

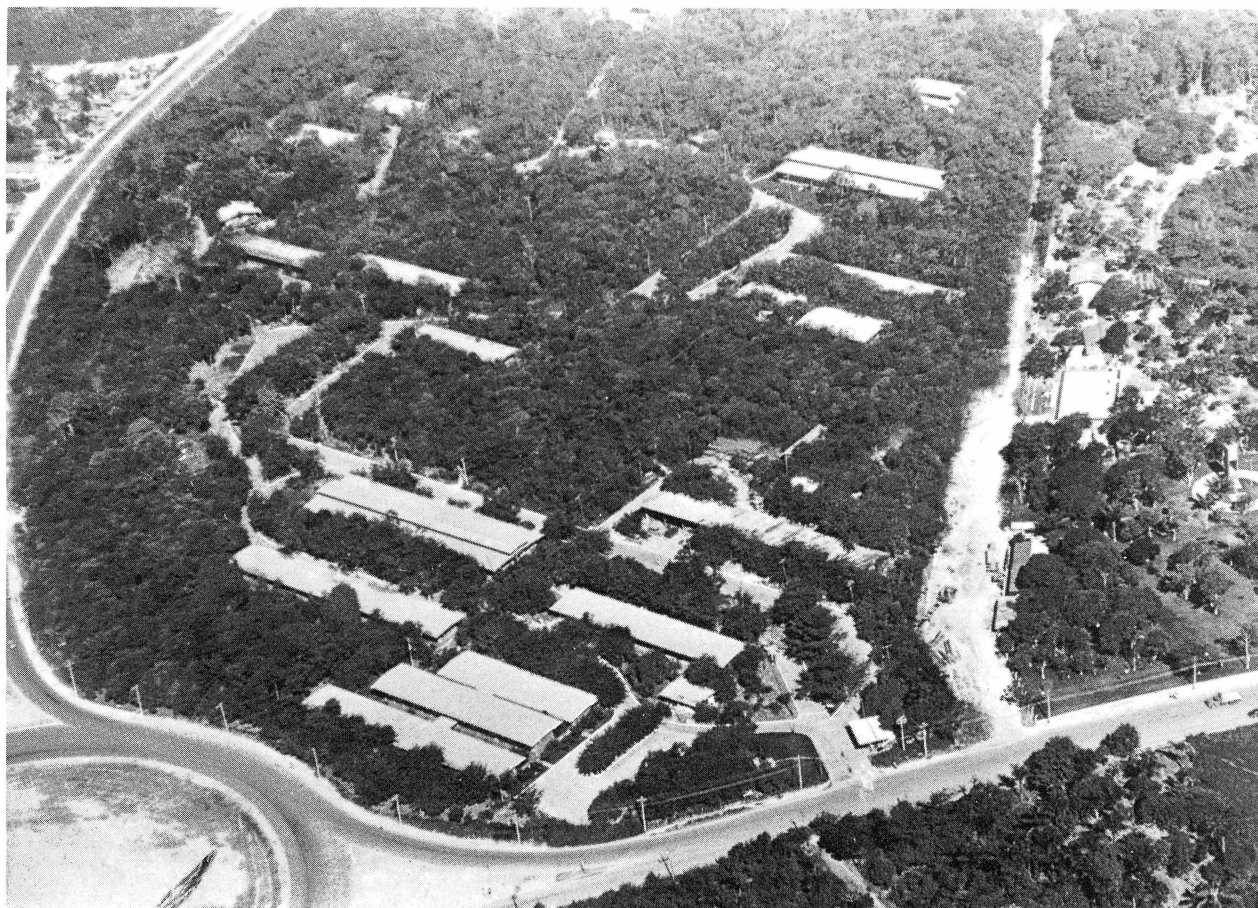


Photo INPA.

Vue aérienne du campus de l'I.N.P.A. à Manaus. Les différents bâtiments sont dispersés dans un parc à la végétation abondante.

L'INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE DE L'AMAZONIE

I.N.P.A.

Plus de 250 Chercheurs au cœur de l'Amazonie Brésilienne

par P. VANTOMME

Centre Technique Forestier Tropical

SUMMARY

THE NATIONAL RESEARCH INSTITUTE OF AMAZONIA (I.N.P.A.)

More than 250 research workers in the heart of Brazilian Amazonia

In 1971 our readers had an opportunity of learning more about a Brazilian research institute called the National Research Institute of Amazonia (I.N.P.A.).

This new report will enable them to assess the evolution of this important research structure with which the Centre Technique Forestier Tropical has entered into cooperation agreements.

In addition to the central installation at Manaus, the Rio Branco Research Centre has been developed, together with research and observation stations in four other States.

The Institute has 8 scientific departments : Botany, Agronomic Sciences, Aquatic Biology and Limnology, Ecology, Natural Products, Tropical Pathology, Tropical Sylviculture, and the Forest Product Research Centre.

Through the importance of its work, the I.N.P.A. has become a body of international status.

RESUMEN

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE AMAZONIA I.N.P.A.

Más de 250 investigadores en pleno centro de Amazonia brasileña

Nuestros lectores han tenido ya la ocasión de conocer las actividades de un Instituto de investigaciones brasileño el I.N.P.A. (Instituto Nacional de Investigaciones de Amazonia).

Este nuevo reportaje habrá de permitir darse cuenta de la evolución de esta importante estructura de investigaciones, con la cual el Centro Técnico Forestal Tropical de Francia ha formalizado diversos acuerdos de cooperación.

Además de la instalación central de Manaus, se ha desarrollado el Centro de Investigaciones de Río Branco, así como diversas estaciones de investigación y de observación en otros cuatro Estados.

El Instituto está formado por ocho departamentos científicos : Botánica, Ciencias agronómicas, Biología acuática y limnología, Ecología, Productos naturales, Patología tropical, Silvicultura tropical, Centro de investigaciones de productos forestales.

Debido a la importancia de sus tareas, el I.N.P.A. ha llegado a ser un organismo de categoría internacional.

Situé à Manaus, capitale de l'Etat Amazonas (au Nord du Brésil), l'Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia (I.N.P.A.) est l'un des plus grands Centres de Recherches en Sciences Naturelles du monde tropical.

Son objectif est d'approfondir la connaissance du milieu naturel de la région amazonienne et de développer les technologies qui permettront d'exploiter ses richesses naturelles, sans mettre en danger son écosystème, afin d'améliorer les conditions de vie de sa population et son intégration économique au reste du Brésil.

Depuis 1982, l'I.N.P.A. et le Centre Technique

Forestier Tropical ont passé des accords dont le plus récent concerne la sylviculture.

Le but de cet article est de présenter l'I.N.P.A. et ses programmes de recherche aux lecteurs de Bois et Forêts des Tropiques, en développant les domaines où le C.T.F.T. et l'I.N.P.A. ont des compétences communes comme la Technologie des Bois, la Silviculture et la Pisciculture.

Les lecteurs pourront également voir l'évolution spectaculaire de l'Institut depuis l'article publié en 1971 dans B.F.T. (n° 135, page 65) sous la signature de M. Georges PETROFF.

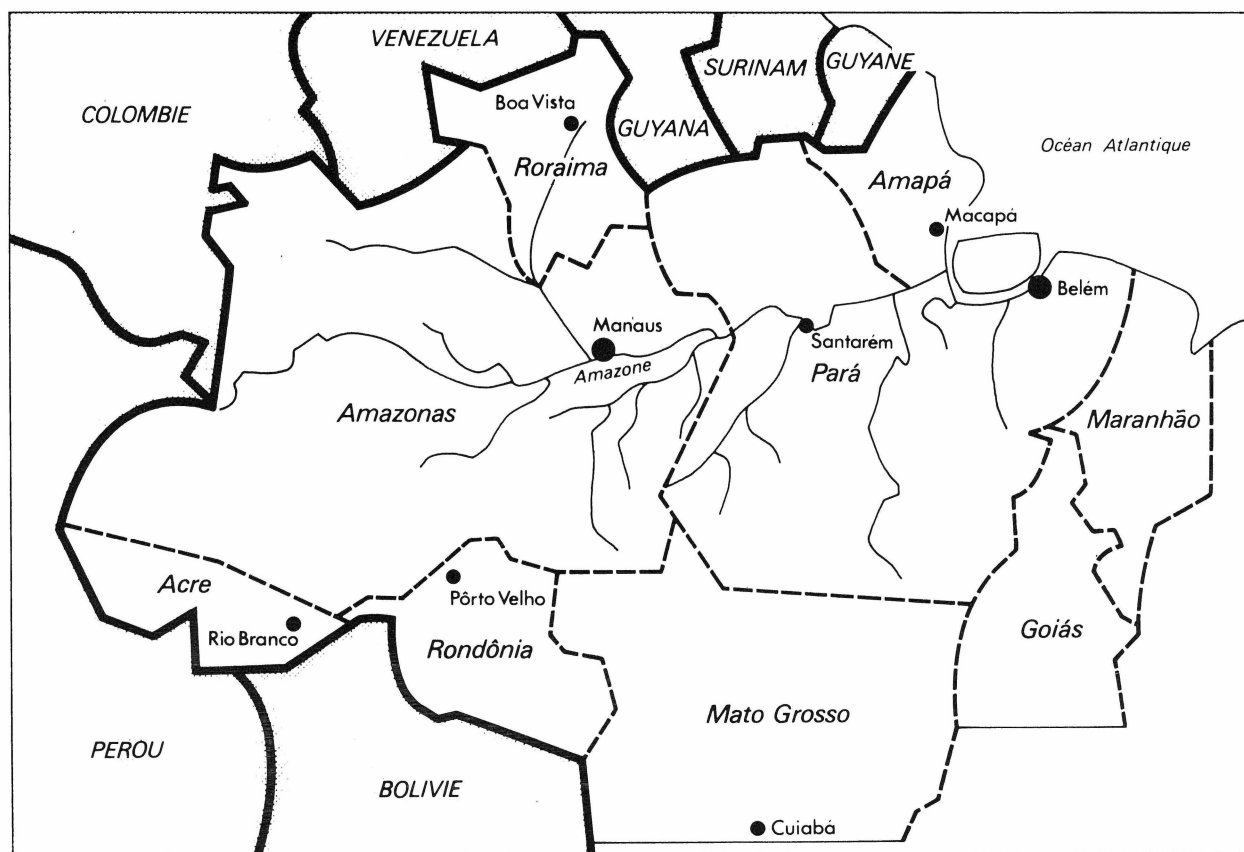
ORGANISATION

Créé en 1952, l'I.N.P.A. dépend du « Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (C.N.P.Q.) », Conseil suprême du Brésil qui coordonne les recherches menées par les Instituts de recherche d'Etat. Le C.N.P.Q. est rattaché au Ministère de la Science et de la Technologie. Cette Organisation permet une meilleure planification et une coordination efficace des différents programmes de recherche dans le pays.

L'I.N.P.A. comprend :

- une installation à Manaus. Sur 60 ha sont groupés le siège, les laboratoires et les services ;
- le *Núcleo* (= noyau), centre de recherche de « Rio Branco » (Etat d'Acre). C'est une infrastructure d'appui pour des missions à l'intérieur de cet Etat ;
- des stations avancées de recherche et observation situées à l'intérieur de l'Amazonie, notamment dans les

CARTE ADMINISTRATIVE DE L'AMAZONIE



Etats de Amazonas, Rondonia, Para, Acre, le territoire fédéral de Roraima et plus spécifiquement aux barrages du Tucuruí (PARA), Balbina (AMAZONAS), Samuel (RONDONIA) et Curua-Una (PARA).

Avec un effectif d'environ 900 fonctionnaires, dont 267 de niveau supérieur, et un budget annuel de 10 millions US \$ (1984) (*), les programmes de recherche et les services de l'I.N.P.A. s'articulent autour de neuf grands axes : Ecologie, Pathologie, Sylviculture, Botanique, Phytochimie, Limnologie, Technologie du bois, Agriculture et Formation.

Bien que l'I.N.P.A. ne soit pas un Institut d'enseignement à proprement parler, il est en relation avec

plusieurs Universités, d'une part, pour promouvoir et appuyer la formation de ses diplômés, d'autre part, pour recevoir des stagiaires dans ses laboratoires. Il organise ainsi des cours postuniversitaires en sciences biologiques en liaison avec l'Université de Manaus. En 1984, 118 élèves étaient inscrits au « Master of Sciences » ou à un Doctorat dans les domaines suivants : Ecologie, Entomologie, Biologie de l'eau douce et pêches, Aménagement forestier, Technologie de la nutrition et de l'alimentation.

L'I.N.P.A. coopère avec de nombreux Organismes nationaux et internationaux dans le cadre d'opérations de recherche ou pour l'obtention de financements.

ADMINISTRATION

Le Directeur de l'I.N.P.A., qui est nommé par le C.N.P.Q. est assisté par :

- 2 Directeurs adjoints,

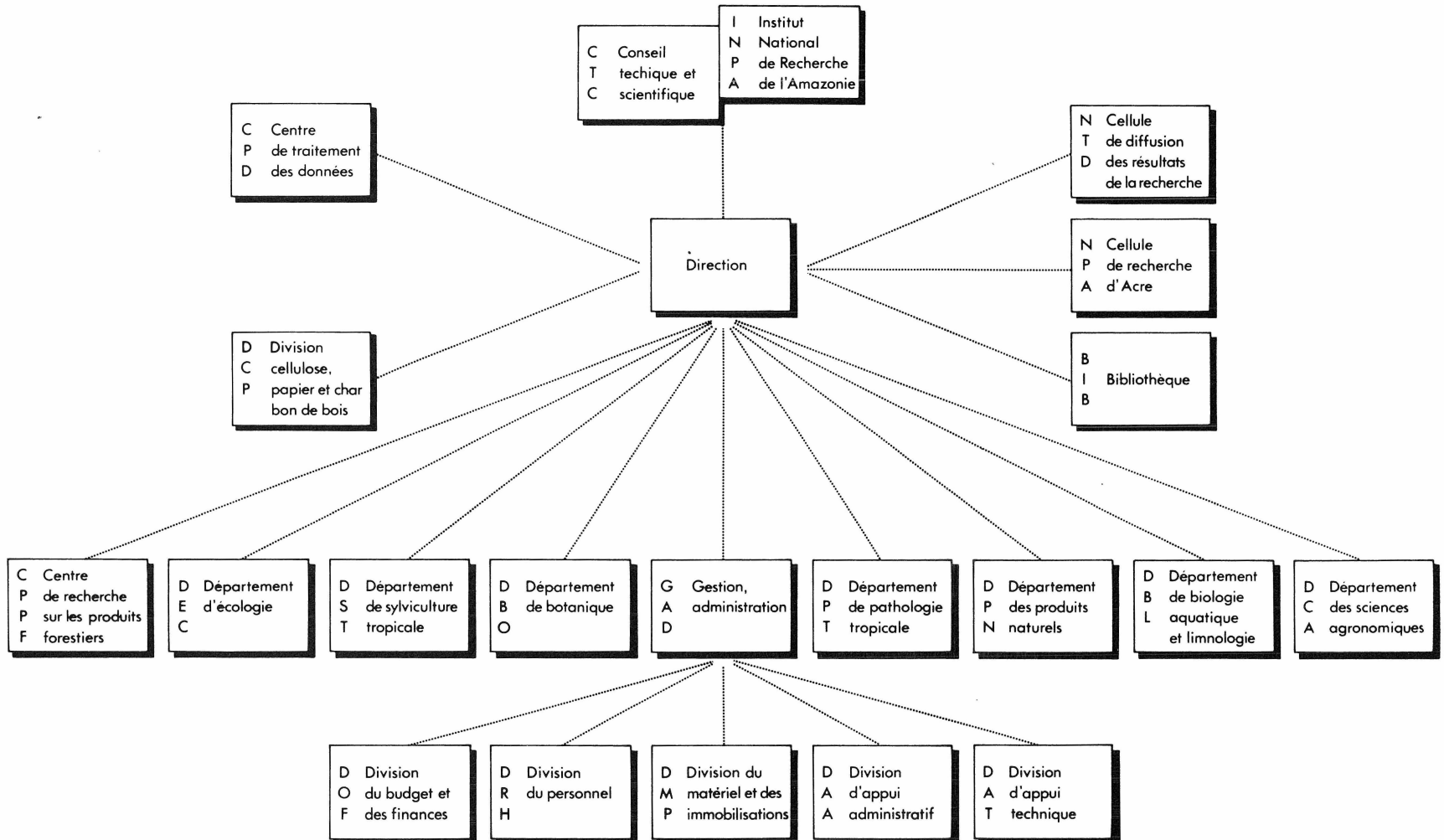
- 1 Conseil technique et scientifique comprenant, entre autres, des personnalités et des Chercheurs n'appartenant pas à l'Institut,

- 1 Centre spécialisé dans la diffusion des Résultats de la Recherche,

- les neuf différents Départements de l'Institut composés de plusieurs divisions chacun.

(*) Budget 1984 : 16 milliards de Cruzeros à un taux moyen de change pour l'année 1984 de 1 600 cr. pour 1 US \$.

ORGANIGRAMME GENERAL DE L'INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE DE L'AMAZONIE



En plus du Département « Administration », où est faite l'Administration proprement dite du Centre, l'I.N.P.A. compte 2 divisions d'appui : la Division de la Documentation et des Publications et la Division du traitement des données.

La Division de la Documentation et des Publications

Elle possède une bibliothèque qui comprend environ 200.000 documents : périodiques, ouvrages, tirés à part,

brochures, cassettes, microfilms, etc... Elle satisfait à environ 70.000 consultations par an.

Cette Division édite une revue trimestrielle : « *Acta Amazonica* » où sont publiés les travaux des chercheurs de l'I.N.P.A. Elle est diffusée dans le monde entier et comprend essentiellement des sujets relatifs à la recherche. Elle publie aussi des livres, manuels, brochures.

La Division de traitement des données

Elle a été créée en 1982. Elle effectue l'analyse des données des autres départements. Ses moyens sont : un ordinateur IBM 370 à plusieurs terminaux et un ensemble extensif de logiciels.

DÉPARTEMENT DE BOTANIQUE

L'étude des plantes supérieures et inférieures de l'Amazonie est le travail de base depuis la création de l'I.N.P.A. L'objectif de ce Département est l'inventaire de la flore régionale. Y sont associées des études de taxonomie, d'anatomie, de physiologie, paléologie, ainsi que la recherche d'essences de valeur commerciale.

Le Département de Botanique comprend les Divisions suivantes :

— Taxonomie, Anatomie, Physiologie, Palinologie et Inventaire floristique.

Depuis son installation, en 1954, l'Herbier de l'I.N.P.A. a accumulé plus de 124.000 échantillons devenant ainsi l'un des plus importants herbiers régionaux de la flore amazonienne avec environ 203 familles, 1.894 genres et presque 10.000 essences différentes répertoriées, parmi lesquelles 463 nouveaux taxons pour la région. De nombreux échanges d'informations sont entretenus avec plusieurs Instituts nationaux et internationaux : Le Jardin Botanique de Rio de Janeiro, l'Université de São Paulo, Le Muséum d'Histoire Naturelle de Paris, le New York Botanical Garden, etc...

A la Division de Paléologie, des échantillons de sédiments sont analysés afin de fournir des informations sur ce qu'étaient la distribution géographique et la composition de la forêt amazonienne autrefois. Actuellement plusieurs sites sont étudiés dans les Etats de : Acre, Rondonia, Marajo, Amazonas, etc..., et les résultats préliminaires montrent qu'à plusieurs reprises, au cours des 20.000 dernières années, la forêt des sites étudiés a été remplacée par des savanes à graminées.

Parmi les aspects physiologiques étudiés figurent :

- la tolérance de quelques essences à l'inondation périodique,
- la germination des graines des essences autochtones,
- la culture des tissus et la fusion de protoplasme.



Salle regroupant les collections d'herbiers.

Photo Vantomme.



Photo Vantomme.

*En forêt, un Pupunha (Bactris gasipaes)
dont les régimes sont visibles sur le tronc.*

A la Division d'Anatomie, les recherches sont orientées vers la connaissance des structures anatomiques des plantes (autres que le bois).

DÉPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES

Ce Département a été créé en 1975 pour développer les essences alimentaires et fructifères autochtones, améliorer et adapter des espèces traditionnelles, mettre au point des méthodes de culture et de protection phyto-sanitaire, écologiquement acceptables pour le bassin amazonien.

La Division de Génétique et d'Amélioration des plantes

Cette division concentre ses activités sur la culture des légumes (ex. : tomates, salades, aubergines, etc...), légumineuses (haricots, soja, arachides, etc...) ainsi que sur la récolte, l'adaptation et le développement des espèces régionales destinées à l'alimentation, ex. : Aria (*Calathea allouei*), Cubiu (*Solanum tojiro*). Les recherches ont déjà abouti à l'introduction de quelques nouvelles variétés de légumes sur le marché de Manaus.

La Division de fructiculture

La région amazonienne, avec quelques milliers d'espèces d'arbres, présente un potentiel énorme et encore peu connu. Aussi la Division de fructiculture a-t-elle entrepris des recherches et des expérimentations sur la production d'arbres fructifères, de palmiers et sur la récolte du germoplasme des essences indigènes. Actuellement, les efforts sont concentrés sur la culture d'une dizaine d'essences fructifères : ex. : Biraba (*Rollinia mucosa*), Mapati (*Pourouma cecropiaefolia*), Abiu (*Pouteria caimito*). Pupunha (*Bactris gasipaes*), Cupuaçu (*Theobroma grandiflora*), Araça-boi (*Eugenia stipitata*), Camu-camu (*Myrciaria dubia*).

La Division des Etudes phytosanitaires

Elle identifie et surveille les maladies des principales cultures afin d'orienter une politique de contrôle phyto-



Fruits jusqu'alors inconnus récoltés chez les indiens.

Photo Vantomme.

Photo Vantomme.

Fruit de Cupuaçu (*Theobroma grandiflora*). Le poids de ces fruits varie de 0,5 à 2 kg ! A l'intérieur de la coque se trouve une pulpe jaunâtre de saveur très agréable. Le diamètre des graines varie de 0,5 à 1 cm.

pharmaceutique écologiquement acceptable. On a observé ainsi que presque tous les terrains d'horticulture des environs de Manaus sont sévèrement infestés par des *Pythium spp.*

La Division « Agro Ecologie »

Son objectif est de développer des techniques de culture plus appropriées à la région. Plusieurs études sont en cours portant sur l'utilisation de la biomasse, le recyclage des éléments nutritifs, l'agro-sylviculture et la production des aliments en culture mixte.

La Division des sols

La rapidité et l'intensité des phénomènes d'érosion sous climat tropical ont conduit la Division des sols à mener des recherches sur le comportement, la conservation, la classification des sols, le contrôle de l'érosion, la nodulation (*Rhizobium*, *Azotobacteries*), la fixation d'Azote et la solubilité des phosphates naturels.

BIOLOGIE AQUATIQUE ET LIMNOLOGIE

Depuis leur début à l'I.N.P.A., en 1970, les recherches sur l'environnement aquatique ont connu une forte croissance. Actuellement, environ 60 chercheurs, soit 1/4 du total des Chercheurs employés par l'I.N.P.A., font partie des Divisions d'« Ecologie aquatique », « Pisciculture », « Mammifères aquatiques » et « Limnologie ».

Afin de permettre ces recherches, l'I.N.P.A. dispose d'une infrastructure impressionnante, comprenant notamment :

- une installation de pisciculture intensive avec batterie d'enclos d'élevage à circuit d'eau fermé,
- des bassins ouverts pour la pisciculture semi-intensive,
- des bateaux et équipements permettant de réaliser des récoltes dans les fleuves,
- quelques petits lacs qui sont mis à la disposition des Chercheurs de l'I.N.P.A. pour effectuer leurs études et observations du milieu aquatique.

Plantation de Pupunha (Bactris gasipaes).

Photo Vantomme.





Photo Vantomme.

Bacs d'élevage de tortues.

Les recherches peuvent être classées en 4 groupes :

- l'étude de la faune aquatique,
- l'étude du milieu et du réseau fluvial,
- la technologie de la pêche et de la conservation des poissons,
- la pisciculture.

Un inventaire permanent de la faune aquatique de l'Amazonie concerne l'identification des espèces, leur distribution, leurs caractéristiques, la systématique, les mouvements migratoires, etc... Ces études sont suivies de très près car elles permettront de connaître les espèces donnant localement de bons résultats en pisciculture.

D'autres espèces, comme Matrincha (*Brycon sp.*) et Jaraqui (*Semaprochilodus sp.*) sont élevées et étudiées dans les installations mêmes de l'I.N.P.A. Les études comprennent : la reproduction artificielle, l'élevage des alevins, l'alimentation, la prophylaxie contre les parasites et maladies, le transport des poissons vivants, etc...

Un autre axe des recherches est l'étude de la biologie des mammifères aquatiques de l'Amazonie comme le

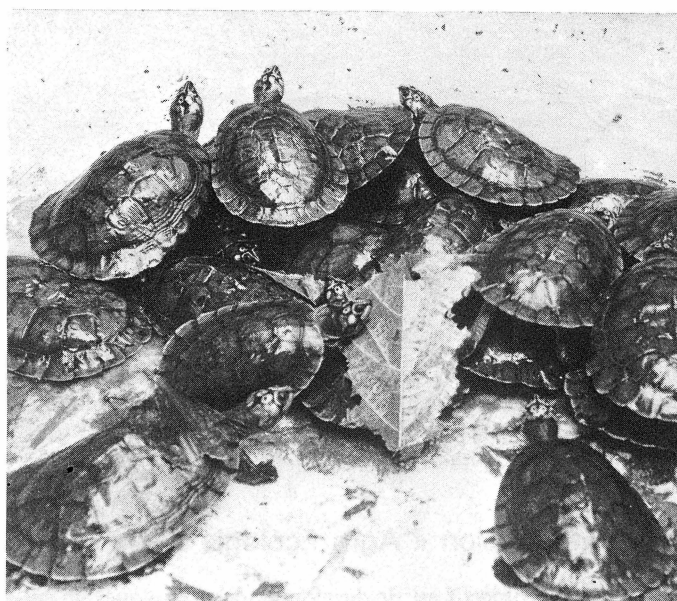


Photo Vantomme.

Quelques tortues...

Trichechus inunquis (poisson vache), « peixe-boi », un Lamentin d'eau douce qui peut atteindre jusqu'à 350 kg, des « dolphins » (*Inia geoffrensis* = *Sotalia fluviatilis*), 2 loutres (*Lutra longicaudis*, et *Pteronura brasiliensis*).

L'élevage du « peixe-boi » est fait dans les bassins de l'I.N.P.A. On y étudie sa biologie, sa nutrition, sa reproduction, etc... Son intérêt est grand car, grâce à lui, le contrôle biologique des plantes aquatiques qui envahissent les lacs peut être réalisé sur le lac artificiel du barrage du Curua-Una. Des lamentins, dont plusieurs avec collier radio-récepteur, ont déjà été introduits pour le contrôle des végétaux comme *Echornia crassipes*, *Paspalum repens*, etc...

Récemment, un nouveau projet a démarré : il concerne les crevettes d'eau douce, leur identification, leur biologie, leur potentiel économique.

Les études de l'écologie aquatique incluent :

- la limnologie des lacs, rivières et barrages artificiels,
- les cycles de nutrition,

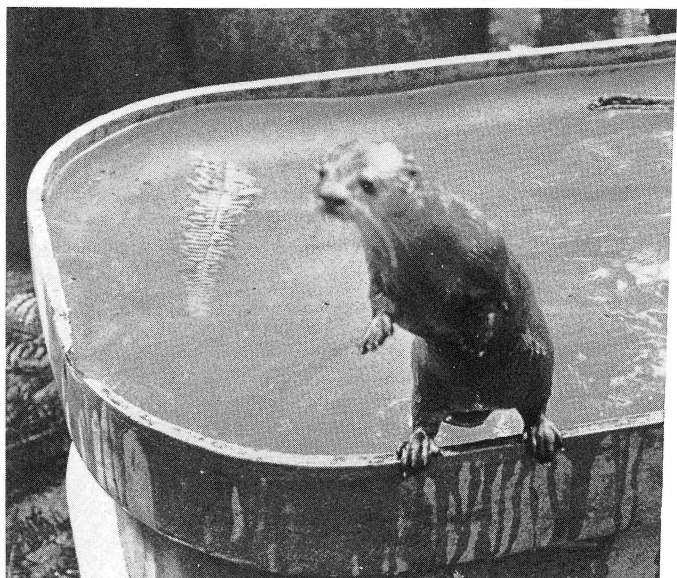
Loutre en captivité, pour étude.

Photo Vantomme.



Une autre loutre.

Photo Vantomme.



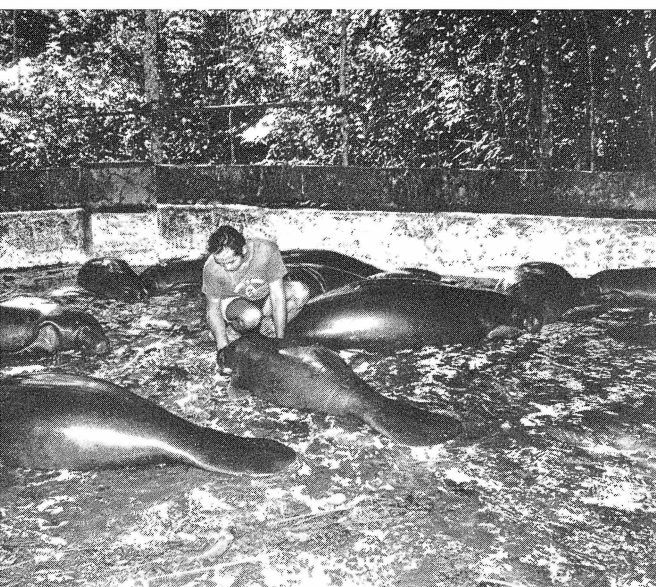


Photo Vantomme.

Des lamentins (« peixe-boi ») dans un bassin vidé de son eau pour nettoyage. On profite de cette opération pour étudier les animaux.



Photo Vantomme.

Détail de la tête d'un « peixe-boi ».

— l'influence de la composition des eaux noires (*), et eaux blanches (**),

— les chaînes d'alimentation, les macrophytes, l'influence de la variation du niveau du fleuve (cette variation peut atteindre 8 à 10 m selon la saison !).

Les recherches sur la Technologie de la pêche portent sur :

— l'amélioration des méthodes de pêche et les analyses des offres de poissons sur les marchés afin d'estimer la ressource. Plusieurs techniques pour la conservation

du poisson pêché sont utilisées et divulguées, comme la fumaison, la salaison, etc... La Division fournit également une assistance technique aux pêcheurs et pisciculteurs.

Plusieurs programmes de Coopération sont réalisés en liaison avec d'autres Instituts nationaux, S.U.D.A.M. (*), S.U.F.R.A.M.A. (**), ... et internationaux : l'Institut Max-Planck (R.F.A.), les Universités du Maryland et de Washington, l'O.R.S.T.O.M., le C.N.R.P., l'Expédition Cousteau, etc...

(*) Eaux « noires » : eaux avec très peu d'éléments en suspension et d'aspect noirâtre en raison des acides humiques (ex. : Rio Negro).

(**) Eaux « blanches », ou eaux claires : eaux comportant beaucoup d'éléments en suspension de couleur légèrement marron.

(*) S.U.D.A.M. : Superintendencia do Desenvolvimento da Amazonia — Organisme d'Etat chargé du développement de l'Amazonie.

(**) S.U.F.R.A.M.A. : Superintendencia da zona Franca de Manaus, Organisme d'Etat pour stimuler le développement de la zone franche de Manaus.

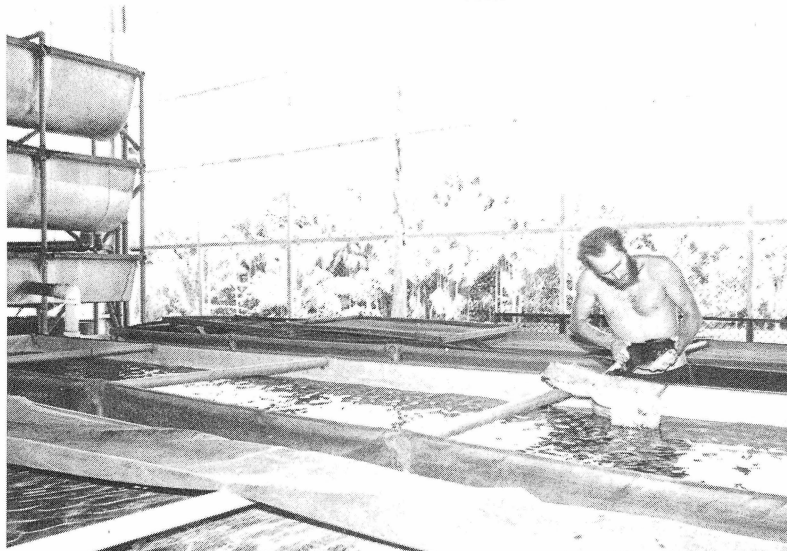
Station de pisciculture. Vue générale des bassins.

Photo Vantomme.



Bassins d'élevage intensif en circuit fermé.

Photo Vantomme.



LE DÉPARTEMENT D'ÉCOLOGIE

Créé en 1970, le Département d'Ecologie consacre ses activités à la connaissance des conditions naturelles du bassin amazonien.

Ses recherches ont pour but :

— l'étude des écosystèmes amazoniens : cycles d'eau, cycles des éléments nutritifs et connaissance du climat,

— l'étude des populations et communautés biologiques de la faune et de la flore dans les différents écosystèmes,

— le développement soutenu et une occupation rationnelle de l'Amazonie.

C'est ainsi que les programmes de recherche sont orientés vers :

— l'estimation de la balance énergétique et le cycle de l'eau et des éléments nutritifs. Ces estimations sont réalisées à partir des modifications de l'écosystème, par exemple, l'aménagement de la forêt, des bassins versants... ;

— l'influence des lacs artificiels sur le microclimat et sur l'écosystème local, ex. : les barrages et lacs artifi-

ciels récemment construits (Tucurui, Balbina, Samuel...). Ces lacs peuvent atteindre des superficies allant jusqu'à 200 000 ha !

— la détermination de la densité, de la diversité et des fluctuations de la faune terrestre et aquatique ;

— la dynamique de la décomposition du matériel organique ;

— l'estimation de l'aptitude de certains milieux à l'installation de systèmes spécifiques de colonisation. Ex. : le développement de l'élevage sur la « varzea », terrain périodiquement inondé par les fleuves et dont le potentiel agricole est élevé.

Les recherches sont effectuées dans plusieurs régions de l'Amazonie : bassins versants à la réserve forestière de l'I.N.P.A. (près de Manaus), dans différents points le long de la Transamazonienne, à Tucurui (Etat de Pará) et sur plusieurs sites dans les Etats de Rondonia, Acre, Mato Grosso.

Ce département compte 4 divisions dont nous donnons ci-après quelques programmes d'études :

Bioécologie

- Cycles de la matière organique et rôles des organismes du sol.
- Etude des vertébrés et invertébrés terrestres et aquatiques, dynamique des populations.
- Structure de la forêt tropicale et influence des systèmes agro-sylvicoles.
- Dynamique du maintien et de la régénération des populations d'arbres en forêt.

Sciences de l'environnement

- Aspects de la météorologie et de la climatologie.
- Chimie du sol.
- Modifications écologiques dues aux colonisations intensives.
- Ecologie des terrains inondés, varzea.
- Zoo-plancton.

Entomologie

- Systématique et écologie des insectes.

Parasitologie

- Etude des parasites de la faune en général et des poissons.

*Tour d'observation météorologique
située sur le campus de l'I.N.P.A.*

Photo Vantomme.





Photo Vantomme.

Le laboratoire des sciences de l'environnement.

Le Département d'Ecologie procède à de nombreux échanges d'informations et coopère avec plusieurs Instituts nationaux ou internationaux, parmi lesquels :

- l'O.E.A. — Organisation des Etats Américains.
- le C.N.R.S. — Conseil National de Recherche Scientifique - France.

- l'O.R.S.T.O.M. — Office de Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer - France.
- W.W.F. — World Wildlife Found.
- MAX PLANCK — R.F.A.

LE DÉPARTEMENT DES PRODUITS NATURELS

L'inventaire des constituants chimiques de la flore amazonienne et les recherches sur les plantes susceptibles d'avoir des propriétés thérapeutiques sont à la base des études menées dans ce Département.

Les axes de recherche sont les suivants :

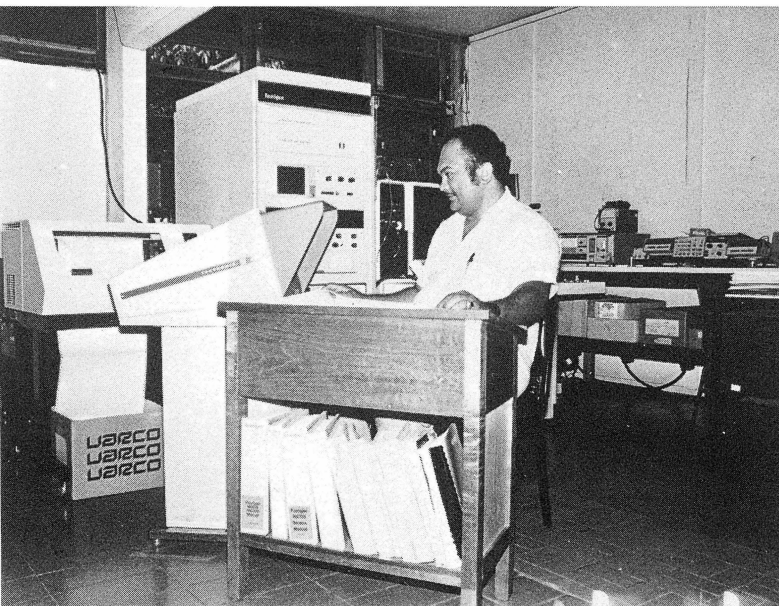
Huiles essentielles

Des études chimiques sont réalisées sur les essences oléagineuses, industriellement utilisées ou pas, afin de caractériser leurs composants, améliorer la productivité et le rendement industriel, ex. : l'extraction de plusieurs

huiles essentielles provenant des plantes de la famille des Zingiberaceae ou du genre piper, l'extraction d'une huile du « Pau rosa » (*Aniba duckei*) utilisée en parfumerie.

Composants pharmaceutiques

Des recherches sont en cours sur des plantes susceptibles d'avoir des propriétés thérapeutiques. Les extraits alcaloïdes des huiles essentielles ou autres sont testés pharmacologiquement, en coopération avec des Universités et Instituts médicaux de recherche. Actuellement



De haut en bas :

Laboratoire des produits naturels. Un appareil GC/MS FIMMIGAN 4021 pour chromatographie en phase gazeuse avec spectroscope de masse couplé à un ordinateur.

Photo Vantomme.

Spectromètre d'émission de plasma.

Photo Vantomme.

quelques essais préliminaires ont montré l'effet bactéricide de « *Primisterina* », l'action anticonceptive du Mucura-Caa (*Petiveria alliaceum*), l'effet antibiotique du *Bryophyllum calycinum* utilisé par les Indiens comme anti-infectieux.

Huiles végétales

Ici la substitution partielle ou complète du gazole et des huiles lubrifiantes par des huiles végétales est envisagée. Plusieurs plantes sont examinées pour permettre de vérifier leur potentiel oléagineux. Ces huiles sont soumises à des tests conformes aux spécifications de la Compagnie Nationale du Pétrole. Ex. : l'huile végétale du Copaiba (*Copaifera multijuga*) est directement utilisable pour les moteurs Diesel, sans aucune préparation ou modification. Un projet de plantation du Copaiba, à des fins énergétiques, est réalisé en collaboration avec le Département de sylviculture pour permettre des analyses plus poussées.

Ce Département est doté d'un équipement très moderne tel que : des chromatographes en phase liquide, chromatographes en phase gazeuse couplés avec un spectroscope de masse connecté à l'ordinateur (GC/MS Finnigan 4021), des spectromètres IV et UV (Perkin-Elmer 710A, 298), un spectromètre RMN H (Varian EM 360), etc... Il dispose également d'un laboratoire de chimie analytique pour la mesure du pH de l'eau des sols, etc... Pour la détermination des éléments, ce laboratoire comprend également un spectromètre d'émission de Plasma relié à un ordinateur (Jarrel-ASH avec Digital PDP-8).



LE DÉPARTEMENT DE PATHOLOGIE TROPICALE

Pour remplir sa mission d'étude et d'amélioration de la santé humaine en Amazonie, le Département de Pathologie s'articule autour de 2 domaines : d'une part, les vecteurs et agents des maladies, d'autre part, la santé et la nutrition de la population en général.

Pour les maladies, les recherches visent à compléter les connaissances sur l'Ecologie des vecteurs et agents responsables des principales maladies en Amazonie.

Au laboratoire de Leishmaniose et maladie de Chagas (Hanseniase), des vecteurs de transmission ont été

isolés, ex. : des *Phlebotomus sp.*, sur lesquels on étudie la taxonomie, la distribution géographique, ainsi que les mécanismes de l'infection humaine.

Au laboratoire de la Malaria, on examine les moustiques du genre Anophèle (vecteur du Paludisme), leur taxonomie, leur métabolisme, la distribution géographique et ceci grâce en particulier à des cultures d'anophèles.

Pour la première fois on a observé que plusieurs animaux sylvestres et aquatiques étaient eux aussi infestés

et qu'ils devaient être considérés comme un réservoir naturel de microbactéries et un potentiel pathogène pour l'homme.

Les recherches sur les champignons dermatophytes et pulmonaires (très favorisés par le climat chaud et humide) ont montré une impressionnante fréquence d'apparition d'infections humaines (ex. : *Candida albicans*, etc...).

L'état de santé et la nutrition de la population amazonienne font l'objet de recherches depuis la création

de l'I.N.P.A. Plusieurs études ont été réalisées afin de mieux connaître l'ethnologie, les conditions d'hygiène, les infections aux parasites gastriques et la nutrition des habitants.

On a ainsi constaté, entre autres, des déficiences en zinc, vitamine A, carotène, etc..., vraisemblablement dues à l'alimentation peu variée dans cette région où les repas sont constitués de manioc et de poisson mais pauvres en légumes et fruits.

LE DÉPARTEMENT DE SYLVICULTURE TROPICALE

La superficie de la forêt amazonienne en territoire brésilien est estimée à 286.000.000 ha. Cette forêt représente une ressource importante où les recherches sylvicoles n'ont commencé que récemment.

Les premiers essais d'aménagement et d'exploitation d'une forêt amazonienne ont débuté en 1958 à Curua Una (Para) et ont été réalisés par la S.U.D.A.M. (Société d'Etat pour le Développement de l'Amazonie) avec le soutien de la F.A.O.

L'I.N.P.A. a commencé ses essais forestiers à partir de 1962 lorsqu'il a obtenu du Gouvernement de l'Etat un terrain de 10.000 ha de forêt, situé à 25 km de Manaus. C'est la « Reserva Ducké » en hommage au grand botaniste Adolfo DUCKE qui a travaillé dans cette région.

Dès l'implantation d'une infrastructure : pépinière, routes, bâtiments, les essais sylvicoles ont commencé avec la plantation d'une vingtaine d'essences autochtones sur environ 30 hectares, soit sous ombrage, soit en pleine lumière. Depuis 1970, des mesures dendrométriques sont réalisées et répétées annuellement. Les essences les plus prometteuses sont : *Jacaranda paraensis* (Caroba), *Carapa guianensis* (Tatajuba), *Cedrelinga catenaeformis* (Cedrorana), *Scleronema micranthum* (Cardeiro) et *Calophyllum angulare* (Jacareuba).

En 1972, l'I.N.P.A. a reçu du « S.U.F.R.A.M.A. » (organisme d'Etat pour le développement de la zone franche de Manaus), 21.000 ha de forêt situés à environ 60 km de Manaus. Ce terrain nommé Station Expérimentale de Sylviculture Tropicale (S.E.S.T.), est devenu, depuis, la base des nouveaux essais sylvicoles menés par l'I.N.P.A. La Réserve Ducké devient une réserve biologique d'observation mais les recherches déjà lancées y sont poursuivies.

Des études phénologiques ont été réalisées depuis 1965 et concernent déjà une centaine d'espèces. Les observations se font en tenant compte des informations météorologiques. Depuis 1978, elles sont aussi réalisées sur différentes espèces de palmiers. Actuellement 19 espèces sont étudiées.

Des recherches ont également commencé sur les associations botaniques d'espèces forestières, ex. : le Pau rosa (*Aniba duckei*). Les objectifs sont de caractériser la communauté de ces espèces, la formation des asso-

ciations, la distribution des groupes et la fréquence d'autres espèces associées.

Des études physiologiques sont en cours sur des essences autochtones comme : *Dypteryx odorata* (Cumaru), Cardeiro (*Scleronema micranthum*) et Cedrorana (*Cedrelinga catenaeformis*) ainsi que des essences exotiques comme : *Eucalyptus deglupta* et *Gmelina arborea*.

Les objectifs de cette recherche sont de :

- connaître ce qui caractérise le développement des racines dans les phases pépinière et plantation,
- essayer de corrélér ce développement avec les conditions de sol et de luminosité,
- comparer la croissance des essences autochtones de plantation avec celle des mêmes essences de forêt naturelle.

Récemment, l'espèce Copaiba (*Copaifera multijuga*) a fait l'objet d'une recherche orientée sur la production d'huile (en coopération avec le Département de Produits Naturels). Son bois contient une huile végétale qui peut parfaitement être substituée au gazole. Les objectifs sont de :

- trouver la période idéale pour récolter l'huile,
- déterminer la production par arbre,
- essayer de mettre au point une production de l'huile commercialement rentable.

C'est ainsi que sur environ 80 arbres, l'huile est retirée deux fois par an par un trou percé dans le tronc. Les individus donnant d'excellents rendements sont recherchés pour l'amélioration du germoplasme puis l'établissement de plantations à partir de leurs graines.

A partir des études phénologiques, la sélection des arbres portes-graines a débuté en 1981. Sont sélectionnées les essences commerciales locales pouvant être utilisées en plantations. Les travaux ont pour but :

- de chercher et conserver les arbres « portes-graines » avec leurs caractéristiques phénologiques bien connues,
- de rationaliser la récolte des graines et leur stockage,
- de mettre au point des méthodes de multiplication végétative (bouturage, greffage) d'espèces de valeur.

Des plantations d'essences locales et introduites ont été installées récemment à la station S.E.S.T. Elles avaient pour objectif :

- l'enrichissement suivant la méthode des layons en forêt naturelle. Les essences retenues étaient : Andiroba (*Carapa guianensis*) et Cedrorana (*Cedrelinga catenaeformis* ;

- les plantations en plein découvert. Au début, 13 essences ont été plantées dont deux espèces semblent être très prometteuses : Caroba (*Jacaranda paraensis*), Bilinga (*Nauclea diderichii*).

En 1978, ce projet a été élargi grâce à des plantations pilotes d'*Eucalyptus deglupta*, *E. robusta*, *E. tereticornis*, *Gmelina arborea*, Andiroba et Cedroprana. Jusqu'à présent c'est *Eucalyptus deglupta* qui donne les résultats les plus prometteurs. En 1980, se sont ajoutées les essences suivantes : Copaiba (*Copaifera multijuga*), Morototo (*Schefflera morototoni*), Caroba, (*Jacaranda paraensis*). Les écartements sont de 2 m × 3 m, 3 m × 4 m, 4 × 4 m, 5 m. Les placeaux sont de 16 arbres par espèce répétés trois fois. L'objectif de ces plantations est de trouver des essences de reboisement à croissance rapide adaptées aux conditions locales. Actuellement, il est trop tôt pour en tirer les conclusions.

En 1980, a démarré un projet sur l'aménagement de la Forêt tropicale humide. Le but essentiel était de

déterminer le niveau idoine de coupe d'exploitation forestière fournissant un rendement maximum avec un impact écologique minimum.

Le peuplement maintenu sur pied après l'exploitation doit être conduit sylvicolement (avec des études d'accompagnement sur la régénération naturelle) en vue de bien suivre l'évolution de la croissance de bois d'œuvre. Sont, en outre, prévus des essais d'enrichissement (24 ha) et de reboisement (50 ha).

En 1981, trois blocs de 24 hectares chacun ont été matérialisés et inventoriés en plein (à partir de 25 cm de diamètre). Chaque bloc était subdivisé en 6 parcelles correspondant aux différents traitements (témoin et exploitation des espèces suivant différentes intensités d'intervention). Les inventaires ultérieurs devront mettre en évidence l'effet des différentes intensités de coupe sur le milieu et la croissance.

L'inventaire en plein a déjà permis d'identifier la taille idoine des placeaux d'inventaire pour l'ensemble du district de la S.U.F.R.A.M.A.

Ce projet est suivi par plusieurs consultants de la F.A.O. et de l'I.B.D.F. (Institut Brésilien de Développement Forestier).

Le Département peut également être consulté pour des conseils ou des expertises. Ex. : exécution des inventaires (Balbina...), projet avec la « Petrobras » (Compagnie Nationale de Pétrole), pour estimer la biomasse disponible en forêt pour la production d'énergie.

LE CENTRE DE RECHERCHE DE PRODUITS FORESTIERS

Le Brésil est l'un des pays les plus riches du monde en ressources ligneuses naturelles. Le bassin amazonien contient la plus grande réserve de forêt tropicale : 286 millions d'hectares avec une estimation de 25 milliards de m³ de bois. Cependant, ce gigantesque potentiel de la forêt amazonienne est actuellement sous utilisé. Afin de pouvoir accélérer l'utilisation de ses ressources forestières le Centre de recherches des produits forestiers (Centro de Pesquisas de Produtos Florestais - C.P.P.F.) a été créé en 1978 grâce à un investissement d'environ 12 millions de US \$. Ce Centre est considéré comme l'un des mieux équipés du monde et depuis 1982 ses activités se sont encore développées.

Sur plus de 4 000 m² de surface, le Centre comprend des laboratoires d'Anatomie, Entomologie, Pathologie, Chimie et Essais Physiques et mécaniques. Dans un second bâtiment se trouvent diverses installations pilotes, telles que : scierie, menuiserie, une chaîne de déroulage et tranchage, des unités de préservation, de séchage, de fabrication de panneaux de fibres et particules, un laboratoire de finition du bois et d'essai des charpentes.

Ce Centre fonctionne avec un effectif d'une centaine d'employés dont une trentaine de formation supérieure.

L'objectif du Centre est le suivant :

- développer la recherche sur les essences peu ou pas connues,
- transmettre le savoir-faire aux industries du bois de la région.

La Division de Cellulose, Papier et Charbon de bois

La Division de Cellulose et Papier qui existe depuis 1954, ne fait plus partie administrativement du Centre de Recherche sur les Produits forestiers et dépend directement de la Direction de l'I.N.P.A. Elle étudie les conditions d'emploi des bois de la région pour la production de pâte à papier. L'équipement de son laboratoire permet d'effectuer des essais complets de cuisson, défibrage, raffinage, tirage de feuilles, analyse des papiers, blanchiment des pâtes, etc...

Les activités se répartissent comme suit :

- l'utilisation papetière de la forêt amazonienne pour la production de pâtes chimiques, semi-chimiques et mécaniques. Des essais en laboratoire et semi-industriels sont faits sur des essences individuelles ou en mélange ;

Photo Vantomme.

Dans l'atelier de la Division de cellulose, papier et charbon de bois, un lessiveur.

— la détermination des caractéristiques papetières des essences de reboisement à croissance rapide introduites ;

— l'étude de diverses autres matières premières comme la bagasse, les noix du palmier Babaçu (*Orbignya martiana*)...

Récemment, et avec l'appui de la Division Chimie-Energie du C.T.F.T., des recherches sur la carbonisation et la pyrolyse du bois ont été entreprises. Le laboratoire effectue également des recherches sur la qualité du charbon de bois produit dans la région de Manaus.

La Division d'Anatomie

La tâche fondamentale de la Division d'Anatomie est de définir la constitution anatomique et l'identification des bois de la région, aussi bien par les moyens classiques de micro et macroscopie que par des moyens modernes comme l'analyseur d'images automatique (système Microvidéomat de Zeiss muni d'un micro-ordinateur). Sa xylothèque contient environ 2 500 échantillons de différentes espèces d'arbres de la région. Cette division effectue des vérifications ou déterminations de l'identité des bois qui lui sont confiées par les industriels ou les particuliers.

La Division Essais et Emplois des Bois

Le laboratoire d'essais physiques et mécaniques est équipé de 4 machines d'essais mécaniques (Instron) reliées à un Ordinateur Digital PDP II-34 pour assurer les essais.

Les normes utilisées sont : ASTM, COPANT et la Norme française. Des essais sont effectués sur des échantillons de bois sain et exempt de défauts ainsi que sur des poutres en vraie grandeur. Cette Division étudie les caractéristiques physiques et mécaniques des bois de la région, ainsi que les problèmes qui se posent pour les différentes utilisations : construction, ameublement, palettes, menuiserie, etc... Pour la simulation des conditions climatiques, le laboratoire dispose de 5 chambres climatisées, dont la capacité varie de 1 m³ à 50 m³.

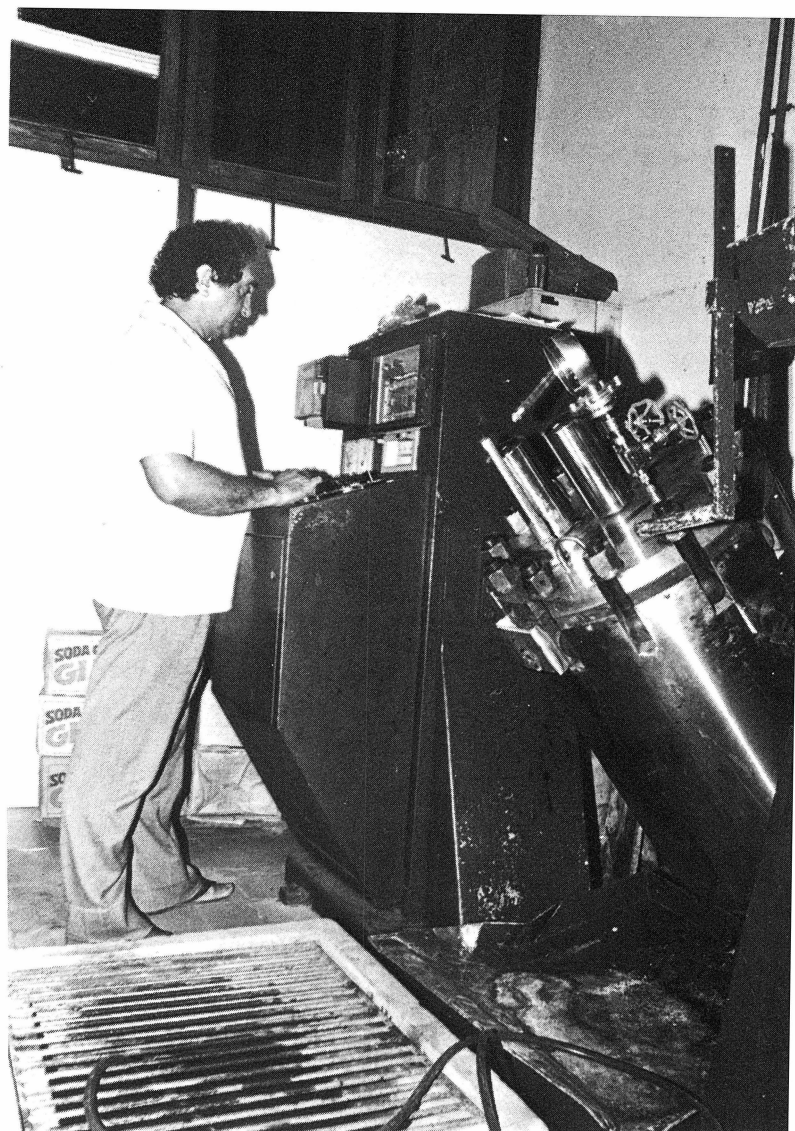
La Division de la Préservation et Séchage

La Division de « Préservation et Séchage » a pour objectif l'étude du séchage et de la préservation du bois contre les actions des insectes et des champignons, à chaque stade de son utilisation.

Les travaux de recherche concernent :

— l'étude des durabilités naturelles spécifiques des bois dans leurs divers aspects,

— l'imprégnabilité du bois et l'efficacité des produits,



— la connaissance des agents détériorant le bois par l'étude des insectes et champignons (section d'Entomologie et de Pathologie),

— l'étude du comportement des bois pendant le séchage et l'élaboration des programmes de séchage en fonction de l'essence ou du groupe d'essences.

La Division de Chimie

Le laboratoire de chimie étudie la composition chimique des bois et détermine les constituants classiques : cellulose, lignine, cendres, extraits, etc..., le dosage de la silice, le pouvoir calorifique par essai en bombe calorimétrique.

Des essais sont en cours également sur des colles à base de tanin et sur des finitions comme : la peinture, les vernis, etc...

* * *

Dans un deuxième bâtiment, sont groupées les installations de transformation à l'échelle industrielle :

Scierie complète

Elle comprend : scie de tête, déligneuse, dédoubleuse, ponceuse, pour étudier le sciage des bois, améliorer le rendement des sciages, le stellite des lames. La scierie produit des pièces de bois pour les autres Divisions ; elle est aussi utilisée pour des actions de formation.

Menuiserie

Elle prépare les éprouvettes d'essai, elle réalise des objets en bois, des prototypes de meubles, etc...

Installations d'imprégnation

Elles sont de type vide-pressure avec capacité du cylindre de 1 m³.

Séchage des bois

Il est réalisé à l'aide de 2 séchoirs de laboratoire (type Hildebrand) et d'un séchoir industriel d'une capacité de 10 m³.

Installation pour la fabrication de panneaux de particules et fibres

Elle comprend une chaîne de fabrication complète : déchiquetage, raffinage, séchage des copeaux, tamisage, encollage, conformation du mât, presse.

Déroutage et tranchage

Ces installations réalisent l'étuvage des grumes et comprennent une dérouleuse, une trancheuse, un massicot, un séchoir, une encolleuse et une presse.

Section énergie

Elle travaille actuellement sur :

- la production de biogaz par fermentation à l'aide d'un « bio-digester » d'une capacité de 4 m³. Les recherches sont réalisées en coopération avec le Département Agriculture ;
- la production d'électricité par de petites turbines flottantes utilisant la force hydraulique. Ex. : production d'1 kW avec un courant de 1,1 m/s.

La scierie.

Photo Vantomme.



Le C.P.P.F. coopère avec plusieurs Instituts de recherche nationaux, tels que l'I.P.T. (Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo), le L.P.F. (Laboratoire de Produits Forestiers à Brasília), etc...

La Coopération entre l'I.N.P.A. et le Centre Technique Forestier Tropical s'est accrue depuis 1983. Un programme de recherche est mené conjointement entre le C.P.P.F. et la Direction des Recherches sur les Bois du C.T.F.T. Il a pour objectif d'améliorer les connaissances et les possibilités d'utilisation des bois d'Amazonie, tant pour le marché local que pour l'exportation.

Afin d'obtenir un maximum de profit de cette coopération, des essences sont sélectionnées et étudiées par les deux Laboratoires. Une partie des bois étudiés est envoyée au C.T.F.T. sous forme de grumes et plateaux, en vue de leur étude. Les recherches entreprises par les deux Instituts comprennent : les essais physiques et mécaniques, le séchage, la préservation, etc... et les paramètres de mise en œuvre, compte tenu des conditions climatiques différentes au Brésil et en Europe. Depuis 1984, un programme de travail conjoint avec

l'Institut de Recherches de l'Amazonie Péruvienne (I.R.A.P.) a démarré en vue d'étudier les bois communs à l'Amazonie brésilienne et à l'Amazonie péruvienne.

Le Centre participe également avec quelques pays voisins au Projet : « Red de Informacion Tecnologica Latino Americana (R.I.T.L.A.) » sur la promotion des échanges d'informations et technologies entre les pays Latino-Américains. Ce projet est en cours de financement.

Le Département de Technologie du bois participe à des conférences et à des séminaires. Il accueille des stagiaires, forme des Techniciens pour l'industrie du bois, etc... Bien que son installation soit récente, plusieurs publications ont déjà été éditées. S'y ajoutent un catalogue sur une trentaine d'essences de la région de Balbina, un bulletin d'information en langues portugaise et anglaise qui relate les activités du Centre et mentionne les articles publiés sur ces recherches.

Depuis 1985, la coopération entre l'I.N.P.A. et le C.T.F.T. s'étend au domaine de l'aménagement de la forêt naturelle.

*Laboratoire d'essais mécaniques des bois,
• A gauche, une cellule pour les essais de dureté.
• A droite, cellule pour les essais de flexion.*

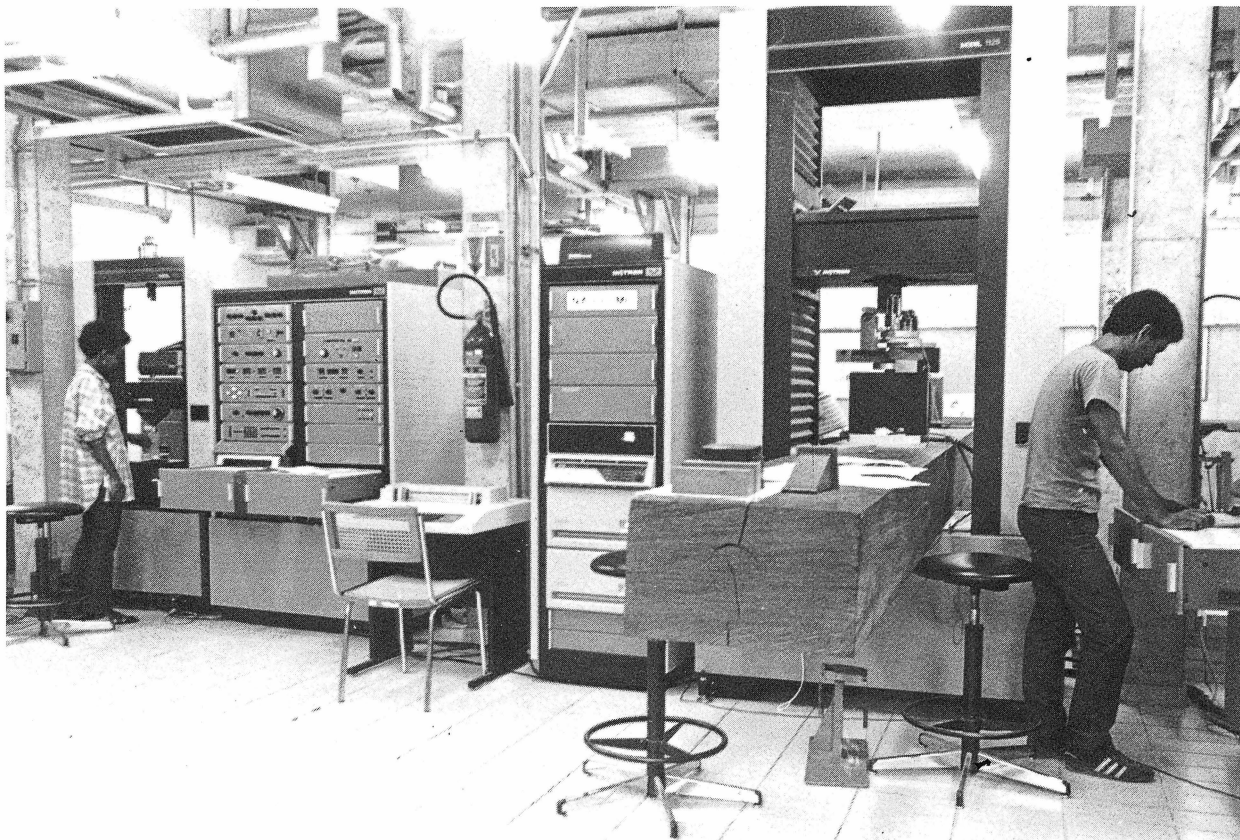


Photo Vantomme.

CONCLUSION

Depuis l'édition de l'article sur l'I.N.P.A. paru dans **BOIS ET FORÊTS DES TROPIQUES** en Janvier 1971, cet Institut a considérablement augmenté ses dispositifs aussi bien par le nombre de ses Chercheurs (8 fois supérieur) que par l'addition de nouvelles lignes de recherche (notamment : agriculture, fructiculture, recherches sur les bois, mammifères d'eau douce, etc...), et que par l'accroissement de ses moyens et de ses équipements.

L'I.N.P.A. a atteint un niveau international. D'abord Institut de recherche d'importance régionale il est devenu un Centre de recherche en sciences naturelles des régions tropicales humides. Ce résultat est confirmé par un nombre croissant d'accords de coopération avec d'autres Instituts de recherche, qu'ils soient de pays développés ou en développement.

La production des publications devient impressionnante et sa participation est de plus en plus fréquente dans les consultations et échanges scientifiques sur les plans national et international.

Actuellement, il reste encore beaucoup à étudier car l'on n'en est encore qu'au début de la compréhension des relations complexes qui maintiennent l'écosystème amazonnant, si impressionnant par sa grandeur mais également très fragile vis-à-vis de l'action de l'homme, colonisateur, qui veut mettre en valeur le plus tôt possible les richesses naturelles et minérales.

Le grand défi de l'I.N.P.A. sera de donner des orientations pour une coexistence durable entre la nature et les activités de la mise en valeur de l'homme avant qu'il ne soit trop tard.

Manaus. — Embarquement de bois à destination du C.T.F.T., en vue d'étude.

Photo Vantomme.

