

# LUMA

N°21  
FEV /  
JUN 2024

Le magazine science et société de l'Université de Montpellier



» L'appel  
de la forêt

# Édito

## Riches & fragiles

**T**ropicales, boréales ou tempérées, les forêts recouvrent 31% des terres émergées sur notre planète. De quoi leur consacrer largement les 31 pages de ce 21<sup>e</sup> numéro du magazine *Lum*. L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) définit les forêts comme « *des terres occupant une superficie de plus de 0,5 hectare, avec des arbres atteignant une hauteur supérieure à 5 mètres et un couvert forestier de plus de 10 %* ». Elles sont présentes sur tous les continents, au nord comme au sud, dans les petites îles du Pacifique comme dans les grandes steppes d'Asie centrale.

Dans la première partie de ce magazine, nous vous proposons de partir à la découverte de ces écosystèmes riches et fragiles, en allant des forêts froides du Canada menacées par les mégafeux, aux mangroves luxuriantes de Guyane, en passant par les forêts insulaires soumises aux cyclones. Nous nous demanderons aussi comment nos forêts françaises, en expansion, résistent aux changements climatiques.

La forêt, c'est aussi un écosystème complet qui abrite la majorité de la biodiversité terrestre, une dimension à laquelle nous consacrons la deuxième partie de ce magazine. Une biodiversité rendue visible à travers des espèces emblématiques comme l'ours des Pyrénées. En danger critique d'extinction, il est aujourd'hui l'objet d'un suivi important auquel les modélisateurs participent pour favoriser les recensements et mieux comprendre leur

dispersion. A l'autre bout du spectre, on trouve le sanglier dont les populations sont en augmentation constante. Objet de conflits, cible facile pour les chasseurs qui en abattent 800 000 par an contre 50 000 dans les années 80, des chercheurs travaillent aujourd'hui pour faciliter une gestion intégrée de cet animal extrêmement social. Autre traque, celle des virus que les scientifiques débusquent grâce à de précieuses alliées : les fourmis. Enfin, et surtout, la forêt abrite encore des hommes et des femmes, tels que les Bakas du Cameroun qui tentent d'y trouver refuge quand tout concourt à les en chasser.

Malgré tous ces services rendus, la forêt paie le tribut de décennies d'activités humaines : entre 1990 et 2020, la déforestation a causé la disparition de 420 millions d'hectares de forêt, selon un rapport publié en 2022 par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). Pour contribuer à protéger ces espaces indispensables, le Fonds vert pour le climat et le pacte vert pour l'Europe mobilisent un large éventail d'instruments politico-juridiques. De nouveaux critères stricts seront notamment appliqués afin d'éviter l'exploitation non durable des forêts et de protéger les zones de grande diversité biologique. Dans notre troisième partie, écologues, spécialistes des sols, mais aussi fiscalistes et économistes nous livrent les résultats de leurs recherches qui contribuent à préserver les poumons verts de notre planète.

Je vous souhaite une bonne lecture de ce 21<sup>e</sup> numéro du magazine *Lum*.

**Philippe Augé,**  
**Président de l'Université de Montpellier**





Être

6

Coups de chaud sur forêts froides

8

Des forêts entre mer et terre

10

Nous n'irons plus au bois

12

Dans l'île du cyclone



Habiter

14

Le sanglier de la discorde

18

Des rois sans forêt

20

Traquer les virus,  
un travail de fourmi

22

Des ours un poil casaniers



Protéger

24

Déforestation : « Une partie  
de la solution se trouve au niveau  
du commerce international »

26

Le prix de la forêt

28

Anatomie d'une chute

30

Laisser pousser



Retrouvez les podcasts de l'UM !  
Avec À l'UM la science et Lumlu ne  
ratez rien de l'actualité scientifique  
de l'Université de Montpellier  
et de ses partenaires.



#umontpellier

**Lum - magazine de l'Université de Montpellier**  
163 rue Auguste Broussonnet - 34 090 Montpellier - [www.umontpellier.fr](http://www.umontpellier.fr)  
**Directeur de publication** // Philippe Augé  
**Réalisation** // Direction de la communication - [communication@umontpellier.fr](mailto:communication@umontpellier.fr)

Rédaction // Lucie Lecherbonnier, Aline Périaud, Magali Reinert  
Conception graphique et mise en page // Caroline Macker, Thierry Vicente  
Illustrations // Thierry Vicente  
**Impression** // JF Impression - 96 rue Patrice Lumumba - 34 075 Montpellier  
**Tirage** // 6 000 exemplaires - **Dépôt légal** // Février 2024 - **ISSN** // 2431-1480



6

Coups de chaud sur forêts froides

8

Des forêts entre mer et terre

10

Nous n'irons plus au bois

12

Dans l'île du cyclone

ÊTRE

# Coups de Chaud sur forêts froides

Alors que les grands feux ont ravagé ces dernières années des millions d'hectares de forêts boréales, les scientifiques s'interrogent sur l'évolution de ces écosystèmes sous l'effet du réchauffement climatique. Sachant que l'évolution de ce gigantesque puits de carbone naturel aura des répercussions sur le système climatique terrestre.

Les grands feux ne datent pas d'hier. Depuis des millénaires, ces incendies remplissent des fonctions essentielles dans les forêts boréales, en favorisant la régénération des arbres et le cycle des nutriments. Mais au cours de la dernière décennie, leur ampleur et leur fréquence se sont accrues. Au Canada, plusieurs millions d'hectares de forêt boréale ont brûlé dans les Territoires du Nord-Ouest en 2014, puis en Colombie-Britannique en 2017 et 2018. En 2023, le pays enregistre un nouveau record avec plus de 18 millions d'hectares partis en fumée. Des incendies record ravagent aussi les forêts boréales de Sibérie. Au cours de l'été 2021, plus de 18 millions d'hectares de taïga ont ainsi brûlé. Ces méga-feux affectent la santé de la forêt boréale dans l'ensemble de l'hémisphère Nord et augmentent les émissions de dioxyde de carbone dans l'atmosphère. Les scientifiques cherchent à anticiper l'évolution de ces écosystèmes boréaux sous l'effet du réchauffement climatique.

## Regarder dans les archives terrestres

« Les forêts froides représentent un tiers de la forêt mondiale. L'avenir de cet énorme réservoir de carbone, accumulé principalement dans des tourbières plurimillénaires, aura des répercussions sur l'équilibre climatique de la planète », souligne Adam Ahmed Ali, de l'Institut des sciences de l'évolution de Montpellier (Isem)\*. Le chercheur en paléoécologie a rejoint le réseau international Forêts froides, basé à l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue. La paléoécologie permet de regarder dans les archives terrestres comment, à travers les millénaires, le climat a influencé ces écosystèmes. En regardant dans les sédiments au fond des grands lacs du Québec boréal, Adam Ahmed Ali et son équipe ont mesuré la quantité de charbon de bois pour chaque période climatique de l'holocène. Et ses résultats – publiés dans la revue PNAS en 2012 – sont contre-intuitifs.

« On aurait pu s'attendre à trouver des grands feux, surtout pendant l'optimum climatique de l'holocène, il y a 6000 ans, quand le climat était plus chaud et plus sec qu'aujourd'hui (+2 °C). Or, ils se concentrent au contraire pendant la période « froide et humide » de l'holocène, c'est-à-dire en - 4000, durant le néoglaciale », raconte le chercheur. Cette configuration s'expliquerait par des épisodes récurrents de sécheresses exceptionnelles printanières et estivales aux alentours de l'an 1000, durant le réchauffement médiéval. L'augmentation de l'occurrence des grands feux de forêt durant ce redoux climatique a été enregistrée à divers endroits de la forêt boréale du Canada. « Ces données montrent que les processus qui contrôlent le régime des feux, notamment les grands feux de forêt, sont complexes. Est-ce que l'année 2023 préfigure des conditions semblables à celles enregistrées durant l'anomalie du réchauffement médiéval ? »

## Le paradoxe de l'œuf et de la poule

Beaucoup d'incertitudes demeurent avant de confirmer un tel scénario. D'abord parce que la rapidité du réchauffement est inédite et qu'une « augmentation de 3 à 4 °C en moyenne des températures annuelles, comme le suggèrent certaines prédictions, n'a jamais été enregistrée dans les archives sédimentaires de l'holocène », explique Adam Ahmed Ali. Par ailleurs, l'évolution des précipitations est incertaine. Les modèles de climat n'arrivent pas à prévoir si les régions boréales seront plus ou moins arrosées qu'aujourd'hui. Plus largement, les climatologues ont encore plus de questions que de réponses sur le climat à venir de l'ère anthropocène, comme la fréquence et l'ampleur des événements extrêmes, ou l'évolution des courants océaniques qui sont des régulateurs puissants du climat.

Autre donnée intéressante à prendre en compte, selon le chercheur, l'augmentation des conifères inflammables comme l'épinette noire (*Picea mariana*) et le pin gris (*Pinus banksiana*), durant la période froide du néoglaciale. Est-ce le climat qui a changé la végétation qui, par la suite, a changé le régime des feux, ou bien est-ce le régime des feux qui a changé la végétation ? « Le fameux paradoxe de l'œuf et de la poule », résume Adam Ahmed Ali. La nature des essences est en effet une question cruciale pour comprendre l'évolution des feux. En particulier la proportion de feuillus qui composent la forêt boréale, car ils sont moins sensibles aux incendies. Or, le réchauffement va permettre la migration des feuillus de la forêt tempérée vers la forêt boréale et devrait donc favoriser la diminution des feux de forêts. Si ces éléments montrent la difficulté d'anticiper leur ampleur à long terme, les scientifiques sont unanimes pour dire que les grands feux vont être plus fréquents dans les décennies à venir. 

\* Isem (CNRS, UM, IRD)

# Des forêts entre mer & terre

Elles recouvrent un peu moins de 150 000 km<sup>2</sup> de notre planète, à la frontière entre terre et mer, dans les zones tropicales. Les mangroves, ces forêts extravagantes, recèlent une biodiversité hétéroclite et menacée. Christophe Proisy, chercheur en télédétection spatiale au laboratoire Amap\*, observe cet écosystème unique dont les secrets sont encore bien gardés dans les entrelacs des racines de palétuviers.

\* Amap (UM, CIRAD, CNRS, INRAE, IRD)

À la question « *que sont les mangroves ?* », Christophe Proisy répond sans hésiter qu'elles sont « *parmi les plus fascinantes forêts du monde* ». Des forêts pas tout à fait comme les autres, que le chercheur n'atteint parfois qu'après avoir parcouru des dizaines de kilomètres en bateau, mais qui peuvent aussi s'étendre jusqu'à 30 kilomètres à l'intérieur des terres. Et pour cause, les mangroves sont « *des forêts qui se développent dans la zone de balancement des marées des régions tropicales et intertropicales* », définit le chercheur du laboratoire Amap.

Une zone tampon entre la terre et la mer, qui semble pourtant peu accueillante... Peu d'arbres sont en effet capables de prospérer sur ce sol vaseux et meuble, régulièrement submergé par une eau saumâtre. « *Les palétuviers qui forment les forêts de mangrove se sont adaptés à ce milieu en changement permanent. Il en existe environ une cinquantaine d'espèces dans le monde* », détaille Christophe Proisy dont le travail consiste à rendre compte de la diversité des formes des palétuviers et des dynamiques de fonctionnement de l'écosystème en lien avec les dynamiques côtières.

## Forêts fascinantes

Comment vivent-ils les pieds dans l'eau salée ? « *Certains palétuviers excrètent les cristaux de sel par leurs feuilles* », explique le chercheur. Ces arbres surprenants possèdent un système racinaire aérien qui connecte tous les arbres entre eux, formant des entrelacs caractéristique de ces forêts par endroits impénétrables. « *Ces racines aériennes qu'on appelle des pneumatophores sont comme les tubas des palétuviers : ils permettent d'emmagasiner de l'oxygène à marée basse pour assurer la respiration de la plante durant la marée haute quand le sol et les racines sont immergés* », image Christophe Proisy. Même le mode de reproduction des palétuviers est original : leurs graines peuvent germer sur l'arbre puis se détacher de l'arbre-mère pour se planter directement dans la vase ou aller s'établir plus loin au gré des courants, étendant ainsi le domaine de la mangrove.

Les palétuviers, pouvant atteindre jusqu'à 45 mètres de haut dans les régions équatoriales, sont portés par un système racinaire très peu profond mais très étalé sur le substrat vaseux. « *Pas de sédiments, pas de mangrove* », résume Christophe Proisy. « *Si un barrage construit en amont du fleuve retient les sédiments, la mangrove va périr sous l'effet inexorable de l'érosion par les houles ou les courants* », alerte le spécialiste. D'ailleurs l'artificialisation du littoral qui bouleverse l'hydrodynamique et empêche le mouvement naturel des sédiments est une des causes principales de la disparition de la mangrove.

## Nurserie marine

Une disparition préoccupante : au cours des vingt dernières années, la superficie des mangroves a régressé d'au moins 35 %. « *La conversion des terres à mangroves en bassins aquacoles est le principal facteur de destruction de l'écosystème* », précise le chercheur. Et c'est toute une biodiversité nichée entre les racines des palétuviers qui disparaît avec elles. « *Les alevins de poissons et les juvéniles de crevettes s'y réfugient pour se mettre hors d'atteinte de leurs prédateurs, c'est un peu comme une nurserie marine*. »

Une situation contrastée à l'échelle de la planète, en Guyane par exemple, les mangroves recouvrent 80 % du littoral. « *Les palétuviers y trouvent des conditions optimales, ils peuvent en quelques mois à peine coloniser des centaines d'hectares de banc de vase avec une rapidité de croissance en hauteur annuelle atteignant 2 à 4 mètres* », précise Christophe Proisy qui a fait de ces 300 km de côtes son terrain de recherche. Ce territoire où les jaguars côtoient les crabes et les crevettes, où la houle peut arracher les arbres à leur plateforme de vase, reste un écosystème mystérieux et vulnérable. Et pour mieux le protéger, le chercheur œuvre depuis des années à mieux le comprendre.

## Projet Magellan

Pour y contribuer, ce dernier va coordonner le projet Magellan, réunissant les acteurs locaux en charge de la gestion du littoral guyanais. « *Ce projet a notamment pour objectif de concilier la préservation de cet écosystème et le développement d'une économie responsable*, précise Christophe Proisy. *Dans cette idée, les travaux viseront à faire de l'observation de la dynamique spatiale des mangroves guyanaises un système d'alerte à l'érosion, à l'envasement ou à la dégradation de la biodiversité côtière.* » Et la mangrove c'est aussi un moyen de subsistance pour de nombreux habitants qui viennent y pêcher ou ramasser des crabes des palétuviers par exemple. Magellan implique aussi des enquêtes en sciences humaines et sociales pour mieux savoir comment les populations perçoivent les mangroves dans le développement du territoire.

Le projet, qui a débuté à l'aube de 2024, intègre une dimension pédagogique importante pour mieux faire connaître ce milieu et sa biodiversité riche mais méconnue, source de beaucoup de fausses idées et de dépréciation. « *Les moustiques de mangroves sont notamment peu étudiés et on ne sait pas s'ils sont ou non vecteurs de maladies, cette question fait l'objet d'une thèse d'une étudiante co-encadrée par l'Institut Pasteur de Guyane et l'IRD* », précise Christophe Proisy. Pour le chercheur, une meilleure compréhension globale du rôle de la mangrove permettra également de mieux l'intégrer dans des plans d'aménagement durable du littoral et d'éviter la disparition de ces forêts fascinantes et indispensables pour l'adaptation des populations humaines sur les littoraux des Suds. 

# NOUS N'IRONs PLUS AU BOIS

## Vos papiers s'il vous plaît !

À quoi ressemblerait la carte d'identité des forêts françaises métropolitaines ? « Elles couvrent à peu près 30 % du territoire et sont aux trois quarts privées, détaille Isabelle Chuine. On y trouve deux tiers de feuillus contre un tiers de résineux. » En tête des espèces les plus représentées : le chêne « et même de très vieux chênes », le hêtre, l'épicéa dans le nord-est, mais aussi le pin maritime très présent dans les Landes qui est désormais le premier massif forestier de France.

La forêt française se caractérise par sa composition en futaies régulières. « C'est une pratique séculaire qui a été inscrite à l'inventaire national du patrimoine culturel immatériel. C'est l'image de la forêt avec des grands arbres d'une seule espèce, des gros troncs... » Pour le reste on trouve surtout des taillis qui sont des formations arborées plus basses et souvent coupées ou des taillis sous futaies.

Consulter le rapport Les forêts françaises face au changement climatique, co-rédigé par Isabelle Chuine pour l'Académie des Sciences.



« On observe une hausse de 50 % de la surmortalité des arbres et une diminution de leur croissance. Sur la base des scénarios actuels, d'ici à la fin du siècle la forêt pourrait laisser place à une savane arborée dans le sud de la France. Au nord la compétition pour l'eau éclaircira les rangs », explique Isabelle Chuine chercheuse au Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive\* et coordinatrice pour l'Académie des sciences d'un rapport sur l'état des forêts françaises.

La sécheresse est une des premières conséquences létales du changement climatique pour les arbres. « Quand il fait plus chaud, l'évaporation et la transpiration des arbres sont plus importantes, l'eau stockée dans le sol repart donc plus vite dans l'atmosphère leur laissant moins de ressource en eau disponible. » Une tendance aggravée par la baisse de pluviométrie qui touche à des degrés différents beaucoup de régions de France.

## Dégâts considérables

Tout aussi liée au changement climatique, la survenue de plus en plus fréquente de canicules précoces comme ce fut le cas en juin 2019. « Même la forêt méditerranéenne, particulièrement bien adaptée à ces phénomènes, a connu des dégâts considérables », se souvient la chercheuse. En cause : le fonctionnement spécifique de ces espèces sempervirentes qui ne perdent pas leurs feuilles en hiver et fabriquent un nouveau feuillage plus tardivement. « Cette adaptation leur permet d'éviter les gels tardifs de printemps. Mais si la canicule survient alors que les feuilles n'ont pas atteint leur maturité, elles ne pourront pas encaisser ces températures comme elles l'auraient fait au cœur de l'été. »

Sécheresse et canicule provoquent une réponse immédiate chez l'arbre dont les feuilles sont pourvues de stomates. Des petits trous s'ouvrant et se refermant pour capter le CO<sub>2</sub> indispensable à la photosynthèse, mais qui laissent aussi s'échapper de l'eau. « En cas de sécheresse les feuilles vont fermer leurs stomates pour économiser l'eau. Mais ce faisant, elles n'absorbent plus de CO<sub>2</sub> et donc ne photosynthétisent plus » résume Isabelle Chuine. Si la

Les tempêtes ont longtemps représenté le plus grand danger pour la forêt française. Mais depuis une vingtaine d'années, une autre menace pèse sur son avenir et met l'Homme face à l'expérience d'un douloureux constat : non seulement la forêt ne nous permettra pas de lutter contre le changement climatique, mais ce changement est déjà en train de la tuer.

sécheresse se poursuit, s'en suit la mort des feuilles, voire des rameaux, voire de l'arbre entier selon la sévérité de l'épisode. Les survivants en sortiront affaiblis et deviendront des cibles privilégiées pour les ravageurs et les pathogènes. Sans compter les incendies eux aussi favorisés par la sécheresse.

## Les lauriers sont coupés

Une autre menace commence à poindre : le réchauffement de l'hiver. « Sous nos latitudes, un arbre fait des nouvelles feuilles et des fleurs au printemps, des fruits à l'automne avant de perdre ses feuilles » rappelle la spécialiste. Cet automne dans la hêtraie de la Massane dans les Pyrénées orientales et dans la forêt de Puechabon, dans l'Hérault, les scientifiques ont observé un éclatement massif des bourgeons à l'automne. En 2015, un peu partout en France, des floraisons massives à l'automne ont aussi été observées. « Un comportement extrêmement risqué car ces jeunes feuilles ne survivent pas à l'hiver, et les fleurs ne produisent pas de fruits, ce qui est une perte sèche pour l'arbre. Toutes ces situations vont devenir de plus en plus fréquentes d'ici la fin du siècle. » Mais alors, comment lutter contre le changement climatique avec des forêts qui dépérissent ?

La forêt française stocke actuellement près de 3 gigatonnes de carbone, mais le puit de carbone qu'elle constitue a été divisé par deux en une dizaine d'années seulement, « et si on regarde région par région, beaucoup ne sont plus des puits de carbone ». La réponse politique s'est traduite jusqu'à présent par une hausse des prélèvements, autrement dit des coupes. « La stratégie nationale bas carbone en France a été construite sur l'idée que, puisque les forêts allaient mourir, mieux valait les récolter et stocker le carbone des arbres dans des produits bois longue durée, puis replanter des essences plus résistantes. Problème : seulement 3 % du bois récolté sont aujourd'hui transformés en produit bois longue durée de vie. »

## Grandeur nature

Une autre approche consiste à laisser faire la nature. Diversifier les essences et le matériel génétique des forêts pour les rendre plus résistantes est une piste. « Personne ne sait vraiment si on va pouvoir maintenir la forêt qu'on connaît dans certaines régions. Faute d'avoir anticipé cette situation malgré les alertes des scientifiques, nous sommes maintenant dans l'expérimentation grandeur nature » conclut Isabelle Chuine. <sup>11</sup>

\* Cefé (CNRS, UM, IRD, EPHE)

# DANS L'ÎLE DU CYCLONE



Feuilles arrachées, branches brisées, troncs cassés, arbres déracinés... Quand le vent avoisine la vitesse d'un TGV, comment les arbres peuvent-ils résister ? Une question cruciale pour les forêts des îles du Pacifique Sud-Ouest qui affrontent chaque été austral entre cinq et huit cyclones qui sculptent ces écosystèmes insulaires.

Comment les forêts tropicales survivent-elles face aux cyclones ? Pour mieux connaître ces écosystèmes, Thomas Ibanez, chercheur au laboratoire Amap\*, a participé à une étude visant à analyser la résilience des forêts face aux cyclones dans 76 îles de Nouvelle-Calédonie, du Vanuatu, de Wallis et Futuna, des îles Fidji, Samoa et Tonga. Entre 2000 et 2020, 74 cyclones ont parcouru la région avec des effets divers sur la végétation. « Nous avons voulu caractériser, en lien avec la force des cyclones, le degré de changement que la végétation a subi et le temps qui lui est nécessaire pour récupérer son état antérieur », explique le spécialiste de la conservation des forêts tropicales.

## Résilience des forêts

Cette étude a mobilisé plusieurs disciplines, de la télédétection à la modélisation, pour reconstituer le trajet des cyclones, la vitesse des vents et visualiser l'état des forêts avant et après les tempêtes. « Pour les vents les plus violents qui atteignent 280 km/h, les pertes en végétation atteignent 40 % et le temps de régénération dépasse 5 mois », détaille Thomas Ibanez. Et dans 20 % des zones affectées par ces vents dévastateurs, la forêt ne s'était toujours pas régénérée au bout d'un an.

« La résilience des forêts a des limites qui risquent d'être dépassées dans le futur car avec le réchauffement climatique, les cyclones qui affectent cette zone pourraient s'intensifier, non pas en fréquence mais en force », explique Thomas Ibanez. Le réchauffement des eaux de surface qui sont le berceau des cyclones aura une autre conséquence importante : la modification de leur trajectoire. « Certaines forêts qui étaient jusqu'à présent épargnées risquent d'être balayées par ces vents violents », souligne le chercheur.

\* Amap (UM, Cirad, CNRS, Inrae, IRD)



Tempête Lucas,  
Nouvelle-Calédonie  
© IRD - Laure André

## Adaptation

Comment des arbres caressés jusque-là par de douces brises vont-ils réagir dans la tourmente ? « Certains sont mieux adaptés, les petits et trapus, ceux qui ont moins de feuillage et donc moins de prise au vent », détaille Thomas Ibanez qui évoque aussi d'éventuelles stratégies d'adaptation au cours desquelles les arbres perdraient plus facilement leurs feuilles et leurs branches afin d'augmenter les chances d'épargner le tronc.

« On souhaite également déterminer quelles sont les caractéristiques des arbres qui les rendent plus résistants : hauteur, diamètre, densité du bois, mais il est difficile de mener des expériences destinées à simuler la contrainte des vents. » Pour être au plus près de ces forêts insulaires, Thomas Ibanez va poser ses valises pendant trois ans en Nouvelle-Calédonie pour y étudier l'impact des cyclones sur la structure et le fonctionnement des forêts. « Les îles concentrent les enjeux de biodiversité, elles ne représentent que 6,7 % de la surface terrestre, mais abritent 20 % de la biodiversité mondiale, 50 % des espèces reconnues comme menacées, et 75 % des extinctions connues. » 



14  
Le sanglier de la discorde

18  
Des rois sans forêt

20  
Traquer les virus, un travail de fourmi

22  
Des ours un poil casaniers

# Le sanglier de la discordie

Avec 17 millions d'hectares boisés, la forêt française retrouve sa superficie précédente les défrichements médiévaux. Un espace vital en pleine expansion arpenté par plus de 1,5 millions de sangliers qui en repoussent les frontières. Un voisinage parfois source de tensions : « l'augmentation des densités de sangliers est associée à une recrudescence des dégâts agricoles, à des collisions routières croissantes et souvent à des conflits entre chasseurs, agriculteurs, gestionnaires d'espaces protégés, et autres usagers des territoires ruraux et périurbains », explique Raphaël Mathevet, chercheur au Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive\*.

Comment permettre à tous ces acteurs de s'accorder pour trouver une juste place au sanglier ? Pour fluidifier cette cohabitation, Simon Chamaillé et Raphaël Mathevet ont coordonné un projet consacré à la gestion intégrée de cet animal. « Mieux comprendre la biologie, les mœurs et les habitudes des animaux mais aussi les interdépendances fonctionnelles, économiques, sociales et écologiques des territoires concernés est indispensable pour créer une dynamique collaborative », explique Raphaël Mathevet.

Les chercheurs ont posé leurs valises emplies de colliers GPS et de pièges photographiques dans les gorges du Gardon et le parc national des Écrins pour étudier les déplacements des sangliers. Leur objectif : obtenir des données factuelles sur la façon dont l'animal utilise l'espace, et vérifier ainsi si les zones protégées où la chasse est interdite leur servent de refuge. Mais aussi aller à la rencontre des habitants pour partager avec eux ces données et leur permettre de mieux connaître le sanglier.

« L'enjeu de communication est colossal, c'est aussi un vrai projet de médiation scientifique et sociale », confient les chercheurs qui ont développé pour l'occasion un jeu sérieux proposant par exemple aux chasseurs d'être une population de sangliers. « Cela leur permet d'adopter le point de vue de l'animal pour réfléchir aux effets de leurs pratiques », souligne Raphaël Mathevet. Des méthodes que les scientifiques transposent aujourd'hui en milieu urbain dans le cadre d'un projet avec les métropoles de Montpellier et de Nîmes. Objectif : mieux cerner les déplacements du sanglier en ville mais aussi mieux comprendre les relations que les citadins entretiennent avec ces animaux, avec qui nous partageons de plus en plus les friches urbaines, parcs et jardins. 

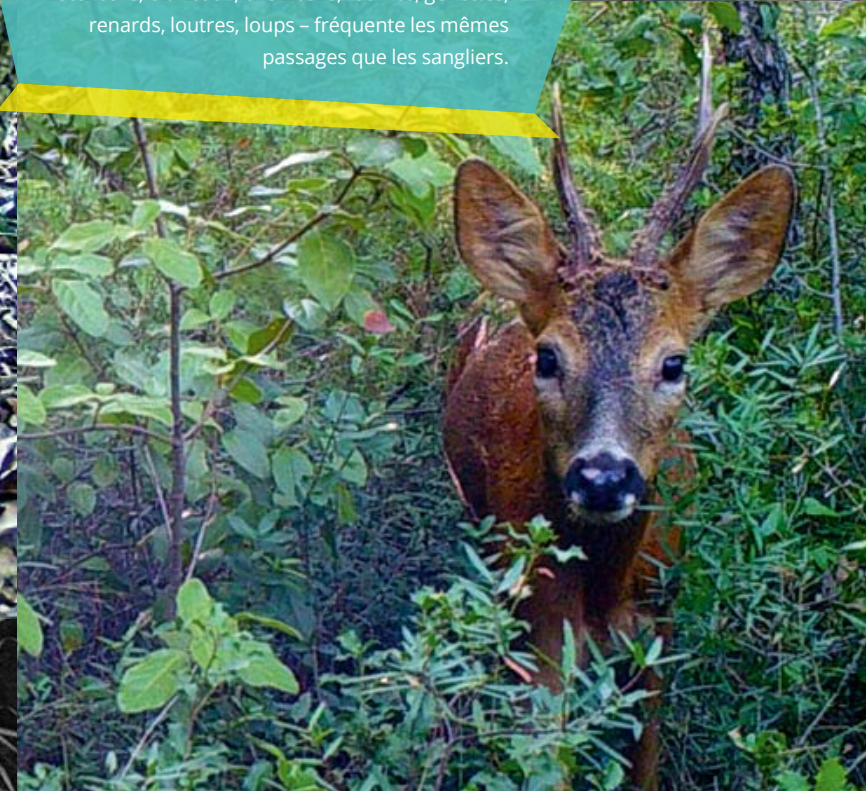
\* Cefe (CNRS, UM, IRD, EPHE)



Regarder la conférence de Raphaël Mathevet à l'Agora des savoirs Sangliers, géographies d'un animal politique.



photos © Creaturart, François Roux, Héli - stockadobe.com

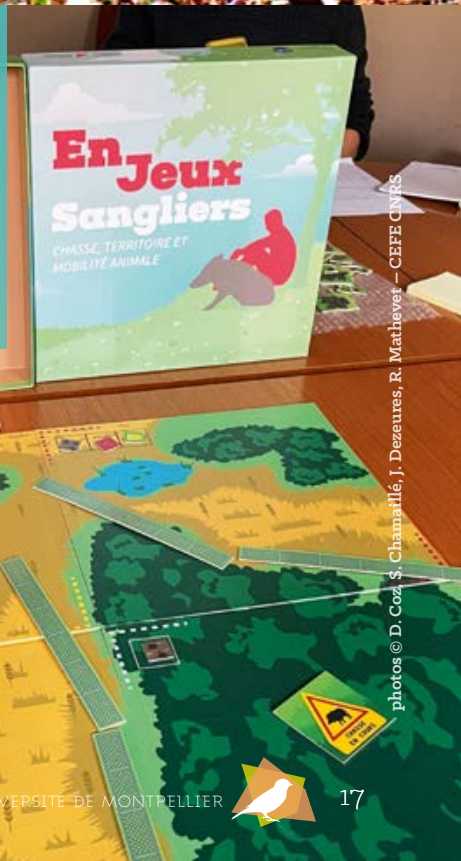


Une quarantaine de pièges photographiques ont été déployés en continu sur plus d'un an. Ils permettent de constater qu'une grande diversité de mammifères – écureuils, blaireaux, chevreuils, fouines, genettes, renards, loutres, loups – fréquente les mêmes passages que les sangliers.

19 sangliers ont été équipés de colliers GPS et marqués à l'aide de boucles auriculaires.



Le jeu de rôle permet une mise en situation ludique et sérieuse, favorable au partage de points de vue et de connaissances sur le fonctionnement des interactions de l'agriculture, de la chasse et des sangliers.



✓  
C'est dans la forêt dense au sud du Cameroun que vit une partie du groupe Baka.

Depuis les années 50, la sédentarisation forcée et les limitations des droits d'accès à la forêt ont progressivement coupé ces populations de leur moyen de subsistance et des pratiques constitutives de leur identité, au premier rang desquelles la chasse.

# DES ROIS SANS FORÊT

Ils sont les mal-nommés. Connus sous le nom péjoratif de Pygmées, signifiant « *haut d'une coudée* » en grec ancien, ce peuple vivait jusque dans les années 50 dans des campements nomades au cœur des forêts équatoriales entre le Cameroun, le Gabon, la République Centrafricaine et le Congo. Sur d'anciennes gravures datant de l'époque coloniale, on les trouve volontiers représentés, lance à la main, faisant face à un éléphant presque aussi immense qu'ils semblent frêles. « *La chasse à l'éléphant était pour les Bakas un rite initiatique, une épreuve permettant aux jeunes de devenir Tūmā c'est-à-dire maître chasseur* » explique Laurence Boutinot, anthropologue au laboratoire Forêts et Sociétés.

Au Cameroun, la vie des Bakas se structure autour de cette pratique cynégétique, comme le souligne la chercheuse : « *La chasse est collective, elle fait partie d'un mode de vie, de socialisation, de transmission des savoirs.* » Elle est également constitutive d'une identité pour les Bakas, à l'inverse de leurs voisins du groupe bantou avec lesquels ils ont toujours entretenu des liens étroits et complexes. « *Ils sont un peu les rois de la forêt et de la nuit quand les Bantous, sédentaires, sont plus familiers des pratiques diurnes de l'agriculture.* »

## Résistance silencieuse

Aujourd'hui ces campements nomades sont plus discrets, moins nombreux et s'installent en forêt sur des temps plus courts. Le reste de l'année, les Bakas campent en bord de pistes près des villages. « *Victimes d'exclusion et de racisme, privés de chasse et de forêt, avec un accès limité à l'école et au marché du travail, les Bakas sont dans des situations de désœuvrement. Certains dépensent le peu d'argent qu'ils ont dans de petits sachets d'alcool que les commerçants à motocyclette leur fournissent à bon prix* » déplore l'anthropologue. Pour comprendre cette funeste évolution il faut, comme souvent en Afrique, remonter à l'époque coloniale.

L'arrivée des colonisateurs, missionnaires et administrateurs sur le sol africain nécessitant des approvisionnements importants en nourriture, les occidentaux se sont peu à peu octroyé un droit de chasse exclusif sur les espaces forestiers. « *La faune sauvage étant aussi chassée pour ses trophées à l'époque très prisés sur les marchés internationaux, les occidentaux ont établi des règles qui excluaient les peuples indigènes. De chasseur de subsistance ces derniers se sont retrouvés accusés de braconnage.* » C'est le début de la résistance silencieuse des Bakas qui, sans exprimer d'opposition manifeste, ne cesseront jamais d'aller dans la forêt pour chasser, s'exposant ainsi à la répression.



## Mise en enclosure

A la même époque, l'administration coloniale quadrille le territoire et ne reconnaît comme ayant-droit sur les terres que les chefs de village bantous déjà sédentaires. La mobilité des Bakas en fait les grands oubliés de cette répartition. Lorsque, dans les années 50, la même administration impose à tous les autochtones de se sédentariser pour pouvoir prélever l'impôt et réquisitionner de la main d'œuvre, « *ils se sont retrouvés sans terre, contraints de s'installer au bord des routes. Mais là encore les clans ont continué de se retrouver en forêt à la bonne saison pour chasser sous les radars des autorités* » poursuit la chercheuse.

Avec la décolonisation les Bakas n'ont pas retrouvé un usage libre de la forêt. Au contraire, la création d'aires protégées pour la faune, de parcs nationaux pour le tourisme et l'emprise des unités forestières d'aménagement pour l'exploitation

du bois d'œuvre, appartenant historiquement à des entreprises françaises, limitent toujours plus l'accès aux territoires de chasse. « *Aujourd'hui, la forêt est découpée et monopolisée de toute part. Les forêts sont mises en enclosures de manière à exclure les paysans et les chasseurs de l'usage de ces biens publics. Les forêts communautaires, que la loi leur laisse en gestion villageoises, sont des espaces déjà dégradés, vidés de leur faune et même de leurs essences précieuses, on n'y trouve plus les chenilles prisées sur les marchés puisque les arbres sont coupés.* »

## Trois méchants lapins

Quant à la chasse, les règles de plus en plus sophistiquées ne sont pas revenues en faveur des Bakas. Si l'usage de la lance traditionnelle leur est encore autorisé, le gibier correspondant à cette arme lui, ne l'est plus. « *Cette arme est faite pour tuer le gros gibier, pas des lapins ou des ragon-dins, mais le gros gibier est désormais protégé par l'UICN ce qui n'empêche pas les*

*gros braconniers de faire leurs affaires.* » Les armes à feu sont autorisées mais à condition d'avoir un port d'arme donc des papiers d'identité, « *donc de l'argent ! C'est tout un processus qui les exclut* » constate Laurence Boutinot.

Sans terre à exploiter, sans accès à la forêt, les Bakas travaillent parfois aux champs pour le compte des Bantous en échange de quelques francs CFA, quand ils ne sont pas exploités gratuitement. « *Le plus cynique c'est que les sociétés forestières les emploient maintenant pour surveiller les forêts d'où ils sont chassés et dénoncer les braconniers qui sont parfois leurs propres frères.* » L'anthropologue raconte ainsi l'arrivée au village de Mindourou lors de sa dernière mission au Cameroun en 2018 : « *A côté de la cahute de la gendarmerie il y avait un terrain grillagé dans lequel était enfermé depuis plusieurs mois un Baka. Il avait été pris avec trois méchants lapins dans son sac.* »

# TRAQUER LES VIRUS

## un travail de fourmi

**L**e Covid-19, Ebola, le VIH. Mais aussi les hépatites, la rougeole ou encore les oreillons. Ces maladies infectieuses ont un point commun : elles sont toutes d'origine animale, comme les trois quarts des épidémies qui affectent l'humain. « *Ce sont ce qu'on appelle des zoonoses. Les virus qui sont responsables de ces maladies sont à l'origine hébergés par des animaux et ils sont passés à l'espèce humaine* », précise Eric Leroy, virologue au laboratoire Maladies infectieuses et vecteurs : écologie, génétique, évolution et contrôle (Mivegec)\*.

Si ces virus peuvent être issus d'animaux d'élevage, ils proviennent le plus souvent d'animaux sauvages, vivant essentiellement dans les forêts tropicales. « *D'une part car ce sont les zones les plus riches en biodiversité, et d'autre part parce que certaines coutumes socio-culturelles augmentent les contacts avec la faune sauvage, ce qui favorise ces transmissions à l'humain* », précise Eric Leroy.

### Enjeu de santé publique

Scruter ces virus cachés dans les forêts est donc devenu un enjeu de santé publique. « *Il faudrait parvenir à faire de la surveillance en amont au niveau des réservoirs animaux avant que les virus ne passent chez l'homme* », détaille le virologue. Mais comment faire pour mieux connaître les tout petits habitants de ces immenses et impénétrables forêts ?

Eric Leroy, qui connaît bien les forêts tropicales pour avoir vécu et travaillé longtemps au Gabon et au Congo, et son collègue Philippe Roumagnac, virologue à l'Institut de santé des plantes de Montpellier (Phim), ont eu une idée. Puisqu'il est impossible de capturer, prélever et analyser tous les animaux et végétaux qui peuplent les forêts pour

scruter leurs virus, pourquoi ne pas laisser d'autres se charger de ce précieux échantillonnage ? Ces autres forment toute une armée de petits insectes pas comme les autres : les fourmis légionnaires, ou fourmis magnans.

Ces carnivores s'attaquent à tout ce qui tombe sous leurs mandibules : des arthropodes et autres invertébrés aux animaux de petite taille tels qu'oiseaux, reptiles, ou micromammifères. « *Elles sont connues pour les raids spectaculaires qu'elles mènent en colonnes de millions d'individus s'étendant sur plusieurs dizaines de mètres* », raconte le virologue. Pas regardantes, ces nomades consomment également si l'occasion se présente des carcasses de gros animaux, d'où leur surnom de « *poubelles de l'Afrique* ».

« *Nous avons donc émis l'hypothèse que ces fourmis magnans seraient susceptibles d'absorber et d'accumuler les virus hébergés par les hôtes qu'elles consomment, qu'ils soient végétaux, animaux invertébrés ou vertébrés.* » En analysant le matériel génétique issu des fourmis, les chercheurs espèrent identifier les virus avec lesquels elles ont été en contact et mieux connaître ainsi ce qu'ils appellent la virosphère des forêts tropicales.

### Etude pilote

Pour vérifier cette hypothèse, Eric Leroy et ses confrères ont mené une étude pilote. Ils ont capturé 209 fourmis provenant d'une trentaine de colonnes au nord-est du Gabon et analysé chacun de ces insectes via une approche de métagénomique virale. « *Nous récupérons l'ensemble du matériel génétique, ADN et ARN, présent au sein d'un échantillon – en l'occurrence la fourmi – pour analyser la portion correspondant au génome viral total, celui de la fourmi mais aussi le matériel génétique provenant des animaux ou plantes qu'elle a consommés* », décrypte Eric Leroy.

Les chercheurs ont ainsi détecté un nombre exceptionnel de séquences génomiques parmi lesquels 46 000 s'apparentaient à des séquences de virus, de bactéries, de plantes, d'invertébrés et de vertébrés. « *Une véritable caverne d'Ali baba* », s'enthousiasme Eric Leroy. Une caverne qui recèle d'ailleurs quelques surprises, « *seule la moitié de ces séquences correspondait à des genres viraux reconnus, ce qui signifie que dans les écosystèmes forestiers parcourus par les fourmis, se trouvent probablement de très nombreux virus encore inconnus* ».

✓  
Lorsque l'on pense aux occupants des forêts tropicales, on pense jaguars, léopards, singes en tout genre. Ou encore oiseaux et reptiles, tels que le toucan ou le caméléon. Mais il est de tout petits, petits habitants qui y vivent par millions. Ce sont les virus, une source de préoccupation croissante en termes de santé humaine, que les virologues Eric Leroy et Philippe Roumagnac étudient de près grâce aux fourmis.



Ecouter le podcast de l'émission  
À l'UM la science sur le virus Ebola.

### Fourmis sentinelles

Si les chercheurs vont mener des études de plus grande envergure, ces résultats préliminaires prouvent déjà que l'idée est bonne. « *Non seulement cette méthode permettrait de mieux connaître la virosphère et de cartographier la présence de virus dans une zone donnée, mais on peut aussi envisager de mettre en place un moyen de surveillance de ces virus zoonotiques avant leur transmission à l'homme* », détaille le chercheur, qui envisage par exemple une collecte mensuelle de fourmis légionnaires dans des lieux définis pour identifier les virus présents à ces endroits.

« *Si des virus problématiques atteignent un seuil critique, des mesures pourraient être mises en place* », imagine Eric Leroy. Ces sentinelles à 6 pattes participeraient ainsi à la surveillance précoce des virus, permettant de prédire, anticiper et prévenir l'émergence de maladies et d'épidémies « *dont nous sommes encore trop souvent simples spectateurs, médusés et impuissants* », conclut le chercheur. 

\* Mivegec (CNRS, UM, IRD)

# Des ours un poil casaniers

Pour avancer sur la route du repeuplement, les ours bruns des Pyrénées ont appris à ne pas croiser celle de l'Homme quitte à limiter leur distribution et restreindre leur habitat. À quel point les infrastructures humaines et notamment routières influencent-elle leur utilisation de l'espace ?

En 2004, Cannelle, la dernière ourse femelle des Pyrénées, était abattue par un chasseur dont elle venait de croiser la route. Elle laissait derrière elle Cannellito, un ourson de huit mois, ultime descendant de la souche pyrénéenne de cette espèce. Aujourd'hui Cannellito partage ces forêts escarpées avec au moins 76 congénères, en grande partie issus de la réintroduction d'individus prélevés en Slovaquie, et 5 portées ont été détectées cette année.

## Sous les radars

Pour suivre au plus près cette population, l'office français de la biodiversité (OFB), en collaboration avec ses homologues espagnols et andorrans, s'appuie sur des méthodes non-invasives telles que les pièges photographiques ou les pièges à poils relevés chaque mois par les 450 bénévoles du réseau Ours brun. La population d'ours des Pyrénées est aujourd'hui bien connue des observateurs, « mais plus il y a d'ours, plus il y a de risques que certains d'entre eux passent sous les radars. L'effort de suivi étant déjà très important, nous avons besoin d'utiliser des modèles statistiques afin d'estimer la population réelle » explique Maëlis Kervellec, modélisatrice et doctorante au Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive (Cefe) en collaboration avec l'OFB.

Sous la direction d'Olivier Gimenez, chercheur au Cefe, sa thèse propose d'établir des cartes de densité pour faciliter leur recensement. C'est grâce aux modèles spatialisés de capture recapture (SCR) et à partir des données de localisation issues des pièges photographiques et des prélèvements de poils que la jeune chercheuse a modélisé, à plus large échelle, la distribution des ours. « En partant des différents endroits où l'animal a été détecté, nous essayons de représenter comment cet individu utilise le paysage dans la réalité. En combinant l'espace utilisé par chaque ours on obtient une carte de distribution qui tient compte des possibles barrières. »

## Loin des routes

Réintroduits en Ariège, les ours se sont peu dispersés sur le reste de la chaîne des Pyrénées et ce malgré l'augmentation de leur population. Dans quelle mesure leur distribution est-elle limitée par celle de l'Homme ? Pour répondre à cette question, la doctorante s'est penchée sur l'impact des infrastructures routières sur la connectivité du paysage. « Le terme connectivité est ici défini comme le degré auquel le paysage facilite, ou empêche, les déplacements des individus entre des zones ou « patch » de ressources » précise Maëlis Kervellec qui, pour réaliser cette étude, a utilisé dans son modèle « toutes les routes possibles sans faire de distinction entre les grandes et les petites ».

Sans surprise, la jeune chercheuse constate que plus la densité de routes est grande, moins les ours ont tendance à utiliser l'habitat. Elle observe également que la vallée de la Garonne entre Vielha et Bagnère-de-Luchon semble restreindre la distribution de ce noyau ariégeois. « On ne peut pas affirmer que la route est responsable du fait que les ours se restreignent à l'espace utilisé actuellement car dans cette vallée on trouve aussi d'autres facteurs possibles comme la voie ferrée ou la rivière qui ne sont pas pris en compte dans mon modèle » conclut Maëlis Kervellec. Des études complémentaires permettront sûrement de mieux expliquer le comportement de cette espèce qui reste aujourd'hui encore en danger critique d'extinction. 

24  
Déforestation : « Une partie de la solution se trouve au niveau du commerce international »

26  
Le prix de la forêt

28  
Anatomie d'une chute

30  
Laisser pousser

# DÉFORESTATION

« Une partie de la solution se trouve au niveau du commerce international »



6,6 milliards d'hectares de forêt ont été perdus en 2022, soit 4% de plus qu'en 2021 signalait un rapport publié par un vingtaine d'organisations environnementales et d'instituts de recherche, quelques jours seulement avant la COP 28 de Dubaï.

Éclairage sur cette géopolitique du bois avec

Alain Karsenty, économiste au laboratoire Sens.

Pour commencer quelle est la définition internationale de la forêt ?

Il y en a des tas ! Le règlement européen sur la déforestation, adopté en mai 2023 et qui entrera en vigueur fin 2024, retient celle de la Food and agriculture organization (FAO), à savoir 10 % de couvert forestier sur une surface minimale de 0,5 hectares. Les plantations de palmiers à huile, d'arbres fruitiers et les surfaces agroforestières ne sont pas considérées comme des forêts.

Quels sont les pays les plus touchés par la déforestation ?

C'est le Brésil qui détient le record de la déforestation depuis longtemps, bien qu'elle reparte à la baisse depuis le retour de Lula. Viennent ensuite la République démocratique du Congo, la Bolivie qui a connu un essor de l'agrobusiness extrêmement important, et l'Indonésie où la déforestation a beaucoup baissé ces 4-5 dernières années. Il y a aussi la question des mégafeux qui touchent dans des proportions jamais vues l'Australie, le Canada, la Russie mais aussi le Brésil, l'Indonésie et la Bolivie récemment.

En Amérique du Sud, quels sont les grands moteurs de la déforestation ?

L'élevage bovin extensif et la culture de soja. Cette dernière diminue depuis 2008 suite au moratoire sur les achats de soja d'Amazonie décidé par de grandes sociétés agroalimentaires internationales. Depuis, la production s'est déplacée au sud vers le Cerrado, vaste région de savanes riches en biodiversité, qui est converti à grande échelle en monocultures de soja.

Le phénomène de déforestation est plus récent en République démocratique du Congo ?

L'accroissement brutal de la déforestation date d'une dizaine d'années en RDC, qui perd un demi-million d'hectares de forêts primaire chaque année. Les pratiques agricoles sont extensives, les paysans cultivent une terre pendant 3 ou 4 ans et quand sa fertilité diminue et que le champ est envahi de mauvaises herbes, ils la laissent en jachère et coupent une nouvelle forêt. C'est un système qui a fonctionné pendant des millénaires avec une population faible et stable. Mais avec 3 % de croissance démographique, la population double tous les 25 ans en RDC, les jachères sont de plus en plus courtes et ne laissent pas le temps à une forêt secondaire de s'établir. Il y a aussi un enjeu foncier : en Afrique comme en Amazonie la mise en valeur d'une terre par la culture légitime une revendication de propriété.

Cette production est-elle destinée à l'exportation ?

Le Brésil consomme en grande partie sa déforestation à travers la viande bovine issue de l'élevage. Le soja, lui, part vers la Chine et l'Europe pour nourrir le bétail, ce qui pose la question de nos modèles économiques. En Afrique, 80 à 90 % de la déforestation est due à la petite agriculture vivrière : manioc, maïs, riz, haricots, bananes... L'huile de palme produite en Afrique alimente les marchés locaux. C'est de la consommation interne sauf le cacao en Côte d'Ivoire, au Ghana, au Libéria ou au Cameroun, qui est exporté vers l'Europe, et le café produit plutôt en Afrique de l'Est.

Et en Asie quelle est la situation ?

La déforestation baisse beaucoup parce qu'il n'y a plus de forêts ou que les dernières sont en zones montagneuses et qu'il n'est pas rentable d'y planter du palmier à huile ou des hévéas. Depuis une dizaine d'années, le palmier est d'ailleurs dépassé, comme premier moteur de la déforestation, par les arbres plantés pour la pâte à papier, exportée un peu partout dans le monde. Des plantations d'arbres à croissance rapide type acacias ou eucalyptus considérées, selon la définition de la FAO, comme des forêts. Elles n'apparaissent donc pas dans les données de déforestation « nette ». Pourtant ces plantations, vouées aux coupes rases, se substituent à la forêt naturelle dégradée, qui pourrait se régénérer en offrant une grande biodiversité.

Le charbon de bois utilisé pour la cuisson est en trame de fond un peu partout...

Oui, c'est l'énergie principale de cuisson dans de nombreuses régions. On parle aujourd'hui de charbon de bois durable avec des plantations d'eucalyptus ou d'acacias pour que les gens n'aillent pas couper les forêts naturelles, mais avec les problèmes sanitaires liés au charbon est-ce que la vraie solution ne sera pas d'arrêter, au moins dans les zones urbaines ? Avec pour alternative le bio éthanol, le gaz naturel liquéfié, qui est cependant un fossile, ou l'hydroélectricité - je pense au fameux barrage d'Inga 3 en RDC qui pourrait alimenter une partie de l'Afrique...

Nous n'avons pas encore parlé de la Russie...

... qui déforeste énormément pour fournir la Chine en bois. Les forêts de RDC sont composées de milliers d'espèces et seules quelques-unes sont commercialisées. On prélève donc environ un à trois arbres à l'hectare. En Russie les forêts sont moins diverses, on y trouve deux ou trois espèces qui sont toutes commercialisables, ce qui donne lieu à des coupes rases. Il y a aussi beaucoup d'étalement urbain et les mégafeux.

Et comment se positionne la France dans cette géopolitique du bois ?

Nous importons beaucoup de résineux parce que notre appareil industriel est inadapté à nos forêts de feuillus, qui sont donc sous exploitées et très morcelées. Nous n'avons pas l'argent pour investir dans l'outil industriel, alors une des solutions a été, pour les propriétaires privés, de planter un peu partout le fameux pin Douglas. Avec une forte opposition sociétale, parce que monoculture, parce que coupes rases, risques d'incendies, transformation du paysage...

Aujourd'hui quelle est la part de la déforestation liée à l'exportation ?

Les estimations parlent de 20 à 25 %, une partie de la solution se trouve donc bien au niveau du commerce international et de la déforestation importée. La question est de savoir comment on s'attaque à ses causes, comment on réforme le foncier, l'agriculture, l'énergie ? Comment agit-on sur la démographie ?

Quel est le premier pays importateur de bois ?

La Chine et de très loin. Elle importe du bois d'Asie, d'Afrique, de Nouvelle-Zélande, de Russie, d'Allemagne, de France et, souvent, le réexporte vers l'Europe sous forme de produits transformés. Et puis la Chine c'est 1,4 milliard d'habitants, les besoins intérieurs sont gigantesques. Les Vietnamiens et les Indiens sont eux-aussi devenus de gros acheteurs sur le marché international.

La Chine jouera donc un rôle majeur dans le devenir de la forêt au niveau mondial ?

Oui, et ils ont conscience qu'une pénurie de bois mondiale se profile, ils commencent donc à s'intéresser sérieusement à la durabilité de la ressource. Pour eux, c'est une manière de sécuriser leur approvisionnement et c'est une bonne nouvelle pour la forêt car ils sont les maîtres du jeu.



Lire la suite de cet entretien « Le terme de compensation carbone est absurde scientifiquement » sur le site de l'Université de Montpellier.



Encourager les petits propriétaires terriens à ne pas couper les arbres en leur versant une compensation financière, c'est ce qu'on appelle des paiements pour services environnementaux. Mais est-ce réellement efficace pour réduire la déforestation en Amazonie ? Pour le savoir, l'économiste Gabriela Demarchi a mené une évaluation inédite.

# LE PRIX DE LA FORÊT



Écouter le podcast de l'émission  
A l'UM la science sur la compensation  
écologique.

543 940 km<sup>2</sup>, c'est la superficie de la France métropolitaine. C'est aussi à peu de choses près la surface de forêt détruite en Amazonie en l'espace de 10 ans. « *Le Brésil est le pays qui perd le plus de forêt tropicale chaque année* », précise Gabriela Demarchi, chercheuse en économie au laboratoire Moisa\*. A ce rythme, le fonds mondial pour la nature WWF estime que 55 % de la forêt amazonienne pourraient disparaître d'ici 2030.

Une catastrophe écologique aux conséquences étendues. « *Ces forêts très denses sont peuplées d'arbres très anciens qui stockent beaucoup de carbone. La déforestation et les changements d'utilisation des terres constituent la deuxième source d'émission de gaz à effet de serre, juste derrière l'utilisation des combustibles fossiles* », précise la chercheuse.

## Limiter le réchauffement climatique

Réduire la déforestation en Amazonie est un enjeu capital et un levier majeur pour limiter le réchauffement climatique. Parmi les outils proposés pour y parvenir figure le dispositif REDD+, pour réduction des émissions issues de la déforestation et de la dégradation forestière. « *Ce dispositif propose que les pays développés qui émettent le plus de gaz à effet de serre versent une compensation aux pays en voie de développement pour maintenir leur*

*couverture forestière* », explique Gabriela Demarchi qui précise qu'au cours des dernières décennies, on a assisté à une prolifération de projets de ce type en Amazonie brésilienne.

L'économiste s'est penchée lors de sa thèse au Centre d'économie de l'environnement de Montpellier sur l'un de ces programmes mis en œuvre entre 2013 et 2017. Objectif : évaluer son efficacité pour réduire la déforestation. Ce programme appelé PAS est basé sur ce qu'on appelle les paiements pour services environnementaux. « *Cette initiative pilote repose sur une compensation financière pour inciter les agriculteurs à ne pas couper les arbres sur leurs terres* », explique la chercheuse brésilienne.

## Jumeaux statistiques

En pratique, 350 petits exploitants agricoles ont perçu une somme d'argent en échange de l'engagement de maintenir une couverture forestière sur leur exploitation. « *Les agriculteurs coupent des arbres pour transformer la forêt en terres agricoles ou pour élever du bétail, on leur verse donc de l'argent pour compenser leur manque à gagner et leur fournir une alternative pour vivre* », détaille Gabriela Demarchi.

Mais comment évaluer l'efficacité d'un tel dispositif ? « *Avec un tel scénario il semble compliqué de savoir si l'agriculteur aurait ou non déforesté ses parcelles même s'il n'avait pas perçu de compensation monétaire, ces programmes sont donc compliqués à évaluer* ». Alors l'économiste a eu recours à ce qu'on nomme une évaluation d'impact basée sur la reconstitution de la situation contrefactuelle. « *Nous avons trouvé des ménages ruraux aux caractéristiques les plus proches possibles de ceux qui avaient été enrôlés dans le programme, on appelle cela des jumeaux statistiques* ». Si le comportement du jumeau statistique diffère de celui du jumeau qui participe à l'étude, alors on peut en déduire que le programme a bien eu un impact.

Et cet impact, les chercheurs ont pu le quantifier : « *le programme a permis de diminuer de 15 à 43 % la déforestation sur ces exploitations entre 2013 et 2017* », précise Gabriela Demarchi. Mais que se passe-t-il quand le programme prend fin et que les propriétaires arrêtent de recevoir les subventions ? « *Le risque c'est qu'ils coupent davantage d'arbres pour rattraper le retard des années précédentes, en économie c'est ce qu'on appelle un effet rebond* ».

## Effet rebond

Les chercheurs ont observé que si les agriculteurs ont bien repris leurs pratiques habituelles après l'interruption des paiements compensatoires, ils n'ont pas rattrapé leur « retard de déforestation ». « *Ce qui signifie que le gain environnemental généré par le programme a été maintenu, donc la forêt a bel et bien été préservée* », souligne Gabriela Demarchi.

Un impact bénéfique pour l'Amazonie et des conséquences vertueuses pour le réchauffement climatique, car chaque arbre préservé est autant de gaz à effet de serre en moins. « *Si l'on convertit le gain environnemental en gain monétaire sur la base du coût social du carbone, alors nous pouvons estimer que les bénéfices du programme ont été supérieurs à ces coûts et qu'on peut le considérer comme rentable* », explique l'économiste.

Rentable mais néanmoins perfectible. Le programme aurait-il été encore plus efficace si le contrat proposé aux agriculteurs avait été plus flexible ? « *Là le deal c'était qu'au moindre arbre coupé ils sortaient du programme. On peut imagi-*

*ner un contrat où couper quelques arbres engendrerait des pénalités sans pour autant mettre fin aux subventions, ce qui permettrait de garder plus de participants dans le programme* », détaille Gabriela Demarchi. En poursuivant cette étude, les chercheurs ont mis en place une évaluation de type essai contrôlé randomisé. La première du genre à être réalisée en Amazonie pour tester l'efficacité de l'introduction de la flexibilité dans ce type de programme. Les résultats suggèrent qu'une telle mesure permettrait de préserver davantage de forêt, mais les coûts associés pourraient rendre l'opération peu rentable au final.

Des recherches qui peuvent inciter les décideurs à miser sur ce type de dispositifs, « *mais aussi permettre de mieux répartir les sommes investies pour que le programme soit encore plus efficace* », souligne la chercheuse qui ambitionne désormais d'étudier cette question à plus grande échelle et sur une période plus longue. « *On risque aussi d'avoir ce qu'on appelle un effet de fuite : lorsqu'on arrête de couper à un endroit on coupe davantage ailleurs, il faut donc analyser l'impact de ces programmes à grande échelle* ».

\*Moisa (Cirad, Inrae, IRD, Institut Agro, Ciheam)

# ANATOMIE D'UNE CHUTE



Le projet de Grande muraille verte d'Afrique lancé en 2008 aurait-il déjà chuté ? Nombreux sont celles et ceux à le penser devant son inertie constatée. L'instabilité politique d'une grande partie des États concernés et le blocage des financements promis entravent aujourd'hui la réhabilitation des sols par la plantation de forêts qui n'auront peut-être jamais existé que sur du papier.

Certains diront que l'idée a fait long feu, lui préfère prévenir : « abandonner un projet autour duquel on a fait un tel tapage médiatique serait une déception et un aveu de faiblesse extraordinaire ». Directeur de recherche à l'IRD, Robin Duponnois a également été référent du projet Grande muraille verte (GMV) sur Dakar. C'est sans ambages qu'il constate que les objectifs de la GMV « sont très loin d'être atteints et ne le seront pas plus en 2050. Pour autant l'analyse sur laquelle est basée le projet est bonne. On n'introduit rien, on ne détruit rien, on écoute les populations locales, le seul risque est qu'il n'y ait pas d'effets ».

En 2008, 11 pays participent au lancement de l'opération : le Sénégal, la Mauritanie, le Mali, le Burkina-Faso, le Niger, le Nigéria, le Tchad, le Soudan, l'Erythrée, l'Éthiopie et Djibouti. Objectif : planter des arbres sur une bande de terre de 15 km de large, le long d'une ceinture de 7 000 km allant de Dakar à Djibouti, pour éviter la désertification des terres dégradées par les activités anthropiques. « D'où le terme un peu trompeur de muraille contre le désert, mais le Sahara n'avance pas, il récupère juste de la surface » nuance subtilement le chercheur.



Lire aussi : Recherche en sols majeurs, avec Jean-Luc Chotte, chercheur IRD, publié dans Lum 15 - Afrique(s)

## Sous les arbres

L'idée n'est pas nouvelle. Les années 70 avaient déjà vu éclore le « Barrage vert » au sud de l'Algérie, la « Grande muraille » en Chine (voir encadré), les « ceintures vertes » de Ouagadougou et du Caire. Presque tous ont périclité mais de ces premiers échecs ressort un enseignement précieux : « Tous ces projets avaient été conçus avec des essences forestières exotiques, le plus souvent en plantation monospécifique. Au final ces forêts ne se sont pas régénérées ou ont été ravagées par des pathogènes » constate le spécialiste de biologie forestière.

Il est donc décidé par les acteurs de la Grande muraille verte de ne planter que des arbres locaux. Deux essences sont privilégiées : l'Acacia Sénégal, qui produit la gomme arabique prise en pharmacie, et le balanites dont l'écorce et les épines sont également valorisables. « La GMV est d'abord présentée comme un projet de réhabilitation environnementale, remarque Robin Duponnois. Mais sous les arbres il y a des enjeux d'ordre sociaux et économiques tels que la conjugaison de la culture et de l'élevage, toujours antagonistes dans ces régions, l'entrepreneuriat, la valorisation du terroir local, etc. »

## Locomotive sans wagon

Au Sénégal, ce sont par exemple des jardins polyvalents qui ont été co-développés dans de nombreux villages. « Les femmes ont été formées afin qu'elles puissent vendre leur production et arrêter de faire 30 kilomètres chaque semaine pour se rendre au marché. » Les jardins ont trouvé leur public avant d'être eux-aussi touchés par l'essoufflement du projet GMV. « Dans le village de Tessekere, les financements nécessaires à la réparation d'une canalisation ne sont

jamais arrivés, alors le jardin a peu à peu été abandonné. Il n'y a pas de continuité dans le développement des projets bien que nous ayons la technique et les process », constate-t-il avec une pointe d'amertume.

Un sentiment que Robin Duponnois tempère immédiatement : « Au nord du Sénégal, vous avez des plantations d'acacias qui vont très bien. Il y a toujours des pépinières et la production de gomme arabique remonte. Le Sénégal reste la locomotive du projet. » Une locomotive certes mais sans wagon puisque la GMV semble bien être à quai dans la plupart des autres pays et que l'accélérateur de la Grande muraille verte lancé en grande pompe en 2021 se fait toujours attendre sur le terrain.

## Arbres de paix

Comment expliquer que le Sénégal, au PNB à peu près équivalent à celui des autres partenaires, soit un des seuls à poursuivre l'effort ? « Parce qu'il bénéficie pour l'instant d'une stabilité politique que beaucoup n'ont pas, répond le scientifique. Le Burkina, le Mali, le Nigéria, l'Erythrée... sont dans des situations instables, la Grande muraille verte n'est plus une priorité pour ces États. Et si les partenaires internationaux ont promis des sommes assez colossales, on ne met pas d'argent dans un pays en guerre. » Reste à savoir si la muraille s'en relèvera.



© Thierry Berrod - Mona Lisa Production



## Dragon vert contre dragon jaune

C'est la plus grande forêt artificielle du monde, plus de 500 000 kilomètres carrés (2009) de peupliers, de pins, de saules plantés depuis la fin des années 70 en Chine pour livrer bataille au Dragon jaune. Ces tempêtes venues du désert de Gobi qui, en l'absence d'obstacles, ont déversé pendant des années, des centaines de milliers de tonnes de sable jusqu'à Pékin, située à 350 km plus au sud. « L'idée était de reboiser pour fixer les dunes et éviter ces vents de sable, explique Robin Duponnois. Ils ont également testé des cyanobactéries pour fabriquer des croûtes au niveau du sol, ils ont mis en place des grandes pépinières avec des techniques très sophistiquées de culture in vitro. Ils ont aménagé tout un système de canaux pour acheminer l'eau en goutte à goutte... ».

Cinquante ans plus tard, et malgré le coût humain et social des nombreuses expropriations et déplacements de population qu'elle exige, la Grande muraille verte de Chine se présente comme une réussite. Des zones de cultures maraîchères ont été implantées, les forêts monospécifiques ont laissé place à une diversification des essences, l'écotourisme s'est développé. « On trouve même un télésiège au milieu des dunes », s'amuse le chercheur. Mais la Chine n'en reste pas là. En 2018 elle mobilisait 60 000 soldats pour atteindre ses objectifs d'ici 2050 : planter 35 millions d'hectares de forêt sur 550 kilomètres de large et 4 500 kms de long. Pas de quoi rendre verte sa jumelle de pierre, longue, elle, de 20 000 kilomètres.



Et si nous arrêtons de replanter des arbres dans les forêts défrichées pour les laisser se reconstituer naturellement ? Les chercheurs montrent en effet que la régénération naturelle des forêts s'avère efficace pour reboiser. Une pratique qui pourrait trouver toute sa place en cacaoculture pour faire rimer production et restauration.

# LAISSER POUSSER

Si la culture de cacao est la principale cause de déforestation en Afrique de l'Ouest, elle représente aussi une opportunité de restaurer la couverture forestière des pays producteurs, grâce à l'agroforesterie. « Cette pratique consiste à associer une culture agricole et des arbres forestiers. Les cacaoyers sont à l'origine des plantes qui poussent à l'ombre dans les sous-bois des forêts d'Amérique du Sud, ombre qui peut leur être fournie par des grands arbres », explique Bruno Hérault, chercheur au Cirad dans le laboratoire Forêts et sociétés.

Mais comment faire pour réintroduire des arbres dans ces cacaoyères déboisées ? « La pratique la plus courante à l'heure actuelle est de replanter des jeunes arbres qui sont produits en pépinière. En Côte d'Ivoire plus de 10 millions d'arbres ont ainsi été distribués depuis 10 ans aux producteurs de cacao », explique le spécialiste des forêts tropicales.

## Choc de plantation

Des arbres qui ne s'épanouissent pas toujours dans leurs nouveaux environnements. Car après avoir été cocoonés, la plantation est un stress qui peut parfois leur être fatal. « Ce choc de plantation s'explique également par le fait que les arbres qui poussent en pépinière ne développent pas autant leurs racines qu'en milieu naturel », précise Bruno Hérault. Résultat : une fois replantés la plupart d'entre eux meurent ou végètent. Un succès en demi-teinte donc pour des programmes de reboisement par ailleurs très coûteux.

Il existe pourtant une alternative : laisser les arbres se régénérer naturellement. Bruno Hérault et ses collaborateurs en ont suivi plus de 12 000 dans les cacaoyères de Côte d'Ivoire et ils ont constaté que laisser pousser les jeunes arbres présents dans les champs s'avère plus efficace. « Les forêts ont été coupées il y a à peine quelques décennies, il y a encore de nombreux arbres rémanents, épargnés par la coupe,

disséminés dans les paysages et donc un gros potentiel de régénération naturelle via la banque de graines du sol », détaille Bruno Hérault. Ces arbres spontanés sont en effet beaucoup plus résilients que les arbres issus des pépinières et ont de meilleures chances de se développer correctement.

## Relation intime

Si la pratique s'avère plus efficace et moins chère que les programmes de réintroduction d'arbres, elle demande tout de même un accompagnement des cacaoculteurs, notamment pour identifier les jeunes plants forestiers qui poussent spontanément sur leurs parcelles. « Il faudrait les former pour les aider à reconnaître et à choisir les arbres les plus intéressants à conserver », précise le spécialiste.

Une alternative qui, pour le chercheur, offre des opportunités bien au-delà des bénéfices économiques et écologiques. « Les planteurs ont ainsi la possibilité d'imaginer eux-mêmes le futur de leur parcelle pour mieux se l'approprier. C'est aussi pour eux une façon de développer une relation plus intime avec leurs terres, en changeant le rapport de l'homme à la nature. »

Une solution de premier choix qui peine à s'imposer aux acteurs de la filière cacao. « En termes d'affichage il est toujours plus valorisant de replanter des arbres que de les laisser pousser », déplore le chercheur, qui milite pour la complémentarité de ces pratiques. La régénération naturelle des arbres pourrait en effet participer à l'effort de reconquête du couvert forestier, qui s'étend aujourd'hui sur 9 % du territoire en Côte d'Ivoire, pays qui vise l'objectif de 20 % d'ici 2030.

Fred, 7 ans. Futur pilote de X-wing.



Pourquoi on coupe des arbres dans la forêt ?

Tu as sûrement déjà vu en te promenant dans les bois des arbres portant une marque de peinture, à ne pas confondre avec une balise de randonnée. Cette marque signifie en effet que cet arbre va être abattu. Tu as d'ailleurs sûrement vu également des souches ou bien des gros tas de troncs sur le bord de la route. Mais pourquoi coupe-t-on ces arbres ?

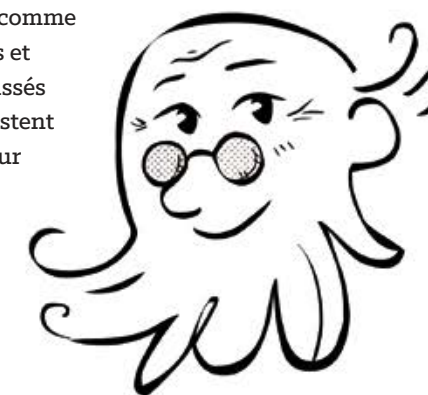
D'abord on peut les couper pour obtenir du bois destiné à fabriquer des produits : meubles, crayons, cuillères, jouets... Pour obtenir de grandes quantités de bois, les forestiers plantent des arbres éloignés les uns des autres et taillent les branches au fur et à mesure de leur croissance. On obtient ainsi des arbres grands et droits qui peuvent être utilisés pour construire des maisons, fabriquer des meubles ou du papier. Les plantations fonctionnent comme un verger : on plante des arbres, on les récolte et on en plante d'autres.

Cependant, tous ne sont pas coupés pour produire des objets dont les humains ont besoin et les raisons peuvent être très diverses. Par exemple si la forêt est très ancienne et qu'il y a des problèmes de régénération, les vieux arbres sont abattus pour permettre à la lumière d'atteindre le sol et aux jeunes semis de pousser.

Lorsqu'ils sont trop proches les uns des autres, il est nécessaire d'en enlever certains afin que ceux qui restent ne manquent pas d'eau, de lumière et de nutriments. Et en cas d'incendie, maintenir un certain espace entre les arbres empêchera le feu de se propager trop rapidement. Dans ce cas, ceux qui sont tordus ou abimés sont souvent coupés. Ainsi, les arbres plus grands et droits seront les parents des générations futures.

On coupe aussi les arbres malades afin d'éviter la propagation d'insectes ou de maladies. Ceux-ci sont souvent utilisés par les habitants des villages voisins comme combustible pour allumer leurs cheminées. D'autres fois, ils sont déchiquetés et transformés en planches ou briquettes, ou bien les éclats sont simplement laissés dans la forêt afin que les nutriments retournent au sol et que les arbres qui restent grandissent en bonne santé. Finalement parfois on doit couper des arbres pour le bien de toute la forêt.

Un article en partenariat avec le site *The Conversation*



Martina Sánchez Pinillos – chercheuse à l'Institut des sciences de l'évolution de Montpellier (CNRS, UM, IRD)



UNIVERSITÉ DE  
MONTPELLIER

*Via*