

AMT 1206
AINFO 19c
Cx1 RT
1/7/2004

CIRAD

Centre de Coopération Internationale en
Recherche Agronomique pour le Développement
Direction Générale : 42, rue Scheffer
75116 Paris - FRANCE
Tél. : 47 04 32 15 / Tlx : 648 729F / Télécop. : 47 55 15 30

PRIFAS

ACRIDOLOGIE OPÉRATIONNELLE - ÉCOFORCE® INTERNATIONALE

Département GERDAT - Centre de Recherche CIRAD
Avenue du Val de Montferrand
BP 5035 - 34032 Montpellier Cedex 1 - FRANCE
Tél. : 67 61 58 00 / Tlx : 480 762 CIRAD / Télécop. : 67 41 09 58

D. 405

MISSION CONJOINTE NMA/PRIFAS D'ÉTUDE ET DE PROSPECTIVE DANS LE SUDESTE DU BRESIL du 27 octobre au 10 novembre 1990

par

Arnaud-Xavier	BOURASSET
Caroline	COSTE
Géraldine	GARCIA
Jérôme	GIGAULT
Michel	LAUNOIS
Annie	MONARD-JAHIEL



Montpellier, avril 1991

IVO PIEROZZI JUNIOR
Matr. 256.789

LISTE DES SIGLES

CETESB	Companhia de tecnologia de saneamento ambiental (São Paulo)
CIRAD	Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (Paris)
EMBRAPA	Empresa brasileira de pesquisa agropecuaria (Brasilia)
INPE	Instituto de pesquisas espaciais (São Jose dos Campos)
NMA	Nucleo de Monitoramento Ambiental e de recursos naturais por satélite (Campinas)
PRIFAS	Acridologie opérationnelle - Ecoforce® internationale (Montpellier)

* *
*

BOURASSET A.-X., COSTE C., GARCIA G., GIGAULT J., LAUNOIS M. et MONARD-JAHIEL A., 1991.—

Mission conjointe NMA/PRIFAS d'étude et de prospective dans le Sudeste du Brésil, du 27 octobre au 10 novembre 1990.— D. 405, CIRAD-PRIFAS : Montpellier.— 27 p. (Doc. multigr.).

Mots-clés : PRIFAS, NMA, Brésil, Sudeste, rapport de mission, coopération.

© CIRAD-PRIFAS, 1991

REMERCIEMENTS

Les six participants français à cette seconde mission conjointe franco-brésilienne remercient très vivement leurs homologues brésiliens pour les choix écologiques effectués, qui leur ont permis d'observer un transect agro-forestier, de la mer jusqu'à 2 600 m d'altitude, pour la parfaite organisation qui a prévalu tout au long de leur séjour et pour leur chaleureuse et souriante disponibilité.

Ils remercient plus particulièrement le Dr Ivo PIEROZZI Jr, planificateur du voyage, et le Dr E. E. DE MIRANDA, Directeur du NMA, qui a rendu possible cette mission.

* *
*

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES SIGLES	II
REMERCIEMENTS	III
TABLE DES MATIÈRES	V
INTRODUCTION	1
1. OBJET DE LA MISSION	1
2. LISTE DES PARTICIPANTS	1
2.1. Participants français (CIRAD/PRIFAS)	1
2.2. Participants brésiliens (EMBRAPA/NMA)	2
3. PROGRAMME ET ITINÉRAIRE	2
4. APERÇU DES MILIEUX DU SUDESTE BRÉSILIEN	3
4.1. Les milieux naturels rencontrés	6
4.1.1. La zone côtière <i>sensu stricto</i>	6
4.1.2. La Serra do Mar	7
4.1.3. La vallée du Rio Paraíba do Sul	7
4.1.4. La Serra do Mantiqueira	8
4.1.5. L'intérieur de l'État de São Paulo	9
4.2. Les milieux cultivés et les industries agro-alimentaires	9
4.2.1. L'usine São João Sugar Mill	10
4.2.2. L'usine CITROSUCO	11
4.3. Protection, dégradation et restauration des milieux naturels	12
4.3.1. Les parcs nationaux	12
4.3.2. La surexploitation agricole	12
4.3.3. La pollution industrielle	13
4.3.4. La préservation des espaces verts urbains	13
5. LES INSTITUTS DE RECHERCHE	14
5.1. L'INPE	14
5.2. Le CETESB	15
5.3. Le N.M.A.	18
6. PERSPECTIVES DE COOPÉRATION N.M.A./PRIFAS	18
6.1. Acridologie	18
6.2. Écologie opérationnelle	18

CONCLUSION	19
LISTE DES FIGURES	
Figure 1 Le Brésil : limites administratives	4
Figure 2 Itinéraire de la mission et principales étapes	5
ANNEXES	
Annexe I Liste des personnalités rencontrées	21
Annexe II Documents consultés	25

* *
*

INTRODUCTION

La mission NMA/PRIFAS qui s'est déroulée du 27 octobre au 10 novembre est la seconde de ce type réalisée en 1990 (BALANÇA *et al.*, 1990). Elle s'inscrit dans le cadre des relations de coopération établies depuis 1982 avec les organismes de recherche agronomique brésiliens, et plus particulièrement avec l'actuel NMA (Núcleo de Monitoramento Ambiental e de recursos naturais por satélite), créé au printemps 1989, et son Directeur, E. E. DE MIRANDA. Elle a permis une nouvelle rencontre entre des membres du PRIFAS et ceux du NMA. Ces derniers ont présenté les différents types de milieux naturels du Sudeste brésilien, leur mise en valeur agricole et certaines activités agro-alimentaires affiliées. Les dégradations des milieux, liées à l'ancienneté de la surexploitation agricole et à l'actuelle surindustrialisation, ainsi que certains des organismes qui contribuent à leur restauration ou à leur protection, ont fait l'objet de visites plus thématiques. Enfin, de nouvelles voies de collaboration ont été prospectées.

1. OBJET DE LA MISSION

La mission avait deux objectifs intermédiaires :

- Faire découvrir une région tropicale humide depuis longtemps mise en valeur par l'agriculture (zone des plantations de café les plus importantes au début du XIXe siècle), très urbanisée (mégalo-poles de Rio de Janeiro et de São Paulo) et concentrant, dans la zone de São Paulo, près de 100 000 entreprises industrielles ;
- Permettre la rencontre de deux équipes (dont certains membres se connaissent de longue date) autour de thèmes écologiques évolutifs, appartenant aux préoccupations de l'une et pouvant s'inscrire dans celles de l'autre.

Le voyage, envisagé en avril 1990 par les responsables des deux équipes, a été entièrement conçu et organisé par le NMA ; le PRIFAS a financé les frais de déplacement et les dépenses concernant son équipe.

La durée de la mission a été suffisante pour avoir un aperçu de la diversité des milieux naturels et anthropisés des États de Rio de Janeiro et de São Paulo, dans la région du Sudeste (Fig. 1) ; elle a aussi permis le développement de relations professionnelles et amicales entre les participants des deux équipes. L'étude de certains milieux n'a pas pu être approfondie en un temps si court ; en particulier, les récoltes acridiennes ont été très limitées. Mais l'objectif principal a été atteint : engager les deux équipes sur une même série d'études bio-écologiques afin de préparer des actions de coopération scientifique de plus grande envergure.

2. LISTE DES PARTICIPANTS

2.1. Participants français (CIRAD/PRIFAS)

Michel LAUNOIS, Écométhodologiste, Responsable du PRIFAS,
 Arnaud-Xavier BOURASSET, Responsable administratif et financier,
 Caroline COSTE, Informaticienne,
 Géraldine GARCIA, Secrétaire,
 Jérôme GIGAULT, Économéricien,
 Annie MONARD-JAHIEL, Éco-acridologue.

2.2. Participants brésiliens (EMBRAPA/NMA)

Evaristo Eduardo DE MIRANDA, Écologue, Directeur du NMA,
 José Renato Figueira CABRAL, Socio-économiste,
 José Paulo FRANZIN, Agronome,
 Joao Alfredo MANGABEIRA, Agronome,
 Luiz Eduardo MANTOVANI, Morphopédologue,
 José Roberto DE MIRANDA, Écologue,
 Ivo PIEROZZI Jr, Entomologiste.

3. PROGRAMME ET ITINÉRAIRE

- 27 octobre 1992** Départ de Montpellier. Trajets Montpellier-Marseille puis Marseille-Madrid. Nuit à Madrid.
- 28 octobre** Trajet Madrid-São Paulo avec escale à Rio de Janeiro. Arrivée à 19 h à São Paulo. Accueil par les homologues du NMA. Trajet nocturne São Paulo-São José dos Campos (100 km).
- 29 octobre** Visite de deux centres de l'INPE, à São José dos Campos puis à Cachoeira Paulista (100 km). Trajet Cachoeira Paulista, (Parc National d'Itatiaia) (100 km).
- 30 octobre** Visite du Musée du Parc et d'une orchideraie, et déplacements pédestres dans la forêt tropicale de piedmont. Trajet en car (70 km) vers le Pic des Aiguilles noires (2 781 m).
- 31 octobre** Déplacements pédestres à travers les différentes formations végétales d'altitude. Prélèvements acridiens. Trajet Parc National d'Itatiaia - Rio de Janeiro (250 km).
- 1er novembre** Visite de Rio de Janeiro. Montée au Corcovado, à 700 m au-dessus de la cité. Déplacements pédestres dans le Parc National de Tijuca (plus grand parc urbain du monde). Observation des espaces verts protégés du haut du Pain de Sucre.
- 2 novembre** Visite du Jardin botanique de Rio de Janeiro.
- 3 novembre** Trajet Rio-São Paulo (500 km) par la route côtière, au pied de la Serra do Mar, avec arrêt à Parati, déplacements pédestres dans le Parc National de Bocaina et visite de la fazenda Picinguaba (exploitation et transformation traditionnelles du manioc). Traversée de la Serra do Mar.
- 4 novembre** Visite du centre historique de São Paulo.

- 5 novembre** Visite du centre d'avertissement des risques écologiques et de restauration des milieux endommagés (CETESB) puis de ses réalisations dans la Serra do Mar, à Cubatão (50 km).
Déplacements pédestres dans une mangrove et dans une île tropicale.
Trajet Cubatão-São Paulo-Campinas (180 km).
- 6 novembre** Trajet Campinas-Araras (80 km) et visite de l'usine de transformation de canne à sucre São João.
Trajet Araras-Matão (300 km) avec arrêt dans la forêt de Santa Rita do Passa Quatro (arbre bimillénaire) et prélèvements acridiens.
- 7 novembre** Visite de l'usine CITROSUCO PAULISTA S.A. de Matão (fabrication de jus d'orange).
Visite du Projet-pilote de la Mairie (alimentation des enfants des écoles avec utilisation de produits dérivés du soja).
Trajets Matão-Campinas (200 km) et Campinas- Jaguariúna (20 km).
- 8 novembre** Visite du N.M.A., à Campinas. Rencontre de l'ensemble de l'équipe (une quarantaine de personnes) et entretiens avec les différents homologues.
Visite de l'observatoire astronomique (conçu pour des observations du ciel à l'œil nu) du Capricorne, à l'Université de Campinas.
- 9 novembre** Réunion de synthèse au N.M.A.
Trajet Campinas-São Paulo (100 km).
Trajet São Paulo-Madrid avec escale à Rio de Janeiro.
- 10 novembre** Escale à Madrid. Trajets Madrid-Marseille puis Marseille-Montpellier.

Environ 2 100 km ont été effectués dans les États de São Paulo et Rio de Janeiro. La figure 1 situe la région Sudeste au sein du Brésil ; l'itinéraire est donné par la figure 2.

4. APERÇU DES MILIEUX DU SUDESTE BRÉSILIEN

La région Sudeste du Brésil (Fig. 1) couvre une superficie de 924 935 km², soit environ 11 % du territoire national, et regroupe les États d'Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro et São Paulo. D'après des estimations de 1985, la population totale de la région Sudeste serait de 63 millions d'habitants, soit 44 % de la population brésilienne, répartis en 56 millions de citadins et 7 millions de ruraux. Onze villes comptent plus de 500 000 habitants, dont Rio de Janeiro (6 millions) et São Paulo (10 millions). La densité au km² est de 68 habitants dans le Sudeste, alors qu'elle est en moyenne de 15 pour l'ensemble du territoire.

La région Sudeste est constituée de deux plateaux, l'atlantique et le méridional, comportant l'un et l'autre des chaînes de montagnes (Serra de Paranapiacaba, Serra do Mar, Serra da Canastra et Serra da Mantiqueira) culminant à 2 700 m d'altitude. Ces massifs montagneux sont très riches en gisements minéraux. Une plaine littorale, étroite dans certaines parties côtières, est plus développée au niveau de Rio de Janeiro et au sud de São Paulo. Il existe deux principaux bassins hydrographiques : celui du São Francisco et celui du Parana ; l'eau qui tombe sur le versant ouest de la Serra do Mar parcourt plusieurs milliers de kilomètres alors que son point de chute est à moins de 100 km de l'Océan. L'intérieur de la région est formée de plateaux très fertiles, autrefois terre d'élection du café.



Fig. 1.— Le Brésil : limites administratives

Le Sudeste possède un climat variant de tempéré à chaud mais toujours humide, avec des précipitations comprises entre 2 500 et 5 000 mm par an selon le relief et la proximité de la mer. C'est la zone tropicale humide par excellence, initialement caractérisée par sa forêt ombrophile.

Actuellement, les milieux naturels sont réduits, limités aux zones d'accès difficile. En effet, l'occupation humaine fort ancienne a entraîné d'importantes déforestations, d'abord pour l'agriculture, puis sous l'effet de l'industrialisation et de l'urbanisation ; la région Sudeste est caractérisée par son triangle industriel São Paulo (et son port, Santos)-Rio de Janeiro-Belo Horizonte.

4.1. Les milieux naturels rencontrés

Deux des quatre États du Sudeste, celui de São Paulo et celui de Rio de Janeiro, ont été parcourus durant la mission (Fig.2) ; l'itinéraire suivi peut être restitué selon un transect d'Est en Ouest allant de la mer au point le plus élevé de la Serra do Mantiqueira, le Pic des Aiguilles Noires (2 781 m). L'intérieur de l'État de São Paulo, qui débute de 50 à 100 km à l'ouest de sa capitale, a également été visité ; c'est une région essentiellement agricole.

4.1.1. La zone côtière *sensu stricto*

La côte présente un littoral sableux, le plus souvent réduit à une bande très étroite, comme c'est le cas tout le long de la Serra do Mar. Autour de la ville de Rio de Janeiro (cf § 4.3.4.), elle s'élargit en une petite plaine littorale ; plus au Sud, se rencontre une immense baie (Baía de Sepetiba et Baía da Ilha Grande), partiellement fermée par un cordon sableux (Restinga de Marambaia), et dans laquelle fourmillent de nombreuses îles (plus de 300) ; la route joignant Rio de Janeiro à Santos permet de découvrir ces paysages qui constituent la "Côte verte". Des arrêts ont été faits dans la forêt littorale, ou tropicale pluviale atlantique (Mata atlantica), qui occupe les versants orientaux de la Serra do Mar (cf § 4.1.2.), dans une mangrove et dans l'île tropicale qu'elle entoure, ainsi qu'à Parati (village classé, cf § 4.3.4.). Le site et les installations (issues de la coopération avec l'Allemagne fédérale) d'une centrale nucléaire qui n'a fonctionné que quelques mois, ont été aperçus à Angra do Reis, à 130 km au sud de Rio de Janeiro.

Plus qu'un déplacement terrestre, une expédition amphibie a été effectuée dans une mangrove, au pied de la Serra do Mar, non loin de Cubatão. À marée basse, le milieu est relativement praticable (15 à 20 cm d'eau au-dessus d'une couche vaseuse) ; il se caractérise par la monotonie de son couvert végétal, exclusivement constitué de palétuviers. On circule entre les branches basses, en enjambant les contreforts racinaires et en butant dans les pneumatophores (racines respiratoires) de ces arbres, spécifiques aux milieux halotrophes à important débattement hydrique. Une seule espèce animale a été observée : un crabe arboricole. Au-delà de la mangrove, une zone de graminées (2 espèces) et de cypéracées (3 espèces) a été traversée pour atteindre une île tropicale située légèrement au-dessus du niveau de la mer et qui bénéficie d'une alimentation en eau pluviale, donc douce. La zone herbeuse intermédiaire, dont le tapis végétal a une hauteur moyenne comprise entre 1,50 et 2 m, est en milieu saumâtre puisqu'elle est inondée par la mer à marée haute, mais bénéficie d'un apport d'eau douce par ruissellement en provenance de l'île. Cette dernière est le résultat d'un événement géologique récent (10 000 ans au plus) qui a conduit à l'émergence d'une lentille sablonneuse au sein de la mangrove. Elle a été colonisée par de nombreuses espèces végétales, arborescentes et lianescentes, ainsi que par des fougères et des épiphytes

(Broméliacées et Orchidacées) ; la formation résultante est une forêt, installée sur un banc de sable bien drainé. L'île n'est recouverte par la mer que quelques jours par an, lors des marées d'équinoxe. Protégée par la mangrove et la ceinture de graminoïdes, l'île, appelée "resting", n'a été découverte par les chercheurs du CETESB (cf § 5.2.) que très récemment ; ils estiment que moins d'une centaine de personnes y ont pénétré et elle constitue une zone résiduelle très protégée. En effet, la diversité floristique, en particulier celle des micro-orchidées, pourrait entraîner un pillage systématique par des collectionneurs sans scrupules.

4.1.2. La Serra do Mar

La Serra do Mar est une montagne côtière qui s'étend de la zone de Santos jusqu'au sud de Rio de Janeiro, où elle est prolongée par un contrefort, le Tijuca. Très industrialisée et polluée au sud (zone de Cubatão et Santos cf § 4.3.3.), elle a fait l'objet de mesures de protection avec la création de parcs (Bocaina, Tijuca) et la restauration de milieux dégradés (cf § 4.3.3. et 5.2.).

Aux confins des États de São Paulo et de Rio de Janeiro, se situe, dans la Serra do Bocaina (chaînon de la Serra do Mar), un parc de même nom, qui couvre 60 000 hectares. Il est entouré par 30 000 ha de zone périphérique. Son altitude varie de 0 à plus de 2 000 m. Son couvert végétal est essentiellement constitué d'une forêt primaire très humide (liée à des précipitations de l'ordre de 2 500 mm par an) qui occupe les versants parfois très abrupts de la chaîne ; le sol y est détrempé, les feuilles tombées subissent un recyclage actif et les épiphytes sont très nombreuses. La diversité spécifique est importante. Afin que soit perçue l'originalité d'une telle formation végétale, un rapide parcours terrestre a été effectué en empruntant un étroit et sinueux chemin, glissant et spongieux, à la limite de la recolonisation par la luxuriante flore environnante. La très forte humidité atmosphérique s'exprime par la présence d'un brouillard quasi permanent.

4.1.3. La vallée du Rio Paraíba do Sul

La vallée du Rio Paraíba s'étend entre la Serra do Mar et la Serra do Mantiqueira. Depuis très longtemps, elle constitue l'axe reliant São Paulo à Rio de Janeiro. Au début du XIXe siècle, cette vallée fut l'une des plus riches zones de plantations de café du pays. Puis elle s'appauvrit et la culture du café se déplaça vers l'Ouest, où les terres agricoles étaient encore vierges et fertiles. Elle représente toujours un axe routier important, le long duquel se sont implantées diverses industries et entreprises du secteur tertiaire ; c'est dans cette vallée, à São José dos Campos et Cachoeira Paulista, qu'ont été visités deux centres de l'INPE (cf § 5.1.). La végétation originelle, de type forêt tropicale humide, a complètement disparu et ne se maintient plus que sur les premiers contreforts des deux chaînes montagneuses. L'agriculture semble relativement peu pratiquée (îlots de canne à sucre de loin en loin), mais l'élevage est omniprésent. Des reforestations, aujourd'hui critiquées, ont été entreprises, et il est fréquent d'apercevoir ou de traverser des bosquets d'eucalyptus.

4.1.4. La Serra do Mantiqueira

La Serra do Mantiqueira est un massif montagneux, situé aux confins des États de São Paulo, de Rio de Janeiro et du Minas Gerais. Ce massif, quasiment parallèle à la Serra do Mar, est composé de plusieurs chaînons séparés par de hautes vallées ; la région d'Itatiaia y a été découverte au XIXe siècle, à l'époque de toutes les grandes expéditions scientifiques. De très nombreux travaux botaniques, géologiques, zoologiques, ont été réalisés depuis sur l'ensemble de la Serra do Mantiqueira. L'idée d'y créer un parc national a été émise en 1913 et le Parc d'Itatiaia a finalement vu le jour en 1937 ; il fut le premier parc national brésilien. Sa superficie était alors de 12 000 hectares et elle fut portée à 30 000 ha en 1972. Son altitude est comprise entre 800 et 2 787 m (Pico das Agulhas Negras). Étant donné les gradients altitudinaux et pluviométriques (1 800 à 2 500 mm de précipitations par an), diverses formations végétales s'y rencontrent successivement :

1. La forêt tropicale de piedmont, assez ouverte ; au-dessus de la canopée émergent l'"Ipe", arbre symbole du Brésil (*Tabebuia ochracea*), et les palmiers (dont *Euterpes edulis*) ; cette forêt constitue une zone instable, en cours de régénération.
2. La forêt primaire plus fermée, plus humide, au couvert dense ; les mousses et les Aracées y sont abondantes.
3. La forêt tropicale d'altitude ou "de brouillard" ; on y rencontre les araucarias (*Araucaria angustifolia* (Bertol.)), les Podocarpus (*P. lamberti* Klotzsch ex Endl.), de nombreuses Éricacées, des sélaginelles ; les lichens, les fougères et les Broméliacées (genre *Tillandsia*) y sont également abondants. La croissance d'une telle forêt est lente.
4. La zone de transition vers les champs d'altitude ; la végétation ligneuse est regroupée en bosquets bas constitués d'arbustes de 2 m au plus (rhododendrons, bambous nains) ; on y observe également des polygalas, des Iridacées, des Éricacées, des sélaginelles, des lichens, ainsi qu'une Broméliacée en rosette, caractéristique de la zone. Les incendies y sont fréquents en hiver.
5. La pelouse d'altitude qui peut présenter différents faciès, à bambous (*Chusquea pinifolia*, dont les feuilles ressemblent à des aiguilles de pin), à Cypéracées ou à cactus ; est également présente une graminée poussant en grandes touffes : *Courtadera modesta*. Dans les zones rocheuses, où l'érosion a créé des formes en boule, s'observent de nombreuses géophytes : une Amaryllidacée et une Apocynacée à fleurs rouges, une Iridacée et une Astéracée à fleurs jaunes.

Les transitions entre les zones 1 et 2, d'une part, 2 et 3, d'autre part sont progressives, liées aux gradients de température et d'humidité ; par contre, la transition est très brutale entre les zones 4 et 5.

Dans la vallée, la forêt tropicale humide primaire a totalement disparu ; les rares zones forestières qui subsistent sont des formations semi-caducifoliées, en raison de la rigueur de la saison sèche hivernale.

4.2.1. L'usine São João Sugar Mill

L'entreprise Sugar Mill possède deux usines distantes de 75 km dans l'État de São Paulo : celle de São João et celle de Santa Terezinha ; la première qui a été visitée est la plus importante des deux et la seule à fabriquer de l'alcool. Sa production annuelle est la suivante :

canne broyée	3 020 000	tonnes
sucre	1 740 000	sacs de 50 kg
alcool	197 471 000	litres

L'usine de Santa Terezinha ne produit par an que 480 000 tonnes de canne broyée et 800 000 tonnes de sucre.

Les surfaces cultivées représentent 46 397 hectares, dont un peu plus de 22 000 appartiennent à l'usine et un peu plus de 24 000 sont loués ; les champs les plus éloignés sont situés à 90 km de São João. En plus des récoltes obtenues sur ces périmètres, 465 000 tonnes de canne sont achetées tous les ans à des producteurs privés possédant 7 500 ha. La récolte moyenne à l'hectare est de 62 tonnes.

Les intrants sont constitués par des herbicides, à raison de 3 kg/ha, et des fertilisants (500 kg/ha), appliqués à trois périodes différentes ; les résidus de culture - chaumes et débris racinaires - (environ 25 kg/ha) sont réutilisés sur place. À l'exception du dodécachlore contre une fourmi, la lutte biologique est préférée à l'usage des insecticides. La préparation du sol est mécanisée, mais les plantations et les récoltes sont manuelles. Les cultures ne sont pas irriguées ; l'eau du fleuve proche est utilisée pour l'épandage des produits.

Ce type de culture pose deux principaux problèmes :

- On ne connaît pas le devenir des résidus chimiques dans les eaux (pertes en engrais par ruissellement et percolation et enrichissement corrélatif des eaux) ;
- Les feux allumés après la récolte créent des nuisances par la fumée dégagée ainsi que des troubles respiratoires à cause de la production de cendres noires et très fines entraînées par le vent.

Des recherches sont menées pour sélectionner des variétés plus productives et résistant aux nématodes, ainsi que pour améliorer les méthodes de lutte contre les maladies (lutte chimique), les insectes (contrôle biologique) et les nématodes. Sur place, sont réalisés des élevages d'insectes parasites des principaux ravageurs de la canne à sucre, la mouche d'Amazonie et un Lépidoptère dont la chenille fore les tiges. Contre ce dernier, on utilise deux agents parasites, un Diptère autochtone et un Hyménoptère importé. Le matériel biologique nécessaire au contrôle est produit de manière industrielle et un ajustement est régulièrement effectué en fonction des besoins du terrain.

Les résidus obtenus par broyage de la canne à sucre sont utilisés pour fournir une partie de l'énergie électrique nécessaire au fonctionnement de l'usine.

En pépinière, les tiges de canne sont coupées en tronçons de 5 à 6 cm, contrôlées (absence de chenilles) et plongées 1/2 heure dans un bain à 50° C puis 1 heure dans un bain fongicide. Elles sont ensuite déposées sur le côté dans des plates-bandes et, quand elles sont bien enracinées, replantées en plein champ ; les nouvelles tiges seront à leur tour débitées en tronçons pour réaliser une multiplication végétative de plus grande ampleur. L'ensemble de ces opérations est manuel.

4.2.2. L'usine CITROSUCO

L'usine CITROSUCO est la plus grande entreprise mondiale de fabrication de jus d'orange. Sa capacité moyenne de traitement est de 16 000 tonnes/jour ; elle atteint près de 17 000 tonnes/j pendant 200 jours par an. Environ mille camions viennent chaque jour livrer leur cargaison ; des contrôles de qualité (teneur en sucre, acidité, quantité de sucre pouvant être extraite) sont effectués sur un petit échantillon de chaque cargaison. L'usine possède 600 camions et passe des contrats avec d'autres entreprises pour que les fruits soient acheminés dans les meilleurs délais.

Les oranges proviennent d'une zone de 100 km de rayon ; à leur arrivée, elles sont soumises à deux types de sélection :

- Un tri manuel sur tapis roulant permet de rejeter les fruits abîmés qui seront deshydratés puis utilisés comme base d'aliments pour animaux ;
- Un laboratoire de contrôle et de recherche effectue des prélèvements afin de vérifier l'origine des fruits, de décrire leur environnement (sol, insolation, vent...) et de déterminer quelles sont les conditions idéales à la production des fruits les plus intéressants pour leur jus.

Le nettoyage des fruits est très dispendieux en eau. Pour limiter les prélèvements et les rejets dans les rivières, donc la pollution, l'eau des fruits et de leur lavage est recyclée ; cela permet de diminuer de 50 % les apports d'eau extérieurs. Au cours de leur nettoyage, les oranges sont plongées dans un bain spécial destiné à éliminer les résidus insecticides, puis brossées ; un deuxième tri manuel est alors effectué. Ensuite, les fruits sont pressés, mais cette opération n'a pas lieu en continu, des séquences assez longues étant destinées au lavage des pressoirs ; un nettoyage plus important intervient toutes les 6 heures.

Des oranges, sont extraits le jus et les huiles essentielles ; les résidus solides (écorce, pépins) entrent dans la composition d'aliments pour animaux. De l'alcool d'orange est également produit ; il est utilisé en mécanique automobile et en agro-alimentaire. Les huiles essentielles sont destinées aux industries alimentaires, cosmétiques et pharmaceutiques.

Quant à la pulpe, récupérée après pressage par filtration du jus, elle est utilisée pour l'alimentation humaine (réintroduction dans le jus, fabrication de farine, base en charcuterie).

Le jus, obtenu par pressage puis filtré, est centrifugé (élimination des plus petites particules solides) puis subit une évaporation afin d'augmenter sa concentration en vue du transport. La capacité de l'évaporateur est de 1 million de litres par heure. Au jus obtenu après évaporation sont ajoutées des huiles essentielles pour l'odeur, et d'autres produits qui répondent à la demande à l'exportation. Le jus produit est stocké à - 13° C, après une réfrigération à l'azote liquide. Le transport se fait à - 10° C jusqu'au port de Santos, dans des camions isothermes.

Une part importante de l'énergie nécessaire au fonctionnement de l'usine (35 %) est fournie par la combustion de débris de canne à sucre. Cela permet de réaliser une économie substantielle en nombre de barils de gazole.

L'usine est fermée de février à avril, période pendant laquelle sont effectués le nettoyage et l'entretien des machines.

Le recyclage de l'eau consiste en une récupération des produits de nettoyage puis en une épuration de l'eau, obtenue par des systèmes fonctionnant en aérobie et en anaérobie (bassins installés sur le site de l'usine).

4.3. Protection, dégradation et restauration des milieux naturels

4.3.1. Les Parcs nationaux

Au cours de la mission, des déplacements terrestres ont été effectués dans trois parcs nationaux, très différents par leur couvert végétal, bien que situés tous les trois dans des zones de montagne au relief accidenté :

- Le Parc national d'Itatiaia (cf § 4.1.4.), dans la Serra do Mantiqueira,
- Le Parc national de la Serra da Bocaina (cf § 4.1.2.), dans la Serra do Mar,
- Le Parc national de Tijuca (cf § 4.3.4.), dans un contrefort de la Serra do Mar et à proximité de la ville de Rio de Janeiro.

Ces trois parcs ont été respectivement créés en 1937 pour le premier, 1961 pour les deux autres. De nombreux aménagements touristiques mais aussi didactiques, sont réalisés dans ces parcs :

- Itinéraires balisés orientés vers la diversité de la flore (plus de 2 000 espèces végétales à Itatiaia) ou vers les curiosités naturelles (nombreuses et spectaculaires cascades à Itatiaia et, pour une moindre part, à Tijuca),
- Construction d'hôtels et de restaurants et réhabilitation de demeures anciennes,
- Musée de la faune à Itatiaia, présentant de nombreux exemplaires naturalisés d'espèces de l'herpétofaune, de l'avifaune (plus de 600 espèces recensées dans le Parc) et de la mammofaune, ainsi que des boîtes d'insectes,
- Serre d'orchidées à Itatiaia,
- Reconstitution d'une ferme traditionnelle (fazenda Picinguaba) à Bocaina, où est pratiquée la culture du manioc et sa transformation en farine à l'aide d'un pressoir ancien en bois,
- Exposition photographique permanente à Bocaina, concernant l'ostréiculture, la mytiliculture et la pisciculture (*manjuba*, *tainha*), les plantes médicinales, les utilisations des palmiers et les indiens Guarani.

Diverses mesures sont appliquées dans le cadre de la législation des parcs ; par exemple, à Bocaina, les peines de deux années de prison ferme normalement infligées aux chasseurs sont commuées en deux années de service dans le Parc.

4.3.2. La surexploitation agricole

La surexploitation agricole est un des facteurs les plus anciens de dégradation des milieux naturels du Brésil.

Les effets de la surexploitation agricole sont liés à deux facteurs principaux, d'une part l'ancienneté de la mise en culture intensive (canne à sucre dès la fin du XVI^e siècle puis café au XVIII^e), d'autre part la fragilité des écosystèmes ainsi perturbés et dégradés que sont les forêts tropicales humides.

La grande fertilité de la bande côtière a favorisé l'expansion des cultures sans nécessiter de pénétration à l'intérieur des terres et tout en facilitant l'exportation de la production grâce à la proximité des ports. Pendant trois siècles, le Brésil fut le premier producteur mondial de canne à sucre. L'autre culture entreprise à grande échelle fut celle du café, dont le Brésil détint le quasi-monopole mondial de production dans le courant du XIXe siècle.

4.3.3. La pollution industrielle

Après la présentation générale du CETESB et de son programme de restauration des milieux dégradés (cf § 5.2.), certains sites du secteur de Cubatão ont été visités. Cubatão appartient au pôle industriel de São Paulo, le plus important du Brésil et même de toute l'Amérique du Sud. L'origine de la création de ce pôle est à rapprocher de l'extension de la culture du café (au milieu du XIXe siècle) ; celle-ci a enrichi la zone et entraîné la création de nombreuses voies de chemin de fer (convergeant vers la ville de São Paulo) ainsi que l'agrandissement et la rénovation du port de Santos qui devint la première place mondiale d'exportation de café. La topographie et l'hydrographie de la zone ont permis la formation d'énergie hydraulique et une conversion industrielle s'est effectuée avec la création d'usines, principalement textiles, le long des voies ferrées et sur l'axe São Paulo-Santos. Par la suite (dans les années 40), il se produisit une diversification progressive, avec l'introduction de l'industrie lourde (sidérurgie, aciérie, industrie automobile et usines d'armement) puis chimique.

Le site de Cubatão présente de nombreux avantages : proximité de la zone portuaire, important réseau ferroviaire et autoroutier, eau et hydro-électricité. Sa présence au sein d'une région montagneuse, la Serra do Mar, entraîne la stagnation de toutes les émissions polluantes d'autant que le couvert nuageux, souvent bas, est quasi permanent (5 000 mm de précipitations annuelles) ; pour une description plus précise et plus exhaustive de ce site, on peut se référer à DURANTON J.-F. & KILIAN J., 1986. La visite des stations de restauration du CETESB s'est faite sous une pluie fine ; les nuages et le brouillard n'ont permis de voir le sommet des montagnes que par intermittence. Par contre, les émanations colorées des cheminées d'usines étaient bien visibles. Il fut également possible d'observer :

- Les silhouettes noires et sans vie des plus grands arbres, dominant la strate arborée le long des lignes de crête,
- Les "trous" dans la forêt, apparus après des glissements de terrain,
- Les essais de régénération de la forêt, peu faciles à cause de la pente, de l'instabilité du sol et de sa pollution,
- Les plantes pionnières réintroduites et leur développement plus ou moins harmonieux,
- Les tests de sensibilité et de résistance des plantes à différents polluants en conditions semi-contrôlées afin de déterminer les meilleures indicatrices et pionnières selon le type et l'intensité de la pollution.

4.3.4. La préservation des espaces verts urbains

C'est la visite de la ville de Rio de Janeiro qui a permis d'observer des exemples de création ou de reconstitution d'espaces verts *intra muros*.

La ville de Rio de Janeiro a été fondée en 1565 ; elle est construite sur la rive ouest de la baie de Guanabara, prise par les fondateurs pour l'embouchure d'un grand fleuve, d'où le nom de la cité. Les quartiers les plus anciens ont été édifiés sur les bords de la baie et non directement sur la côte ; ce choix permettait la création d'un port naturel tout en assurant une protection contre les intrusions.

De part son implantation entre baie, lagune et pains de sucre escarpés, la ville a connu différents problèmes, tant d'ordre sanitaire que d'urbanisation. Au XIXe siècle, l'endémicité de la fièvre jaune a conduit à une démostication massive ainsi qu'à une vaccination systématique, œuvre de Oswaldo Cruz. Par ailleurs, l'importance des pluies (1 000 mm par an) provoquant de nombreux glissements de terrain à partir des collines entourant la ville, des travaux de grande envergure ont été réalisés pour éviter des catastrophes : creusement de tunnels routiers, construction d'immeubles dans des secteurs gagnés sur la mer et aménagement de plages.

À l'intérieur de la ville, de nombreux espaces verts subsistent, souvent parce qu'ils occupent des pentes abruptes : ainsi, des forêts, ayant un statut de forêts classées, sont toujours présentes sur les différents pains de sucre ; certaines sont issues de reboisements récents. Il existe aussi, en arrière de la lagune, un très vaste jardin botanique et, un peu plus loin et toujours en zone urbaine, se visite le Parc national de Tijuca (cf § 4.3.1.).

Le Jardin botanique fut créé au début du XIXe siècle par le roi du Portugal, Jean VI, qui résidait avec sa cour et son gouvernement à Rio de Janeiro, alors capitale du Brésil.

Un autre exemple de préservation en milieu urbain est le classement en monument national, datant de 1966, du village de Parati, dans la Serra da Bocaina. La majorité des habitations, datant du XVIIIe siècle, ont été restaurées et Parati est devenu un village voué à l'artisanat et au tourisme.

5. LES INSTITUTS DE RECHERCHE

5.1. L'INPE

L'INPE est l'institut brésilien de la recherche spatiale. Deux centres ont été visités dans l'Etat de São Paulo : celui de São José dos Campos, qui met en œuvre, réalise et finalise les différents programmes, et celui de Cachoeira Paulista, chargé de l'acquisition et du stockage des données satellitaires ainsi que de la prévision météorologique.

L'INPE possède 29 années d'expérience spatiale dans les domaines de l'ingénierie, de l'application et de la recherche. Cinq satellites sont en cours de construction, dont un en collaboration avec la Chine, et des laboratoires brésiliens sont associés pour les aspects de propulsion, informatisation, capteurs... Les applications concernent surtout la météorologie (centres de prévision), mais aussi la formation par le biais de doctorats et d'une école de l'espace qui accueille les scolaires. La cartographie de l'ensemble du Brésil (zones agricoles, réserves en eau, différents types de couvert végétal, ressources minières...) et une étude plus approfondie de l'Amazonie sont en cours ainsi qu'une "Mission planète-terre" qui regroupe toutes les agences spatiales du monde ; elle est destinée à établir une situation précise de toutes les forêts du globe à partir de la synthèse de 30 années de données satellitaires.

Trois aspects de travaux effectués par l'INPE ont fait l'objet d'exposés spécifiques.

- * La recherche de corrélations entre les variations de la composition des eaux douces et celles de leurs réflectances enregistrées par les satellites, afin de créer une base de données limnologiques. Le suivi de terrain est réalisé par 13 équipes au niveau de 30 stations situées en amont du barrage de Bonita (État de São Paulo). Les prélèvements ont été effectués pendant quatre étés et trois hivers consécutifs et concernent les composés nitrés, le phosphore, la chlorophylle et différentes matières organiques et inorganiques.
- * La cartographie (en fonction de la densité du couvert végétal) des quatre types de forêt tropicale atlantique résiduelle pour chaque carte au 1/250 000e concernée. C'est leur inaccessibilité qui a permis la préservation de lambeaux de forêt, et la cartographie souligne les reliefs les plus accidentés et les pentes les plus escarpées. Ainsi, dans l'État de Rio de Janeiro, la chaîne côtière (Serra do Mar) abrite encore une forêt primaire ; celle-ci a par contre complètement disparu de la région de Bahia où elle a été défrichée au XIXe siècle pour implanter la culture extensive du cacao. Ce projet de cartographie spécifique à la *Mata atlantica*, financé par un fonds non gouvernemental de protection de la forêt amazonienne, a été réalisé en quatre mois par dix personnes appartenant à trois organismes différents momentanément fédérés grâce à l'INPE. Seuls trois atlas de synthèse, originaux et identiques, ont été édités ; ils constituent d'ailleurs plus des œuvres d'art que des documents de travail dans la mesure où les cartes, les légendes et les calques ont été réalisés manuellement.
- * La cartographie de toutes les formes d'anthropisation en Amazonie : élevage, agriculture et défrichements afférents, barrages, exploitations minières (dont les pistes d'atterrissage clandestines liées à la recherche et à l'exploitation de l'or), pollution (y compris celle des fleuves). Les cartes sont réalisées au 1/250 000e à partir de l'imagerie satellitaire (1988) et de photographies aériennes ou d'images radar, quand le couvert nuageux est trop important ou persistant.

5.2. Le CETESB

Le CETESB est un organisme chargé de la surveillance permanente de la qualité de l'air et des eaux, ainsi que de la caractérisation des milieux dégradés par la pollution et de leur restauration. Il constitue le centre d'avertissement et de prévention des risques écologiques et de restauration des milieux endommagés de l'État de São Paulo. C'est une compagnie de droit privé dans laquelle l'État de São Paulo est majoritaire ; elle tire ses ressources des amendes infligées dans le cadre de ses fonctions.

Il existe au CETESB une **cellule d'urgence** très bien équipée (radio, télex, fax, téléphone, dont des lignes directes avec le Ministère de l'Environnement) en relation permanente avec les centres de suivi et de prévision météorologique, d'une part, et les acteurs/opérateurs potentiels de terrain, d'autre part (entreprises de transport routier, pompiers, aviation militaire...). Un système de vigilance fonctionne en permanence en gérant de façon critique les observations reçues pour déclencher, le cas échéant, une réponse adaptée rapide. Cette cellule a été financée en majeure partie par des entreprises privées de reforestation.

Deux principales opérations sont menées : la lutte contre les incendies et la prévention des risques de glissement de terrain dans la Serra do Mar. Elles s'appuient sur les informations pluviométriques fournies toutes les demi-heures ; parallèlement, toutes les observations en provenance du terrain sont colligées et vérifiées. Une table de correspondance entre la nature et l'ampleur de l'accident et les mesures d'urgence à prendre permet l'analyse du risque encouru et l'adéquation du remède.

Deux pièces sont entièrement dévolues à la cellule d'urgence : l'une regroupe tous les moyens de télécommunication précités ; l'autre est une salle d'état major utilisée pour la prise de décisions rapides en situation de risque. Ses murs sont tapissés de cartes thématiques sous-verre montées sur des panneaux coulissants permettant ainsi la localisation précise des accidents et l'évaluation de leurs conséquences sur l'environnement proche.

Le CETESB a également un droit de regard important face à toute nouvelle implantation d'entreprise : à partir des connaissances déjà accumulées, le Centre effectue une analyse du risque potentiel dans le cadre d'une prévention ultérieure et avant de donner son accord à la création. Il délivre donc les autorisations de fonctionnement des usines.

Il s'occupe également de la fiscalisation des entreprises ainsi que des normes et termes de référence écologiques ; des évaluations d'impact sont réalisées en coopération avec la France.

Il existe aussi des programmes de sensibilisation des populations ainsi que des recherches concernant les technologies de stockage et de reconversion des résidus industriels solides et liquides et le contrôle des émissions aériennes.

Les travaux d'une équipe récemment créée, composée de quatre biologistes, quatre agronomes, trois géographes et un géologue, ont été présentés de façon plus détaillée, et principalement deux problèmes prioritaires : **l'effet de la pollution sur la végétation naturelle** et la restauration des forêts dégradées. La Serra do Mar, et plus particulièrement le complexe industriel (sidérurgie, pétrochimie, fertilisants, produits chimiques divers...) et portuaire (plus grand port de l'Amérique du Sud avec 30 km de quais) de Santos font l'objet d'études et de recherches théoriques et de terrain. En effet, cette zone a connu une occupation humaine très ancienne (la première ville date de 1530) et, corrélativement, une importante pression s'exerce sur l'environnement, par prélèvement sur le milieu naturel (bois, cœurs de palmier), par urbanisation (la ville de São Vicente est bâtie sur une ancienne mangrove), par défrichement dans toutes les vallées perpendiculaires à la mer, très exploitées pour les bananeraies au XIXe et au début du XXe siècle. Si l'agriculture a connu un déclin vers 1940, dès les années 1960, les dégradations liées à une importante implantation industrielle se sont surimposées à l'exploitation antérieure. Dans le secteur de Cubatão par exemple, il existe plus de 200 sources fixes de pollution : fluor, oxydes nitriques, dioxyde de soufre, hydrocarbures..., d'autant plus difficiles à gérer que ces émissions restent confinées entre les montagnes. Pendant les vingt dernières années, la forêt a été considérablement dégradée par ces diverses pollutions ; les pluies acides et/ou basiques l'ont partiellement détruite. Cela a entraîné des glissements de terrain (et des ruptures d'oléo et de gazoductes), particulièrement nombreux en 1985. Ces événements, survenant alors qu'on commençait à se préoccuper des nombreux problèmes de santé publique, ont généré une prise de conscience du caractère indispensable de restauration de la forêt sur les pentes, afin de protéger les zones plus basses. Des mesures politiques ont été prises pour que la pollution atmosphérique soit contrôlée (diminution de 236 à 70 tonnes/jour des particules solides des polluants atmosphériques entre juillet 1984 et juillet 1988) et les risques d'érosion et de glissements de terrain prévenus. Parallèlement,

la **restauration de la végétation** a commencé avec, comme préliminaire, l'étude du phénomène de dégradation. Différentes phases se succèdent :

- mort des arbres isolés au-dessus de la canopée,
- mort de tous les plus grands arbres,
- disparition des plantes intermédiaires et des épiphytes par action sélective des polluants (de nombreuses plantes indicatrices ont pu être identifiées) et altération microclimatique (la pénétration de la lumière à l'intérieur de la forêt entraîne la mort des plantes sciaphiles),
- développement des strates inférieures,
- disparition des strates arborées et arbustives,
- développement important d'espèces herbeuses adventices et rudérales, à l'issue desquelles il y a une substitution totale de la végétation primaire et remplacement de la forêt haute et dense par une prairie graminéenne.

Des banques de données concernant la végétation ont été constituées en floristique et phytosociologie d'une part, systématique et écologie végétale d'autre part ; puis, compte tenu des connaissances physico-chimiques des sols déjà acquises, des reboisements ont été entrepris. Traditionnellement, les reboisements se font à partir de plants mais, outre que cette formule est peu opérationnelle pour de grandes surfaces (forêts-galeries dégradées le long de milliers de kilomètres de fleuve, forêts sur pentes escarpées), elle est de plus inadaptée en zone tropicale où les adventices entrent en sévère compétition avec les jeunes plants. La restauration des forêts dégradées est basée sur le semis direct et mécanisé d'espèces pionnières qu'il a fallu préalablement identifier (il s'agit d'espèces héliophiles puisque le couvert végétal primaire a disparu, qui présentent généralement une bonne résistance à la pollution) ; la grande diversité végétale originelle a permis de choisir les espèces les meilleures pour restaurer l'environnement. À terme, une forêt constituée de telles plantes n'est pas écologiquement idéale mais elle permet, dans un premier temps, la stabilisation des sols et le contrôle de l'hydrologie des bassins versants. Aussi, devrait-elle ultérieurement être enrichie en espèces non pionnières, semées en des points stratégiques à partir desquels pourrait se faire une dispersion. La croissance des forêts secondaires est rapide : en six à huit ans, les arbres atteignent 8 à 10 m et on estime que la forêt est stabilisée en 40 à 50 ans.

Le travail de restauration est mené pas à pas, avec beaucoup de vérifications. L'évolution des biogéocénoses identifiées est suivie dans des forêts non polluées, polluées, à pollution contrôlée. Le processus de restauration est souvent compliqué par la pollution des sols et tous les aspects ne sont pas encore maîtrisés. Une étude très complète sur les relations végétation/sol et chimie atmosphérique a été réalisée sur trois années, tant sur le terrain (15 points suivis) qu'en laboratoire (action de différents polluants sur les plantes). Elle a permis de constituer un dossier critique sur les premières reforestations (pins, eucalyptus), d'inventorier les critères de choix des espèces à réintroduire (plantes autochtones, très résistantes à la pollution et produisant beaucoup de semences) et de mettre au point les méthodologies de semis (lâcher aérien, par hélicoptère et surtout avion agricole, de graines enrobées de gélatine destinée à les alourdir - semences très petites, jusqu'à 50 000 dans 1 gramme - et à faciliter leur germination). En 1989, 750 millions de semences ont été épanchées ; 122 millions ont germé et, après 6 mois, 770 000 plantules ont repris. Par rapport à la sylviculture traditionnelle (réintroduction de plants), ce résultat semble inefficace, mais il est économiquement rentable, son coût étant de 20 % inférieur au coût des plantes produites en pépinière.

Les dégradations causées à l'environnement par la pollution industrielle et les travaux de restauration entrepris ont été présentés *in situ*, ainsi qu'une mangrove et l'île tropicale qu'elle entoure et protège (cf § 4.1. et 4.3.3.)

5.3. Le NMA

Le NMA, *Nucleo de Monitoramento Ambiental e de recursos naturais por satélite*, a été créé par le gouvernement brésilien lors de la journée mondiale de l'environnement, au printemps 1989.

Le NMA a pour objectif d'améliorer la gestion du terroir national à partir de sa description exhaustive, obtenue par toutes les technologies actuelles y compris et surtout la télédétection. Pour ce faire, il développe ses propres programmes de recherche.

6. PERSPECTIVES DE COOPÉRATION NMA/PRIFAS

La coopération NMA/PRIFAS pourrait se développer autour de deux axes principaux : l'acridologie et l'écologie opérationnelle.

6.1. Acridologie

Dans le domaine de l'acridologie, deux projets sont à l'étude :

- La publication d'un ouvrage sur le problème acridien au Brésil, complété par une bibliographie exhaustive sur le sujet. Cette publication serait réalisée par le PRIFAS et éditée sous le double label de l'EMBRAPA-NMA et du CIRAD-PRIFAS. Elle est destinée à faire le point sur le problème acridien, au Brésil et dans le monde, à exposer les différentes méthodes de lutte actuellement utilisables ou à l'étude, et à constituer une base documentaire pour la recherche à venir sur ce sujet au Brésil.
- Un projet de recherche EMBRAPA-NMA/CIRAD-PRIFAS, lié aux incidences des modifications de l'environnement brésilien et de l'occupation des terres sur les pullulations de criquets en zone amazonienne. Ce projet serait principalement développé dans les états du Mato Grosso et du Rondonia, zones qui ont été intensivement déboisées pour l'agriculture au cours de ces dernières années et où des pullulations de criquets, en particulier *Rhammatocerus schistocercoides* (Rehn, 1906), se multiplient. L'imagerie satellitaire serait largement utilisée dans le cadre de ce projet afin de réaliser une typologie des habitats potentiels des espèces étudiées et reconstituer leur évolution au cours des dernières années.

6.2. Écologie opérationnelle

La collaboration dans le domaine de l'écologie opérationnelle pourrait se traduire par :

- un appui méthodologique et informatique du PRIFAS auprès de l'équipe du NMA,

- un appui du PRIFAS à un projet NMA de zonage écologique d'une région d'environ 15 000 km² en Amazonie, dans la partie septentrionale du Rio Negro, région forestière à très faible anthropisation. La méthodologie, utilisée par le PRIFAS, depuis de nombreuses années, en Afrique semi-aride, pour mettre en évidence des unités territoriales écologiquement homogènes pourrait être adaptée aux caractéristiques locales brésiliennes. Des observations aériennes et terrestres seraient réalisées et les données fournies par le satellite LANDSAT seraient également exploitées.

CONCLUSION

Cette mission mixte EMBRAPA-NMA/CIRAD-PRIFAS a permis de tester les capacités des agents des deux équipes à travailler ensemble dans des milieux écologiquement diversifiés du Sudeste du Brésil. Dans cette perspective, elle complète celle qui a eu lieu au mois de juillet de la même année dans le Nordeste. Dans les deux cas, l'organisation a été exemplaire et chacun des chercheurs a pu apporter une contribution utile à la compréhension des situations rencontrées. Au total, quinze agents permanents du PRIFAS ont pu participer à ces rencontres exceptionnelles pour mieux comprendre la diversité écologique et humaine du Brésil, se familiariser avec la langue portugaise et ses caractéristiques brésiliennes, imaginer le développement d'actions en coopération, pouvant bénéficier de financements internationaux.

À la suite de ces rencontres très profitables aux deux équipes à tous les niveaux de conception et d'exécution, il a été décidé :

- de mettre tout en œuvre pour finaliser, en 1991, l'édition d'un ouvrage rédigé par M. LECOQ et concernant les problèmes acridiens ainsi qu'une revue bibliographique de tous les travaux sur les criquets ravageurs. Mille exemplaires seront remis au NMA pour qu'il en assure une large diffusion au Brésil ;
- de proposer à la CCE un projet de recherches conjointes en acridologie opérationnelle concernant l'effet des modifications de paysage sur les problèmes acridiens au Brésil. Dans l'hypothèse favorable où un accord interviendrait entre la CCE, l'EMBRAPA et le CIRAD, un début d'exécution pourrait avoir lieu en 1992 ;
- d'apporter un appui méthodologique et informatique au NMA en sollicitant une mission de J. GIGAULT pour préciser les compatibilités informatiques entre le NMA et le PRIFAS ;
- de préciser les termes d'une coopération et d'une évaluation des travaux du NMA en associant, avant la fin de l'année 1991, lors d'une mission du PRIFAS, chercheurs et personnel d'appui ;
- de permettre à J.-F. DURANTON, écobotaniste, d'apporter sa contribution scientifique à un zonage écologique de l'Amazonie, sur le Rio Demene ; cette opération est importante sur le plan méthodologique car elle est susceptible de servir d'élément technique pour préparer l'UNCED-92, la Conférence mondiale sur l'environnement et le développement, qui se tiendra à Rio de Janeiro en juillet 1992.
- de rechercher des complémentarités de compétence pour le soutien d'actions de plus longue durée pouvant bénéficier d'une audience internationale.

LISTE DES PERSONNALITÉS RENCONTRÉES

M. Diogenes Salas AIVES. Departamento de Processamento de Imagens INPE. São Jose dos Campos-SP.

Mme Dalva ALVES. Architecte. Solar Projeto e Construcao Ltda. Bloco B. Sala 223. CEP 70853. Brasilia-DF.

M. José Renato Figueira CABRAL. Socio-économiste. NMA/EMBRAPA. Campinas-SP.

Dr José Ruy Porto de CARVALHO. Secteur Traitement d'images. NMA/EMBRAPA. Campinas-SP.

M. Antonio Carlos CAVALLI. Secrétaire de Mairie. Av. Felice Zambon, 310. 15990. Matão-SP.
Tél. (0162) 824767.

M. Miguel Dragomir Zanic CUELLAR. INPE. Rodovia Pres. Dutra, km 40/SP. CP 01. Cachoeira Paulista-SP.
Fax (0125) 612088. Tél. (0125) 611377.

Dr Roberto Pereira da CUNHA. INPE. Av. dos Astronautas, 1758. CP 515. 12201 São Jose dos Campos-SP.
Tél. (0123)229977. Télex (123)3530.

M. Tasso Franco DRUMMOND. Gerente do Nucleo Picinguaba do Parque Estadoa da Serra do Mar. Secretaria do Meio ambiente. Parati-RJ.

M. José Borges ESCADA Jr. Laboratoire de réception d'images LANDSAT et SPOT. INPE. Cachoeira Paulista-SP.

M. José Paulo FRANZIN. Agronome. NMA/EMBRAPA. Campinas-SP.

M. Luiz Manoel FRATTINI. Directeur du Département d'Education. Mairie de Matao. Rua São Lourenço, 1165. CEP 15990. Matão-SP.
Tél. (0162) 824077.

M. Juan Carlos P. de GARRIDO. Département de l'imagerie satellitaire. INPE. São Jose dos Campos-SP.

Mme Vera Lucia JOAO. Secteur administratif. NMA/EMBRAPA. Campinas-SP.

Mme Eliana KALIL. Ingénieur. Atlas de la forêt amazonienne. INPE. São Jose dos Campos-SP.

M. João Alfredo MANGABEIRA. Agronome. NMA/EMBRAPA. Campinas-SP.

Dr Luiz Eduardo MANTOVANI. Morphopédologue. NMA/EMBRAPA. Campinas-SP.

M. Iris Antonio MARTINS. Gérant de Production. CITROSUCO PAULISTA S.A. Matão-SP.

Mlle Cristina MATTOS. NMA/EMBRAPA. Campinas-SP.

Mlle Renata Ramos MENDOCA. Ingénieur. CETESB. São Paulo-SP.

M. Luiz Carlos MILLER. Usine de transformation de Canne à sucre São João. Araras-SP.

Dr Evaristo Eduardo de MIRANDA. Directeur du NMA. Av. Dr Julio Soares de Arruda, 803. Parque São Quirino. 13085 - Campinas-SP.
Fax (0192)541100. Tél. (0192) 525875.

Dr José Roberto de MIRANDA. Ecologue. NMA/EMBRAPA. Campinas-SP.

Dr Evelyn Marcia Leao de M. NOVO. INPE. São Jose dos Campos-SP.

Mme Vania da Silva NUNES. NMA/EMBRAPA. Campinas-SP.

Dr Ivo PIEROZZI Jr. Entomologiste. NMA/EMBRAPA. Campinas-SP.

M. Sergio Luiz POMPEIA. Ingénieur agronome. CETESB. São Paulo-SP.

M. Antonio Carlos de Lemos RESENDE. Responsable du Secteur administratif. NAM/EMBRAPA. Campinas-SP.

M. Osvaldo José RIBEIRO. Responsable de Laboratoire. CITROSUCO PAULISTA S.A. Matão-SP.

M. Adilsson ROSSETO. Gérant de la Division agricole. Usine de transformation de Canne à sucre São João. Araras-SP.

Dr. Tania Maria SAUSEN. Cot. Treinamento. Cot. Training Geografa. Atlas de la forêt atlantique et de la forêt amazonienne. INPE. São Jose dos Campos-SP.

M. Gilberto José da SILVA. Coordinateur Communication sociale. Usine CITROSUCO PAULISTA S.A. Rua João Pessoa, 305. CEP 15990. Matão-SP.
Tél. (0162) 821711.

M. Ricardo Cartaxo Modesto de SOUZA. Departamento de Processamento de Imagens. INPE. São Jose dos Campos-SP.

M. Fernando Antonio WOLMER. DEO. CETESB. São Paulo-SP.

* *
*

ANNEXE II
DOCUMENTS CONSULTÉS

DOCUMENTS CONSULTÉS

- BALANÇA G., DUBOIS V., FOUCART A., GAY P.-E., GRANDGÉRARD-FREIRE E., GRIMAUX M.-F., LAUNOIS-LUONG M. H., LECOQ M., RACHADI T. & VISSCHER M.-N. de, 1990.— *Mission NMA/PRIFAS d'étude et de prospective dans le Nordeste brésilien. 7 au 23 juillet 1990.*— D. 393, CIRAD-PRIFAS : Montpellier.— 54 p. (Doc. multigr.).
- DURANTON J.-F. & KILIAN J., 1986.— *Mission de consultation au Brésil en écologie opérationnelle auprès de l'EMBRAPA (CNPDA et CPATSA) du 18 février au 12 mars 1986.*— D. 228, CIRAD-PRIFAS : Montpellier.— 54 p. (Doc. multigr.).
- EITEN G., 1970.— *A vegetação do estado de São Paulo.*— *Boletim do Instituto de Botânica n 7, São Paulo : Brasil*, 147 p.
- FERRAO C. & MONTEIRO SOARES J. P., 1989.— *Campos de altitude.* Index Ed., Brésil, 160 p.
- FREY P. & MULLER J., 1982.— *Le Brésil.* Ed. géographiques, Berne, 208 p.
- JORGE PADUA M. T. & COIMBRA FILHO A. F., 1979.— *Os parques nacionais do Brasil.* Edition spéciale de l'I.B.D.F., INCAFO Ed., Madrid, 224 p.
- LAUNOIS M., 1990.— *Mission d'appui en acridologie et en écologie opérationnelle auprès du NMA/EMBRAPA, Campinas - Brésil, du 26 mars au 5 avril 1990.*— D.377, CIRAD-PRIFAS : Montpellier.— 24 p. (Doc. multigr.).
- NEWMAN A., 1990.— *Les forêts tropicales.* Larousse Ed., Paris, 248 p.
- SA MOREIRA C. de, 1981.— *Le Brésil aujourd'hui.* J.A. Ed., Paris, 240 p.
- VALLADÃO A. G.A., 1982.— *Brésil. Autrement, dossier n 44*, 272 p.

* *
*