

La déforestation baisse en Amazonie. Vraiment ?

François-Michel Le Tourneau



Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/echogeo/24214>

DOI : 10.4000/echogeo.24214

ISSN : 1963-1197

Éditeur

Pôle de recherche pour l'organisation et la diffusion de l'information géographique (CNRS UMR 8586)

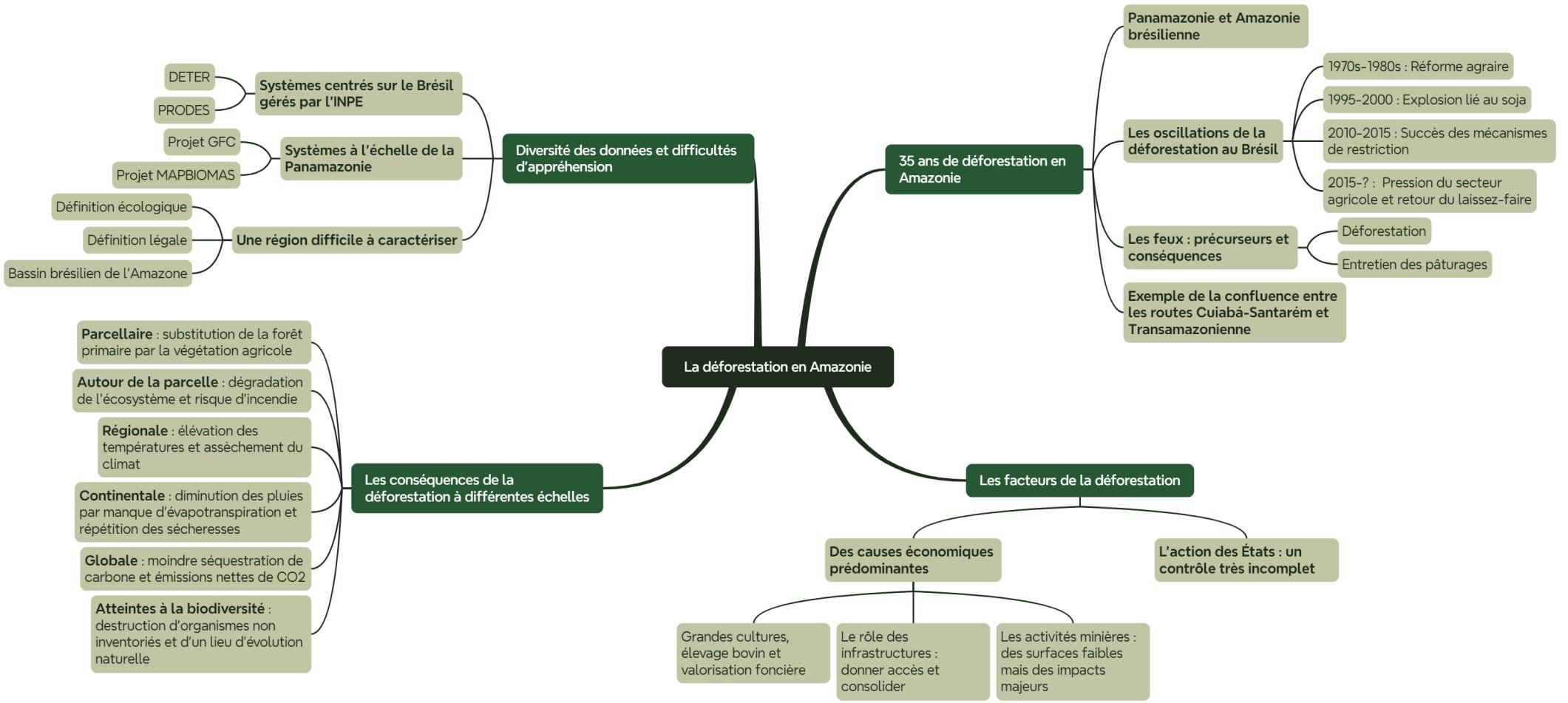
Référence électronique

François-Michel Le Tourneau, « La déforestation baisse en Amazonie. Vraiment ? », *EchoGéo* [En ligne], Sur le Vif, mis en ligne le 06 février 2023, consulté le 10 février 2023. URL : <http://journals.openedition.org/echogeo/24214> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/echogeo.24214>

Ce document a été généré automatiquement le 10 février 2023.



Creative Commons - Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International
- CC BY-NC-ND 4.0
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



La déforestation baisse en Amazonie. Vraiment ?

François-Michel Le Tourneau

Introduction

- ¹ La publication des chiffres de la déforestation au Brésil pour 2022, qui indiquent une baisse inattendue, et les débats autour de l'écologie qui ont eu lieu dans le cadre de l'élection présidentielle brésilienne, ont mis en lumière la complexité des phénomènes de déboisement et la difficulté de la plupart des observateurs à se repérer au milieu de données apparemment contradictoires ou contre-intuitives.
- ² Par exemple, à la grande surprise de certains, si la période du gouvernement de Jair Bolsonaro a vu une reprise de la déforestation, le total déforesté durant son mandat est inférieur de moitié à celui du premier mandat du président Lula (2003-2006), alors que ce dernier a mis en place une politique de contrôle qui a véritablement permis de juguler le phénomène dans la période 2008-2014... L'interprétation des chiffres concernant la déforestation est encore compliquée par le fait que différentes institutions, gouvernementales et non-gouvernementales, proposent des statistiques et des bases de données spatiales reposant sur des méthodologies différentes et appréciant de manière hétérogène les différents types d'atteintes à l'environnement (de la dégradation et de la « petite » déforestation à la coupe à blanc de milliers d'hectares, de l'atteinte à tout type de végétation naturelle à celles qui ne concernent que la forêt dense, etc.) que l'on peut classer sous l'étiquette générale de « déboisement ».
- ³ Dans ce contexte, il semble intéressant de revenir sur les chiffres publiés fin novembre 2022 par l'INPE¹, mais en essayant de les replacer dans un contexte plus large tant sur le plan spatial (en étendant le regard à l'ensemble de l'Amazonie au-delà du Brésil) que sur le plan temporel (en regardant le phénomène sur plusieurs décennies) et sur le plan des approches (en présentant plusieurs sources de données). Pour y parvenir nous partons d'une ample revue de la littérature et du traitement de certaines bases de

données géospatiales en accès libre afin d'en tirer cartes et statistiques. Dans un premier temps nous présentons les principales données disponibles sur la déforestation, en distinguant leurs caractéristiques et en rappelant la complexité écologique et géographique sous-jacente à l'Amazonie, qui rend possible des approches différentes, dont les résultats peuvent être divergents en apparence. Dans un second temps, nous décrivons les oscillations de la déforestation depuis une trentaine d'années, en nous intéressant d'abord à l'ensemble du bassin amazonien (ou pan-Amazonie) avant de nous focaliser sur l'Amazonie brésilienne et de replacer les données dernièrement publiées dans leur cadre. Dans une troisième partie et afin de proposer un panorama complet sur la question, nous évoquons les causes de la déforestation, les principales politiques des États de la région pour y faire face et les conséquences du déboisement à l'échelle locale, régionale et globale.

Des sources de données de plus en plus nombreuses mais un phénomène de déforestation plus difficile à cerner qu'il n'y paraît

- 4 Les dix dernières années ont vu une explosion de la puissance de calcul des ordinateurs et de la disponibilité des données, qui fait qu'aujourd'hui des bases de données géospatiales² décrivant la situation en Amazonie à une résolution de 30 m par pixel sont très facilement téléchargeables. Mais ces données se basant sur des méthodes de traitement diverses et sur des aires de référence différentes, leurs résultats ne sont pas toujours compatibles entre eux ou cohérents. Cette première partie est donc destinée à faire le point sur ces différents outils, tout en abordant aussi la complexité des phénomènes de déforestation et la diversité de l'Amazonie.

Big data, supercalculateurs et collections d'images satellites : l'explosion des données

- 5 La réduction de l'étendue des forêts tropicales est un sujet qui préoccupe les opinions publiques, qu'il s'agisse (un peu) de celle des pays concernés et (beaucoup) de celle des pays occidentaux. Dès lors, de nombreux centres de recherche, mais aussi des ONG et des consortiums regroupant ces deux types d'acteurs, ont travaillé pour mettre en place des outils de suivi. Toutefois, tous n'ont pas exactement les mêmes objectifs et ils ne se basent pas sur les mêmes outils. Au final, donc, leurs messages ne sont pas exactement les mêmes et la surenchère médiatique qui intervient autour de la divulgation de chaque nouveau résultat a parfois tendance à négliger ces nuances. On notera que nous nous intéressons ici à la déforestation entendue comme la suppression totale ou presque de la végétation arborée sur les parcelles. Nous ne traiterons pas de la dégradation forestière, dont l'impact sur l'écosystème amazonien est également préoccupant et difficile à établir (Beuchle *et al.*, 2021 ; Lapola *et al.*, 2023).

Les systèmes centrés sur le Brésil

- 6 Au niveau du Brésil, il existe deux grands programmes officiels de suivi de la déforestation, le DETER (Sistema de Detecção de Desmatamentos em Tempo Real) et le PRODES (Programa de monitoramento do Desmatamento), tous les deux mis en œuvre

Déforestation = suppression totale ou presque de la végétation arborée sur les parcelles

par l'agence brésilienne de recherche spatiale (INPE)³. Le DETER⁴ est un outil qui, comme son nom l'indique, est destiné à fournir des informations presque en temps réel pour permettre des interventions sur le terrain contre le déboisement illégal. Sa première version (DETER-A) se basait sur des images de résolution spatiale moyenne mais de haute résolution temporelle pour produire des alertes de déboisement de zones à partir de 25 hectares. Elle a été remplacée en 2015 par un nouveau système utilisant des images infrarouges du satellite sino-brésilien C-BERS4 et du système indien d'observation spatiale IRS, abaissant la taille minimale de détection à près d'un hectare (Diniz *et al.*, 2015). Les données produites sont communiquées dans un délai de 5 jours aux administrations concernées pour permettre une action sur le terrain mais elles sont aussi communiquées au public sous la forme de bases de données mises à jour annuellement. Les polygones de déforestation détectés sont de divers types, incluant la coupe à blanc mais aussi les formes les plus fortes de la dégradation forestière. Néanmoins, de l'avis même de l'INPE, le DETER n'est pas un programme de suivi à long terme. Conçu comme un « outil d'action rapide », il n'en possède ni l'exhaustivité ni la fiabilité⁵.

le DTER

⁷ Le PRODES, au contraire, est un programme vétéran de surveillance de la déforestation en Amazonie, mis en place à la fin des années 1980 sous la pression de l'opinion publique internationale (Le Tourneau, 2019)⁶. D'abord manuel, il est désormais totalement automatisé. Ses données sont produites annuellement à partir d'images Landsat à 30 m de résolution⁷. Il souffre de certaines limitations, notamment le fait que selon sa méthodologie tout espace déboisé ne revient jamais à un état de reboisement et surtout le fait qu'il ne détecte les déboisements qu'à partir de 6,25 ha, ce qui peut amener à minimiser les évolutions annuelles. Néanmoins, le PRODES a l'immense avantage de proposer une vision cohérente depuis plus de 35 ans, ce qui en fait la référence la plus souvent citée pour apprécier l'évolution de la déforestation en Amazonie. D'abord centré sur la forêt amazonienne, le programme s'est enrichi d'une version sur le biome Cerrado depuis 2018 (Parente *et al.*, 2021). Le fait que le PRODES soit la référence sur l'évolution de la déforestation se voit dans l'attente que génère la publication annuelle de ses résultats (en général à l'automne), mais aussi aux prises de position, parfois violentes, du gouvernement Bolsonaro contre l'INPE, régulièrement accusé de faire le jeu de l'étranger par le diagnostic sévère sur les conséquences des politiques mises en place depuis 2018 que ces chiffres révèlent. Comme on le sait, il est facile de casser le thermomètre pour faire semblant qu'on n'a pas de fièvre, et c'est exactement ce que l'administration brésilienne a fait en diminuant le plus possible les crédits budgétaires alloués à l'INPE pour le suivi de la déforestation, sans parvenir néanmoins à briser ces efforts.

Le PRODES

⁸ Au niveau du Brésil, on peut encore citer le système proposé par l'ONG Imazon appelé Système d'Alerte sur le Déboisement (SAD). Basé lui aussi sur l'interprétation automatique d'images Landsat et Sentinel, ce programme produit des bulletins mensuels⁸ analysant l'évolution du déboisement, accompagnés d'une carte à petite échelle. Son but est de maintenir la vigilance du public entre deux saisons de publication des chiffres de l'INPE, mais les données géographiques ne sont pas mises à disposition du public.

Le conflit entre l'administration et l'INPE sur le suivi de la déforestation

Le SAD d'Imazon

Systèmes à l'échelle de la Panamazonie ou à l'échelle globale

- 9 Depuis une dizaine d'années, les données produites par le projet Global Forest Change (GFC, voir Hansen *et al.*, 2013) ont été popularisées par leur diffusion sur la plateforme en ligne Global Forest Watch, qui permet d'évaluer l'évolution des forêts mondiales sur la base de l'interprétation automatique de milliers d'images satellite permettant de qualifier la hauteur et la densité du couvert arboré. Cette plateforme permet de voir non seulement les pertes mais aussi les replantations de couvert forestier (même si les forêts plantées n'ont en général pas la même richesse écologique que les forêts originales). La méthodologie de la GFC lui permet de détecter non seulement la déforestation mais aussi un certain degré de dégradation des milieux forestiers, causée par exemple par une surmortalité des arbres liée à la répétition des incendies. Ceci explique pourquoi les données de la GFC peuvent donner des totaux de surface perdue supérieurs à ceux du PRODES, parfois de manière très importante⁹. Très populaire grâce à son interface graphique simple et à sa promotion par de nombreuses ONG, cet outil est souvent cité, mais il faut garder à l'esprit qu'il n'est pas plus ou moins précis que le PRODES car il mesure des phénomènes légèrement différents.
- 10 Au niveau du bassin amazonien dans son ensemble, le projet MAPBIOMAS est apparu en 2015 et proposé initialement à l'échelle du Brésil par un consortium d'ONG (notamment IMAZON) et de centres de recherche (comme l'université de São Paulo), puis étendu à l'échelle de la pan-Amazonie sous la coordination du réseau d'ONG RAISG (Rede Amazônica de Informação Socioambiental Georreferenciada)¹⁰. MAPBIOMAS utilise la technologie proposée par le système Google Earthengine, et son accès direct à l'ensemble des collections de la NASA, pour produire des séries de cartes thématiques sur plusieurs biomes et espaces de l'Amérique du Sud, et notamment sur l'ensemble du bassin amazonien. A partir de son interface, l'utilisateur peut soit consulter des statistiques déjà calculées, soit obtenir un nouveau calcul des cartes d'occupation des sols de la pan-Amazonie depuis 1985. En proposant à l'utilisateur de relancer l'algorithme à son profit, cette solution permet à chacun de créer des cartes sur l'espace de référence qui lui convient, et d'y intégrer d'éventuelles améliorations qui résulteraient du versement de nouvelles images dans les bases de départ, de l'amélioration des pré-traitements des images qui s'y trouvent déjà ou d'une amélioration de l'algorithme de classification en lui-même. Si le projet MAPBIOMAS représente une avancée considérable pour la connaissance de l'évolution de l'Amazonie (on s'en servira largement dans ce travail), il faut noter qu'il traite de l'usage des sols et non spécifiquement de la déforestation, ce qui induit quelques nuances dans l'interprétation. Dans le cas du Brésil, il propose en complément des produits centrés sur des thématiques plus précises, comme celle des aires touchées par les incendies ou la mesure de la régénération forestière.
- 11 D'autres données sont encore disponibles, comme la cartographie des forêts tropicales offerte par le Joint Research Centre¹¹, qui se concentre plus particulièrement sur la dégradation forestière et sur le devenir des zones perturbées. Faute d'espace, nous ne les utiliserons pas tous, mais une comparaison de ce projet avec les chiffres du PRODES se trouve dans Beuchle *et al.* (2021). Selon une étude récente (Lapola *et al.*, 2023), environ 2,5 millions de km² de forêt amazonienne seraient atteints par divers niveaux de dégradation, mais encore couverts de forêt et donc non-comptabilisés dans la déforestation.

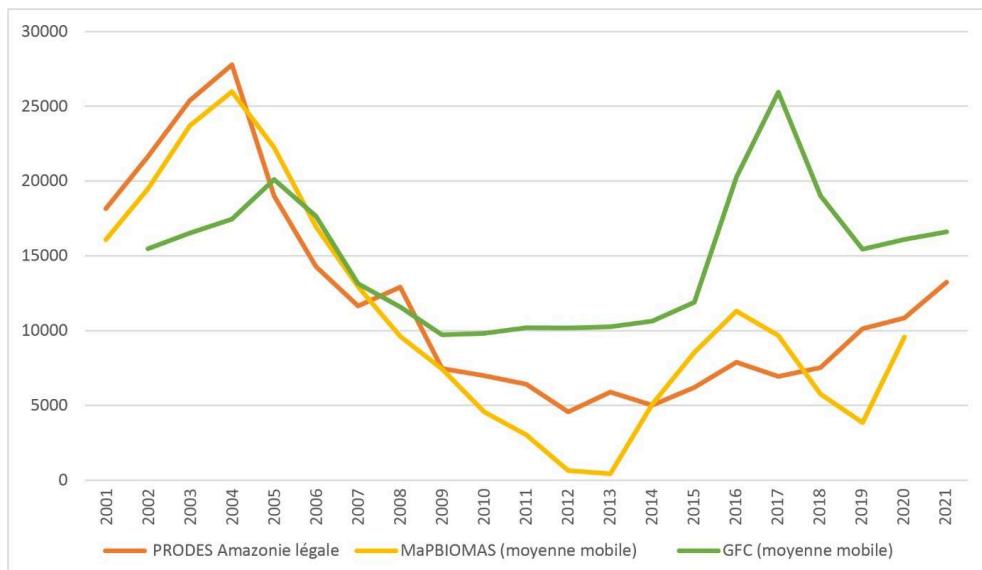
Projet GFC

Projet MAPBIOMAS sur l'usage des sols et la déforestation à l'échelle de la pan-Amazonie

Une comparaison des données disponibles

- 12 L'ensemble des systèmes que nous venons de citer ont des avantages et des inconvénients, si bien qu'il est difficile de n'en sélectionner qu'un seul pour aborder la question de la déforestation. Ils diffèrent dans les aires traitées (PRODES et DETER, par exemple, ne concernent que le Brésil), dans le type d'objet détectés (coupe à blanc, dégradation, conséquences des feux, etc.) ou dans la fréquence d'actualisation.
- 13 L'illustration 1 permet de comparer ces différentes sources en montrant les superficies perdues par an d'après le PRODES, la GFC et MAPBIOMAS en Amazonie légale brésilienne. Les données GFC donnent des chiffres légèrement supérieurs à ceux du PRODES et de MAPBIOMAS, parce que l'on y décompte les éclaircissements de forêt comme de la déforestation alors que les deux autres projets concernent la coupe à blanc ou bien la conversion des surfaces pour un autre usage. On remarque aussi le pic de 2016¹² (voir note 6). De leur côté, les données MAPBIOMAS semblent assez cohérentes avec celles du PRODES pour le début de la période. Sur la seconde partie (2010-2021), leur sens général est aligné, mais elles présentent des fluctuations plus importantes d'une année sur l'autre, qui peuvent s'expliquer par la qualité des données traitées en une année n et des rattrapages qui s'effectuent dans les années suivantes.
- 14 Les données du DETER n'ont pas été représentées sur le graphique car, comme nous l'avons expliqué, elles n'ont pas vocation à être des données de référence pour le suivi. Leur différence avec le PRODES est particulièrement manifeste dans les appréciations divergentes données récemment par les deux programmes. Si le DETER pointe des records de déforestation à l'été 2022, le PRODES a au contraire établi une baisse sensible sur la période août 2021 - juillet 2022¹³. En fonction de l'échelle de temps et de la méthodologie, l'appréciation peut donc varier sensiblement.
- 15 Dans cet article, nous utilisons alternativement les trois sources de données proposées dans le graphique. Les données PRODES constitueront la référence pour aborder l'Amazonie brésilienne. Les données MAPBIOMAS sont utilisées pour la cartographie de l'espace pan-amazonien. Enfin, les données GFC sont mobilisées en complément pour estimer la dégradation forestière en amont des fronts de déforestation.

Illustration 1 - Comparaison des totaux annuels d'aires déboisées (2000-2021) en Amazonie brésilienne selon le PRODES, MAPBIOMAS et le GFC



Sources des données : GFC, PRODES et MAPBIOMAS. Mise en forme : François-Michel Le Tourneau.

L'Amazonie, une région difficile à caractériser

16 Dans l'imaginaire occidental, l'Amazonie est un objet bien déterminé, mais la recherche de ses contours sur le terrain (ou sur la carte) est bien plus complexe qu'on l'imagine. En effet, si elle est le plus souvent identifiée à la forêt tropicale qui recouvre une grande partie du bassin fluvial de l'Amazone, ce dernier n'est pas uniquement couvert de forêt (et de loin) et la forêt dite « amazonienne » déborde sur de nombreux espaces voisins comme le bassin de l'Orénoque ou le plateau des Guyanes. Par ailleurs, sur ses marges, la forêt tropicale se transforme lentement en savane arborée selon un nuancier très complexe dans lequel il est difficile de tracer une limite claire entre ce qui est forestier et ce qui ne l'est pas. Or, comment suivre la déforestation sans savoir clairement ce qui est forêt ou non ? Et à quel espace doit-on rapporter les pertes de forêt pour pouvoir en prendre la mesure ?

L'enjeu de l'espace de référence

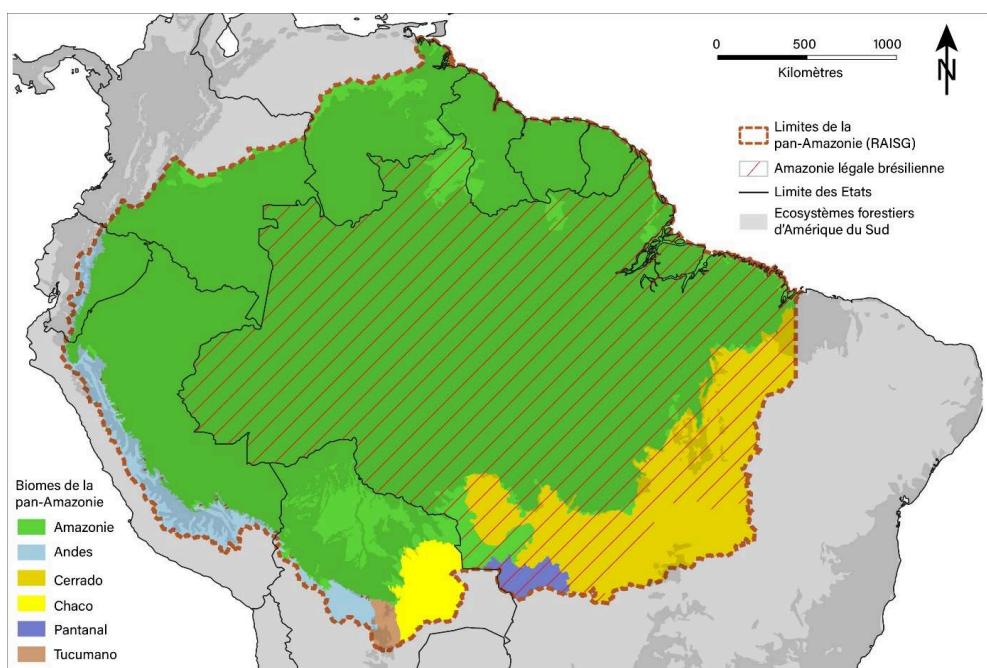
17 L'exemple de l'Amazonie brésilienne permet de prendre conscience des enjeux cachés derrière la question de l'espace de référence. Au Brésil coexistent en effet plusieurs définitions de l'Amazonie. La première est écologique, c'est le biome amazonien, qui couvre environ 4,215 millions de km². Contrairement à ce que son nom indique, il ne s'agit toujours pas d'un espace uniforme car il comprend des formations écologiques diverses (savanes sur sols sableux, forêts inondées, etc.), même si la forêt y est très dominante. La seconde est administrative, c'est « l'Amazonie légale », une région de programme créée après la Seconde Guerre mondiale pour stimuler son développement. Au biome amazonien elle rajoute une large bordure sud composée de savanes typiques du biome Cerrado. L'Amazonie légale couvre un peu plus de 5 millions de km² dont presque 800 000 km² de cerrado. Enfin, on peut parler de la partie brésilienne du bassin de l'Amazone, qui extrapole les limites de l'Amazonie légale dans sa partie sud-est, incluant encore plus de cerrado.

Définitions :

- écologique
- légale
- bassin de l'Amazone

18 Bien que l'Amazonie légale ait été l'espace de référence des politiques publiques depuis plus de cinquante ans, au moment de la création du projet PRODES, l'attention était tournée sur la forêt, écosystème considéré comme plus précieux que les savanes. La méthodologie mise au point à cette époque pour la mesure de la déforestation a donc considéré comme espace de référence une zone correspondant plus ou moins (mais pas totalement) au biome amazonien, laissant de côté les formations forestières incluses dans le Cerrado. Par la suite, le « PRODES Cerrado » a permis de suivre non seulement l'évolution de celles-ci mais aussi la destruction des zones de savanes naturelles, dont l'intérêt écologique est aujourd'hui de plus en plus mis en avant. Pour autant, les chiffres annoncés chaque année par l'INPE pour le PRODES continuent de concerner l'espace de référence adopté initialement, mais ils sont le plus souvent commentés comme s'ils concernaient l'ensemble de l'Amazonie légale... Par ailleurs, la question du type de végétation peut avoir une influence directe sur les règles qui y sont associées et donc sur le fait de savoir si une certaine proportion de la déforestation est autorisée ou non par la loi (Delaroche, Daugeard et Le Tourneau, 2022).

Illustration 2 - Pan-Amazonie, biomes et Amazonie légale du Brésil



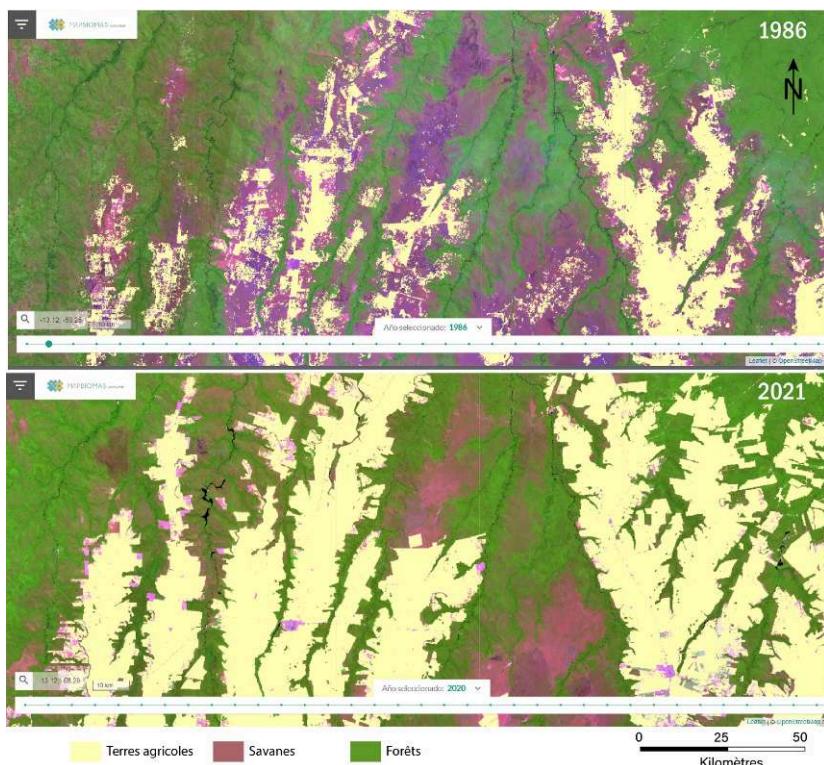
Sources des données : MMA et RAISG. Mise en forme : François-Michel Le Tourneau.

19 Ces difficultés d'espace de référence augmentent encore quand on s'intéresse à l'ensemble du bassin amazonien. Dans ce travail, nous utiliserons les limites définies par le consortium d'ONG RAISG, qui se base sur des facteurs biogéographiques, hydrographiques et administratifs et propose une large région de presque 8,25 millions de km² (illustration 2), qui comprend des portions d'autres biomes majeurs comme le Cerrado, le biome andin, le Chaco, le Pantanal, sur 16,1 % de sa surface. Mais ce découpage ne correspond pas totalement, y compris dans le biome amazonien, à la répartition des surfaces forestières.

Déforestation ou déforestations ?

- 20 Non seulement l'Amazonie est un milieu plus divers qu'on l'imagine, mais le phénomène de déforestation est lui aussi plus polymorphe qu'on le présente. L'imaginaire commun l'assimile à la seule coupe à blanc d'une forêt dense. Mais cette configuration apparaît en général à la suite d'une série de premiers pas. En effet, les zones qui font l'objet de déforestation ont souvent d'abord été parcourues par les forestiers qui ont prélevé les espèces nobles et créé les premiers chemins d'accès, entraînant une première dégradation des zones forestières, parfois détectées par la GFC ou le système DETER.

Illustration 3 - La conversion de végétation dans les savanes du sud de l'Amazonie brésilienne (région de Sapezal), longtemps considérée comme n'étant pas de la déforestation



L'enjeu oublié de la dévégétalisation du cerrado

Source : copies d'écran MAPBIOMAS. Mise en forme : François-Michel Le Tourneau.

- 21 Cette dégradation rend la forêt plus fragile face aux incendies. Les zones forestières peuvent donc être l'objet de feux, parfois spectaculaires mais parfois réduits à des incendies rampants qui ne semblent pas causer des dégâts très importants mais dont les conséquences à long terme peuvent être graves car ils détruisent les banques de semences dans le sol et les jeunes pousses qui doivent remplacer les arbres matures quand ils meurent (Nepstad *et al.*, 1999). Ici aussi on est face à une question de seuil : à partir de quel niveau de destruction par le feu une forêt naturelle doit-elle être considérée comme déforestée ? Comme on l'a vu, les outils de détection ont des seuils de sensibilité différents sur ce point.
- 22 Le mot déforestation implique par ailleurs l'existence d'une « forêt » qui serait détruite dans le processus. Mais alors, comment qualifier la destruction de végétation naturelle qui n'est pas de la forêt à proprement parler, comme les savanes plus ou moins

arborées du Cerrado ? Comme on l'a souligné plus haut, l'attention internationale s'est focalisée en premier lieu sur le biome amazonien et sur les formations forestières, et il a fallu attendre 2018 pour disposer d'un suivi du biome Cerrado. **Toutefois, aujourd'hui, l'INPE considère tout remplacement de la végétation naturelle comme de la déforestation, quel que soit le biome dans lequel elle intervient.** Au contraire, la GFC ne détecte les changements que dans les zones de forêt, i.e. celles dont les surfaces sont recouvertes à plus de 30 % par des arbres. Si les deux définitions coïncident assez facilement dans le biome amazonien, elles s'écartent largement lorsque l'on considère les zones de cerrado, ce qui peut créer des équivoques car ce sont dans ces zones, bien plus qu'en Amazonie, qu'a eu lieu l'expansion des grandes cultures brésiliennes dans les années 1990-2000 (voir *infra*). L'illustration 3 montre l'importance des transformations qui ont eu lieu dans la région de Sapezal (Mato Grosso), dans le sud de l'Amazonie légale brésilienne. Dans cette zone, les plateaux sont recouverts de vastes savanes plus ou moins arborées, alors que les vallées sont recouvertes de forêts du fait de la plus grande disponibilité en eau. Parce que les conversions ont principalement touché les premiers, plus propices à la mécanisation, elles n'ont longtemps pas été considérées comme de la déforestation (Delaroche, 2019).

- 23 **L'ensemble de ces subtilités autour du concept de déforestation peuvent paraître un peu anecdotiques, mais elles amènent à remettre les chiffres publiés par les différentes agences et ONG en perspective, et à comprendre pourquoi ils ne sont pas toujours cohérents entre eux.** Elles sont aussi exploitées de manière malicieuse par certains hommes politiques pour relativiser les phénomènes en cours ou pour essayer de jeter le discrédit sur les outils de suivi en pointant ce qui peut apparaître comme des incohérences ou des imprécisions.

Regarder le phénomène avec un pas de recul : 35 ans de déforestation en Amazonie

- 24 A se concentrer sur l'évolution des données chaque année, on oublie parfois la vue d'ensemble du phénomène de déforestation, et notamment son caractère cumulatif. Regarder l'évolution du déboisement depuis 35 ans et sur l'ensemble du bassin amazonien permet de replacer le phénomène dans son contexte et d'en saisir des évolutions plus profondes.

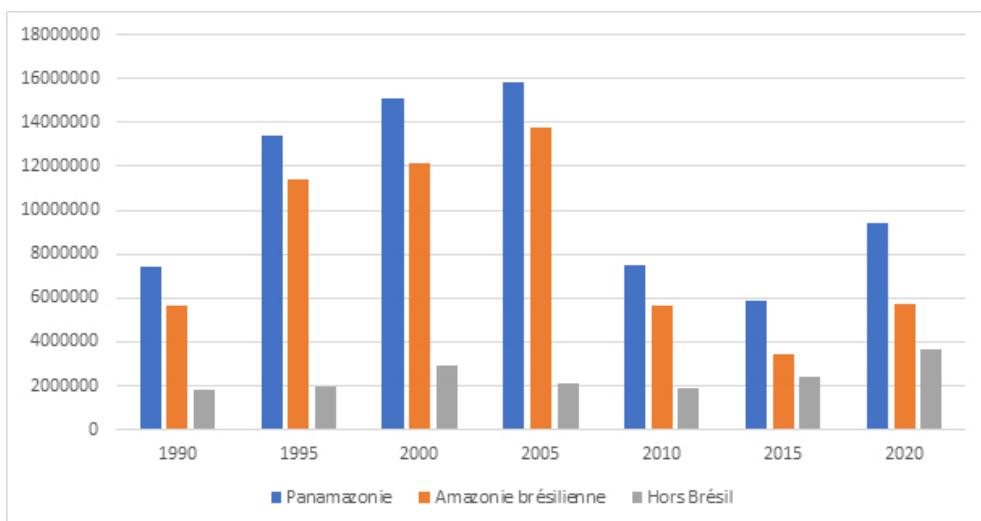
Panamazonie et Amazonie brésilienne : des rythmes différents ?

- 25 L'utilisation de la base MAPBIOMAS, qui couvre l'ensemble de l'Amazonie et qui permet de regarder l'évolution de l'occupation des sols depuis 1985 permet de réaliser un bilan inédit des rythmes de déforestation dans l'ensemble du bassin amazonien. Comme le montrent les illustrations 4 et 5¹⁴, les formes d'occupation des sols liées aux actions humaines sont plus particulièrement présentes sur la bordure sud-est du bassin et sur le pourtour andin. Le Brésil représente la plus grande partie des surfaces converties, mais le rythme de cette déforestation varie non seulement en fonction des décennies mais de manière différente entre lui et ses voisins.
- 26 **Si on observe l'évolution de l'ensemble de la région, on note que la période principale de déforestation intervient entre 1995 et 2005, avec des pertes massives de végétation naturelle, qui sont principalement liées à l'évolution du contexte brésilien** (voir *infra*).

Les pertes sont moindres en 2010 et 2015, avant de repartir à la hausse en 2020. Jusqu'en 2010, l'Amazonie non-brésilienne représente une proportion assez faible de ces pertes (illustration 4 et tableau 1), mais sa participation s'accroît considérablement durant la dernière décennie, pour représenter environ 40 % du total.

27 Ce phénomène se voit assez clairement sur la série de cartes de l'illustration 5, où les fronts de déforestation les plus actifs sont indiqués en noir. Ils apparaissent principalement dans les années 1995-2005¹⁵, et le plus souvent dans le sud de l'Amazonie brésilienne ainsi que dans la région de Santa Cruz, en Bolivie, dans les départements de Caquetá et Putamayo en Colombie ou dans le Napo équatorien et dans le Bolívar vénézuélien. Si leur fréquence relative baisse à partir de 2010, leur géographie se modifie également. Pour ce qui est du Brésil et de la Bolivie, ils apparaissent en effet plus souvent dans des régions encore plus enfoncées dans le biome amazonien, alors qu'on observe une résurgence en Colombie, que certains ont lié à l'amélioration des conditions de sécurité consécutives à l'accord de paix de 2016. On remarque aussi l'apparition de fronts au Pérou, principalement dans la province d'Ucayali, et en Équateur, en raison de l'installation dans les zones forestières de paysans venus des hautes terres des Andes (Cevallos, 2019).

Illustration 4 - La conversion de végétation vers des activités humaines entre 1985 et 2020, comparaison entre la pan-Amazonie et l'Amazonie brésilienne



Source des données : MPBIOMAS. Mise en forme : François-Michel Le Tourneau.

Tableau 1 - Proportion de la déforestation amazonienne réalisée hors du Brésil

Calculs de F.-M. Le Tourneau à partir des données MAPBIOMAS, janvier 2023.

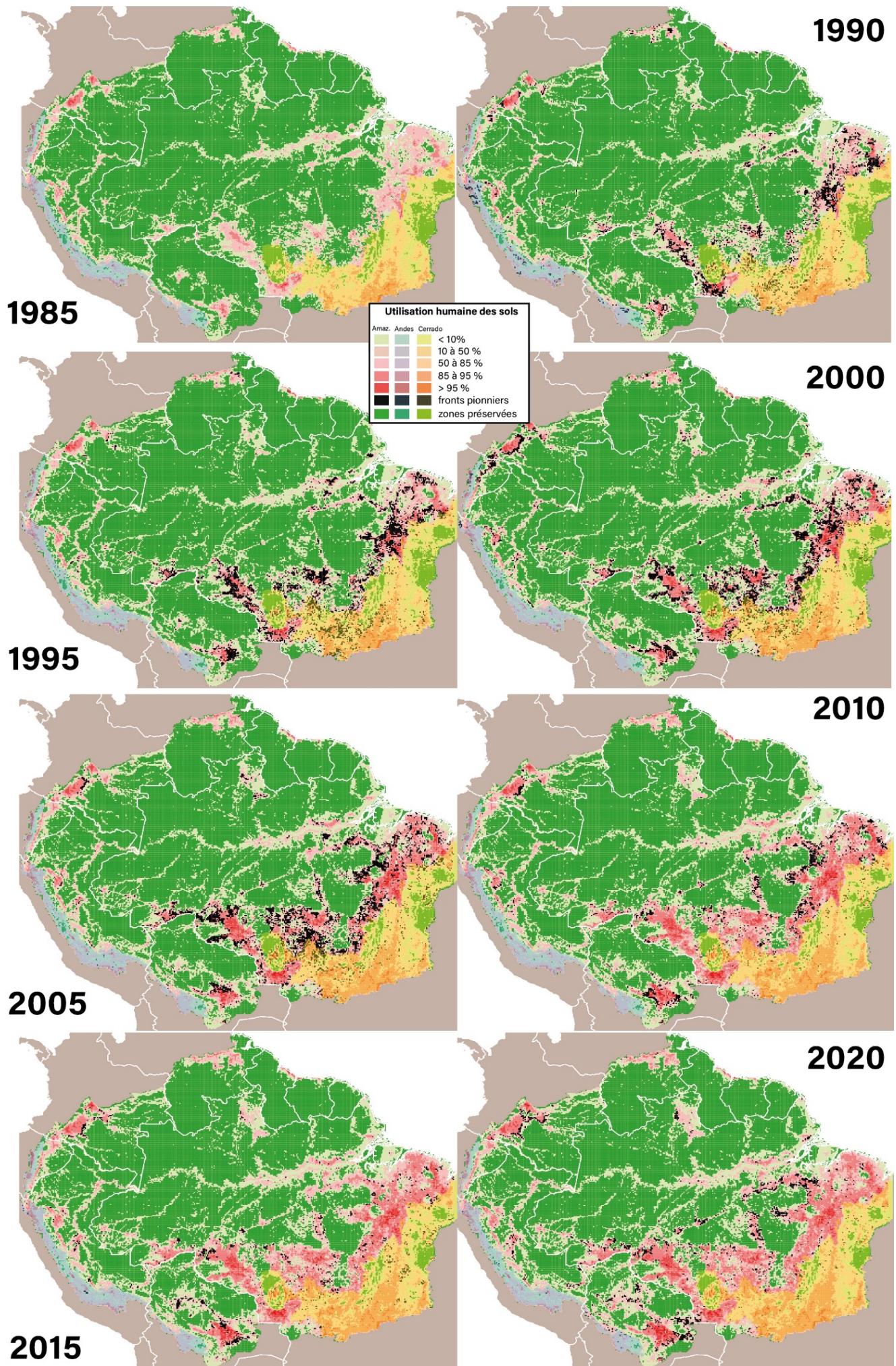
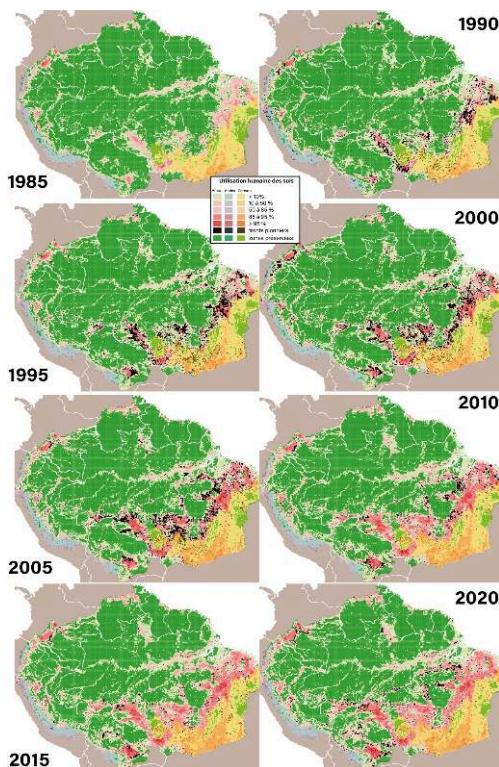


Illustration 5 - Évolution de la conversion des surfaces dans la pan-Amazonie entre 1985 et 2020



Source des données : Mapbiomas. Mise en forme : François-Michel Le Tourneau.

- 28 Si l'on veut résumer rapidement cette évolution, on peut dire que la conversion de l'usage des sols de la pan-Amazonie intervenue depuis 1985 progresse depuis la périphérie vers le centre des régions forestières, la marge sud-est, au Brésil, étant de loin la plus active, suivie de la marge sud-ouest en Bolivie et des marges nord-ouest (Équateur, Colombie) et nord (Venezuela).
- 29 La concentration de la population le long des grands fleuves et des infrastructures de transport a par ailleurs pour effet de créer des corridors de déforestation moindre mais sensible, qui tend à fragmenter le massif forestier. Les zones les plus préservées aujourd'hui se trouvent sur le plateau des Guyanes et dans l'ouest de l'Amazonie, principalement entre les fleuves Rio Branco et Rio Negro et entre Solimões et Madeira. Si les surfaces converties sont moins importantes aujourd'hui que dans les années 1990, le déclin des surfaces naturelles est néanmoins continu. Elles sont ainsi passées de 7,9 à 7,1 millions de km² sur l'ensemble de la pan-Amazonie de 1985 à 2020, et de 4,7 à 4,1 millions de km² pour l'Amazonie brésilienne sur la même période. La proportion des aires consacrées à des activités humaines a été multipliée par 2,5 pour la pan-Amazonie (de 6,2 à 15,1 %) et par presque 3 en Amazonie brésilienne (de 3,1 à 17,6 %). En total cumulé, le Brésil a concentré 77,6 % des 744 500 km² dont l'usage a été converti à des activités humaines dans la période considérée. Comme on l'a déjà souligné, il faut ajouter la dégradation forestière aux pertes de forêt. Selon Beuchle *et al.* (2021), ce sont près de 10 000 km² qui sont ainsi touchés chaque année depuis 2018, en plus des aires déboisées.

Déclin des surfaces naturelles

Les oscillations de la déforestation au Brésil

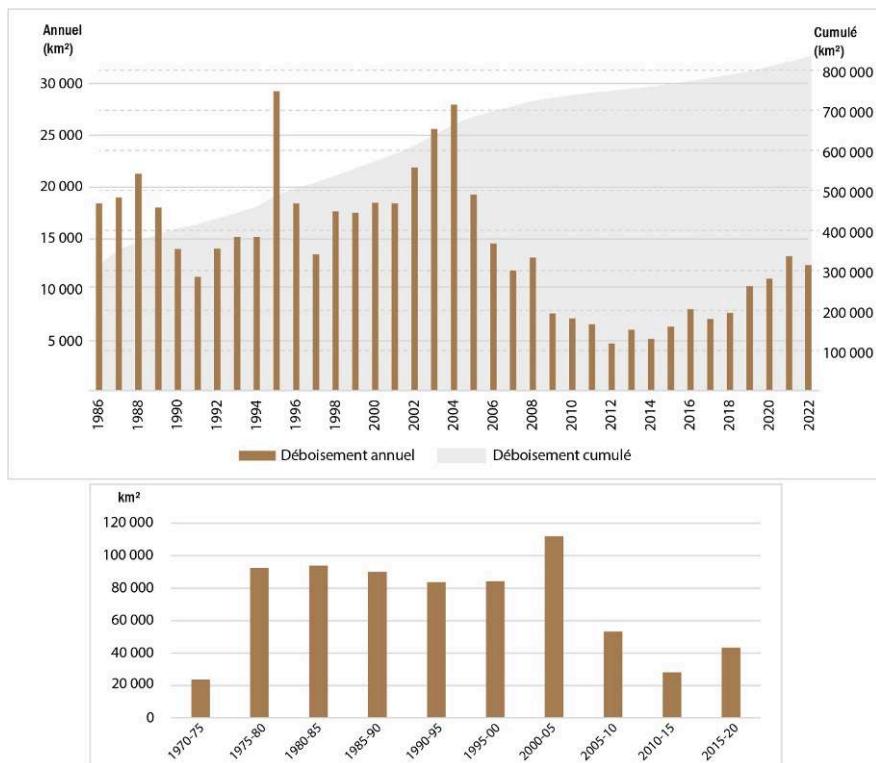
- 30 **Suivie annuellement depuis la fin des années 1980 et objet de préoccupations internationales depuis le début des années 1970, la déforestation en Amazonie brésilienne est mieux connue que celle de la pan-Amazonie.**
- 31 S'il existait quelques zones dans lesquelles la couverture végétale avait été remplacée par des activités agricoles, principalement autour des principales villes ou dans la zone Bragantine, proche de Belém, on peut considérer que la déforestation ne concernait pas de régions étendues et qu'elle était faible d'une manière générale (au plus 100 000 km² ou 2 % de l'Amazonie légale) avant les années 1970. **Ce sont les efforts du gouvernement militaire, qui a assumé le pouvoir à partir de 1964, qui ont lancé le phénomène. Les objectifs recherchés étaient de développer économiquement une région considérée comme arriérée, mais surtout de l'arrimer plus solidement au reste du pays (politique dite « d'intégration » opposée à des craintes de prise de contrôle de la région par d'autres puissances) tout en y déversant des populations paysannes sans terre qui risquaient de créer des troubles dans le reste du pays (ou, selon les mots de la dictature, « donner la terre sans hommes aux hommes sans terre »)** (Droulers, 2001 ; Le Tourneau, 2019). **Plusieurs plans de développement (notamment le Plan d'Intégration National, PIN), basés sur la construction d'infrastructures (barrages, routes comme la fameuse Transamazonienne), se sont succédés au long de la décennie 1970 pour répondre à ces objectifs, avec des résultats mitigés concernant la colonisation par des petits agriculteurs, mais lançant la constitution de grands latifundios dans toute la bordure sud de la région. La déforestation à grande échelle fait son apparition, atteignant plus de 200 000 km² vers 1980 (un doublement en à peine une décennie).**
- 32 Si les années 1970 sont souvent pointées du doigt sur le déboisement, on oublie souvent que la déforestation continue au même rythme dans les années 1980, malgré l'absence de grands programmes du fait de la crise financière que connaîtra l'État brésilien à cette époque. La « réforme agraire » (en fait une simple distribution de lots de terres publiques, parfois de grande taille) se maintient (Le Tourneau et Burstzyn, 2010), et les entreprises et les particuliers qui ont obtenu ces terrains se tournent massivement vers l'élevage bovin pour les valoriser, convertissant de ce fait la forêt en pâturage. **Les fronts de déforestation se situent à cette époque principalement dans le sud-est de l'État du Pará, le sud du Mato Grosso et le centre du Rondônia.** On les distingue très nettement sur l'illustration 6.

« Donner des terres sans hommes à des hommes sans terres »

Mise en place de grands latifundios dans les 1970s

Continuation de la réforme agraire dans 1980s

Illustration 6 - Le rythme de la déforestation en Amazonie brésilienne, 1986-2021



Sources des données : INPE et PRODES. Mise en forme : François-Michel Le Tourneau.

33 La décennie 1990 maintient le cap, et elle enregistre le pic historique de déforestation en Amazonie brésilienne en 1995, avec plus de 29 000 km² de forêt détruits en une seule année. Mais les moteurs du déboisement changent sensiblement car une nouvelle dynamique se fait jour, avec le début de la montée de la production de soja vers le nord du Brésil et le développement des grandes cultures dans la périphérie sud de l'Amazonie brésilienne, en particulier au Mato Grosso. Après une montée en puissance rapide, le début des années 2000 voit une véritable explosion de la grande agriculture en Amazonie, liée à la croissance de la demande mondiale de soja, impulsée notamment par la Chine (Le Tourneau, 2015). Sur le deuxième graphique de l'illustration 6, qui présente l'accroissement du déboisement par période de cinq ans, ce pic est particulièrement visible. L'année 2004 enregistre le deuxième pic historique de déboisement (plus de 27 000 km²) mais on peut voir sur le graphique 6 qu'il est moins isolé que celui de 1995. Au total, presque 112 000 km² de forêt ont disparu entre 2000 et 2005.

Explosion début 2000s lié à l'augmentation de la demande mondiale de soja

34 La pression internationale, déjà forte depuis les années 1980, entraîne alors le gouvernement brésilien du président Lula à changer de cap et à mettre en place des politiques bien plus répressives pour limiter la déforestation. Les outils étaient déjà là, car depuis le milieu des années 1990, des mesures administratives avaient été prises en ce sens, comme par exemple la limitation du déboisement autorisé à 20 % d'une propriété située en Amazonie. La mise en œuvre effective des lois brésiliennes sur l'environnement entraîne une modification rapide de la trajectoire. On enregistre alors une diminution de la déforestation, particulièrement visible dans les totaux quinquennaux, puisque ce sont « seulement » 28 000 km² qui disparaissent sur la période 2010-2015.

35 La réaction du secteur agricole, souvent exaspéré par les contraintes et les contrôles qui se multiplient, entraîne une modification du code forestier qui allège certains dispositifs et qui permet l'absolution de la déforestation illégale intervenue jusqu'en 2008¹⁶ (Daugeard et Le Tourneau, 2018 ; Daugeard, 2021). Par ailleurs, un changement politique se produit à partir de l'éloignement de la présidente Dilma Roussef, et de manière encore plus marquée avec l'arrivée au pouvoir de Jair Bolsonaro. Le laissez-faire fait son retour en Amazonie et les conséquences se voient immédiatement avec une remontée de la déforestation. Bien que l'on ne soit pas revenu au niveau du début des années 2000 et bien que l'année 2022 ait vu un léger reflux, on demeure aujourd'hui à un pallier élevé par rapport à la moyenne de la décennie précédente.

36 Pour finir sur la question brésilienne, deux points doivent être soulignés. Le premier est qu'une partie de la déforestation qui intervient en Amazonie est légale (voir III.2) et que tous les gouvernements brésiliens ont d'ailleurs pris soin de ne s'engager à en finir qu'avec la déforestation illégale. Le déboisement continuera donc de croître mécaniquement, même si cela se produira à un rythme bien moins rapide si la loi est respectée. Le second point est qu'une partie des surfaces déforestées est abandonnée après quelques années, que ce soit parce que le producteur responsable fait faillite ou parce qu'elles s'avèrent décevantes sur le plan des rendements, trop éloignées, etc. Ces surfaces permettent une certaine régénération naturelle. Ainsi, selon les statistiques produites par MAPBIOMAS, sur les presque 335 500 km² déforestés en Amazonie brésilienne depuis 2000, environ 65 000 km² (~20 %) sont revenus en forêt. Cette régénération ne saurait cependant compenser la disparition de forêts primaires, et il faut souligner l'aspect cumulatif de la déforestation mis en valeur dans le fond de l'illustration 6. Les forêts secondaires ne jouent en effet pas le même rôle écologique que les forêts originelles et si 80 % des surfaces se maintiennent en parcelles agricoles, cela signifie que l'érosion du massif original continue produire ses effets (voir III.3).

La déforestation encore en cours est majoritairement légale

20% des surfaces déboisées reviennent en forêt

La disparition des forêts primaires a des conséquences écologiques

Les feux : précurseurs et conséquences

37 Depuis les incendies monstrueux de 2019, dont le panache de fumée a atteint des régions très lointaines comme la ville de São Paulo, l'attention de l'opinion publique aux phénomènes des feux de forêt est plus importante. Pourtant, ces derniers ne sont pas paradoxalement beaucoup plus nombreux ou plus intenses aujourd'hui dans la région amazonienne. En fait, la plus grande partie des feux y sont la conséquence de la déforestation (Barlow *et al.*, 2020), et il y a une relation étroite entre les incendies forestiers et la progression du déboisement, ce que montre clairement l'illustration 7 (qui concerne uniquement le biome amazonien du Brésil, ces données n'étant pas disponibles pour la pan-Amazonie).

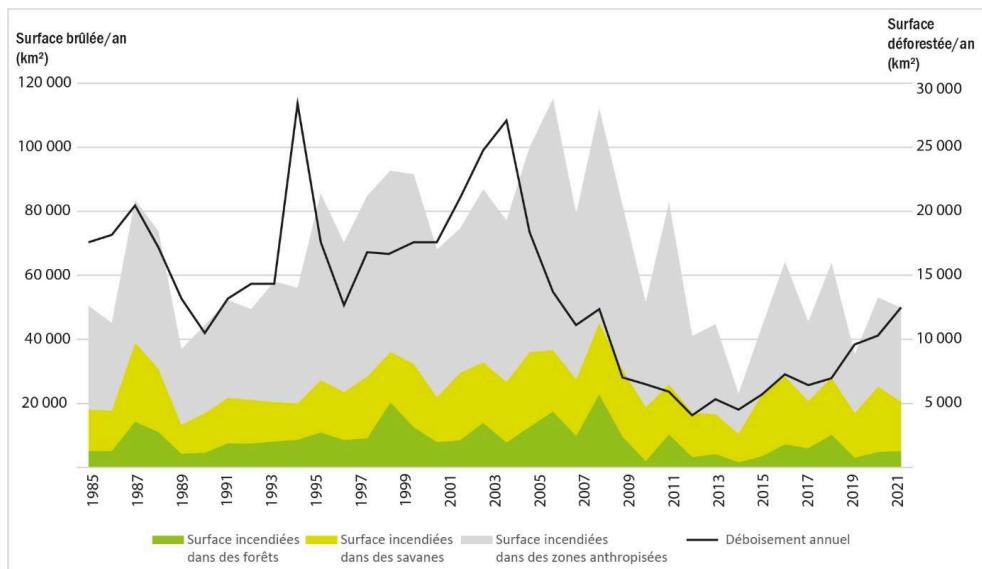
La plupart des feux de forêt en Amazonie sont liés à la déforestation

38 Le feu est utilisé de deux manières autour des opérations de déforestation ou de maintien des pâturages. Il intervient dans un premier temps après l'abattage des arbres. On laisse ainsi sécher la végétation sur le sol et, au creux de la saison sèche, on met le feu à l'ensemble afin de dégager les terrains de l'enchevêtrement de branches et de troncs. Souvent, il faut une ou deux années afin de pouvoir disposer de pâturages complètement « propres ». Le feu est aussi utilisé pour nettoyer les pâturages des repousses de végétation ligneuse, et pour favoriser leur reprise en début de saison des pluies. On constate ainsi sur l'illustration 7 que, du début à la fin de la série temporelle

présentée, les feux touchent principalement les zones anthropisées, les zones forestières étant atteintes dans une moindre mesure.

- 39 Dans le principe en effet, les agriculteurs maintiennent les feux dans les limites des parcelles déjà converties. Ceux-ci peuvent cependant pénétrer dans les forêts adjacentes, soit par accident, soit intentionnellement afin de les rendre plus fragiles et plus faciles à déboiser par la suite. En principe, les régions forestières amazoniennes sont assez résistantes aux incendies du fait de leur propension à conserver l'humidité. Toutefois, les conséquences du changement climatique et la fragilisation du fonctionnement de l'écosystème du fait de la déforestation les rendent plus souvent vulnérables qu'auparavant. Les savanes, elles, sont beaucoup plus vulnérables et on observe dans l'illustration 7 qu'elles sont plus touchées que les régions forestières. Par ailleurs, les incendies sont bien plus nombreux et plus destructeurs dans les biomes voisins de l'Amazonie, notamment le Cerrado et, depuis quelques années, le Pantanal. De ce point de vue, les feux de 2019 ont incorrectement été reliés à l'Amazonie (pour des raisons symboliques), car ils concernaient au premier chef ces deux écosystèmes.

Illustration 7 - Incendies et déforestation dans le biome amazonien au Brésil, 1986-2021



Sources des données : MAPBIOMAS et TERRABRASILIS. Mise en forme : François-Michel Le Tourneau.

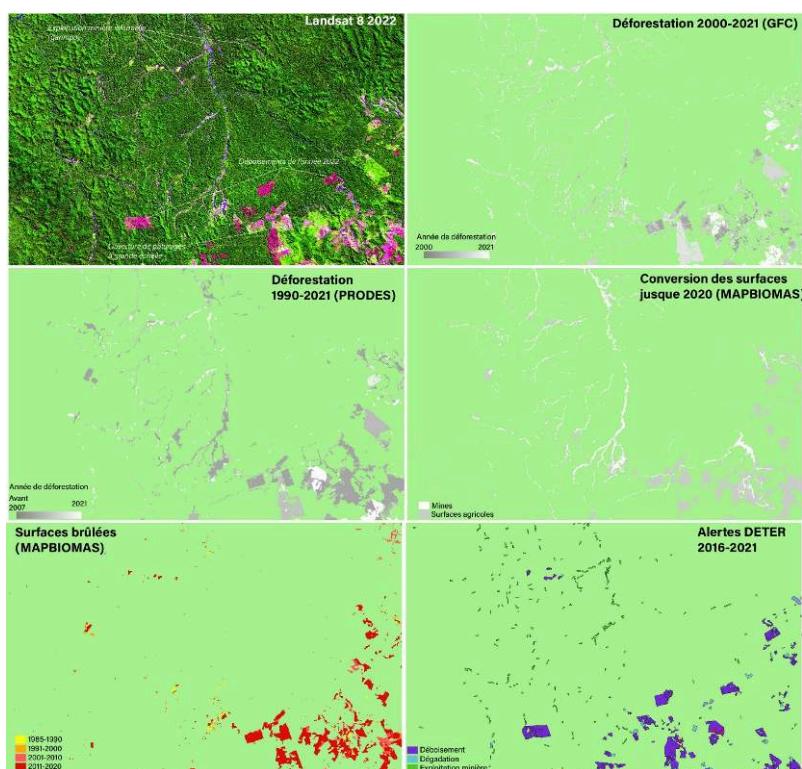
- 40 Il existe donc une relation directe, bien que pas totalement linéaire, entre la déforestation et les incendies qui affectent l'Amazonie brésilienne. Comme on le voit sur l'illustration, la diminution du déboisement a entraîné une diminution très sensible des surfaces brûlées entre 2009 et 2016, et la reprise du déboisement depuis le milieu des années 2010 s'est aussi marquée par une reprise importante des incendies. Au vu de l'illustration, on peut aussi hasarder l'hypothèse d'un changement de nature de la relation déforestation/incendie. Jusqu'en 2005, on note en effet que le pic de déforestation précède le pic des incendies, comme si ce dernier venait marquer le nettoyage des zones déboisées dans l'année qui suit l'abattage. Depuis 2005, la corrélation entre les deux phénomènes est bien moins marquée, ce qui peut s'expliquer par l'utilisation du feu pour nettoyer des pâturages déjà existants et par la réduction de

l'intervalle entre déforestation et brûlis, les exploitant tentant d'aller au plus vite afin de ne pas être pris au moment où ils déboisent les parcelles.

Observation d'une situation locale au travers de l'ensemble des jeux de données disponibles

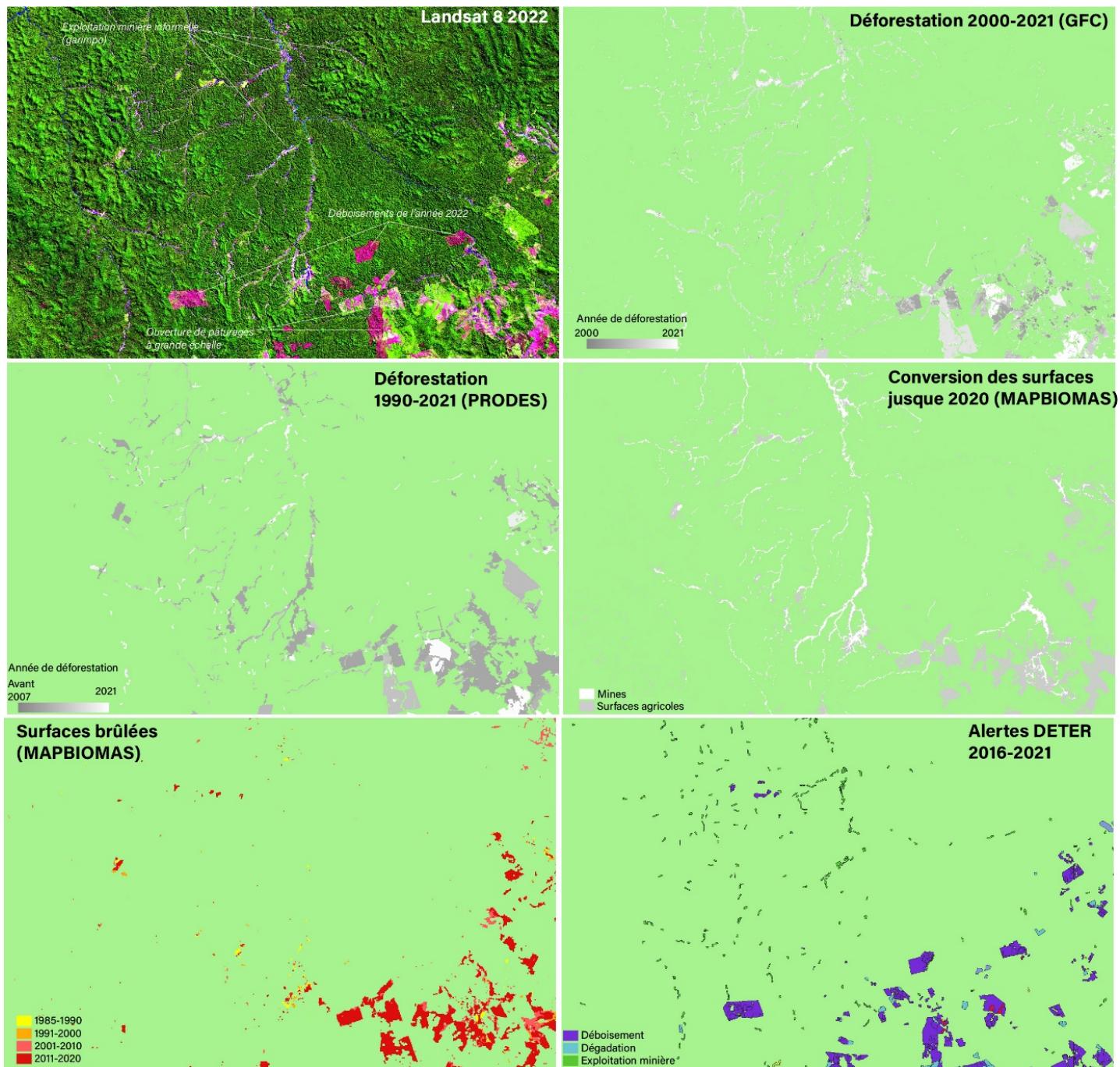
- 41 L'illustration 8 présente la situation d'une région d'Amazonie brésilienne, située à la confluence entre les routes Cuiabá-Santarém et Transamazonienne, dans une région dont la dynamique est liée à l'exploitation informelle de l'or (garimpo) et aux transformations liées à l'asphaltage de la route vers Santarém et l'expansion conséquente des cultures de soja aux alentours.

Illustration 8 - Comparaison des aires déboisées détectées par le PRODES, MAPBIOMAS, la GFC et le DETER sur une zone d'Amazonie brésilienne



Sources des données : PRODES, MAPBIOMAS, GFC, DETER et NASA. Mise en forme : François-Michel Le Tourneau.

- 42 On remarque la cohérence de la détection entre les différents systèmes, même si leur « grain » est un peu différent en fonction des méthodologies utilisées. Les données GFC sont plus sensibles à la dégradation et mettent en relief des pixels qui sont encore considérés comme forestiers par les autres, alors que MAPBIOMAS et PRODES se concentrent sur les conversions effectives de l'usage des sols, le second avec plus de précision que le premier. La progression de ce front de déforestation est particulièrement marquée dans les années les plus récentes, avec de nouvelles étendues qui apparaissent dans l'image satellite de début 2022 et qui ne sont pas encore enregistrées dans les différentes bases. Celles-ci détectent cependant aussi bien la progression des pâturages, qui domine dans le sud de la scène, que celle des aires



d'exploitation minière qui se trouvent dans le centre. La détection des incendies met bien en valeur leur corrélation presque totale avec les déboisements pour l'agriculture et l'élevage, et on voit que le système DETER a parfaitement pointé les zones qui ont fait l'objet de déforestation, donnant aux autorités compétentes tous les moyens de mener des vérifications – à condition d'en avoir les moyens sur le plan politique et matériel.

Les facteurs de la déforestation

Des causes économiques prédominantes

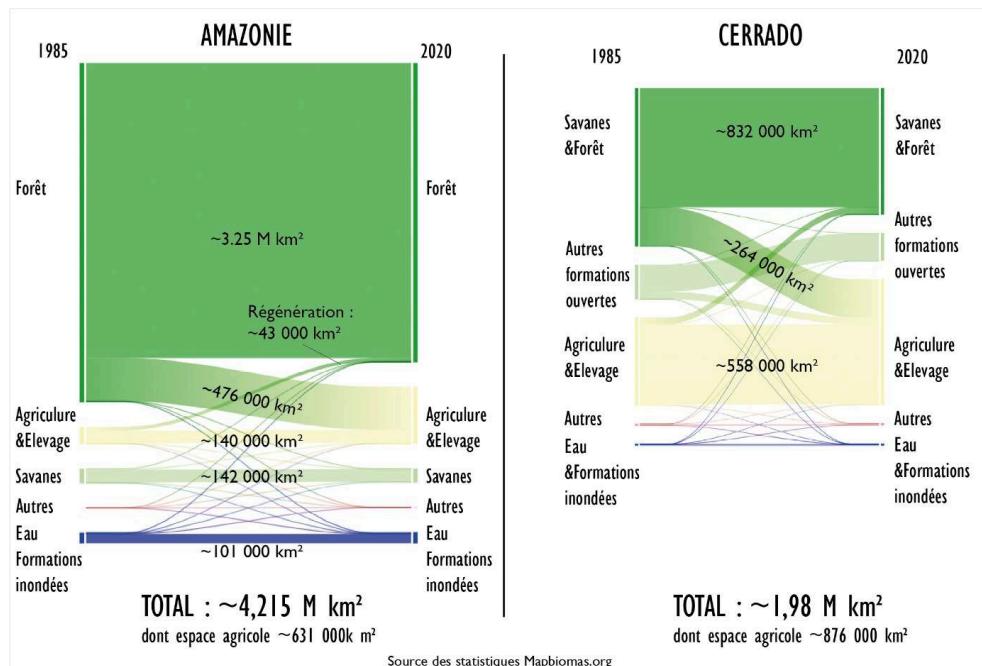
- 43 Les données MAPBIOMAS permettent de regarder vers quel type d'utilisation les terres déforestées sont orientées. Pour les biomes Amazonie et Cerrado du Brésil, les résultats sont présentés dans l'illustration 9. On y voit clairement que le moteur principal des transformations depuis 1985 est bien la mise en exploitation de nouvelles aires par l'agriculture et l'élevage. Au niveau de la pan-Amazonie, le mouvement est peu ou prou le même : en 2020, 96,2 % des aires dépendant des activités humaines y étaient dédiées à l'agriculture et à l'élevage. Les activités d'extraction minière, dont le rôle est de plus en plus mis en avant ces dernières années, ont des impacts massifs et irréversibles sur l'environnement mais ceux-ci demeurent limités sur le plan géographique (0,2 % des surfaces).

Grandes cultures, élevage bovin et valorisation foncière

- 44 Plusieurs phénomènes se cumulent pour expliquer l'avancée des activités sur les régions forestières, mais ceux-ci peuvent se résumer à un constat accablant, qui est que malgré le coût écologique exorbitant de ces transformations, celles-ci font sens sur le plan économique, permettant aux individus, petits ou grands propriétaires, d'améliorer leurs conditions de vie et répondant aux demandes des marchés pour la production de commodities à bas prix. Dans le détail, on peut discerner plusieurs types de fronts de déforestation en fonction des moteurs principaux qui les animent, tout en sachant qu'ils fonctionnent souvent en vagues qui se succèdent sur la même région.
- 45 Comme on l'a indiqué plus haut, le front des forestiers avance le plus souvent en avant des zones de déforestation. Il prépare en quelque sorte le terrain car les layons créés pour parvenir aux zones d'exploitation et pour en extraire les grumes de bois sont autant de voies de pénétration pour les exploitants agricoles.

Grosse externalité !

Illustration 9 - Diagramme montrant la conversion des terres en Amazonie brésilienne entre 1985 et 2020



Source des données : MAPBIOMAS. Mise en forme : François-Michel Le Tourneau.

- 46 On peut distinguer deux types de fronts en suivant, en fonction de la nature de ces derniers. Dans certains cas les fronts sont impulsés par des grands propriétaires. Ils procèdent en convertissant d'importantes surfaces chaque année, et visent souvent non seulement le marché de l'élevage bovin mais aussi ceux des grandes cultures, en particulier celle du soja. Si des mécanismes pour prévenir l'expansion de cette dernière sont en vigueur, notamment au Brésil, elle continue de faire peser une pression importante, que ce soit directement, car certains producteurs trouvent à contourner l'embargo des surfaces nouvellement mises en culture par divers moyens, ou indirectement, car l'intensification des grandes cultures dans l'arrière-front pionnier déplace vers l'avant certaines spéculations, en particulier l'élevage. Le centre et le nord du Mato Grosso, au Brésil, ou la région de Santa Cruz, en Bolivie, sont des exemples importants de ces fronts pionniers poussés par les grands agriculteurs
- 47 Dans d'autres cas, ce sont des petits agriculteurs qui pénètrent dans les zones de forêt pour y réaliser des défrichements de petite taille, soit pour étendre leurs surfaces, soit pour gagner la propriété de nouvelles terres, soit encore, notamment dans les années 1970 à 2000, dans le cadre de programmes de réforme agraire leur ayant alloué des lopins dans des zones éloignées. Le plus souvent ils misent sur l'élevage bovin pour réussir à se capitaliser et à accroître le volume de leur exploitation, car cette activité s'y prête admirablement. Les bovins peuvent en effet supporter facilement les oscillations du climat amazonien et ils peuvent marcher jusqu'aux abattoirs ou aux routes principales, là où les productions agricoles classiques nécessitent un coûteux acheminement et peuvent être détruites par des pluies trop abondantes ou des sécheresses trop prolongées. Les bovins peuvent par ailleurs se vendre à n'importe quel moment de l'année, ou bien se conserver afin de monter en capital, là où la saisonnalité de la plupart des productions agricoles entraîne une baisse des prix au pic des récoltes, lorsque tous les fermiers doivent écouter leur production.

Fronts pionniers poussés par les agriculteurs de grandes cultures

Fronts pionniers poussés par les petits éleveurs bovins

- 48 Dans les processus basés sur la présence de nombreux petits agriculteurs, des phénomènes de concentration peuvent se présenter, car lorsque ces exploitants réussissent leur mutation, ils disposent de moyens pour racheter les terres de leurs voisins qui ont eu moins de succès. L'aspect en vague que l'on mettait en valeur plus haut peut se présenter ici aussi, dans la mesure où des grands propriétaires peuvent aussi se présenter et racheter des dizaines de petites propriétés afin de se constituer de nouveaux latifundios. Des fronts pionniers basés sur de la petite propriété se retrouvent sur la Transamazonienne ou dans l'Acre, au Brésil, dans le département du Caquetá en Colombie ou dans l'Ucayali, au Pérou. Dans ces deux derniers cas, ils représentent aussi un exutoire pour des populations paysannes qui trouvent de moins en moins de place dans les régions déjà développées et qui se tournent vers la périphérie forestière.
- 49 Dans tous les cas, l'un des éléments les plus cruciaux de la dynamique est que la déforestation valorise les terres. Tout entrepreneur, petit ou grand, qui déforeste un territoire peut s'attendre à réaliser une confortable plus-value s'il doit revendre son terrain. Dans certains cas, comme au Brésil, il peut aussi y gagner la reconnaissance d'un titre de propriété s'il s'installe sur des terres publiques « sans destination », c'est-à-dire non-allouées à un usage spécifique. On peut estimer à près d'un million de km² le stock de ces terres en Amazonie brésilienne, où les gouvernements prolongent d'années en années les mécanismes de régularisation malgré leur impact environnemental évident (Probst *et al.*, 2020 ; Klinger et Marck, 2020).
- 50 Les chiffres montrent clairement l'ascension de l'Amazonie au rang de zone majeure de production agricole. Au Brésil¹⁷, l'Amazonie légale abrite 93,2 millions de bovins, soit 42,7 % du cheptel national (le plus nombreux au monde). Cette proportion n'était que de 9,3 % en 1974, année du début des séries statistiques. Elle représentait aussi 71% de la production de coton, 37,8 % de la production de maïs et 36,5 % de la production de soja. Ici encore les proportions étaient inférieures à 1 ou 2 % en 1974. Le reste de la Panamazonie est très loin derrière le Brésil, mais les mêmes tendances s'y dessinent. En Bolivie, la région de Santa Cruz a ainsi produit près de 3 millions de tonnes de soja en 2020, soit un peu moins de 7 % du total produit en Amazonie brésilienne. En Colombie, la région amazonienne abritait en 2019 plus de 2 millions de têtes de bétail, un cheptel double de celui qui y existait en 2016 au moment de l'accord de paix avec les FARC (source Uniandes¹⁸).
- 51 On peut aussi noter le lien entre la déforestation en Amazonie et les activités illicites. L'élevage bovin, notamment, mais aussi la spéculation foncière, permettent le blanchiment de l'argent provenant d'activités illégales et certaines activités sont menées directement de manière clandestine, comme une partie de l'exploitation forestière ou l'exploitation minière informelle. Au Brésil, ces liens sont clairement documentés (Waibish et Risso, 2022), mais les ONG pointent aussi du doigt le rôle des groupes criminels dans l'occupation de l'Amazonie colombienne après le retrait des FARC en 2016.

Le rôle des infrastructures = donner accès au front pionnier puis consolider

- 52 Le rôle des infrastructures vis-à-vis de la déforestation est double. Dans un premier temps, la construction de nouvelles infrastructures permet l'accès à des régions auparavant préservées, déclenchant des fronts pionniers. On peut bien sûr citer le cas de la Transamazonienne des années 1970, mais le phénomène se reproduit aujourd'hui

en partie le long de la route d'intégration qui relie l'ouest de l'Amazonie brésilienne et les ports du sud du Pérou, et il commence le long de la route reliant Manaus à Porto Velho que le gouvernement brésilien a commencé à asphalte (Fearnside, 2022).

- 53 Ce type de phénomènes se retrouve également lors de la création de barrages, par exemple, les routes d'accès aux chantiers représentant autant de nouvelles voies de pénétration. Au vu du grand nombre de projets prévus pour équiper les fleuves amazoniens en usines hydroélectriques (Latrubblesse *et al.*, 2017), cette question est tout sauf anecdotique.

- 54 **Les infrastructures sont également construites pour consolider les zones déforestées, déclenchant des phénomènes d'intensification des transformations ou de consolidation des zones pionnières.** Au Brésil, l'asphaltage de la route Cuiabá-Santarém a ainsi été effectué sous la pression des producteurs de soja, qui voulaient pouvoir exporter leur production en utilisant l'Amazone. **Mais ce chantier a renforcé la dynamique de déforestation de la vaste région désignée comme la « terre du milieu », dans le sud de l'État du Pará.** On craint le même phénomène si le chantier de réhabilitation de la route Porto Velho-Manaus est mené à son terme.

Les activités minières : des surfaces faibles mais des impacts majeurs

- 55 L'économie extractive est importante dans certaines régions d'Amazonie. Elle peut se manifester sous la forme de **zones d'exploitation informelle, principalement pour la production d'or, mais aussi sous la forme de mines de classe mondiale, comme celles exploitées par l'entreprise Vale dans la région de Carajás.** Le secteur extractif concerne également l'exploitation de gaz ou d'hydrocarbures, notamment en Équateur ou dans le sud de l'Amazonas au Brésil. Si les surfaces concernées ne sont pas, et de loin, comparables à celles occupées par l'agriculture ou l'élevage bovin, les impacts sont importants à la fois car ils sont en général irrémédiables, mais aussi parce que ces activités entraînent à leur suite le même cortège de conséquences que les infrastructures en permettant de nouveaux accès à des zones jusque-là préservées. Dans certains cas, les entreprises se chargent d'empêcher la colonisation de leurs concessions (notamment parce qu'elle compliquerait leurs opérations), mais cela n'est pas systématique.

L'action des États : un contrôle très incomplet

- 56 La réaction des États face à la déforestation met en relief le **contraste entre les positions affichées dans les grandes réunions internationales** (par exemple lors du sommet de Letícia en 2019) et les **accommodes destinés à répondre à des préoccupations internes**. La protection de l'environnement est ainsi unanimement mise en avant comme priorité, et la sauvegarde de la forêt amazonienne est un objectif apparemment partagé – même si le Brésil a pu faire entendre une voix plus divergente sous le gouvernement de Jair Bolsonaro. **Mais sur le plan local, les gouvernements continuent à voir l'Amazonie soit comme une réserve foncière permettant de remédier aux tensions sur l'accession à des terres agricoles dans d'autres régions (Équateur, Pérou, Colombie), soit comme une zone permettant de développer la production de grandes cultures génératrices de devises (Bolivie, Brésil) ou la production d'électricité à moindre coût.** Dès lors, les politiques développées continuent de financer la construction

Contraste entre positions internationales et accommodements locaux

d'infrastructures ou le développement des secteurs agricoles ou extractifs en dépit des impacts prévisibles et documentés.

- 57 Des politiques de contrôle de la déforestation ont pour autant été développées, parfois avec un certain succès. Cela a été le cas au Brésil où les mécanismes mis en œuvre combinent des programmes de suivi (notamment le PRODES, présenté plus haut), des actions gouvernementales répressives basées sur l'identification des individus et des entreprises responsables du déboisement illégal, y compris celles qui ne font qu'acheter les produits issus de ces pratiques, comme les chaînes de supermarché vendant la viande produite sur des pâturages clandestins, et des accords passés avec les associations de producteurs pour limiter l'impact de leurs activités sur l'environnement (cas du « moratoire du soja ») (Le Tourneau, 2019). Ces outils ont montré leur efficacité dans la période 20005-2015, avec une réduction de 80 % du déboisement annuel.
- 58 Toutefois, l'ensemble de ces contraintes a entraîné une réaction du secteur agricole afin de les desserrer. Grâce à son influence très grande sur le milieu politique, il a pu faire passer une réforme contestée du code forestier en 2012, puis peu à peu amener le gouvernement brésilien à appuyer de moins en moins sur les actions répressives. Amorcée dès le mandat de Dilma Roussef, ce mouvement s'est considérablement accéléré sous le président Bolsonaro, qui n'a pas caché son opposition idéologique à toute mesure de contrôle de la déforestation. Bien qu'il n'ait pu modifier substantiellement le cadre juridique en vigueur, il a privé les agences de contrôle de leurs moyens, rendant inopérantes les actions sur le terrain. En conséquence, comme on l'a vu en II, le déboisement a fortement augmenté à partir de 2018.
- 59 La question de la déforestation légale est un des points sensibles dans le cas brésilien. Car si les propriétaires doivent préserver 80 % de leurs terres en végétation naturelle dans le biome amazonien, ils peuvent donc légalement en déboiser 20 %, ce sans compter que, dans le cadre de la réforme du code forestier, des déboisements illégaux ont été amnistiés¹⁹. Jusque récemment par ailleurs, des projets de loi pour répéter ce type de pardon étaient en route, donnant l'impression que toute déforestation finira un jour ou l'autre par être légalisée. Certes une adhésion au programme de cadastre environnemental rural (CAR) est exigée depuis 2012 en échange de la suspension des poursuites, ce qui devrait à terme permettre un meilleur contrôle de la situation. Mais, bien que le CAR ait été lancé depuis près de dix ans, une proportion extrêmement faible des enregistrements a été vérifiée, si bien que l'efficacité concrète de ce nouveau système n'est pas avérée pour le moment. Par ailleurs, comme on l'a indiqué plus haut, le manque de cadastre foncier clair (auquel le cadastre environnemental ne se substitue pas) et la possibilité de s'approprier des terres publiques vont dans le sens contraire du contrôle du déboisement. La « régularisation des terres » dans le cadre du programme Terra legal au Brésil a clairement montré comment elle créait des effets d'aubaine et un déboisement important (Probst *et al.*, 2020).
- 60 Parmi les mécanismes de lutte contre la déforestation, au Brésil ou dans la pan-Amazonie, les plus efficaces restent la création d'aires protégées ou la reconnaissance des droits fonciers des populations amérindiennes ou traditionnelles (Baragwanath et Bayi, 2020). Le nombre et l'extension de ces aires protégées de tous types sont considérables puisqu'elles recouvrent 4,07 millions de km², ou 47 % de la pan-Amazonie (RAISG, 2020)²⁰. Dans toute la région, elles apparaissent comme des îles de forêt préservée au milieu d'un océan de déforestation. Pour autant, elles sont également

Succès des mesures répressives au Brésil

Mais fortes pressions du secteur agricole

Les aires protégées sont des îles de forêt dans un océan de déforestation

l'objet d'invasions illégales visant soit à l'exploitation de leurs ressources (or, arbres précieux) ou l'installation d'exploitations illégales d'élevage (RAISG, 2020 ; Le Tourneau, 2021). Même si ces territoires demeurent les mieux protégés, ces invasions participent aux émissions de CO₂ et à la dégradation générale de l'environnement amazonien (Walker *et al.*, 2020), dont leurs habitants sont les premières victimes.

- 61 Pour le moment, les outils incitatifs comme le REDD+²¹ ou d'autres systèmes de paiement pour services environnementaux (comme le Bolsa Verde de l'État d'Amazonas) ne se sont pas avérés très efficaces en Amazonie. Leur application est d'abord extrêmement ponctuelle, touchant le plus souvent des petites communautés isolées, ce qui ne permet pas d'en faire des instruments capables de changer la tendance à l'échelle de la région. Par ailleurs, dans le cas du fonds amazonien mis en place par le gouvernement brésilien pour recueillir des dons provenant principalement de la Norvège, il a principalement été utilisé pour financer des actions de contrôle du gouvernement, et non du développement local basé sur la préservation des forêts, puis il a été pris dans les controverses liées aux positions du président Bolsonaro, ce qui a entraîné sa suspension. On verra si les nouvelles orientations de la COP27 et le retour du président Lula débloquent cet instrument et lui permette de monter en échelle d'intervention.

Les conséquences de la déforestation : vers un effondrement de l'écosystème ?

- 62 **Les premiers impacts de la déforestation interviennent dès les processus de dégradation liés à l'exploitation forestière et à la répétition des incendies** (Beuchle *et al.*, 2021). Leur importance est de plus en plus soulignée, certaines études considérant que jusqu'à 44 % des émissions de CO₂ proviendraient de la seule dégradation (Kruid *et al.*, 2021), voire que les émissions de la dégradation sont supérieures à celles de la déforestation (Qin *et al.*, 2021). Les impacts à long terme sur le fonctionnement de l'écosystème sont aussi de plus en plus souligné (Matricardi *et al.*, 2020).
- 63 **Les conséquences de la déforestation en elle-même peuvent être déclinées en fonction de l'échelle d'observation.** Au niveau de la parcelle défrichée, on observe bien évidemment une substitution totale de la végétation originale, en général dense, soit par une végétation dépendante des activités agricoles, le plus souvent monospécifique (graminées de pâturages ou plantes de grandes cultures), soit, dans le cas d'activités minières, par une végétation secondaire épars dont la repousse est hypothéquée par le lessivage des sols. Il n'est pas rare que les parcelles converties pour l'agriculture soient abandonnées après déforestation, ce qui permet une reprise de végétation et l'établissement d'une forêt secondaire dominée par les espèces pionnières. Ces forêts sont cependant bien moins diverses que la végétation originale, et moins résistantes à la sécheresse (Elias *et al.*, 2020).
- 64 **La forêt autour de la parcelle déforestée est elle aussi impactée.** Le feu, utilisé pour débarrasser la parcelle de la végétation mise à terre, tend à y pénétrer, fragilisant l'écosystème. Par ailleurs, l'ouverture dans la canopée représentée par la zone déboisée entraîne un assèchement du sol et une augmentation des températures dans les zones situées à proximité (Dubreuil *et al.*, 2010). Le mitage des régions boisées durant le processus de déforestation possède donc aussi un impact général sur les massifs

à l'échelle de la
parcelle : une perte de
diversité végétale

à l'échelle de la forêt
autour : dégradation de
l'écosystème et risque
d'incendies accru

affectés, d'autant plus si les forestiers ont précédé le front de déforestation et prélevé les arbres les plus précieux. Les forêts restantes sont notamment beaucoup plus vulnérables aux incendies, faisant craindre des feux de forêt de très grande taille dans le futur (Brando *et al.*, 2020).

65 Au niveau régional, des déboisements généralisés, comme on les observe au Mato Grosso, en Rondônia ou dans la province de Santa Cruz, entraînent une élévation des températures et un assèchement du climat. Cela est dû au fait qu'une grande partie des précipitations qui tombent en Amazonie est générée par l'évapotranspiration (dans une proportion de plus en plus importante quand on va vers l'ouest). Dès lors, moins d'arbres signifie moins d'eau et donc moins de pluie. Cet enrayerment du cycle de l'eau et de la capacité de la forêt à maintenir son humidité amène certains observateurs à prédire le passage, à plus ou moins brève échéance, d'un « point de bascule » (*tipping point*) pour l'écosystème amazonien (Lovejoy et Nobre, 2018). Ne pouvant plus maintenir le fonctionnement de la forêt tropicale humide, celui-ci pourrait se transformer en un écosystème de savanes plus ou moins denses. Cette transformation est déjà en cours dans certaines périphéries amazoniennes. S'il n'est pas probable à ce stade qu'elle affecte l'ensemble du massif forestier, on pourrait voir celui-ci diminuer fortement en étendue et se trouver concentrer sur une bande située plus ou moins autour du cours du fleuve Amazone. D'une manière générale, la résilience de la forêt amazonienne semble de plus en plus limitée (Boulton *et al.*, 2022).

Au niveau régional : élévation des températures et assèchement du climat

66 Ces changements ont aussi des répercussions à des niveaux plus larges. Sur le plan continental, le rôle de l'Amazonie dans les flux d'humidité en direction du sud de l'Amérique du sud sont de plus en plus mis en avant²². Des sécheresses récurrentes dans l'État de São Paulo peuvent désormais être mises en relation avec la déforestation amazonienne, et il est très possible qu'en poussant pour l'ouverture de l'Amazonie, le secteur agricole brésilien scie la branche sur laquelle il est assis en créant les conditions d'une diminution des pluies sur tout le centre-ouest et le sud du pays, voire jusqu'en Argentine (Leite Filho *et al.*, 2021).

à l'échelle continentale : répétition des sécheresses

67 Au niveau global, la capacité de l'Amazonie à séquestrer du carbone semble diminuer, et la région est probablement désormais un émetteur net de carbone (Gatti *et al.*, 2021). Ceci est dû d'abord à la déforestation, mais aussi au fait que, composée de forêts anciennes, elle a une capacité plus faible à absorber du CO₂ par la croissance de la végétation, celle-ci étant déjà à son apogée en termes de densité. Il est possible aussi que des changements du climat local, liés autant à la déforestation qu'aux changements globaux, induisent une mortalité plus grande des arbres de la forêt amazonienne (par exemple du fait de vents violents qui les déracinent, ou d'épisodes de sécheresse plus nombreux qui les rendent vulnérables), déclenchant en conséquence de nouvelles émissions de CO₂.

Au niveau global : moindre séquestration du carbone et émissions nettes de CO₂

68 Les questions d'émissions de carbone ou de possibilité d'un basculement de l'écosystème accaparent une grande partie de l'attention des scientifiques et de l'opinion publique, mais il convient aussi de souligner que la déforestation porte atteinte au gigantesque réservoir de biodiversité que représente l'Amazonie (Feng *et al.*, 2021), et ce de deux manières. En premier lieu, chaque hectare déforesté recèle des organismes uniques qui sont détruits irrémédiablement avant d'avoir été inventoriés. En second lieu, l'Amazonie est aujourd'hui un des rares environnements naturels dans lesquels les processus d'adaptation se produisent à grande échelle, entraînant l'apparition, à des échelles de temps diverses, de nouveaux organismes. Le déboisement

Atteintes à la biodiversité : destruction d'organismes non inventoriés et d'un lieu d'évolution

généralisé compromet le fonctionnement de cette gigantesque usine de biodiversité là encore avant même que nous ayons pu commencer à comprendre son fonctionnement.

Conclusion

- 69 Le panorama tracé dans cet article permet de replacer les chiffres de déforestation en Amazonie brésilienne publiés par l'INPE fin novembre 2022 dans leur contexte. Si la surprenante réduction qu'ils indiquent est assurément une bonne nouvelle, elle ne doit pas cacher le fait qu'il ne s'agit que de données préliminaires sur la partie forestière de l'Amazonie légale (la déforestation enregistrée dans le Cerrado en 2022 a, elle, été la plus importante depuis 2015 et elle a augmenté de 25 % par rapport à l'année précédente), que l'on demeure sur un pallier élevé ($> 10 000 \text{ km}^2$) depuis trois ans, et surtout que la déforestation reste essentiellement un phénomène cumulatif, ce qui veut dire que l'Amazonie continue à être une peau de chagrin, diminuant au fur et à mesure que les dirigeants des pays qui se partagent le massif forestier veulent voir accomplis leurs rêves de développement.
- 70 De fait, bien que le rythme annuel en soit moins important que durant la décennie 2000-2010, la déforestation continue de sévir à grande échelle en Amazonie, que ce soit au Brésil ou dans les autres pays de la pan-Amazonie. Depuis 2000, plus de 386 000 km^2 de végétation naturelle ont ainsi été convertis en parcelles dédiées aux activités humaines. Ce déboisement renforce le changement climatique localement et globalement, et met à l'épreuve les limites de la résilience des écosystèmes, entraînant une perte générale de biodiversité et l'émission de plus de gaz à effet de serre. Toutefois, à la différence des années 1970 durant lesquelles la télédétection spatiale faisait ses premiers pas, il est aujourd'hui possible d'accompagner le phénomène de manière très détaillée, les mosaïques de données à une résolution spatiale de 30 m par pixel étant désormais communes.
- 71 Ce n'est donc ni un manque de connaissance de ce qui se produit sur le terrain, ni un manque d'anticipation des effets des politiques publiques qui permettent à la déforestation de perdurer, mais bien l'ambivalence qui de tous les gouvernements de la région, qui affichent un objectif de protection de l'environnement mais qui continuent en parallèle de privilégier des objectifs de développement économique. Peut-on vraiment les blâmer, tant producteurs sur le terrain et décideurs politiques ne font en fait que jouer le jeu du capitalisme global, mettant en valeur les atouts naturels de la région (humidité et ensoleillement) pour fournir le marché mondial en commodities dont il est demandeur ?
- 72 Si l'application de politiques publiques volontaristes, comme cela a été le cas au Brésil entre 2003 et 2014, permettrait de freiner très fortement la déforestation en Amazonie, en venir à bout exigerait un effort bien plus important permettant d'inverser la situation actuelle et faire qu'un hectare de forêt en pied soit plus rentable pour son propriétaire que le même hectare dépourvu de sa végétation. Or un tel objectif est hors de portée des seuls pays qui se partagent l'Amazonie, et il demande plus pour être atteint que des discours prononcés dans le cadre des salons feutrés du G7 ou des COP de l'ONU. Il exige un engagement ferme des pays développés pour proposer un partenariat aux États amazoniens en vue de la recherche de mécanismes construits en commun et non imposés depuis l'extérieur, et pose la question de savoir si les plus riches sont prêts à investir financièrement à la hauteur de leurs dénonciations de la déforestation. Malgré

Les chiffres de l'INPE pour l'Amazonie légale cachent la situation dans le Cerrado ainsi que la cumulativité du processus de déforestation

le changement de position du Brésil annoncé par le président Lula, la récente COP27 n'incite pas à un grand optimisme. Il y a donc fort à parier que l'on pourra malheureusement continuer longtemps à commenter les oscillations annuelles du déboisement en Amazonie sans y constater de changement fondamental.

BIBLIOGRAPHIE

- Baragwanath K., Bayi E., 2020. Collective property rights reduce deforestation in the brazilian Amazon. *Proceedings of the National Academy of Sciences* [En ligne], vol. 117, n° 34, p. 20495-20502. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1917874117>
- Barlow J., Berenguer E., Carmenta R., França F., 2020. Clarifying Amazonia's burning crisis. *Global Change Biology* [En ligne], vol. 26, n° 2, p. 319-321. DOI: <https://doi.org/10.1111/gcb.14872>
- Beuchle R., Achard F., Bourgoin C., Vancutsem C., Eva H., Follador M., 2021. *Deforestation and forest degradation in the Amazon - Status and trends up to year 2020* [En ligne]. Publications Office of the European Union, Luxembourg. DOI: <https://doi.org/10.2760/61682>
- Boulton C. A., Lenton T. M., Boers N., 2022. Pronounced loss of Amazon rainforest resilience since the early 2000s. *Nature Climate Change* [En ligne], vol. 12, n° 3, p. 271-278. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41558-022-01287-8>
- Brando P. M., Soares-Filho B., Rodrigues L., Assunção A., Morton D., et al., 2020. The gathering firestorm in southern Amazonia. *Science Advances* [En ligne], vol. 6, n° 2. DOI: <https://doi.org/10.1126/sciadv.aay1632>
- Cevallos S., 2019. *Senti-penser con la Selva. Luttes pour le territoire, l'autonomie et l'auto-détermination dans le contexte du Sumak Kawsay : le cas des peuples Kichwa et Waorani du Yasuni, Amazonie équatorienne* [En ligne]. Doctorat de l'École des Hautes Etudes en Sciences Sociales. URL: <http://www.theses.fr/2019EHES0062/document>
- Daugeard M., Le Tourneau F.-M., 2018. Le Brésil, de la déforestation à la reforestation ? Géoconfluences [En ligne], octobre 2018. URL: <http://geoconfluences.ens-lyon.fr/informations-scientifiques/dossiers-thematiques/changement-global/articles-scientifiques/bresil-deforestation-reforestation>
- Daugeard M., 2021. *Le Code Forestier brésilien : genèse et institutionnalisation*. Doctorat de l'université Paris Sorbonne Nouvelle et l'Université de Brasília.
- Diniz C., De Almeida Souza A., Santos D., Correa Dias M., Cavalcante da Luz N. et al., 2015. DETER-B: The new amazon near real-time deforestation detection system. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing* [En ligne], vol. 8, p. 3619-3628. URL: http://esensing.org/docs/Valeriano_DETER-B_JSTARS2015.pdf
- Delarocque M., Le Tourneau F.-M., Daugeard M., 2022. How vegetation classification and mapping may influence conservation : The example of Brazil's Native Vegetation Protection Law. *Land Use Policy* [En ligne], vol. 122, n° 106380. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106380>

- Delaroche M., 2019. *Policy change or values change? The evolution of the environmental behavior of large-scale soybean producers in Mato Grosso, Brazil* [En ligne]. Doctorat de l'Université d'Indiana et l'Université Paris Sorbonne Nouvelle. URL: <https://theses.hal.science/tel-02329556/document>
- Droulers M., 2001. *Brésil. Une géohistoire*. Paris, PUF.
- Dubreuil V., Delahaye C., Le Strat A., 2010. Changements d'occupation du sol et leurs impacts climatiques au Mato Grosso, Brésil. *Confins* [En ligne], n° 10. DOI: <https://doi.org/10.4000/confins.6845>
- Elias F., Ferreira J., Lennox G. D., Berenguer E., Ferreira S., et al., 2020. Assessing the growth and climate sensitivity of secondary forests in highly deforested Amazonian landscapes. *Ecology* [En ligne], vol. 101, n° 3, e02954. DOI: <https://doi.org/10.1002/ecy.2954>
- Fearnside P.M., 2022. Amazon environmental services: Why Brazil's Highway BR-319 is so damaging. *Ambio* [En ligne], vol. 51, p. 1367-1370. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13280-022-01718-y>
- Feng X., Merow C., Liu Z., Park D. S., Roehrdanz P. R., et al., 2021. How deregulation, drought and increasing fire impact Amazonian biodiversity. *Nature* [En ligne], vol. 597, n° 7877, p. 516-521. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03876-7>
- Gatti L. V., Basso L. S., Miller J. B., Gloor M., Gatti Domingues L., et al., 2021. Amazonia as a carbon source linked to deforestation and climate change. *Nature* [En ligne], vol. 595, n° 7867, p. 388-393. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03629-6>
- Hansen M. C., Potapov P. V., Moore R., Hancher M., Turubanova S. A., et al., 2013. High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. *Science*, vol. 342, pp 850-853.
- Klingler M., Mack P., 2020. Post-frontier governance up in smoke? Free-for-all frontier imaginations encourage illegal deforestation and appropriation of public lands in the Brazilian Amazon. *Journal of Land Use Science* [En ligne], vol. 15, n° 2-3, p. 424-438. DOI: <https://doi.org/10.1080/1747423X.2020.1739765>
- Kruid S., Macedo M.N., Gorelik S.R., Walker W., Moutinho P., et al., 2021. Beyond Deforestation: Carbon Emissions From Land Grabbing and Forest Degradation in the Brazilian Amazon. *Frontiers in Forests and Global Change* [En ligne], vol. 4, n° 645282. DOI: <https://doi.org/10.3389/ffgc.2021.645282>
- Lapola D. M., Pinho P., Barlow J., Aragão L. E. O. C., Berenguer E., et al., 2023. The drivers and impacts of Amazon forest degradation. *Science*, 379(6630), eabp8622.
- Latrubblesse E. M., Arima E. Y., Dunne T., Park E., Baker V. R., 2017. Damming the rivers of the Amazon basin. *Nature*, vol. 546, n° 7658, 363.
- Le Tourneau F.-M., Bursztyn M., 2010. Assentamentos rurais na Amazônia: contradições entre a política agrária e a política ambiental [Accessible en ligne]. *Ambiente e sociedade*, vol. 13, n° 1, p. 111-130. URL: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/ThmrGwNdx4PG6gRz6Lq8P6H/?lang=pt&format=pdf>
- Le Tourneau F.-M., 2015, Le Brésil maîtrise-t-il (enfin) la déforestation en Amazonie ? *Cybergeo* [En ligne], article 753. DOI: <https://doi.org/10.4000/cybergeo.27325>
- Le Tourneau F.-M., 2019. *L'Amazonie, histoire, géographie, environnement*. Paris, CNRS Editions.
- Le Tourneau F.-M., Pandémie, feux, invasions et évangéliques : les Amérindiens d'Amazonie face à une catastrophe biblique. *Hérodote*, n° 181, p. 106-123.

- PARENTE L., NOGUEIRA S., BAUMANN L., ALMEIDA C. et al., 2021. Quality assessment of the PRODES Cerrado deforestation data, *Remote Sensing Applications. Society and Environment* [En ligne], vol. 21, n° 100444. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rasae.2020.100444>
- LEITE-FILHO A.T., SOARES-FILHO B.S., DAVIS J.L., ABRAHÃO G.M., BÖRNER J., 2021. Deforestation reduces rainfall and agricultural revenues in the Brazilian Amazon. *Nature Communications* [En ligne], n° 1-7. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-021-22840-7>
- LOVEJOY T.E., NOBRE C., 2018. Amazon tipping point. *Science Advances* [En ligne], vol. 4, n° 2. DOI: <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.aba2949>
- MATRICARDI E. A. T., SKOLE D. L., COSTA O. B., PEDLowski M. A., SAMEK J. H. et MIGUEL E. P., 2020. Long-term forest degradation surpasses deforestation in the Brazilian Amazon. *Science*, vol. 369, n° 6509, p. 1378-1382.
- NEPSTAD D., MOREIRA A., ALENCAR A., 1999. *Flames in the rain forest: origins, impacts and alternatives to Amazonian fires*. Washington DC, World Bank.
- PROBST B., BENYISHAY A., KONTOLEON A., & DOS REIS T. N. P., 2020. Impacts of a large-scale titling initiative on deforestation in the Brazilian Amazon. *Nature Sustainability*, vol. 3, n° 12, p. 1019-1026.
- QIN Y., XIAO X., WIGNERON J.-P. et al., 2021. Carbon loss from forest degradation exceeds that from deforestation in the Brazilian Amazon. *Nature Climate Change*, vol. 11, p. 442-448.
- RAISG, 2020. *Amazonía bajo presión*. São Paulo, ISA - Instituto Socioambiental.
- VANCUTSEM C., ACHARD F., PEKEL J.-F., VIEILLEDENT G., CARBONI S. et al., 2021. Long-term (1990-2019) monitoring of forest cover changes in the humid tropics. *Science advances* [En ligne], vol. 7, n° 10. DOI: <https://doi.org/10.1126/sciadv.abe1603>
- WAISBICH L. T. et, RISSO M., 2022. *O ecossistema do crime ambiental na amazônia: uma análise das economias ilícitas da floresta*, Article n° 55. Rio de Janeiro, Instituto Igarapé.
- WALKER W. S., GORELIK S. R., BACCINI A., ARAGON-OSEJO J. L., JOSSE C., et al., 2020. The role of forest conversion, degradation, and disturbance in the carbon dynamics of Amazon indigenous territories and protected areas. *Proceedings of the National Academy of Sciences* [En ligne], vol. 117, n° 6, p. 3015-3025. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1913321117>

NOTES

1. INPE : Instituto nacional de pesquisas espaciais soit Institut national de recherches spatiales.
2. Qui proviennent du traitement selon des algorithmes divers de données issues de télédétection spatiale, notamment des satellites Landsat, MODIS, C-BERS et IRS et de leurs différents capteurs.
3. L'ensemble des données INPE est disponible sur la plateforme Terrabrasilis (URL: terrabrasilis.dpi.inpe.br).
4. Deter veut aussi dire stopper ou arrêter en portugais et dissuader en anglais, le nom du programme est donc un jeu de mot sur le fait que cet outil devrait servir à empêcher le déboisement. Voir : http://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/deter.php
5. Voir la page web de l'INPE présentant le DETER. URL: <http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/deter/deter> (consultée le 5/11/2022).
6. Voir : <http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>.
7. Fonctionnant au départ sur des images Landsat5, le système utilise aujourd'hui des images Landsat8 complétées avec des données de C-BERS4 et IRS-2.

8. Voir : <https://amazon.org.br/categorias/boletim-do-desmatamento/>
 9. C'est notamment le cas de l'année 2016, ce qui a fait l'objet d'une note technique de la plateforme pour expliquer cette apparente anomalie, liée notamment au fait que des dégradations intervenues avant cette date sont devenues plus apparentes (voir : <https://www.wri.org/insights/technical-blog-caveats-2016-tree-cover-loss-data-explained>).
 10. URL: <https://plataforma.amazonia.mapbiomas.org/>
 11. Voir : <https://forobs.jrc.ec.europa.eu/TMF/index.php>
 12. Légèrement décalé sur le graphique du fait de l'utilisation d'une moyenne mobile sur n et n-1 afin de lisser les fluctuations des données.
 13. Ces données sont encore préliminaires, basées sur l'interprétation de 108 scènes Landsat représentant les zones les plus sensibles (voir : https://www.gov.br/inpe/pt-br/assuntos/ultimas-noticias/sei_01340-009084_2022_72_notatecnica_estimativa_prodes_2022_revisada_lu_lm_27_10_rev_la-002.pdf).
 14. L'illustration représente la progression de la déforestation sous la forme d'une grille de cellules de 10 km par 10 km dont la couleur représente la proportion consacrée à des formes d'occupation des sols liées aux activités humaines. Les zones préservées (moins de 1 % d'occupation non-naturelle sur toutes les périodes précédentes) sont soulignées, ainsi que les zones de front de déforestation les plus actives (plus de 50 % d'occupation non-naturelle et plus de 25 % de progression par rapport à la période précédente) en noir.
 15. La série de cartes ne présente pas de front pionnier pour 1985 car leur identification repose sur une comparaison avec la donnée précédente, indisponible pour la première période.
 16. Un projet législatif déposé récemment propose de repousser cette limite à 2012.
 17. Chiffres IBGE, production agricole municipale.
 18. URL: <https://cods.uniandes.edu.co/la-huella-de-la-ganaderia-en-la-selva-amazonica>
 19. Jusqu'en 2008 et en fonction de critères de taille de la propriété et d'adhésion au nouveau cadastre environnemental rural.
 20. Au Brésil, 1,25 millions de km² de territoires amérindiens et 1,13 millions de km² d'aires protégées, pour un total de 2,29 millions de km² (en excluant les superpositions du total), soit 42,2 % de l'Amazonie brésilienne (RISG, 2020).
 21. Mécanisme intitulé *Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation*, promu par l'ONU et d'autres organisations internationales pour valoriser financièrement la bonne gestion des surfaces forestières.
 22. C'est la théorie des « fleuves volants ».
-

RÉSUMÉS

La baisse inattendue de la déforestation au Brésil en 2022 a mis en lumière la complexité des phénomènes de déboisement et la difficulté de la plupart des observateurs à se repérer au milieu de statistiques et de bases de données spatiales reposant sur des méthodologies différentes et appréciant de manière hétérogène les différents types d'atteintes à l'environnement. Dans ce contexte, cet article s'attache à replacer les chiffres récents dans un contexte plus large tant sur le plan spatial (en étendant le regard à l'ensemble de l'Amazonie, au-delà du Brésil) que sur le plan temporel (en regardant le phénomène sur plusieurs décennies) et sur le plan des approches (en présentant plusieurs sources de données). Pour y parvenir nous présentons dans un premier

temps les principales données disponibles sur la déforestation, en distinguant leurs caractéristiques et en rappelant la complexité écologique et géographique sous-jacente à l'Amazonie, qui rend possible des approches différentes, dont les résultats peuvent être divergents en apparence. Dans un second temps, nous décrivons les oscillations de la déforestation depuis une trentaine d'années, en nous intéressant d'abord à l'ensemble du bassin amazonien (ou pan-Amazonie) avant de nous focaliser sur l'Amazonie brésilienne. Dans une troisième partie et afin de proposer un panorama complet sur la question, nous évoquons les causes de la déforestation, les principales politiques des États de la région pour y faire face et les conséquences du déboisement à l'échelle locale, régionale et globale.

The unexpected fall of deforestation in the Brazilian Amazon in 2022 has shown that deforestation phenomena are complex and that for many observers it is difficult to find their way in statistics and geospatial databases that are produced using different methodologies and distinct definitions of what deforestation is and considering in diverging ways various types of environmental damages. In this context, this paper attempts to replace recent figures in a broader context spatially (considering the whole Amazon region beyond Brazil), temporally (looking at the phenomena since the 1980s) and thematically (presenting several sources of data). To do so, we first present the data that are available to the public about deforestation, distinguishing their (sometimes apparently contradictory) characteristics and underlining the Amazon's inherent ecological and geographical complexity. In a second part, we describe the history of deforestation since 1985, first at the level of the whole basin (or pan-Amazonia) and then focusing on the Brazilian Amazon. Last, as to complete our panorama of the question of deforestation, we present quickly the causes of deforestation and the principal policies of the governments to face it, as well as the consequences of deforestation at the local, regional and global scales.

INDEX

Thèmes : Sur le Vif

Keywords : deforestation, Amazon, spatial databases, public policies, Brazil

Mots-clés : déforestation, Amazonie, base de données spatiales, politique publique, environnement, Brésil

AUTEUR

FRANÇOIS-MICHEL LE TOURNEAU

François-Michel Le Tourneau, francois-michel.le-tourneau@cnrs.fr, est directeur de recherche au CNRS, UMR 8586 PRODIG, CNRS/Université Panthéon Sorbonne/IRD/Université de Paris/
Agroparistech/Sorbonne Université. Il a récemment publié :

- Le Tourneau F.-M., 2022. Relics of the past or assets for the future? Comparing Indigenous territories in contemporary Brazil and the United States. *Canadian Journal of Native Studies*, vol. 41, n° 1, p. 1-22.
- Le Tourneau F.-M., 2022. Ne pas faire, laisser faire, empêcher de faire : la politique du gouvernement Bolsonaro pour affaiblir les droits fonciers amérindiens. *Problèmes d'Amérique latine*, n° 119-120, p. 159-187.
- Le Tourneau F.-M., 2022. 'It's Not for Everybody': Life in Arizona's Sparsely Populated Areas. *Annals of the American Association of Geographers*. DOI: <https://doi.org/10.1080/24694452.2022.2035208>