

Conditions écologiques de la production dans une île de plaine inondée d'Amazonie centrale, un projet multidisciplinaire

de

Bernard de Mérona

Dr. Bernard de Mérona, ORSTOM, Centre de Cayenne, B.P. 165, 97323 Cayenne, Cedex, France.

(Accepté pour la publication: Décembre 1993).

Ecological conditions of the production in a floodplain island of Central Amazonia: A multidisciplinary project

Abstract

In the central sedimentary depression of the Amazon basin, two types of ecological settings are generally recognized: the "terra firme", the part never reached by the flood of the rivers and the floodplains locally called "várzea". Attempts at intensive exploitation of the "terra firme" in the 70's were very disappointing especially because of the soil poverty. As a consequence, in the 80's, the "várzea" was increasingly considered as an option for regional development. Floodplains are very productive environments which have been exploited from very early in the history of man. They are also very complex systems which are relatively poorly understood despite a large amount of research. In that context an international team conducted the interdisciplinary project "Ecological conditions of the production in a floodplain island of central Amazonia". This short term project consisted in 1) a description of the main system compartments (physical and climatic environment, water quality, soils, terrestrial and aquatic vegetation, soil invertebrates, fishes and shrimps) and 2) an analysis of the resources exploitation by human populations also taking into account historical factors.

Le bassin amazonien occupe un territoire d'environ 7.000.000 km² qui représente près de 40 % de la superficie totale du continent sud-américain. Cet énorme bassin, avec ceux de l'Orénoque, des Guyanes et du Parnaíba constitue un ensemble géographique cohérent, caractérisé par un climat équatorial ou subéquatorial avec un régime de pluies saisonnier, et des températures élevées. D'un point de vue écologique, la région se caractérise par la prépondérance de forêts humides denses. Dans le détail cependant, la région n'est pas aussi homogène qu'il n'y paraît à première vue (IBGE 1977). Le bassin de l'Amazonie comprend des formations géologiques diverses, depuis les socles cristallins du bouclier brésilien et des guyanes, le massif des Andes de formation récente,

jusqu'au vaste bassin sédimentaire central. Au sein de ce dernier deux types de milieux sont distingués: les plaines d'inondation et les terres fermes. Ce dernier type est de loin le plus important en surface puisqu'il occupe plus de 95 % du territoire. Ce sont des formations sédimentaires d'origine tertiaire principalement latéritiques, jamais inondées à l'époque récente. Les plaines d'inondation (localement appelées várzeas) quant à elles, sont, comme leur nom l'indique, les parties les plus basses entourant le cours des fleuves et rivières, susceptibles d'être inondées par les crues. Elles sont formées de sédiments quaternaires (holocène) et présentent des sols argileux.

Lorsque, il y a une vingtaine d'années, le gouvernement brésilien envisagea un développement agricole de l'Amazonie, il était naturel qu'il s'intéressât d'abord aux terres fermes. Avec leur grande superficie et supportant une forêt luxuriante, elles semblaient en effet propices à une production élevée. Il fallut, une dizaine d'années plus tard, déchanter. En fait il s'avérait que les sols étaient très pauvres et peu épais, que la déforestation entraînait un lessivage rapide de ces sols par les pluies abondantes et qu'ainsi, la région était paradoxalement très peu propice à une agriculture ou un élevage intensif (SCHUBART 1977). Les regards des pouvoirs publics se sont alors tournés, dans les années 1980, vers les várzeas. Leur superficie n'est que d'environ 2,6 % de l'ensemble du bassin, mais ce faible pourcentage représente tout de même près de 200.000 km² de terres fertiles dont les sols sont annuellement enrichis par les crues des fleuves.

L'aménagement pour exploitation de tout milieu naturel se heurte à un certain nombre de contraintes comme l'a bien montré l'échec des tentatives en terre ferme. C'est donc en vue de mettre en évidence les contraintes et les facteurs de la productivité - que l'on supposait élevée - que des scientifiques se sont, dès les années 1980, penchés sur les caractéristiques et le fonctionnement des milieux de plaine inondée en Amazonie centrale.

A cette époque il serait faux de dire que ces milieux n'avaient jamais fait l'objet d'investigations. Il existait au contraire un important volume de données qui ont été réunies par WELCOMME (1979 et 1985) dans une optique d'exploitation halieutique pour l'ensemble des plaines inondées de la planète et, pour le cas particulier de l'Amazonie, par JUNK (1982 et 1984). Il est bien entendu hors de propos de résumer ici les connaissances acquises, tout au plus est-il possible d'insister sur deux caractéristiques fondamentales des plaines inondées: une productivité élevée et une saisonnalité marquée. Il est clair que l'homme a perçu très tôt l'intérêt et la servitude de ce genre de milieux puisque bon nombre des plus anciennes civilisations se sont développées autour de milieux tels que la vallée inférieure du Nil, la Mésopotamie ou la vallée de l'Indus. L'intérêt est double, du fait de l'intrication étroite entre milieux terrestre et aquatique les cultures y sont plus productives et l'eau est plus riche en poissons. La servitude est liée au phénomène naturel de crue qui rend difficile un habitat permanent et limite le type de culture pouvant être pratiqué. La science moderne a conceptualisé ces propriétés en tentant d'expliquer la fertilité et la richesse. Le développement de concepts tels que "ecotone" (frange séparant deux écosystèmes) (WIENS et al. 1985; NEIMAN & DESCAMPS 1990) ou "flood pulse" (pulsation de crue) (JUNK et al. 1989) permet de comprendre mieux les mécanismes de fonctionnement de ces systèmes et de mettre en évidence leur "rôle" dans le bassin fluvial. La science est-elle arrivée trop tard? ou sa voix n'était-elle pas assez puissante? Toujours est-il que l'homme voulant s'affranchir des servitudes a tenté de domestiquer les crues avec des résultats souvent catastrophiques.

ques sur la production (DUGAN 1992). Les fleuves ont été barrés, les cours chenalés en vue de régulariser les crues, de rendre utilisables plus de terres, plus longtemps et ces milieux disparaissent en tant que tels et avec eux leur extraordinaire richesse! Ce n'est que récemment que les sociétés modernes ont pris conscience des multiples avantages liés aux zones humides en général et aux plaines inondées en particulier et de l'absolue nécessité de les protéger tout en continuant à les exploiter avec, à l'esprit ce que l'on appelle maintenant un développement durable (DUGAN 1992; ADIS & PRANCE 1992). C'est parallèlement une grande chance pour les pays ou les régions en voie de développement de posséder encore actuellement de ces milieux peu altérés dont le développement peut tirer parti des nouvelles connaissances scientifiques.

Si les connaissances sur les plaines inondées ne sont pas négligeables, elles sont en revanche insuffisantes, de l'avis même des auteurs qui les ont rassemblées renforcé par les conclusions d'un Workshop récent (ADIS 1992). WIENS (1984) a bien résumé les objectifs de l'écologie: "... to detect the *patterns* of natural systems, to explain them by discerning the causal *processes* that underlie them, and to generalize these explanations as far as possible." Il n'existe pas (encore!) de théorie générale des écosystèmes à l'instar de la théorie de l'évolution qui permettrait, lorsque l'on aborde un nouveau système, de vérifier seulement si ses propriétés sont conformes à la théorie et/ou d'expliquer pourquoi certaines propriétés sont différentes. Il est donc indispensable de décrire de la manière la plus précise possible tout nouveau système étudié avant d'en déterminer les lois de fonctionnement et de les comparer à celles applicables à d'autres systèmes. Le nombre de systèmes de plaine inondée étudiés est encore très limité et c'est là une des lacunes dans la connaissance, il faut donc multiplier les études de cas. Par ailleurs, la plupart des études se sont focalisées sur un aspect particulier du système: le phytoplancton, ou bien le poisson, ou bien les parasites des cultures. Si bien que lorsque l'on veut une vision d'ensemble d'un système de plaine inondée il est nécessaire de rassembler des informations obtenues sur les systèmes différents sans que l'on soit sûr de leur compatibilité. Ce sont donc des études multidisciplinaires sur le même système qui sont actuellement indispensables. Un des aspects souvent peu considéré par la recherche est que les sociétés humaines implantées de longue date au coeur des plaines inondées ont acquis une prodigieuse connaissance empirique des contraintes du milieu et ont adapté l'exploitation à ces contraintes. La connaissance des modes traditionnels d'exploitation est donc du plus grand intérêt surtout dans une optique d'aménagement pour le développement. Enfin la plupart des études ont développé une approche non dynamique, suivant en cela le développement de l'écologie théorique basée jusqu'à des années récentes sur la notion d'équilibre des systèmes. Ce n'est que récemment que cette notion est remise en question et que l'approche écologique intègre les caractéristiques fondamentales de la nature que sont la variabilité ou l'imprévisibilité. La prise en compte de ces paramètres implique des observations sur plusieurs années.

Avec à l'esprit ces lacunes dans la connaissance, rapidement évoquées ici, fut donc développé le projet "Conditions écologiques de la production dans une île de várzea" dont une partie des résultats sont regroupés dans ce volume. Il faut souligner - le fait est assez rare - que ce projet a été développé au sein d'une coopération internationale impliquant 3 Instituts de Recherche. L'I.N.P.A. (Instituto Nacional de Pesquisa na Amazônia) base opérationnelle du projet à Manaus était associé à l'ORSTOM (Institut français de Recherche pour le Développement en Coopération) et au Max Plank Institut pour Limnologie allemand. La Commission des Communautés Européennes (CEE) a

apporté une aide financière substantielle dans le cadre de son programme "Sciences et Techniques au service du Développement."

Afin d'atteindre au mieux les objectifs évoqués ci-dessus, il a été décidé de concentrer les recherches sur un lieu unique: l'île de Careiro ("ilha do Careiro") (Fig. 1). Il s'agit d'une grande île alluvionnaire d'environ 470 km² de superficie, située immédiatement à l'aval de la confluence entre le Rio Negro et l'Amazone. Cet endroit présentait de multiples intérêts pour la recherche envisagée. Tout d'abord, il existait une base historique avec le travail de STERNBERG (1956). Cet auteur a mené dans les années 50 une recherche sur les conditions physiques du milieu et la manière dont les groupes humains s'y adaptent, particulièrement en ce qui concerne les activités agricoles et d'élevage. Dans les années suivantes l'île de Careiro et ses lacs intérieurs ont souvent été visités par les chercheurs et un grand nombre de données, malheureusement souvent disparates, étaient déjà disponibles (MARLIER 1967 et 1968; BARTHEM 1981; PETRERE 1982; BAYLEY 1982; ANNIBAL 1982 et bien d'autres). Un autre intérêt fondamental de l'île de Careiro pour la recherche est sa position proche de Manaus qui a plusieurs implications. La proximité du plus grand marché de la région fait que le milieu est plus peuplé, plus intensivement exploité et depuis plus longtemps que la plupart des autres parties de la plaine inondée de l'Amazonie centrale. La situation actuelle, résultat d'ajustements successifs, devait donc donner une bonne image d'un milieu de plaine inondée exploité et anticiper l'évolution attendue dans d'autres lieux moins exploités de la région. Par ailleurs, en termes purement opérationnels, la courte distance entre le Centre de Recherches et le terrain facilitait grandement la collecte suivie de données. En termes de problématique fondamentale, l'île de Careiro s'avérait également bien adaptée aux objectifs poursuivis. Son caractère limité géographiquement et isolé des autres milieux terrestres permettait en effet d'exclure des interactions difficilement appréhendables avec la terre ferme voisine pour ne considérer que les interactions fleuve-plaine. Le système est par ailleurs suffisamment grand pour avoir permis le développement de toutes les activités humaines déjà pratiquées dans la plaine inondée: cultures variées, élevage et pêche commerciale avec l'existence d'un vaste lac intérieur.

Description générale du milieu

L'environnement climatique de l'île de Careiro est celui qui prévaut dans l'ensemble de la région et les quelques données locales disponibles montrent une bonne corrélation avec celles de la ville de Manaus voisine (RIBEIRO 1976 et com. pers.). La température moyenne annuelle est de 26,7 °C et les précipitations sont de l'ordre de 2000 mm par an avec une humidité relative de plus de 80 %. L'île est une formation d'alluvions récentes qui présente les caractéristiques typiques de la plaine inondée d'Amazonie centrale (várzea) (GAUILLAUMET et al. 1988). Les sols sont constitués de matériaux de texture lourde, argiles et limons, résultant du colmatage des lacs et autres surfaces affectées par des crues périodiques, ou de sables sur les berges soumises au jeu continu de l'érosion et du dépôt. L'île apparaît comme une succession de dépôts alluviaux convexes grossièrement parallèles entre eux qui présentent tous les stades, selon leur âge et le degré de colmatage. Les dépressions les plus importantes forment des cuvettes au centre de l'île dont la plus importante d'environ 100 km² constitue le "Lago do Rei" (Fig. 1). Le relief est néanmoins très plat, le point le plus haut n'excédant pas 30 m au dessus du niveau de la mer. Aussi les milieux sont-ils extrêmement variables tant

saisonnièrement que d'année en année, sous l'effet des inondations périodiques. Celles-ci sont dues presque exclusivement aux variations de niveau d'eau dans le fleuve Amazone, les précipitations locales n'intervenant que de manière très secondaire (MARQUES, com. pers.). A la hauteur de Careiro les variations de hauteur d'eau dans l'Amazone sont très amples, de 10 m en moyenne et 15 m au maximum entre l'étiage qui intervient vers les mois d'octobre-novembre ou décembre et le pic de crue en juin. Ce cycle saisonnier est éminemment variable. Dans les deux dernières décennies, on observe des différences de plus de 4 m entre les niveaux extrêmes de crue ou d'étiage (Fig. 2). La dynamique de montée de l'eau est, elle aussi, variable d'une année à l'autre avec certaines années un arrêt momentané appelé localement "repiquete". Ainsi les paysages de l'île se transforment sur une base saisonnière suivant un schéma illustré par ANNIBAL (1982). La phase aquatique peut se résumer à quelques mares résiduelles au milieu des grandes cuvettes centrales lors des étiages les plus sévères (par exemple celui de 1987) et couvre la plus grande part de l'île pendant les crues importantes. Les paysages, voir la morphologie, de l'île se transforment aussi sur le moyen terme. A l'intérieur ce sont les processus antagonistes de colmatage par sédimentation et de resuspension par action du vent et des vagues qui provoquent des déplacements des bancs d'alluvions soit provoquant la mortalité de la végétation la plus basse, soit au contraire permettant la colonisation de certaines zones par une végétation pionnière. Les berges externes sont soumises au jeu antagoniste des processus d'érosion et sédimentation provoquant une transformation lente et continue de la morphologie de l'île. L'île est habitée sur tout son pourtour. La population en 1980 était de près de 5500 habitants avec trois concentrations principales séparées par un habitat dispersé. Les concentrations sont situées à la pointe occidentale de l'île ("Joanico"), sur la rive nord ("Terra Nova") et à l'entrée du paraná du Careiro ("Vila do Careiro") (Fig. 1).

Les résultats du projet

Dans ce contexte le projet a abordé ses objectifs suivant deux directions principales: une description des ressources naturelles et de leur dynamique d'une part et la description des méthodes actuellement mises en oeuvre pour leur exploitation en incluant les facteurs historiques de l'implantation humaine d'autre part.

Les ressources terrestres sont constituées de la végétation naturelle et des capacités des sols à supporter des cultures. A partir de couvertures aériennes et radar, la surface couverte de végétation enracinée, c'est à dire celle qui n'est pas couverte d'eau au moins une grande partie de l'année, a été évaluée à près de 70 % de la surface totale, soit environ 320 km² (SANTOS & GUILLAUMET 1988). De cette surface environ 35 % sont occupés par des cultures et pâturages, le reste étant constitué de végétation naturelle allant des fourrés marécageux à la forêt dense ombrophile. La composition et la structure de ces forêts, dont le rôle paraît essentiel dans la productivité du milieu aquatique et en particulier pour l'alimentation des poissons a été étudiée (RANKIN-DE MÉRONA & MÉRONA 1988). Les plantes herbacées sont très abondantes en particulier dans les milieux perturbés et présentent des adaptations remarquables à la crue (JUNK & PIEDADE 1993). La productivité du milieu terrestre est liée au cycle des nutriments dans les sols (ALFAIA & FALÇÃO 1993). Les ressources aquatiques sont essentiellement les poissons et les crevettes. Leur développement est conditionné par les caractéristiques physico-chimiques de l'environnement aquatique (ODINETZ COLLART & MOREIRA 1989) par l'intermédiaire de la production primaire, et, en particulier celle

du phytoplancton (RIBEIRO & DARWICH 1993). Dans les eaux douces amazoniennes, les crevettes constituent un élément important de la macrofaune aquatique, elles utilisent les détritiques et, dans le lago do Rei elles constituent l'aliment principal de plusieurs espèces de poissons (ANNIBAL 1982). Il est donc important d'en connaître l'écologie, tant des phases adultes (ODINETZ COLLART 1991 et sous presse) que des phases larvaires (MOREIRA & ODINETZ COLLART 1993). Quant aux poissons, qui constituent la ressource aquatique principale, leur diversité dans le bassin est connue. Plus de 160 espèces appartenant à 29 familles ont été séparées et identifiées dans le "lago do Rei" et les milieux adjacents de l'île de Careiro (MÉRONA et al. 1988). La dynamique de cette communauté est particulièrement complexe et étroitement liée au cycle de crue (MÉRONA & BITTENCOURT 1993b), impliquant des phénomènes de déplacements aussi bien des adultes (COX-FERNANDES & MÉRONA 1988; COX-FERNANDES 1989) que des juvéniles (PETRY 1989).

L'exploitation actuelle de ces ressources est naturellement le résultat de l'histoire des hommes qui ont colonisé ce milieu et GRENAND & GRENAND (1993) retracent cette histoire qui a abouti à la situation que nous voyons aujourd'hui. Cette situation c'est tout d'abord un grand nombre de pratiques agricoles dont BAHRI et al. (1991) et GUILLAUMET et al. (1990, 1993) nous montrent l'adaptation au milieu et à sa variabilité temporelle. Certaines des cultures sont soumises à de fortes contraintes biotiques tels que l'infestation parasitaire (LOURD et al. 1987; LOURD 1993) ou l'action des invertébrés du sol (OLIVEIRA 1993; ADIS & RIBEIRO 1989a, b). L'agroforesterie est une des pratiques culturales qui a été particulièrement étudiée en ce qu'elle semble particulièrement adaptée aux conditions de plaine inondée et est largement répandue en Amazonie centrale (BAHRI 1991, 1992, 1993). En l'absence d'aquaculture sur l'île de Careiro, l'exploitation des ressources aquatiques est exclusivement réalisée par la pêche. En dépit d'un potentiel important, les crevettes ne sont pas exploitées commercialement dans la région (ODINETZ COLLART & MOREIRA 1993) et la pêche se concentre sur les populations de poissons. Il s'agit d'une activité aux multiples modalités (MÉRONA 1990b). Il existe tout d'abord une pêche à très petite échelle pratiquée par les habitants de l'île (THERY 1988). Il existe aussi une pêche de marché à grande échelle dont la production est soumise à nombre de contraintes (MÉRONA 1990a, b; MÉRONA & BITTENCOURT 1993a; MÉRONA & GASCUEL 1993).

C'est finalement une vision large de l'ensemble des paramètres de l'interaction de l'homme avec ce milieu de plaine inondée qui ressort des résultats de ce projet. Cette première approche, pour une recherche de 3 ans devrait permettre - et a déjà permis - de développer des recherches plus précises sur certains compartiments du système.

Resumé

Au sein de la cuvette sédimentaire centrale du bassin amazonien, on distingue deux types principaux de milieux: les terres fermes, jamais inondées par les crues saisonnières des rivières et les plaines d'inondation appelées localement "várzeas". Vers les années 70 des tentatives d'exploitation intensive des terres fermes se sont révélées décevantes principalement à cause de la pauvreté des sols. Les "várzeas" ont alors suscité de plus en plus d'intérêt pour le développement de la région à partir de la décennie de 1980. Les plaines d'inondation sont des milieux très productifs dont l'homme a su très tôt tirer parti. Ce sont aussi des milieux complexes assez mal connus en dépit d'un effort de recherche important. Dans ce contexte, a été développé le projet "Conditions écologiques de la production dans une île de plaine inondée d'Amazonie

centrale", projet multidisciplinaire et international. Ce projet de courte durée s'est attaché d'une part à décrire la plupart des compartiments du système (environnements physique et climatique, qualité des eaux, des sols, végétation terrestre et aquatique, faune du sol, poissons et crevettes) et d'autre part à analyser l'exploitation des ressources par l'homme en intégrant les facteurs historiques.

Resumo

Dentro da grande depressão sedimentar central da bacia amazônica, pode-se distinguir dois tipos principais de meios-ambiente naturais: as terra firmes, jamais inundadas pelas enchentes sazonais dos rios, e as planícies de inundação ou "várzeas". Ao redor dos anos 1970, tentativas de exploração intensiva das terras firmes se tornaram decepcionantes, principalmente por causa da pobreza dos solos. As "várzeas" foram então, a partir da década de 80, cada vez mais consideradas para o desenvolvimento da região. As planícies de inundação são ambientes muito produtivos que o homem soube explorar cedo na sua história. São também ambientes complexos relativamente pouco conhecidos apesar de um esforço de pesquisa importante. Neste contexto foi desenvolvido o projeto "Condições ecológicas da produção de uma ilha de várzea na Amazônia central", projeto multidisciplinar e internacional. Este projeto de curta duração dedicou-se por um lado a uma descrição da maioria dos compartimentos do ecossistema (contextos físico e climático, qualidade das águas, dos solos, vegetação terrestre e aquática, fauna do solo, peixes e camarões), e por outro lado a uma análise dos tipos de exploração dos recursos pelo homem, integrando os fatores históricos.

Références bibliographiques

- ADIS, J. (1992): Amazonian floodplains: needs for research utilisation and protection. - In: JAENICKE, H. & P. FLYNN (eds.): Sustainable land use systems and human living conditions in the Amazon region: 31-36. - Proceedings of a meeting of European scientists (nov. 1991), ATSAF, Bonn, Germany, 102 pp.
- ADIS, J. & G.T. PRANCE (1992): Strategies for protection and economic development of aquatic systems in the Amazon region. - In: JAENICKE, H. & P. FLYNN (eds.): Sustainable land use systems and human living conditions in the Amazon region: 48-51. - Proceedings of a meeting of European scientists (nov. 1991), ATSAF, Bonn, Germany, 102 pp.
- ADIS, J. & A. DE M.O. RIBEIRO (1989a): Impact of deforestation on soil invertebrates from Central Amazonian inundation forests and their survival strategies to long-term flooding. - Water Quality Bulletin 14(2): 88-98 + 104.
- ADIS, J. & A. DE M.O. RIBEIRO (1989b): Impacto de desmatamento em invertebrados de solo de florestas inundáveis na Amazônia Central e suas estratégias de sobrevivência às inundações de longo prazo. - Bol. Mus. Paraense Emílio Goeldi, Série Zoologia 5(1): 101-125.
- ALFAIA, S.S. & N.P.S. FALÇÃO (1993): Estudo da dinâmica de nutrientes em solo de várzea da Ilha do Careiro no estado do Amazonas. - Amazoniana 12(3/4): 485-493.
- ANNIBAL, S.R.P. (1982): Avaliação bio-ecológica das pescadas (*Plagioscion squamosissimus* HECKEL, 1840 e *Plagioscion montei* SOARES, 1978) no sistema Lago do Rei-Ilha do Careiro-AM-Brasil. - MSc.-thesis, INPA/FUA; Manaus, Brasil: 112 p.
- BAHRI, S. (1991): Agroforesterie dans la plaine alluviale de l'Amazone. Les systèmes agroforestiers d'une île de Várzea du cours moyen de l'Amazone, Brésil. - In: EDLIN, C. (ed.): "L'arbre: biologie et développement. - Naturalia Monsteliensia, N° hors série A7: 562-563.
- BAHRI, S. (1992): L'agroforesterie, une alternative pour le développement de la plaine alluviale de l'Amazone. L'exemple de l'île de Careiro. - Thèse de doctorat, Univ. Montpellier II, oct. 92: 277 p. + annexes.

- BAHRI, S. (1993): Les systèmes agroforestiers de l'île de Careiro. - *Amazoniana* 12(3/4): 551-563.
- BAHRI, S., GRENAND, F., GRENAND, P., GUILLAUMET, J.-L. & M. LOURD (1991): La várzea est-elle un don de l'Amazonie? Les techniques traditionnelles de mise en valeur de la várzea face à la modernité. - In: GALLAIS, J. (ed.): "Sahel, Nordeste et Amazonie: politiques d'aménagement en milieux fragiles, UNESCO-L'HARMATTAN: 105-144.
- BARTHEM, R.B. (1981): Considerações sobre a pesca experimental com redes de espera, em lagos da Amazônia central. - MSc.-thesis, INPA/FUA, Manaus, Brasil: 84 p.
- BAYLEY, P.B. (1982): Central Amazon fish populations: biomass, production and some dynamic characteristics. - PhD-thesis, Dalhousie University: 330 p.
- COX-FERNANDES, C. (1989): Estudos de migrações laterais de peixes no sistema Lago do Rei (Ilha do Careiro) - AM-BR. - Diss. Maîtrise, INPA/FUA: 170 p.
- COX-FERNANDES, C. & B. DE MÉRONA (1988): Lateral migration of fishes on a floodplain system in the central Amazon (Careiro Island, Lake of Rei) AM, BR.: Preliminary analyses. - *Mem. Soc. Ciencias Naturales La Salle* 48(Sup. 2): 409-432.
- DUGAN, P. (1992): La conservation des zones humides: problèmes actuels et mesures à prendre. - UICN - Union Mondiale pour la Nature: 100 p.
- GRENAND, F. (In press): Bitter manioc in the lowland of tropical America. From myth to commercialization. - In: "Food and nutrition in the tropical forest: biocultural interactions and application to development". - UNESCO-CNRS.
- GRENAND, F. & P. GRENAND (1990): Identité insaisissable: les cabocles amazoniens. - In: "Identité et Sociétés nomades: symboles, normes et transformations". - *Études rurales* 120: 17-40.
- GRENAND, F. & P. GRENAND (1993): Histoire du peuplement de la várzea en Amazonas. - *Amazoniana* 12(3/4): 509-526.
- GUILLAUMET, J.-L., GRENAND, P., BAHRI, S., GRENAND, F., LOURD, M., SANTOS A.A. DOS & A. GELY (1990): Les jardins-vergers familiaux d'Amazonie centrale: un exemple d'utilisation de l'espace. - *Turrialba* 40(1): 63-81.
- GUILLAUMET, J.-L., LOURD, M., BAHRI, S. & A.A. DOS SANTOS (1993): Os sistemas agrícolas na Ilha do Careiro. - *Amazoniana* 12(3/4): 527-550.
- GUILLAUMET, J.-L., SANTOS, A.A. DOS, GRENAND, P., GRENAND, F. & B. DE MÉRONA (1988): Éléments de géographie physique. - In: "Conditions Ecologiques et Economiques de la Production d'une Ile de Várzea: l'Ile de Careiro". - Rapport terminal, ORSTOM/INPA/CEE: 21-35.
- IBGE (1977): Geografia do Brasil. - Volume 1: Região Norte, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. - IBGE, Rio de Janeiro: 466 p.
- JUNK, W.J. (1982): Amazonian floodplains: their ecology, present and potential use. - *Rev. Hydrobiol. trop.* 15(4): 285-301.
- JUNK, W.J. (1984): Ecology of the várzeas floodplain of Amazonian white-water rivers. In: SIOLI, H. (ed.): "The Amazon: Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin". - Dr. W. Junk Pub.: 215-243.
- JUNK, W.J., BAYLEY, P.B. & R.E. SPARKS (1989): The flood pulse concept in river-floodplain systems. - In: DODGE, D.P. (ed.): "Proceedings of the International Large River Symposium". - *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* 106: 110-127.
- JUNK, W.J., PIEDADE, M.T.F. (1993): Herbaceous plants of the Amazon floodplain near Manaus: Species diversity and adaptations to the flood pulse. - *Amazoniana* 12(3/4): 467-484.
- LOURD, M. (1993): Os principais patógenos das plantas cultivadas na Ilha do Careiro. - *Amazoniana* 12(3/4): 565-576.
- LOURD, M., ALVES, M.L.B. & D. BOUHOT (1987): Análise qualitativa e quantitativa de espécies de *Pythium* patogênicas nos solos da região de Manaus. II - Solos de várzea. - *Fitopatol. Bras.* 12: 215-218.
- MARLIER, G. (1967): Ecological studies on some lakes of the Amazon valley. - *Amazoniana* 1(2): 91-115.

- MARLIER, G. (1968): Etudes sur les lacs de l'Amazonie centrale. III: Les poissons du lac Redondo et leur régime alimentaire; les chaînes trophiques du lac Redondo; les poissons du rio Preto da Eva. - *Cadernos da Amazônia. Conselho Nacional de Pesquisas, INPA, Manaus, Am.* 11: 21-57.
- MÉRONA, B. DE (1990a): Fish communities and fishing in a floodplain lake of Central Amazonia. - *Bull. Ecol.* 21(3): 71-76.
- MÉRONA, B. DE (1990b): Amazon Fisheries: general characteristics based on two case studies. - *Interciencia* 15(6): 461-468.
- MÉRONA, B. DE & M.M. BITTENCOURT (1993a): Facteurs et contraintes de la pêche de marché en Amazonie centrale: le cas d'un lac de plaine inondée (le "Lago do Rei", Amazonas, Brésil). - *Amazoniana* 12(3/4): 443-466.
- MÉRONA, B. DE & M.M. BITTENCOURT (1993b): Les peuplements de poissons du "Lago do Rei", un lac d'inondation d'Amazonie centrale: description générale. - *Amazoniana* 12(3/4): 415-442.
- MÉRONA, B. DE & D. GASCUEL (1993): The effect of flood regime and fishing effort on the overall abundance of an exploited fish community in the Amazon floodplain. - *Aquatic Living Resources* 6(1): 97-108.
- MÉRONA, B. DE, JEGU, M., BITTENCOURT, M.M., SANTOS, G.M. DOS, BERT, A., COX-FERNANDES, C., PETRY, P., FERREIRA, E.G. & L. PY-DANIEL (1988): Les poissons. - In: "Conditions Ecologiques et Economiques de la Production d'une Ile de Várzea: l'Ile de Careiro". - Rapport terminal, ORSTOM/INPA/CEE: 172-183.
- MOREIRA, L.C. & O. ODINETZ COLLART (1993): Migração vertical das larvas de *Macrobrachium amazonicum* num lago de várzea da Amazonia Central, Ilha do Careiro, Brasil. - *Amazoniana* 12(3/4): 385-398.
- NEIMAN, R.J. & H. DESCAMPS (1990): The ecology and management of aquatic-terrestrial ecotones. - *MAB Series, 4, UNESCO, 316 pp.*
- ODINETZ COLLART, O. (1991): Stratégies de reproduction de *Macrobrachium amazonicum* en Amazonie centrale. - *Crustaceana* 61(2): 253-270.
- ODINETZ COLLART, O. (Sous presse): Ecologia e potencial pesqueiro do Camarão canela *Macrobrachium amazonicum* na bacia amazônica. - In: "Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia". - INPA/CNPq.
- ODINETZ COLLART, O. & L.C. MOREIRA (1989): Quelques caractéristiques limnologiques d'un lac de várzea en Amazonie centrale (Lago do Rei, ilha do Careiro). - *Rev. Hydrobiol. trop.* 22(3): 191-200.
- ODINETZ COLLART, O. & L.C. MOREIRA (1993): Potencial pesqueiro de *Macrobrachium amazonicum* na Amazônia Central (Ilha do Careiro): variação da abundância e do comprimento. - *Amazoniana* 12(3/4): 399-413.
- OLIVEIRA, E.P. DE (1993): Influência de diferentes sistemas de cultivos na densidade populacional de invertebrados terrestres em solo de várzea da Amazônia Central. - *Amazoniana* 12(3/4): 495-508.
- PETRERE, M., Jr. (1982): Ecology of the fisheries in the river Amazon and its tributaries in the Amazonas state (Brazil). - Ph.D-thesis, Univ. East Anglia: 96 pp.
- PETRY, P. (1989): Estudos dos mecanismos de entrada do ictioplâncton na Várzea do Careiro através da análise de deriva no paraná do Rei (Amazonia, BR). - Diss. Maitrise, INPA/FUA.
- RANKIN-DE MÉRONA, J.M. & B. DE MÉRONA (1988): Les relations poissons-forêt. - In: "Conditions Ecologiques et Economiques de la Production d'une Ile de Várzea: l'Ile de Careiro". - Rapport terminal, ORSTOM/INPA/CEE: 202-228.
- RIBEIRO, M. DE N.G. (1976): Aspectos climatológicos de Manaus. - *Acta Amazonica* 6(2): 229-234.
- RIBEIRO, J.S.B. & A.S. DARWICH (1993): Produção primária fitoplânctônica de um lago de ilha fluvial na Amazônia Central (Lago do Rei, Ilha do Careiro). - *Amazoniana* 12(3/4): 365-384.
- SANTOS, A.A. DOS & J.L. GUILLAUMET (1988): La végétation. In: "Conditions Ecologiques et Economiques de la Production d'une Ile de várzea: l'Ile de Careiro". - Rapport terminal, ORSTOM/INPA/CEE: 184-201.
- SCHUBART, H.O.R. (1977): Critérios ecológicos para o desenvolvimento agrícola das terras firmes da Amazônia. - *Acta Amazonica* 7(4): 559-567.

- STERNBERG, H.O'R. (1956): A água e o homem na várzea do Careiro. - Tese Doutorado. Fac. Nac. Filosofia Univ. Brasil: 229 p.
- THERY, M. (1988): Etude de la petite pêche pratiquée à "Terra Nova", sur une île de Várzea: l'île de Careiro (Amazonie, Brésil). Bases d'aménagement. - Diss. DAA Halieutique de Rennes. 56 p.
- WELCOMME, R.L. (1979): Fisheries Ecology of floodplain rivers. - Longmann: 317 pp.
- WELCOMME, R.L. (1985): River Fisheries. - FAO Tech. Pap. (262): 330 pp.
- WIENS, J.A. (1984): On understanding a Non-equilibrium world: myth and reality in community patterns and processes. In: STRONG, D.R., SIMBERLOFF, D., ABELE, L.G. & A.B. THISTLE (eds.): "Ecological communities: conceptual issues and the evidence". - Princeton University Press: 439-457.
- WIENS, J.A., CRAWFORD, C.S. & J.R. GOSZ (1985): Boundary dynamics: A conceptual framework for studying landscape ecosystems. - *Oikos* 45: 421-427.

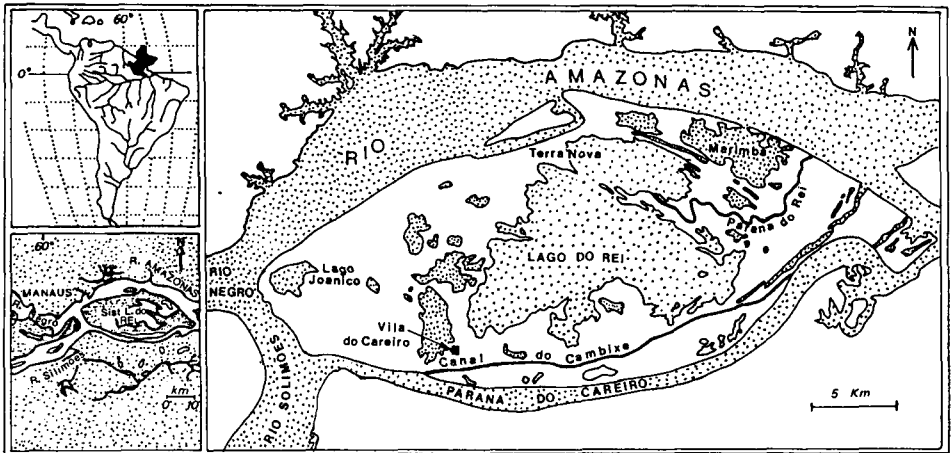


Figure 1:
 Localisation et description générale de l'île du Careiro.
 Localization and general description of Careiro Island.

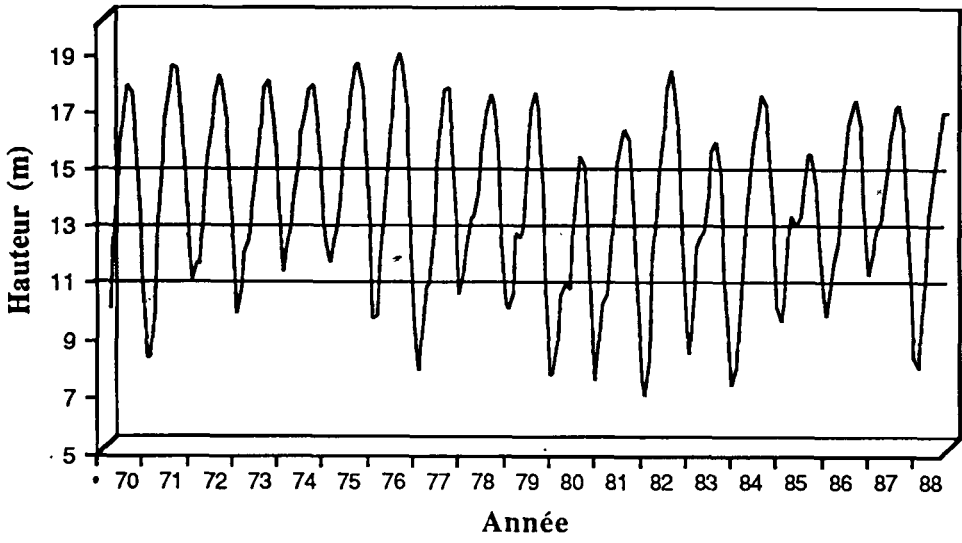


Figure 2:
 Variations du niveau d'eau dans l'Amazone à la hauteur de l'île de Careiro entre 1970 et 1988.
 Water level variations in the Amazon river near Careiro Island between 1970 and 1988.

