



Directeurs de publication : Jacques PLAN et Bernard MALLET

Les incendies de forêts dans le monde



Revue n° 6
Février 2020

Table des matières

1 – Thématique : les incendies de forêt	1
Informations générales sur les incendies de forêt sur la planète en 2019	1
Combien d'incendies dans le monde ?	3
Incendies en Australie : mauvaise gestion et réchauffement climatique à la fois... ?	4
Une polémique sur les causes de cette catastrophe : la mauvaise gestion des forêts ou le climat ?	4
Les Australiens d'aujourd'hui ont négligé la prévention des incendies.	5
Une vague de chaleur précédée d'une sécheresse sans précédent.	5
La multiplication des incendies volontaires.	6
« Méga feu » en Australie : la « reprise de la nature » à l'ordre du jour	7
Remarques sur les incendies de l'été 2019-2020 en Australie	10
Statistiques des feux de forêts en Australie	12
Quand la forêt tropicale s'enflamme	13
Le changement climatique augmente le risque d'incendies de forêt	27
Interview de Plinio Sist (CIRAD Forêt-Montpellier) sur les feux de forêts	35
Carbone, forêts et incendies de forêts	41
2 – Les publications de l'AFT	45
3 – Actualités de l'AFT	46
4 – Actualités du partenariat SILVA RIAT / AFT	48
5 – Actualités récentes du microcosme forestier français	49
6 – Suggestions de lecture forestière	50
7 - Bulletin d'adhésion	52

Photo de couverture :

Un pompier luttant contre les incendies au nord de Sydney, le 10 décembre 2019.[afp.com/SAEED KHAN](https://www.afp.com/SAEED KHAN)

1 – Thématique : **les incendies de forêt**

Informations générales sur les incendies de forêt sur la planète en 2019

Service pour la surveillance de l'atmosphère de Copernicus

Le Service pour la surveillance de l'atmosphère de Copernicus (CAMS) surveille l'intensité et les émissions des feux de forêt dans le monde. Les scientifiques révèlent que 2019 a été une année exceptionnellement active.

Le CAMS révèle qu'environ 6.375 mégatonnes de CO₂ ont été rejetées dans l'atmosphère entre le 1^{er} janvier et le 30 novembre 2019. Nombre d'entre eux ont fait la une des journaux du monde entier, notamment les incendies en Amazonie, les incendies en Indonésie, les feux de forêt dans l'Arctique et les feux de brousse en Australie. Mais certains incendies moins connus ont également eu des effets importants sur l'environnement et la qualité de l'air, notamment en Colombie, au Venezuela, en Syrie et au Mexique.

Cette année, le CAMS met en lumière cinq incendies distincts :

Feux en Syrie

Des incendies en Syrie ont brûlé de vastes étendues de terres cultivées au printemps et au début de l'été, ce qui a donné lieu à des inquiétudes quant à l'insécurité alimentaire. Bien que certains incendies soient apparus près des lignes de front alors actives, des feux de forêt ont également été signalés dans plusieurs autres régions du pays, y compris des champs de blé et d'orge dans la province fertile de Hassakeh.

Feux de forêts dans les cercles Boréal et Arctique

À partir de juin 2019, les feux de forêt du Cercle polaire arctique ont été sans précédent en termes d'emplacement, d'ampleur et de durée, entraînant le rejet de 182 mégatonnes de dioxyde de carbone dans l'atmosphère. Ces incendies se sont produits dans tout le cercle polaire arctique dans la République de Sakha en Sibérie et en Alaska pendant une période prolongée entre juin et août. Les scientifiques du CAMS ont surveillé plus de 100 feux de forêt dans la région, principalement causés par des conditions exceptionnellement chaudes et sèches dans la région.

La saison typique des feux de forêt dans les forêts boréales et le cercle polaire arctique se situe entre mai et septembre, mais il était inhabituel de voir autant de feux de cette ampleur et de cette durée dans le cercle polaire en juin.

Feux de forêt en Indonésie

Les feux de forêt dévastateurs en Indonésie ont été l'un des incidents les plus intenses depuis près de deux décennies. On estime que les incendies indonésiens qui ont débuté en août ont libéré au moins 708 mégatonnes de CO₂ jusqu'à la fin novembre 2019. Les incendies ont été principalement causés par la combustion de tourbières riches en carbone et par des conditions plus

sèches que la moyenne. Ce qui ressort également, c'est que l'intensité quotidienne totale des feux est supérieure à la moyenne des 16 dernières années. Des milliers de kilomètres carrés de terres importantes sur le plan écologique ont été brûlés, provoquant un brouillard toxique, menaçant la santé de la population locale ainsi que les forêts naturelles et la faune. Heureusement, l'intensité des incendies et le volume des émissions ont commencé à diminuer en octobre et sont tombés à 48 mégatonnes de CO₂ durant les deux premières semaines de novembre. La raison en était la pluie dans le sud du Kalimantan jusqu'en octobre, bien que certains incendies aient continué dans le sud de Sumatra.

Feux de brousse australiens dans le Queensland et la Nouvelle-Galles du Sud

Les feux de brousse australiens, qui ont commencé en septembre et se sont intensifiés au début de novembre, étaient sans précédent dans certaines régions par rapport aux 16 années précédentes, causant des problèmes généralisés de qualité de l'air. La Nouvelle-Galles du Sud a été la plus touchée, de même que le Queensland où le jour a été transformé en nuit dans certaines régions. La fumée a ensuite été transportée au-delà de la Nouvelle-Zélande et de l'océan Pacifique Sud, jusqu'en Amérique du Sud. De très fortes concentrations de particules ont amené un certain nombre de régions australiennes à déclarer l'état d'urgence.

Incendies en Amazonie

D'énormes panaches de fumée couvrant des millions de kilomètres carrés ont été observés sur des images satellitaires provenant d'incendies à travers l'Amazonie occidentale. Une grande partie de la fumée des incendies en Amazonie, en Rondonie et à Mato Grosso au Brésil, ainsi que dans le département de Santa Cruz en Bolivie, a pu parcourir de longues distances. Comme pour tout feu de végétation, les émissions causent de multiples typologies de pollution atmosphérique et de particules, ce qui affecte grandement la qualité de l'air. En particulier, Sao Paulo a été affectée par les émissions de fumée dues à un changement dans la circulation atmosphérique lorsque les vents du nord-ouest l'ont transportée vers la ville et jusqu'à la côte atlantique. En des incendies de cette ampleur dans la région est une préoccupation majeure en raison de la perte de la forêt tropicale humide et d'un changement dans la végétation.

Note pour les rédactions :

Copernicus est le programme Européen de surveillance de la Terre. Il donne un accès ouvert et gratuit à un ensemble de données et à des services d'information qui fournissent aux utilisateurs des informations liées aux problématiques environnementales actualisées.

Le Service pour la surveillance de l'atmosphère (Copernicus Atmosphere Monitoring Service - CAMS) est mis en œuvre par le Centre Européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme (CEPMMT) pour le compte de la Commission Européenne. CEPMMT implémente également le Service Copernicus pour le changement climatique (Copernicus Climate Change Service - C3S). CEPMMT est une organisation intergouvernementale, qui produit, distribue des prévisions météorologiques chiffrées aux 34 membres des Etats qui coopèrent.

Le site pour le "Copernicus Atmosphere Monitoring Service" est accessible à cette adresse :

<http://atmosphere.copernicus.eu/>

Le site "Copernicus Climate Change Service" est accessible à cette adresse : <https://climate.copernicus.eu/>

Pour plus d'informations sur Copernicus : www.copernicus.eu

Pour le site de l'ECMWF : <https://www.ecmwf.int/>

Combien d'incendies dans le monde ?

Source ConsoGlobe

Quelques chiffres :

95%

95% des incendies sont dus à l'homme. Mais leur multiplication est en partie facilitée par le réchauffement climatique qui assèche la végétation, diminue les précipitations dans certaines zones et vide les nappes phréatiques.

350 000 000 ha / an

Les surfaces incendiées dans le monde représentent environ 6 fois la surface de la France chaque année, l'équivalent de 350 millions d'ha chaque année

30 ans

Les surfaces incendiées en Amérique du Nord ont doublé en 30 ans malgré les moyens accrus de lutte contre les incendies : cela est le signe d'une fragilisation de l'environnement plus vulnérable au feu.

20%

Selon WWF, le rythme de destruction des forêts, quelle que soit la cause, "provoque presque 20% des émissions globales de gaz à effets de serre" au niveau mondial.

Incendies en Australie : mauvaise gestion et réchauffement climatique à la fois... ?

Brice Couturier (France Culture), le 09/01/2020

On ne peut éliminer l'une des causes au détriment de l'autre.



Route vers Braemar Bay où un feu ravage tout sur son passage• Crédits : SAEED KHAN - AFP

Les feux de brousse et de forêt qui ravagent l'Australie ont détruit plus de six millions d'hectares, chassé de leurs maisons plusieurs milliers de personnes – au moins 1 500 maisons ont brûlé. On déplore plusieurs morts parmi les personnes et des dizaines de milliers d'animaux ont péri. Les états du Sud-est du pays sont en état d'alerte.

Une polémique sur les causes de cette catastrophe : la mauvaise gestion des forêts ou le climat ?

L'analyse des causes de cette catastrophe écologique fait l'objet, dans notre pays où l'idéologie se mêle de tout, de polémiques soutenues. D'un côté ([Laurent Alexandre](#)), certains affirment que « *les incendies australiens n'ont rien à voir avec le réchauffement climatique* » et qu'ils « *sont dus aux nouvelles règles environnementales qui rendent l'entretien du bush impossible pour augmenter la biodiversité.* »

De l'autre, (Gary Dagorn, dans [Le Monde](#)), on réplique qu'il est « faux » de prétendre que « *les feux de contrôle sont insuffisants* », les objectifs de feux de contrôle ayant été « dépassés » dans plusieurs endroits.

Pour départager les camps, cherchons ce qu'en disent les scientifiques australiens sur place.

Les aborigènes pratiquaient de très utiles "feux contrôlés".

[Ramesh Thakur](#), ancien assistant du Secrétaire général des Nations-Unies et professeur émérite à la Crawford School of Public Policy d'Australie, met clairement en cause les gouvernements de certains états (le pays est une fédération). Il les accuse « *d'avoir donné une excessive attention aux énergies renouvelables, au détriment des pratiques d'aménagement des forêts* ». Il cite les travaux d'une chercheuse du Queensland, [Christine Finlay](#).

Pour sa thèse de doctorat, elle a étudié un siècle de feux de forêts en Australie. Et elle n'a cessé de mettre en garde ses compatriotes contre l'abandon des pratiques traditionnelles des aborigènes. Les feux de forêts en Australie ont commencé à augmenter à partir de 1919, selon cette chercheuse. Jusqu'alors les aborigènes procédaient à des feux contrôlés durant les saisons tièdes, dans des conditions favorables de température et de ventosité. Il y a bien un problème de mauvaise gestion de l'espace forestier.

Les Australiens d'aujourd'hui ont négligé la prévention des incendies.

C'est corroboré par l'article publié sur le site The Conversation par [Rod Keenan](#), qui occupe la chaire de Sciences de la forêt et de l'écosystème à l'université de Melbourne. « *Alors que des incendies monstrueux recouvrent le sud-est de l'Australie, écrit-il, le besoin d'une politique nationale des feux de brousse n'a jamais été aussi urgent. Une gestion des terrains active, telle que des brûlures aléatoires de réduction et des éclaircies forestières doivent être au cœur de telles politiques. Bien faites, les brûlures contrôlées limitent l'extension d'un feu de brousse et rendent plus facile de l'éteindre, en réduisant le matériau inflammable. Débroussailler les abords des routes contribue aussi à maintenir des coupe-feux, et permettent l'accès des pompiers aux forêts en cas d'urgence.* »

Il y a bien un problème de gestion de l'espace forestier et une négligence de l'entretien. « *Pourquoi ces avertissements ont-ils été négligés ?* interroge Ramesh Thakur. « *La raison, on peut le soupçonner, est que l'approche traditionnelle, dictée par le bon sens, de gestion du problème n'est pas aussi sexy que l'activisme climatique bien médiatisé.* »

Le professeur Rod Keena estime que, tant au niveau fédéral qu'à celui des états fédérés, on a négligé la prévention des incendies, en se focalisant excessivement sur les moyens destinés à les combattre, une fois déclarés. Il faudrait, explique-t-il encore, « *éclaircir les zones forestières, réduire la strate arbustive, par des moyens mécaniques là où brûler n'est pas possible et maintenir des coupe-feux. Puisque le climat change, nous pouvons considérer changer le mix des espèces d'arbres.* »

Une vague de chaleur précédée d'une sécheresse sans précédent.

En effet, s'il est indéniable qu'il y a eu de graves négligences dans la gestion des forêts, en Australie, on ne peut pour autant éliminer les causes climatiques qui sont à l'origine des incendies désastreux qui ravagent ce pays.

Les températures à la surface du pays ont augmenté de 1° 5 degrés C en moyenne dans le pays depuis le début du XX^e siècle. Les feux de forêt ont été courants en Australie. Ils coïncident avec des vagues de chaleur et des vents secs et violents. Ramesh Thakur rappelle qu'en janvier 1896, ils avaient tué 200 personnes en l'espace de trois semaines. En janvier 1939, 71 personnes avaient trouvé la mort rien que dans l'état de Victoria. Ces feux ne sont donc pas « *sans précédents* », comme on l'écrit trop rapidement dans les journaux. Mais la nouveauté, écrit Thakur, c'est que la saison des feux de forêt commence de plus en plus tôt. Ceux de la saison 2019-2020 ont débuté au début de novembre. La vague de chaleur actuelle fait suite au printemps le plus sec jamais enregistré dans le pays.

La multiplication des incendies volontaires.

Mais il ne faudrait pas, pour autant, passer sous silence la multiplication, ces dernières années, des incendies volontaires qui peuvent, dans certains cas, être qualifiés d'actes terroristes. En 2019, 183 personnes ont été déférées devant la justice australienne sous l'accusation d'incendie volontaire...

La destruction de plusieurs millions d'hectares de forêt et de brousse est une catastrophe écologique qui ne peut qu'accélérer le réchauffement climatique. Mais Ramesh Thakur fait observer que son pays n'est responsable que de 1,2 % des émissions de dioxyde de carbone mondiales, contre 27,2 % pour la Chine, 15,5 % pour les Etats-Unis et 6,8 % pour l'Inde. C'est sur ces derniers que le premier ministre australien Scott Morrison devrait faire pression pour qu'ils réduisent leurs émissions, conclut-il...

« Méga feu » en Australie : la « reprise de la nature » à l'ordre du jour

Denis Sergent, journaliste à La Croix (article du 14/01/2020)

Alors que les pompiers australiens de la Nouvelle-Galles du Sud ont annoncé, lundi 13 janvier, avoir réussi à maîtriser le plus important « méga feu » du pays (*le terme de méga feu est désormais utilisé par certains journalistes pour des incendies de forêts dépassant les 10.000 hectares*) qui était hors de contrôle depuis presque trois mois, les spécialistes de la nature commencent à réfléchir aux moyens à mettre en œuvre pour faciliter « la reprise de la nature ». Un travail de bénédictin lorsque l'on pense que rien que pour ce méga feu arrêté dans la montagne de Gospers, au nord-ouest de Sydney, quelque 8 000 km² (soit 800 000 ha), un peu plus que la Corse, ont été réduits en cendres.



Pour mémoire, ce sont environ 80 000 km² (soit 8 000 000 ha) - la grandeur de l'Irlande ou de la région Nouvelle-Aquitaine ou plus de deux fois la superficie de la Belgique - qui ont brûlé dans toute l'Australie depuis septembre 2019, à comparer au 25 000 km² (soit 2 500 000 ha) de l'été précédent en Amazonie brésilienne, ou aux 8 000 km² en Californie en 2018.

Une forêt habituée, sur le long terme, à vivre avec le feu

« Éviter à l'avenir que de tels méga feux embrasent les forêts et le bush australien est assez difficile à comprendre pour un Européen », explique Jean-Luc Dupuy, spécialiste des feux de forêt à l'INRAE d'Avignon.

D'une part, de grands feux catastrophiques analogues à celui-ci ont eu lieu en 1930 et, plus récemment, en février 2009, avec le Black Saturday qui fit 173 victimes dans l'État de Victoria.

D'autre part, la forêt australienne, notamment l'eucalyptus, est adaptée au feu. « *Le sud-est australien est riche en forêts reliques d'eucalyptus qui, s'ils n'ont pas été entièrement calcinés mais simplement roussis par un passage rapide de feu, peuvent « rejeter » c'est-à-dire émettre des tiges mâtresses à partir de la base du tronc abîmé* », précise l'écologue forestier.

« *Leurs forêts doivent probablement héberger d'autres arbres possédant des capacités de résistance au feu, un peu comme le pin d'Alep en forêt méditerranéenne dont les graines, tombées à terre puis enfouies dans le sol avant le sinistre, ont la remarquable propriété, dès les premières pluies, ont la remarquable propriété, dès les premières pluies, de germer et de pousser toutes seules, contribuant ainsi à la régénération naturelle de la forêt* », poursuit-il.

Parallèlement, l'homme va sans doute faire des replantations, la question étant de savoir quelles espèces choisir : l'eucalyptus, arbre commercialement valorisé pour fabriquer du papier, ou d'autres essences, tels des conifères dont le pin d'Alep. « *De toute façon, les replantations ne concerneront que de petites surfaces par rapport à l'immensité du bush ou des forêts naturelles : les Australiens devront essentiellement compter sur la régénération naturelle* », poursuit le spécialiste de l'INRAE.

« *À l'avenir, de grands feux toucheront d'autres pays* », explique Cyrille Naudy, ingénieur forestier à Métropole Aix-Marseille Provence. Dans certaines régions du monde, sur le pourtour méditerranéen, en Afrique du Sud, aux États-Unis, au Canada, en Russie, des habitants vivent déjà avec le feu. « *Les forêts périssent, puis reprennent vie grâce essentiellement à la régénération spontanée, à condition que les passages successifs de feux soient espacés, entre trente et cinquante ans* », rappelle le directeur du Grand site Sainte-Victoire

Les feux d'Australie auraient tué au moins 500 millions d'animaux.



Une faune sauvage a priori beaucoup plus difficile à réimplanter.

En revanche, le repeuplement en animaux des zones brûlées, au sens le plus large du terme, des minuscules insectes aux gros mammifères, risque d'être beaucoup plus difficile. En effet, même une zone a priori préservée a été victime du feu : dans l'État d'Australie méridionale, au large d'Adélaïde, le feu a ainsi éclaté sur une île située à 13 km de la côte, hébergeant sur le tiers de sa surface un parc national, justement dédié à la protection du koala.

Au moins la moitié de la seule population australienne de koalas « *exempte d'infection* » - probablement indemne de la bactérie Chlamydia qui, quand le koala est stressé, engendre cécité et troubles de la reproduction - aurait succombé. Dans l'État de Victoria, les vétérinaires ont soigné des koalas, wallabies et « possums » d'Australie (petits marsupiaux herbivores, souvent confondus avec les opossums, carnivores et américains).

Comme le dit Mathew Crowther, biologiste à l'université de Sydney, « *un grand nombre d'animaux meurent après le passage de l'incendie car ils manquent de nourriture, n'ont pas d'abri ou sont mangés par les autres* ».

Toutefois « *il y a toujours l'espoir qu'un bon nombre de mammifères (rongeurs, ongulés, kangourous) et d'oiseaux aient pu s'enfuir et se réfugier sur des îlots de végétation non enflammés*, observe Cyrille Naudry. *Et si le feu est passé vite, il y a aussi la possibilité que des animaux, comme les insectes ou certains reptiles, se soient enfouis sous terre ou dans des cavités* », poursuit-il. Il leur faudra alors plusieurs cycles pour qu'ils se reproduisent.

Remarques sur les incendies de l'été 2019-2020 en Australie

par Robert B. Chevroul

On attendra l'estimation officielle définitive des dégâts constatés pour connaître leur étendue exacte.

On a vu sur les reportages TV de ces incendies que les troncs d'arbres restaient sur pied presque partout et que seuls l'écorce en surface, le feuillage, les buissons bas et les herbacées avaient brûlé. C'est donc une très petite partie du carbone de ces formations qui a regagné l'atmosphère. La forêt repoussera et réabsorbera peu à peu tout le carbone émis par ces feux.

En Australie, les pompiers professionnels spécialement formés pour les incendies de forêt sont peu nombreux. La population est mal informée sur le risque, et plus ou moins opposée (surtout les écologistes) aux travaux forestiers (éclaircies, coupes, partition des boisements) visant à réduire la puissance du feu et les risques pour les habitants et leurs biens.

Les eucalyptus étant très inflammables, la puissance du feu atteint des valeurs (plus de 10 000 kW/m) qui le rendent impossible à maîtriser².

¹ Diplômé de l'Ecole Polytechnique, de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts et de l'Université de Yale (USA), Robert B. Chevrou a été directeur scientifique de l'Inventaire Forestier National, avant d'être chargé de mission « incendies de forêts » de 1991 à 2003 au sein de la Direction de l'Espace Rural et de la Forêt du Ministère français de l'agriculture, en liaison avec les forestiers et les pompiers du Midi ; dans cette fonction, il a, entre autres, rédigé un document édité par le Conseil Général du Génie Rural des Eaux et des Forêts (CGGREF) du Ministère sur les caractéristiques et les risques des incendies les plus puissants. La diffusion de ce document est à l'origine de l'invitation à participer en 2003 au Groupe de travail sur les incendies de forêt de la Sécurité Civile qui lui a demandé de faire publier sa contribution au groupe (cf. livre en référence qui reprend et développe le document du CGGREF). Au début des années 2000, il a également effectué plusieurs missions sur les incendies de forêt dans les pays méditerranéens pour *Silva Mediterranea*, organe statutaire de la FAO, et a participé à ses réunions.

² a) On estime le rayonnement thermique $p(d)$ en kW/m² reçu à d mètres d'un feu de forêt à partir de la puissance P en kW/m² de celui-ci. Cette puissance est calculée par deux méthodes (toutes démonstrations dans références).

- l'une considère le volume V kg/m² de végétation brûlée et la vitesse R m/s de progression du feu :

$P = 18\,700\,VR$: pour un incendie de notre garrigue qui brûle 1 kg/m² à 0,5 m/s, $P = 9\,350$ kW/m.

Un incendie de moins de 2 000 kW/m est très facile à maîtriser ; de 2 000 à 4 000 kW/m, il faut des engins lourds au sol ; de 4 000 à 10 000 kW/m, les moyens aériens ; au-delà de 10 000 kW/m, l'incendie n'est pas maîtrisable ;

- l'autre formule, approchée, estime la puissance P du feu à partir de la longueur H des flammes en mètres :

$P = 300\,H^2$: si $H = 6$ m, $P = 10\,800$ kW/m.

De plus, on a observé au cours des incendies du passé en Australie des bonds du feu de plus de 15 km, et on a estimé certains à près de 30 km. Ainsi le feu peut se propager très vite et très loin.

Pire encore, le climat et les conditions météorologiques de l'Australie, font que les fréquents fronts météorologiques froids et chauds entraînent des changements de la direction du vent et de la propagation du feu. Plusieurs exemples sont décrits dans le livre cité en référence (Chevrou, 2005).

Faute d'expérience, faute de moyens, faute d'éclaircies et de partition efficace de la forêt, et compte tenu des conditions climatiques et météorologiques extrêmes, il n'est pas étonnant que les pompiers australiens n'aient pu maîtriser les multiples incendies de leur territoire cet été.

Du point de vue des autorités et de la population, Canberra ne semblait pas menacée par les incendies de forêt en 2003. Pourtant, des experts les avaient avertis : 50 ans plus tôt, des incendies intenses s'étaient produits dans la zone. Il y a 50 ans ! C'est la préhistoire ! On n'y avait jamais subi de catastrophes. Certes, disaient ces experts, mais la situation a beaucoup changé, avec toutes ces habitations récemment construites dans la forêt. Des Cassandra, tous ces soi-disant experts ! Et puis, le sinistre jour du 18 janvier 2003, - c'est l'été en Australie -, le feu a explosé en ville. Surprise !

En 2005, j'écrivais en conclusion de la description de cette catastrophe de Canberra : *Il semble que nous ne soyons pas encore arrivés à nous convaincre que nous puissions, nous aussi, avoir à faire face à une situation où les conditions météorologiques se combineraient à un état particulier de sécheresse du combustible, et où nous devrions subir des conflagrations du même type que celles déjà survenues. On oublie ces catastrophes anciennes, on sous-estime les risques, on néglige les précautions nécessaires, on réduit les moyens de prévention et de lutte. "C'était il y a longtemps" ou "c'était en Australie" ; "Chez nous, il n'y a pas de tempêtes de feu ! Pas de tornades de feu !" . Les experts européens ont déjà oublié la tempête de feu et les tornades de feu du 20 août 1949, près de Bordeaux, qui firent 82 victimes en quelques secondes. A l'époque, l'incendie avait côtoyé Cestas. N'est-ce pas dans les faubourgs de la ville, aujourd'hui ?* (suivait la description de la catastrophe de 1949 dans la forêt girondine).

Références :

Chevrou R. B., 2005. Pourquoi les incendies de forêts sont-ils si meurtriers ? – EDP Sciences, 201 p.

Chevrou R. B., 2017. <https://www.adccff34.org/single-post/2017/05/23/DIAPORAMA-INCENDIES-DE-FORET>

b) Le rayonnement thermique $p(d)$ en kW/m^2 reçu à d mètres d'un feu de forêt est égal à : $p(d) = P/40d$ pour $d > 2H$. Un feu de 10 000 kW/m est mortel à 25 mètres ($10 \text{ kW/m}^2 = 1 \text{ W/cm}^2$).

c) La puissance de certains incendies de forêt dépasse 100 000 kW/m . Dans un tel cas, 100 mètres du front du feu développent la puissance d'une centrale nucléaire, et dissipent en 2 heures l'énergie d'une bombe atomique.

Statistiques des feux de forêts en Australie

Ci-dessous une historique des principaux feux de forêts en Australie :

Feu	Lieu	Superficie brûlée (1 ha ≈ 2,5 acres)	Date	Morts	Propriétés endommagées
Jeudi noir	Victoria	≈ 5 millions d'hectares (ha)	6 février 1851	~12	environ 1 million de moutons et des milliers de têtes de bétail ont péri
Vendredi noir	Victoria	2 millions ha	décembre 1938 – janvier 1939, avec un maximum le 13 janvier	71	3 700
Incendies de végétation de 1961 en Australie-Occidentale	Australie-Occidentale	1,8 million ha	janvier-mars 1961	0	160 maisons
Feux de brousse de 1974-1975	Australie	117 millions ha	été 1974-1975	3	
Incendie de végétation de 1980 à Waterfall	Waterfall , Nouvelle-Galles du Sud	>1 million ha	3 novembre 1980	5 pompiers	14 maisons.
Incendies alpins de végétation de l'Est du Victoria	Victoria	plus de 1,3 million ha	8 janvier – 8 mars 2003	3	41 maisons.
Incendie de la Great Divides	Victoria	1,048 million ha	1 ^{er} décembre 2006 – mars 2007	1	51 maisons
Feux de brousse de 2019-2020	Australie Nouvelle-Galles du Sud	18, 6 millions ha	Août 2019 (en cours)	33	2 500 bâtiments ont été touchés, dont 1300 habitations, et plus d'un milliard d'animaux ont péri.

Source : Ce tableau est partiellement ou en totalité issu de l'article de Wikipédia en [anglais](#) intitulé « [Bushfires in Australia](#) ».

Ce tableau rappelle notamment les tragiques incendies de 1974/1975 qui furent visiblement encore plus importants que ceux vécus en 2019. A noter les écarts importants suivant les sources d'information des surfaces réellement détruites par les incendies de 2019. Alors, emballement médiatique accru grâce à l'extension des réseaux sociaux, sensibilisation croissante des préoccupations sociétales par rapport au changement climatique, changement dans les pratiques d'entretien et de culture des espaces ruraux et naturels, effets réels du changement climatique, évolutions des relations entre nos sociétés technologiques et citadines et la forêt... ? Beaucoup de questions se posent et des réponses simplistes et unilatérales ne peuvent s'avérer suffisantes. Ce qui est certain, c'est que la forêt australienne a vécu avec le feu depuis des siècles, que les incendies ont contribué à façonner cette forêt actuelle, que nombre d'essences forestières se sont adaptées à cet aléa naturel ou anthropique, jusqu'alors et jusqu'à un certain niveau de fréquence et d'intensité. En sera-t-il ainsi demain ?

Quand la forêt tropicale s'enflamme

Jean-Guy Bertault

Ingénieur au C.T.F.T. (CIRAD Forêt)

Près de trois millions d'hectares détruits à Kalimantan



Lorsque la saison sèche persiste, de jour comme de nuit, le feu continue son inexorable progression

Article extrait de la revue Bois et Forêts des Tropiques, n° 230 – 4^{ème} trimestre 1991

Résumé

QUAND LA FORÊT TROPICALE S'ENFLAMME

Après avoir rappelé les relations souvent anciennes entre le feu et la forêt tropicale, l'auteur souligne que ces incendies ne peuvent se développer que dans des circonstances très particulières comme l'apparition de sécheresses marquées, elles-mêmes corrélées à d'autres phénomènes comme celui d'« El Nino », courant de l'océan Pacifique dont les oscillations se manifestent les années de forte sécheresse. Les effets de la sécheresse en 1982 et 1983 sont ensuite décrits dans cette province de l'Est-Kalimantan avec les différents types de progression de ces feux qui ont parcouru durant cette période plus de trois millions d'hectares.

Parmi les facteurs imputables à l'extension de ces incendies, outre la sécheresse, trois causes sont retenues : l'état desséché de la végétation après exploitation suite à l'ouverture du couvert, le rôle des veines de houille affleurant fréquemment en forêt comme vecteur de propagation et, principalement, la pratique traditionnelle de la mise à feu de la végétation pour la préparation des terrains agricoles. En conclusion, après avoir présenté un bilan des dégâts occasionnés à ces massifs par types de peuplements, l'auteur avance des propositions de réhabilitation de ces zones dégradées pour maintenir à ces forêts de l'Est-Kalimantan, qui contribuent de manière significative à l'approvisionnement en bois du pays, leur fonction également de protection sur des sites très vulnérables.

Le feu est un des éléments qui ont contribué à façonner le paysage sous les tropiques depuis des millénaires. Conjuguée aux effets des feux naturels créés par la foudre et les éruptions volcaniques, la maîtrise par l'homme de ce nouvel outil, il y a 250 000 à 500 000 ans, allait conduire à une vision nouvelle de son environnement. La pratique courante en Afrique des feux de brousse, il y a plus 40 000 ans, était aussi exercée en Australie, à la même époque, par les aborigènes pour chasser, améliorer leur alimentation et faciliter leurs déplacements. De nos jours, sur le milliard d'hectares restant de forêt tropicale, pour les mêmes raisons, l'homme continue, lorsque la saison sèche succède à la mousson, de répéter le même geste de mise à feu de la végétation que celui transmis par ses ancêtres. Lorsqu'une sécheresse exceptionnelle coïncide avec cette pratique culturelle, les effets peuvent être désastreux comme en témoigne le spectacle navrant de plusieurs millions d'hectares de forêt brûlés en Est-Kalimantan, sur l'île de Bornéo, en 1982, 1983 et plus tard en 1987. Après chaque catastrophe, les mêmes questions reviennent, répétées avec un étonnement égal à la capacité d'oubli du passé. Comment cela est-il possible ? La forêt tropicale peut-elle brûler ainsi ? Qui est responsable, quelle est l'ampleur des dégâts et que peut-on faire pour ces zones dévastées ? En s'appuyant principalement sur une étude financée par l'Organisation Internationale des Bois Tropicaux (O.I.B.T.) et réalisée conjointement par l'Agence de Recherche du Ministère des Forêts d'Indonésie (A.F.R.D.) et le Deutsche Forst Service GmbH (D.F.S.), nous tenterons de répondre à ces questions et de voir quelles tendances se dégagent pour l'avenir de ces massifs sinistrés.

LE FEU ET LA FORÊT TROPICALE

Une opinion répandue veut que l'écosystème forestier tropical soit résistant au feu. Les caractéristiques climatiques, qui affectent particulièrement l'humidité du sol, la rapide minéralisation réduisant la biomasse inflammable, font que lorsque le feu arrive accidentellement, il se limite à de faibles surfaces. De récentes découvertes en 1988, au Venezuela, sont venues nuancer cette théorie de l'inflammabilité de la forêt tropicale :

KAUFMANN a relevé sur la partie nord-ouest du massif amazonien des valeurs de biomasse combustible à haute teneur énergétique et plus élevées qu'en zone tempérée ; en revanche, il a noté des teneurs plus faibles en cendres, riches en carbone, dont les propriétés retardantes dans la propagation des flammes sont bien connues.

La présence de veines de charbon dans les couches plus profondes du sol nous renseigne utilement sur l'importance qu'ont pu prendre ces feux dans le passé. Ainsi, près de San Carlos de Rio Negro, dans le bassin de l'Amazone, les analyses de houille trouvée en forêt et datée au carbone 14 par SANFORD révèlent 6240 ans pour les plus anciens échantillons et 250 ans pour les plus récents. En Est-Kalimantan, où la présence de houille est très importante, des résultats similaires ont été observés.

La datation par thermoluminescence effectuée par GOLDAMMER et SEIBERT en 1989 sur les argiles consumées, associées aux veines de houille qui affleurent en forêt, confortent l'hypothèse que des feux ont eu lieu pendant la période Pléistocène-Holocène. A cette époque, les tropiques bénéficiaient d'un climat à la fois plus frais et plus sec, et les feux s'y développaient régulièrement. Plus près de nous, des voyageurs rapportent qu'en 1925, les berges des principales rivières étaient mises à feu dans le sud-est de Bornéo avec un contrôle très aléatoire. En Malaisie également, à Kelantan en 1880 et surtout en 1915 dans la Grassland Sook Plain où 80 000 hectares de forêt disparurent, les incendies de forêt sont toujours présents dans les mémoires.

De juin 1982 à mai 1983, une sécheresse très marquée affecta l'hémisphère sud, notamment l'Asie du Sud-Est et l'Australie. Dans toute cette région, la sécheresse fut suivie par des feux qui parcoururent l'Inde, l'Australie, Sumatra, le Sarawak et la Malaisie péninsulaire où les forêts marécageuses sur tourbe, asséchées, se consumèrent pendant plusieurs mois.

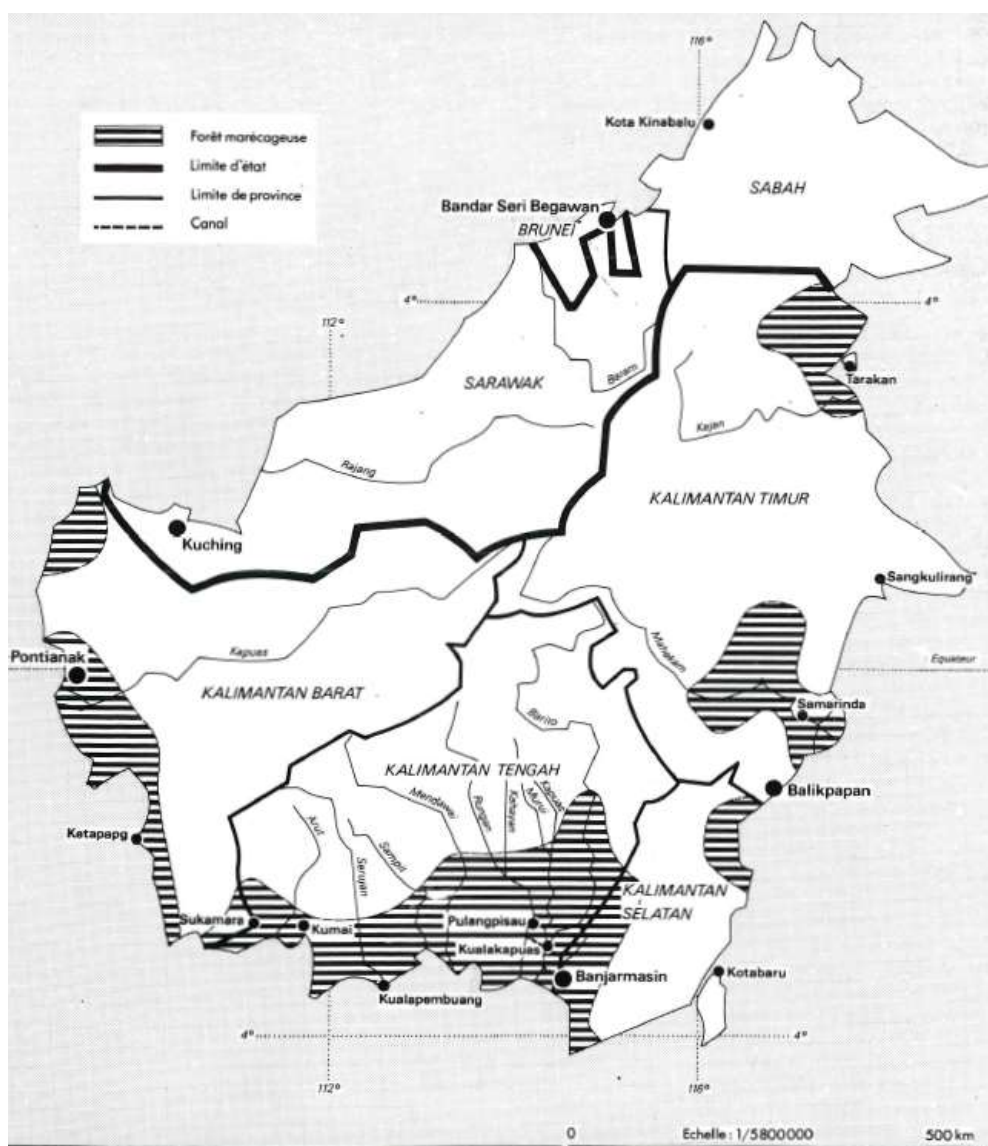
En Afrique, la situation fut identique et particulièrement dramatique dans le golfe de Guinée où les populations furent sans doute les plus affectées. Mais la zone la plus touchée, durant cette période, fut sans conteste la partie sud-est de Bornéo, appelée Kalimantan, où 3,2 millions d'hectares de forêt tropicale brûlèrent. Cet incendie reste le plus grand connu à ce jour avec ceux de la péninsule du Yucatan au Mexique, de Heilung-Kiang en Chine et, plus près de nous, celui du parc de Yellowstone aux Etats-Unis, qui parcoururent près de 400 000 hectares.

Si les incendies de forêt ne sont pas un phénomène récent comme nous l'avons vu, en revanche, la dimension qu'ils prennent en région tropicale constitue un élément nouveau par l'importance de la végétation affectée par cette dégradation.

En outre, ces feux ne peuvent se développer qu'en présence de circonstances qui leur sont favorables et, en tout premier lieu, une sécheresse marquée.

DERNIÈRE MINUTE

Au moment où nous mettons sous presse, avec la conjonction maintenant traditionnelle de pratiques humaines peu compatibles avec une sécheresse prolongée et la présence de veines de houille toujours en combustion depuis 1982, les feux parcourent à nouveau Kalimantan en son centre et au sud-est. Pendant que l'opinion internationale interpellée se mobilise en ordre dispersé pour apporter les premiers secours et proposer sa technologie, les hectares brûlés de 1991 s'ajoutent, lorsque ce ne sont pas les mêmes, à ceux des années précédentes et font ainsi payer aux massifs de Kalimantan un lourd tribut hypothéquant déjà pour certains leur pérennité. Puisse ce nouveau fléau, après la prise de conscience qu'il a suscitée, être aussi le départ d'une politique vigoureuse de prévention qui restera, encore plus en milieu tropical qu'en zone tempérée, la meilleure garantie de ces forêts.



Carte de localisation des forêts marécageuses de l'île du Kalimantan, partie indonésienne

LA SÉCHERESSE ET LE PHÉNOMÈNE « EL NINO »

La sécheresse en Asie du Sud-Est coïncide fréquemment avec l'apparition d'«El Nino», une oscillation d'un courant de l'Océan Pacifique. Ce changement dans ce courant est causé par un réchauffement occasionnel de l'Océan Pacifique à proximité des côtes du Pérou et de l'Equateur et ses manifestations sont bien connues des météorologistes. «El Nino» crée des perturbations à grande échelle, soit des précipitations très élevées, soit d'extrêmes sécheresses sous les tropiques. Ce phénomène apparaît périodiquement tous les 4 à 5 ans avec des pics tous les 80 à 100 ans. Certains chercheurs pensent que l'oscillation de ce courant est corrélée avec la modification des relations entre l'air et la surface de l'eau ; celle-ci, à son tour, serait reliée à l'extraordinaire augmentation de vase et de limon, le long des côtes de Chine et d'Asie du Sud-Est, provenant de la déforestation de ces zones où les rivières charrient vers la côte des alluvions dans des proportions jusque-là inconnues.

Mais déjà, en 1878, une sécheresse très forte affecta les Célèbes (Sulawesi) et l'île de Bornéo, comme le rapporte le zoologiste danois Carl BOCK. Dans ses carnets de voyage, il décrit la famine affectant les populations et précise que cette sécheresse dura 9 mois, ce qui est tout à fait comparable à celle de 1982-1983, mais aucune mention sur le feu n'est faite. Quelques années plus tard, en 1890, GRABOWSKI qui explorait le Kalimantan Sud mentionne, pour la première fois, la présence de feux de grande importance à cette époque.

Pas très loin de là, à Pekan, en Malaisie, une grande sécheresse est mentionnée en 1902 où 954 mm seulement tombèrent au lieu des 3 230 habituels. En 1925, ENDERT rapporte la présence de feux en 1915 à Bornéo et, le premier, affirme que la végétation caractéristique des berges, les *padang*, ainsi que les espaces à *imperata*, communément appelés *alang-alang*, auraient le feu comme origine. Plus près de nous, avec le développement de l'implantation des stations de météorologie, les informations sur les variations climatiques deviennent plus précises et les grandes sécheresses de 1963 et 1972-1973 sont mieux connues.

LEIGTON, en 1984, a regardé si les apparitions des années plus sèches correspondaient à la manifestation d'«El Nino», connu depuis 1927 dans l'océan Pacifique, et mit en évidence une corrélation étroite entre ces deux phénomènes pour les années 1941, 1951, 1953, 1957, 1963, 1965, 1969, 1972, 1976, 1979, 1982 et 1983. En 1987, «El Nino» se manifesta également comme dans les tout premiers jours de 1991 où les scientifiques de l'Unesco signalèrent sa réapparition et mirent en garde les autorités indonésiennes sur la possible apparition d'une sécheresse marquée pour cette année.

Sous les tropiques, les conditions de sécheresse apparaissent lorsque l'évapotranspiration est supérieure aux précipitations reçues et à l'eau mobilisable sous toutes ses formes. Empiriquement, il est considéré que ces conditions sont réunies en forêt tropicale lorsque les précipitations sont inférieures à 100 mm par mois. Sur cette affirmation, certains chercheurs comme BRUENIG, au Sarawak, ont démontré que ces conditions de sécheresse pouvaient se rencontrer au moins une fois par an sur plusieurs années consécutives et se sont posé la question de savoir s'il n'avait jamais existé un climat de forêt tropicale humide dans ces régions. En s'appuyant sur des valeurs comme l'épaisseur de l'écorce, la réflectance des feuilles sur les sites les plus secs, les fructifications occasionnelles des Diptérocarpacées et la résistance très particulière à la sécheresse d'essences

comme certains *Shorea*, on peut en conclure que l'adaptation à la sécheresse est un important facteur de régulation de l'écologie des forêts tropicales.

LA SÉCHERESSE DE 1982-1983 EN EST KALIMANTAN

L'île de Bornéo est scindée en 4 entités: Sabah et Sarawak appartenant à la Malaisie, au Brunei, Etat indépendant, et au Kalimantan qui forme la plus grande partie de l'île avec une superficie proche de celle de la France, et qui appartient à l'Indonésie. Cette île, recouverte par la forêt équatoriale à 75 %, n'est pratiquement pas habitée en dehors de quelques grands axes et ports fluviaux ou maritimes. La province de l'Est-Kalimantan, avec ses 211 400 km², joue un rôle économique majeur par ses ressources en pétrole, en houille et dans la filière bois en contribuant à environ 30 % de la production nationale de grumes.

Comme nous l'avons précédemment dit, la sécheresse commença en juin 1982 et jusqu'en mai de l'année suivante avec une interruption à Noël. A la station de Kota Pangun, de juillet 1982 à avril 1983, 570 mm de pluie furent enregistrés au lieu des 1.820 mm habituels et, dans la station de Recherche du Parc National de Kutai, on releva 721 mm pour la même période au lieu des 2.200 mm observés annuellement.

Cette absence de précipitation affecta rapidement les réserves en eau du sol. Sur le Bassin de la Mahakam, les grands lacs furent complètement asséchés et les grandes rivières, telles que la Sangata, sans l'alimentation de leurs affluents, devinrent de minces filets d'eau. Suite à l'assèchement de ces fleuves et de ces rivières, principales voies de communication de ces régions, des zones entières furent isolées durant plusieurs mois, ce qui rendit délicate la tâche des organisations venant en aide à ces zones sinistrées.

La pêche comme la chasse, principales sources de protéines des populations de l'Est-Kalimantan, s'arrêtèrent et toutes les productions agricoles, riz inclus, dépérissent. L'approvisionnement en eau douce devint également problématique, principalement dans les villages côtiers où la teneur en sel des maigres filets d'eau augmenta fortement. Les populations du sud de la province furent les plus touchées, à la pénurie alimentaire s'ajoutant la destruction de leurs ressources telles que le rotin, les résines, le latex et les troubles de santé consécutifs à l'émanation d'épaisses fumées durant plusieurs mois.

Durant cette période, des températures inhabituelles furent enregistrées. La température moyenne journalière fut de 3 degrés au-dessus de la normale, ce qui augmenta encore le stress hydrique des végétaux. Lorsque le feu commença, la plupart des cimes des arbres, généralement verte à cette période, avaient déjà commencé à perdre leurs feuilles. Les arbres isolés et les plus exposés à la lumière directe sur les crêtes et collines furent les premiers à dépérir et cette défeuillaison, aussi précoce qu'abondante, créa sur le sol des conditions idéales de propagation du feu. Mais des sécheresses similaires, comme nous l'avons vu, s'étaient déjà manifestées précédemment. Pourquoi alors cette sécheresse a-t-elle été suivie par un feu d'une telle ampleur qui détruisit près de 3,2 millions d'hectares et quelles en ont été exactement les conséquences ?

LES FEUX DE 1982 ET 1983 A KALIMANTAN

Fin novembre-début décembre 1982, des feux de forêt commencèrent simultanément dans de nombreux endroits mais furent néanmoins limités dans leur progression par les zones encore humides, une teneur en eau encore persistante dans la litière et l'absence de vent. Après quelques pluies autour de Noël, la sécheresse reprit sans discontinuer jusqu'en mai 1983, accompagnée par la reprise de feux à la progression plus rapide, leurs mouvements étant facilités par leurs précédents passages qui avaient accéléré la défeuillaison, asséché le sol ainsi que les premières strates arbustives. Par ailleurs, le ciel sans nuages et les hautes températures qui accentuaient le stress hydrique des végétaux augmentaient leur sensibilité au dépérissement. La litière, constamment alimentée par cette défeuillaison totale, et les rémanents ligneux laissés par l'exploitation forestière, constituèrent un combustible et un vecteur de choix pour la propagation des incendies. Par les jours de grand vent, l'intensité du feu atteignit son paroxysme : les cimes à plus de 30 mètres de hauteur s'enflammèrent comme des torches, allumées par les lianes desséchées qui reliaient les branches maîtresses aux strates proches du sol. Des troncs entiers explosèrent quand les flammes atteignirent des poches de résine qui se vaporisaient sous l'effet de la chaleur. Quelquefois, les incendies furent d'une telle intensité qu'on ne retrouva rien des ponts construits avec des grumes de fort diamètre appartenant néanmoins à des essences jugées particulièrement résistantes au feu.

L'un des points les plus souvent débattus concerne les causes d'une telle extension de ces feux, liée à l'ampleur des dommages subis.

Dans les forêts primaires, à strates multiples, la voûte formée par les cimes est jointive et le sol, où les déplacements d'air sont pratiquement nuls, ne reçoit qu'une lumière très faible, de l'ordre de 1% de l'éclairement incident total, ce qui contribue à maintenir un taux d'humidité élevé propice à une minéralisation rapide de la biomasse. En outre, la capacité de rétention en eau de ces formations végétales est très forte. Si d'aventure un feu éclate, il s'arrête rapidement s'il n'y a pas de vent, privé de ses deux éléments moteurs : d'une part, le combustible générant des gaz provenant de sa pyrolyse et, d'autre part, un comburant, en l'occurrence l'oxygène de l'air, dont le renouvellement accéléré par le vent se fait mal au niveau du sol des forêts tropicales humides. Les dégâts sont alors mineurs et ne concernent que des surfaces limitées.

En Est-Kalimantan, l'exploitation forestière débuta autour des années 1970 et modifia sensiblement la structure de ces riches forêts à Diptérocarpacées. Si le prélèvement à l'hectare porte sur environ 30 % de la surface terrière, les dégâts causés par cette exploitation sont plus vastes et on considère que la perturbation, avec des intensités différentes, peut toucher 60 à 70 % du peuplement. Comme seules les billes de haute valeur sont débardées, il y a sur le sol une accumulation très importante de surbilles, de culées d'abattage, de houppiers desséchés, de grumes éliminées et ces rémanents ligneux sont une proie facile pour les flammes. Dans ces conditions, il est clair qu'en présence d'une sécheresse très marquée, ces forêts secondarisées non seulement deviennent très vulnérables mais connaissent aussi ce que les experts appellent une combustibilité différente ; ce terme traduit la sensibilité d'une formation végétale à propager le feu par opposition à la notion d'inflammabilité qui exprime les facilités d'éclosion des feux, puis d'embrasement d'un végétal soumis à un fort rayonnement calorifique. C'est donc plus dans les changements de

structure et dans les modifications profondes subies par ces massifs que dans la seule sécheresse qu'il faut chercher les raisons majeures de l'extension de ces incendies.

Dans les forêts marécageuses sur tourbe, à l'époque non exploitées, la situation fut quelque peu différente. Avec la sécheresse, les tourbières s'asséchèrent et, lorsque le feu y entra, il progressa également de manière souterraine sur des épaisseurs pouvant atteindre un mètre, entraînant ainsi la disparition complète de la végétation. Les formations végétales très particulières dénommées kerangas que l'on trouve à Kalimantan sur des sols acides à substrat sableux, très sensibles au stress hydrique, furent également très durement touchées.

Les feux atteignirent leur intensité maximale en avril 1983. Durant cette période, le trafic aérien dut être complètement stoppé. Le ciel était envahi par d'épaisses fumées et la vision du soleil était réduite à la perception d'un pâle disque de couleur jaunâtre. Non seulement les aéroports de Samarinda et de Balikpapan durent être fermés mais aussi celui de Surabaya, sur l'île de Java. La fumée dégagée par ces gigantesques incendies créa des interférences dans la navigation aérienne, non seulement à Jakarta mais aussi à Singapour à plus de 1500 km de là.

Ces incendies s'arrêtèrent lorsqu'ils rencontrèrent les régions montagneuses situées au nord et à l'ouest de la province de Kalimantan-Est, là où les précipitations sont plus élevées et les forêts non exploitées. Plus précisément, l'arrêt du feu coïncide avec la rencontre des isohyètes 2 800 à 3 000 mm et la limite des concessions ouvertes à l'exploitation forestière.

En mai 1983, avec le retour des pluies, le feu s'éteignit de lui-même quoique des veines de houille, très abondantes dans cette région, continuent de se consumer. Cet aspect très particulier déclencha une vive controverse sur l'origine de ces incendies. Une fois écartée l'hypothèse de la foudre et des effets de loupe joués par des bouteilles laissées par les exploitants forestiers, deux causes furent avancées pour expliquer l'origine de ces incendies : le rôle joué par les veines de houille qui affleurent en forêt et celui des agriculteurs pratiquant des cultures itinérantes.

Le rôle des veines de houille

GOLDAMMER et SEIBERT, en 1989, pensent que des feux couvant depuis longtemps dans des veines de houille, à différents niveaux du sol, ont pu être à la base de ces incendies. L'Est-Kalimantan est l'un des rares sites en forêt tropicale où des feux de houille ont pu être observés et suivis non loin de la surface du sol. Tout d'abord, il fut communément admis que ces veines avaient été allumées par les feux de 1982 et 1983. Mais de nombreux témoignages contredisent cette affirmation et précisent que ces veines, probablement par l'entremise de la foudre, brûlaient bien avant 1982. Ces filons, une fois enflammés, se consomment pendant de longues périodes et avancent lentement sous les toutes premières couches du sol, à la surface de ces forêts. Ils ne peuvent être éteints par les pluies et représentent un potentiel latent pour le développement de nouveaux feux. Que ces veines de houille aient été allumées en 1982 ou pas, une fois mises à feu, elles furent sans conteste des vecteurs non négligeables des second et troisième feux, en rampant à travers la forêt et pérennisant ainsi leur action.



A Kalimantan, les berges des rivières sont régulièrement mises à feu

Le rôle joué par les agriculteurs

Les différentes enquêtes menées sur l'origine des feux conclurent rapidement à mettre en exergue la responsabilité des agriculteurs qui ne purent contrôler leurs traditionnelles mises à feu en forêt, préalables à toute opération agricole. Ces défrichements sont normalement effectués durant les mois secs d'août et septembre lorsque les pluies se situent mensuellement autour de 100 à 300 mm et que l'évaporation est supérieure aux précipitations. Ceci permet à la biomasse coupée de sécher et de devenir combustible en octobre et novembre, ce qui coïncide avec les dates de démarrage des grands feux de l'Est- Kalimantan en 1982.

Dans cette province, de grands courants migratoires, depuis une vingtaine d'années, ont touché différentes ethnies aussi bien originaires de l'île elle-même, comme certaines tribus dayaks abandonnant leurs aires traditionnelles pour s'installer dans les bassins de la Mahakam et de la Kayan dans des contrées voisines. Ainsi de nombreux migrants de Java, de Sulawesi, autrefois appelés Célèbes, et du Sud-Kalimantan, attirés par le boom de l'exploitation forestière et des routes ouvertes pour l'évacuation de ces produits, s'installèrent à proximité des zones exploitées.

La densité croissante des populations conduisit également à une augmentation rapide des zones défrichées et à une potentialité accrue d'incendie. Il n'est donc nullement étonnant de trouver une corrélation étroite entre les régions les plus brûlées et les districts les plus peuplés de la province, zones de transmigration incluses.



Veine de charbon en feu depuis 1982 à 50 cm de la surface du sol et toujours en activité 9 ans plus tard

LES FEUX DE 1987

Mi-juin 1987, une autre vague de sécheresse frappa l'Est-Kalimantan avec la réapparition du phénomène « E1 Nino », mais avec moins de gravité qu'en 1982 et 1983. Comme en 1982, les paysans furent jugés comme principaux responsables de la propagation de ces feux pour l'établissement de leurs cultures. SEIBERT, en 1988, rapporte que ces feux eurent leur origine dans des sites multiples aussi bien dans des forêts bénéficiant du statut de protection que dans des plantations d'hévéas par l'entremise des veines de houille qui se consumaient. La légère couche de terre recouvrant ces veines s'assécha, puis s'écroula, permettant ainsi à la végétation de s'enflammer. En septembre, le gouvernement décida d'éteindre ces feux dans la zone de Bukit Soeharto entre Samarinda et Balikpapan. Un Transall, spécialement équipé pour la lutte anti-incendie et doté d'une capacité de 12000 litres d'eau, intervint avec succès dans cette région et maîtrisa les feux de surface allumés par les planteurs de poivriers. Ce fut le premier essai d'utilisation d'une technologie moderne dans la lutte contre les incendies de forêt. Cependant son coût horaire élevé, près de 20 000 Francs de l'heure, allait en limiter l'usage.

LES DÉCÂTS CAUSÉS PAR LES FEUX SUR LA VÉGÉTATION

L'étude menée sous l'égide de l'O.I.B.T. et réalisée par D.F.S. décrit, avec beaucoup de minutie, les relations entre les facteurs agissant sur le comportement du feu, tels que la typologie des peuplements au moment de l'incendie, les conditions de milieu comme la topographie et les différents types de sols. L'une des conclusions majeures qui se dégagent est la très grande sensibilité des zones exploitées liée, entre autres facteurs, à l'accumulation de rémanents ligneux très combustibles sur le sol. L'étude de la profondeur du sol et de sa texture, paramètres de la capacité de rétention en eau, sont en outre d'excellents indicateurs de la vulnérabilité d'une zone.

Le tableau suivant, obtenu à partir des images Landsat 1988, Spot 1988 et de survols aériens, condense les informations recueillies sur la végétation.

EFFETS DU FEU PAR TYPE DE VÉGÉTATION

Classification de la végétation	Surface (1 000 ha)	(%)	Brûlé (%)	Non brûlé (%)
Forêts non exploitées	410	9	11	89
Forêts exploitées à faible prélèvement	1 096	23	58	42
Forêts exploitées à prélèvement moyen	984	21	84	16
Forêts exploitées à prélèvement élevé	727	15	88	12
Plantations	27	1	96	4
Total forêts de plaine	3 244	69	67	33
Kerangas	40	1	45	55
Forêts de montagne	43	1	56	44
Forêts marécageuses non exploitées	181	4	17	83
Forêts marécageuses exploitées	385	8	97	3
Recrus sur marécages	110	2	82	18
Forêts marécageuses en eau saumâtre	22	0	23	77
Forêts côtières	41	1	0	100
Total forêts	4 066	86	67	33
Cultures itinérantes	387	8	85	15
Cultures, villages	213	5	69	31
Lacs et rivières	67	1	100	0
Autres types de végétation	667	14	79	21
Total	4 733	100	67	33

Source : The forest fire 1982/83 in East Kalimantan — Part 1 : the fire, the effects, the damage and technical solutions. W. SCHINDELE, W. THOMA, K. PANZER. FR-Report No. 5., 1989.

CONCLUSIONS

En conclusion, on peut noter qu'à la simplification d'une structure multi-étagée en une monostrate s'est ajoutée la modification de la composition floristique, qui a été sensiblement remaniée. Les espèces pionnières ont moins souffert que d'autres et certaines d'entre elles (*Macaranga spp.*, *Trema spp.*, *Anthocephalus spp.* et *Vitex spp.*) ont connu un développement spectaculaire. La valeur économique des forêts de l'Est-Kalimantan repose principalement sur la famille des Diptérocarpacées et celle-ci a particulièrement été touchée aussi bien au niveau de l'étage dominant que de la strate régénération. Les experts estiment qu'il faudra entre 30 et 500 années pour retrouver des conditions favorables à la croissance de ces essences et que les cycles de régénération, propres à chacune de ces espèces, retrouvent leur mécanisme originel.

QUEL AVENIR POUR LES FORÊTS DE KALIMANTAN ?

Après cette catastrophe, sur le plan forestier, deux points retiennent notre attention : quel est l'avenir des massifs qui ont été épargnés par le feu et que peut-on réellement entreprendre pour les zones dévastées ?

Pour ces dernières, selon une étude typologique à définir, plusieurs approches sylvicoles peuvent être proposées :

- En ce qui concerne les zones les plus touchées, seul le reboisement peut redonner à ces terres une vocation forestière dans un délai acceptable. Après la destruction totale de l'écosystème, il est illusoire de compter sur la régénération naturelle qui entrera en compétition avec des espèces herbacées mieux adaptées à ces zones de recrûs.
- Là où une strate forestière, même discontinue, est toujours présente, la plantation d'espèces à haute valeur commerciale peut être envisagée. Ces plantations peuvent s'effectuer, soit dans les trouées, soit en layon après l'abattage des arbres morts sur pied, dont la chute occasionnerait des dommages pour les espèces introduites.
- Les peuplements peu touchés après le feu, où la présence de semenciers de qualité est assurée, peuvent être conduits avec des méthodes plus classiques de sylviculture. Ainsi, après l'abattage des arbres morts sur pied, l'un des traitements peut être l'élimination de la végétation concurrente comme les espèces pionnières et les lianes, couplée aux périodes de fructification des Diptérocarpacées.

De nombreuses propositions techniques peuvent être avancées mais leur coût restera élevé : un projet soumis à l'O.I.B.T. estime à près de 400 millions de dollars le coût de ces opérations de réhabilitation. Sans tenir compte du préjudice subi au niveau écologique, les premiers calculs situent les pertes créées par ces incendies à 9 milliards de dollars.

Aussi, pour le futur, si l'on veut conserver à Kalimantan sa double vocation de protection de l'environnement et de ressources forestières, des mesures de prévention et de lutte contre l'incendie doivent être rapidement envisagées. En particulier, doivent être prises des dispositions de protection adaptées au danger très spécifique, mais pouvant être localisé, que constitue la combustion des veines de houille. En outre, l'association des populations riveraines, ces dernières étant à la fois la cause de ces incendies et ses victimes, revêt la plus haute importance tout comme l'établissement d'un système de contrôle du feu, non pas dans les régions éloignées mais dans les

villages, les zones de transmigration et les campements dotés de services de détection précoce et de réels moyens d'action. Enfin, la mise sur pied d'un service public contre les feux de forêt donnerait toute sa teneur à l'engagement politique visant à la gestion effective de ces massifs. Si l'homme a appris à recréer la forêt qu'il a brûlée dans les zones tempérées, il ne maîtrise aucunement les mécanismes de régénération de l'écosystème forestier sous les tropiques.

A ce titre, la prévention demeure une action prioritaire et cette prise de conscience, partagée par le plus grand nombre, doit contribuer à assurer la sauvegarde, la protection et une valorisation rationnelle de la forêt tropicale.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

BOCK (C.), 1882. - The headhunters of Borneo: A narrative of travel up the Mahakam and down the Barito, also journeyings in Sumatra. Singapore Oxford University Press, Oxford, New-York.

BRUENIG (E. F.), 1969. - On the seasonality of droughts in the lowlands of Sarawak (Borneo). *Erdkunde*, 23, 2, pp. 127- 133.

ENDERT (F. H.), 1925. Midden oost Borneo expeditie. Botanisch en Floris tisch Verslag. G. Kolff & Co, Batavia, Woltevreeden.

GOLDAMMER (J. G.), SEIBERT (B.), 1989. - Natural rain forest fires in Eastern Borneo during the Pleistocene and Holocene.

GRABOWSKI (F.), 1890.– Streifzuege durch die malayischen Distrikte Suedost Borneos. II. *Globus*, 57.

KAUFMANN (J. B.), UHL (C.), CUMMINGS (D. L.), 1988. - Fire in the Venezuelan Amazon. Fuel biomass and fire chemistry in the evergreen rainforest of Venezuela. *Oikos*, 53, pp.167-175.

LEIGHTON (M.), 1984. - The El Nino southern oscillation event in Southeast Asia: Effects of drought and fire in a tropical forest in Eastern Borneo. Presented at the American Association for the Advancement of Science Annual Meeting. May 1984, pp.24-29, New York City.

MAYER (J. H.), 1989. – Socioeconomic aspects of the forest fire 1982/83 and the relation of local communities towards forestry and forest management in East Kalimantan. FR-Report No.9. Investig. of the Steps Needed to Rehab. the Areas of the Kalim. Seriously Aff. by Fire.

NIKEN (S.), AMBLAMI (M.), 1989. - Socioeconomic aspects of the forest fire 1982/1983 and the relation of transmigrants towards forestry and forest management in East Kalimantan. FR-Report No. 11.

SANFORD (R. L.), SILDARRIAGA (J. S.), CLARK (K.E.), UHL (C.), HERRERA (R.), 1985.

Amazon rain-forest fires. *Science*, Vol. 227, pp. 53-55

SCHINDELE (W.), THOMA (W.), PANZER (K.), 1989. - The forest fire 1982/1983 in East Kalimantan. Part I : The fire, the effects, the damage and technical solutions. FR-Report No.5.

SCHINDELE (W.), THOMA (W.), 1989. Proposal for a pilot project on forest rehabilitation after fire in East Kalimantan. FR-Report No. 10.

SEIBERT (B.), 1988. - Forest fires in East Kalimantan 1982/83 and 1987. The press coverage. Forestry Faculty, Mulawarman University, Samarinda, East Kalimantan, Indonesia.

SEIBERT (B.), 1989. - Forest regeneration after fire in East Kalimantan

Le changement climatique augmente le risque d'incendies de forêt

Par ScienceBrief

Examen rapide de la réponse à l'aide de ScienceBrief.org

Horodatage: Publié le 14 janvier 2020. Les éléments de preuve examinés ont été publiés entre le 16 mars 2013 et le 12 janvier 2020.

Rechercher les mots clés utilisés pour l'examen de réponse rapide: "Changement climatique" ET "Fire" (aussi "Fire Weather" ou "Fire Danger")

Matthew W. Jones 1 , Adam Smith 1 , Richard Betts 2,3, Josep G. Canadell 4 , I. Colin Prentice 5 , and Corinne Le Quéré 1

1 Tyndall Centre for Climate Change Research, School of Environmental Sciences, University of East Anglia (UEA) 2 Met Office Hadley Centre, Exeter 3 College of Life and Environmental Sciences, University of Exeter 4 CSIRO Oceans and Atmosphere, G.P.O. Box 1700, Canberra, ACT 2601, Australia 5 Department of Life Sciences and Leverhulme Centre for Wildfires, Environment and Society, Imperial College, Londres

Approche.

Nous avons entrepris un examen rapide de la réponse sur le lien existant entre le changement climatique et le risque d'incendie. 57 articles scientifiques ont été rassemblés et évalués à l'aide de **ScienceBrief**. Ce document synthétise les points clés qui ont émergé de l'analyse des résultats. Notre examen se concentre sur les documents publiés depuis le cinquième rapport d'évaluation de la Groupe d'experts sur l'évolution du climat (GIEC), initié en mars 2013. Les documents peuvent être consultés sur <https://sciencebrief.org/topics/climate-change-science/wildfires>. Tous les articles montrent des liens entre le changement climatique et l'augmentation de la fréquence et de la sévérité des incendies, bien que certains notent des anomalies dans les régions isolées.

Aucun des documents ne conforte une diminution généralisée du risque d'incendie.

Résumé.

Le changement climatique d'origine humaine favorise les conditions dont dépendent les feux de forêt, ce qui augmente leur probabilité et remet en question les efforts pour les réduire. . Le réchauffement causé par l'homme a déjà entraîné une augmentation mondiale de la fréquence et de la sévérité des conditions météorologiques favorables aux feux, ce qui a accru les risques d'incendies de forêt. Ce signal est relié à la variabilité naturelle dans de nombreuses régions, y compris l'ouest des États-Unis et le Canada, l'Europe du Sud, la Scandinavie et l'Amazonie. Le réchauffement d'origine anthropique augmente également les risques d'incendie dans d'autres régions, y compris la Sibérie et l'Australie. Néanmoins, l'activité des feux de forêt est déterminée par une série d'autres facteurs, notamment la gestion des terres et les sources d'incendies, et à une échelle globale, la plupart des données indiquent une réduction de la superficie brûlée au cours de

la période récente, principalement en raison du défrichement des terres naturelles pour l'agriculture.



Contexte.

Le cinquième rapport d'évaluation du Groupe intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) publié en 2013 a identifié plusieurs tendances climatiques qui ont le potentiel d'influencer les conditions météorologiques favorables aux incendies :

- Augmentation de la température moyenne à l'échelle mondiale.
- Augmentation globale de la fréquence, de l'intensité et/ou de l'étendue des vagues de chaleur (c'est-à-d. la violation des seuils d'ouverture historiquement extrêmes).
- Augmentations régionales de la fréquence de la durée et de l'intensité de la sécheresse.

Les conditions favorables aux feux se réfèrent à des périodes avec une forte probabilité d'incendie en raison d'une combinaison de températures élevées, faible humidité, faibles précipitations et souvent des vents violents. La hausse des températures mondiales et des vagues de chaleur plus fréquentes et les sécheresses qui y sont associées augmentent la probabilité de feux de forêt en favorisant des conditions chaudes et sèches propices aux incendies. Les changements dans les précipitations et leur saisonnalité compliquent les tendances relatives aux périodes favorables aux feux, , ce qui explique la possibilité de réductions des périodes favorables aux feux dans quelques régions. Néanmoins, l'apparition d'incendies de forêt est modérée par une série de facteurs, y compris les pratiques de gestion des terres, le changement d'utilisation des terres et les sources de feux. . À l'échelle mondiale, la superficie brûlée a diminué au cours des dernières décennies, probablement en raison du défrichement de la couverture terrestre naturelle pour l'agriculture et de l'augmentation du contrôle des incendies.

L'impact du changement climatique anthropique dépasse celle de la variabilité naturelle.

Jolly et coll. (2015) utilisent des données d'observation pour montrer que les saisons météorologiques favorables aux incendies concernent environ 25 % de la surface couverte de

végétation de la Terre, entraînant une augmentation de 120% de la durée moyenne de la saison favorable aux incendies à l'échelle mondiale. D'ici 2019, les modèles suggèrent que l'impact du changement climatique anthropique sur les conditions météorologiques favorables aux incendies était détectable en dehors de la plage de variabilité naturelle sur 22 % de la superficie mondiale de terres brûlées (Abatzoglou et al., 2019). Des études régionales corroborent ces résultats mondiaux en identifiant les liens entre le changement climatique et les conditions météorologiques favorables aux incendies, y compris dans les régions suivantes où des incendies de forêt récents et majeurs sont importants :

- **Amazonie.**

Les modèles suggèrent que les impacts des changements climatiques sur les conditions météorologiques extrêmes et la saison des incendies dans les années 1990 (Abatzoglou et al., 2019). Les incendies causés par la sécheresse peuvent compenser partiellement les réductions dans les incendies de déforestation amazoniens depuis 2000 (Aragon et al., 2018). Les changements climatiques dans les conditions météorologiques d'incendie sont exacerbés par la fragmentation du paysage causée par la déforestation (Alencar et al., 2015 ; Aragão et al., 2018 ; Brando et al., 2013).

- **Europe du Sud/Méditerranée.**

Les modèles suggèrent que les impacts du changement climatique anthropique sur les conditions météorologiques d'incendie extrêmes et la durée de la saison favorable aux incendies sont apparus dans les années 1990 (Abatzoglou et al., 2019). Plusieurs articles identifient un lien émergent entre les vagues de chaleur, sécheresse et incendies en Europe du Sud (p. ex. Ruffault et al., 2017 ; Relative et coll., 2018 ; Koutsias et coll., 2013).

- **La Scandinavie.**

Les modèles suggèrent que les impacts des changements climatiques sur les conditions météorologiques d'incendie extrêmes et la durée de la saison des incendies ont émergé dans les années 2000 (Abatzoglou et coll., 2019). Krikken et coll. (2019) ont constaté que les incendies en Suède étaient 10 % plus probables dans le climat actuel que dans le climat préindustriel et qu'une plus grande augmentation de la durée des conditions favorables aux incendies était probable à l'avenir.

- **Ouest des États-Unis et du Canada.**

Les modèles suggèrent que les impacts du changement climatique anthropique sur les conditions météorologiques extrêmes et la durée de la saison des incendies sont apparus dans les années 2010 (Abatzoglou et al., 2019 ; Williams et coll., 2019 ; Abatzoglou et Williams, 2016). Yoon et coll. (2015) ont également prédit que l'apparition d'un risque d'incendie extrême dépasserait la variabilité naturelle en Californie d'ici 2020. Kirchmeier-Young et coll. (2017) ont constaté que les incendies de 2016 à Fort McMurray étaient 1,5 à 6 fois plus probables en raison du changement climatique d'origine anthropogénique, comparativement au forçage naturel. Westerling et coll. (2016) ont constaté que la superficie brûlée était 10 fois plus grande dans les forêts de l'Ouest des États-Unis en 2003-2012 qu'en 1973-1982. Les feux de forêt en Alaska de 2015 se sont produits au milieu de conditions météorologiques favorables aux feux qui étaient 34-60% plus probables en raison du changement climatique d'origine anthropique (Partain et autres, 2016).



Le changement climatique affecte également les conditions météorologiques favorables aux incendies dans de nombreuses autres régions, bien que la détection formelle n'émerge pas encore de la variabilité naturelle. Abatzoglou et coll. (2019) suggèrent que le signal anthropique du changement climatique sera détectable sur 33 à 62 % de la superficie des terres brûlées d'ici 2050. D'autres études mondiales s'accordent à dire que le changement climatique a pour effet d'augmenter le temps d'incendie et la superficie brûlée une fois que d'autres facteurs ont été contrôlés (p. ex. Huang et al., 2015 ; Flannigan et coll., 2013). Les études de modélisation régionales corroborent ces résultats mondiaux en montrant comment le changement climatique affectera les conditions météorologiques favorables aux incendies :

- **Sibérie**

Tant le nombre d'incendies de forêt que l'étendue des zones brûlées ont augmentés au cours des dernières décennies (Ponomarev et al., 2016). Les modèles suggèrent que l'augmentation de la fréquence et de la gravité des incendies sera plus prononcée dans la région boréale septentrionale, y compris en Sibérie (Flannigan et al., 2013 ; de Groot et al., 2014). Les impacts du changement climatique anthropogénique sur les conditions météorologiques extrêmes et la durée de la saison des incendies devraient émerger au-dessus de la variabilité naturelle dans les années 2020 (Abatzoglou et al., 2019).

- **Australie**

Les données d'observation suggèrent que les phénomènes météorologiques favorables aux incendies sont déjà de plus en plus fréquents et intenses (Dowdy, 2018 ; Head et coll., 2014). Cependant, la divergence entre les signaux de forçage anthropiques et naturels est plus faible et plus difficile à diagnostiquer que dans d'autres régions, en raison de la forte variabilité régionale et interannuelle de l'effet des oscillations d'El Nino-Sud sur les incendies. (Dowdy, 2018 ; Sharples et coll., 2016). D'autres conditions météorologiques régionales importantes, telles que le « Indian ocean dipole » (IOD) et le « Southern annual mode » (SAM), contribuent également à la variabilité naturelle des conditions météorologiques favorables aux incendies, mais leurs effets sont de plus en plus superposés. Les impacts du changement climatique anthropogénique sur les conditions météorologiques extrêmes et la durée de la saison des incendies devraient dépasser les effets de la variabilité naturelle dans les années 2040 (Abatzoglou et al., 2019).

Tendances persistantes dans les régions où un signal anthropique a déjà émergé.

Les modèles prévoient que la durée de la saison des incendies augmentera de plus de 20 jours par année dans les hautes latitudes du Nord d'ici la fin du siècle (Flannigan et al., 2013). Les modèles indiquent également que les incendies actuels « centenaires », en termes de superficie brûlée, se produiront tous les 5 à 50 ans à travers l'Europe d'ici la fin du siècle (Forzieri et al., 2016). La

modélisation du risque d'incendie en Alaska indique une multiplication par quatre de la probabilité d'incendie sur 30 ans d'ici 2100 en raison du changement climatique (Young et coll., 2017).

Les analyses paléo montrant également l'augmentation des feux de forêt pendant les périodes plus chaudes. Des analyses paléo sédimentaires du charbon de bois et d'autres indicateurs de l'activité des incendies ont été utilisés pour étendre les registres des incendies tout au long de la période de l'Holocène (les 12 000 dernières années) et au-delà, permettant d'évaluer les interactions à long terme entre le climat et la biomasse brûlée (Marlon et coll., 2013, 2016). D'autres comparaisons de données de modèle révèlent une correspondance robuste entre le feu et le climat pendant l'Holocène dans la plupart des régions, bien que cette correspondance puisse être modifiée dans les régions où le contrôle humain direct est important par l'allumage et la suppression du feu, y compris en Europe (Brûcher et coll., 2014). Harrison et coll. (2018) ont par la suite utilisé la comparaison des données de modèle pour démontrer que la combustion de la biomasse a augmenté avec la hausse de la température au cours des 1500 dernières années. En Australie, la production de charbon de bois est en corrélation avec la température pendant les grandes transitions climatiques historiques et le rôle des activités humaines directes n'est pas évident (Williams et al., 2015). Dans l'ensemble, les 57 articles examinés montrent clairement que le réchauffement causé par l'homme a déjà entraîné une augmentation mondiale de la fréquence et de la gravité des conditions climatiques favorables aux feux, , ce qui augmente les risques d'incendies de forêt.

Les risques futurs posés par les feux de forêt pourraient être considérablement réduits en limitant l'augmentation de la température à bien en dessous de 2 °C. Plusieurs études ont étudié les impacts de la limitation du réchauffement climatique à 1,5 °C, 2 °C et/ou 3 °C au-dessus des niveaux préindustriels. À l'échelle mondiale, les régions ayant un impact détectable du changement climatique anthropique sur les conditions météorologiques favorables aux incendies sont deux fois plus grandes à 3 °C qu'à 2 °C (Abatzoglou et al., 2019). Ces changements dans les conditions climatiques favorables aux incendies peuvent se traduire par une augmentation de la superficie brûlée. A titre d'exemple, Turco et coll. (2018) constatent qu'une augmentation de 1,5 °C de la température au-dessus de la température préindustrielle dans le bassin méditerranéen entraînerait une augmentation de 40 % de la superficie brûlée, alors qu'un gain de température plus important de 3 °C entraînerait un doublement de la superficie brûlée. Burton et coll. (2018) ont étudié l'impact sur les conditions météorologiques d'incendie d'une limitation du réchauffement climatique à 1,5 °C et 2 °C au-dessus des niveaux préindustriels, avec une limite de 2°C atteinte en appliquant des réductions substantielles et rapides des émissions de gaz à effet de serre, et une limite de 1,5 °C atteinte en incluant également la gestion des radiations solaires (injection stratosphérique SO₂). Les résultats indiquent qu'une limite de 1,5 °C réduit les conditions favorables aux incendies à l'échelle mondiale par rapport à une limite de 2 °C, mais la gestion du rayonnement solaire peut en fait aggraver les conditions d'incendie dans certaines régions et doit donc être examinée de façon précautionneuse.



Le temps d'incendie ne se traduit par l'activité du feu et la zone brûlée que si des incendies naturels ou humains se produisent, et donc la sensibilité de la zone brûlée aux changements de temps d'incendie varie d'une région à l'autre (Bedia et al., 2015 ; Archibald et coll., 2013).

La corrélation entre le temps d'incendie et la zone brûlée est la plus forte dans les forêts boréales et tropicales, où le temps du feu est la principale limitation au feu. D'autre part, la zone brûlée est insensible aux intempéries dans les régions où les stocks de carburant ou la suppression humaine sont les principales limitations d'incendie.

Les humains peuvent affecter directement l'apparition des feux de forêt en gérant les charges de carburant et en supprimant les allumages pendant les intempéries. À l'échelle mondiale, les humains ont réduit l'étendue mondiale de la superficie brûlée au cours des dernières décennies (Andela et coll., 2017 ; Forkel et coll. 2019 ; Doerr et Santin, 2016 ; Bestinas et coll., 2014), et probablement le siècle dernier (Arora et al., 2018). Néanmoins, les effets humains directs sur la zone brûlée montrent une régionalité importante. Bien que la conversion des savanes en terres agricoles ait été le principal moteur de la réduction de la superficie brûlée dans le monde au cours des dernières décennies, la superficie brûlée a augmenté dans les forêts à canopée fermée et est associée à l'augmentation de la densité de la population, des terres cultivées et du bétail (Andela et coll., 2017 ; Arora et coll., 2018). À titre d'exemple régional, Syphard et coll. (2017) constatent que les influences climatiques sur les incendies en Méditerranée ont été contrecarrées par la suppression directe des incendies depuis 1970.



Cet examen indépendant de ScienceBrief est conforme au résumé « Fire and Climate Change » du Rapport spécial 2019 du GIEC sur les changements climatiques et les terres, qui stipule que :

- **Le changement climatique joue un rôle croissant dans la détermination des régimes de feux de forêt le long de l'activité humaine, et la variabilité future du climat devrait augmenter le risque et la gravité des feux de forêt dans de nombreux biotopes tels que les forêts tropicales humides.**
- **Les saisons météorologiques des incendies se sont allongées à l'échelle mondiale entre 1979 et 2013**
- **La superficie mondiale brûlée a diminué au cours des dernières décennies, principalement en raison de la baisse des brûlures dans les prairies et les savanes.**

Rapport complet: <https://sciencebrief.org/briefs/wildfires>

Remerciements.

Nous remercions Pierre Friedlingstein et Peter Liss pour leurs commentaires sur ce document, ainsi que Tim Osborn, Geert Jan van Oldenborgh, Friederike Otto et Nathan Gillet d'avoir aidé à une version précédente de l'examen qui portait uniquement sur les vagues de chaleur et les feux de forêt. Nous remercions Anthony J. De-Gol qui a développé la plateforme web ScienceBrief. Cet examen de la réponse rapide a été soutenu par la Commission européenne par le biais des projets 4C, VERIFY et CRESCENDO (subventions no 821003, 776810, 641816).

À propos de ScienceBrief.

ScienceBrief est une nouvelle plate-forme Web qui aide à donner un sens aux publications évaluées par les pairs et à suivre le rapport avec la science. Il est écrit par des scientifiques. ScienceBrief est un système transparent, continu et rapide pour l'examen des connaissances actuelles. Science-Brief montre l'état et la force du consensus scientifique dans des domaines critiques tels que le changement climatique, et met en évidence les controverses et les besoins de recherche. ScienceBrief en est à ses débuts. L'accent est mis pour 2020 sur la science du climat avant l'importante COP26 des Nations Unies qui aura lieu à Glasgow en novembre. ScienceBrief est soutenu par l'Université d'East Anglia, il a été développé avec un financement du FONDS international d'opportunités DU ROYAUME-UNI NERC (NE/N013891/1).

www.sciencebrief.org

www.tyndall.ac.uk

Interview de Plinio Sist (CIRAD Forêt-Montpellier) sur les feux de forêts

Durant l'été 2019, d'importants incendies se sont répandus principalement en Amazonie et en Afrique et Jean-Guy Bertault (JGB) de l'AFT a rencontré le 28 novembre dernier Plinio Sist (PS), directeur de l'UR Forêts et Sociétés du CIRAD qui intervient sur ces continents pour faire le point sur ce sujet.

JGB :

Les médias ont rapporté cette année l'accroissement massif des feux en Amazonie, le premier massif forestier tropical, alors que le second, le Bassin du Congo, a paru relativement épargné par les flammes. Comment expliquer que ces deux écosystèmes très proches dans leur structure et fonctionnement connaissent des trajectoires aussi divergentes ?

PS:

Deux dynamiques en effet très différentes, avec une déforestation massive depuis près d'un demi-siècle en Amazonie, avec une phase de décélération entre 2004 et 2012 où on est passé de 2,7 millions d'ha par an à 400 000 ha et, depuis 2012, une tendance à la hausse en 2019 avec un chiffre record d'un million d'hectares d'après l'INPE l'agence de recherche spatiale brésilienne. Les observateurs s'accordent à penser que cette augmentation significative en 2019 relève de la politique affirmée de mise en valeur agricole prônée par les nouvelles instances dirigeantes. Pour le Bassin du Congo, on n'observe pas du tout la même dynamique agricole et notamment de l'élevage sachant que 80 % de la déforestation en Amazonie sont imputés à cette pratique. En Afrique centrale, l'exploitation forestière reste très sélective et ne remet pas pour l'instant en cause la résilience des peuplements. La question qui se pose est de savoir combien de temps cet écosystème restera à l'écart des grandes spéculations agricoles comme le palmier à huile par exemple en raison de la raréfaction des terres disponibles sur les autres continents, notamment en Asie.

JGB :

Les feux en Indonésie, notamment à Sumatra et Bornéo, ont également défrayé la chronique alors que les chiffres de la déforestation semblent régresser significativement ces dernières années sans que la propagation des incendies diminue. Comment expliquer cet apparent paradoxe ?

PS :

Ce ne sont plus majoritairement des forêts denses qui brûlent car elles ont déjà été fort entamées, mais plutôt des forêts très dégradées, des recrus forestiers, des jachères, qui sont incendiées, première étape d'une appropriation foncière dans un pays où le statut juridique des terres est en débat et souvent subordonné à la reconnaissance de sa mise en

valeur qui crée ainsi un premier droit de propriété. Il est à noter que les quelques forêts denses qui subsistent sont devenues très vulnérables aux incendies du fait des passages réitérés de l'exploitation forestière qui ne respectent pas les prescriptions légales des intervalles de cycles de coupe. Les peuplements subsistants sont donc très ouverts et deviennent ainsi plus sensibles aux passages des feux. Concernant le taux de déforestation, effectivement les observations, aussi bien gouvernementales que des ONG, montrent un ralentissement effectif depuis quelques années.

JGB :

Toujours en Indonésie, les pratiques d'assèchement des tourbières et de mises à feu préalables à leur conversion en plantations agricoles ou forestières contribuent à 8 % des émissions globales de carbone et de 23 % de méthane pour « seulement » 0,6 % des zones brûlées dans le monde. Voit-on une issue à ces usages que la seule voie législative ne semble pas pouvoir enrayer ?

PS :

Ce sont les feux qui effectivement causent des dommages considérables avec un impact qui dépasse les seules zones incendiées comme le révèlent les nuisances observées à Singapour et en Malaisie. Ces feux proviennent de tourbières asséchées avec au sol beaucoup de matériel végétal inflammable et ce sont les modes de gestion de ces zones qui sont en cours de réflexion aujourd'hui en incluant des approches de valorisation énergétique de cette biomasse, la promotion de systèmes agroforestiers jusqu'à la réhabilitation de ces tourbières. Pour répondre à la question du respect des lois régulièrement promulguées, il est évident qu'il faut se doter de moyens et d'outils de contrôle à différentes échelles avec un volet terrain conséquent pour contrôler et réprimer si nécessaire. Si on observe en terme de respect de la loi ce qui s'est passé en Amazonie à partir de 2004, on s'aperçoit que les grands propriétaires ont rapidement suivi la réglementation mais que les plus petits, à l'échelle de l'exploitation qui étaient la leur, ont continué à défricher en raison des baisses significatives de fertilité de leurs parcelles. En l'absence de proposition d'itinéraires techniques alternatifs, les défrichements apparaissent souvent comme la seule possibilité de pérenniser leur exploitation.

La seconde contrainte majeure réside dans l'absence de sécurisation foncière de ces populations avec la principale conséquence qu'elles n'ont jamais la garantie qu'elles seront les principaux bénéficiaires par exemple des arbres plantés. Aussi longtemps que ces questions fondamentales ne seront pas traitées, avec un cadastre adapté à l'échelle des petites exploitations comme des expérimentations tentent de le faire au Brésil, les actions de réhabilitation auront un avenir incertain.

JGB :

Sur les feux observés en Afrique subsaharienne, notamment en Angola, Zambie, Malawi et Mozambique, avec le double de » hot spots » détectés par rapport à l'Amazonie, peut-on parler cette année d'une réelle augmentation des pratiques traditionnelles d'écobuage ? Ont-elles un effet aussi important en terme d'émission de gaz à effet de serre au niveau planétaire ?



Préparation de zone de culture après brulis

PS :

Ce sont d'abord des savanes arborées, qui sont souvent dans des processus classiques de mise à feu annuelles liées à des pratiques traditionnelles de préparation de terrain pour la culture ou l'élevage. Il est difficile de savoir si la temporalité de ces feux évolue et à quelle échelle et si elle traduit une demande croissante en terre par exemple liée à une évolution démographique. En terme d'émissions de gaz à effet de serre, en raison de leur biomasse très inférieure à celles des forêts denses d'Amazonie, leur effet est avant tout local et régional avec des effets non négligeables pour les populations qui en subissent les effets.

JGB :

Abordons maintenant l'impact de ces feux sur le fonctionnement de ces écosystèmes forestiers soumis aux incendies et régulateurs du climat. A titre d'exemple, on a parlé récemment de « rivières volantes » et des aérosols que dégageait la forêt amazonienne. Qu'en est-il exactement et à quelle échelle ces phénomènes ont-ils un impact ?

PS :

Oui, les « rivières volantes » sont un phénomène de mieux en mieux connu et il est avéré que la forêt crée sa propre pluie. Une étude récente de la NASA sur les rivières volantes montre que les feux assèchent l'atmosphère et perturbent sensiblement l'évapotranspiration. Les arbres en saison sèche puisent l'eau dans un sol qui est de plus en plus sec et compensent ces carences en pompant cette eau dans une atmosphère qui également se dessèche sous l'effet des feux avec un effet attendu sur la résilience de ces écosystèmes.

L'INPE pense que si le taux de déforestation atteint 30 % de la forêt amazonienne, le processus de savanisation initiés au sud du massif va s'amplifier. On est déjà à 20 % et avec l'effet cumulatif du changement climatique, du feu et des pressions humaines, un seuil irréversible pourrait être franchi.



L'Amazonie proche du point de rupture

C'est pour cette raison, au vu de l'urgence de cette situation et de l'impact qui dépasse la seule Amazonie, que de nombreuses voix s'élèvent au niveau international pour tenter d'arrêter cette déforestation et mettre en place des actions de restauration. Ainsi différentes initiatives ont vu le jour sous l'égide du « Bonn Challenge », un effort mondial dont le Cirad est partenaire technique, et qui ambitionne de restaurer 350 millions d'ha de terres déboisées d'ici 2030. Trois initiatives ont été créées pour relever ce défi :

- L'initiative pour la restauration des paysages forestiers en Afrique - AFR 100
- L'initiative 20x20 pour l'Amérique latine
- Le GPFLR (Global Partnership for Forest Landscape Restoration)

Néanmoins, à ce stade, peu de réalisations de terrain sont effectives et la traduction opérationnelle de ces déclarations constitue un réel challenge avec les mécanismes de financement à imaginer. Une réflexion sur l'extension du REDD+, qui se concentre aujourd'hui sur la conservation des forêts existantes, à des opérations de restauration pourrait être envisagé.

JGB :

La lutte contre les incendies, telle qu'on l'envisage dans les pays développés avec des moyens humains et matériels conséquents a montré récemment ses limites en Californie et en Australie, pays réputés pour leur excellence dans ce domaine. Faut-il pour autant renoncer à cette approche testée par le passé et qui ne semble pas avoir été appropriée par les pays bénéficiaires de cette coopération internationale ?

PS :

Quand on commence à lutter c'est que c'est trop tard. C'est aussi la preuve que les opérations de prévention n'ont pas été efficaces et que lutter contre ces feux à l'échelle de province ou de régions comme Sumatra, Bornéo ou de l'Amazonie, avec les moyens matériels et humains disponibles, reste problématique. En outre, le réseau routier souvent ne permet pas d'accéder à ces zones en feu et les budgets de lutte anti-incendie sont sans commune mesure avec les surfaces concernées qui arrêtent de brûler avec l'arrivée des premières pluies sans intervention humaine. Une approche pragmatique réside donc plus

dans la création de territoires résilients ayant leur propre capacité de défense et d'adaptation à ces incendies.

JGB :

Si la prévention apparaît comme une voie à privilégier comment la décliner dans des pays aussi divers que ceux frappés par ce fléau des incendies de forêt ? Subsidiairement, quelles sont les voies que la recherche entend privilégier notamment en terme de gouvernance, d'agroforesterie, voire d'une biomasse non valorisée lors des défrichements ?

PS :

C'est l'un des points traités en priorités par le « Bonn Challenge » qui s'attache à établir une typologie des actions à mener en fonction des situations rencontrées. Des zones prioritaires sont ainsi identifiées et en fonction de leur degré de dégradation, toute une gamme d'activités, allant de l'assistance à la régénération naturelle lorsque celle-ci est encore présente, à des plantations multi-spécifiques s'appuyant préférentiellement sur des espèces locales, et c'est le cas le plus souvent rencontré, sont proposées pour restaurer ces écosystèmes dégradés.

Cette situation alarmante présente l'intérêt de réfléchir aux objectifs de ces opérations de restauration qui peuvent constituer une opportunité pour répondre à une demande de bois qui va doubler d'ici une trentaine d'années alors que les surfaces de forêts dites naturelles ne cessent de se raréfier. Pour ces dernières, l'estimation de leurs capacités de production ne cesse de s'affiner avec les données récoltées depuis une quarantaine d'années dans les différents dispositifs expérimentaux à travers le monde. Ainsi, en Amazonie, une fois récolté le volume accumulé pendant des centaines d'années, « le premium », les récents chiffres montrent qu'il est possible de récolter 10 m³ tous les 65 ans. Ces forêts ne seront donc pas en mesure de répondre à la demande croissante et les objectifs des opérations de restauration ne se limitent donc pas à une réhabilitation des paysages à seule vocation écosystémique, mais incluent une composante majeure de production de bois d'œuvre et de service, basée sur des cycles beaucoup courts que les coupes polycycliques des forêts naturelles.

Il y a donc une complémentarité à repenser entre l'ensemble de ces écosystèmes naturels et artificialisés, l'utilisation de leurs produits et de leur valeur ajoutée respective. Ainsi, est-il toujours acceptable d'utiliser des Diptérocarpacées plus que centenaires, potentiellement utilisables pour des produits de haute gamme, pour en faire du contreplaqué que peuvent fournir des essences de plantations en quinze ans ? De plus, ces pratiques ne concourent pas à donner à ces espèces de forêt naturelle la juste valeur économique des produits et services qu'elles fournissent. On voit donc la nécessité de repenser nos modes de gestion dans leurs objectifs, avec les complémentarités et compromis à trouver, et cela pose la question de l'échelle de ces interventions.

Sur ce point, il apparaît que l'approche la plus pertinente paraît être celle du paysage et du territoire où l'impact peut être le plus rapide et direct. C'est un lieu où les acteurs des différentes filières se doivent de trouver des compromis où chacun peut trouver son propre intérêt tout en bénéficiant des actions voire des aménités des autres intervenants. Ainsi la réflexion aujourd'hui tend à s'orienter non plus sur la certification des filières mais de paysages éco-certifiés qui garantiraient que des productions, comme le soja ou le cacao par exemple, ne seraient pas commercialisés au détriment d'autres filières. Le type et l'échelle de ces paysages peuvent être très variables, allant du bassin versant si l'on privilégie des caractères biophysiques ou institutionnels comme des communes qui, au Brésil, peuvent dépasser le million d'hectares. Ainsi, pour revenir à la question plus précise sur la

valorisation de la biomasse, c'est à cette échelle de proximité que peuvent être trouvées des solutions techniques viables économiquement et bénéficiant aux producteurs locaux tout en réduisant la matière combustible ligneuse. Dans ce contexte, les systèmes agroforestiers restent des voies prioritaires à privilégier ainsi qu'une gouvernance décentralisée au plus proche des acteurs.

JGB :

Les incendies de forêt dans le monde et l'urgence climatique ont eu pour conséquence d'alerter l'opinion internationale sur le rôle crucial joué par les forêts et des initiatives se font jour notamment en interpellant les chefs d'état pour organiser un Sommet de la Terre dédié aux forêts. Quel rôle peut jouer la recherche forestière tropicale dans ce processus s'il est validé ?

PS :

La recherche forestière, comme l'a rappelé dans ses recommandations le 25ème Congrès mondial de l'IUFRO tenu récemment à Curitiba au Brésil, tient à tenir toute sa place face à l'urgence climatique qui n'est plus guère contestée. Il est à noter cependant que toutes les déclarations, accords et conclusions consensuelles de ces différents sommets sont peu suivis d'actions concrètes et qu'il existe un décalage grandissant entre les intentions affichées et leurs traductions opérationnelles. La volonté politique d'entreprendre des changements majeurs au vu des enjeux cruciaux que nul ne conteste, devient questionnable aux yeux des citoyens qui constatent cette impuissance globale de leurs gouvernants. Pourtant, à titre d'exemple, l'histoire montre qu'il est possible d'inverser ces tendances de dégradation et de déforestation des forêts comme l'a démontré le Brésil entre 2004 et 2012 même si aujourd'hui la même volonté politique inverse un processus qui semble suicidaire à un terme de plus en plus proche.

Les structures de recherche forestière qui ont accès à des informations clés sur l'évolution de notre environnement ont donc sur le plan institutionnel leur rôle à jouer tout comme de nombreux chercheurs qui, dans leur rôle de citoyens confrontés à des écosystèmes dégradés qu'ils ne cessent de décrire, souhaitent être plus présents, non seulement dans les débats nécessaires, mais principalement dans les solutions à imaginer et mettre en œuvre.

JGB :

En guise de conclusion, quel message souhaitez-vous faire passer ?

PS :

Je dirais que le futur de la Nature ne semble pas globalement être une priorité des gouvernants et il faut espérer que la volonté des citoyens qui s'affirme un peu plus chaque jour, fera évoluer drastiquement une vision politique courttermiste dont les cycles électoraux sont bien éloignés de ceux de nos forêts. Il faut dès lors instaurer un dialogue plus direct et plus fréquent entre les scientifiques et la société civile car c'est aussi en sensibilisant les citoyens que les changements peuvent se concrétiser. Les congrès forestiers mondiaux de l'IUFRO devraient par exemple consacrer une partie de leur congrès en dialogue ou forum avec la société civile.

Carbone, forêts et incendies de forêts

par Robert B. Chevrou³

On utilise dans la suite des données approchées pour simplifier l'exposé. Le lecteur peut trouver et utiliser des valeurs présumées plus précises sans que les conclusions n'en soient sensiblement modifiées.

Le stockage du carbone par la végétation

Chaque gramme (g) de végétation sèche contient 0,5g de carbone ; un mètre cube de bois contient 0,5 tonne (t) de matière sèche, donc 0,25t de carbone ; quoiqu'il ne sera pas question du CO₂ dans la suite pour simplifier l'exposé, il faut se rappeler que les transferts du carbone dans ce qui nous occupe ici se font essentiellement via le CO₂, et que l'oxydation de 1g de carbone produit 3,67g de CO₂. Je suppose que 1g de végétation autre que le bois contient, lui aussi, un 0,5g de matière sèche et 0,25g de carbone.

Rythme annuel du carbone : les feuilles des arbres tombent ou on sème des céréales

Chaque automne, les feuilles caduques des arbres tombent sur le sol où elles pourrissent en libérant dans l'atmosphère plusieurs dizaines de millions de tonnes de carbone qui sont réabsorbés par les arbres, ceux-là ou d'autres, lors de leur feuillaison du printemps suivant.

Un hectare (ha) de céréales porte de 4 à 8t de végétation qui contient 1 à 2t de carbone. Ce stock n'est pas permanent. Cette masse de carbone est en effet contenue dans cette végétation pendant une courte période de l'année, quelques semaines tout au plus avant la récolte ; puis elle se disperse dans l'atmosphère sous forme de CO₂, soit directement, soit en passant par le sol où les organismes vivants la transforment lentement en CO₂ qui rejoint l'atmosphère. On peut donc considérer que cette masse de carbone est « stockée » par cette végétation, car si elle ne reste pas en permanence dans le végétal, elle ne fait pas augmenter le carbone au fil des années dans l'atmosphère.

Si on sème des céréales sur un ha de terrain dénué de végétation, on fixe ainsi 1 à 2t de carbone de l'atmosphère. Mais on doit continuer à semer des céréales chaque année sur ce terrain pour maintenir ce stock de carbone, sans qu'on puisse l'augmenter.

Rythme séculaire du carbone : on plante une forêt

Considérons un ha de forêt équienne croissant de 10m³ (troncs, branches et racines) chaque année et absorbant donc chaque année quelques 2,5t de carbone pendant sa durée de vie. Lorsque cette forêt atteint la fin de sa vie, par exemple à 100 ans, par mortalité naturelle, incendie ou coupe rase, elle émet dans l'atmosphère les 250t de carbone (100×2,5) fixées, soit directement, soit en passant par le sol. Cette masse de carbone sera ensuite absorbée progressivement en un siècle (au

³ On trouvera au bas de la page 10 un court curriculum de Robert B. Chevrou.

rythme de 2,5 t par an comme ci-dessus) par la nouvelle forêt qui remplace celle disparue. On peut donc considérer que cette masse de carbone est « stockée » par cette forêt, car si elle ne reste pas en permanence dans le bois, elle ne fait pas augmenter le carbone au cours des siècles dans l'atmosphère.

Si on plante une forêt sur un ha de terrain dénué de végétation, on fixe ainsi 250t de carbone au bout de 100 ans avec un volume de bois de 1 000m³ ; mais on ne peut pas maintenir ces arbres sur cet ha pendant un millénaire pour obtenir un volume de 10 000m³ et un stock de carbone de 2 500t; au contraire, il faut replanter cette forêt chaque siècle sur cet hectare pour maintenir ce stock de 250t de carbone.

Une forêt de 100 ha équilibrée et d'âge maximum 100 ans contient 100 parcelles de tous âges, avec 1ha pour chaque âge de 1 à 100 ans. Une telle forêt équilibrée de 100ha fixe 12 500t de carbone. Le déstockage annuel de carbone dû à la mortalité naturelle et aux coupes est de 250t de carbone qui sont absorbées la même année par la croissance des arbres restant sur pied dans cette forêt.

De même que la plantation de 1ha fixe, en principe, 250t de carbone si on continue à planter des arbres sur cet hectare tous les 100 ans, la forêt équilibrée de 100ha fixe effectivement, elle, 12 500t de carbone et rien de plus si elle se maintient au fil des siècles.

Stockage du carbone à court terme

Ces méthodes pérennes d'exploitation de la végétation (céréales, forêt, etc.), qui font passer le carbone alternativement du végétal à l'atmosphère au fil des ans et des siècles, conduisent donc à un stock constant de carbone puisque les variations annuelles ou séculaires d'émission et d'absorption de carbone s'équilibrent, donc n'augmentent pas et ne diminuent pas la quantité de carbone dans l'atmosphère à long terme.

Rythme millénaire du carbone : stockage à très long terme

Mais, dira-t-on, le bois de la forêt et la paille des céréales ne retournent pas entièrement à l'atmosphère, car ils servent à fabriquer du papier et des meubles, à construire des bateaux et des immeubles.

Certes, mais il s'agit d'un stock à très long terme, non éternel. En effet, de tous les papiers, meubles, immeubles, bateaux fabriqués au cours des siècles passés, combien en reste-t-il ? Des papiers et des meubles sont visibles dans les musées, quelques immeubles subsistent (châteaux, églises, monastères, maisons), quelques bateaux sont au fond de la mer où le carbone demeure un peu plus longtemps ; les autres ont été détruits d'une façon ou d'une autre et ont rendu leur carbone à l'atmosphère ; sinon il y aurait un peu partout dans le monde habité d'immenses montagnes de vieux papiers, meubles et autres morceaux de bois.

Le raisonnement sur le cycle annuel de la culture céréalière et sur le cycle séculaire de la forêt peut être reproduit sur le cycle « millénaire » des bois utilisés pour les papiers, meubles, maisons et bateaux. Quand ces papiers et ces bois sont détruits, ils rendent leur carbone à l'atmosphère sauf à fabriquer autant de papiers, meubles, bateaux et maisons que dans le passé pour conserver ce stock de carbone hors de l'atmosphère, ce qui est peut-être le cas.

Déstockage du carbone et incendies de forêts

Il y a déstockage du carbone de la végétation si l'usage du sol change : soit un déstockage partiel si l'usage du sol passe d'une végétation riche en carbone à une autre moins riche (exemple de la forêt aux céréales ou à la garrigue) ; soit par un changement d'usage du sol qui devient dépourvu de végétation, par exemple urbanisme, voirie, eau, désert.

Une coupe rase ou un incendie de forêt ne sont que des déstockages provisoires si l'usage du sol ne change pas et que l'état boisé est maintenu ; le déstockage n'est qu'apparent, car la nouvelle forêt, poussant sur les ruines de l'ancienne, absorbera progressivement le carbone émis par la coupe ou l'incendie, comme exposé plus haut.

Pour plusieurs essences de conifères, l'incendie, s'il n'est pas trop puissant, favorisera l'ouverture des cônes et la dispersion de leurs graines qui germeront l'année suivante sur un sol fertilisé par les cendres du feu et reconstitueront la forêt en quelques années.

Que faut-il penser des immenses incendies qui se sont produits ici ou là dans le monde ? Un million d'hectares (Mha) en Indonésie en 1997-1998 ; 2,8 Mha en 2002 aux Etats-Unis d'Amérique ; on ne sait combien en Amazonie en 2019 (mais quelques millions au total entre 2004 et 2018). La quantité de carbone effectivement émise à long terme dans l'atmosphère dépend de la végétation, ou de son absence, qui suit les dégâts de ces incendies. Ils sont souvent suivis de replantation ou de culture vivrière ou industrielle qui absorberont peu à peu tout ou partie du carbone émis par le feu : les 175 millions de tonnes (Mt) de carbone relâchés dans l'atmosphère par les feux de 2002 aux USA sont en cours de « restockage » par les mêmes forêts qui se reconstituent. Avancer des valeurs d'émissions de carbone dues aux incendies de forêt sans tenir compte de l'occupation ultérieure du sol et de ce recyclage du carbone fausse la réalité.

Certains croient préférable de s'en prendre aux incendies de forêts plutôt qu'à l'usage des combustibles fossiles pour évoquer le changement climatique. Et il n'y a pas que l'occasion des incendies de forêt pour crier « haro sur le baudet ». Rappelons-nous les larmes répandues sur la forêt française après les tempêtes de décembre 1999 dont les dégâts auraient déstocké quelques Mt de carbone qui, en fait, ont pu être recyclés par les forêts en une durée de quelques dizaines d'années.

Quoique déplorables, il semble que ces immenses dégâts aient souvent, à long terme, un impact minime sur le taux de carbone dans l'atmosphère contrairement à ce que certains prétendent.

Stockage du carbone par la création de nouvelles forêts

On entend souvent dire que la plantation de nouvelles forêts, voire seulement d'arbres, compenserait l'émission de carbone dans l'atmosphère due aux combustibles fossiles.

Quelques données de base permettent de nous éclairer sur le cas des véhicules de notre pays. Les 30 millions de véhicules circulant en France parcourent chacun en moyenne 12 500 km par an en consommant 625 litres de carburant (moyenne optimiste de 5l/100km). Un litre de carburant contient 0,65 kg de carbone et 625 litres, 400 kg, ce qui fait 12Mt de carbone par an émises dans l'atmosphère par les 30 millions de véhicules.

Un hectare de forêt nouvelle absorbe chaque année 2,5t de carbone comme nous l'avons vu plus haut, ce qui fixe le carbone émis par 6 véhicules (2500/400). Il faudrait donc planter 5Mha de forêts pour fixer la quantité de carbone émise annuellement par les 30 millions de véhicules. Où trouver une telle surface quand on sait que la surface forestière française est déjà de l'ordre de 15Mha ? Quand bien même trouverait-on cette surface qui augmenterait la surface boisée jusqu'à 20Mha, ce ne serait que provisoire, car après 1 ou 2 siècles, cette immense surface de nouvelle forêt n'absorberait plus de carbone supplémentaire comme exposé plus haut ; si les véhicules continuaient à utiliser des combustibles fossiles à la fin de ce siècle (ou de ces deux siècles), il faudrait alors planter encore 5Mha nouveaux pour compenser la quantité de carbone toujours émise par tous ces véhicules, ce qui porterait la surface boisée en France à 25Mha, et ainsi de suite. C'est impossible !

Et encore n'a-t-on pas pris en compte les autres utilisations des combustibles fossiles qui consomment beaucoup plus que les véhicules ! On estime en effet à plus de 150Mt de carbone la quantité annuelle totale émise dans l'atmosphère par les combustibles fossiles en France, soit plus de 10 fois celle des véhicules.

Les quantités de carbone fixées ou émises par les forêts sont d'un ordre de grandeur très inférieur à celles émises par l'utilisation des combustibles fossiles.

Conclusion

Planter des arbres pour absorber le carbone émis par l'utilisation des combustibles fossiles est un projet illusoire ! C'est tout au plus un moyen de détourner l'attention des profanes sur le vrai problème : « la maison brûle et on regarde ailleurs ! ».

Il est utile de conserver les forêts existantes et d'en planter de nouvelles, mais il faut surtout affronter le problème en face et apprendre à se passer des combustibles fossiles pour lutter contre le réchauffement climatique.

Références

Chevrou R. B., 2005. Rapports entre carbone, CO₂ et forêt. *VIIIème colloque ARBORA, Carbone, Forêt, Bois : Impacts du changement climatique, Stratégies pour la filière?* Talence.

Chevrou R. B., 2008. Illusions. *La Feuille et l'aiguille*, n° 70 (publication de l'association Forêt Méditerranéenne).

2 – Les publications de l'AFT



« Vivre et travailler en forêt au Maghreb »

Collection de témoignages dirigées par
Abdelhamid Khaldi
et
Jean-Paul Lanly

Editions L'Harmattan

« Vivre et travailler en forêt tropicale »

Collection de témoignages dirigées par
Jean-Claude Bergonzini
Jean-Paul Lanly

Editions L'Harmattan

« Au service des forêts tropicales - Tome 1 »

Ouvrage écrit par Joanny Guillard

Editions Agro Paris Tech

« Au service des forêts tropicales - Tome 2 »

Ouvrage écrit par Joanny Guillard

Editions Agro Paris Tech

Pour toute commande par les adhérents de l'AFT, s'adresser à l'AFT pour bénéficier d'une réduction sur ces ouvrages.

Association des Forestiers Tropicaux et d'Afrique du Nord (AFT)

s/c M. Bernard MALLET

10, Le Félibre

34980 Montferrier sur Lez

bernard.mallet@cirad.fr

3 – Actualités de l'AFT

3.1 - Rappels des principales actions ou évolutions de l'AFT en 2019 :

- **Rencontre avec des chercheurs du CIRAD et d'autres organismes** (Agro Paris Tech, bureau d'études Forêt Ressources Management, l'association SILVA,...) à l'occasion du CA de l'AFT, les 17 et 18 juin 2019

- **Sortie du livre « Vivre et travailler en forêt au Maghreb »**, collection de témoignages dirigées par Abdelhamid Khaldi et Jean-Paul Lanly aux éditions L'Harmattan

- **nouveau bureau de l'AFT suite à son Conseil d'administration** du

23 octobre 2019 :

<i>Président :</i>	<i>Bernard MALLET</i>
<i>Vice-Président :</i>	<i>Bernard VANNIERE</i>
<i>Secrétaire :</i>	<i>Michel MALAGNOUX</i>
<i>Secrétaire adjoint :</i>	<i>Guy TANDEAU DE MARSAC</i>
<i>Trésorier :</i>	<i>Jean-Paul LANLY</i>
<i>Vice-trésorier :</i>	<i>Claude LEBAHY</i>

- Lancement en novembre 2019 d'un Plaidoyer « **Pour une meilleure intégration entre gestion et recherche forestières en régions chaudes** »

« Note à l'attention des bailleurs de fonds et autres décideurs nationaux et internationaux par l'Association des Forestiers Tropicaux et d'Afrique du Nord (AFT)

Les acteurs nationaux et internationaux du développement concernés par la gestion des forêts et des arbres cherchent à appréhender au mieux les interactions entre les divers enjeux environnementaux (climat, biodiversité, eaux et sols, ...), et économiques et sociaux (production de bois, autres biens et services, ...) afin d'inscrire leur action dans une véritable démarche de gestion durable.

Dans le domaine de la recherche forestière, si les approches disciplinaires gardent tout leur intérêt, les études de la résilience des écosystèmes et de leur biodiversité nécessitent d'être croisées avec des travaux en sciences sociales et économiques pour répondre aux attentes des diverses parties prenantes.

Ainsi, qu'ils soient bailleurs de fonds, acteurs du développement ou acteurs de la recherche forestière, la mise en cohérence de thématiques et de disciplines dans le cadre d'approches intégratives s'impose à eux pour leur permettre de s'adapter à un environnement qui, par ailleurs, est modifié en permanence par le réchauffement climatique comme par les dynamiques humaines.

Une priorité renforcée à accorder aux dispositifs de recherche forestière ...

Si le dialogue s'est intensifié et enrichi ces dernières années entre développeurs et chercheurs, paradoxalement, les mécanismes qui financent leurs travaux se sont souvent distanciés, en raison notamment d'une programmation et d'instruments dédiés à l'atteinte d'objectifs propres à leur mandat, le plus souvent à moyen et long termes pour la recherche, et à plus court terme pour le développement.

Une telle distanciation peut expliquer le déséquilibre entre les investissements réalisés dans les opérations de développement forestier et la faiblesse des moyens mis à la disposition des travaux de recherche nécessaires à leur réussite. ... »

3.2 - Rappels des principales actions de l'AFT ciblées pour 2020

- Préparation du **voyage d'études de septembre 2020 prévu en Val de Loire** (lieu : VVF de Amboise ; dates : *mercredi 9 septembre au soir au dimanche 13 au matin – à confirmer*)
- Plaidoyer « **Pour une meilleure intégration entre gestion et recherche forestières en régions chaudes** » : relance des interlocuteurs et suites à donner

4 – Actualités du partenariat SILVA RIAT / AFT

Les numéros de la revue les feuilles du flamboyant sont désormais accessibles sur le nouveau site, à visiter sans modération, de nos collègues de l'association SILVA RIAT, dans la rubrique Publications.

<http://silva-riat.org/>



SILVA est une ONG française créée en 1986 et basée à Montpellier.

Elle regroupe des ingénieurs, chercheurs, enseignants actifs ou retraités, spécialistes pour la plupart des écosystèmes forestiers et des systèmes agro-forestiers tropicaux, engagés dans la gestion participative des ressources naturelles et le développement des territoires ruraux.

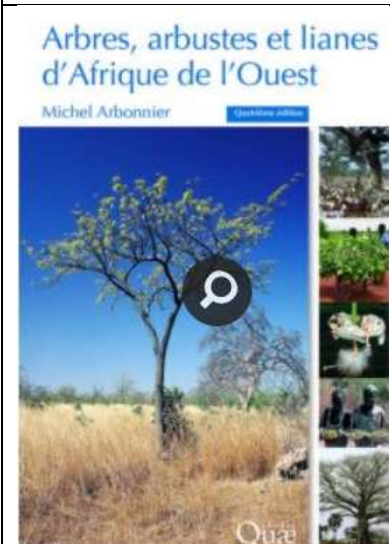
SILVA conduit des opérations de valorisation de l'arbre dans les sociétés et d'éducation environnementale.

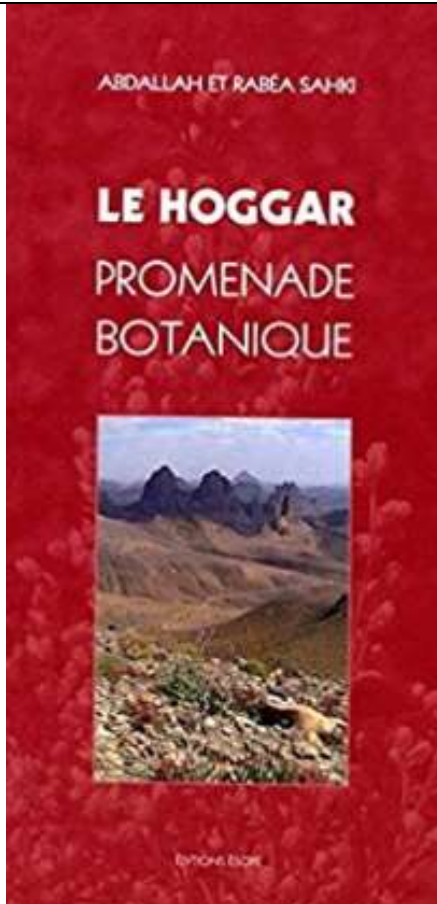


5 – Actualités récentes du microcosme forestier français

- Nomination de **Bertrand MUNCH** comme nouveau Directeur Général à l'Office National des Forêts en janvier 2020
- Décès :
 - **Pierre DELABRAZE** : Entré en 1948 à l'Agro et sorti de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts en 1952 dans le Corps des officiers-ingénieurs des Eaux et Forêts de la France d'Outre-Mer, il avait commencé sa carrière en Côte d'Ivoire en 1954 où il servit huit ans avec des responsabilités diverses : gestion de parc national, pisciculture, enseignement à l'Ecole forestière du Banco, De retour en France en 1963, il fut détaché à l'Association Technique pour la Vulgarisation Forestière, qui deviendra plus tard l'Institut pour le Développement Forestier, et travailla en Bretagne sur les questions de protection des peuplements contre les adventices. En 1968, le nouveau Département des forêts de l'INRA le recrutait pour un poste de chercheur en malherbologie à Nancy, puis le nommait en 1976 en Avignon pour mener les recherches en matière d'incendies de forêt. Resté dans son Corps d'origine, il put prendre sa retraite en 1984 à 58 ans, mais resta actif sur le plan professionnel, particulièrement comme coordonnateur du réseau intergouvernemental méditerranéen sur les incendies de forêt dans le cadre du Comité Silva Mediterranea de la FAO. Il est décédé le 14 septembre 2019.
 - **Jean WERQUIN** : Jean est sorti de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts dans le Corps des officiers-ingénieurs des Eaux et Forêts de la France d'Outre-Mer. Il commence malgré tout sa carrière comme forestier en Haute-Savoie en 1943 avant de rejoindre une affectation outre-mer (Gabon) après la guerre. Il terminera sa longue et brillante carrière comme inspecteur général des Affaires d'outre-mer. Il fut auparavant Secrétaire général du groupe « Echanges et Consultations techniques internationaux », ancien directeur général de l'Institut de Recherches du Coton et des Textiles exotiques (IRCT),... Doyen de notre association, il est décédé le 2 novembre 2019 à Paris

6 – Suggestions de lecture forestière

Livre	Résumé / Commentaires
	Résumé : Comment comprendre ce phénomène écologique nouveau et extrêmement inquiétant que sont les méga feux, ces feux gigantesques et incontrôlables, que les moyens techniques actuels ne permettent pas de contenir ? Incendies en Amazonie, en Sibérie, en Californie, en Grèce, au Portugal... Les feux de forêt, ce phénomène que l'on connaît depuis toujours, prennent désormais une ampleur telle qu'ils en viennent à changer de nature : nous avons désormais affaire, un peu partout dans le monde, à des " méga feux ". À l'échelle de l'espèce humaine, ils sont cataclysmiques. Leur violence est telle qu'il est légitime de redouter que, parmi tous les scénarios des catastrophes naturelles liées au changement climatique que nous avons imaginés, celui de la destruction par les flammes s'avère le plus imminent. Or, qu'ils soient intentionnels, accidentels ou liés au réchauffement climatique, l'homme en porte la responsabilité. Ce phénomène nouveau est symptomatique, telle est la thèse de Joëlle Zask, de l'ambiguïté fondamentale de notre rapport à la nature à l'heure de la crise écologique. Une nature à la fois idéalisée, bonne en soi, à laquelle il ne faudrait pas toucher pour la laisser la plus vierge et pure possible ; et, de l'autre côté, une volonté de domination bien connue, menant à la destruction. Voilà qui ne laisse pas de place à l'idée d'"entretien", à une relation régulée, pragmatique, de l'ordre du partenariat. En cela, le phénomène des grands feux, phénomène extrêmement inquiétant, éclaire mieux que toute autre catastrophe écologique l'impasse dans laquelle nous semblons nous trouver ; seule catastrophe née de la main de l'homme, arme de pure destruction accessible à tout un chacun, il met par ailleurs au jour la jouissance de la destruction qui semble gagner chaque jour du terrain Commentaires : En lien avec la thématique de ce numéro des feuilles du flamboyant, la philosophe Joëlle ZASK livre sa vision de l'évolution des feux de forêts dans et par nos sociétés
	Résumé : La 4^{ème} édition de ce guide de terrain constitue un ouvrage de référence unique pour toute personne appelée à connaître la flore arbustive et forestière des zones sèches d'Afrique de l'Ouest. Ses 1300 photographies facilitent l'identification des 360 espèces ligneuses présentées. Cette nouvelle édition revue et corrigée permet d'actualiser la nomenclature botanique de quelques espèces et apporte de nombreux compléments d'information relatifs aux utilisations de chaque plante (en pharmacopée humaine ou vétérinaire, en nutrition humaine ou animale et dans la vie quotidienne). Commentaires : Un incontournable pour tous les forestiers

	<u>Résumé :</u> Un guide botanique magnifiquement réalisé par deux collègues forestiers algériens, Abdallah Sahki et Rabéa Sahki, et bien mis en page par les éditions ESOPE. Ce livre est effectivement tout autant un guide botanique qu'une promenade à travers ce massif envoutant du Hoggar. Cette édition de 2004 mérite d'être exhumée et portée à la connaissance du monde forestier et botanique. <u>Commentaires :</u> Un guide très riche pour les scientifiques, les forestiers et les nostalgiques qui ne peuvent plus fréquenter, étudier et visiter cette région fascinante et riche de ses paysages, de sa nature et de ses hommes qui y vivent.
--	---

7 - Bulletin d'adhésion

Association des Forestiers Tropicaux et d'Afrique du Nord

(association de droit français, loi de 1901, d'intérêt général)

☆☆☆

La cotisation de base est fixée à **40 €** pour l'année 2020
pour les citoyens français résidant en France,
à **10 €** pour les étudiants, et à **15 €** pour toutes les autres personnes

Nom :

Prénom :

Adresse :

Code postal :

Ville :

Téléphone :

Pays :

Email :

Statut professionnel actuel :

Pays de séjour ou de missions tropicales :

.....

- *Reconnaît avoir pris connaissance des statuts de l'Association des Forestiers Tropicaux et d'Afrique du Nord, et soumet mon adhésion au Bureau de l'Association,*
- *Autorise la diffusion de mes coordonnées aux autres adhérents de l'Association,*
- *Fait, en plus, un don deeuros au bénéfice de l'Association*

Fait à, le.....

Signature :

Merci d'adresser ce formulaire accompagné de votre règlement (adhésion, soit 40 € + don éventuel)
au nom de : Amicale des Forestiers Tropicaux à l'adresse suivante :

Association des Forestiers Tropicaux et d'Afrique du Nord (AFT)

s/c M. Bernard MALLET

10, Le Félibre

34980 Montferrier sur Lez

bernard.mallet@cirad.fr