dans les cycles biogéochimiques à l'échelle planétaire ainsi que la contamination des différents compartiments environnementaux. La dégradation directe des systèmes vivants non-humains serait la deuxième forme à laquelle l'environnement est confrontée. Ceci inclut par exemple la diminution des ressources renouvelables à un rythme qui ne peut-être soutenu par le taux de croissance des

populations d'espèces et donc qui se solde par une disparition définitive de certaines espèces de la faune et de la flore. Plusieurs causes peuvent être à la source de la diminution comme l'apparition de nouvelles épidémies, l'introduction de nouvelles espèces, la monoculture des espèces végétales ainsi que la destruction des habitats. Finalement, l'appauvrissement peut être observé sous la forme d'une dégradation directe des systèmes humains. La dégradation des systèmes humains peut se manifester sous plusieurs formes comme celles de l'émergence d'épidémies de nouvelles maladies et la récurrence d'anciennes maladies, la réduction de la diversité culturelle humaine, pertes économiques, l'atteinte au développement des enfants, les injustices environnementales et le racisme. Regardons donc plus spécifiquement les facteurs susceptibles d'affecter l'état des éléments abiotiques et biotiques qui interagissent en eaux continentales et donc qui auront une influence sur la disponibilité des ressources halieutiques.

2.3 - Types de pressions exercées sur les eaux intérieures

L'écosystème aquatique dulçaquicole est sous l'influence de deux principaux facteurs: les cycles climatiques et les changements induits par l'humain (FAO 1999).

2.3.1 - Cycles climatiques

Les variations pluviométriques en modifiant l'état de l'écosystème aquatique affectent les ressources halieutiques en procurant plus ou moins d'espaces viables pour les espèces aquatiques ainsi qu'une quantité fluctuante de nutriments essentiels à la survie des

organismes. Les organismes sont soumis à une plus ou moins grande vulnérabilité face à la pêche dépendant de la quantité d'organisme que le milieu peut supporter. La température constitue un autre facteur climatique pouvant interférer avec l'état des ressources halieutiques. Des variations de la température peuvent occasionner des changements comportementaux, des modifications au niveau de la reproduction, de l'activité métabolique et de la croissance. Ces changements climatiques ont un effet sur la quantité de poissons disponibles pour la pêche de capture (FAO 1999).

Dans certaines aires géographiques, les phénomènes de crues des eaux et de sécheresse ont pour effet de rendre plus vulnérable les écosystèmes aquatiques et de mettre en péril la survie de certaines espèces de poissons, en créant un changement dans les types d'habitat disponibles et influençant les phénomènes de migrations. Citons en outre les lacs Victoria et Naivasha, tous deux situés sur le continent africain, où une diminution des communautés d'espèces indigènes a été observé suivant de grandes variations de leur niveau d'eau (Abiya 1996; Kudhongania et Chitamwebwa 1995). Aussi peut-on noter dans certain cas, la diminution de la superficie de certains lacs qui a eu pour effet de diminuer les berges disponibles à la nidification des poissons (Abiya 1996).

En ce qui concerne plus particulièrement les rivières et les plaines inondées, le cycle saisonnier et la durée de la période d'inondation influencent de façon importante la productivité halieutique (Lévêque et Paugy 1999) ainsi que la durée de la saison de pêche (Crespi 1998). Une moins grande vulnérabilité des poissons face aux prédateurs (humains) dans les plaines inondées, un faible taux de mortalité naturelle, une bonne croissance des individus sont autant de facteurs associés à une forte inondation. En revanche, suite à une bonne période d'inondation, la pêche sera abondante lors de la baisse des eaux (Lévêque et

Paugy 1999). Mentionnons que pour certaines régions qui sont sous l'influence de nettes variations du niveau de l'eau, les changements saisonniers peuvent être la source de modification des tactiques de pêches. La navigation rendue difficile par un débit d'eau rapide lors des crues de la rivière Niger empêche les pêcheurs de remonter la rivière pour avoir accès à d'autres sites de pêches que ceux près de leur village, ceci créant donc une dépendance des pêcheurs face aux ressources accessibles à proximité (Crespi 1998). Bien que la pêche ait un rôle important à jouer dans l'économie de cette région, durant la période des crues, la quantité de poissons extraite du milieu ne suffit seulement qu'à la consommation locale par les pêcheurs et leur famille (Crespi 1998). Dans ce contexte, la qualité et la quantité des ressources dans ces milieux aquatiques situés à proximité des villages deviennent alors une sérieuse question à considérer. Cette dernière influence des niveaux de l'eau sur la capacité qu'ont les pêcheurs de couvrir un grand territoire de pêche représente un effet presque qu'immédiat faisant suite aux phénomènes de crue. Les effets des variations des niveaux de l'eau peuvent toutefois se manifester à plus long terme. Dans le cas des plaines inondables tropicales, une corrélation a été démontrée entre la productivité des pêches et la superficie de la zone inondée deux ans auparavant (Welcomme 1985, cité dans Thomas 1996).

Les changements climatiques ayant cours à l'échelle planétaire ont un potentiel non-négligeable d'affecter les écosystèmes aquatiques continentaux. Selon Epstein et Rapport (1996), un écosystème aquatique affaibli par une dégradation environnementale locale sera vraisemblablement plus vulnérable aux changements climatiques. La résilience de l'écosystème face à des perturbations est sous la dépendance de plusieurs facteurs dont l'ampleur du bouleversement, sa chronologie ainsi que l'état de santé de l'écosystème (Epstein et Rapport 1996). Or, les écosystèmes aquatiques continentaux sont soumis à une panoplie d'agents stressants qui modifient leur équilibre et contribuent à affaiblir leur état de santé et ainsi mettent en péril la capacité qu'auront les écosystèmes aquatiques

dulçaquicoles de résister face à des changements climatiques mondiaux. D'autre part, les changements climatiques en ayant un effet sur la production agricole, pourrait avoir pour effet une plus grande utilisation des ressources aquatiques pour poursuivre les objectifs de sécurité alimentaire. Les changements climatiques risquent d'avoir un plus grand effet sur les populations pauvres et économiquement isolées, qui coupées du commerce extérieur, seraient vulnérables aux problèmes liés aux lacunes au niveau de la nutrition et de santé qui pourraient s'ensuivre (McMichael 1997).

2.3.2 - Modifications de nature anthropique

Les modifications de nature anthropique proviennent de plusieurs sources et mettent en péril la durabilité de l'écosystème aquatique des eaux intérieures. En outre, on rapporte les effets de la dégradation des forêts et des terres, la perte de biodiversité, la rareté et la pollution des eaux douces, tous facteurs contribuant à la dégradation et la perte des habitats aquatiques (FAO 1999: p.60).

Les aménagements de l'environnement par l'humain peuvent avoir des effets néfastes pour l'équilibre de l'écosystème aquatique. La construction de barrages provoque des modifications de l'habitat et des peuplements de poissons en amont et en aval de ces installations (Lévêque et Paugy 1999). Suite à la modification du débit des fleuves ou des rivières résultant du barrage, on peut assister à une modification dans la reproduction des poissons (suite à une réponse aux nouveaux stimuli), à un blocage physique, par la présence même du barrage, ou thermique, dû à une stratification des réservoirs affectant la migration

de certaines espèces de poissons. La modification des processus de sédimentation affecte les populations de poissons par les effets indirectes d'une diminution des habitats et de la nourriture disponible occasionnées par les changements dans la répartition verticale et longitudinale des particules sédimentaires, ce qui entraîne une diminution de la diversité biologique et de la productivité des pêches. Dans le cas du réservoir hydroélectrique de Tucuruí sur la rivière Tocantín en amazonie brésilienne, une augmentation du poids, de la taille ainsi que de l'abondance de certaines espèces de poissons prédateurs a été observée et ce, trois ans suivant la création du barrage (Ribeiro, Petrere et Juras 1995). Ce dernier exemple illustre bien la complexité des réponses suivant la modification anthropique et que bien que certaines généralisations puissent être avancées, la particularité de chaque écosystème reste un élément important à considérer lors de la compréhension des modulations des écosystèmes aquatiques suivant des changements induits par l'humain. D'autres types d'aménagements tels l'aménagement des fleuves, la réduction des plaines d'inondation et des zones humides, les modifications dans l'occupation des sols du bassin versant sont autant de changements à l'environnement ayant des impacts certains sur les écosystèmes aquatiques continentaux (Lévêque et Paugy 1999).

La pollution anthropique des eaux a aussi des répercussions néfastes sur l'environnement aquatique. On distingue différents types de polluants liés aux écosystèmes aquatiques. La pollution de nature physique comporte la pollution thermique ainsi que la pollution radioactive. La pollution chimique qui consiste en la libération de fertilisants et de pesticides utilisés dans l'agriculture, les métaux lourds et les métalloïdes. La libération de matières organiques a aussi le potentiel d'affecter les eaux. On trouvera au tableau I

l'essentiel des polluants des eaux continentales ainsi que leur origine selon le classement effectué par Lévêque (1996).

Tableau I: Principaux types de pollution des eaux continentales, nature des produits polluants et leurs sources de libération.

types de pollution	nature	sources
physique •pollution thermique •pollution radioactive	•rejet d'eau chaude •radio-isotopes	•centrales thermiques •installations nucléaires
chimique •fertilisants •métaux et métalloïdes •pesticides •organochlorés •composés organiques de synthèse •détergents •hydrocarbures	•nitrates, phosphates •mercure, cadmium, plomb, aluminium, arsenic... •insecticides, herbicides, fongicides •BPC, solvants •nombreuses molécules •agents tensio-actifs •pétrole et dérivés	•agriculture, lessives •industries, agriculture, pluies acides, combustion •agriculture, industries •industries •industries •effluents domestiques •industries pétrolière, transports
matière organique	•glucides, lipides, protides •ammoniac, nitrates	•effluents domestiques, agricoles, agro-alimentaires •élevages et piscicultures
microbiologique	•bactéries, virus, champignons	•effluents urbains et d'élevage

Tiré de Lévêque (1996)

Les activités humaines, en milieu urbain et rural, génèrent relativement de grandes quantités de matière organique, qui bien que décomposable en soit, est la source d'un problème affectant directement les communautés de poissons. La dégradation de la matière organique nécessite la présence dans l'eau d'une certaine quantité d'oxygène dissout. Avec

le phénomène de l'eutrophisation des plans d'eaux, une plus grande quantité de matière organique se décompose, ce qui requiert une plus grande quantité d'oxygène qu'en l'absence d'eutrophisation. Puisque les processus de dégradation ont lieu dans le fond des lacs et bassins, où se déposent les organismes morts, il en résulte une hypoxie des eaux en profondeur. Par les brassages cycliques que subissent les plans d'eaux, l'eau anoxique est remise en surface, ce qui procure aux poissons un environnement moins favorable à leur survie, d'où l'apparition des phénomènes de mortalité des poissons par manque d'oxygène.

Outre les atteintes aux populations ichthyologiques générées par l'atteinte de leur environnement biophysique, les espèces de poissons peuvent être affectées par une action directe sur l'état de composition de leur communauté. Ainsi les introductions de nouvelles espèces de poissons, la surpêche ainsi que les méthodes de pêches utilisées sont autant de facteurs ayant un rôle direct sur l'abondance des espèces et de la modification des communautés ichthyologiques.

2.3.3 - Introduction de nouvelles espèces

Les objectifs des introductions de nouvelles espèces piscicoles dans les écosystèmes aquatiques sont diversifiés. Les motivations peuvent être d'une part, la recherche d'une meilleure productivité des milieux naturels dont les capacités d'accueil de populations de poissons sont considérées, par les gestionnaires, que faiblement exploitées, ce qui peut se manifester concrètement par la présence de niches écologiques non-occupées (Lévêque et Paugy 1999). D'autre part, l'introduction de nouvelles espèces peut aussi s'effectuer dans des milieux nouvellement formés, citons à titre d'exemple le cas des réservoirs qui

résultent de la construction de barrages hydroélectriques. Dans certains cas, les introductions font suite à des préoccupations qui se situent au niveau de la santé publique, utilisant le pouvoir prédateur de certaines espèces de poissons pour lutter contre les vecteurs de maladies, telles le paludisme et la bilharziose (Lévêque et Paugy 1999; p.357). D'autres sources d'introduction de nouvelles espèces peuvent s'effectuer à la suite d'une libération accidentelle d'espèces élevées en pisciculture (McKaye et al. 1995), par transferts de poissons d'aquarium ou l'introduction par les ballastres de bateaux (Lévêque et Paugy 1999).

Ces introductions de nouvelles espèces ichthyologiques ont entre autres pour effet de modifier l'état de la faune piscicole (FAO 1999: p.61). À titre d'exemple mentionnons le cas du lac Victoria, où l'introduction de quatre espèces de tilapias, en plus d'occasionner une compétition interspécifique avec deux espèces indigènes de Tilapias, augmente les possibilités de dilutions génétiques à travers l'hybridation (Kudhongania et Chitamwebwa 1995). Le Tilapia, qui constitue une espèce de cichlidé native de l'Afrique, a aussi été introduit à l'extérieur du continent africain. Les pêcheurs du lac Nicaragua ont été témoins d'une baisse des captures de cichlidés natifs du lac suite à l'introduction du Tilapia d'origine africaine (McKaye *et al.* 1995). Ces introductions de nouvelles espèces ont pour effet de diminuer la capacité de prédation des prédateurs indigènes, réduisant ainsi la densité des populations de prédateurs indigènes, ce qui compromet la quantité des ressources traditionnellement pêchées et consommées par les populations humaines. Par ailleurs, les impacts de telles introductions semblent être moins clairs qu'ils ne l'apparaissent aux premiers abords. Le cas de l'introduction du capitaine (*Lates niloticus*) dans le lac Victoria illustre bien cette dernière nuance. Dans ce dernier cas, le déclin de la population de certaines communautés indigènes de poissons (haplochromine) serait, selon certains chercheurs, dû plus à une surexploitation des ressources par la pêche que par l'action prédatrice de *Lates niloticus* (Kudhongania et Chitamwebwa 1995).

2.3.4 - Surexploitation des ressources ichtyologiques

Dans les milieux fermés comme les écosystèmes aquatiques continentaux, la surpêche a possiblement un plus grand impact sur la diversité génétique que dans la mer. L'hypothèse est que les organismes habitant les lacs et les rivières ont évolué dans un contexte d'une certaine isolation face aux autres espèces animales. Les espèces présentes dans l'écosystème se sont adaptées à leur environnement créant ainsi une sélection d'un pôle génétique particulier spécialement adapté à cet environnement clos. Lors de pêches intensives, ou lors d'atteintes à des individus d'une même espèce, une grande partie de la diversité génétique est perdue sans la possibilité d'obtenir une nouvelle entrée génétique extérieure au système (Martinez, 1995), d'où l'impact important sur les espèces de poissons d'eau douce.

La modification des techniques de pêche, l'évolution des techniques artisanales vers des techniques plus industrialisées, crée l'apparition de nouvelles pressions sur les ressources aquatiques. L'utilisation d'engins de pêche possédant des mailles de filets plus petites permet la capture des petits poissons juvéniles. La capture des juvéniles empêche leur maturation sexuelle et compromet la reproduction des populations d'espèces de poissons. Les juvéniles font l'objet d'une faible consommation humaine, leur importance économique étant plutôt située dans le secteur des produits de transformation, le poisson étant utilisé comme nourriture pour l'élevage d'espèces animales.

Les facteurs énoncés précédemment lorsque présents de façon simultanée dans l'environnement aquatique peuvent créer une amplification, voire une multiplication des effets, certains facteurs pouvant entrer en synergie. En Chine, certains effets négatifs résultant de diverses activités anthropiques ont été signalés (Zhang et al. 1996). En outre, l'augmentation de la population et de l'intensification des activités de pêche, l'utilisation préjudiciable d'équipements de pêche ont mené à l'épuisement progressif des ressources halieutiques naturelles. De plus, une augmentation de la dominance des juvéniles a eu lieu dans les communautés de poissons du lac Poyang résultant de la surpêche, des réclamations littorales et de la pollution (Zhang *et al.* 1996). D'autre part, l'introduction d'espèces exotiques, bien qu'augmentant la production de poissons, serait la source de changements dans les relations trophiques modifiant ainsi les écosystèmes lacustres.

Un autre phénomène consiste en l'utilisation des zones littorales pour un usage agricole, permettant ainsi une expansion du territoire cultivable. Cette zone est essentielle à la bonne reproduction, l'alimentation et fournit un habitat au benthos (surtout les gastropodes), groupe aquatique dont la présence est importante pour l'équilibre de l'écosystème aquatique. Ce type de pratiques a surtout fait l'objet de multiples requêtes d'utilisation du territoire de la part des paysans au cours des années 1960 et 1970. Dans certaines régions de la Chine, cette transformation du territoire aquatique pour une utilisation agricole a mené à la perte de superficie ou à la disparition de plusieurs lacs. Ce type de réclamation des terres a aussi été mentionnée par Abiya (1996) qui souligne que les marais situés au pourtour du lac Naivasha, Kenya, font aussi l'objet d'une croissante demande de la part des agriculteurs pour leur exploitation agricole. Dans ce cas-ci, une destruction de la zone de papyrus est observée ce qui engendre une augmentation du taux de sédimentation du lac et une réduction du pouvoir tampon du système lacustre face aux fertilisants et aux pesticides utilisés dans l'agriculture voisine (Abiya 1996). La FAO indiquait d'ailleurs dans son plus

récent rapport sur l'état des pêches mondiales et de l'aquaculture (FAO 1999) que la Chine, l' Inde et l'Asie du sud-est, bien que ces régions soient les plus importantes en terme de production piscicole d'eaux douces, elles subissent par ailleurs des pressions plus sévères qu'ailleurs dans le monde, leurs bassins versants étant déjà en processus de modification ou même de dégradation (FAO 1999).

La multitude de facteurs entrant en jeu dans la compréhension de l'état des ressources ichthyologiques disponible pour les activités humaines de pêche, nous indique que seule une étude approfondie d'une situation particulière nous fournira une compréhension holistique de la situation des ressources ichthyologiques. D'ailleurs, dans une étude portant sur l'évaluation, par des indicateurs chimiques, toxicologiques et écologiques, de l'état de la pollution par les métaux lourds de la rivière Le An en Chine, He, Wang et Tang (1998) concluent que ces évaluations chimiques, toxicologiques et écologiques comportent des limites qui leur sont associées, et qu'on doit prendre avantage à l'intégration de ces diverses disciplines dans le but d'une meilleure compréhension des impacts de la pollution par les métaux lourds sur l'écosystème aquatique. Puisque les humains font partie de l'écosystème, les facteurs socio-culturels, économiques et politiques modulant les interactions de l'humain avec l'écosystème aquatique doivent être pris en compte.

3 - La consommation de poisson et ses effets sur la santé humaine.

Qu'il s'agisse des produits de la pêche provenant des milieux marins, des eaux dulçaquicoles ou des diverses formes d'aquaculture, le poisson pêché et utilisé pour nourrir les populations humaines peut provoquer des effets positifs mais aussi négatifs à la santé humaine. La présente section traite plus spécifiquement des effets bénéfiques et à risque de la consommation de poissons pour les populations humaines. Mais auparavant, débutons par définir ce qu'on entend par la santé dans le présent contexte.

Une définition holistique de la santé conditionne les orientations du présent ouvrage. La définition élaborée par Ole Nielsen dans la revue *Ecosystem Health* constitue en ce sens une bonne référence dans le cadre de l'approche de l'approche écosystémique à la santé humaine.

“...health at the level of the ecosystem describes its capacity for maintaining biological and social organization on the one hand and the ability to achieve reasonable and sustainable human goals on the other. In effect the challenge is to extend the application of the concept of health from the individuals and populations of a single species to multiple populations of species in a biological community or ecosystem, including people” (Nielsen 1999).

3.1 - Bénéfices sur la santé humaine associés à la consommation de poissons

Historiquement, le paléoenvironnement des premiers *Homo sp.*, riche en poissons tropicaux, aurait été favorable au développement de leur cerveau (Broadhurst *et al.* 1998). Le développement cérébral est évalué par ce qu'on appelle le quotient d'encéphalisation qui est défini par le ratio du poids du cerveau sur le poids total du corps, quotient permettant une comparaison relative du poids cervical de plusieurs espèces. Broadhurst *et al.* (1998) suggèrent, dans une revue critique de la littérature portant sur l'apport spécifique

des ressources piscicoles dans la diète à l'évolution de l'espèce humaine, que la consommation d'espèces de poissons présentes dans les lacs de la vallée du Rift est-africain pourrait être à l'origine du développement plus rapide de l'Homo sapiens qui est apparu dans cette région et qui ensuite aurait dominé les autres espèces d'hominidés. Les auteurs, indiquent que les poissons des eaux douces tropicales et subtropicales présenteraient un profil lipidique (DHA:AA¹) qui serait le plus similaire au profil phospholipidique retrouvé dans le cerveau humain comparativement à d'autres sources alimentaires connues. Selon les connaissances actuelles sur la composition du cerveau et ses exigences pour atteindre un bon développement, il appert que malgré une abondance en protéines, vitamines et oligoéléments, la seule insuffisance en acides gras polyinsaturés à longues chaînes, élément nutritif considéré comme le facteur limitant à la croissance neurale, aurait pu empêcher le développement complexe du système neurologique humain (Broadhurst et al. 1998). Ainsi l'évolution vers l'espèce humaine actuelle ne se serait pas seulement manifestée en réponse à des diverses pressions climatiques mais aussi serait fort probablement un résultat d'une alimentation abondante en ressources piscicoles.

De nos jours, les résultats des nombreuses études concernant les bénéfices reliés à la consommation de poissons indiquent que l'ingestion de poissons par les humains contemporains procure sels minéraux et vitamines en plus d'être une importante source de protéines animales. De plus, la composition du poisson, faible en gras saturés et en cholestérol, permet de prévenir certains risques associés aux maladies cardio-vasculaires (Duchesne et al., 1996). Le selenium présent dans les fruits de mer posséderait des effets protecteurs contre plusieurs types de cancer (Kimbrough, 1991). Il semblerait que la quantité et la qualité du fer serait modifiée suivant la consommation de poisson, ce dernier influençant l'absorption du fer qui est plus élevé, 15 à 20% pour le fer d'origine animale

¹ DHA: Acide docosahexaénoïque

AA: Acide arachidonique

DHA et AA = composantes majeures des acides gras à longues chaînes polyinsaturés (LC-PUFA)

(viandes et poissons), que pour le fer d'origine végétale qui est pour sa part de 1 à 5%. Cette dernière différence est attribuable à la forme sous laquelle se présente le fer, sous la forme hémérique dans le cas du poisson et de la viande (McGuire, 1993 cité dans Mouchet et al., 1999). Récemment une hypothèse voulant que la consommation de poissons puisse diminuer la prévalence de dépression majeure a été testée par le biais d'une étude multinationale. Une corrélation négative ($r = -0.84$, $p < 0.005$) entre le nombre de poissons consommés par personne et la prévalence annuelle de dépression majeure a ainsi été obtenue (Hibbeln, 1998). Par contre, l'auteur mentionne qu'il serait prématuré de conclure à une relation causale entre ces deux éléments, puisque plusieurs autres facteurs tels que les différences culturelles, économiques et sociales entre les pays d'où provenaient les données peuvent confondre cette corrélation (Hibbeln, 1998).

Dans les pays en développement, le poisson est considéré souvent comme la seule source de protéines animales disponible à des coûts abordables. En Casamance, une région de mangroves du Sénégal, la consommation de poissons frais constituerait 36% des protéines totales et 84% des protéines animales dans les villages côtiers tandis qu'elle se chiffre à 9% de protéines totales et 50% de protéines animales pour les villages de l'intérieur, de la même région (Mouchet et al. 1999: p.144). Cette dernière donnée nous indique que les communautés accordent une importance relative aux activités de pêche selon l'accessibilité aux ressources, et sont donc susceptibles d'en bénéficier autrement.

Bien que plusieurs avantages soient associés à la consommation des ressources halieutiques, il existe aussi certains risques à l'ingestion de cette denrée pour les communautés.

3.2 - Risques à la santé humaine liés à la consommation des produits de la pêche

La distinction est ici faite entre deux types de contamination des produits de la pêche ayant pour effet d'affecter la santé des populations humaines. Il s'agit en fait de la contamination par des agents biologiques d'une part, et celle par des agents chimiques d'autre part.

3.2.1 - Exposition biologique

Selon Jensen et Greenlees (1997), les maladies transmises par les aliments sont fréquemment associées à la consommation d'aliments crus ou insuffisamment cuits provenant de lieux contaminés, ou irrigués par de l'eau contaminée, plutôt que la présence d'un aliment lui-même contaminé. Dans ce contexte, il est alors important de considérer comme problématique, outre la consommation de l'eau elle-même, l'ingestion des ressources aquatiques, en l'occurrence les ressources piscicoles, ayant été mis en contact avec de l'eau contaminée. À titre d'exemple mentionnons l'épidémie de choléra s'étant manifestée en 1991 au Pérou, et dont la consommation de poisson fut l'une des voies d'exposition à l'agent viral. Quevedo et collaborateurs (Quevedo et al. 1997) indiquent que de façon générale on accepte l'idée que les aliments puissent être des vecteurs du choléra mais seulement comme résultats de la contamination par l'eau. D'autre part, les aliments, agissant comme vecteurs, pourraient exercer un effet protecteur sur l'agent viral en lui permettant de traverser facilement la barrière d'acide gastrique et donc permettre au virus de garder sa virulence et de créer des effets cliniques qui peuvent se révéler plus toxiques pour l'individu ayant consommé l'aliment contaminé que s'il avait été exposé uniquement au virus en présence d'eau (Quevedo et al. 1997).

Étant donné le lien très étroit existant entre la contamination biologique de l'eau et ce même type de contamination des ressources halieutiques, par le fait du contact de l'eau avec les poissons, traçons ici un bref portrait de la situation de la contamination biologique des plans d'eau de façon plus générale. Il existe plusieurs facteurs pouvant influencer le risque de contamination par des agents pathogènes dans le milieu aquatique. La libération

des eaux usées dans les lacs et les rivières peut occasionner la mise en circulation de plusieurs agents pathogènes. La contamination des populations humaines riveraines des sources d'eaux douces peut s'effectuer par usage domestique de l'eau des rivières ou des lacs mais aussi, indirectement, l'humain peut subir les conséquences de la promotion des vers parasites qui ont un hôte intermédiaire aquatique, et qui peuvent par la suite infester l'humain. À titre d'exemple, mentionnons le cas du Gange en Inde, où la présence de hauts niveaux de bactéries pathogènes et non pathogènes mesurés à proximité de la ville de Bhagalpur, révèlent que la rivière est sous des conditions insalubres pour la consommation de l'eau et la baignade pour les humains et les animaux, malgré que ces activités soient exécutées culturellement par les communautés riveraines (Bilgrami et Kumar 1998). Il est intéressant de noter que la survie des divers agents pathogènes en milieu dulçaquicole varie selon l'ordre croissant suivant: protozoaire, bactéries, virus, helminthes. D'autre part, la survie des germes aquatiques de certains virus (Enterovirus, Poliovirus, virus de l'hépatite A, Coxsackies et Rotavirus) peut s'effectuer dans les boues, et par le fait même contribuer à la pollution virale du sol et de la nappe phréatique (Mouchet et al. 1999). D'autre part, selon Mouchet et al. (1999) la salinité de l'eau modifierait la prévalence du paludisme, résultant ainsi en une diminution de la présence de la malaria dans les régions salées des mangroves comparativement aux zones intérieures. Par ailleurs, l'auteur indique aussi que "rien ne prouve que cette diminution de la transmission se traduise par une réduction de la morbidité" (Mouchet et al. 1999). Les changements climatiques constituent, selon toute vraisemblance, un autre facteur pouvant modifier les processus de transmissions des agents biologiques pathogènes. Ainsi avec l'augmentation de la température prévue à l'échelle mondiale, une augmentation de la capacité des moustiques (*Anopheles*) de transmettre le virus *Plasmodium falciparum* est envisagé pour certains pays plus au nord qui ne sont pas aux prises avec ce problème actuellement (McMichael 1997).

Les pays pauvres et qui subissent des sécheresses de façon saisonnière sont particulièrement à risque face à la pollution des rivières et des lacs par le fait que les populations riveraines n'ont peut-être pas d'alternative pour l'approvisionnement en eau potable et doivent irrémédiablement avoir recours à l'utilisation des eaux polluées. À

certaines périodes de l'année, le courant de la rivière peut être faible ou inexistant, ce qui ne permet pas une dilution adéquate des eaux usées (Feachem et al. 1983).

De plus, la sécurité alimentaire peut être atteinte par une diminution des ressources piscicoles, diminution qui serait la conséquence directe de certains parasites affectant la croissance et la survie des poissons. Dans le lac Kolleru , Andhra Pradesh (Inde), la carpe de culture est souvent infestée par le parasite *Argulus spp*, ce qui occasionne une diminution de la croissance optimale de la carpe. Dans cet écosystème lacustre, il semble que la présence d'une grande quantité de végétaux aquatiques constitue une grande surface mise à la disposition des parasites qui y déposent leurs oeufs, ce qui permet le développement de ces derniers (Ghosh et al. 1990). Dans l'objectif de contrer le problème de l'infestation des parasites, les pisciculteurs ont utilisé dans ce lac des produits chimiques et des pesticides sans se soucier de leur réelle efficacité, et il s'est avéré que les produits utilisés n'étaient d'aucune aide pour résoudre les problèmes associés aux parasites. En contrepartie, une forte mortalité des poissons associés à l'usage excessif de pesticides (Nuvan et le Malathion) et de fertilisants inorganiques a été observée (Ghosh et al. 1990). Cet exemple illustre bien les effets d'une mauvaise compréhension des interactions entre les diverses composantes du milieu, et ainsi la création de nouveaux problèmes en voulant en régler d'autres.

Pour obtenir un descriptif des agents parasitaires et bactériologiques de contamination des poissons présent en milieu naturel ou en pisciculture se référer au tableau II.

Tableau II: Caractéristiques des empoisonnements associés à la présence de dinoflagellés dans les ressources halieutiques.

Type d'empoisonnement	Toxine	Espèces	Symptômes
“Pfiesteria”	Inconnue	<i>Pfiesteria piscicida</i>	Irritation oculaire, problèmes respiratoires, douleurs articulaires, faiblesses, nausées,
“Ciguatera fish poisoning”	Ciguatoxine	Gambierdiscus toxicus	Nausées, diarrhées, vomissements, douleur abdominale, douleur et faiblesse aux extrémités inférieures, paresthésie, douleur dentaire, coma (rare), brachycardie (rare), œdèmes cérébral, mort (rare)
“Paralytic shellfish poisoning”	Saxitoxine	Protogonyaulax brevis Alexandrium spp.	Paresthésie de la bouche et des extrémités,, diarrhées, vomissements, douleur abdominale, ataxie (rare), arrêt respiratoire (rare), mort (rare)
“Neurologic shellfish poisoning”	Brevetoxine et autres toxines sous forme d'aérosols	Ptychodiscus brevis Gymnodinium breve	Paresthésie, diarrhées, vomissements, ataxie
“Amnesic shellfish poisoning”	Acide domoïque	Pseudo nitzschia pungens	Gastroentérite, troubles de mémoire, confusion, perte de la mémoire à court terme, mort
“Diarrhetic shellfish poisoning”	Acide Okadaïque	Dinophysis Prorocentrum	Nausées, diarrhées, douleur abdominale, fièvre

D'après Durborow 1999

3.2.2 - Contamination par les métaux lourds

D'après Jensen et Greenlees (1997), les produits piscicoles provenant de l'élevage posent un problème de santé publique moindre au niveau de leur contamination en métaux lourds que les produits d'une pêche de poissons s'étant développé naturellement dans l'environnement. Cette affirmation s'appuie, selon les auteurs, sur les fondements suivants: il est possible d'éviter les lieux fortement contaminés pour l'implantation d'une pisciculture, le temps de résidence des espèces élevées de façon artificielle étant très court

les espèces seront exposées à plus court terme à d'éventuels contaminants, l'absence de chaîne alimentaire exclut les risques de la présence d'une bioamplification des contaminants le long d'une longue chaîne trophique. Ainsi d'un point de vue de santé publique, il y aurait certains avantages à consommer des poissons provenant de pisciculture pour diminuer l'occurrence d'exposition aiguë ou chronique aux métaux lourds. Par ailleurs, la sécurité ou non des produits en provenance de pisciculture n'est toutefois pas encore un fait élucidé et si considérant que dans l'avenir, les poissons élevés en pisciculture constitueront une source de plus en plus importante de protéines animales, il est nécessaire de se préoccuper de la sécurité de la consommation d'aliments produits en pisciculture.

Additionné à la détérioration de diverses fonctions biologiques pouvant se manifester chez l'humain suivant la consommation de poissons contaminés aux métaux lourds, il serait aussi important de mentionner une potentielle diminution des effets bénéfiques attendus suivant la consommation de poissons. Selon une étude visant à évaluer l'état de pollution du lac Maryout, Alexandrie, Égypte, où sont déversés des déchets industriels, El-Demerdash et Elagamy (1999) concluaient que malgré une similitude dans la quantité de protéines contenu dans les poissons de l'espèce *Tilapia nilotica* de ce lac et ceux d'un site témoin (choisi pour ses plus faibles concentrations en métaux lourds), la proportion d'acides aminés essentiels² sur le total des acides aminés était plus élevée dans les poissons prélevés au site témoin, ceci reflétant une plus faible qualité nutritionnelle des protéines constituant les poissons pêchés au lac Maryout. Or, les poissons échantillonnés au lac Maryout contenaient des concentrations plus élevées en résidus de cadmium et de mercure comparativement aux échantillons recueillis au site témoin, portant ainsi les chercheurs à suggérer que la pollution par les métaux lourds serait la cause de la plus faible qualité des protéines des poissons du lac contaminé, les métaux lourds affectant la synthèse protéique des poissons. Une diminution de la qualité des protéines disponibles pour les populations humaines via la consommation des produits de la pêche pourrait signifier dans bien des cas une sérieuse diminution des bénéfices liés à l'ingestion des ressources piscicoles, révélant donc vraisemblablement un effet d'addition ou même de synergie au niveau des effets

² Les acide aminés essentiels ne sont pas synthétisés par l'organisme humain et sont donc requis dans la diète.

observés (diminution de la qualité des protéines et contamination par ingestion des métaux lourds).

3.2.3 - Pesticides

Fait bien connu, le DDT est utilisé pour le contrôle de la malaria dans plusieurs pays en développement. Dans certains cas, il est possible de remarquer une contamination géographiquement répandue de DDT avec la présence de concentrations très élevées de xénobiotiques dans des régions bien particulières, concentrations elles-mêmes déterminées par l'évaluation de la charge en agent contaminant dans la faune piscicole (Bouwman et al., 1990). Sachant que la stabilité et la résilience des écosystèmes dépendent d'une part des caractéristiques du stress (sa durée, sa fréquence, sa nouveauté) mais aussi de l'histoire du système (Boudou et Ribeyre 1997), il appert qu'en plus de la variation dans les concentrations de contaminants mesurés à l'intérieur d'un écosystème particulier et donc ses diverses réponses spatiales, les différences temporelles sont aussi à prendre en compte. Assumant que chaque écosystème répond d'une façon qui lui est propre, il est alors nécessaire, afin d'obtenir une indication de la toxicité des concentrations présentes dans un lieu spécifique, d'effectuer une évaluation des effets de ces substances toxiques sur les espèces qui vivent dans ce milieu, ceci constituant une meilleure estimation du risque réel que le simple fait d'effectuer une extrapolation de données en provenance d'autres régions.

À l'intérieur de ces variations temporelles et spatiales des écosystèmes aquatiques, les espèces de la faune piscicole peuvent être soumises à des changements de leur biologie moléculaire ou comportementale et modifier leurs réponses générales ou spécifiques face à divers agents stressants. Des chercheurs ont observé la présence de poissons résistants aux insecticides organochlorés dans la région du delta du Mississippi, États-Unis. Leblanc (1994) indique que la création de ces résistances peut être à l'origine d'une augmentation du transfert des xénobiotiques dans la chaîne trophique, et ainsi accroître la charge corporelle des organismes consommateurs et ainsi potentiellement créer des effets

préjudiciables sur ces espèces, ce qui réduirait la diversité spécifique et modifierait la chaîne alimentaire. Par une telle augmentation de la charge en contaminant dans les espèces prédatrices, les populations humaines qui se nourrissent de poissons peuvent elles aussi être confrontés à une exposition plus élevée suivant cette dernière donnée.

3.2.4 - La problématique particulière des poissons d'élevage

Birley et Lock suggèrent que la problématique majeure en santé publique relativement à l'aquaculture des pays en développement soit liée aux maladies ayant pour vecteur l'eau, la toxicité de certaines algues, la sécurité microbienne des produits aquatiques d'élevage et les contaminants environnementaux (Birley et Lock 1999). Ajoutons à cela les dangers de l'utilisation des antibiotiques aux pratiques d'aquaculture, une situation qui risque de devenir problématique si on ne regarde pas de près les impacts sur la santé humaine occasionnés par ces processus de contrôle antibactérien. À l'heure actuelle, les effets engendrés par la consommation de résidus de médicaments administrés aux poissons restent encore nébuleux, étant soit inconnus ou partiellement connus. En effet, bien que les antibiotiques originellement utilisés dans l'élimination des bactéries affectant l'humain se révèlent efficaces pour contrer l'expansion d'épidémies chez les espèces ichthyologiques élevées en captivité, leur usage pourrait très bien présenter des risques de résistance microbienne, réduisant leur efficacité à nulle en présence de l'émergence de maladies pouvant affecter les humains (D'Aoust 1994 cité dans Jensen et Greeles, 1997).

3.3 - Importance d'une diète équilibrée

Les populations humaines ayant une diète déficiente en oligo-éléments ("micronutriments") seraient plus sensibles au potentiel toxique des métaux non-essentiels³ (Peraza et al. 1998).

³ Les métaux non-essentiels ne sont pas nécessaires au bon fonctionnement de l'organisme humain et peuvent être toxiques.

Ces derniers auteurs ont classifié en trois types les relations expliquant les effets des oligo-éléments essentiels sur les métaux non-essentiels tels le cadmium, le plomb, le mercure et l'arsenic. Une première relation s'explique par les interactions entre les oligo-éléments et les métaux toxiques pendant l'absorption, la liaison et l'excrétion. Dans ce cas, le métal toxique exerce son effet néfaste en interférant avec l'action du composé essentiel. La deuxième classe considère l'influence des oligo-éléments sur le métabolisme des métaux toxiques tandis que la troisième classe traite plus spécifiquement des effets des oligo-éléments sur les effets toxiques secondaires des métaux. Ainsi, une diète équilibrée en protéines, en vitamines A, C, D et E en calcium, phosphore et en métaux essentiels comme le zinc, le cuivre et le fer, pourra ainsi soit diminuer la possibilité d'absorption des métaux toxiques en entrant en compétition avec les sites de liaison, soit changer le métabolisme de transport de ces métaux ou encore, comme dans le cas de la vitamine E, prévenir l'oxydation des tissus résultant de l'action toxique des métaux.

L'extrapolation de résultats obtenus d'études effectuées sur certaines populations devrait toujours se faire avec maintes précautions puisqu'il est très probable que la qualité de la diète diverge d'un continent à un autre, d'un pays à l'autre ou encore d'une communauté à l'autre. Ainsi les impacts de l'exposition d'une population à une substance toxique seront différents selon la diète, qui elle même variera selon la culture, la disponibilité des ressources et l'état de ces ressources. Aussi doit on considérer avec précaution les limites tolérables de contamination du milieu. Les humains peuvent développer des effets à des doses d'exposition considérées acceptables selon les normes mais avec la possibilité de développer des effets toxiques à long terme non-détectables par les examens cliniques conventionnels, ou encore présentant des effets plus prononcés envers des groupes de populations plus vulnérables, comme les enfants et les personnes âgées.

4 - Les communautés et les ressources halieutiques

Lorsqu'on approche les liens entre la santé des populations et leur environnement on se doit de tenir compte des réalités spirituelles et culturelles qui sont présentes dans les communautés. Les croyances peuvent avoir plusieurs impacts sur la façon qu'auront les communautés de réagir face à des changements de leur environnement physique ou plus globalement de l'écosystème. Les croyances influencent la perception qu'ont les gens de la santé. Selon certaines croyances l'environnement physique et le cosmos sont en relation intime avec l'âme humaine et peuvent interagir avec elle. Par exemple, chez les communautés Quecha des Andes péruviennes, le corps des individus ne peut être séparé du paysage qui l'entoure et ainsi la santé est en étroite relation avec l'environnement. De plus, la santé d'un individu est intimement reliée à celle de sa famille ou de sa communauté (Greenway 1998). Ainsi, des comportements considérés inadéquats peuvent être la cause de maladies chez ces populations.

De la même manière que la tradition et la spiritualité modulent la perception qu'ont les individus face à la maladie, l'importance accordée aux ressources piscicoles et la façon de gérer ces ressources sont en étroite relation avec ces dimensions spirituelle et culturelle de l'être humain.

4.1 - La perception du risque lié à la consommation des ressources halieutiques

Plusieurs facteurs peuvent modifier la perception des risques environnementaux auxquels une population est exposée. On assiste à diverses perceptions du risque selon des groupes sociaux très distincts. Une étude effectuée aux États-Unis indique que les femmes et les groupes d'origine ethnique ("nonwhite") perçoivent un risque plus grand face à des agents environnementaux potentiellement dommageable pour la santé (Flynn et al., 1994). Le fait que les femmes enfantent et le rôle social dans la nutrition et le maintien de la vie leur étant attribués pourrait expliquer en partie la traditionnelle association des femmes aux préoccupations pour la santé humaine et la sécurité. Les auteurs de l'étude concluent que les femmes et les hommes de couleur perçoivent peut-être le monde plus hostile puisqu'ils sont plus vulnérables à plusieurs égards, et qu'ils tirent moins profits des technologies et des institutions et parce qu'ils ont moins de pouvoir et de contrôle sur leur milieu. Ainsi les

différences entre les sexes dans la perception du risque associé à la consommation de poissons se présentent sans équivoque. En effet, dans le contexte où ce type de ressources alimentaires constitue une part importante de l'alimentation tout en faisant l'objet d'un risque potentiel à la santé humaine, les femmes sont à prime abord impliquées de façon plus étroite avec la gestion du risque attribué à la ressource. Par ailleurs, leur faible pouvoir politique diminue potentiellement leur impact réel sur la gestion de ces ressources.

D'autre part, la gestion du risque par les communautés relativement à la présence d'agents nocifs liés aux ressources de l'environnement ne peut s'effectuer adéquatement qu'en présence d'une connaissance suffisante des liens entre la santé humaine et les activités de pêche et la consommation des ressources extraites de l'environnement par ces activités. La prise de décision des communautés est donc étroitement liée aux informations scientifiques accessibles qui contribuent à enrichir les connaissances locales. Cette agglomération de connaissances permet ainsi d'atteindre une meilleure compréhension des risques auxquels les personnes sont confrontés et permet une prise de décision individuelle et collective.

Dans plusieurs sociétés, des processus sont mis en place, sous forme de recommandations, permettant de guider les individus et les collectivités dans leur prise de décision. Ces recommandations, non loin d'être absolues, peuvent être modulées par plusieurs facteurs. Selon Burger (1998), l'accroissement réel des niveaux de contamination, une augmentation de l'intérêt public face à cette question, une augmentation de la surveillance ou un changement des niveaux sur lesquels sont basés les recommandations sont des facteurs pouvant contribuer à l'augmentation des avertissements concernant les dangers de la consommation de poissons. Par ailleurs comme mentionné précédemment, l'augmentation de l'intérêt public ne peut être dissocié d'une distribution adéquate de l'information relative à cette question. Une bonne communication du risque serait tributaire de plusieurs facteurs. À cet effet, Connelly et Knuth (1998) évoquent l'influence de la capacité de lecture de l'information divulguée pour conseiller les pêcheurs et leurs familles, le traitement de l'information (c'est à dire l'utilisation de diagramme versus de texte), le ton utilisé dans la divulgation des recommandations (autoritaire ou persuasif) ainsi que l'usage d'une information à caractère qualitatif ou quantitatif. De plus, comme le mentionnent Oostdam et collaborateurs (1999) suivant les travaux de Wheatley (1995), la communication devient encore plus difficile lorsqu'il s'agit de transmettre l'information à des personnes parlant couramment une autre langue que l'anglais. Le bagage des

connaissances scientifiques qui est à prime à bord difficile d'accès aux non-initiés devient encore plus opaque pour les communautés non-anglophones. Les connaissances scientifiques étant majoritairement véhiculées en anglais, elles sont donc difficilement traduites de manière à laisser transparaître toute l'essence de l'information. Ce dernier constat tient au fait que la terminologie retenue par les traducteurs pour expliquer les connaissances au niveau des contaminants n'est souvent pas très bien comprise par les communautés locales. Puisqu'en définitive, la communication de l'information doit permettre une prise de position des acteurs concernés par la ressource halieutique ainsi que leur permettre de faire un choix éclairé concernant la gestion de leur alimentation, il appert que la participation des communautés à un stage précoce de la recherche leur permettrait une meilleure compréhension des connaissances obtenus par la science et en retour la recherche pourrait bénéficier de l'apport des connaissances locales d'une manière plus attentive et donc plus efficace.

4.2 - Les coutumes des habitants et les ressources halieutiques

Les coutumes des habitants peuvent avoir un impact direct sur la quantité et la qualité des ressources halieutiques consommées. Les différences culturelles entre des communautés voisines peuvent être un obstacle aux échanges entre les ressources alimentaires de sources variées, telles la pêche et l'agriculture. Ainsi, la proximité géographique face à une ressource piscicole n'est en rien garante de son accès et de sa consommation. Outre les droits d'accès ancestraux ou modernes accordés aux communautés, les échanges peuvent tout simplement ne pas être effectué entre diverses ethnies pratiquant différentes activités. Par exemple, Mouchet et collaborateurs (1992) se référant aux travaux de McGregor et Smith (1952) indiquent qu'en Gambie, "les agriculteurs vivant en limite des mangroves n'ont pas de contacts avec les pêcheurs d'ethnie différente et mangent peu de poisson, voire pas du tout". De plus, la manière dont sont perçues les ressources piscicoles par les différents membres d'une communauté a une influence sur les choix alimentaires effectués et ainsi a le potentiel d'influencer la qualité de l'alimentation. Par exemple, en Casamance (région de mangroves au Sénégal) les mères disent qu'elles évitent de donner du poisson frais aux jeunes sous prétexte qu'il provoquerait des gonflements de ventre et engendrerait des parasites (Camara et al. 1992 cité dans Dumouchet et al. 1999).

L'exposition aux agents toxiques par la consommation de poissons varie selon la partie anatomique du poisson qui est consommé, ce choix étant lui-même conditionné par les coutumes des peuples, on comprend bien la relation qui se dresse entre les habitudes culturelles de préparation et de consommation du poisson et les niveaux d'exposition aux agents toxiques contenus dans le poisson.

Les croyances entourant la consommation d'espèces spécifiques de poissons peut augmenter ou diminuer l'exposition à des agents toxiques. En Amazonie brésilienne, une croyance locale encourage les femmes, suivant leur accouchement à consommer de l'Aruana, une espèce de poisson qui s'avère contenir de hauts niveaux de méthylmercure (Boischio et al. 1991). Par cette croyance, les femmes risquent de transférer une plus grande quantité de mercure à leurs enfants par leur lait lors de l'allaitement des nourrissons.

L'exposition aux métaux lourds par les aliments peut s'effectuer suivant deux principaux modes d'exposition, d'une part par la consommation d'aliments contaminés aux métaux lourds et d'autre part, par l'entreposage et la cuisson des aliments dans des contenants, plus spécifiquement des poteries ayant été peintes avec une peinture à base de métaux lourds (Farias et al. 1996; Harandez-Avila et al. 1996; Peraza et al. 1998). L'usage de tels contenants est déterminé non seulement culturellement, d'un peuple à l'autre, mais aussi entre classes socio-économique différentes. L'étude suivante appuie cette dernière affirmation. Des chercheurs ont observé une différence dans l'exposition au plomb chez deux groupes de femmes de Mexico ayant un statut socio-économique différent, utilisant le type d'hôpital fréquenté comme indicateur du statut socio-économique (Farias 1996). Les femmes ayant un faible statut socio-économique était plus exposées au plomb que celles ayant un statut plus élevé. Dans ce cas, l'utilisation plus fréquente de poteries en céramique (recouvertes de peinture à base de plomb) comme récipients pour la nourriture par les femmes à faible niveau socio-économique, serait une des causes de l'exposition plus élevée au plomb (Farias 1996). Ici la relation causale, à savoir si le statut socio-économique influence l'accès à des produits exempts de contaminants ou s'il s'agit plutôt d'un choix lié aux coutumes d'utilisation de telles céramiques qui peut être modulé en retour par le statut socio-économique des familles, n'est pas facile à établir. Dans le cas où de tels contenants serait utilisés pour entreposer, cuire ou disposer pour consommation les produits de la pêche, il est important de considérer cette possibilité de contamination.

Les méthodes de préparation des aliments pour la consommation étant indubitablement liées à la culture, celle-ci apparaît comme un facteur clé dans la propagation des agents contaminants présents dans les ressources halieutiques prêtes à consommer. Un exemple très connu est la consommation de poissons crus dans la culture japonnaise. Une cuisson adéquate des aliments assurerait l'élimination des bactéries présentes dans la chair du poisson. Par ailleurs, si la contamination a lieu après la cuisson, certains aliments contaminés par certains virus (ex. *Vibrio cholerae*) peuvent atteindre une dose infectante très importante car souvent l'agent infectieux croît plus rapidement dans les aliments cuits que dans ceux crus (Quevedo et al. 1997).

Les techniques traditionnelles de transformation du poisson constituent aussi un sujet d'intérêt lorsqu'on s'attarde à la compréhension des liens entre la ressource halieutique, sa consommation, les effets sur l'environnement et sur la santé humaine occasionnés par les pratiques traditionnelles. Pour bien des communautés, l'isolement géographique implique impérativement l'usage de diverses techniques de transformation du poisson pêché afin d'assurer sa préservation. En Afrique, la technique la plus couramment utilisée est celle du séchage de la denrée (Lévêque et Paugy 1999; p.410-411). Des problèmes de contamination sont associés à ce type de traitement car le poisson est disposé directement sur le sol, d'où il subit l'action dessiccante des rayons solaires (Lévêque et Paugy 1999; p.411). Le fumage est une autre technique à laquelle ont fréquemment recourt les femmes pour traiter les produits de la pêche. La région sahélienne serait au prise avec des problèmes de déboisement occasionnés par l'utilisation du bois pour la technique de fumage du poisson (Lévêque et Paugy 1999). Quantitativement, selon les données rapportées dans Écoutin et collaborateurs (1999) l'extraction du bois de la mangrove de Guinée utilisé à des fins de fumage de poissons constituerait à elle seule 16% de l'utilisation totale du bois de la mangrove de ce pays par année (58 000 t sur un total de 357 000 t). Lévêque et Paugy (1999: 411) mentionnent aussi l'utilisation de produits chimiques pour la conservation du poisson: "Les poissons transformés sont souvent traités par des produits chimiques (K'Othrine ou Gardona) de manière à ralentir les processus de dégradation par les moisissures ou les insectes ichtyophages." Par ces diverses techniques de transformations, on voit très bien l'interaction qui existe entre les écosystèmes terrestres et la pêche et de façon plus générale l'écosystème aquatique. Au delà des interactions liées au cycle hydrologique (géochimique) entre ces deux écosystèmes, la présence de l'humain et de ses moeurs apportent une dimension culturelle aux interactions entre les divers

écosystèmes impliqués. Concrètement, bien plus que seulement les techniques de pêches, les techniques de transformation des produits de la pêche révèlent l'importance de considérer l'ensemble des facteurs tant humains qu'environnementaux pour envisager l'ampleur des effets associés à la gestion des ressources naturelles. La considération de l'humain en tant que composante intégrante de l'écosystème fournit une opportunité de revoir notre conception des interactions au sein de l'environnement.

4.3 - Division du travail dans les activités relatives à la pêche

Pour les communautés du Niger qui pratiquent la pêche les activités se distribuent différemment selon les sexes. Les hommes pêchent et s'occupent de la construction et de la réparation de leurs engins de pêche. Les tâches attribuées aux femmes concernent la collecte du poisson, sa transformation ainsi que sa mise en marché (Welcomme 1995 cité dans Crespi 1998). Le fait que la plupart des activités de pêches commerciales soit effectuées par les hommes implique souvent que les intérêts manifestés par les femmes dans ce domaine sont souvent facilement ignorés face à la mise en oeuvre de mesures de gestion des ressources piscicoles (Townsend 1998). L'application de législations qui ne tiennent pas compte des impacts différentiels sur les hommes et les femmes peuvent mener à des conséquences néfastes pour les femmes. Par exemple, l'abolition d'engins de pêche non-désirable écologiquement, puisque leur utilisation entraîne une surpêche des poissons juvéniles et ainsi compromet la pérennité de la ressource piscicole, pourrait avoir des effets particulièrement négatifs pour les femmes (Townsend 1998). En effet, dans certaines régions du sud-est asiatique, ces engins de pêches, destructeurs d'un point de vue biologique, sont d'une très grande utilité pour les femmes pour qui les poissons pêchés par ces moyens constituent la seule activité économique disponible pour elles en plus d'être une source de protéine animale économiquement avantageuse pour leur famille.

4.4 - Distribution des ressources halieutiques et gestion des pêches

La distribution des gains pécuniaires obtenus suite à la pratique d'activité de pêche se fait dans plusieurs cas de façon très inéquitable, cette distribution étant liée au sexe et à l'âge des

individus (Townsend 1998: 24). Selon la culture, l'accès à la ressource piscicole même peut présenter un certain défi au sein de la famille. C'est en effet souvent les travailleurs effectuant le travail productif (par opposition au travail reproductif) qui ont le privilège de recevoir les plus grosses et meilleures portions de poisson. Ce travail productif générateur d'un revenu quantifiable est pour plusieurs sociétés, une tâche restreinte aux hommes formant la population active adulte, la détermination de l'âge de celle-ci variant d'une société à l'autre (Townsend 1998:20). L'âge et le sexe deviennent alors des déterminants de la qualité nutritionnelle des aliments offerts aux individus de la communauté, au sein même des familles, les vieillards, les enfants et les femmes n'ayant pas une priorité au niveau de la distribution des ressources alimentaires.

Certains types d'inégalités sociales quant à la distribution ou l'accès aux ressources peuvent s'opérer au sein des communautés. Ces inégalités face à l'accès à la ressource peut être associée à des différences d'accès au pouvoir. Les individus détenteurs du pouvoir, que ce soit au niveau communautaire ou étatique, possèdent d'une part, un autorité dans le processus décisionnel concernant l'accès aux ressources communes, mais aussi seront-ils plus informés des règles du jeu, et en meilleure position face à la possibilité de contourner les règles d'accès aux ressources halieutiques communes (Fairlie, Hagler et O'Riordan 1995).

Les migrations saisonnières de pêche pour suivre le mouvement de la ressource ou les changements affectant la disponibilité de la ressource en des endroits précis peuvent occasionner des changements importants dans le pouvoir décisionnel des membres de la famille (Townsend 1998: 26). Par ailleurs, comme l'indique Townsend (1998), les femmes peuvent obtenir plus de pouvoir décisionnel suite à la migration des hommes pour les activités de pêche mais aussi ceci peut avoir pour effet de déléguer le pouvoir temporairement à des hommes extérieurs à la famille. Sachant cela, on est en mesure de se demander comment la gestion des ressources sera modifiée lorsque de tels événements ont lieu.

Les ressources aquatiques font partie de ce qu'on appelle les ressources de propriété commune (common property resource). Dans biens des cas, le mode de gestion communautaire des pêches peut conduire à une meilleure distribution des ressources et une meilleure conservation de la biodiversité. À titre d'exemple citons le cas d'une

communauté d'Amazonie péruvienne, Chino, qui suivant la diminution de l'abondance d'une espèce de poisson à haute valeur commerciale (*Arapaima gigas*, communément appelé paiche en espagnol et pirarucu en portugais) ne permet la capture du poisson seulement si les revenus générés par la vente du poisson reviennent à la communauté entière (McDaniel 1997).

En plus de la difficulté que représente la gestion des pêches, la gestion du milieu aquatique à plus large échelle représente un déficit de taille. Globalement, la gestion des ressources aquatiques peut être génératrice de conflit entre les divers usagers. Par exemple, les communautés de pêcheurs de la rivière Mekong au Cambodge sont en conflit direct avec les agriculteurs occupant les terres du bassin dû à leur intérêt divergents en ce qui a trait à l'utilisation des forêts inondées, et ce en dépit du fait que celles-ci soient légalement interdites d'accès (Ahmed et Tana 1996). Les agriculteurs seront dans ce cas-ci en faveur d'une coupe de la forêt pour l'utilisation de son potentiel agricole tandis que les pêcheurs, veront le milieu aquatique nouvellement formé par la suite des inondations comme un milieu propice à une pêche fructueuse. Selon Lévêque et Paugy (1999: 393), les perturbations créées par les divers usages des eaux douces sur les écosystèmes aquatiques, affectent les communautés de poissons. Souvent dans ce contexte, les usages de l'eau à des fins d'irrigation, de consommation domestique et de production d'énergie hydroélectrique représentent un plus grand intérêt que l'utilisation du milieu des eaux douces pour les activités de pêches, dont l'importance économique et sociale est sous-estimée.

Une gestion adéquate des ressources piscicoles est bénéfiques à plusieurs égards. Tout d'abord, la gestion durable des ressources aquatiques constitue une solution à la demande croissante en ressources alimentaires des populations. Les revenus générés par les activités de pêche peuvent permettre d'accroître au sein de la communauté des bénéfiques tels l'accès à de meilleurs soins de santé. En contrepartie, les revenus économiques obtenus du commerce du poisson peuvent être menacés par une mauvaise qualité des ressources halieutiques. Dans certains pays où les poissons d'exportations se sont avérés contaminés à certains agents toxiques, les consommateurs étrangers ne faisant plus confiance à la qualité du produit, même après la disparition du problème sanitaire.

5 - Conclusion

Il est ainsi permis de constater que les ressources piscicoles sont sous l'influence de plusieurs facteurs. Les humains qui sont au cœur des communautés dépendent des poissons pour leur équilibre alimentaire, social, culturel, économique. Bien que les aspects économiques n'aient été abordés que succinctement dans la présente revue de littérature, la mise en évidence des liens économiques qui modulent la relation entre la consommation de poissons et la santé humaine demeure un question importante à considérer et à analyser.

Liste de références

- Abiya, I.O. 1996. Towards sustainable utilization of Lake Naivasha, Kenya. *Lakes & Reservoirs: Research and Management* 2: 231-242.
- Ahmed M. et Tana T. 1996. Management of freshwater capture fisheries of Cambodia-Issues and approaches. *Naga The ICLARM Quarterly* January.: 16-19.
- Bilgrami, K.S. et Kumar, S. 1998. Bacterial contamination in water of the River Ganga and its risk to human health. *International Journal of Environmental Health Research* 8: 5-13.
- Biney, C.A. 1990. A review of some characteristics of freshwater and coastal ecosystems in Ghana. *Hydrobiologia* 208: 45-53.
- Birley, M.H. et Lock, K. 1999. Fisheries. In: *The health impacts of peri-urban natural resource development*, chap.6. Liverpool school of tropical medicine.
- Boischio, A.A.P., Henshel, D., et Barbosa, A. 1995. Mercury exposure through fish consumption by the Upper Madeira River population, Brazil-1991. *Ecosystem Health* vol.1 no.3: 177-192.
- Boudou, A., et Ribeyre, F. 1997. Aquatic ecotoxicology: From the ecosystem to the cellular and molecular levels. *Environmental Health Perspectives* vol. 105, suppl.1: 21-35.
- Bouwman, H., Coetzee, A., Schutte, C.H.J. 1990. Environmental and health implication of DDT- contaminated fish from the Pongolo flood plain. *Journal of African Zoology*, vol. 104, no.4: 275-286.
- Broadhurst, C.L., Cunnane, S.C., et Crawford, M.A. 1998. Rift valley lake fish and shellfish provided brain-specific nutrition for early Homo. *British Journal of Nutrition* 79: 3-21.
- Burger J. 1998. Fishing and risk along the Savannah River: possible intervention. *Journal of Toxicology and Environmental Health*, part A, 55: 405-419.
- Coates, D. 1995. Résultats de la Conférence de Kyoto et documents présentés. Pêches de capture en eaux continentales et amélioration: Situation présente, obstacles et perspectives en matière de sécurité alimentaire. Département des pêches de la FAO. [Http://www.fao.org/waicent/faoinfo/fishery/agreem/kyoto/H22F.HTM](http://www.fao.org/waicent/faoinfo/fishery/agreem/kyoto/H22F.HTM)
- Connelly, N.A. et Knuth, B.A. 1998. Evaluating risk communication: examining target audience perceptions about four presentation formats for consumption health advisory information. *Risk Analysis*, vol. 18, no.5.: 649-659.

Crespi, V. 1998. Preliminary study on the fishery resources of the river Niger in the Upper Niger National Park, Guinea. *Fisheries Management and Ecology*, vol. 5: 201-208.

D'Aoust, J.Y. 1994. Salmonella and the international food trade. *Int. J. Food Microbiol.* 24 (1/2): 11-31.

De Castro, A.C.L. 1997. Aspectos ecologicos da comunidade ictiofaunistica do reservatorio de Barra Bonita, SP. *Revista Brasileira de Biologia.*, 57 (4): 665-676.

Duchesne, J.F., Leclerc, J.-M., Chartrand, J. et Gauvin, D. 1996. Synthèse des connaissances sur les risques à la santé humaine reliés aux divers usages du fleuve Saint-Laurent dans les secteurs d'étude Lac Saint-François, Lac Saint-Louis et Montréal-Longueuil. Rapport technique, Zones d'intervention prioritaire 1,2,5,6 et 9, Centre de santé publique de Québec, Direction de santé publique Montréal-Centre, Direction de santé publique de la Montérégie, Ministère de la santé et des services sociaux du Québec, Santé Canada. 178p.

Durborow, R.M. 1999. Health and safety concerns in fisheries and aquaculture. *Occupational Medicine*, vol. 14, no.2: 373-406.

Écoutin, J.-M. et al. 1999. Aménagement technique et milieu. Dans: *Rivières du Sud: Sociétés et mangroves ouest-africaines*, volume 1. Chapitre V, p.209-268. Éditeur scientifique: Marie-Christine Cormier-Salem. IRD. Paris. 416p.

El-Demerdash, F.M., et Elagamy, E.I. 1999. Biological effects in *Tilapia nilotica* fish as indicators of pollution by cadmium and mercury. *International Journal of Environmental Health Research* 9: 173-186.

Epstein, P.R., et Rapport, D.J. 1996. Changing coastal marine environments and human health. *Ecosystem Health* 2(3): 166-176.

Fairlie, S., Hagler, M., et B. O'Riordan. 1995. The politics of overfishing. *The Ecologist*, vol. 25, no. 2/3: 46-73.

FAO. 1994. *Yearbook of Fisheries Statistics: Commodities*, vol. 75. Food and agriculture organization of the United Nations, Rome.

FAO Département des pêches de la FAO. 1995. Résultats de la Conférence de Kyoto et documents présentés: Déclaration.

[Http://www.fao.org/waicent/faoinfo/fishery/agreem/kyoto/H17F.HTM](http://www.fao.org/waicent/faoinfo/fishery/agreem/kyoto/H17F.HTM).

FAO. Fisheries Department. 1999. *The state of world fisheries and aquaculture 1998*. Food and agriculture organization of the United Nations, Rome. 112p.

- Farias, P., Borja-Aburto V.H., Rios, C., Hertz-Picciotto, I., Rojas-Lopez, M., and Chavez-Ayala, R. 1996. Blood lead levels in pregnant women of high and low socioeconomic status in Mexico City. *Environmental Health Perspectives* 104: 1070-1074.
- Feachem, R.G., Bradley, D.J., Garelick, H., et Duncan Mara, D. 1983. Sanitation and disease: Health aspects of excreta and wastewater management. World Bank, John Wiley & Sons. New York. p.109
- Flynn, J., P. Slovic, C.K. Mertz. 1994. Gender, race, and perception of environmental health risks. *Risk Analysis*, vol. 14, no. 6: 1101-1108.
- Ghosh, A.K., Pal, R.N., Ramakrishnaiah, M., Subba Rao, K., et Murty, M.B.R. 1990. Fish health problems in Kolleru Lake, Andhra Pradesh. *J. Inland Fish. Soc. India*, vol.22 (1-2): 90-91.
- Greenway, Christine. 1998. Hungry earth and vendeful stars: soul loss and identity in the Peruvian Andes. *Social Science and Medicine* vol.47, no.8: 993-1004.
- He, Wang et Tang. 1998. The chemical, toxicological and ecological studies in assessing the heavy metal pollution in Le An River, China. *Water Research*, vol.32, no. 2. : 510-518.
- Hernandez-Avila, M., Gonzalez-Cossio, T., Palazuelos, E., Romieu, I., Aro, A., Fishbein, E., Peterson, K.E., and Hu, H. 1996. Dietary and environmental determinants of blood and bone lead levels in lactating postpartum women living in Mexico City. *Environmental Health Perspectives* 104: 1076-1082.
- Hibbeln, J. R. 1998. Fish consumption and major depression. *The Lancet*, vol. 351: 1213.
- Jensen, G.L. et Greenlees, K.J. 1997. Public health issues in aquaculture. *Rev.Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 16(2): 641-651.
- Karr, J.R. 1997. Bridging the gap between human and ecological health. *Ecosystem Health* vol.3, no.4: 197-199.
- Karr, J.R. et Chu, E.W. 1995. Ecological integrity: reclaiming lost connections. In: Westra, L. et Lemons, J. (Éditeurs) *Perspectives on Ecological Integrity*, pp.34-48. Kluwer Academic Publishers, Boston, MA.
- Kettel, B. 1996. Women, health and the environment. *Soc. Sci. Med.* Vol.42., no.10: 1367-1379.
- Kent, G. 1995. "Fish for the poor". Competing with chickens. *The Ecologist*, vol 25, no.2/3: 48.
- Kent, G. 1997. Fisheries, food security, and the poor. *Food Policy*, vol. 22, no.5: 393-404.

Kimbrough, R. D. 1991. Consumption of fish: benefits and perceived risk. *Journal of toxicology and environmental health* 33: 81-91.

Kudhongania, A.W. et D.B.R. Chitamwebwa. 1995. Impact of environmental change, species introductions and ecological interactions on the fish stocks of Lake Victoria. In: *The impact of species changes in African Lakes*. Chap.2. Éditeurs: T.J.Pitcher et P.J.B. Hart. Londres: Chapman & Hall. p19-32.

Laë, R. et C. Lévêque. 1999. La pêche. In: *Les poissons des eaux continentales africaines: Diversité, écologie, utilisation par l'homme*. Éditeurs: Lévêque, C. et D. Paugy. Paris: Éditions de l'IRD. p.385-424. (p.386.)

Leblanc, G.A. 1994. Assessing deleterious ecosystem-level effects of environmental pollutants as a means of avoiding evolutionary consequences. *Environmental Health Perspectives*, vol.102: 266-267.

Lévêque, C. 1995. Role and consequences of fish diversity in the functioning of African freshwater ecosystems: a review. *Aquatic Living Resources*, vol. 8: 59-78.

Lévêque, C. 1996. *Écosystèmes aquatiques*. Hachette: Paris. 160p.

Linden, O. 1998. Coral mortality in the Tropics: Massive causes and effects. *Ambio*, vol.27, no.8: 588.

Martinez, A-R. 1995. Fishing out aquatic diversity.
[Http://www.grain.org/publications/jul95/jul951.htm](http://www.grain.org/publications/jul95/jul951.htm).

Maxwell, S. et T.R. Frankenberger. 1992. Household food security: Concepts, indicators, measurements, a technical review. United Nation's Children's Fund and International Fund for Agricultural Development, New York.

McDaniel, J. 1997. Communal fisheries management in the Peruvian Amazon. *Human Organization*, vol. 56, no. 2: 147-152.

McGuire J. 1993. Addressing micronutrient malnutrition, *SCN News* 9: 1-10.

McKaye, K.R., Ryan, J.D., Stauffer Jr, J.R., Lopez Perez, L.J., Vega, G.I., et van den Berghe, E.P. 1995. African tilapia in Lake Nicaragua. Ecosystem in transition. *BioScience* vol.45, no.6: 406-411.

McMichael, A.J. 1997. Global environmental change and human health: Impact assessment, population vulnerability, and research priorities. *Ecosystem Health* vol.3 no.4: 200-210.

Moffat D., et O. Linden. 1995. Perception and reality: Assessing priorities for sustainable development in the Niger River Delta. *Ambio* vol.24, no. 7-8: 527-538.

Moffat, D., Ngoile, M. N., Linden, O., et J. Francis. 1998. The reality of the stomach: Coastal management at the local level in Eastern Africa. *Ambio* vol. 27, no. 8: 590-598.

Mouchet, J., Delpuch, F., Handschumacher, P., et Wery, M. 1999. La santé dans la région des Rivières du Sud. Chap III In: Rivières du Sud: Sociétés et mangroves ouest-africaines. Vol.1. Éditeur: Marie-Christine Cormier-Salem. IRD Éditions. p. 133-148.

Nielsen, N.O. 1999. The meaning of health. *Ecosystem Health* vol.5, no.2: 65-66.

OECD, Organisation for economic co-operation and development. 1997. Sustainable consumption and production. Paris: OECD. 57p

Oostdam, J.V., Gilman, A., Dewailly, E., Usher, P., Wheatleyly, B., Kuhnlein, H., Neve, S., Walker, J., Tracy, B., Feeley, M., Jerome, V., et Kwavnick, B. 1999. Human health implications of environmental contaminants in Arctic Canada: a review. *The Science of the Total Environment* 230: 1-82.

Peraza, M. A., Ayala-Fierro, F., Barber, D. S. Casarez, E., et Rael, L. T. 1998. Effects of micronutrients on metal toxicity. *Environmental Health Perspectives* vol. 106, suppl. 1: 203-216.

Quevedo, F., Arambulo III, P., Escalante, J.A., Estupinan, J., Almeida, C., et Cuellar, J. 1997. Riesgos de transmisión del cólera por productos pesqueros: perspectiva regional en Sudamérica. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz* **16**(2): 673-683.

Ribeiro, M.C.L.B., Petreire, M. Jr., et Juras, A.A. 1995. Ecological integrity and fisheries ecology of the Araguaia-Tocantins river basin, Brazil. *Regulated Rivers: Research & Management*, vol.11: 325-350.

Thomas, D. H. L. 1996. Fisheries tenure in an African floodplain village and the implications for management. *Human Ecology*, vol.24, no. 3: 287-313.

Townsley, P. 1998. Social issues in the fisheries. *FAO Fisheries Technical Paper*. No.375. 93p.

UNEP. 1997. Convention on biological diversity: Methodologies for the assessment of biological diversity in inland water ecosystems. [Http://www.biodiv.org/sbstta3/sbstta3-8.html](http://www.biodiv.org/sbstta3/sbstta3-8.html)

Welcomme, R.L. 1985. River fisheries. *FAO Fisheries Technical Report*, paper 262, 330p.

Wheatley, M.A. 1995. The social and cultural effects of environmental contaminants on aboriginal peoples. Proceedings of the worksop 'Mercury - A health concern in the Northwest Territories'. Department of Health and Social Services, GNWT, Yellowknife.

WWF, World wildlife fund. 1998. Living planet index report.
Http://www.panda.org/livingplanet/lpr/

Zhang, Z. S. et Z. P. Mei. 1996. Effects of human activities on the ecological changes of lakes in China. *GeoJournal* 40 (1-2): 17-24.