

Les prairies aquatiques de l'Amazonie brésilienne



Photo - Hervé Colin

Herbier à *Mourera fluviatilis* dans la cachoeira Santa Rosa sur le rio Araguari, Amapá.

Les communautés aquatiques du bassin amazonien ont été essentiellement étudiées, soit dans la plaine alluviale de l'Amazonie, soit dans le cours inférieur de ses principaux affluents. Les aménagements et la construction de grands barrages, comme Tucuruí sur le Tocantins ou Balbina sur le Uatumã, ont suscité des études préliminaires d'impact sur les hauts cours des fleuves drainant les boucliers brésilien et guyanais. Les chercheurs de l'Orstom et leurs homologues brésiliens étudient, depuis 1989, les herbiers à Podostemaceae, véritables prairies aquatiques.

La retenue du barrage de Balbina (2 500 km² de forêt inondée) a fait disparaître nombre de rapides à Podostemaceae sur le rio Uatumã. L'impact de la désoxygénation de l'eau relâchée par les turbines, fortement chargée en gaz sulfurhydrique, se fait sentir jusqu'à 40 km en aval : les rochers de la cachoeira Morena, jadis couverts de Podostemaceae, ne présentent plus que des Cyanophyceae et des vers tubicides.



Photo - Hervé Colin

Situés dans les zones de forts courants, les herbiers à Podostemaceae forment un milieu particulier et complexe dont la dynamique est étroitement liée au régime hydrologique des fleuves tropicaux. La faune associée à ces herbiers est caractérisée par une extraordinaire diversité, une forte productivité et une grande complexité d'interactions. La présence de ces macrophytes* aquatiques dépend étroitement non seulement du courant, mais également de la transparence de l'eau. Abondantes dans les rapides du haut cours des fleuves, dont les eaux noires* ou claires drainent les plateaux précambriens des Guyanes, du Venezuela et du Brésil, les Podostemaceae sont toutefois aussi observées dans certains affluents originaires des Andes. En Amazonie brésilienne, cet écosystème aquatique est soumis à divers impacts anthropiques. Les herbiers et leurs faunes associées disparaissent dans les retenues de barrage. Par ailleurs, les extractions minières et les activités d'orpaillage sont à l'origine d'autres pollutions : le lavage du minerai ou des alluvions sans décantage rejette des tonnes de sédiments dans l'eau des fleuves, qui, de cristalline devient turbide et limoneuse. Enfin, la modification du régime hydrologique par des lâchés irréguliers en aval des barrages, perturbe le cycle des plantes.

DES PLANTES DONT MÊME LA FORME DÉPEND DU COURANT

Les plantes aquatiques de la famille Podostemaceae constituent l'un des plus étonnants groupes de dicotylédones* de par leur mode de vie submergé dans des zones de très fort courant. Typiquement pan tropicale, cette famille est représentée par 46 genres et plus de 200 espèces à fort taux d'endémicité. Plus de 140 espèces sont connues en Amérique du Sud, 40 en Afrique et 20 en Asie. La taille des Podostemaceae est extrêmement variable : certaines espèces mesurent quelques millimètres, comme dans le genre *Oserya*, d'autres présentent des feuilles de plus de 2 mètres de long comme *Mourera fluviatilis*. Chez une même espèce, la morphologie du système végétatif peut être extrêmement variable selon les conditions de l'environnement, rendant difficiles les déterminations taxinomiques. La partie végétative se développe sous l'eau, essentiellement dans la zone euphotique*, et ce, d'autant plus que le courant est important. A l'exondation* des rapides, les floraisons apparaissent en hampes frêles, attirant les insectes par leur parfum ; la partie végétative entre en décomposition, se déshydrate et disparaît. Les capsules fruitières libèrent alors des graines minuscules qui se collent immédiatement par leur mucilage* sur le substrat aux alentours pour germer à la première humidité. Des processus de reproduction végétative, bien observés chez *Rhyncholacis hydrocichorium*, permettent la croissance et la multiplication des plantes fixées sur des substrats immergés en permanence, ou



Herbier à *Mourera fluviatilis* dans la cachoeira Santa Rosa sur le rio Araguari, Amapá. Dans les zones à très fort courant, les feuilles de *M. fluviatilis* peuvent atteindre jusqu'à 2 m de long.

Photo: M. B. J. J.

Aquatic pastures of the Brazilian Amazon

The Podostemaceae are a family of dicotyledonous aquatic herbs, of particular interest for their adaptation to living submerged in fast-flowing rivers. Podostemaceae beds are complex environments whose dynamics are directly linked to the hydrological cycles of the tropical rivers where they are found. The fauna associated with these river-weed beds is extraordinarily diverse and highly productive, with a highly complex pattern of interactions. The Podostemaceae represent a key resource for the associated aquatic communities and a particularly abundant source of food in the nutrient-poor waters they inhabit. The plants themselves add to the spatial heterogeneity of their environment, since their vegetative structures change, both quantitatively and qualitatively, with the seasons, according to the hydrological dynamics of the rapids. The vegetative parts grow mainly under water, but the flowers appear on slender stems when low water levels leave the plant above water. The vegetative parts then decompose, dry up and disappear, leaving only the spike with its fruit. A complex community of insects accompanies the life cycle of these river weeds. The dominant species are blackfly, whose larvae live attached to

the submerged leaves while the adults infest the neighbourhood of waterfalls. Some blackfly species are vectors of the filariae that cause onchocerciasis, which is endemic among the Yanomami Indians in some parts of northern Amazonia.

A large number of fish species depend on the Podostemaceae for either food or refuge. The juveniles of various Serrasalimidae, for example, feed on tiny crustaceans, molluscs and insect larvae fixed to specific parts of the plant, while the herbivorous adults browse the leaves. These fish have a very special relationship with their internal parasites (nematodes and trematodes); cases of hyperinfestation cause no apparent pathology in the host, so the parasites can be seen as internal commensals of the fish.

Besides a specific hydrological regime, the Podostemaceae need clear, oxygen-rich waters. In the Brazilian Amazon, they are now suffering from the effects of human activity. Ore and alluvium washing without prior settling casts tons of sediment into the rivers, and the crystal-clear waters become turbid. The Podostemaceae and their associated fauna are also dying out in dam reservoirs, or are suffering severe disturbance downstream of the dams.

bien soumis à des cycles d'exondation très courts. Cette espèce, qui se présente comme un thalle* grossièrement aplati avec une dichotomie très marquée et riche en grains d'amidon, ne possède aucune différence anatomique entre les racines, les branches et les feuilles. Seule la partie basale, qui adhère au substrat par des crampons, peut être identifiée par l'absence de tissu végétal de soutien.

LA FAUNE ASSOCIÉE

Les larves d'insectes aquatiques constituent la faune associée la plus caractéristique des Podostemaceae, sur lesquelles on trouve également, en moindre abondance, des arachnides et des micro-crustacés (conchostracés et cladocères), ainsi que des éponges, des planaires* et des sangsues. Les larves et



Le cycle saisonnier des Podostemaceae (ici *Rhyncholacis hydrocichorium*, cachoeira Terceira Queda sur le rio Pitinga) dépend strictement de la dynamique hydrologique du milieu. La partie végétative se développe sous l'eau, essentiellement dans la zone euphotique, et ce d'autant plus que le courant est important.

Herbier à *Apinagia sp.* dans la cachoeira Capivara du rio Araguari, Amapá. Situés dans les zones de forts courants, les herbiers à Podostemaceae forment un milieu particulier et complexe dont la dynamique est étroitement liée au cycle hydrologique des fleuves tropicaux. La présence de ces macrophytes aquatiques dépend non seulement du courant, mais également de la transparence de l'eau.

les nymphes de diptères prédominent sur toutes les espèces-hôtes étudiées, les simulies* et les chironomides* représentant près de 70% du nombre total d'insectes. Les larves phytophages de lépidoptères pyralides ont été observées sur presque toutes les plantes collectées, indépendamment de leur espèce, représentant 15 à 20% de l'entomofaune. Les éphémères, quoique moins abondantes, sont également fréquentes. Des coléoptères Elmidae sont présents

Glossaire

chironomide : insecte diptère dont les larves sont aquatiques.

eaux noires : eaux riches en acides humiques, plus ou moins transparentes, ayant une teinte brun rouge rappelant celle du thé.

endocommensalisme : association d'organismes d'espèce différente, profitable pour l'un d'eux et sans danger pour l'autre.

exondation : retrait des eaux après l'inondation.

macrophyte : plante aquatique supérieure qui vit dans les eaux douces.

mucilage : substance végétale, composée de pectine, ayant la propriété de se gonfler dans l'eau.

oligotrophe : milieu pauvre en éléments nutritifs.

périphyton : ensemble des organismes attachés

aux plantes aquatiques.

planaire : ver plat vivant en eau douce.

poisson rhéophile : poisson qui vit dans les portions de cours d'eau à fort courant.

rhéophile : qui possède des caractères adaptatifs pour résister aux courants, en milieu torrentiel.

simulie : insecte diptère hématophage, dont les larves vivent dans les eaux courantes.

thalle : appareil végétatif des plantes inférieures, comme les algues, constitué par un tissu plus ou moins différencié.

zone euphotique : partie supérieure d'une masse d'eau dans laquelle la lumière pénètre suffisamment pour qu'il y ait activité photosynthétique.

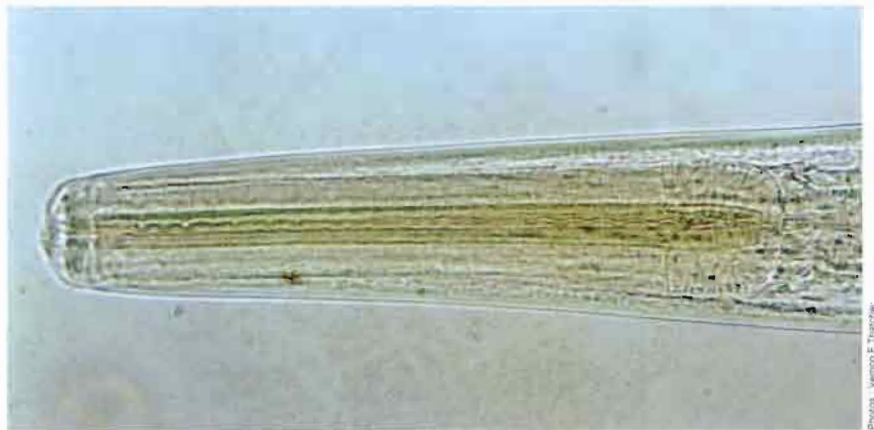
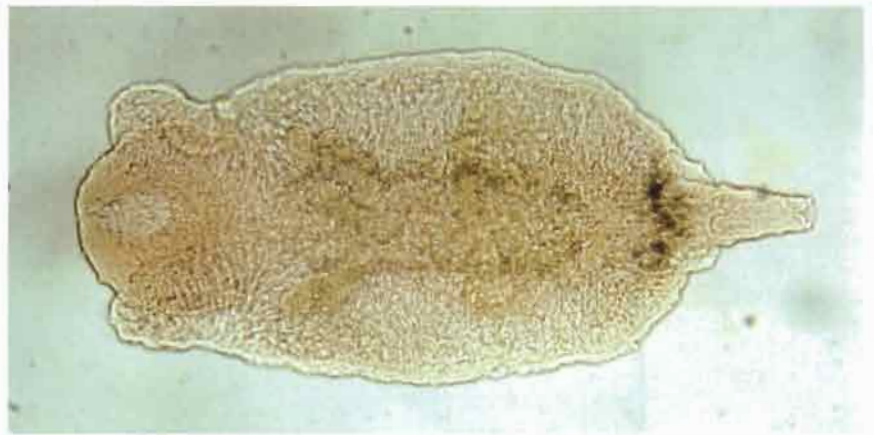


Photos : Michel Jégu

typiquement dans presque toutes les capsules fruitières des Podostemaceae dont la partie végétative est déjà desséchée. La densité de l'entomofaune sur la plante-hôte varie en fonction du cycle hydrologique : les plus grandes valeurs (6 à 8 individus par gramme de végétal humide) étant observées pendant la décrue et les plus basses (0,6 individus par gramme) pendant la saison des pluies chez *Rhyncholacis hydrocichorium*. Tous ces insectes ne sont pas inoffensifs. Certaines espèces de simulies sont responsables de la transmission de la filaire de l'onchocercose, maladie endé-



mique du nord de l'Amazonas et de l'ouest du Roraima au Brésil, territoire des indiens Yanomami. Lors de cette étude, l'espèce vecteur d'onchocercose *Thyrsozelma guianense*, dont le genre est exclusif des Podostemaceae, a été identifiée par V. Py-Daniel (INPA) dans les rapides autour du barrage de Pitinga. Le haut cours de la rivière Pitinga, affluent du Uatumã, étant sur la route de migration des orpailleurs qui travaillent sur les terres des Yanomami, une politique de prévention a donc été suggérée aux autorités locales. Les rapides à Podostemaceae sont également très



Photos : Vendo E. Traczko

riches en poissons. Les jeunes pacous, poissons Serrasalminae voisins des piranhas, se nourrissent de micro crustacés, mollusques et larves d'insectes de l'herbier. Les Podostemaceae leurs servent également de nurserie, les larves et les juvéniles trouvant abri contre courant et prédateurs dans les entrelacs des feuilles. Les Loricariidae, poissons-chats nettoyeurs des aquariologues, raclent le périphyton* sur les feuilles grâce à leurs dents en cuillère alignées dans une bouche en forme de ventouse. De nombreux poissons, surtout des pacous phytophages et frugivores, incluent les Podostemaceae dans leur régime alimentaire. D'autres, strictement rhéophiles*, comme le pacou *Mylesinus paraschomburgkii* et l'Anostomidae *Leporinus pachycheilus* s'alimentent exclusivement de ces plantes à l'état adulte. Une telle abondance de vie, dans ces eaux oligotrophes* par ailleurs, attire la convoitise des prédateurs. Autour des herbiers, on retrouve toujours plusieurs espèces de piranhas, des poissons-chiens aux canines impressionnantes et souvent de grands poissons-chats carnivores.

Dans ce biotope de rapides, les relations entre les poissons et leurs parasites sont très particulières : les exoparasites monogènes des branchies des poissons, à cycle direct, sont beaucoup moins abondants que chez les mêmes espèces de la plaine d'inondation, de même que les copépodes parasites. En revanche, les endoparasites, nématodes et trématodes, également à cycle direct, sont particulièrement abondants, spécialement chez les poissons phytophages exclusifs des Podostemaceae.

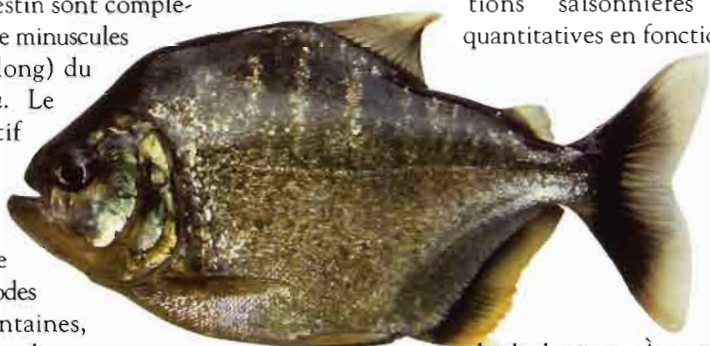
Dans l'intestin des poissons herbivores, on observe de nombreux amphistomes.

Le tube digestif du pacou *Mylesinus paraschomburgkii*, contient plusieurs milliers de nématodes de l'espèce *Rondonia rondoni*.

.....

Un piranha de l'espèce *Pristobrycon striolatus* (Serrasalminae).

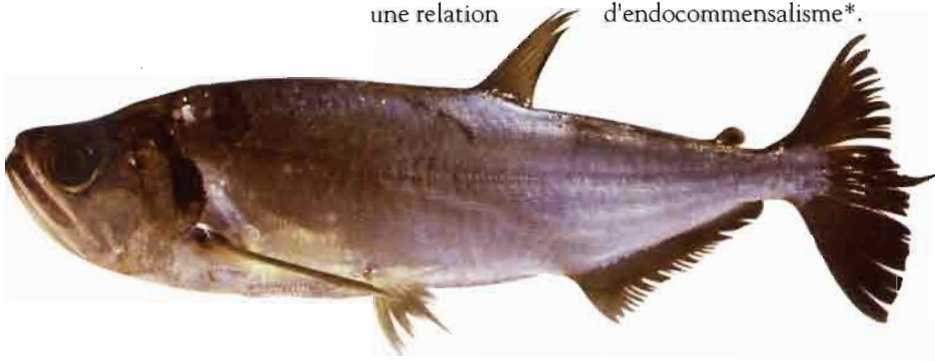
Chez *M. paraschomburgkii*, par exemple, on peut voir des nématodes agglutinés sur toute la longueur du tractus digestif. Les caecae pyloriques et les premiers centimètres de l'intestin sont complètement obstrués par de minuscules vers (3 à 5 mm de long) du genre *Klossimenella*. Le reste du tube digestif contient plusieurs milliers de nématodes *Rondonia rondoni*. On y observe également des trématodes amphistomes par centaines, dont le cycle de vie, indirect, est lié à celui des plantes aquatiques, avec pour hôte intermédiaire, un gastéropode. Les poissons adultes s'infestent d'amphistomes qui leur sont souvent spécifiques, en broûtant les feuilles sur lesquelles sont enkystées les larves des parasites. Néanmoins, cet hyperparasitisme par les nématodes et les trématodes ne provoque aucune pathologie évidente sur les poissons-hôtes, et devrait, de ce fait, être considéré comme une relation d'endocommensalisme*.



ment abondante d'aliments, mais augmentent également l'hétérogénéité spatiale du milieu - leur structure végétative et reproductive subissant des altérations saisonnières qualitatives et quantitatives en fonction de la dynamique de l'hydrosystème. Cette étude montre d'importants changements de la faune associée en fonction de l'intensité des perturbations du régime

hydrologique. À ce titre, l'exemple des

poissons strictement liés aux herbiers, comme *M. paraschomburgkii* et *L. pachycheilus*, est éloquent. Ces espèces présentent la même abondance en amont des barrages du Uatumã que dans les rapides du Jatapu. Plus en aval, dès que la couverture en Podostemaceae est réduite à quelques touffes rases, leur abondance chute de 90% pour disparaître complètement des captures là où les Podostemaceae ont elles-mêmes disparues. La comparaison de ces milieux avec des zones de rapides naturellement sans Podostemaceae, montre que la diversité fonctionnelle des peuplements est liée à celle de ressources particulières, la présence des macrophytes introduisant des niveaux trophiques supplémentaires et augmentant les interactions - compétition, prédation, commensalisme ou parasitisme - entre les individus ■



Un poisson-chien du genre *Hydrolyciscus* (Characidae).

DIVERSITÉ FONCTIONNELLE ET DYNAMIQUE DE L'ÉCOSYSTÈME

L'étude de la dynamique des herbiers à Podostemaceae a été réalisée, en coopération avec des chercheurs du département de Biologie Aquatique (CPBA) de l'INPA, en Amazonie Centrale sur le fleuve Uatumã, affluent de la rive gauche de l'Amazone (cf. carte p. 14). Long d'environ 700 km, ce fleuve de débit moyen de 5 000 m³/s, aux eaux limpides et acides, est formé de deux affluents principaux, le Uatumã et le Jatapu, qui se rejoignent à environ 70 km en amont de la confluence avec l'Amazone. Le cours de ces deux affluents est une succession de rapides, avec un régime hydrologique propre lié aux précipitations sur le bassin versant. Alors que les caractéristiques hydrologiques et hydrochimiques du haut cours du Uatumã ont été modifiées par la construction de deux barrages, le Jatapu est resté inchangé. Les herbiers à Podostemaceae sont apparus comme une ressource-clé pour de nombreuses espèces aquatiques qui les exploitent. Dans ces eaux oligotrophes*, les macrophytes représentent non seulement une source particulière-



Olga Odinetz Collart
Carcinologue.

Michel Jégu

Ichtyologue, Orstom

Département "Eaux continentales" - UR

"Fonctionnement et usage des systèmes biologiques en eaux continentales".

Dr. Vernon Thatcher

Ichthyoparasitologue, Laboratoire d'ichthyoparasitologie, Département de Biologie Aquatique.

Aldaléia Sprada Tavares

Botaniste, Département de Botanique, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA).



Foto: Renner Aguiar

L'épervier reste le meilleur appareil d'échantillonnage dans les rapides quand la faible conductivité de l'eau ne permet pas la pêche électrique. Collecte de poissons associés aux herbiers à *Mourea fluviatilis* dans la cachoeira Santa Rosa sur le rio Araguari, Amapá.

Un pacou phytophage (Serrasalminidae) : *Myleus schomburgkii* dont les individus adultes se nourrissent fréquemment de thalles de Podostemaceae. Néanmoins, un régime alimentaire plus diversifié leur permet de se maintenir dans les rapides où les herbiers à Podostemaceae sont en régression, comme en aval de Pitinga dans la cachoeira Quarenta Ilhas, Amazonas.

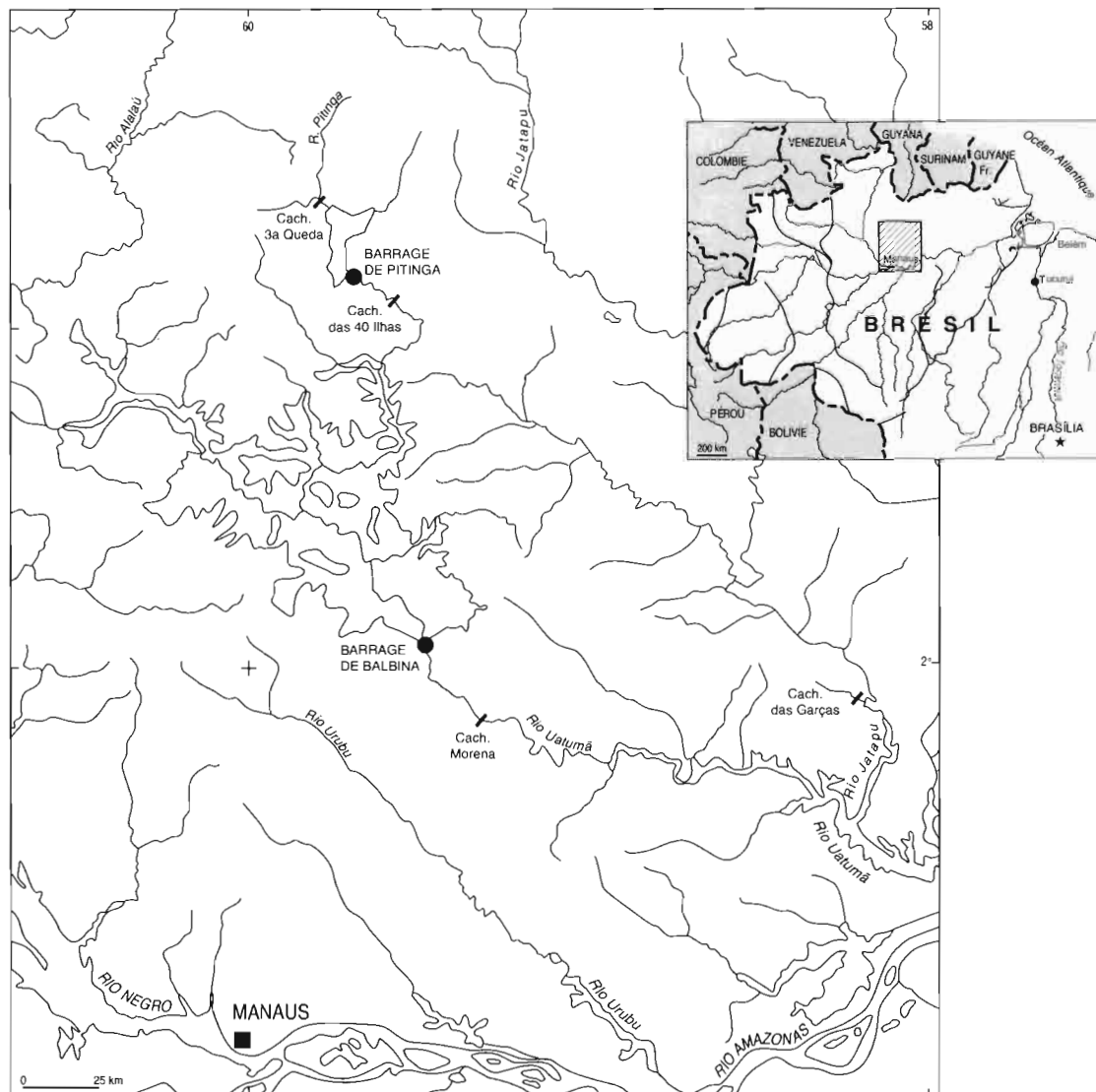
Un pacou (Serrasalminidae) phytophage : *Mylesinus paraschomburgkii* individu collecté dans la cachoeira Capivara du rio Araguari, Amapá et dans la cachoeira Quarenta Ilhas du rio Pitinga, Amazonas



As pradarias aquáticas da Amazônia brasileira

As plantas aquáticas da família Podostemaceae formam um dos mais interessantes grupos de dicotyledonas devido a sua adaptação ao modo de vida submersa em áreas de forte correnteza. As pradarias de podostemáceas constituam um meio complexo cuja dinâmica está diretamente ligada ao ciclo hidrológico dos rios tropicais. A fauna associada à esta flora caracteriza-se por uma extraordinária diversidade, uma forte produtividade e uma grande complexidade de interações. As podostemáceas são um recurso-chave para as comunidades aquáticas associadas. Num meio ambiente caracterizado por águas oligotróficas, essas plantas representam uma fonte especialmente abundante de alimentos. As próprias plantas aumentam a heterogeneidade espacial do meio : suas estruturas vegetativas e reprodutivas sofrem alterações sazonais, qualitativas e quantitativas, em função da dinâmica hidrológica das cachoeiras. A parte vegetativa desenvolve-se essencialmente de baixo da água. Na exondação durante a vazante, as florações aparecem em finas hastes florais e a parte vegetativa entra em decomposição, seca e desaparece, so deixando a haste e seu fruto.

Uma entomofauna complexa acompanha o ciclo dessas plantas reófilas, predominada por Simuliídeos, cujas larvas vivem nas folhas submersas, enquanto os adultos infestam a vizinhança das corredeiras. Numerosas espécies de peixes dependem das podostemáceas para alimentação e refugio. Assim, os juvenis de diversos Serrasalminidae alimentam-se de microcrustáceos, moluscos e larvas de insetos fixados em áreas bem determinadas das plantas, enquanto os adultos pastam exclusivamente nas folhas. As relações entre os peixes e seus endoparasitos são muito particulares, com situações de hiper-infestação, entretanto sem patologia aparente dos hospedeiros. Assim trematodos e nematodos, parasitos dos peixes herbívoros, podem ser considerados como endocomensais. As pradarias de podostemáceas dependem tanto da transparência e da oxigenação da água, quanto do próprio regime hidrológico. Na Amazônia Brasileira, elas são submetidas à diversos impactos antrópicos. A lavagem do minério ou de aluviões sem decantação preliminar, joga toneladas de sedimentos na água dos rios, que de cristalina torna-se turbida. As podostemáceas e suas faunas associadas desaparecem nos lagos de barragens, como sofrem fortes perturbações a jusante das represas.



Pendant l'exondation des rapides lors de la décrue, les floraisons apparaissent en hampes frêles, attirant les insectes par leur parfum



Photo: Manuel Jégu

Pour en savoir plus

- Chernela J.M.** 1985. Indigenous fishing in the neotropics : the Tukanoan Uanano of the blackwater Uaupes River Basin in Brazil and Colombia. *Interciencia* 10 (2) : 78-86.
- Freitas C.E.C.** 1995. Comunidades benthicas de cachoeiras da bacia do rio Uruçu (Amazonas, Brasil) : persistência e colonização. Dissertação de Mestrado, INPA/FUA. Manaus, Brésil.
- Goulding M., Carvalho M.L. & Ferreira E.G.** 1988. Rio Negro: rich life in poor water. Amazonian diversity and foodchain ecology seen through fishcommunities. SPB Academic Publishing. The Hague. 200 p.
- Jégu M.** 1992. Variations du niveau marin et distribution des poissons d'eau douce en Amazonie orientale. Collection Colloques et Séminaires. Ed. Orstom, M.T.Prost : 281-297.
- Jégu M., Santos G.M. dos & Ferreira E.** 1989. Une nouvelle espèce du genre *Mylesinus* (Pisces, Serrasalmidae), *Mylesinus paraschomburgkii* décrite du rio Uatumã et du rio Trombetas (Brésil, Amazonie). *Rev. Hydrobiol. trop.*, 22 (1) : 49-62.
- Odinetz Collart O., Enriconi A. & Tavares A.S.** sous presse. Seasonal dynamics of the insect community associated with the aquatic macrophyte *Rhynchosia hydrochlorium* (Podostemaceae) in amazonian waterfalls (Pitinga river, Brazil). *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 25.
- Odinetz Collart O., Tavares A.S. & Enriconi A.** sous presse. Response of Podostemaceae aquatic biocenosis to environmental perturbations in Central Amazonian waterfalls. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 25.
- Tavares A.S., Enriconi A. & Odinetz Collart O.** sous presse. Insect communities associated with aquatic macrophytes Podostemaceae in amazonian waterfalls. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 25.
- Thatcher V.E. & Jégu M.** sous presse. Intestinal helminths as population markers of the Amazonian fish *Mylesinus paraschomburgkii*, with description of five new genera and seven species of trematods. *Systematic Parasitology*.

Odinetz Collart Olga, Jégu Michel, Thatcher V., Tavares A.S.

Les prairies aquatiques de l'Amazonie brésilienne

ORSTOM Actualités, 1996, (49), p. 8-14. ISSN 0758-833-X