

ECOFIT

(ECOsystemes et Paleoecosystemes des Forêts InterTropicales)

Michel Servant¹, Pierre Charles-Dominique², Jean-Louis Guillaumet³

Intervention de Michel Servant

Le programme ECOFIT a pour objectif d'évaluer l'impact des changements du climat sur les forêts intertropicales. Rattaché au volet Ecosystèmes terrestres du PIGB, il a débuté en 1992 avec l'appui du Programme Environnement du CNRS et de trois départements de l'ORSTOM (Terre - Océan - Atmosphère, Milieux et activités agricoles, Eaux continentales). Il se développe simultanément en Afrique et en Amérique du Sud, avec une forte participation d'équipes de recherche du Brésil, du Cameroun et du Congo. Son originalité réside dans le fait qu'il associe étroitement les disciplines de l'étude des écosystèmes forestiers actuels et celles qui reconstituent l'histoire des forêts.



Michel Servant (photo P. Audebert)

considérés comme l'état initial et stationnaire à partir duquel on pourrait déterminer leur évolution future.

Approches méthodologiques : comment aborder la complexité des forêts intertropicales en y intégrant une dimension historique ?

Hypothèse de travail : "la mémoire" des écosystèmes forestiers tropicaux

La distribution et la diversité des espèces au sein des massifs forestiers tropicaux, de même que la juxtaposition dans des conditions climatiques similaires de différentes formations végétales, se révèlent souvent difficiles à expliquer par les seuls paramètres de l'environnement actuel. D'où l'hypothèse, formulée de longue date par les biogéographes, que certains caractères des forêts tropicales sont hérités des modifications qu'elles ont subies dans le passé. Les travaux récents apportent de nouveaux arguments en faveur de cette hypothèse. En effet, il est maintenant démontré que les paysages végétaux ont été l'objet de profondes modifications, non seulement aux longues échelles de temps des périodes géologiques, mais aussi aux échelles relativement courtes de la période interglaciaire actuelle (les 10 000 dernières années).

Plus près de nous, les dernières décennies ont révélé que les écosystèmes forestiers tropicaux sont très sensibles aux anomalies climatiques, pourtant brèves, qui affectent épisodiquement certaines régions équatoriales. En 1982-1983, par exemple, une forte sécheresse a eu lieu en Amazonie et dans le Sud-Est asiatique elle a favorisé la propagation de grands incendies, y compris dans les forêts humides.

Il ne fait donc aucun doute que les changements du climat ont laissé des traces durables dans les écosystèmes forestiers actuels et que ceux-ci ne peuvent pas être

Les observations faites sur le fonctionnement des écosystèmes forestiers tropicaux portent sur des intervalles de temps trop courts – quelques années dans le meilleur des cas – pour qu'on puisse appréhender les perturbations qu'entraînent les changements du climat. Cela est d'autant plus évident que la réponse de l'écosystème et de ses différentes composantes n'est pas forcément immédiate.

Néanmoins, les écologistes ont tenté d'introduire une plus large dimension temporelle dans l'étude des forêts tropicales. En comparant des forêts présumées d'âges différents, ils ont montré que les multiples interactions internes à l'écosystème s'expriment globalement, en un lieu donné, par une évolution au cours du temps de différents stades forestiers, depuis les stades de la régénération jusqu'aux stades de la "maturité".

Chacun de ces stades est caractérisé par des indicateurs biologiques ou géochimiques dont certains laissent des traces durables dans les sols ou les sédiments. Il est donc possible de reconstituer les états successifs passés d'un écosystème par l'analyse de ces indicateurs, lorsque ceux-ci sont fossilisés dans la couverture pédologique et/ou les dépôts des lacs ou des marécages.

L'utilisation de ces indicateurs a été faite jusqu'à présent selon des approches essentiellement qualitatives. Il est maintenant nécessaire de quantifier la relation indicateurs-écosystèmes sur une gamme aussi large que possible de paysages actuels. Cela constitue l'un des objectifs du programme ECOFIT.

¹ ORSTOM, 70-74 route d'Aulnay, 93143 Bondy.

² LIRA CNRS 1183 Ecologie générale, 4 avenue du Petit Châteleu, 91800 Brunoy.

³ ORSTOM, Laboratoire de phanérogamie, 213 rue La Fayette, 75480 Paris Cedex 10.

Pour réaliser cet objectif, les recherches abordent l'écosystème forestier à deux échelles spatiales : à l'échelle locale, il s'agit de définir précisément comment un lac, un marécage ou une couverture pédologique enregistrent, de nos jours, les caractéristiques majeures de l'écosystème ; à l'échelle de grands transects géographiques, il s'agit de calibrer les indicateurs d'écosystèmes sur différentes formations végétales actuelles.

Parallèlement, l'analyse des séries climatiques disponibles le long des transects permettra de mieux cerner la variabilité du climat au cours des dernières décennies. Les données ainsi obtenues permettront à terme d'intégrer la relation indicateurs-écosystèmes dans la dynamique actuelle du climat.

Implantations géographiques : une recherche comparative entre l'Afrique et l'Amérique du Sud

Les implantations du programme ont été choisies en tenant compte des connaissances disponibles sur le climat tropical. Trois critères principaux ont été retenus : la variabilité plurijournalière de la température (fréquentes advections d'air polaire froid aux latitudes tropicales sud du Brésil) ; la distribution saisonnière des précipitations (déplacement de la zone de convergence intertropicale vers l'hémisphère d'été) ; la variabilité pluriannuelle des précipitations, en partie corrélée à des anomalies de la température de surface des océans (phénomène El Nino le long des côtes du Pérou).

Six sites pilotes et deux sites complémentaires font l'objet d'études pluridisciplinaires. Dans chaque site pilote, les recherches portent simultanément sur un lac ou un marécage et son bassin versant.

Thèmes de recherche

Afin de relier de manière cohérente les travaux pluridisciplinaires effectués à des échelles locales, le programme est organisé en cinq ateliers thématiques, chacun étant centré sur une question scientifique.

• Atelier 1. Quelle est la variabilité actuelle du climat ? Est-ce qu'il en existe un enregistrement dans la végétation ?

L'objectif est ici de décrire les principales anomalies climatiques des dernières décennies. On en recherchera ensuite d'éventuels enregistrements dans la végétation actuelle, au moins dans quelques sites considérés comme très significatifs (distribution des classes des diamètres des arbres, composition isotopique de la cellulose dans les essences à cernes de croissance...).

• Atelier 2. Quelles sont les relations entre les indicateurs biologiques et géochimiques et les écosystèmes actuels ?

Les recherches portent ici en priorité sur trois indicateurs : les pollens parce qu'ils permettent d'appréhender les états successifs passés de la végétation, les algues siliceuses (diatomées) parce qu'elles enregistrent les changements des bilans lacustres, la composition isotopique de la matière organique parce qu'elle permet de

discriminer savanes et forêts. Parallèlement, d'autres indicateurs biologiques, géochimiques ou sédimentologiques seront au moins localement pris en considération.

• Atelier 3. Quel a été dans le passé le rôle du feu dans la dynamique des forêts tropicales et quels en sont les héritages dans les écosystèmes actuels ?

La présence de charbons de bois fossiles a été fréquemment signalée dans les sols des régions tropicales humides, principalement au Brésil. Elle suggère que les forêts ont été localement et épisodiquement détruites par des incendies. Ceux-ci pourraient avoir été favorisés, comme de nos jours (1982-1983), par des anomalies climatiques sèches. L'étude des charbons (conditions de gisement, âges radiocarbone, déterminations spécifiques) apportera des indications sur la fréquence et l'extension des incendies de même que sur la composition floristique des écosystèmes où ils se sont développés.

• Atelier 4. Est-ce que la forêt transgresse sur la savane ? Depuis quand ? A quelle vitesse ? Et en quoi le phénomène est-il lié aux variations de climat ?

Les recherches, simultanément développées dans un site camerounais et un site brésilien, ont pour objectif d'évaluer la dynamique à moyen/long terme de la limite forêt-savane par des relevés botaniques, géomorphologiques, pédologiques et par l'analyse des enregistrements isotopiques et sédimentaires. Localement, il est possible d'évaluer le déplacement de cette limite au cours des dernières décennies en comparant les photographies aériennes anciennes et les images satellites récentes. L'hypothèse de travail, appuyée par des observations antérieures, notamment en Côte-d'Ivoire, est que la forêt transgresse actuellement sur la savane.

• Atelier 5. Quels sont les changements majeurs des environnements durant le dernier siècle, le dernier millénaire et les dix mille dernières années ?

Les recherches portent principalement sur les enregistrements sédimentaires (carottes lacustres) des modifications de l'environnement. Les indicateurs utilisés dans cette étude (pollens, diatomées, isotopes stables, etc.) seront quantitativement interprétés en fonction des résultats obtenus par l'atelier 2.

Les cinq ateliers sont respectivement animés pour la partie française du programme par J.L. Melice (ORS-TOM), M. Roux (Université de Marseille), J.L. Vernet (CNRS), A. Chauvel et M. Servant (ORSTOM). L'ensemble des recherches réalisées par les équipes africaines, sud-américaines et françaises est coordonné par un comité de programme qui comprendra, en 1993, H. Elenga (Congo), G. Achoundong (Cameroun), trois chercheurs brésiliens et trois chercheurs français.

Utilisation des résultats attendus

Au plan méthodologique, la calibration des indicateurs permettra des progrès significatifs dans deux domaines : l'évaluation quantitative des changements passés des écosystèmes, l'analyse des relations écosystèmes-climat actuel.

D'une manière plus générale, l'évaluation quantitative des modifications passées des écosystèmes forestiers

intertropicaux à différentes échelles de temps permettra de développer des modèles d'évolution de ces écosystèmes et fournira des éléments de vérification des modèles climatiques.

Le programme contribuera à mieux comprendre la biodiversité du milieu tropical humide. En effet, les épisodes passés de régression des forêts font que certaines espèces dont la capacité de dispersion dans les paysages est faible peuvent ne pas avoir encore totalement colonisé l'espace où elles pourraient se développer. Cela expliquerait en partie la complexité de la distribution géographique des espèces à l'échelle d'un massif forestier, mais aussi peut-être à des échelles locales si les écosystèmes ont été perturbés par des incendies au cours des derniers siècles. Enfin, il est possible que les caractéristiques propres des forêts d'Afrique et d'Amérique du Sud soient le résultat d'évolutions passées différentes.

Etat d'avancement

La première année du programme a été consacrée à des observations pluridisciplinaires sur le terrain dans cinq des six sites pilotes. Parallèlement, il a été procédé à la mise en place des ateliers : réunions de travail au Brésil et en France ayant pour but d'harmoniser les méthodes aux interfaces des disciplines, regroupement de moyens humains (notamment au sein des équipes brésiliennes, camerounaises et congolaises), premières campagnes de prélèvements pour calibration des indicateurs d'écosystèmes, inventaire des données disponibles (banque de données climatiques), tests analytiques en vue de préciser l'application de certaines méthodes (carbone 13 de la cellulose des arbres, par exemple).

Les travaux réalisés en 1992 confirment les hypothèses initiales du programme :

- Les grandes tendances de l'évolution des forêts révèlent les composantes zonales et méridiennes de la dynamique à long terme du climat : dans la zone équatoriale, elles ont été opposées de part et d'autre de l'Atlantique durant les huit mille dernières années ; aux latitudes tropicales sud du Brésil, la forêt d'Araucaria s'est déplacée d'environ 400 km vers le sud entre 8000 et 3000 ans BP.
 - Ces grandes tendances sont accidentées par des phases climatiques relativement brèves (quelques siècles) comparables aux sécheresses qui sont actuellement associées aux anomalies de température de surface de l'océan tropical (phénomène El Nino).
 - La transgression actuelle de la forêt sur la savane est confirmée en Afrique et en Amérique du Sud. Elle a débuté après la dernière des plus fortes anomalies sèches, que l'on commence à discerner vers 2500 ans BP en Afrique et Amérique du Sud. Elle pourrait donc s'expliquer par une réponse étalée dans le temps de l'écosystème à une ancienne modification du climat.
 - Les charbons de bois découverts dans les sols (notamment en Guyane et au Cameroun) renforcent l'idée selon laquelle des occurrences climatiques sèches, favorables aux incendies, ont eu lieu au cours des derniers millénaires dans des régions aujourd'hui très humides.
- Ces premiers résultats montrent que la variabilité climatique de la zone tropicale actuellement humide a été plus intense en Amérique du Sud qu'en Afrique au cours des derniers millénaires. Cela suggère que les deux continents pourraient répondre de manière différente aux changements globaux des prochaines décennies. ■

Contact : Simone Servant, Secrétariat scientifique du programme ECOFIT, Laboratoire de géologie, MNHN, 43, rue Buffon, 75005 Paris. Tél. : (33) 1 40 79 34 70 - Fax : (33) 1 40 79 37 39.

PROGRAMME ENVIRONNEMENT

LETTRES DES PROGRAMMES INTERDISCIPLINAIRES DE RECHERCHE DU CNRS

LETTRE DU PROGRAMME ENVIRONNEMENT N° 10

MAI 1993

ACTES DES JOURNÉES
DU PROGRAMME ENVIRONNEMENT DU CNRS

Corganisées avec l'ORSTOM
LYON, 13, 14 ET 15 JANVIER 1993

ÉCOSYSTÈMES INTERTROPICAUX FONCTIONNEMENT ET USAGES

- La Catalogne : une politique de développement de l'environnement
- Appels d'offres
- L'École des mines d'Alès, formation
- Colloques, séminaires, publications
- Les prochaines Journées du Programme Environnement



CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

SOMMAIRE

EDITORIAL , Alain Ruellan	3
ACTES DES JOURNÉES DU PROGRAMME ENVIRONNEMENT	
Introduction aux débats, Rémy Pochat	7
La recherche tropicale au ministère de l'Environnement Programme SOFT, Michel Petit	8
Allocution de Gérard Winter, directeur de l'ORSTOM	11
Les régions intertropicales et les changements globaux, Jacques Fontan	15
La biodiversité dans les systèmes intertropicaux : problèmes et enjeux, Christian Lévêque	26
ASP "Sciences de l'Homme et de la Société", Olivier Herrens Schmidt	29
ECOFIT, Michel Servant	31
SALT, Christian Valentin	34
Compte rendu des ateliers	
Les écosystèmes forestiers, Pierre Charles-Dominique, Jean-Pierre Pascal	37
Les hydrosystèmes continentaux, Christian Lévêque, Jean-Charles Fontes	41
Les écosystèmes littoraux, François Blasco, Jacques Lemoalle, Bernard Salvat	43
Les savanes, zones sahéliennes et déserts, Jean-Claude Menaut, Alain Perrier	46
Activités agricoles, environnement et paysages, Jean Boutrais, Jean Pichot	50
Fonctionnement des sols tropicaux, Adrien Herbillon, Christian Feller	53
Les interfaces entre écosystèmes, Yves Gillon, Bernard de Mérona	56
Questions, perspectives et conclusions, Alain Pavé, Michel Rieu	60
INTERNATIONAL	
La Catalogne, Fabyène Mansencal	67
Nouvelles de l'ambassade de France à Moscou	69
APPELS D'OFFRES	
Environnement, société, entreprises : la nouvelle donne	70
Nouvelles technologies économes en électricité spécifique pour les applications domestiques et bureautiques	72
ECOLES – FORMATIONS	
L'Ecole des mines d'Alès et l'environnement industriel	74
Ecologie et sciences sociales	77
Observation spatiale des phénomènes de surface pour les recherches en environnement	77
Pôle universitaire et scientifique européen de Grenoble	78
COLLOQUES – SÉMINAIRES	
Pollution atmosphérique à l'échelle locale et régionale	79
KIOSQUE	83
LES JOURNÉES 1994 DU PROGRAMME ENVIRONNEMENT DU CNRS	
Environnement, recherche et société : enseignement, communication, culture, expertise	91

PROGRAMME ENVIRONNEMENT DU CNRS

1919, route de Mende, BP 5051, 34033 Montpellier Cedex

Tél. : 67 61 33 02 – Fax : 67 04 50 11

"Lettre du Programme Environnement" n° 10 – Mai 1993

Directeur de la publication : Alain Ruellan, directeur du Programme Environnement

Secrétariat de rédaction : Nicole Jean

ISSN : 1161-6431

Maquette et mise en page : Alter ego (67 57 48 38)

Impression : ITO, 34680 Saint-Georges-d'Orques