



**INCIDENTS CLIMATIQUES ET MODIFICATIONS DE L'ÉCOSYSTÈME
DEPUIS 3000 ANS EN GUYANE FRANÇAISE
ET EN AMÉRIQUE DU SUD**

*Pierre CHARLES-DOMINIQUE¹, Maria-Lucia ABSY²,
Marie-Pierre LEDRU³, Bernard RIÉRA¹, Corinne SARDOU¹
Michel SERVANT³ et Bruno TURCQ⁴*

En Amérique tropicale, la répartition des grands types de végétation est relativement bien corrélée avec celle de la pluviométrie:

- ✓ forêts sempervirentes hyperhumides très grossièrement situées entre les parallèles 6°N et 4°S;
- ✓ forêts plus sèches, au Nord et au Sud de cette zone (mais incluant également le couloir sec amazonien), plus étendue dans la partie Sud;
- ✓ formations ouvertes (cerado, caatinga, savanes) situées encore plus au Nord et plus au Sud. Deux sites répartis dans les limites Nord et Sud de l'Amazonie (Roraima, Carajas), et deux autres dans la zone la plus humide (Guyane à l'Est, et Pérou à l'Ouest), apportent, à partir d'enregistrements sédimentaires et pédologiques des 3000 dernières années, des informations convergentes sur les principaux événements passés. L'exemple de la Guyane sera plus particulièrement discuté, dans la mesure où nous disposons, pour ce site ECOFIT, de données botaniques plus nombreuses.

Les forêts tropicales humides sont composées d'une mosaïque de petites unités juxtaposées les unes à côté des autres, chacune représentant un stade de maturation plus ou moins avancé. Le point initial de ces éco-unités correspond à la chute accidentelle d'un gros arbre, ou chablis, "moteur" de la régénération forestière. Dans l'ouverture ainsi créée démarre une phase d'installation et de croissance de plantes à durée de vie plus ou moins longue. L'évolution de ces unités tend vers une structuration architecturale, du sous-bois à la voûte, liée à la pénétration de la lumière. L'analyse des peuplements végétaux des forêts naturelles traduit assez bien, dans son ensemble, les mécanismes de cette sylvigénèse qui est donc basée sur l'occurrence de petits accidents plus ou moins régulièrement répartis dans le temps et dans l'espace. Cependant, un certain nombre d'anomalies ne trouvent pas d'explications satisfaisantes sur la seule base de ces mécanismes de la régénération, observables actuellement. Il faut donc envisager d'autres types d'explications, faisant intervenir des événements de bien plus grande ampleur pour avoir bouleversé les écosystèmes forestiers en y laissant des traces, longues à disparaître. L'hypothèse des paléoincendies, qui s'appuie sur les découvertes récentes des pédologues et des géologues, permet d'aborder les mécanismes de la régénération forestière et de sa structure sous un nouvel angle, en prenant également en considération des phénomènes apparaissant bien plus rarement que les chablis, à une autre échelle de temps et d'espace.

C O L L E C T I O N

1 Laboratoire d'Ecologie Générale, MNHN, URA 1183, 4 av du petit Château, 91800 BRUNOY
2 CPBO/INPA, Alameda Cosme Ferreira, 1756, C.P. 478, 69083-000 Manaus, Amazonas BRESIL.
3 ORSTOM, 32 av Henri Varognat, 93143 BONDY
4 ORSTOM, Universidade Federal Fluminense, Niteroi, BRESIL

L'analyse qui en découle offre également une meilleure base pour l'interprétation des répercussions d'anomalies climatiques sur les écosystèmes.

La réaction des végétaux étant plus ou moins lente à se réajuster, selon les espèces considérées, il est donc possible d'analyser "l'empreinte" d'événements majeurs, même très lointains, qui auraient laissé une trace dans la végétation actuelle. Cela concerne aussi bien la répartition de formations végétales, la distribution des espèces, la structure des peuplements, ou bien celle des populations.

❖ RÉPERCUSSION D'ÉVÉNEMENTS ANCIENS SUR LA VÉGÉTATION ACTUELLE

Les formations ouvertes, sur roches, appelées localement "savanes roches" sont localisées pour la plupart dans le Sud du pays, entre 100 et 300 Km de la côte (quelques unes existant à 20 Km du littoral). Leur étude par Corinne SARTHOU met en évidence certaines espèces communes aux savanes côtières, mais aussi, d'autres espèces qui leur sont propres, strictement liées à ces formations. De façon manifeste les "savanes sur roches" sont actuellement en phase d'envahissement par la forêt et tous les stades intermédiaires de cette reconquête existent. Cependant, la reprise est lente, nécessitant la reconstitution d'un sol qui est formé, dans ses premiers étapes, à partir des seuls éléments de la roche mère dénudée et des algues cyanophycées fixatrices d'azote (SARTHOU, 1992). La pente et l'intensité des ruissellements retardent considérablement cette recolonisation dont la vitesse est très variable selon la topographie, et probablement nulle dans certaines parties. Il est donc difficile d'estimer l'âge de ces formations ouvertes et surtout celui des zones adjacentes, mais il est vraisemblable qu'elles ont toujours existé (dans la mesure où elles hébergent des espèces qui leur sont propres) et qu'elles ont dû subir des extensions variables au cours du temps. Les épisodes glaciaires ont dû certainement correspondre à leur maximum d'extension, en favorisant le décapage d'une grande partie des sols forestiers préexistants, jusqu'à la roche mère. Après la reprise forestière, les phases plus récentes de sécheresse/incendies ont dû raviver périodiquement ces formations, et donc en maintenir un grand nombre qui, sans cela, seraient probablement déjà refermées.

Les forêts dites "de transition" sont des formations assez basses, à physionomie particulière, le plus souvent installées à la périphérie des "savanes sur roches" (LARPIN, 1993). Leur nom vient du fait qu'elles gagnent du terrain sur les savanes sur roches, et qu'elles en perdent au contact de la grande forêt humide. Cependant, elles hébergent leur propre cortège floristique (près de 200 espèces qui ne se retrouvent pas dans les formations adjacentes), argument permettant de les considérer comme faisant partie d'une formation distincte, et non pas comme un simple gradient de transition. Ces forêts, bien adaptées à certaines contraintes de sécheresse, auraient pu avoir une extension plus importante dans le passé et représenteraient, dans leur répartition actuelle, des poches relictuelles, au même titre que les savanes incluses existant en forêt dans d'autres régions. Deux autres types de formations végétales, les forêts à lianes et les formations à bambous (appelées localement "cambrouses") sont peut-être à classer dans cette catégorie, mais, faute de données précises sur leur dynamique, il est difficile de s'avancer

pour l'instant. Par ailleurs, l'analyse des faunes mammaliennes montre la présence de plusieurs espèces jumelles ne différant que par des caractères subtiles (cuspidé d'une molaire, atrophie d'une dent). Ces espèces ont une biologie pratiquement identique, si ce n'est que, pour chaque paire d'espèces, l'une vit en grande forêt et l'autre dans les zones marginales (bordure des savanes côtières, bordures des marécages côtiers, forêts de transition) (Brosset et al, in press). Ces milieux « marginaux » existeraient donc depuis suffisamment longtemps pour avoir permis une telle spéciation.

Une grande partie des espèces végétales guyanaises ont un mode de dissémination par zoochorie, processus faisant intervenir des vertébrés frugivores capables de transporter leurs graines à grande distance. Cette "image" de la composition floristique actuelle fait plutôt penser à des forêts fréquemment perturbées, composées pour l'essentiel de plantes capables de reconquérir rapidement le terrain. Il existe cependant un petit nombre d'espèces arborées, à faible rayon de recolonisation, non associées à des animaux frugivores (plantes autochones). Ces espèces sont le plus souvent distribuées de façon agrégatives, très hétérogènes, ce qui ne peut pas être expliqué à la lumière des seuls mécanismes de la régénération forestière observés aujourd'hui. L'hypothèse retenue est que ces arbres, à l'occasion des derniers paléo-incendies, auraient été éliminés sur de grandes surfaces et seraient actuellement en phase d'extension, à partir de "microrefuges" épargnés par le feu. Le travail de cartographie des arbres, sur 1 km², entrepris à la station des Nouragues (80 ha déjà répertoriés), met en évidence des zones qui pourraient correspondre à d'anciens "microrefuges" (bas-fonds humides et proximité des sources émergeant des points hauts de l'inselberg). Des études plus fines sur les structures de populations montrent que les vieux individus sont situés au centre de ces agrégats, et les plus jeunes principalement en périphérie.

❖ L'ÉROSION SOUS FORÊT

L'épaisseur de la voûte forestière, la couche de litière, ainsi que le mat racinaire superficiel rendent l'érosion pratiquement nulle dans les sous-bois forestiers, tout au moins pour les éléments grossiers. La perte de matière se fait principalement sous forme de substances dissoutes dans les eaux qui ruissellent ou s'infiltrent (perte de l'ordre d'1 mm d'épaisseur de sol par an). Les lits de cours d'eau sont les seuls endroits où une érosion est observable, principalement au moment des fortes pluies. Des études récentes faites à la station des Nouragues (M. SERVANT), mettent en évidence des terrasses alluviales, tout le long du cours, qui n'ont pu se former qu'à la faveur d'intenses érosions, impossibles à imaginer dans la situation actuelle de couverture végétale. Une première terrasse (basse terrasse, d'1 m d'épaisseur) recouvre des arbres morts sur pied, d'âges variables (4310 à 1390 BP), ainsi que des feuilles mortes (datation en cours), des petits fragments de charbon, et des graines, le tout déposé dans des lits d'argile accumulés en feuillet dans la partie inférieure. Ces graines correspondent principalement à des espèces pionnières, Melastomataceae et *Cecropia obtusa*, *C. sciadophylla*, signe de perturbations importantes de la forêt. Une deuxième terrasse, plus haute (environ 3 m) et plus ancienne ne peut être datée pour l'instant. De telles alluvions n'ont pu se déposer qu'à la faveur d'une érosion intense, ce qui implique nécessairement une déforestation de grande ampleur que, seuls, des incendies peuvent expliquer. L'analyse de la tourbière

située plus en amont (voir poster) montre également les traces de plusieurs épisodes de forte érosion (2 à 3 lits de sables et graviers inclus dans la base de la couche de tourbe).

❖ FEU ET SAISON SÈCHE

L'apparition d'incendies est normale dans les régions périphériques de l'Amazonie où ils peuvent se produire de nos jours, au cours de saisons sèches particulièrement drastiques comme en 1987 dans le sud du Brésil. Par contre le phénomène est surprenant dans les forêts hyper humides comme celles de Guyane où les incendies sont inconnus de mémoire d'homme. Cependant, en une occasion, lors de la saison sèche très marquée de 1992, le feu de certains abattis s'est propagé en forêt sur une dizaine de mètres. Il faut rappeler que c'est pendant la saison sèche, très ensoleillée en Amérique du Sud, que le déficit hydrique est le plus prononcé. C'est donc pendant cette période que les arbres souffrent de pertes en eau et peuvent devenir susceptibles de brûler en cas d'assèchement ou de baisse importante des nappes phréatiques. Les incendies enregistrés en Guyane traduiraient donc des anomalies de la saison sèche, vraisemblablement prolongées sur un plus grand nombre de mois, et cela pendant plusieurs années consécutives pour que les réserves hydriques du sol diminuent.

❖ INCENDIES ET PLANTES PIONNIÈRES

Les incendies se sont-ils produits au cours de longues périodes, ou bien s'agit-il d'événements brefs et rares ? En effet, les charbons servant à doser le taux de C14, quand ils proviennent d'une forêt mature, correspondent à du bois formé et stocké sur pied durant une période d'au moins 200 ans. Si l'on ajoute à ces 200 ans d'incertitude l'écart statistique de la mesure, il devient difficile de savoir s'il s'agit d'un événement ponctuel unique, ou bien s'il s'agit de plusieurs incendies survenus pendant ce laps de temps. La végétation pionnière qui recolonise habituellement les espaces nouvellement ouverts et qui doit donc normalement suivre ces incendies, est composée d'une majorité d'espèces à croissance rapide et vie relativement brève (10 à 30 ans pour la plupart) qui, dans des conditions normales, sont progressivement remplacées par les espèces de la grande forêt. En cas de dessèchement, les forêts secondaires pourraient très bien constituer un bon combustible mais il est alors peu probable qu'elles laissent beaucoup de gros charbons du fait de la nature de leurs bois qui sont très tendres. En outre, les analyses stratigraphiques faites à Carajas et aux Nouragues indiquent la présence de plantes pionnières pendant des périodes étendues sur plusieurs siècles, laissant penser qu'il s'agirait plutôt d'incendies périodiques assez rapprochés, mais laissant tout de même à la forêt le temps de se reconstituer.

❖ LES PERTURBATIONS ENREGISTRÉES EN AMAZONIE AU COURS DES 3000 ANS PASSÉS

Il est important de savoir si de tels incidents sont localisés à une région, ou bien s'ils se

retrouvent sur une vastes surface, ce qui indiquerait alors une liaison avec des anomalies du climat. En Guyane, les analyses sédimentologiques des pollens, graines, et charbons montrent de façon manifeste deux périodes principales : **1400 à 2000 BP** d'une part, et **600 à 900 BP** d'autre part, l'épisode le plus récent étant cependant moins important. Des événements montrant des perturbations de l'écosystème se retrouvent également sur les quatre sites, et apparemment pendant les mêmes périodes, quoique plus étalées dans les limites Nord et Sud, indiquant bien qu'il s'agit de phénomènes apparus à l'échelle du continent:

A Carajas (forêts sèches), d'une part des charbons ont été trouvés dans les sols, datés entre 2880 et 2080 BP et d'autre part des lits de micro charbons ont été retrouvés dans des sédiments lacustres entre 900 et 600 BP.

Dans le Roraïma, les analyses palynologiques indiquent un passage de la forêt sèche vers un milieu mixte forêts/savanes aux alentours de 2000 BP, et des charbons (d'espèces forestières ?) ont été trouvés dans les sols occupés actuellement par des savanes.

Au Pérou (forêts humides), les variations du débit des cours d'eau, étudiées par les alluvions, font apparaître une baisse du niveau des rivières entre 1900 et 1500 BP d'une part, et entre 900 et 600 BP d'autre part.

❖ CAUSE DES INCENDIES: CLIMATIQUES OU HUMAINES ?

La question se pose de savoir si l'homme a profité de perturbations climatiques favorisant les incendies pour pénétrer en forêt et y développer une agriculture (Hypothèse N° 1), ou bien si les incendies et la prolifération de plantes pionnières ne seraient pas uniquement la conséquence d'une agriculture sur brûlis, intense, corrélative d'une forte démographie entre 2000 - 1400 BP et 900 - 600 BP (Hypothèse N° 2). Les événements antérieurs à 3000 ans (sans présence humaine évidente) montrent que des processus naturels peuvent très bien aboutir à des incendies de la forêt pluvieuse. (Renvoi à l'exposé de C. TARDY pour la reconnaissance des types de feu et à B. TURC pour les périodes plus anciennes). En outre, la mise en évidence de terrasses alluviales sous forêt indique une érosion subite et généralisée, impossible à imaginer sans une déforestation de très grande ampleur, correspondant vraisemblablement au hiatus antérieur à 1400 BP observé dans le carottage réalisé plus en amont (voir poster). Seuls des incendies peuvent expliquer une déforestation à cette échelle, ce qui milite en faveur de l'hypothèse N° 1.

❖ CONCLUSION

Les études fonctionnelles s'attachant à la répartition des espèces et à leur distribution spatiale au sein des écosystèmes forestiers tropicaux ont, jusqu'à présent, principalement abordé les problèmes à deux échelles différentes de temps et d'espace.

✓ A l'échelle locale, le fonctionnement du cycle sylvigénétique, et en particulier le rôle moteur du chablis, ont été privilégiés pour expliquer la structure et la dynamique de la mosaïque forestière. Ici les mécanismes envisagés se déroulent à une échelle d'espace inférieure au Km², et à une échelle de temps comprise entre 1 et 10² années.

✓ A l'échelle continentale et régionale, c'est la théorie des refuges forestiers holocènes qui constitue le cadre théorique permettant de proposer des interprétations cohérentes des aires de répartition de différentes espèces. Dans ce cas de figure, l'échelle d'espace est de l'ordre de 10⁴ à 10⁸ Km², et l'échelle de temps se situe entre 10⁴ et 10⁶ années.

Ces deux approches n'apportent de réponses cohérentes qu'à leurs échelles d'espace et de temps respectives. L'approche faite dans le cadre du programme ECOFIT, à l'échelle du paysage et du millénaire, devrait permettre, en s'intercalant entre deux échelles de temps et d'espace très différentes, d'intégrer des événements historiques de type incendies, suffisamment importants pour avoir marqué la structure des peuplements forestiers. Ces événements semblent être corrélés avec ceux qui ont été repérés sur plusieurs sites d'Amérique tropicale et pourraient être interprétés comme la conséquence d'anomalies climatiques au niveau global.

DYNAMIQUE À LONG TERME **DES ÉCOSYSTÈMES FORESTIERS INTERTROPICAUX**

Paris, France 20 - 21 - 22 Mars, 1996

symposium

