

Pratiques sociales et risque mercuriel des populations riveraines du Río Beni en Amazonie bolivienne

Céline TSCHIRHART

Pascal HANDSCHUMACHER

Dominique LAFFLY

Les processus du mercure (Hg) et ses conséquences sur la santé sont connus, notamment en milieu amazonien. Le MeHg (Hg organique, forme la plus toxique du Hg) est un neurotoxique puissant et joue un rôle dans l'existence de troubles neurologiques (CARMOUZE *et al.*, 2001). La transformation du Hg en MeHg s'effectue grâce à l'action de bactéries sulfatoréductrices existant notamment sur la végétation aquatique (JENSEN, JORNELOV, 1969). La contamination des populations ne se fait pas par l'ingestion d'eau transportant du MeHg mais par consommation de poisson lui-même contaminé. En effet, le MeHg est biomagnifiable et bio-accumulable, apparaissant ainsi en concentrations croissantes tout au long de la chaîne trophique (CARMOUZE *et al.*, 2001). Les poissons carnivores et piscivores situés en bout de chaîne concentrent donc les teneurs maximales de MeHg. Une consommation régulière, même modérée, de ces poissons présente ainsi un risque pour la santé humaine. En effet, l'impact en termes de morbidité est d'autant plus important que le degré de contamination est fort, celui-ci augmentant par accumulation. D'après l'OMS (WHO, 1990),

le seuil à partir duquel il est possible de constater l'apparition des symptômes est compris entre 50 et 125 $\mu\text{g/g}$ de concentration de mercure dans les cheveux. Pour les femmes enceintes, il est considéré qu'une concentration supérieure à 10 $\mu\text{g/g}$ dans leurs cheveux peut accroître les risques pour le bon développement neuronal et psychomoteur de l'enfant, par passage de la barrière placentaire lors de la grossesse. Les femmes enceintes et les enfants constituent ainsi la population la plus vulnérable. Mais ces seuils sont à considérer comme des valeurs indicatives : des anomalies neurologiques ont été observées pour des concentrations inférieures à 50 $\mu\text{g/g}$ de mercure dans les cheveux chez des populations riveraines du Tapajós (Brésil) ayant une alimentation très riche en poissons (LEBEL *et al.*, 1998), alors que des individus rencontrés au Brésil et présentant une concentration de 100 $\mu\text{g/g}$ dans les cheveux, ne montraient pas de symptômes (Dorea, comm. pers.). On admet pourtant actuellement que le seuil d'innocuité pour les personnes les plus sensibles (enfants et femmes enceintes) se situe autour de 5 $\mu\text{g/g}$ de Hg dans les cheveux (MURESAN PASLARU, 2006).

Dans le cas de la Bolivie, l'activité d'orpaillage s'est particulièrement intensifiée depuis une cinquantaine d'années dans le bassin versant du Río Beni (MAURICE-BOURGOIN *et al.*, 1999), or le Hg est utilisé par les orpailleurs pour amalgamer l'or et les résidus sont la plupart du temps rejetés dans le milieu. Mais le mercure existe également à l'état naturel dans les sols, en particulier dans les sols ferrallitiques des forêts équatoriales. Sa libération s'opère par des phénomènes d'érosion et de ruissellement (naturels et anthropiques), contribuant ainsi à la contamination des cours d'eau depuis les contreforts andins jusque dans les plaines d'inondation amazoniennes (CARMOUZE *et al.*, 2001). Le Hg ne se transforme en MeHg que dans des conditions bien particulières : milieux anaérobies, ou très peu oxygénés, connaissant une « intense activité microbologique due à la dégradation des matières organiques inondées ou produites *in situ* » (CARMOUZE *et al.*, 2001), conditions réunies qu'à partir de l'entrée dans la plaine d'inondation du Río Beni. En aval de Rurrenabaque, point d'entrée dans la plaine d'inondation, existe une zone de subsidence (DUMONT *et al.*, 1991) qui favorise le dépôt de la quantité de sédiments chargé en Hg transportée depuis le haut bassin (MAURICE-BOURGOIN, 2001).

Point d'entrée dans la plaine à Rurrenabaque



© C. Tschirhart

Le développement d'une végétation aquatique, notamment dans les *lagunas* (lacs de taille variable créés par le recouplement des méandres lors des divagations du fleuve dans son lit majeur), favorise les processus de méthylation du Hg. On peut donc distinguer un cours supérieur caractérisé par une contamination du milieu en raison des phénomènes d'érosion et de transport de matériaux contaminés par le Hg et un cours inférieur dans lequel la transformation en MeHg peut s'opérer, exposant ainsi les populations riveraines à un risque plus ou moins élevé selon leurs pratiques alimentaires.

La présence du mercure dans le Río Beni a été confirmée par des relevés effectués sur les sédiments charriés (CARMOUZE *et al.*, 2001). De plus une enquête menée sur 16 espèces de poissons dans les eaux du Río Beni à proximité de Rurrenabaque (MAURICE-BOURGOIN *et al.*, 2000), toutes consommées par les populations locales, dévoile que les espèces piscivores sont contaminées. Le risque de contamination des populations est donc réel dans cette zone d'étude, le poisson constituant une importante ressource alimentaire et devenant alors le support de la contamination humaine.

Dans ce contexte, l'ensemble des populations riveraines des cours d'eau est considéré par les services de santé comme exposé de façon homogène à une contamination chronique au Hg, ce risque

diminuant avec l'éloignement aux rivières. Mais on ne saurait se contenter d'un tel schéma déterministe, puisque la concrétisation du risque s'exprimera en fonction de la réalité de la consommation de poisson. Or sur ces questions de contamination par le Hg aucune approche n'a encore été réalisée en tenant compte de la spécificité des lieux et des sociétés. La simple proximité à la ressource « poisson » n'entraîne pas nécessairement une contamination importante, ce qui marque bien la distinction entre l'exposition théorique (la proximité au cours d'eau contaminé), l'exposition réelle (la consommation effective de la ressource contaminante) et la contamination (importance du MeHg dans l'organisme des individus). Cette relation est modulée par le jeu existant entre la proximité au fleuve, les contrôles territoriaux et leurs extensions, l'existence de droits de passage et d'usage par rapport aux communautés voisines, la disponibilité de ressources alimentaires complémentaires permettant de moduler la part prise par le poisson dans les rations alimentaires, les moyens techniques maîtrisés, les habitudes alimentaires, etc. Enfin, les liens qui existent entre les lieux, tant en termes de mobilité spatiale des individus que des filières de commercialisation des produits, sont susceptibles de jouer un rôle modulant l'expression locale des phénomènes d'exposition. La mise en évidence de l'échelle fonctionnelle de la contamination (HANDSCHUMACHER, HERVOUËT, 2004), niveau spatial permettant d'identifier la réalité des processus modulant l'expression de la contamination, devient ainsi l'enjeu majeur d'une approche géographique qui s'inscrit dans une optique d'identification des mécanismes de la variabilité du risque, pour la prévention et la sensibilisation des populations exposées.

Risque sanitaire lié à une exposition s'inscrivant dans la durée, le risque mercuriel est ainsi un indicateur des relations entretenues entre des sociétés et leurs milieux. Ce constat avait pour la première fois été effectué par J.-P. HERVOUËT (1990) à propos de l'onchocercose, maladie cumulative transmise par un vecteur, une mouche (*Simulium damnosum*) inféodée aux cours d'eau présentant des sites bien oxygénés nécessaires au développement de ses larves. En réfutant le schéma déterministe initialement admis liant l'importance de la maladie chez l'homme à sa proximité aux gîtes, il a mis en évidence des facteurs sociaux et comportementaux

explicatifs de l'importance de la contamination (densités de population, pratiques de culture, structuration de l'habitat...) et montrait que l'importance de la maladie dans chaque communauté rendait compte des relations que celle-ci entretenait avec son milieu. Il fournissait ainsi des éléments à des stratégies de prévention et de lutte contre la maladie.

Sur ce « modèle » *a priori* sans relation (maladie neurotoxique *versus* maladie parasitaire à transmission vectorielle), la caractéristique fondamentale constituée par l'accumulation comme génératrice de l'importance de la morbidité permet de développer un raisonnement similaire faisant des niveaux d'endémicité les révélateurs de la construction des espaces, de leur gestion et de leurs pratiques par les sociétés.

Objectifs

Cette étude fait intervenir deux disciplines, l'épidémiologie et la géographie, mais avec un objectif fédérateur : identifier l'ensemble des facteurs responsables de la contamination des hommes par le mercure, afin de cibler les espaces et populations à risques et agir plus efficacement de manière préventive. Il s'agit de considérer le problème de la contamination par le mercure comme un système où interagissent différents facteurs liés à la fois au milieu et aux sociétés.

Pour cette étape de l'étude, l'objectif spécifique de la partie épidémiologique consiste à caractériser l'importance de la contamination et ses déterminants. En s'appuyant sur les résultats biologiques obtenus par les médecins et permettant d'identifier la contamination de chaque individu enquêté, l'objectif initial des géographes se révèle très proche de celui des épidémiologistes : identifier les déterminants de la contamination. Mais cette première étape n'est qu'un passage obligé vers la recherche d'indicateurs de risques identifiables tant d'un point de vue spatial que social et rendant compte des inégalités face à la contamination par le MeHg dans les communautés riveraines du Río Beni. Il s'agit ainsi d'identifier les faits de santé et leurs articulations (territoires

contrôlés, parcourus, gérés par les différentes communautés en fonction de leur histoire, de leurs pratiques et de leurs techniques, d'analyser l'accès aux ressources alimentaires, leur disponibilité et leur mode de gestion mais également l'accès différentiel aux structures de soin, à l'éducation, aux différentes ressources économiques) pour comprendre les processus qui ont construit des espaces présentant des caractéristiques épidémiogènes spécifiques. Ainsi, par la mise en relation des résultats de mercure dans les cheveux avec les données géographiques et la présence ou non d'une relation entre espaces, modes de vie et contamination, il sera possible de mettre en évidence *les combinaisons de facteurs qui en un lieu donné exposent de manière différentielle des populations à certains risques sanitaires* (SALEM, 1998) et les processus constitutifs de la création des espaces à risques.

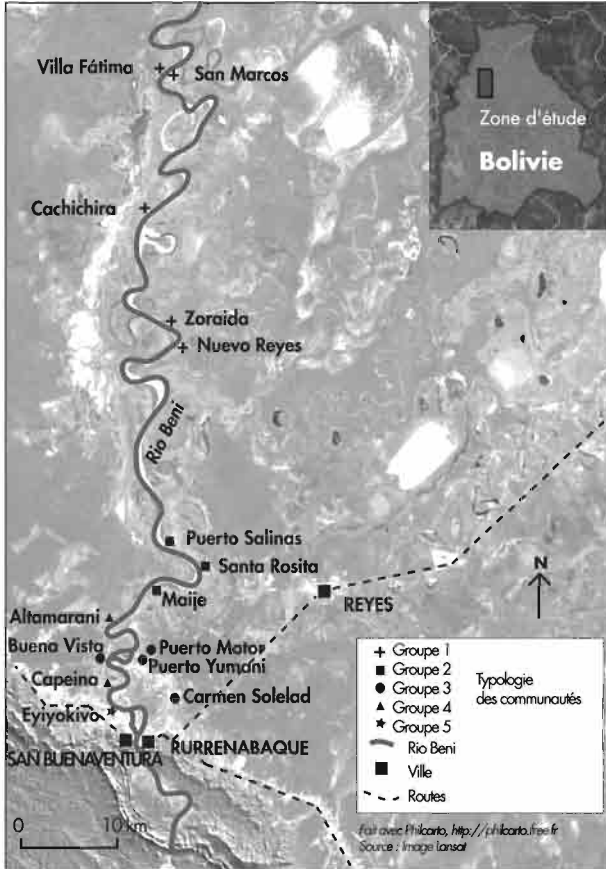
Méthode

Les enquêtes ont été effectuées dans 15 communautés villageoises accessibles au maximum en une journée de bateau. Ces communautés sont de petits regroupements de familles administrées par un responsable (*corregidor*), représentant légal de la communauté devant la préfecture. En raison des contraintes de terrain, 9 communautés sur les 15 ne peuvent être atteintes que par voie fluviale. Ainsi à partir de Rurrenabaque une journée de pirogue permet de couvrir une distance d'environ 100 km autorisant l'accès à une diversité de situations nécessaire à l'approche comparative entre le point d'entrée dans la plaine et la dernière communauté en aval, avant une importante interruption du peuplement à partir du village de Villa Fátima. Cette unité de temps et de distance est donc retenue pour fixer les bornes géographiques de l'étude. Ces bornes, initialement décidées par les médecins, couvrent une dimension linéaire du phénomène, calquée sur le cours du Río Beni.

L'enquête épidémiologique s'est déroulée de mars 2004 à juillet 2004, en saison sèche pour des raisons d'accessibilité. Dans une première partie, un questionnaire adressé aux femmes et enfants de ces 15 communautés (les individus les plus vulnérables face à la

Figure 1.

Situation de la zone étudiée
et répartition spatiale des types de communautés.



contamination) s'attache à déterminer la consommation de poisson et d'autres aliments. Un examen neurologique permet ensuite de se rendre compte des capacités neuro-psychomotrices des enquêtés, afin de les mettre en relation avec le taux de contamination. Puis une partie ciblée sur les femmes prend en considération leur profil sanitaire et les pratiques à risque susceptibles d'induire un effet de confusion avec la contamination par le MeHg : hospitalisations, consommation de cigarettes et d'alcool, passé obstétrical, examen clinique général, mesures anthropométriques, hémogramme. Des cheveux sont prélevés sur les mères et leurs enfants afin d'estimer

leur contamination par le mercure. La teneur totale en Hg dans les cheveux a été analysée à partir de ces mèches collectées, par mesure en absorption atomique utilisant des vapeurs froides, au laboratoire de Qualité environnementale de l'Institut d'écologie (Cota Cota, La Paz, Bolivie), sous la responsabilité de Marc Roulet et Jaime Chinchero, après lavage, pesage et dissolution par acide fort. Un questionnaire particulier pour les enfants détermine leur histoire clinique, leur alimentation s'ils ont moins de 24 mois et leur développement psychomoteur. Puis un examen clinique est effectué, suivi de mesures anthropométriques qui serviront d'indicateur synthétique de santé. S'ensuit enfin un examen parasitologique. Au total, 565 individus ont pu être enquêtés, dont 192 femmes, dans l'ensemble des communautés.

En géographie, la méthodologie adoptée pour approcher la problématique de la contamination par le MeHg repose sur un délicat jeu d'échelles et de niveaux, qui se succèdent, s'articulent, s'emboîtent dans le but de révéler l'échelle fonctionnelle de la contamination. À l'échelle intervillageoise, parallèlement à l'enquête épidémiologique, une enquête géographique transversale a été menée par investigations domiciliaires sous forme de questionnaire auprès des 15 communautés sélectionnées pour l'étude. Elle avait pour objectif de dégager une typologie des relations sociétés/milieux par rapport à l'exposition et la contamination des populations par le mercure. Les enquêtes ont été menées au niveau de l'unité de production/consommation, ici au niveau de la famille, car c'est à ce niveau que se gèrent les ressources et c'est donc également à ce niveau que va se jouer en grande partie le contenu de l'assiette. Les membres de la famille ayant une connaissance globale et approfondie des pratiques du foyer ont été interrogés: chefs de famille, épouses, grands-parents... L'information a été recueillie par écrit par les enquêteurs, les enquêtés répondant oralement aux questions. Selon l'information recherchée, les questions étaient fermées ou semi-ouvertes. Le questionnaire est divisé en quatre parties et dure environ 45 minutes. La première partie vise à recenser tous les membres du foyer, afin d'obtenir un profil socio-démographique de la famille. Elle vise également à cerner la mobilité des populations en retraçant les parcours de vie. La deuxième partie du questionnaire porte sur les ressources elles-mêmes: productions agricoles, élevage, chasse, cueillette, pêche

et exploitation de bois. Dans la troisième partie, il s'agit de comprendre les modes de recours aux structures de soin lors d'un épisode de maladie d'un des enfants au cours du dernier mois. Enfin la dernière partie recueille des informations sur le mode d'habitation et les biens matériels possédés qui pourraient constituer des indicateurs du niveau socio-économique. Au total 195 familles ont été enquêtées. L'information recueillie par famille a ensuite été agrégée dans le but de déterminer un profil de chaque communauté et de construire une typologie des communautés.

Si chacune des deux disciplines en jeu possède ses objectifs et méthodologie propre, lors de la phase de traitement des données, les deux bases d'informations doivent pouvoir être fusionnées. La mise en rapport des deux jeux de données est une étape essentielle dans cette approche globalisante interdisciplinaire. Ainsi, c'est dès la phase de collecte des données que la jointure des tables doit être pensée. En effet, comme nous l'avons vu, l'équipe d'épidémiologie adopte une approche individuelle, s'intéressant à la femme et à ses enfants. Or, l'équipe de géographie s'intéresse à la gestion des ressources au niveau familial et communautaire. Ainsi les épidémiologistes ont créé un code par individu tandis que les géographes ont créé d'abord un code unique familial. Pourtant les individus doivent pouvoir être replacés dans leur contexte familial. Ainsi, lors de l'enquête géographique, un recensement de la famille a été effectué, contenant des informations sur chaque membre de la famille : nom, prénom, sexe, âge, et statut familial puis la(es) langue(s) parlée(s), niveau d'études, lieu de naissance, lieux de vie, nombre d'années successives passées dans la communauté et profession. Ce recensement n'a pas pour seul but de s'accorder aux données médicales, car l'un des points centraux de la méthode suivie en géographie pour cette problématique est l'articulation de différentes échelles. En effectuant ce recensement, la mise en perspective de données individuelles et collectives devient possible.

L'enquête géographique a permis de recueillir un nombre très important de variables (265), mais sur l'ensemble de ces variables, toutes ne se sont pas révélées de la même importance par rapport à la problématique. En effet, à la recherche de

Tableau 1.

Exposition au risque : variables spatialement discriminantes

Thème du groupe de variables	Variabes	Code
Informations sur le chef de famille	années succ. passées dans la comm.	durée_1 très peu durée_2 peu durée_3 élevées durée_4 très élevées
	langue(s) parlée(s)	CT Castellano/Tacana C Castellano E Esse Eja
	activité prof. principale	A+ majorité d'agriculteurs A bois, agriculteurs et exploitants de bois A agriculteurs Pê pêcheurs
	autres activités rémun.	Oact- peu Oact+ beaucoup
Bois	usage	VB vente du bois FB usage familial du bois B(0) pas d'usage de bois
Santé	accès à un médecin	doc= pour certains avec régularité doc0 pour personne quasiment jamais doc pour tous régulièrement
Équipement	matériaux de la maison	<i>mota/mader,</i> <i>motacú</i> et bois <i>mota/chuch,</i> <i>motacú</i> et <i>chuchio</i> <i>chuch, chuchio</i> <i>mezcla</i> habitat hétérogène
	équipement du foyer (outils agric., biens div.)	équip++ niveau d'équipement très élevé équip+ niveau d'équipement élevé équip- niveau d'équipement bas équip- - niveau d'équipement très bas
Activités agricoles	diversité des animaux élevés	élev++ diversité élevée élev+ diversité élev- diversité faible élev - - diversité très faible

Activités agricoles	situation des champs et distance à la maison	dist.tg distance très grande dist.g distance grande dist.f distance faible dist.tf distance très faible
	usage des produits de l'agriculture	Us.F familial Us.FV familial prioritaire et vente Us.VF vente prioritaire et familial Us.F=V familial et vente égaux
	diversité des fruits et légumes cultivés	Frut+ diversité élevée Frut.moy diversité moyenne Frut.- diversité faible
Chasse	usage	Cz.V Vente Cz.F Familial
	diversité des animaux chassés	Cz.Anim+ élevée Cz.Anim= moyenne Cz.- faible
Cueillette	diversité des produits de la cueillette	Cos.+ élevée Cos.= moyenne Cos.- faible
Pêche	nb. de pers. allant pêcher dans la famille	Pêà- 1 personne Pêà+ à plusieurs Pêà= variable selon les familles
	diversité des outils utilisés pour la pêche	Out.pê+ élevée Out.pê+- moyenne Out.pê- faible
	durée des parties de pêche	T.pê+ longue T.pê1 un jour T.pê- courte
	achat de poisson	C.pesc+ souvent C.pesc= de temps en temps C.pesc- peu
	diversité des poissons pêchés	D+P- diversité forte, peu de pisciv. Dmoy P- div. moy., peu de pisciv. DP = var. selon familles, moy. pisciv. D-P+ div. faible, beaucoup de pisciv. D+P+ div. forte, beaucoup de pisciv.
	vente de poisson	VP++ très élevée VP+ élevée VP- faible

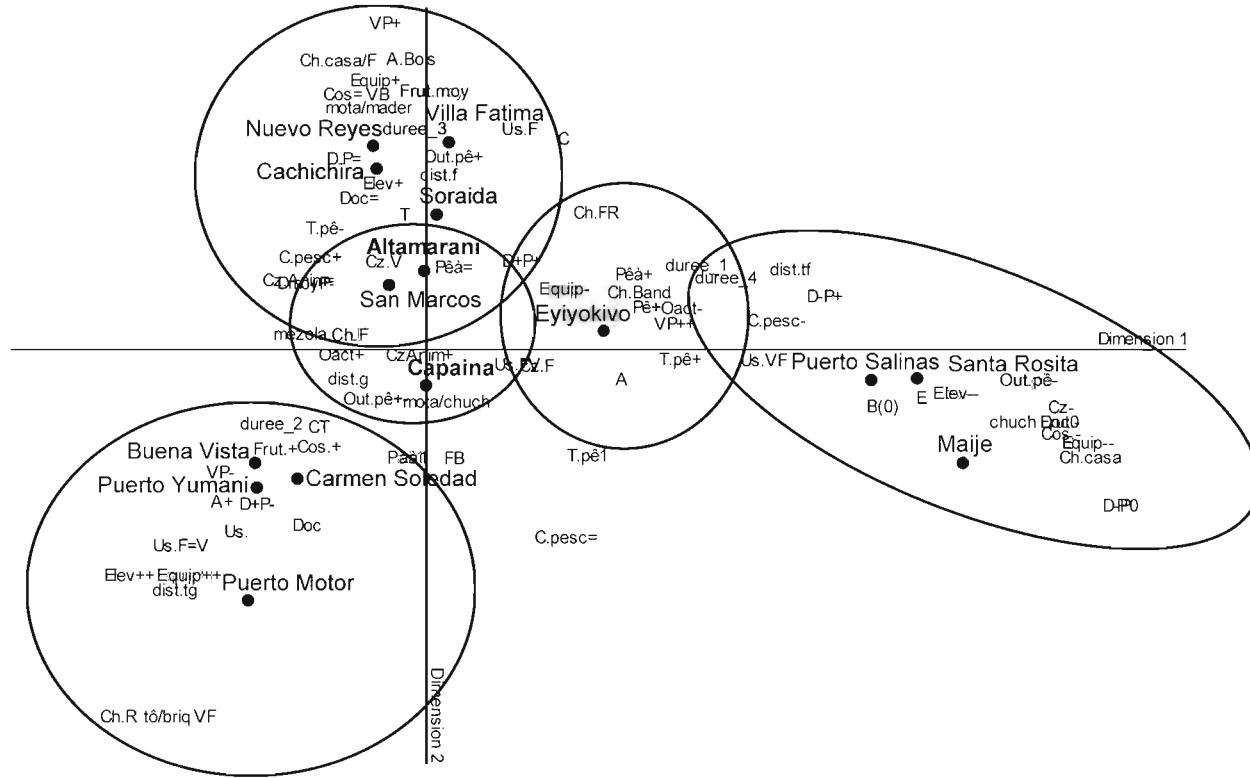


Figure 2.
AFC sur les variables issues de l'enquête géographique.

variables avant tout spatialement discriminantes, un travail de tri à partir de tableaux de fréquence par communauté a permis d'extraire finalement 22 variables, synthétisant parfois plusieurs variables en une, présentant des variations significatives dans l'espace (tabl. 1).

À partir de ces 22 variables, il nous a alors été possible d'extraire une typologie des communautés à partir d'une analyse factorielle des correspondances (AFC). Celle-ci nous a permis de hiérarchiser l'information (qualitative) en regroupant dans un espace factoriel les variables les plus proches les unes des autres, formant des nuages de points constitués par les communautés elles-mêmes et les variables qui les caractérisent.

Résultats: une collaboration qui porte ses fruits

À partir de l'AFC réalisée, trois axes factoriels principaux ont été dégagés, qui concentrent à eux trois 49,22% de l'inertie du nuage de points. Le premier axe concentre 21,02% (valeur propre 0,563) de l'inertie du nuage, le deuxième 16,10% (valeur propre 0,433) et le troisième 12,10% (valeur propre 0,327). Les valeurs propres relativement élevées nous confirment une assez forte différenciation entre les individus, cependant les taux d'inertie plutôt faibles indiquent que l'information n'est pas très concentrée sur les axes: certaines variables se retrouvent sur chacun des axes, seules certaines marquent une différence très nette qui permette de les définir.

La forme du nuage de points (fig. 2) permet d'identifier cinq groupes aux modes de vie et pratiques contrastés, malgré les situations similaires des communautés par rapport aux rives du Río Beni. Dès lors, cela laisse supposer que l'exposition au risque de contamination n'est pas égale partout.

L'analyse des coordonnées des individus et des variables sur le premier axe révèle une opposition entre les communautés de pêcheurs aux ressources très peu diversifiées (Groupe 2), et les

communautés d'agriculteurs de Puerto Motor, Buena Vista, Puerto Yumani et Carmen Soledad (Groupe 3). Le deuxième axe oppose les communautés se dédiant plutôt à la coupe de bois (Groupe 1) aux villages d'agriculteurs (Groupe 3).

Le troisième axe quant à lui permet d'identifier la singularité des communautés de Capaina, Altamarani et Eiyokivo, où Eiyokivo demeure tout de même à part.

Groupe 1: une forte diversification des ressources, spécialisation dans l'exploitation du bois

Le premier groupe est composé des communautés de Villa Fátima, San Marcos, Cachichira, Nuevo Reyes et Soraida. Si elles ne se ressemblent pas en tout point, ces communautés ont de fortes similarités : l'activité principale du chef de famille (agriculture et exploitation de bois) et la vente du bois. Cela les distingue fortement des autres communautés. Ces populations ont recours à la pêche mais les temps de pêche sont courts et le troc ou l'achat de poisson est courant. On note une bonne diversité d'outils de pêche et une diversité de poissons pêchés moyenne. S'ils se dédient majoritairement à l'agriculture et à l'exploitation du bois, ce groupe est caractérisé par une bonne diversification des ressources : fruits et légumes cultivés, cueillette, élevage, chasse semblent s'équilibrer dans leur mode de vie. Par ailleurs, ils possèdent un bon niveau d'équipement, un habitat construit de feuilles de *motacú* (*Scheelea princeps*, palmier très commun dans notre espace d'étude) pour le toit et de bois pour les parois (révélateur de cette activité pratiquée).

Groupe 2: une très faible diversification des ressources, spécialisation dans la pêche

Le deuxième groupe est composé des communautés de Puerto Salinas, Santa Rosita et Maije. Puerto Salinas et Maije sont des communautés dont la population appartient au groupe ethnique des Esse Ejja, connu pour leur mode de vie nomade très lié à la

pêche (HERRERA, 2003). En revanche, Santa Rosita est composée d'une seule famille, ils ne sont pas Esse Ejja, mais semblent avoir adopté un mode de vie très similaire. Il s'agit d'une installation récente, qui peut expliquer la faiblesse de leur équipement. Des processus différents peuvent ainsi conduire à des situations similaires à un moment donné, mais ne laissent pourtant rien présager sur l'évolution possible de leur mode de vie et de leurs pratiques. Cependant à présent, deux ans après l'enquête, une inondation a détruit leurs habitations et cette famille s'est installée à Puerto Salinas même. Le chef de famille en est d'ailleurs devenu le *corregidor*. Le groupe 2 est caractérisé par un habitat précaire essentiellement constitué de *chuchio* (Poaceae: *Gynerium sagittatum*, végétation des rives du cours d'eau), un niveau d'équipement très faible, une diversification des ressources très faible (quasiment pas d'élevage, ni de chasse, ni de cueillette), une faible diversification des cultures, des champs situés à proximité immédiate de l'habitat. Ce groupe semble en revanche se dédier plus à la pêche et ils vendent leur poisson mais en achètent très peu. Enfin, les variétés de poissons pêchés mentionnés sont le plus souvent des poissons piscivores.

Groupe 3 : une bonne diversification, spécialisation dans l'agriculture

Le troisième groupe est composé de Buena Vista, Puerto Motor, Puerto Yumani et Carmen Soledad. Ce sont des communautés d'agriculteurs. Les produits de l'agriculture sont destinés en majorité à la vente, certainement du fait de la proximité de Rurrenabaque accessible par une piste large, et secondairement à la consommation familiale. La distance à parcourir pour se rendre aux champs est très grande, la diversité de fruits et légumes cultivés est importante. Ils pratiquent abondamment la cueillette et l'élevage. Le niveau d'équipement est très bon. Quant à la pêche, elle n'est généralement l'affaire que d'une seule personne dans la famille, le poisson pêché est très peu vendu, la diversité de poissons pêchés est bonne, mais ils citent peu de piscivores.

Groupe 4: agriculteurs ? pêcheurs ?

Altamarani et Capaina forment toutes deux un groupe à part entière. En fait, ces deux communautés semblent posséder les caractéristiques des agriculteurs (groupe 3) mais dans une moindre mesure. La diversité d'animaux chassés est grande. Aucune activité dominante ne se détache nettement. En revanche, la pêche semble prendre une importance que l'on ne note pas dans les groupes précédemment cités, à part chez le groupe des pêcheurs (groupe 2). En effet, à Capaina notamment, le poisson est majoritairement vendu et la diversité d'outils employés pour la pêche est grande.

Jeune garçon jetant un filet à Capaina (groupe 4).



© C. Tschirhart

Abris d'une famille Esse Ejja à Puerto Salinas (groupe 2).



© C. Tschirhart

Maison avec parois en bois, toit de tôle et plaque solaire à Villa Fátima (groupe 1).



© C. Ischirhart

Monoculture de tomates destinées à la vente à Puerto Motor (groupe 3).



© C. Ischirhart

**Groupe 5:
Eiyokivo, spécialisation dans la pêche,
mais diversification des ressources**

Cette communauté est nettement caractérisée par une activité dominante: la pêche. L'activité professionnelle mentionnée en majorité est «pêcheur», ils pêchent une grande diversité de poissons et notamment des poissons piscivores, activité pratiquée par plusieurs membres de la famille. Le produit de la pêche est souvent vendu et certaines parties de pêche se révèlent très

longues (jusqu'à deux semaines). Ce sont également des Esse Ejjja, à l'instar du groupe 2. Ils sont d'ailleurs sous beaucoup d'aspects similaires à ce groupe, avec peu d'élevage et peu d'équipement notamment. Ils se détachent cependant du groupe 2 en ayant recours à d'autres activités et en diversifiant leurs ressources, peut-être grâce à la proximité de Rurrenabaque. Ils cultivent fruits et légumes, chassent les animaux de la forêt, cueillent les fruits sylvestres, en fonction de leur disponibilité.

La localisation de ces résultats (fig. 1) révèle une structure spatiale qu'il conviendra de mettre en perspective avec les niveaux de contamination mercurielle.

Les résultats des analyses du niveau de Hg dans les cheveux sont pour le moment provisoires car selon les protocoles établis ils doivent être soumis à une deuxième lecture, qui validera la première. Les données chiffrées sont susceptibles de subir de légers ajustements et ne peuvent donc être analysées à l'échelle des communautés. En revanche, les ordres de grandeur, communiqués par l'équipe biomédicale avec ces réserves, peuvent être mis en perspective avec la typologie géographique.

Les niveaux de contamination sont faibles dans l'ensemble, puisque seuls 10% de la population enquêtée environ (femmes et enfants) se situent au-dessus du seuil des 10 µg/g. Donc 90% de la population aurait des valeurs inférieures au seuil de 10 µg/g, et 60% auraient des valeurs inférieures à 5 µg/g, c'est-à-dire en dessous du seuil d'innocuité.

Si l'on distribue la contamination par le MeHg selon 3 classes, faible, moyenne, élevée, on obtient les résultats suivants :

Groupe 3 : faible
Groupes 1, 4 et 5 : moyen
Groupe 2 : fort

Une plus grande précision chiffrée ne peut être obtenue pour l'instant au vu du caractère provisoire des résultats mercuriels. En revanche, ils révèlent dès à présent le lien entre la contamination par le mercure et la gestion de l'espace à l'échelle communautaire.

Discussion

Ces premiers résultats confirment que les populations riveraines du Río Beni ne sont pas identiques et ont développé des modes de vie différents. Pourtant, ces communautés ont une situation quasiment identique par rapport à la rivière, et ce dans un espace assez restreint (distance d'environ 100 km entre Rurrenabaque et Villa Fátima). Enfin ces populations possèdent une culture commune (Tacana), seules les populations Esse Ejja se démarquant nettement.

Le recours à différentes ressources est de règle dans quasiment toutes les communautés, jonglant essentiellement entre l'agriculture, la chasse, la pêche et la cueillette, puis quelques autres activités rémunératrices (construction de maison, construction de bateaux, ouvrier agricole...). C'est cependant l'importance relative qu'elles occupent dans l'ensemble des activités qui crée le contraste. Ainsi, le groupe 3 se dédie plus à l'agriculture, le groupe 1 à l'exploitation du bois, le groupe 5 à la pêche.

Les résultats obtenus sur les pratiques et modes de vie soulèvent un premier questionnement sur le rôle que joue la distance à San Buenaventura et Rurrenabaque sur le niveau d'exposition au risque de contamination et sur les modes de vie. En effet, la communauté d'Eyiokivo (groupe 5) est une communauté de pêcheurs *a priori* très exposée au risque de contamination, puisque les opportunités d'y consommer du poisson y sont élevées. Pourtant les niveaux de contamination observés d'après les premières analyses la situent dans le groupe intermédiaire. Il est probable qu'une forte proportion des poissons pêchés, à valeur commerciale élevée (les poissons situés en bout de chaîne trophique), soit réservée à la vente, les autres (poissons de petite taille et herbivores) étant attribués à la consommation familiale, qui constitue alors un facteur protecteur pour cette communauté. Le poisson à forte teneur en mercure est ainsi dilué dans la population de la ville de Rurrenabaque, la proximité de cette ville facilitant la commercialisation du poisson, via le Río Beni ou via une piste entrant directement dans la communauté et réalisée à cet effet. Rurrenabaque possède par ailleurs un nombre important de restaurants en raison de la vocation touristique de la région permettant

d'ébaucher l'idée d'une dilution de la ressource contaminante dans une population nombreuse et non durablement exposée, réduisant considérablement le risque sanitaire, cette hypothèse restant bien évidemment à valider ultérieurement. Néanmoins Eyyokivo étant constituée d'une population très mobile, il est possible que les individus et familles qui ont pu être enquêtés au sein de cette communauté ne soient pas réellement représentatifs de l'ensemble de la population.

En ce qui concerne le groupe 4, constitué des communautés de Capaina et Altamarani, le rôle de la proximité de ces deux villes est plus ambigu. Ce sont des communautés Tacana, aux ressources diversifiées. Cependant le poisson est majoritairement dédié à la vente et de manière générale les variables liées à la pêche montrent que cette activité prend une place relativement importante dans les pratiques des communautaires, surtout à Capaina. La question suivante peut être soulevée : ne serait-ce pas la proximité de Rurrenabaque et San Buenaventura et la facilité de commercialisation du poisson qui auraient encouragé le développement de cette activité, incitant ainsi à une augmentation de la consommation de poisson et les exposant plus au risque de contamination ? Cela reste également à investiguer.

Nous émettons l'hypothèse que les accès différenciés aux ressources alimentaires et leurs gestions peuvent être révélés par des indicateurs paysagers traduisant la relation au Río Beni et donc à la ressource poisson contaminante. En effet, l'éloignement des parcelles de culture par rapport aux habitations et leur situation (à proximité du cours d'eau, en forêt, à proximité de l'habitation...) sont des révélateurs de la place qu'occupe le río dans les économies familiales. Comme nous l'avons vu, le groupe 2 possède ses maigres cultures à proximité immédiate des habitations, ou même sur une île en face de la communauté dans le cas d'Eyyokivo (groupe 5), tandis que les champs du groupe 3 se situent à des distances importantes (jusqu'à 1 h 30 de marche). De plus, les communautés composant ce dernier type (Buena Vista, Carmen Soledad, Puerto Yumani et Puerto Motor) sont parmi les seules à ne pas posséder d'ouverture directe sur le Río Beni. Cela est en partie dû à la volonté de protéger les cultures des fortes inondations, surtout en rive droite. Il a également été mentionné la voracité des porcs comme motif d'éloignement des cultures. Analysées de

front avec les activités dominantes, ces variables semblent donc constituer un indicateur de l'importance que prend le Río Beni dans les pratiques, forte pour les groupes 2 et 5, intermédiaire pour les groupes 1 et 4 et faible pour le groupe 3 dans lequel la pêche apparaît seulement comme une activité de loisir permettant de diversifier l'alimentation. Dans ce dernier groupe, c'est l'agriculture qui prend une place essentielle dans le mode de vie et les produits de l'agriculture semblent constituer une source de revenus importante, grâce à leur commercialisation au marché de Rurrenabaque. Cette diversité pourrait ainsi constituer un ensemble de facteurs protecteurs expliquant la faiblesse de la contamination. L'espace pratiqué par les groupes identifiés serait d'un côté plus terrestre et de l'autre plus fluvial : cette pratique de l'espace pourrait-elle être un des facteurs influençant l'alimentation et donc l'exposition à la contamination par le Hg ? Il sera néanmoins important de mesurer l'importance du recours à la ressource poisson dans les *lagunas* (bras morts du fleuve), qui sont situés à l'intérieur des terres, et sont des lieux privilégiés de méthylation du Hg.

La proximité au Río Beni n'entraîne pas nécessairement des niveaux de contamination élevés comme l'illustrent les groupes 1 et 2, le risque variant selon l'activité dominante. Ainsi le groupe 1 (San Marcos, Villa Fátima, Cachichira, Soraida et Nuevo Reyes) se consacre majoritairement à l'exploitation du bois pour les revenus monétaires qu'elle procure, puis a recours à un ensemble de ressources, destinées à la consommation familiale essentiellement, dans lequel le poisson ne semble pas occuper une place majeure. Cependant en raison de l'éloignement des marchés, les poissons ne sont pas vendus (ou extrêmement peu) et donc consommés au sein des familles, qu'il s'agisse de poissons de début ou de fin de chaîne trophique. La consommation de poissons de fin de chaîne trophique et la place périphérique du poisson dans les menus des familles de ce groupe, en raison des activités d'extraction du bois et de la diversité des autres ressources, peuvent expliquer les niveaux de contamination moyens des communautés qui le compose. La diversification des ressources et la spécialisation dans d'autres activités constitueraient ainsi des facteurs protecteurs en réduisant la place de la consommation de poissons pourtant *a priori* fortement contaminés.

En revanche, le groupe 2, qui présente les niveaux de contamination les plus élevés, a peu recours aux autres ressources disponibles (chasse, pêche, cueillette) et a très peu développé et diversifié la pratique de l'agriculture. Le mode de vie précaire des habitants, qui s'observe autant dans l'habitat que dans les biens possédés, est révélateur d'un certain détachement à la terre, d'un mode de vie plus nomade et orienté vers le *rio*. Le poisson semble en premier lieu dédié à la vente alors que l'achat de poisson est peu courant. La pêche occupe donc une place importante dans le mode de vie de ces communautés. Mais le temps nécessaire pour rejoindre Rurrenabaque et San Buenaventura (environ 6 heures en pirogue à petit moteur *peque-peque*) ne permet pas une commercialisation aussi poussée du poisson qu'à Eyyokivo. La consommation de poisson contaminé est alors plus élevée et explique probablement la plus forte contamination : une faible diversification des ressources ainsi que l'éloignement des centres marchands semblent ainsi constituer les principaux facteurs de risque.

Conclusion

Quelques limites se doivent d'être soulignées dans le cadre de cette étude. Tout d'abord, le problème des effectifs constitue l'un des problèmes majeurs rencontrés, surtout en vue d'un traitement quantitatif. En effet, les effectifs de familles enquêtées par communauté sont faibles et ne dépassent les 30 que dans une communauté (Buena Vista). Il a donc été particulièrement délicat de travailler à partir des valeurs relatives pour comparer les communautés entre elles ; on aura souvent préféré travailler sur les effectifs pour créer les profils des communautés. Ce constat est illustratif des difficultés rencontrées dans le montage de projets pluridisciplinaires. En effet, le coût prohibitif des analyses biologiques permettant le diagnostic de contamination et la mesure du taux de mercure présent dans les cheveux oblige les équipes biomédicales à réduire les effectifs étudiés pour rester dans l'enveloppe financière disponible. En raison des objectifs spécifiques d'une approche biomédicale, cette contrainte n'est pas nécessairement handicapante dans la mesure où les effectifs individuels

sont suffisamment élevés par rapport aux méthodes statistiques utilisées. En revanche, dans le cadre d'un diagnostic de type communautaire comme nous ambitionnons de le faire, il est évident que cette limite nous oppose de fortes contraintes quant à la portée des résultats obtenus.

En se référant à la comparaison évoquée plus haut entre les travaux menés sur l'onchocercose et les nôtres, il est bien évident qu'une lacune forte apparaît dans le fait d'avoir limité les communautés enquêtées au bord du *río* à l'exclusion de communautés situées dans des lignes de risque théoriquement plus faible car plus éloignées de la ressource contaminante. Seules les communautés de Carmen Soledad, Puerto Yumani, Puerto Motor et Nuevo Reyes se trouvent plus en retrait du rivage. Les contraintes, notamment financières, évoquées plus haut mais également les contraintes de temps et de force de travail disponibles expliquent cette limite. Ainsi, l'utilisation de calepins, questionnaires, crayons et pataugas permet d'envisager des extensions de l'enquête géographique sans surcoût notable contrairement aux investigations biologiques. Cependant, cette extension se heurterait à une autre exigence des projets de recherche pluridisciplinaire qui consiste à harmoniser les échantillons en termes d'échelle et d'effectifs afin de pouvoir établir la mise en perspective entre les différents corpus de données. Au-delà de la prise en compte d'un système dans sa globalité et ses interrelations qui sont à la base de la justification de la mise en œuvre de la pluridisciplinarité, la réalisation méthodologique de terrain oppose ainsi des contraintes fortes dont il est délicat de s'affranchir.

Pour conclure, les résultats biologiques attendent leur 2^e lecture de confirmation, mais de nombreuses hypothèses fortes ont déjà pu être posées à partir de l'analyse qualitative menée sur les facteurs protecteurs et les facteurs de risque et pourront être mesurées à partir des données individuelles chiffrées.

Cette approche géographique a été développée pour répondre à un questionnement en santé publique. L'objectif final (connaître les déterminants de la construction des espaces et des pratiques à risque à partir de la mise en évidence des facteurs de risques) a conduit à la mise en évidence de territoires aux structurations et aux modes de gestion hétérogènes. Leur mise en relation avec les

classes de contamination montre que le niveau de Hg dans les cheveux pourrait devenir un indicateur des modes de vie, des pratiques spatiales et de la gestion des ressources.

La prochaine étape de cette étude aura pour objectif de mesurer les déterminants du risque d'exposition, de contamination, et de mettre en évidence la diversité intravillageoise, permettant d'illustrer le poids des pratiques individuelles au sein d'un espace collectif. Cela nécessitera alors le passage à une échelle plus fine. C'est à cette échelle que pourront être évalués les modes d'accès aux ressources alimentaires et leur gestion, les modes d'accès aux structures de soin, les modes d'accès à l'éducation et la scolarisation, les mobilités des populations, les filières de commercialisation du poisson dans toutes leurs spécificités et variabilités. Des cartes des parcours de vie, afin de connaître les aires de rayonnement des communautés, de connaître l'ouverture vers l'extérieur, les éventuels réseaux présents, seront alors réalisées.

Ces premières analyses prometteuses semblent confirmer l'existence d'une relation entre modes de vie et contamination par le MeHg. Le risque lié à la contamination du milieu est cependant dépendant de la gestion des ressources par les sociétés en fonction de leur maîtrise des territoires et des réseaux. Les sociétés et les lieux, de par leurs spécificités, modulent ce risque. L'approche systémique et interdisciplinaire appliquée ici livre dès maintenant des pistes intéressantes pour des niveaux de contamination pourtant plutôt faibles. Les analyses à suivre nous permettent d'envisager des propositions en matière de développement et d'aménagement des espaces riverains des *ríos* de l'Amazonie bolivienne afin de limiter les risques de contamination des habitants.

Remerciements

Cet article n'aurait pu paraître sans l'équipe santé de l'UR 024 (IRD) présente en Bolivie : merci à Éric Bénéfice, Selma Luna Monroy, Ronald Lopez et Aurélien Radufe pour la collecte et le traitement des données mercurielles ainsi que pour la communication des premiers résultats de niveaux de Hg dans les cheveux malgré toutes les réserves existantes. Ces mesures de taux de contamination dans les cheveux ont été réalisées au laboratoire de Qualité environnementale de l'Institut d'écologie (Cota Cota, La Paz, Bolivie) par Marc Roulet et Jaime Chinchero que nous remercions très chaleureusement.

Cet article est dédié à la mémoire de Marc Roulet.

Références bibliographiques

CARMOUZE J.-P., LUCOTTE M., BOUDOU A., 2001 – *Le mercure en Amazonie. Rôle de l'homme et de l'environnement, risques sanitaires*. Paris, IRD Éditions, Exp. Coll., 494 p.

DUMONT J.-F., HÉRAIL G., GUYOT J.-L., 1991 – « Subsistencia, inestabilidad y repartición de los plaeres distales de oro. El caso del Río Beni (Bolivia) ». In Hérail et Fornari, éd. : *Simposio internacional sobre los yacimientos de oro*, La Paz, Bolivia, 3-5 junio 1991, Orstom Éd. : 43-46.

HANDSCHUMACHER P., HERVOUËT J.-P., 2004 – Des systèmes pathogènes à la santé publique : une nouvelle dimension pour la géographie de la santé tropicale. *Autrepart*, 29 : 47-63.

HERRERA E., 2003 – *Etnografía del aprovechamiento de la fauna ictícola en una comunidad Ese Ejja de reciente sedentarización*. La Paz, Tesis de Lic., Antropología, Universidad Mayor de San Andrés.

HERVOUËT J.-P., 1990 – Le mythe des vallées dépeuplées par l'onchocercose. *Géos* n° 18, 35 p.

JENSEN S., JORNELOV A., 1969 – Biological methylation of mercury in aquatic organisms. *Nature* n° 223 : 753-754.

LEBEL J. *et al.*, 1998 – Neurotoxic effects of low-level methylmercury contamination in the Amazonian Basin. *Environ. Res.*, 79 : 20-32.

MAURICE-BOURGOIN L. *et al.*, 1999 – Mercury Pollution in the upper Beni River, Amazonian Basin, Bolivia. *Ambio*, vol. 28, n° 4 : 302-306.

MAURICE-BOURGOIN L. *et al.*, 2000 – Mercury distribution in waters and fishes of the upper Madeira rivers and mercury exposure in riparian Amazonian populations. *Elsevier*, n° 260 : 73-86.

MAURICE-BOURGOIN L., 2001 – *El mercurio en la Amazonía boliviana*. Bolivia, La Paz, Editorial Offset Boliviana Ltda. EDOBOL, 75 p.

MURESAN PASLARU B., 2006 – *Géochimie du mercure dans le continuum de la retenue de Petit-Saut et de l'estuaire du Sinnamary, Guyane française*. Thèse de doctorat en Biogéochimie de l'environnement, Bordeaux-I, 267 p.

SALEM G., 1998 – *La santé dans la ville – Géographie d'un petit espace dense (Pikine, Sénégal)*. Karthala/Orstom, 360 p.

WHO, 1990 – *Environmental Health Criteria 101: Methylmercury*. Geneva, World Health Organisation, International Programme on Chemical Safety, 144 p.

Sociétés environnements santé

Sous la direction de

Nicole VERNAZZA-LICHT

Marc-Éric GRUÉNAIS

Daniel BLEY

Sociétés environnements, santé

Sous la direction de
Nicole VERNAZZA-LICHT
Marc-Éric GRUÉNAIS
Daniel BLEY

IRD Éditions
INSTITUT DE RECHERCHE
POUR LE DÉVELOPPEMENT
Collection Objectifs Suds

Marseille, 2010

Préparation éditoriale, coordination, fabrication
Marie-Odile Charvet Richter

Mise en page
Aline Lugand – Gris Souris

Corrections
Yolande Cavallazzi

Maquette de couverture
Maquette intérieure
Aline Lugand – Gris Souris

Cet ouvrage est réalisé en collaboration avec la Société d'écologie humaine (www.ecologie-humaine.eu). Il est issu des 18^e journées de la SEH intitulées « Milieu de vie et santé. Quelles pratiques interdisciplinaires ? » qui ont eu lieu à l'université de Provence (Marseille) du 5 au 7 juillet 2006.

La loi du 1^{er} juillet 1992 (code de la propriété intellectuelle, première partie) n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article L. 122-5, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans le but d'exemple ou d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite » (alinéa 1^{er} de l'article L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon passible des peines prévues au titre III de la loi précitée.

© IRD, 2010

ISBN : 978-2-7099-1694-3

ISSN : 1958-0975