



## Cartographier les pressions sur la biodiversité : pourquoi et comment ?

Paul ROUYEYROL<sup>1</sup>, Marie-Caroline PRIMA<sup>2</sup>, Olivia CHERRIER<sup>2</sup>, Léa SUAREZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> PatriNat OFB/MNHN/CNRS/IRD, 100 impasse Adam Smith, 34000 Pérols, France.

<sup>2</sup> PatriNat OFB/MNHN/CNRS/IRD, 36 rue Geoffroy de Saint Hilaire, 75005 Paris, France.

Correspondance : Paul ROUYEYROL, [paul.rouveyrol@mnhn.fr](mailto:paul.rouveyrol@mnhn.fr)

*De multiples pressions d'origine anthropique s'exercent sur la biodiversité et fragilisent son état. Pour agir sur ces pressions, les politiques de conservation ont besoin de s'appuyer sur des outils pour mieux connaître le niveau d'intensité et l'étendue de ces pressions sur le territoire. Dans le cadre de la stratégie nationale pour les aires protégées, un premier catalogue de cartes de pressions a été développé en France. Il s'appuie sur l'identification des pressions dont l'impact est le plus significatif sur le territoire puis sur la recherche de données appropriées. Croisées avec des cartographies d'espèces et d'habitats patrimoniaux, ces cartes peuvent apporter une aide précieuse au pilotage des politiques de conservation dans la lutte contre la perte de la biodiversité.*

En France comme ailleurs dans le monde, les populations d'espèces sauvages et les surfaces de milieux naturels déclinent sous l'effet d'activités humaines. Identifier les mécanismes reliant les dégradations environnementales aux activités qui en sont la cause implique de s'intéresser aux pressions anthropiques. En sciences de la conservation, la pression se situe à l'interface entre les écosystèmes et la source de leur dégradation. La fragmentation des milieux, la destruction des espèces ou encore la contamination des organismes sont autant d'exemples de pression. Il ne s'agit donc ni d'une mesure des activités humaines, ni d'une évaluation de l'état de conservation des milieux, mais bien du phénomène par lequel se produit la perte de biodiversité. Mieux comprendre les pressions, pour cerner l'amplitude et la nature de leurs effets, est donc une étape cruciale dans la définition de politiques de conservation efficaces pour la biodiversité. Sauf à se limiter à des actions purement curatives, c'est même le préalable indispensable à toute tentative de freiner de façon significative la perte de biodiversité. Pourtant, même si l'importance de les intégrer à la gestion ne fait plus débat, les pressions restent aujourd'hui insuffisamment étudiées, souvent réduites, dans la littérature scientifique, à des hypothèses formulées pour discuter les résultats présentés. Et, de fait, la compréhension des mécanismes à l'œuvre dans les pressions et les données pour les suivre sont encore très lacunaires.

Localiser les secteurs où s'exercent les pressions n'est pas une idée nouvelle. Elle fait l'objet d'un intérêt croissant, mais sous des vocables souvent divers. Ainsi il a pu s'agir de localiser les écosystèmes demeurés quasi exempts d'influence humaine : cartes des derniers espaces sauvages, et, récemment en France, carte de naturalité, autant de travaux qui constituent en quelque sorte l'envers de cartes de pression à proprement parler. Au niveau mondial, la notion d'empreinte humaine est souvent mobilisée sur le domaine terrestre (Sanderson *et al.*, 2002), le terme de carte de pression étant surtout utilisé pour les sujets marins (Ostwald *et al.*, 2021). Le catalogue de cartes que nous présentons ici, réalisé à l'échelle du territoire terrestre français, s'inscrit dans ces différents travaux : il cherche à en combler les lacunes en contribuant à une meilleure connaissance de la localisation des pressions. Il a été réalisé dans le cadre d'une stratégie nationale : le renforcement du réseau national d'aires protégées mais peut être mis plus largement à profit dans le cadre d'autres politiques de conservation. Le besoin d'un catalogue de cartes de pression fait suite à une précédente cartographie axée sur les enjeux de biodiversité : elle a permis de localiser, sur l'ensemble du territoire métropolitain continental, les secteurs abritant des espèces ou habitats patrimoniaux dont l'aire de répartition est insuffisamment couverte par les aires protégées existantes. L'objectif était de fournir aux autorités locales un premier outil d'aide à la décision pour

contribuer à l'émergence de nouvelles aires protégées. L'introduction d'une donnée pression dans ces travaux a pour but de les enrichir par une information complémentaire : les secteurs où se trouvent les espèces insuffisamment couvertes par les aires protégées existantes sont-ils également soumis à un fort niveau de pression, qui justifierait d'une action d'autant plus urgente ?

L'objectif à terme était donc de croiser un niveau d'enjeu, à savoir la présence des espèces et habitats, et une évaluation de la pression. Nous nous arrêtons ici sur la cartographie des pressions, sans développer le croisement avec les enjeux. En effet, en identifiant et spatialisant les causes des dégradations environnementales, la cartographie de pressions se veut un outil pouvant être mis à disposition pour de nombreuses autres politiques de conservation.

### Quelles données pour représenter les pressions ?

La première étape essentielle, avant même la recherche de données, est toujours d'identifier les pressions qui nécessitent d'être représentées : lesquelles constituent, à l'échelle considérée, un problème à résoudre pour atteindre les objectifs de conservation de la biodiversité ? Dans notre cas, il s'agissait de lister les pressions dont l'impact sur la biodiversité était significatif au niveau national. Le rapport de l'IPBES<sup>1</sup> sur l'état de la biodiversité fournit sur ce sujet un premier cadre, en définissant les cinq pressions principales, mais celles-ci restent très peu précises. Deux bases de données peuvent cependant être mobilisées au niveau national, issues du rapportage au titre des directives Oiseaux et Habitats, Faune, Flore, d'une part, et des évaluations réalisées dans le cadre du programme Liste rouge, d'autre part. Ces deux bases listent, pour un ensemble d'espèces dont l'état de conservation ou le risque d'extinction a été évalué, les pressions citées pour chacune d'entre elles par les experts en charge des évaluations. Cette information permet ainsi de faire ressortir les pressions les plus fréquemment mentionnées, dont on peut considérer qu'elles exercent l'effet le plus dommageable sur les écosystèmes à l'échelle de l'ensemble du territoire.

Une fois la liste des pressions majeures établie, il est nécessaire d'identifier l'existence de données permettant de cartographier pour chaque pression la répartition de son intensité sur le territoire. Cette recherche s'est faite par mot-clé sur le web complété par des échanges avec des experts. Trois critères de sélection ont été définis et appliqués à chacune des données pré-identifiées afin de déterminer lesquelles pouvaient être retenues : (1) spatialisation : données associées à une localisation précise, un territoire ou une matrice spatiale ; (2) homogénéité et disponibilité sur l'ensemble du territoire ; (3) priorisation des données avec une résolution spatiale inférieure ou égale à 10 km par 10 km.

Les données disposant d'un recul temporel ont également été privilégiées, dans la mesure où elles permettent d'illustrer une dynamique, qui reflète mieux le risque de dégradation pour la biodiversité qu'une donnée plus statique : ainsi c'est l'augmentation des terres cultivées aux dépens des milieux semi-naturels plutôt que la seule surface en terres cultivées qui a été représentée. Dans ces cas, des cartes ont été produites pour l'ensemble des

périodes pour lesquelles des données étaient disponibles puis la période la plus pertinente a été sélectionnée.

Pour de nombreuses données, une fois la source pertinente identifiée, il restait à sélectionner l'indicateur le plus adéquat (par exemple, choix, parmi les indicateurs relevés sur chaque placette de l'inventaire forestier national, de ceux qui peuvent être reliés à une pression sur le milieu). Dans d'autres cas, un croisement entre plusieurs types de données a été fait pour construire la variable à cartographier (par exemple, pondération du niveau d'achat des pesticides par leur niveau de toxicité issu d'une base de données spécifique).

Au total, quarante jeux de données ont été identifiés à l'issue de ce travail, de natures très diverses : occupation des sols, indicateurs socio-économiques, présence d'infrastructures, concentration en composés chimiques, etc. Ces données constituent des indicateurs pouvant être regroupés dans différentes catégories : (1) ceux qui constituent un indicateur de ce qui est dégradé actuellement : par exemple, les surfaces incendiées ; (2) ceux qui reflètent la dynamique de dégradation observée sur une période récente, dont on fait l'hypothèse qu'elle se poursuivra dans un futur proche : c'est le cas de la surface urbanisée entre 2009 et 2018 ; (3) ceux relatifs à la présence actuelle de facteurs générant « en continu » une pression : par exemple, la concentration en polluants. Enfin, pour le seul cas du changement climatique, des données de prédiction du changement des conditions dans le futur ont pu être utilisées.

Chaque jeu de données a été mis en relation avec une pression ou plusieurs pressions. Dans certains cas, plusieurs données étaient disponibles pour une même pression : en plus d'un examen de la pertinence relative de chacune d'entre elles, leur redondance a été évaluée par des analyses en composantes principales, afin de faciliter le choix de n'en retenir qu'une partie.

### Des cartographies nationales pour chaque pression

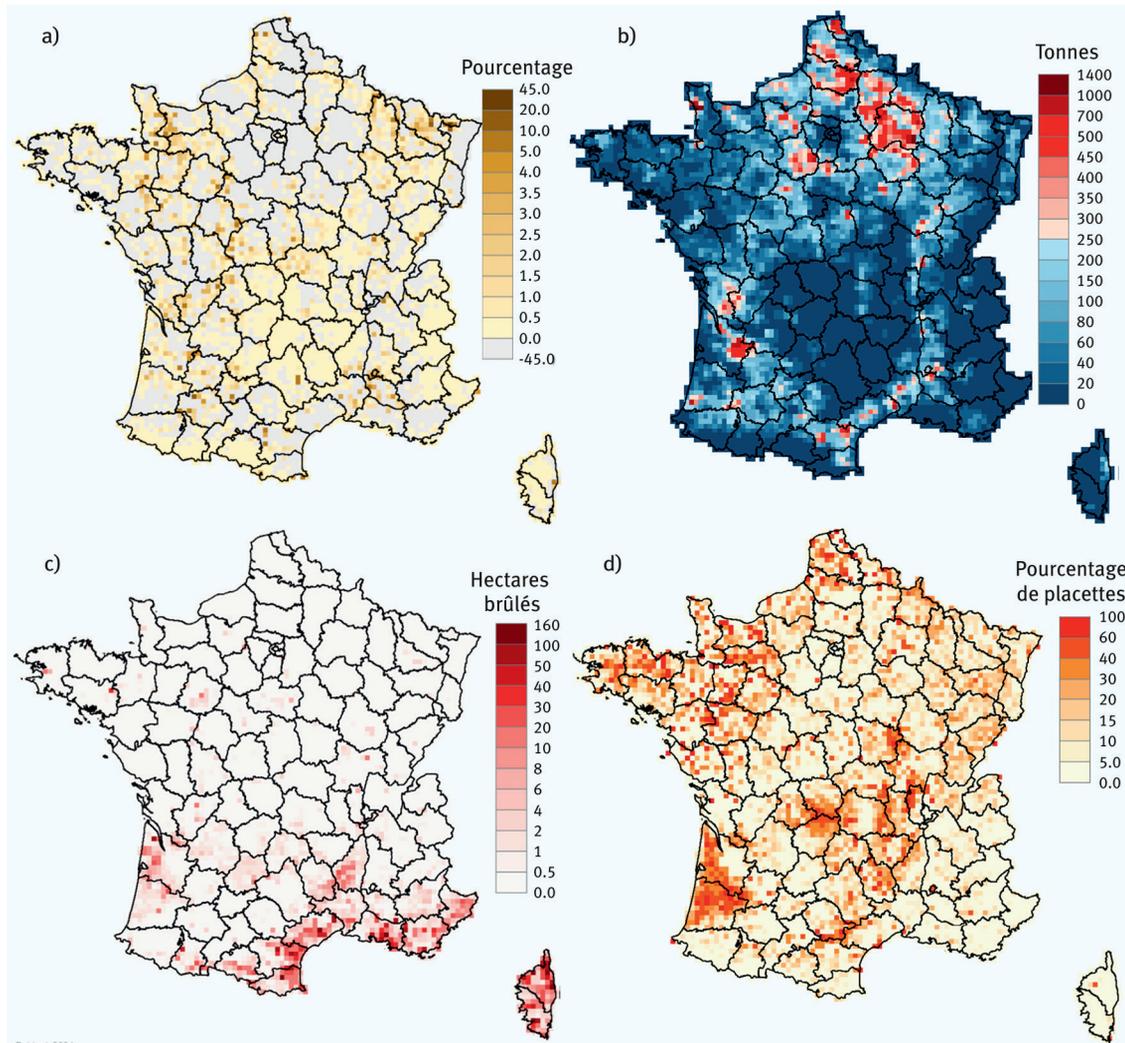
Sur les quarante et une pressions recensées comme les plus significatives au niveau national, les deux tiers, soit vingt-sept, ont pu être cartographiées. Pour les quatorze restantes, aucune donnée pertinente n'a été identifiée.

Toutes les données utilisées ont été standardisées au maillage de 10 x 10 km pour le territoire métropolitain. Des traitements spécifiques ont été appliqués selon le format spatial initial des données. Le détail de la procédure de standardisation des données est disponible dans le rapport technique cité en fin d'article (Cherrier *et al.*, 2021). Les données disposant de séries temporelles ont été moyennées sur la période retenue, à l'exception des cas où l'évolution entre deux dates constitue l'indicateur représenté.

Nous présentons ici à titre d'exemple quatre des vingt-sept cartes réalisées (figure 1). La perte d'habitat du fait de l'intensification agricole a été représentée par la différence de proportion en terres arables et cultures permanentes entre 2006 et 2018 pour chaque maille, d'après les données Corine Land Cover. L'indicateur de pollution liée aux pesticides repose sur les achats de substances, issus de la banque nationale des ventes de produits phytosanitaires : la carte représente la biomasse nécessaire pour absorber la quantité de substances pesti-

1. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services.

**Figure 1** – Exemples de cartes de pression réalisées. (a) Perte d'habitat due à l'intensification agricole ; (b) Pollution liée aux pesticides ; (c) Perte d'habitat due aux incendies ; (d) Conversion d'écosystèmes forestiers par plantation.



cides achetée en 2017, afin de limiter à 50 % la mortalité animale, sur la base du niveau de toxicité des substances pour la faune sauvage. Pour les surfaces incendiées, les données moyennes annuelles entre 2006 et 2019 de la base sur les incendies de forêts en France ont été utilisées. Enfin, la carte d'enrênement mobilise les données d'inventaire forestier de l'IGN<sup>2</sup> : elle figure le ratio entre le nombre de placettes visitées provenant de plantation et le nombre total de placettes visitées dans la maille.

Selon la thématique concernée, les zones à plus fort niveau de pression sont très différentes : moitié ouest du territoire pour la perte d'habitat liée à l'agriculture, contre moitié nord pour les pesticides. Les incendies concernent essentiellement le bassin méditerranéen et les plantations se concentrent dans les Landes, le Massif central et quart Nord-Ouest. Ces différentes répartitions s'expliquent par des facteurs spécifiques à chaque pression. La perte d'habitat liée à l'agriculture, essentiellement le retournement de prairies au profit de cultures, affecte essentiellement les zones historiques d'élevage de l'ouest. À l'inverse, les pesticides sont les plus présents dans les secteurs de grandes cultures, viticulture et maraîchage (notamment Marne, Gironde, Charente

Maritime, Eure et Loir et le long du bassin méditerranéen). Comme attendu, la majorité des incendies se situe dans les régions dont les caractéristiques climatiques accentuent ce risque. Pour les plantations, la répartition couvre une plus grande partie du territoire, avec des contextes sylvicoles différents : les Landes, dont le modèle sylvicole repose sur la plantation, le Massif central où de nombreuses plantations, majoritairement résineuses, issues du Fonds forestier national, ont accompagné la déprise agricole dans la seconde moitié du vingtième siècle et enfin le quart Nord-Ouest, dont la couverture forestière est très faible mais où la sylviculture apparaît donc relativement intensive.

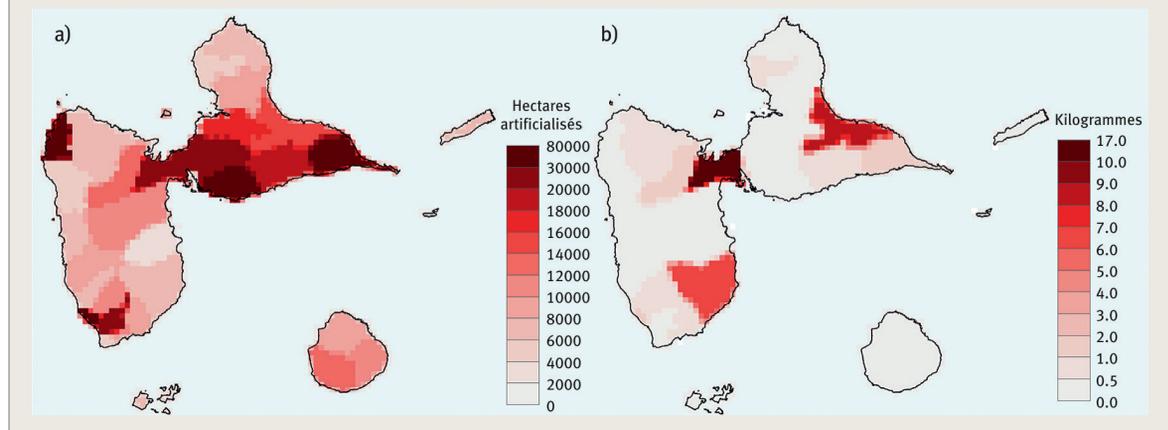
Les limites de ces cartes sont propres aux données utilisées. Elles peuvent être liées à leur trop faible résolution spatiale : c'est le cas des données Corine Land Cover, utilisées pour la carte de perte d'habitats liée à l'agriculture. C'est une problématique à prendre aussi en compte pour les données d'achat de pesticides, disponibles à l'échelle de la commune de l'acheteur, alors que les substances peuvent ensuite être épandues ailleurs que sur la commune d'achat.

<sup>2</sup> Institut national de l'information géographique et forestière.

**Encadré 1 – Pressions en Outre-mer (Suarez *et al.*, 2023).**

En Outre-mer, l'enjeu principal concernant les pressions est la disponibilité d'une donnée précise et adaptée aux spécificités et à l'échelle du territoire. La majorité des données disponibles est issue de programmes d'acquisition pensés par et pour la métropole. Une part importante de ces données est notamment disponible uniquement à l'échelle de la commune, inadaptée en contexte outre-mer, comme on peut le voir sur la carte de pollution liée aux pesticides où seules les principales agglomérations apparaissent, probablement du fait de la nature de la donnée, basée sur le code postal de l'acheteur (figure 2b). À l'inverse, la carte d'artificialisation (figure 2a) à partir des données d'occupation des sols spécifiques à la Guadeloupe (KaruCover) illustre bien le fort intérêt de données sur les pressions adaptées au contexte des territoires d'Outre-mer.

**Figure 2 – Cartographie au maillage 1 km x 1 km en Guadeloupe des pressions de (a) perte d'habitat due à l'artificialisation, (b) pollution liée à l'usage de pesticides en agriculture.**



La résolution temporelle peut aussi être mise en cause. Pour la perte d'habitat liée à l'agriculture, le choix de la période 2006-2018 a l'avantage de se concentrer sur les évolutions les plus récentes. Mais il ne permet pas d'intégrer des pressions plus anciennes, comme la disparition des prairies beauceronnes après 1950, ni de relativiser ces tendances par rapport à des données historiques comme l'augmentation de ces prairies dans la première moitié du vingtième siècle. Par ailleurs, dans ce cas précis, la finesse de la typologie de la donnée Corine Land Cover est insuffisante pour distinguer des évolutions au sein des cultures, qui peuvent pourtant se révéler préjudiciables pour la biodiversité (par exemple, remplacement des céréales de printemps par des cultures d'hiver). La nécessité d'intégrer cette dimension temporelle peut aussi être un obstacle faute de données disponibles. Ainsi, l'évolution du linéaire de haies aurait été un indicateur très pertinent mais qui n'a pu être intégré en l'absence de données historiques.

Par ailleurs, le lien entre l'indicateur utilisé et la pression qu'on cherche à représenter est aussi souvent à relativiser. Ainsi, concernant la carte des plantations, si la gestion des peuplements en plantation est généralement considérée comme moins favorable à la biodiversité que la régénération naturelle, le niveau de pression est cependant surtout lié aux essences plantées et aux modalités de plantation, très diverses, dont l'indicateur ne tient pas compte. Pour les incendies, la carte ne rend pas compte de leur récurrence, critère important pour évaluer leur impact, ni du fait que certains écosystèmes tolèrent, voire nécessitent des épisodes de feu.

### Cartographier les pressions par secteur d'activité par des cartes de synthèse

Cumuler plusieurs pressions permet d'identifier sur une carte unique les secteurs où les activités humaines sont

susceptibles de générer le plus grand risque de perte de biodiversité. C'est donc à la fois un moyen de synthétiser l'information et de prioriser l'action.

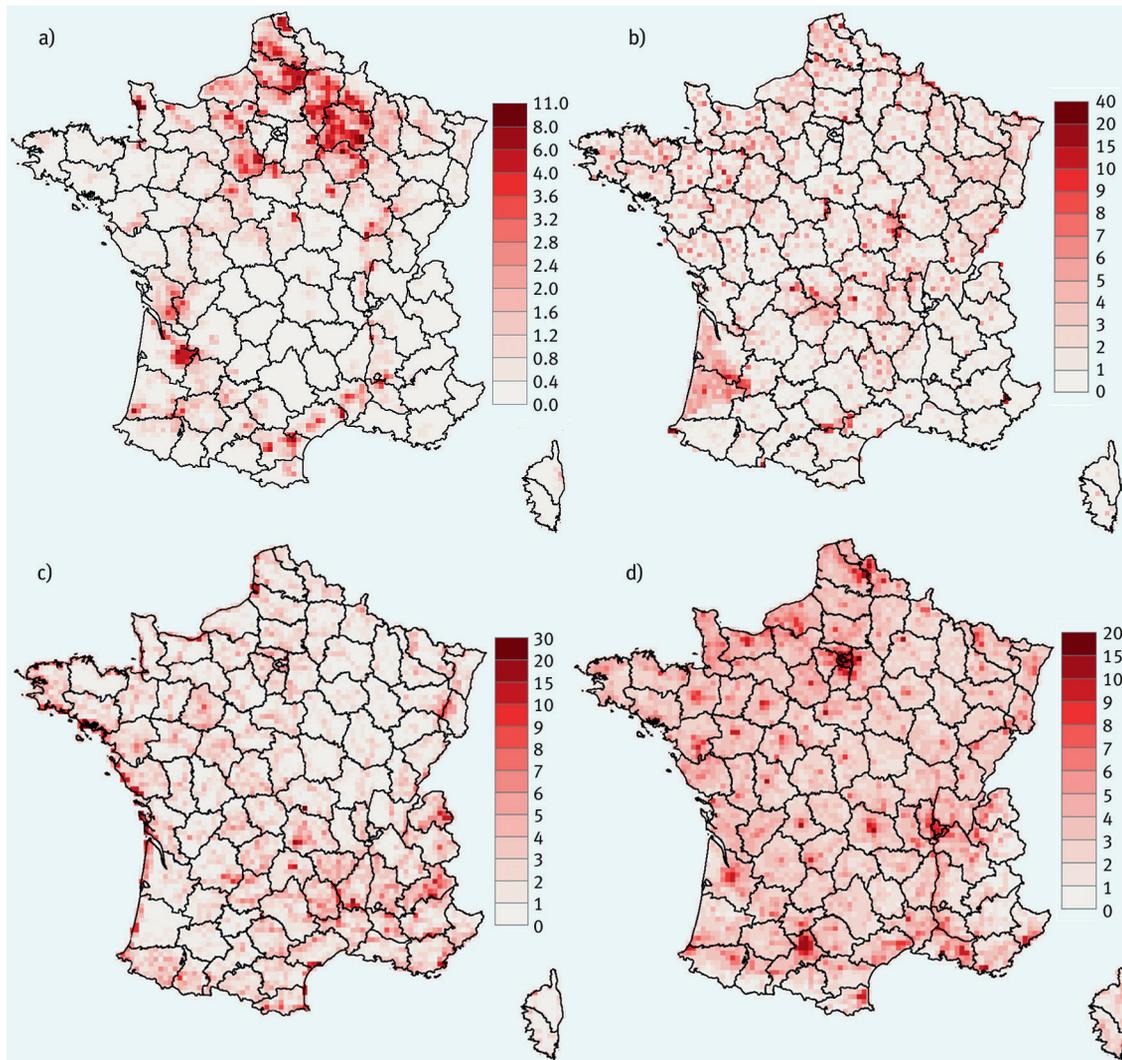
Nous avons choisi de construire ces cartes cumulées en regroupant les pressions selon le type d'activité qui en sont à l'origine. Ces cartes synthétiques pourront être utilisées pour contribuer à évaluer le risque d'impact généré localement par chaque grande catégorie d'activités anthropiques : elles permettent d'identifier de façon rapide où l'ensemble des pressions générées par un secteur d'activité donné sur la biodiversité est le plus fort. Elles sont un outil pour identifier les politiques sectorielles à prendre en compte, même si, pour un diagnostic plus fin, l'utilisation des cartes par pression sera plus indiquée.

En termes méthodologiques, les pressions pouvant être associées à chaque grande catégorie d'activités anthropiques ont été sélectionnées. Puis chacune des variables correspondantes a été centrée et réduite individuellement. Les variables normalisées au sein d'une même activité ont ensuite été sommées.

Cinq cartes par activité ont été proposées (figure 3), concernant le cumul des pressions générées par l'urbanisation, l'agriculture intensive, la sylviculture et le secteur du tourisme et des loisirs. Une carte synthétisant la pression générée par le changement climatique a également été produite.

Ces cartes restent cependant à utiliser avec précaution. D'une part, elles entraînent nécessairement une perte d'information sur le détail des pressions s'exerçant sur une zone donnée. D'autre part, elles reposent sur l'hypothèse que les indicateurs de chaque pression pourraient s'additionner, et que la résultante refléterait fidèlement le niveau global de pression. Or il est très difficile de comparer le niveau d'impact généré par deux types de pressions différents, la simple somme des indicateurs est en réalité une construction très artificielle, dont on ne

**Figure 3** – Indice de cumul des pressions générées par (a) l’urbanisation, (b) l’agriculture intensive, (c) le secteur du tourisme et des loisirs et (d) la sylviculture.



peut pas dire si elle traduit correctement l’importance relative de chaque pression.

Chacune de ces cartes de synthèse est construite à partir de deux à quatre cartes de pressions. Les cartes demeurent contrastées, avec une répartition des niveaux de pression spécifique pour chaque secteur d’activité. L’urbanisation se concentre autour des métropoles, dans le bassin méditerranéen et la façade atlantique. Les zones de grande culture et d’élevage intensif ressortent clairement pour l’intensification agricole. Les problématiques liées à la fréquentation des espaces naturels sont les plus importantes sur le littoral, dans la moitié sud et au sein des massifs montagneux. La carte concernant la sylviculture fait apparaître en premier lieu les massifs de monoculture résineuse (Landes, Morvan, plateau des Millevaches) ainsi que le nord-ouest, de façon plus diffuse puisque moins boisé.

**Perspectives : un premier catalogue pouvant nourrir d’autres projets**

Ces cartographies des pressions ont été mises à disposition des services déconcentrés de l’État et des régions, en tant qu’outil de connaissance pour la mise en œuvre

de la Stratégie nationale pour les aires protégées. Dans le même cadre, elles ont été mobilisées par Patrinat pour un croisement avec les espaces à enjeux de biodiversité insuffisamment couverts par le réseau d’aires protégées actuel. Ces cartes peuvent néanmoins être utilisées pour d’autres programmes de conservation de la biodiversité, soit telles quelles, soit en mobilisant de nouveau les données sources, dont la résolution spatiale est souvent plus fine. Pour beaucoup des pressions considérées, les aires protégées ne constituent pas en effet la seule réponse, voire peuvent se révéler moins pertinentes que d’autres politiques publiques (trame verte et bleue, politique agricole...).

Il s’agit à notre connaissance du travail de mise en commun de plusieurs bases de données d’origine diverses et de cartographies multiples le plus complet sur l’ensemble du territoire français continental. L’objectif étant de se fonder sur les données déjà disponibles, la construction de ce catalogue posait donc la question de savoir si, parmi tous les jeux de données existant, il s’en trouvait suffisamment pour représenter au niveau national toutes les pressions dont l’impact sur la biodiversité est significatif. En ce sens, les résultats sont assez encourageants : deux tiers des pressions répertoriées ont pu être cartographiées. À l’inverse,

du côté des territoires d'Outre-mer, le catalogue des pressions souligne des lacunes de disponibilité ou de pertinence des données de pressions, voire l'absence quasi-totale de données spatialisées uniformes dans le cas des collectivités d'Outre-Mer.

Ce résultat global ne doit pas masquer les insuffisances qualitatives de certaines données, en termes de précision, de pertinence ou de fiabilité : le travail de collecte et d'information restant à fournir reste donc majeur. À ce titre, ce premier catalogue des cartes de pressions sera prolongé sur deux volets. D'une part, l'Observatoire national de la biodiversité doit produire en 2024 une mise à jour de sa carte publiée en 2019 (Observatoire national de la biodiversité, 2019), qui aura vocation à être plus précise et à intégrer de nouvelles données. D'autre part, il reste donc nécessaire de développer, traiter et mettre à disposition de nouveaux jeux de données pour répondre au besoin de cartographier les pressions qui ne peuvent pas l'être actuellement. Un premier pas dans ce sens est engagé avec l'intégration dans le système d'information de la biodiversité d'un système d'information dédié dont les référentiels techniques sont en cours d'élaboration.

En matière de conservation de la biodiversité, cet état des lieux montre aussi que rares sont les territoires à n'être pas fortement soumis à l'une ou l'autre des pressions.

Appréhender la conservation en intégrant la répartition de ces pressions plutôt qu'en se focalisant uniquement sur la présence d'espèces et habitats à enjeux est donc plus que jamais nécessaire pour que nos politiques de conservation jouent pleinement leur rôle dans la lutte contre la perte de biodiversité.

## RÉFÉRENCES

- Cherrier O., Prima M.-C., Rouveyrol P., 2021. Cartographie des pressions anthropiques en France continentale métropolitaine – Catalogue pour un diagnostic du réseau d'espaces protégés, PatriNat (OFB/CNRS/MNH), Paris, 110 p. <https://inpn.mnhn.fr/docs-web/docs/download/384370>
- Observatoire national de la biodiversité, 2019. La carte des pressions. <https://naturefrance.fr/la-carte-des-pressions>
- Ostwald A., Tulloch V. J. D., Kyne P. M., Bax N. J., Dunstan P. K., Ferreira L. C., 2021. Mapping threats to species: Method matters, *Marine Policy*, 131, 104614. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104614>
- Sanderson E. W., Jaiteh M., Levy M. A., Redford K. H., Wannebo A. V., Woolmer G., 2002. The Human Footprint and the Last of the Wild, *BioScience*, 52, 891-904. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2002\)052\[0891:THFATL\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2002)052[0891:THFATL]2.0.CO;2)
- Suarez L., Prima M.-C., Rouveyrol P., 2023. Cartographie des pressions anthropiques sur les milieux terrestre et dulcicoles en Guadeloupe, PatriNat, Paris, 44 p.