

*Ligne de feu avançant  
sur la forêt dans la  
région centre-ouest  
du Roraima. (D. R.)*

# Des cendres en Amazonie

**REINALDO IMBROZIO BARBOSA**  
*Institut national de recherches d'Amazonie*

**MARISTELA RAMALHO XAUD**  
*Entreprise brésilienne de recherche  
agronomique*

**GLADIS N. F. SILVA**  
*Fondation pour l'environnement,  
la science et la technologie  
de l'État de Roraima*

**ANTÔNIO CARLOS CATTÂNEO**  
*Institut brésilien de l'environnement  
et des ressources naturelles renouvelables*

*En 1998, l'État de Roraima a été dévasté par l'un des plus grands incendies de forêt qu'aient connus l'Amazonie.*

*Bien que ce désastre ait sensibilisé les pouvoirs publics qui ont pris des mesures pour éviter une nouvelle calamité, une partie de cette même zone a de nouveau été incendiée en 2003. Outre des phénomènes naturels tels qu'El Niño, qui accentuent la sécheresse, d'autres, causés par l'homme, comme les brûlis agricoles et les irrégularités dans l'appropriation des terres, ont également favorisé l'avancée du feu. Les nouveaux incendies, comme le montre cet article, tendent malheureusement à se perpétuer dans la région.*

*Selon les auteurs, l'événement n'a fait que révéler, une fois de plus, les effets du modèle de développement adopté en Amazonie.*



**FIGURE 1**  
Impact du feu sur la structure forestière.  
© Reinaldo Imbrozio Barbosa.

## Les incendies de forêt attaquent à nouveau le Roraima

Ces dernières années, les incendies sont devenus chaque fois plus fréquents dans les forêts d'Amazonie, avec un impact indiscutablement significatif, puisqu'ils détruisent les arbres, réduisent la biomasse et modifient la structure originelle de l'écosystème (fig. 1). Les effets négatifs sur les populations d'oiseaux, de mammifères, de reptiles et d'amphibiens sont également considérables, en raison de la réduction des zones de survie de ces animaux et du volume d'aliments disponibles.

Bien qu'il soit possible d'observer régulièrement des incendies de forêt dans les points les plus divers de la région, l'un des incendies les plus marquants a été celui qui a dévasté le Roraima en 1998. Près de 12 000 km<sup>2</sup> de forêt primaire furent détruits cette année-là, en grande partie en raison de l'action d'El Niño, cet événement climatique qui provoqua une sécheresse prolongée dans le Roraima, transformant des centaines de brûlis en fronts de feu dans tout l'État.

La zone de forêt brûlée en 1998 correspond à peu près à 7 % du total des systèmes forestiers du Roraima (soit 176 194 km<sup>2</sup>) et à plus du double de la zone défrichée dans l'État jusqu'à cette date (5 791 km<sup>2</sup>). Cette année-là,

dans leur totalité, les principaux fronts de feu se sont étendus sur près de 400 kilomètres linéaires et se sont produits sur toute la portion centre-ouest du Roraima, entre les cours moyens des rivières Mucajaí et Uraricoera, à la limite des terres indigènes Yanomami. En 2003, c'est une grande partie de cette même zone qui a été dévastée à nouveau par le feu.

## Le système de suivi

À partir du désastre de 1998, une stratégie a été mise en place pour faire le suivi et le contrôle des brûlis et des incendies de forêt dans l'État de Roraima. L'initiative est venue contrecarrer les effets des mouvements migratoires dans les colonies agricoles et les défrichages et brûlis qui augmentent dans la région au plus fort de la saison sèche (janvier-mars), aussi bien en forêt que dans la savane. La stratégie a été mise en place essentiellement à partir de la localisation et du décompte de foyers de chaleur détectés par les satellites météorologiques de la série NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*), avec le senseur AVHRR, dans des expertises de terrain et par les alertes émises pour différents types de végétation, en mettant l'accent sur les systèmes forestiers et sur les unités de conservation (consulter sur Internet les pages [www.dpi.inpe.br/proarco/bdqueimadas](http://www.dpi.inpe.br/proarco/bdqueimadas) et [www.cptec.inpe.br/products/queimadas](http://www.cptec.inpe.br/products/queimadas)).

L'enregistrement de feux par satellite, techniquement appelés « foyers de chaleur », n'indique pas si ces feux résultent de brûlis contrôlés ou d'incendies. Mais le nombre de foyers et leur concentration spatiale permettent de déterminer quand et dans quelles zones les actions stratégiques de prévention et de lutte contre les brûlis illégaux et les incendies doivent être appliquées.

La moyenne de foyers de chaleur détectés dans l'État de Roraima entre 1999 et 2003 a été de 2 172 par an (fig. 2). Dans les systèmes forestiers (denses, ouverts ou de contact), la distribution en pourcentage des foyers a varié

de 63 % à 81 % ; dans les zones de plaine et dans les environnements à biomasse réduite (systèmes non forestiers), la variation a été de 19 % à 37 %. La plus grande concentration de foyers s'est produite pendant les mois de février et mars (respectivement 26,5 % et 43,2 %), et plus particulièrement dans les systèmes forestiers de contact, qui enregistrent le plus grand nombre de foyers (39,4 %). Ce système se concentre dans le centre-ouest du Roraima et réunit l'un des plus grands réseaux de routes vicinales et de colonisation agricole de l'État. Indépendamment de cela, cette zone a été atteinte par les incendies de 1998 et de 2003.

À partir d'analyses techniques de la localisation et de la propagation des foyers, le système de contrôle est actionné si besoin est. Les brigades locales, les pompiers, la Sécurité civile et l'IBAMA (Institut brésilien de l'environnement et des ressources naturelles renouvelables) entrent alors en action pour combattre les incendies (fig. 3). En 2001, année considérée sèche selon les critères locaux, le système a effectivement été mobi-

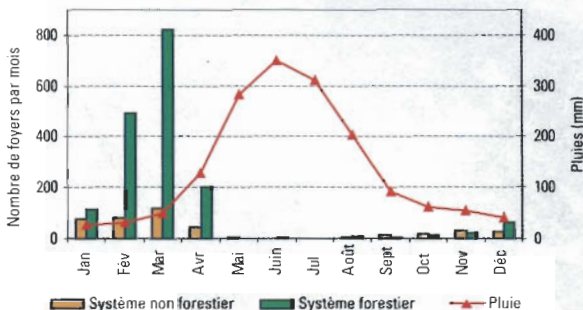


FIGURE 2  
Distribution des foyers de chaleur dans l'État de Roraima (1999-2003).

lisé en raison de la survenue de foyers d'incendies forestiers de grand impact. Cependant, début 2003, il y a eu une nouvelle perte de contrôle des brûlis, en raison de l'association de deux facteurs : le retour d'El Niño et l'avancée des fronts d'expansion agraire vers des zones reculées de forêt primaire du Roraima.

### Le grand incendie de 2003

Au cours de 2002, l'INPE (Institut national de recherches spatiales) et l'INMET (Institut national de météorologie) ont informé que les années 2002 et 2003 seraient influencées par le phénomène El Niño. Il s'agit d'un courant marin chaud réchauffant les eaux du littoral du Chili et du Pérou, causant un bouleversement climatique qui entraîne une grande sécheresse dans le nord de l'Amérique du Sud et plus particulièrement au Brésil. Ces organismes ont prévu un manque de pluies accentué dans l'Extrême-Nord du pays (consulter les pages Internet [www.cptec.inpe.br/enos](http://www.cptec.inpe.br/enos) et [www.inmet.gov.br](http://www.inmet.gov.br)). Au début de l'année 2003, la sécheresse s'est aggravée dans le Roraima, de sorte



FIGURE 3  
Action de lutte contre les incendies. © FEMACT-RR.



**FIGURE 4**

*Matériel combustible fin (feuilles, branches et brindilles). © Reinaldo Imbrozio Barbosa.*

que l'humidité relative de l'air restait, en moyenne, en dessous de 60 % et que la température maximum dépassait presque toujours les 35 °C. La durée prolongée de ces conditions provoqua un déficit hydrique dans le système forestier, amenant la chute des feuilles, des branches et des brindilles en plus grande quantité, mécanisme de défense physiologique de la végétation. Éparpillés sur le sol de la forêt, ces éléments, considérés comme des « matériaux combustibles fins », acquièrent rapidement une qualité d'inflammabilité étant donnée leur capacité très limitée à conserver l'eau dans les tissus (fig. 4).

Quand l'humidité du matériel végétal atteint des niveaux très bas (en général quand l'humidité de l'air est réduite et la température élevée), les conditions sont favorables à l'allumage et à la propagation du feu de surface dans l'écosystème forestier. Les flammes balaient alors le sol de la forêt et permettent que le matériel combustible de plus grand volume, comme les troncs et les grandes branches mortes, entrent aussi en combustion et augmentent l'action du feu, spécialement dans les clairières (fig. 5).

Des données obtenues à partir de notre travail de terrain, réalisé entre 1999 et 2003, dans le but de calculer l'humidité du matériel combustible déposé dans différentes zones forestières du Roraima, a mis en évidence

trois catégories distinctes, au plus fort de la saison sèche : une première, de 12 % à 18 % d'humidité en zone de forêt primaire présentant une structure originelle (sans feu récent) ; une deuxième de 8 % à 12 % en zone atteinte par le feu au moins une fois à partir de 1998 et ayant subi une coupe sélective, avec des montagnes ou une plus grande exposition à la lumière solaire en raison de la présence de clairières naturelles ou ouvertes par l'homme ; et une troisième enfin, de moins de 8 %, en zone proche des fronts de feu (à quelques mètres des foyers d'incendie), indépendamment de la structure de la forêt.

En dépit d'une certaine variation, la majorité de ces chiffres a été enregistrée à des intervalles de 15 à 30 jours au moment le plus fort des brûlis, entre 11 heures et 15 heures. L'humidité relative de l'air dans ces conditions aux périodes d'El Niño, comme en 1998 et 2003, a varié de 35 % à 45 % dans le sous-bois de la forêt, avec des températures qui se maintenaient, en moyenne, entre 34 °C et 39 °C. De telles valeurs sont significativement différentes des températures habituelles relevées, par exemple, à la station de météorologie de l'Institut national de météorologie de Boa Vista entre janvier et mars : humidité de l'air de 66 % à 70 % et températures maximales autour de 32 °C ou 33 °C, en moyenne. Les chiffres que nous avons vérifiés indiquent un déficit hydrique dans les systèmes naturels et la nécessité d'une extrême prudence dans la manipulation du feu durant la période des brûlis agricoles.

Les pourcentages d'humidité du matériel combustible des deux premières catégories se rapprochent de ceux obtenus en 1988 par l'équipe du chercheur Christopher Uhl entre 13 heures et 14 heures, au plus fort moment de la saison sèche, dans des communautés végétales « ouvertes », comme les clairières et les plaines arborisées (10 %), et « fermées », comme les forêts de terre ferme et les plaines (18 %), dans la localité de San Carlos du Rio

Negro, au Venezuela, à la frontière avec le Roraima.

Bien que la première catégorie d'humidité (12 % à 18 % en forêt primaire) indique qu'elle se trouve dans la norme, on ne peut la considérer comme telle lorsque l'irradiation de chaleur du matériel en combustion facilitée dans les systèmes altérés par l'homme (pâturages, sous-bois et zones de coupe sélective) favorise la pénétration du feu, comme l'a montré l'incendie dans les zones forestières qui avaient un important déficit hydrique, dans le Roraima en 1998. Même les forêts n'ayant pas subi récemment de feu – et qui, en principe, connaîtraient une certaine protection naturelle – deviennent vulnérables en raison de l'irradiation de chaleur entre les systèmes, de telle sorte que l'humidité du matériel combustible diminue rapidement et que la combustion est facilitée.

Face à la combinaison de conditions favorables à la propagation du feu – sécheresse accentuée par El Niño, grand nombre de brûlis agricoles, systèmes devenus vulnérables à cause de l'action humaine, déficit hydrique et matériel hautement combustible –, il n'a pas été difficile de prévoir pour 2003 dans le Roraima, des événements similaires à ceux qui s'étaient produits en 1998. Ainsi, les foyers d'incendie de 2003 ont été plus fréquents dans les zones de forêt occupées par l'homme et dont la structure avait été compromise par les incendies de 1998. Il convient de rappeler que les forêts ayant des antécédents de feu récents sont plus facilement sujettes à la propagation de nouveaux foyers les années suivantes.

Dès les premiers jours de février 2003, le feu provenant de brûlis agricoles apparaissait dans des localités à concentration élevée de matériel combustible sec. Début mars, il y avait trois lignes de feu, la plus grande au bout des colonies d'Apiaú, de Campos Novos et de Roxinho, fortement atteintes aussi en 1998 (fig. 6). Notre calcul initial brut, fondé sur la



FIGURE 5  
Action du feu superficiel dans la forêt primaire.  
© Reinaldo Imbrozio Barbosa.

vitesse de propagation du feu de surface dans les systèmes forestiers et sur l'extension des lignes de feu, a permis d'estimer qu'entre février et mars de cette année-là, près de 85 km<sup>2</sup> de forêt primaire avaient été quotidiennement affectés par le feu. De plus, d'après les données sur l'émission de gaz à



FIGURE 6  
Principaux fronts de feu dans les systèmes forestiers de Roraima en 2003. Source : Mosaïque Landsat TM, bandes 3, 4 et 5 (FEMACT-RR).

effet de serre obtenues en 1998 par l'équipe de l'Institut national de recherches d'Amazonie, près de 3,5 tonnes de carbone ont été libérées sous forme de CO<sub>2</sub> (dioxyde de carbone) par hectare atteint (selon l'étude de Reinaldo I. Barbosa et Philip Fearnside, de 1999). Ce gaz, s'il est accumulé en grande quantité dans l'atmosphère, peut provoquer une élévation de la température moyenne globale, avec de graves conséquences pour la population.

En dépit des tentatives d'extinction des innombrables incendies de 2003, le processus n'a commencé à s'inverser qu'entre le 20 et le 21 mars de cette année-là, avec l'arrivée des premières pluies et le début du printemps dans l'hémisphère nord. Jusqu'à la première quinzaine d'avril, on voyait encore des foyers d'incendie entre le cours moyen du Mucajaí et le mont de Repartimento. On estime qu'il y a eu entre 2 000 et 2 500 km<sup>2</sup> de forêts primaires brûlées, rien que dans la région de Roraima. La structure de la zone a été compromise, et sa vulnérabilité vis-à-vis de futurs incendies a augmenté. Même s'il reste des incertitudes quant à l'impact sur les diverses localités, on peut conclure que de grandes zones de forêts déjà brûlées en 1998 ont subi un nouvel assaut du feu en 2003.

## Des leçons pour l'Amazonie

Les incendies de 2003 dans le Roraima montrent une fois de plus les effets du modèle de développement régional adopté en Amazonie. Très souvent, l'implantation de populations en zones forestières, dans le cadre d'une réforme agraire et afin de corriger des distorsions sociales, ne répond pas aux besoins de l'agriculteur et présente un risque pour l'environnement dont il devrait justement tirer ses moyens de subsistance. Les familles implantées sont presque toujours à faible revenu, avec peu ou pas de spécialisation. Pour elles, le feu est le moyen le plus

rapide et le moins cher de nettoyer et fertiliser temporairement la terre, et d'initier ainsi des cultures de produits de base. Mais ce modèle, dans son fonctionnement actuel, présente plusieurs failles concernant l'accession à la propriété, ce qui permet à différents acteurs, parfois étrangers au secteur de l'agriculture familiale, de se transformer en spéculateurs de terrains.

Les incendies de 2003 ont favorisé la création d'un forum de discussion qui a impliqué des institutions fédérales et différents états, des organisations indiennes et des agriculteurs, ainsi que les principaux acteurs de la politique agraire et de la préservation de l'environnement dans la région. Ce forum s'est réuni à Boa Vista en mars 2003 et a établi les actions structurelles à mettre en place dans le Roraima pour les années suivantes. Pour lutter contre la spéculation des terres, directement responsable des fronts de feu, il a été proposé de créer un cadastre environnemental de terres avec le profil des grands, moyens et petits agriculteurs locaux. Une telle action permettra d'identifier les principaux spéculateurs et devra produire une banque de données agraires, essentielle pour une plus juste distribution des terres. De plus, cette base de données, qui devra s'articuler de façon intégrée à d'autres sources d'information, sera un outil utile pour le système d'attribution de licence environnementale, car il garantit un plus grand contrôle sur la propriété et l'usage des ressources naturelles.

Avec le soutien de l'Assemblée législative, cette action devra être accompagnée de mécanismes légaux, au niveau de l'État, afin de permettre un meilleur suivi de l'environnement régional de façon participative et intégrée. Ce principe est semblable à celui adopté en 2001 par la Fondation pour l'environnement de l'État de Mato Grosso qui, même sous la pression politique, parvient à obtenir de bons résultats dans le contrôle des taxes de défrichement dans cet État.

Au-delà de telles actions, il est indispensable de créer des programmes d'éducation à l'environnement et de proposer des alternatives à la pratique des brûlis dans l'agriculture. Comme la forêt a été touchée en 1998 et en 2003, le mécanisme naturel permettant de contenir le feu a été sérieusement ébranlé, et on sait déjà que le déclenchement de nouvelles catastrophes ne dépend plus de la fréquence d'El Niño. Lors des années de sécheresse normale, il serait donc déjà possible de constater des incendies de forêt.

L'échange constant d'informations entre les institutions impliquées dans le problème du feu permettra de réarticuler et d'ajuster le système de suivi de l'environnement du Roraima, afin d'obtenir une évaluation effective de la situation macroclimatique, environnementale et agraire. L'idée est d'implanter un modèle d'alerte régionale avec prévision de risques, efficace et adapté à la réalité locale.

Enfin, nous pensons que la régulation de la distribution des terres dans les zones de peu d'intérêt agricole et présentant un risque élevé de propagation d'incendies forestiers est directement liée à la façon dont les pouvoirs publics souhaitent lutter contre les incendies. Des mesures à caractère structurel, telles que l'établissement du cadastre environnemental des terres, l'élaboration de modèles de prévision régionale et un programme effectif d'éducation à l'environnement, ne suffiront probablement pas, à court terme, à mettre fin aux cycles des feux. Mais elles permettront tout au moins de réduire les injustices sociales provenant des catastrophes environnementales.

R. I. B., M. R. X., G.N.F. S. et A.C. C.



Docteur en écologie, résidant en Amazonie depuis 21 ans, **Reinaldo Imbrozio Barbosa** est actuellement chercheur titulaire à l'INPA (*Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia*) et travaille à la base de recherche de Boa Vista (capitale de l'État de Roraima). Ses domaines d'intérêts portent sur les agro-écosystèmes amazoniens, les impacts environnementaux et l'écologie des savanes amazoniennes. reinaldo@inpa.gov.br ou imbrozio@technet.com.br

Titulaire d'un master en télédétection, **Maristela Ramalho Xaud** est chercheur de l'EMBRAPA (*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária*) à Boa Vista (capitale de l'État de Roraima), où elle travaille sur des alternatives à l'usage du feu dans les zones de colonisation paysanne situées dans des écosystèmes forestiers. maris@cpafr.embrapa.br

**Gladis N. de Fátima da Silva** est géographe et responsable du secteur du suivi de l'environnement de la *Fundação Estadual de Meio Ambiente, Ciência e Tecnologia* de l'État de Roraima. Elle réalise actuellement son master en ressources naturelles à l'université fédérale de Roraima au Brésil. monitor@technet.com.br

Ingénieur forestier, **Antônio Carlos Cattáneo** travaille comme analyste environnemental à l'IBAMA (*Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis*). Actuellement, il coordonne le bureau du PREVFOGO (Programme de prévention des incendies) dans l'État de Roraima. kataneo@yahoo.com