

Croisement des enjeux de biodiversité et des pressions pour l'évaluation du réseau d'aires protégées métropolitain terrestre

Léa SUAREZ, Marie-Caroline PRIMA, Paul ROUYEYROL



PATrinAT

Centre d'expertise et de données sur le patrimoine naturel

Un service commun
de l'Office français de la biodiversité,
du Muséum national d'Histoire naturelle,
du Centre national de la recherche scientifique
et de l'Institut pour la recherche et le développement



Nom du Programme/Projet : Espaces protégés

Chef de l'équipe en charge du programme : Katia HÉRARD

Chef de projet : Paul ROUVEYROL

Chargées de mission : Léa SUAREZ, Marie-Caroline PRIMA

Contributeurs et experts mobilisés : Marie LA RIVIÈRE, Isabelle WITTÉ

Relecteurs : Katia HÉRARD, Lilian LÉONARD, Camille BERNARD

Référence du rapport conseillée : Suarez, L., Prima, M-C., Rouveyrol, P., 2023. Croisement des enjeux de biodiversité et des pressions pour l'évaluation du réseau d'aires protégées métropolitain terrestre, PatriNat (OFB-MNHN-CNRS-IRD), Paris, 78p.

PatriNat

Centre d'expertise et de données sur le patrimoine naturel



Dans une unité scientifique associant des ingénieurs, des experts et des spécialistes de la donnée, PatriNat rapproche les compétences et les moyens de ses quatre tutelles que sont l'OFB, le MNHN, le CNRS et l'IRD.

PatriNat coordonne des programmes nationaux d'acquisition de connaissance pour cartographier les écosystèmes, les espèces et les aires protégées, surveiller les tendances de la biodiversité terrestre et marine, répertorier les zones clefs pour la conservation de la nature (Znieff), et produire des référentiels scientifiques et techniques (TaxRef, HabRef, etc.). Ces programmes associent de nombreux partenaires et fédèrent les citoyens à travers des observatoires de sciences participatives (tels que Vigie-Nature, INPN espèces ou Vigie-terre).

PatriNat développe des systèmes d'information permettant de standardiser, partager, découvrir, synthétiser et archiver les données aussi bien pour les politiques publiques (SIB, SINP) que pour la recherche (PNDB) en assurant le lien avec les systèmes internationaux (GBIF, CDDA, etc.)

PatriNat apporte son expertise dans l'interprétation des données pour accompagner les acteurs et aider les décideurs à orienter leurs politiques : production d'indicateurs, notamment pour l'[Observatoire national de la biodiversité](#) (ONB) et des livrets de chiffres clés, élaboration des Listes rouges des espèces et écosystèmes menacés, revues systématiques, préparation des rapportages pour les directives européennes, élaboration d'outils de diagnostic de la biodiversité pour les acteurs des territoires, ou encore évaluation de l'efficacité des mesures de restauration. PatriNat organise également l'autorité scientifique CITES pour la France.

L'ensemble des informations (de la donnée brute à la donnée de synthèse) est rendu publique dans les portails NatureFrance, INPN et Compteur BIOM.

En savoir plus : www.patrinat.fr

Direction : Laurent PONCET et Julien TOUROULT

Naturefrance

Le service public d'information sur la biodiversité



Naturefrance représente le service public d'information sur les politiques publiques de biodiversité en France. Il se décline dans plusieurs portails d'information, dont le portail général naturefrance.fr. Destiné à un public aussi large que possible, il propose des clés de lecture des grands enjeux liés à la biodiversité et à son évolution, aux pressions qu'elle subit, et aux réponses de la société. Naturefrance présente des chiffres clés, des indicateurs développés dans le cadre de l'ONB (Observatoire national de la biodiversité), des articles et des publications, issus de l'analyse scientifique des données provenant des politiques publiques de conservation ou d'activités socio-économiques favorables ou défavorables à la biodiversité.

Dans le cadre de cette mission confiée par l'OFB, PatriNat gère ce portail et participe au traitement, à l'analyse et à l'interprétation d'une partie des données versées sur Naturefrance : par exemple, celles provenant du Système d'information de l'inventaire du patrimoine naturel (SINP) ou encore du Système d'information de la Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (SI CITES).

En savoir plus : naturefrance.fr

Inventaire national du patrimoine naturel

Le portail de la biodiversité et de la géodiversité françaises, de métropole et d'outre-mer



Dans le cadre de Naturefrance, l'Inventaire national du patrimoine naturel (INPN) est le portail de la biodiversité et de la géodiversité françaises, de métropole et d'outre-mer (www.inpn.fr). Il regroupe et diffuse les informations sur l'état et les tendances du patrimoine naturel français terrestre et marin (espèces animales, végétales, fongiques et microbiennes actuelles et anciennes, habitats naturels, espaces protégés et géologie) en France métropolitaine et ultramarine.

Les données proviennent du Système d'information de l'inventaire du patrimoine naturel (SINP) et de l'ensemble des réseaux associés. PatriNat organise au niveau national la gestion, la validation, la centralisation et la diffusion de ces informations. L'inventaire consolidé qui en résulte est l'aboutissement d'un travail associant scientifiques, collectivités territoriales, naturalistes et associations de protection de la nature, en vue d'établir une synthèse régulièrement mise à jour du patrimoine naturel en France.

L'INPN est un dispositif de référence français pour la connaissance naturaliste, l'expertise, la recherche en macroécologie et l'élaboration de stratégies de conservation efficaces du patrimoine naturel. L'ensemble de ces informations sont mises à la disposition de tous, professionnels, amateurs et citoyens.

En savoir plus : www.inpn.fr

Compteur Biodiversité Outre-mer

Le portail des indicateurs, des enjeux et des initiatives sur la biodiversité en outre-mer



Dans le cadre de Naturefrance, le Compteur de la biodiversité Outre-mer (BiOM) développe une entrée dédiée aux territoires ultramarins français qui abritent une part importante de la biodiversité mondiale. Portail accessible, actualisé et pérenne, il favorise la rencontre des citoyens et des acteurs de la biodiversité, autour de trois objectifs : partager la connaissance scientifique, valoriser les actions des territoires ultramarins, et encourager chacun à agir. Cette démarche vise à relater les contextes culturels et mettre en avant des enjeux spécifiques de chaque territoire, pour répondre à un engagement du Livre bleu des Outre-mer.

Des études auprès des citoyens viennent compléter l'initiative : par exemple le premier panorama des programmes de sciences participatives dans les territoires, et une enquête sur la perception de la nature et l'utilisation des outils numériques.

PatriNat assure la mise en œuvre du projet et avec la participation des acteurs des outre-mer, suivant trois axes : production d'indicateurs de biodiversité (connaissances, espèces menacées, espaces protégés, etc.), relai des actions de mobilisation et de sciences participatives (écogestes, inventaires participatifs, etc.) et gestion technique du portail

En savoir plus : biodiversite-outre-mer.fr

SOMMAIRE

1.	Introduction	7
1.1.	Contexte et enjeux.....	7
1.2.	Historique des travaux menés par PatriNat dans le cadre de la SNAP 2030.....	8
1.3.	Croisement des pressions et des enjeux	10
2.	Synthèse bibliographique des méthodes.....	10
2.1.	Concepts et définitions	10
2.1.1.	Les pressions	10
2.1.2.	Sensibilité et vulnérabilité	12
2.1.3.	Deux approches face aux pressions.....	13
2.2.	Panorama des différentes méthodes de prise en compte des pressions pour la conservation de la biodiversité	15
2.2.1.	Méthode de bilan bibliographique	15
2.2.2.	Différentes approches d'analyse des données d'impact et de pressions	15
2.2.3.	Cas de l'approche cartographique.....	17
2.3.	Analyse des avantages et limites	19
2.3.1.	Cartographies des enjeux de biodiversité et des pressions cumulées	19
2.3.2.	Exposition des points chauds de biodiversité aux pressions	20
2.3.2.1.	Méthode	20
2.3.2.2.	Avantages de la méthode	21
2.3.2.3.	Limites de la méthode	21
2.3.3.	Calcul du risque d'impact des pressions avec un filtre vulnérabilité espèce/pression	22
2.3.3.1.	Méthode	22
2.3.3.2.	Avantages de la méthode	22
2.3.3.3.	Limites de la méthode	22
2.3.4.	Calcul du risque d'impact des pressions pondéré par le niveau de sensibilité espèce/pression.....	23
2.3.4.1.	Méthode	23
2.3.4.2.	Avantages de la méthode	24
2.3.4.3.	Limites de la méthode	24
3.	Méthodologie de cartographie et d'interprétation.....	24
3.1.	Présentation de la méthode de croisement	24
3.1.1.	Modalités du croisement.....	24

3.1.2.	Sélection des pressions étudiées dans l'analyse	25
3.1.2.1.	Pressions pouvant être traitées par des aires protégées	25
3.1.2.2.	Cas de la fragmentation.....	26
3.1.2.3.	Choix de pressions cumulées par secteur d'activité.....	26
3.1.3.	Construction des données de vulnérabilité.....	27
3.1.3.1.	Liens vulnérabilité espèce-pression.....	27
3.1.3.2.	Espèces incluses dans les cartes de croisement enjeux et pressions.....	28
3.1.3.3.	Vulnérabilité aux grandes sources de pression	31
3.2.	Méthode d'analyse des cartes de croisement enjeux et pressions.....	33
4.	Présentation et analyse des cartes produites	36
4.1.	Urbanisation	37
4.1.1.	Cartographie du croisement des pressions et espèces vulnérables à l'échelle nationale	37
4.1.1.1.	Localisation des points chauds de biodiversité à fort risque d'impact lié à l'urbanisation.....	37
4.1.1.2.	Localisation des points chauds de biodiversité à fort risque d'impact lié à l'urbanisation et insuffisamment couverts par le réseau d'aires protégées	38
4.1.1.3.	Analyse par grands types de milieux	40
4.1.2.	Conclusions	41
4.2.	Agriculture intensive.....	42
4.2.1.	Cartographie du croisement des pressions et espèces vulnérables à l'échelle nationale	42
4.2.1.1.	Localisation des points chauds de biodiversité à fort risque d'impact lié à l'intensification agricole	42
4.2.1.2.	Localisation des points chauds de biodiversité à fort risque d'impact lié à l'intensification agricole et insuffisamment couverts par le réseau d'aires protégées	43
4.2.1.3.	Analyse par grands types de milieux	45
4.2.2.	Conclusions	46
4.3.	Sylviculture	47
4.3.1.	Cartographie du croisement des pressions et espèces vulnérables à l'échelle nationale	47
4.3.1.1.	Localisation des points chauds de biodiversité à fort risque d'impact lié à l'intensification sylvicole.....	47
4.3.1.2.	Localisation des points chauds de biodiversité à fort risque d'impact lié à l'intensification sylvicole et insuffisamment couverts par le réseau d'aires protégées	48
4.3.1.3.	Analyse par grands types de milieux	50
4.3.2.	Conclusions	51
4.4.	Espèces exotiques envahissantes	52
4.4.1.	Cartographie du croisement des pressions et espèces vulnérables à l'échelle nationale	52
4.4.1.1.	Localisation des points chauds de biodiversité à fort risque d'impact lié aux espèces exotiques envahissantes	52
4.4.1.2.	Localisation des points chauds de biodiversité à fort risque d'impact lié aux espèces exotiques envahissantes et insuffisamment couverts par le réseau d'aires protégées	53

4.4.1.3. Analyse par grands types de milieux	54
4.4.2. Conclusions	54
4.5. Fréquentation et dérangement	55
4.5.1. Cartographie du croisement des pressions et espèces vulnérables à l'échelle nationale	55
4.5.1.1. Localisation des points chauds de biodiversité à fort risque d'impact lié au dérangement	55
4.5.1.2. Localisation des points chauds de biodiversité à fort risque d'impact lié au dérangement et insuffisamment couverts par le réseau d'aires protégées	56
4.5.1.3. Analyse par grands types de milieux	57
4.5.2. Conclusions	58
5. Perspectives et conclusion	59
5.1. Une proposition d'approche pour la prise en compte des pressions dans l'analyse du réseau d'aires protégées.....	59
5.2. Perspectives de travail.....	59
5.2.1. Un travail à décliner localement.....	59
5.2.2. Approfondissement de la méthode.....	60
Bibliographie	61
Annexes	63
7.1. Annexe 1 – Tableau d'analyse de la pertinence des pressions pour la création d'aires protégées	64
7.2. Annexe 2 – Cartes par milieu des niveaux de pressions et nombre d'espèces vulnérables sur les points chauds de biodiversité insuffisamment couverts par le réseau d'aires de protection forte en France métropolitaine continentale.....	69
7.2.1. Urbanisation	69
7.2.2. Intensification agricole	70
7.2.3. Intensification sylvicole.....	71
7.2.4. Espèces exotiques envahissantes	72
7.2.5. Fréquentation	73
Glossaire	74

1. Introduction

1.1. Contexte et enjeux

De multiples pressions d'origine anthropique fragilisent l'état de la biodiversité en France, parmi lesquelles l'artificialisation du territoire, l'intensification des pratiques agricoles et sylvicoles, la prolifération d'espèces exotiques envahissantes, et le dérangement dû à la fréquentation. Il est donc crucial **d'identifier ces pressions et leur risque d'impact sur les points chauds de biodiversité**, afin de mettre en œuvre une réponse adaptée, notamment par le biais de la création, l'extension ou le renforcement d'aires protégées.

La Stratégie Nationale pour les Aires Protégées 2030 (SNAP 2030), publiée en janvier 2021 vise l'amélioration du réseau d'aires protégées en métropole et outre-mer, pour le milieu terrestre et le milieu marin. Elle cible notamment une augmentation de la surface du réseau en vue d'atteindre 30% de protection du territoire français dont 10% sous protection forte telle que définie dans la stratégie¹ (Ministère de la Transition écologique & Ministère de la mer, 2021b)(Figure 1). La SNAP a pour objectif **d'intensifier la protection des écosystèmes d'intérêt remarquables, particulièrement menacés**, et d'améliorer la représentativité des habitats et espèces au sein du réseau (Ministère de la Transition écologique & Ministère de la mer, 2021a). La SNAP 2030 vise également une **amélioration qualitative de la protection**, avec des aires protégées plus résilientes, plus connectées et dont la gestion est adaptée aux enjeux et aux usages.

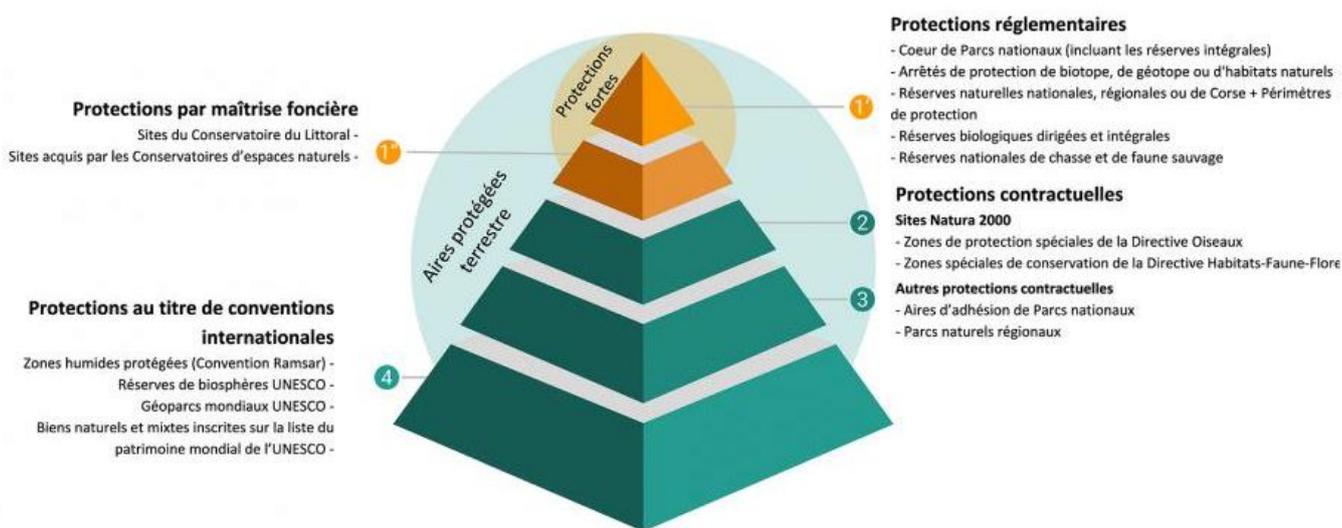


Figure 1 : Outils des aires protégées terrestres de métropole selon les types de protection gérés par l'INPN (Léonard et al., 2020)

Notre travail a pour objectif de répondre à ces enjeux de meilleure prise en compte des pressions, par **leur intégration à l'évaluation du réseau d'aires protégées**. Il s'intègre à la fois dans les objectifs quantitatifs d'extension et de renforcement du réseau via l'atteinte des 30% du territoire national en aires protégées et 10% sous protection forte et à la fois aux objectifs qualitatifs de cohérence et de résilience des réseaux d'aires protégées.

Ce rapport fournit une méthodologie innovante pour le croisement des enjeux et des pressions en France métropolitaine continentale, une clé d'interprétation des résultats de croisement et des propositions d'approches concrètes d'action sur les pressions pour former un outil d'aide à la décision à plusieurs échelles (nationales et locales), notamment dans le cadre de l'élaboration des plans d'action territoriaux, qui visent à décliner les actions

¹ La catégorie « Protection forte » dans le cadre de notre travail correspond au cumul des outils de protection réglementaires et de maîtrise foncière. Elle diffère cependant de la reconnaissance des zones de protection forte selon l'annexe 1 de la Stratégie nationale des aires protégées, en lien avec le décret n°2022-527 du 12 avril 2022, dont le travail d'identification est, au moment de la rédaction de notre rapport, toujours en cours.

nationales et à définir des actions spécifiques répondant aux enjeux régionaux. C'est pourquoi des livrets régionaux ont été également produits et déclinent pour les régions la méthodologie appliquée pour l'échelle nationale.

Les cartographies produites et la méthodologie associée pourront par ailleurs apporter un éclairage dans le cadre de travaux au-delà de l'évaluation du réseau d'aires protégées, tels que les travaux menés sur la restauration des écosystèmes, la naturalité, la connectivité, etc.

1.2. Historique des travaux menés par PatriNat dans le cadre de la SNAP 2030

L'objectif de ce travail est de contribuer à identifier les zones prioritaires pour le développement du réseau d'aires protégées. Il a vocation à proposer des analyses cartographiques basées sur les enjeux et les pressions auxquelles ils sont confrontés.

Il fait suite à de précédents travaux sur le réseau terrestre métropolitain présentés dans Léonard *et al.* (2020) qui consistaient à évaluer le niveau de représentativité du réseau d'aires protégées pour les enjeux biologiques des espèces et habitats, par la localisation des points chauds (*hotspots*) pour la conservation de la biodiversité puis l'évaluation de leur niveau de couverture par le réseau d'aires protégées, et enfin la cartographie de secteurs à enjeux insuffisamment couverts.

Ce précédent diagnostic se basait sur une sélection d'espèces et habitats à enjeux de conservation, et dont l'aire de répartition était suffisamment connue pour permettre les analyses. Seul le volet espèces du diagnostic est utilisé dans le présent rapport. Des seuils de représentativité ont été définis pour ces espèces, représentant la proportion minimale de couverture par le réseau d'aires protégées à atteindre pour considérer qu'elles étaient suffisamment couvertes. Puis un croisement des aires de distribution de chaque espèce avec le réseau d'aires protégées² a été effectué pour évaluer le niveau de couverture effectif. Le réseau a été analysé en trois niveaux de cumul d'outils de protection : les aires de protection forte³, les aires de protection forte auxquelles on ajoute les sites Natura 2000 et enfin l'ensemble des aires protégées au sens de la SNAP 2030 (cf. Figure 1). Outre le niveau de couverture de l'aire de distribution de chaque espèce, ce croisement a également permis d'identifier les zones à enjeux insuffisamment couvertes, grâce à un processus d'optimisation par le logiciel Marxan. Cette optimisation a en effet fait émerger un groupe de mailles du territoire dont l'assemblage d'espèces est tel que cet ensemble de mailles est le plus approprié pour atteindre les seuils de représentativité des espèces, on peut alors parler de mailles irremplaçables. Le résultat de ce diagnostic du réseau est donc une cartographie à une résolution de 10 km² des points chauds de biodiversité insuffisamment couverts par le réseau qui sera utilisée comme base de travail du présent rapport.

Le terme « Point chaud de biodiversité » : La définition communément acceptée au sein des organismes internationaux (The Critical Ecosystem Partnership Fund (CEPF), Conservation international) pour le Point chaud de biodiversité est « une région devant contenir au moins 1500 espèces endémiques de plantes vasculaires et ayant perdu au moins 70% de l'habitat originel ». En tout, ce sont 36 zones dans le monde qui ont été qualifiées de Points chauds de biodiversité, c'est-à-dire à la biodiversité irremplaçable et dégradée⁴. Toutefois, par souci de cohérence entre les travaux, le terme point chaud de biodiversité dans le présent rapport est utilisé selon la définition qui en est faite dans le rapport de Léonard *et al.* (2020), c'est-à-dire des **zones à conserver prioritairement car « irremplaçables » du fait de l'assemblage d'espèces qu'elles abritent, indépendamment de leur niveau de dégradation.**

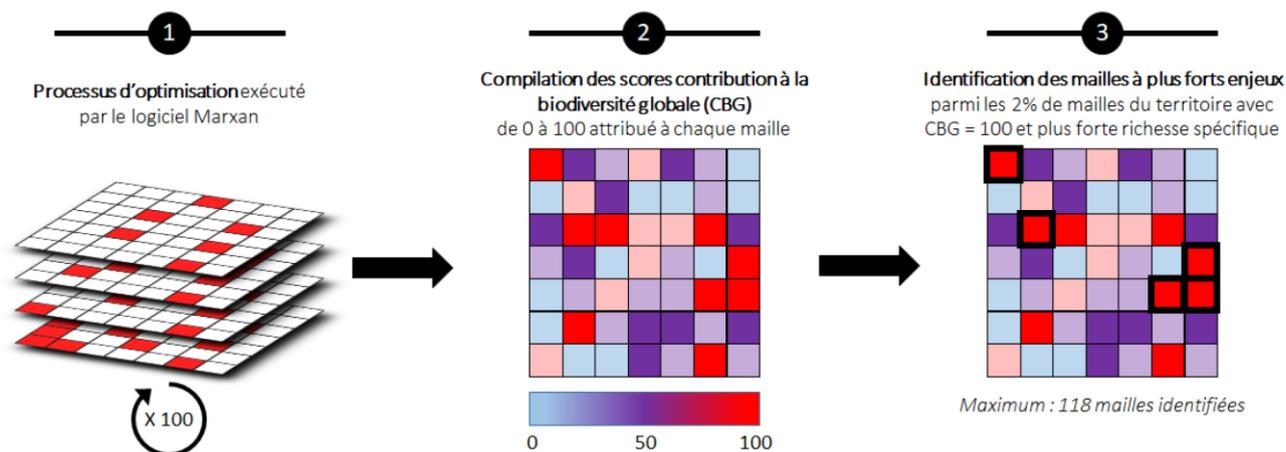
² Extraction de la base Espaces protégées de Mars 2020

³ Outils de protection réglementaires et de maîtrise foncière

⁴ <https://www.conservation.org/priorities/biodiversity-hotspots>

Processus d'optimisation Marxan

Les points chauds sont identifiés grâce à un processus d'optimisation exécuté par le logiciel Marxan (Ball et al. 2009), qui analyse la combinaison la plus efficace de mailles à protéger afin d'assurer une bonne représentativité de chaque taxon dans le réseau d'aires protégées, c'est-à-dire une couverture suffisante de la surface de répartition du taxon selon son niveau d'enjeu (cf. Léonard et al., 2020 pour la méthodologie de définition des taux de représentativité). Les résultats pouvant varier à chaque itération, le processus a été répété 100 fois, et les mailles ayant été sélectionnées quasi-systématiquement ($CBG \geq 80$) sont celles sélectionnées dans le cadre du présent travail.



Dans le prolongement de ce travail, une cartographie des principales pressions d'origine anthropique en métropole continentale a été élaborée, sous la forme d'un catalogue de cartes⁵ pour l'ensemble des données disponibles (Cherrier et al., 2021). Pour chaque pression ayant un impact significatif⁶ sur la biodiversité en France métropolitaine, des couches de données spatialisées indicatrices de la pression ont été recherchées et standardisées. Chacune des couches a été par ailleurs rattachée à une catégorie de pressions de la typologie des diagnostics territoriaux⁷, qui est une classification exclusive, c'est-à-dire que chaque couche ne peut être rattachée qu'à une seule pression. Cette typologie a été sélectionnée car elle respecte la distinction entre la source, généralement une activité anthropique, et la pression (Cherrier et al., 2021), alors que ces deux notions sont souvent mises au même plan dans les autres typologies. Lorsque les données étaient disponibles, une carte a été produite, en utilisant la même résolution de 10km^2 que celle du diagnostic du réseau d'aires protégées, pour un total de 27 cartes de pressions. De plus, cinq cartes de synthèse de pressions par source ont été produites, quatre sur la base d'un secteur d'activité source majeur, à savoir l'agriculture intensive, la sylviculture, l'urbanisation, le tourisme et les activités récréatives, ainsi qu'une pour le changement climatique. Ce sont ces cartes de synthèse qui seront majoritairement utilisées dans le présent rapport.

⁵ <https://professionnels.ofb.fr/fr/boite-outils-strategie-nationale-aires-protgees>

⁶ Cf. Partie 2 Cherrier et al. (2021) pour l'identification des principales pressions ayant un impact significatif sur la biodiversité

⁷ Les diagnostics territoriaux : « État des lieux qui recense, sur un territoire déterminé, les problèmes, les forces, les faiblesses, les attentes des personnes, les enjeux économiques, environnementaux, sociaux (...) Il fournit des explications sur l'évolution du passé et des appréciations sur l'évolution future ». (Délégation interministérielle à l'aménagement du territoire et à l'attractivité régionale (DATAR))

1.3. Croisement des pressions et des enjeux

Le travail présenté ici s'intègre dans la poursuite de ces travaux : il vise à croiser la localisation des enjeux de biodiversité et de leur niveau de couverture par les espaces protégés avec les pressions auxquelles ils sont confrontés. L'objectif est de développer un réseau contribuant à une meilleure conservation globale, non seulement basé sur la densité de biodiversité, intégrant leur caractère irremplaçable, mais aussi sur les facteurs menaçant cette biodiversité et justifiant un besoin de protection (Joseph *et al.*, 2009; Rodrigues *et al.*, 2003). Les résultats de ce travail seront un outil d'aide à la décision à l'échelle nationale et locale, à la fois pour le renforcement du réseau d'aires protégées et plus largement pour accompagner les actions de conservation de la biodiversité (restauration, etc.).

Le rapport présente dans un premier temps un bilan bibliographique des méthodes de croisement cartographique des enjeux de biodiversité et de pressions afin d'identifier la plus adaptée aux données disponibles et la plus pertinente vis-à-vis de l'objectif d'amélioration du réseau d'aires protégées.

Une cartographie de croisement des enjeux et des pressions par grand secteur source de pressions a ensuite été produite et analysée sur la base du niveau des pressions et de la vulnérabilité des espèces à ces pressions. Cette approche à double entrée doit permettre notamment de différencier zones nécessitant une approche préventive, c'est-à-dire la préservation de zones non impactées, et celles devant bénéficier d'une approche réactive, visant la réduction des pressions et la restauration de zones impactées.

2. Synthèse bibliographique des méthodes

2.1. Concepts et définitions

2.1.1. Les pressions

Le terme « pression », et le vocabulaire utilisé plus généralement pour désigner les effets négatifs sur la biodiversité, fait l'objet de définitions qui varient selon les auteurs et l'objectif visé par les études. Elles s'appuient cependant majoritairement sur des modèles conceptuels en particulier les modèles Pression-État-Réponse (PER) et Force motrice-Pression-État-Impact-Réponse (DPSIR) (Figure 2). Une analyse des différents termes et modèles existants a été réalisée dans le rapport Cherrier *et al.* (2021). Elle a conduit à retenir la définition suivante pour le terme « Pression »:

« Événement ou agent (biologique, chimique ou physique) exercé par une source (dérivé d'une activité) pour produire un effet qui peut conduire à un dommage ou causer des impacts négatifs. » (Judd *et al.*, 2015).

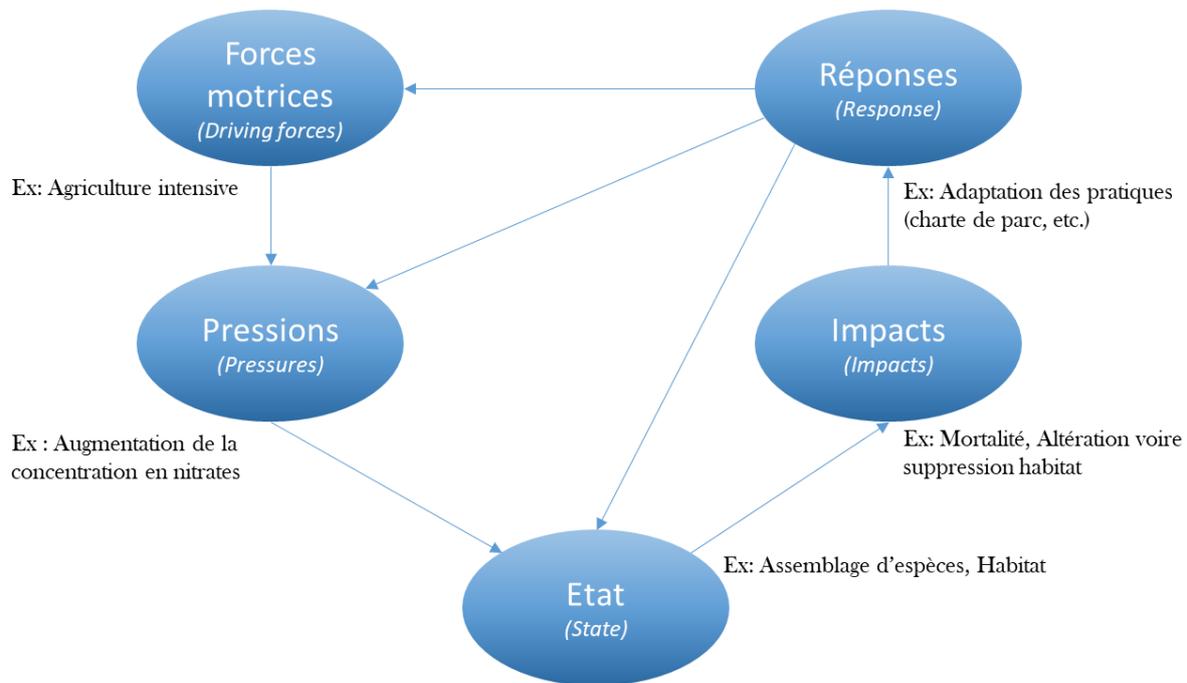


Figure 2 : Modèle DPSIR, avec exemple d'indicateurs à l'échelle du paysage (adapté de Washer 2004)

La force motrice ou « source » correspond au facteur causal de la pression, à savoir l'activité (ex : agriculture intensive) ou dérivé d'une activité (ex : cultures) à l'origine de la pression. L'état dépend de la question de conservation posée et correspond à la qualité du système menacé par la pression (qualité du milieu, état de conservation de l'espèce ou habitat, etc.). L'impact est le « changement [d'état] mesurable, préjudiciable à une espèce [ou habitat, écosystème, etc.] et attribuable à une activité humaine au travers de la pression » ((Judd *et al.*, 2015)). La réponse est l'action mise en œuvre en vue de réduire voire supprimer la pression. Pour la suite, nous nous concentrerons sur une réponse par le renforcement du réseau d'aires protégées.

Tout comme le terme « pression », le terme de « cumul » d'impact varie à travers la littérature, pouvant désigner à la fois l'effet cumulé de forces motrices, de pressions et d'impact (Figure 3). De même, ce cumul peut être strictement additif, ou peut prendre en compte des relations plus complexes entre les différentes pressions ou sources, de sorte que l'effet du cumul d'impacts de différentes pressions n'est pas toujours égal à la somme de l'impact de chaque pression considérée isolément (Halpern, McLeod, *et al.*, 2008). Par exemple, pour une espèce d'oiseau vulnérable à la fois aux coupes forestières et aux nuisances sonores, il y a un impact lié à ces deux pressions individuellement, mais également un effet d'interaction puisque les coupes accentuent le développement des activités sources de nuisances sonores au cœur de l'habitat (Geary *et al.*, 2019). Ces processus d'interactions entre sources, pressions et impacts sont cependant très difficiles à évaluer et mesurer. **En raison de l'absence de données suffisantes sur ces interactions, elles ne sont pas prises en compte dans notre travail.**

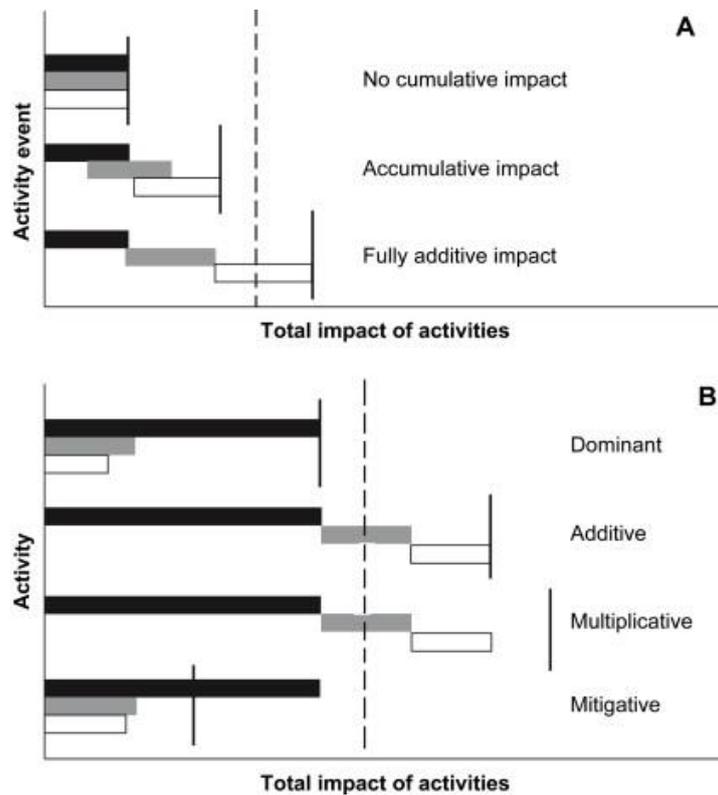


Figure 3 : Représentation schématique des multiples variantes d'impacts cumulés, au niveau des effets (A) et des activités (B) (Halpern, McLeod, et al., 2008)

Dans le cadre de notre travail le terme cumul est utilisé à propos des pressions telles que définies dans la Figure 3, et désigne **l'addition des niveaux de pressions issues d'un même secteur source sans effet d'interactions.**

Trois types d'indicateurs de pressions ont été cartographiés dans Cherrier *et al.* (2021) : des indicateurs d'état actuel, des indicateurs d'évolution de la pression c'est-à-dire la différence de mesure entre deux périodes permettant de donner une tendance de baisse ou de hausse de la pression pour une zone donnée, et des indicateurs de perspective, c'est-à-dire la modélisation des tendances futures. Seuls les indicateurs d'état et d'évolution sont utilisés dans ce rapport.

2.1.2. Sensibilité et vulnérabilité

Tout comme les pressions et l'ensemble des termes définis précédemment, la sensibilité et les relations entre les espèces et les pressions renvoient vers diverses terminologies et définitions. Nous nous appuyons grandement sur les définitions de « Méthodologie pour l'évaluation de la sensibilité des habitats benthiques aux pressions anthropiques » (Figure 4) (La Rivière *et al.*, 2015).

La **sensibilité** est une « Caractéristique intrinsèque d'un habitat [ou d'une population d'espèce] définie par la combinaison de sa capacité à tolérer une pression externe (résistance) et du temps nécessaire à sa récupération suite à une dégradation (résilience) ». Ainsi, plus une espèce est sensible à une pression, moins sa capacité à y résister, c'est-à-dire à ne pas subir d'impact, sera grande et/ou moins sa résilience sera bonne, c'est-à-dire plus elle mettra de temps à revenir à son état initial suite à la dégradation (voire elle ne pourra pas revenir à son état initial).

L'**exposition** est « l'exercice d'une pression sur un habitat [ou sur une zone occupée par des individus d'une espèce]. Les niveaux d'exposition à une pression peuvent varier dans le temps et dans l'espace (en fonction de la fréquence ou la durée selon lesquelles la pression s'exerce [et pour les espèces en fonction de la présence de cette espèce]) et dans l'espace (en fonction de l'étendue de la pression) ». L'exposition n'est pas liée à la sensibilité de l'espèce, mais à la mise en présence de l'espèce et de la pression en un même temps et lieu.

Le **risque d'impact** est la « combinaison de la probabilité d'exposition d'un habitat [ou d'une population d'espèce] à une pression et de sa sensibilité face à cette pression. Le risque d'impact ou de dégradation écologique est synonyme de **vulnérabilité** ». Ainsi une espèce sensible à une pression et qui y est exposée risque de subir une dégradation. Une espèce vulnérable à une pression est une espèce qui a subi un impact démontré suite à une exposition à la pression.

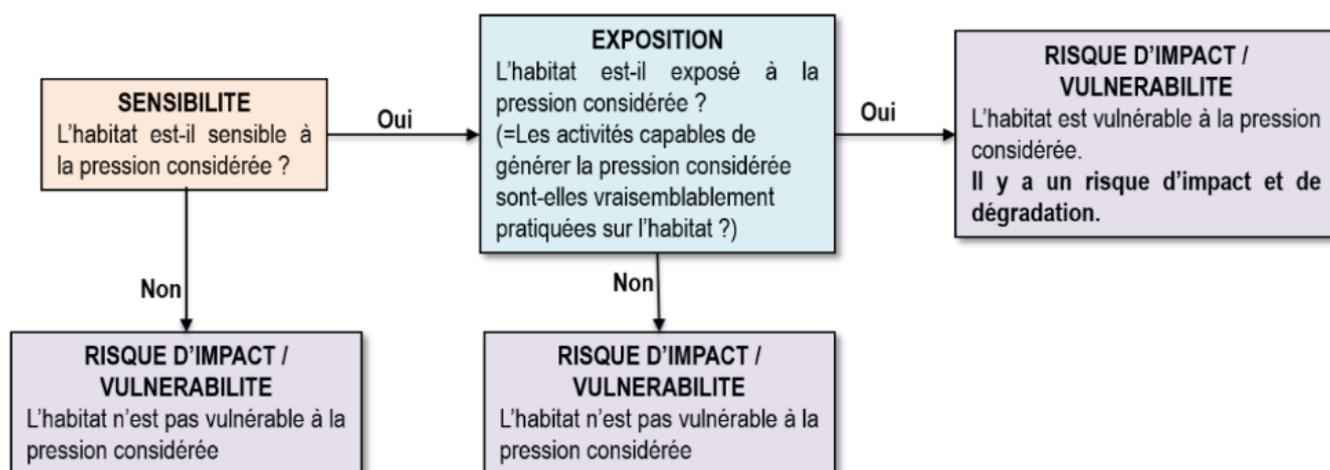


Figure 4 : Schéma du processus de réflexion autour de la sensibilité, l'exposition et la vulnérabilité (La Rivière et al., 2015)

2.1.3. Deux approches face aux pressions

Historiquement, deux approches pour faire face aux pressions ont prédominé dans les stratégies de conservation, **l'approche préventive qui vise à anticiper et éviter en amont les impacts, et l'approche réactive qui a pour but d'inverser les effets négatifs déjà constatés** (Cardador *et al.*, 2015; Schröter *et al.*, 2017). L'action sur les pressions prévues à court terme se place à la croisée de ces deux approches et est le plus souvent classée comme préventive dans la littérature. Toutefois, du point de vue des aires protégées qui ont pour objectif une anticipation sur un risque court ou long terme, l'action face à une pression à court terme peut être vue comme une action réactive (cf. Figure 5). Des études récentes prônent largement l'approche préventive, notamment car elle permet d'économiser les ressources humaines et financières tout en préservant des aires riches en biodiversité (Drechsler *et al.*, 2011; Williams *et al.*, 2021). Toutefois, certains auteurs soulignent l'importance de ne pas uniquement privilégier les aires protégées basées sur l'endroit (« area-based ») et le contexte socio-économique, au détriment d'espèces « irremplaçables » à fort enjeux de conservation et menacées par les activités économiques (Pressey & Taffs, 2001; Rodrigues *et al.*, 2003). La gestion des pressions pour la biodiversité doit se faire par des actions à tous les niveaux, en amont, en réduction des pressions et jusqu'à la restauration (Aziz *et al.*, 2016).

Dans le cas des aires protégées, cette dichotomie est particulièrement visible puisque les milieux les moins dégradés, riches en biodiversité et qui n'étaient pas immédiatement menacés par une activité anthropique ont souvent été privilégiés pour la création de ces espaces. Cette approche majoritairement préventive, contraignant l'installation de nouvelles activités anthropiques, est souvent considérée comme permettant une meilleure conservation de la biodiversité (Agardy *et al.*, 2003). Toutefois, des études menées dans le milieu marin ont montré que la protection préventive, ou le faible risque, ne devait pas primer sur le représentatif, et que l'équilibre entre sites irremplaçables à risque et sites préservés permettait une conservation efficace et une gestion plus économe des ressources (Agardy *et al.*, 2003; Game *et al.*, 2008).

Le tableau ci-dessous (Tableau 1) résume les avantages et contraintes associés aux deux approches à la fois du point de vue de conservation et vis-à-vis de la difficulté à mettre en place des mesures.

Tableau 1 : Tableau comparatif des approches préventive et réactive

APPROCHE PREVENTIVE	APPROCHE REACTIVE
<p>Qu'est-ce que c'est ?</p> <p>Préserver les espaces à enjeux de biodiversité ne subissant pas de pression à l'heure actuelle, et pour lesquels l'augmentation du niveau de pression à court terme est peu probable. Cette approche permet d'éviter en amont la dégradation de l'état des espèces et habitats ciblés, viser des espaces aux conflits d'usages limités, et permettre d'importantes économies de coûts (Drechsler, Eppink, et Wätzold 2011; Cardador <i>et al.</i> 2015)</p>	<p>Qu'est-ce que c'est ?</p> <p>Agir sur les espaces subissant de fortes pressions, et par extension sur ceux sur lesquels on prévoit de forts niveaux de pression à court terme, afin d'en réduire l'impact voire de viser une restauration. Cette approche permet une action ciblée sur les zones de haute valeur patrimoniale à risque du fait des pressions subies, ou des écosystèmes à fort enjeu de restauration, c'est-à-dire dégradés mais « uniques et irremplaçables ».</p>
<p>Les + :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Conservation d'habitats et espèces de plus grand intérêt car mieux préservés jusqu'ici (biodiversité riche, favorisant des espaces riches en fonctionnalités écologiques) ○ Évitement en amont des impacts ○ Économies de coût ○ Meilleure acceptation (peu de conflits) 	<p>Les + :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Conservation d'habitats et espèces fortement menacés ○ Favorise une approche de cohabitation entre conservation et activités anthropiques
<p>Les - :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Risque de négligence des écosystèmes dégradés malgré leurs enjeux de conservation ○ Pas toujours de plus-value de l'aire protégée pour la conservation (absence de risques) 	<p>Les - :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Actions souvent coûteuses ○ Pas de garanties de résultats dans le cas des restaurations

Les deux approches sont souvent opposées dans la littérature notamment dans le but de discuter de leurs avantages et limites respectifs. Elles sont toutefois complémentaires et généralement mises en œuvre parallèlement. Il n'existe pas de limite définie entre les deux, les actions se plaçant sur un continuum allant de l'anticipation à la gestion des pressions. En effet, l'approche préventive *stricto sensu* cible des espaces ne subissant aucune pression, et pour lesquelles aucune pression n'est identifiée à court terme. Cette situation est toutefois dans les faits très rare voire inexistante. La gestion (évitement ou réduction) d'une pression encore peu impactante mais menaçant de le devenir est donc à la croisée entre approche réactive et préventive. Dans le présent rapport, le choix a été fait **de distinguer les approches en termes d'urgence d'action** : l'action préventive vise les zones à moindre risque de dégradation dans un avenir prévisible, tandis que l'approche réactive vise des zones nécessitant une action immédiate, sous peine de dégradation de l'état des habitats et des espèces à court terme, ainsi que les zones dégradées nécessitant des actions de restauration (Figure 5).



Figure 5 : Représentation schématique des approches en terme d'urgence d'action

2.2. Panorama des différentes méthodes de prise en compte des pressions pour la conservation de la biodiversité

2.2.1. Méthode de bilan bibliographique

En vue de définir la méthodologie pour notre travail, un bilan bibliographique des travaux visant l'évaluation des pressions sur la biodiversité a été effectué. En raison de l'échelle nationale (large) de l'étude, du nombre élevé d'espèces utilisées pour l'évaluation des enjeux de biodiversité, des multiples pressions étudiées et enfin de la volonté initiale de cartographier le risque d'impact des pressions sur les zones à enjeux, des combinaisons des mots-clés suivants ont été utilisés lors de la recherche bibliographique initiale : « *map* », « *threat* », « *impact* », « *species* », « *conservation* », « *protected areas* », « *cumulative threat assessment* », ainsi que leurs variations.

Nous nous sommes concentrés sur des études multi-paramètres, c'est-à-dire intégrant plusieurs espèces et/ou plusieurs pressions (analyse d'impacts cumulés) ainsi que sur les articles méthodologiques, afin de rester dans le cadre de notre étude. Les travaux plus ciblés, à la fois monospécifiques et mono-pressions, sont nombreux et servent largement de base de connaissance sur les espèces, les pressions et les liens entre elles (voir par exemple Bastos *et al.*, 2016; Ferreira *et al.*, 2015; Winder *et al.*, 2020). Ces études ont été écartées pour la suite de la revue méthodologique car moins adaptées au contexte et aux données disponibles.

2.2.2. Différentes approches d'analyse des données d'impact et de pressions

Les méthodes d'analyse d'impacts ou de pressions cumulées (*cumulative effects/threats assessment CEA/CTA*) ont été initialement développées dans les années 1980/1990 dans le cadre d'études d'impacts environnementaux de projets (Armour & Williamson, 1988; Smit & Spaling, 1995). Elles ont rapidement été revues afin d'être également un outil d'aide à la décision pour la conservation, notamment pour la priorisation d'actions de gestion d'espaces naturels et l'attribution de ressources financières et humaines. Les méthodologies et modèles de traitement des données pressions sont variés, s'adaptant à la question posée, au milieu étudié, à l'échelle visée, aux données disponibles, etc.

Hodgson & Halpern (2019) décrivent ces différentes méthodes en fonction notamment de l'échelle écologique étudiée (individu, population, habitat) et des paramètres pris en compte : l'espace, le temps, le nombre d'impacts étudiés, intégration de leur potentiel caractère non-additif (cf. 2.1.1) et des effets indirects (ex : répercussions sur la chaîne trophique)(Figure 6).

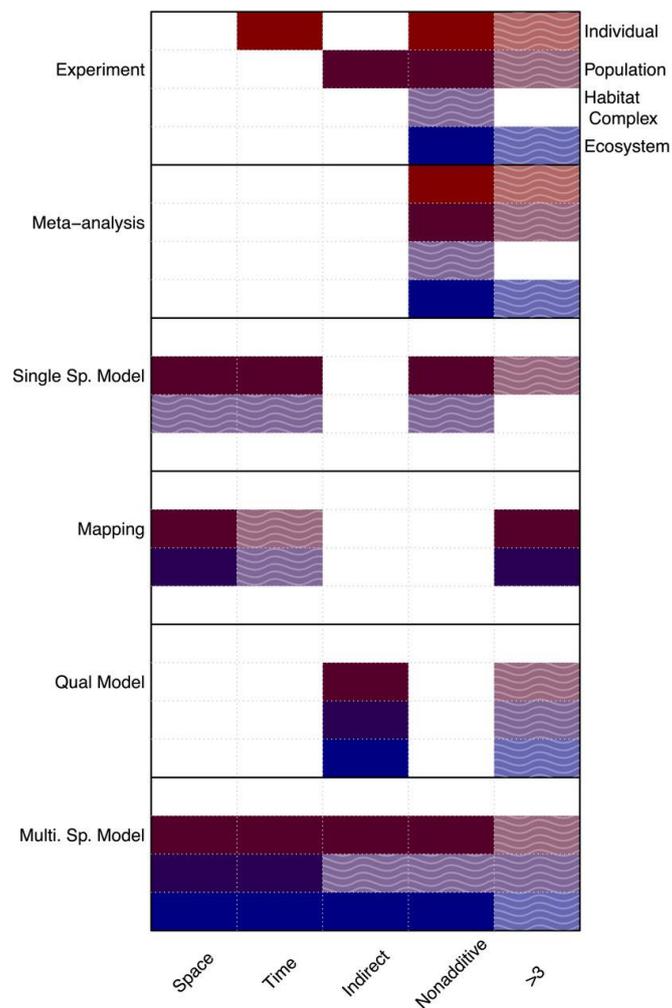


Figure 6 : Capacité des différentes méthodes à intégrer diverses échelles écologiques (axe y) et divers paramètres (axe x). Les cases remplies indiquent que la méthode permet d'étudier l'échelle et les paramètres correspondants, les cases plus claires indiquent qu'il existe des pistes de méthodes encore à développer (Hodgson & Halpern, 2019)

Les résultats de leurs travaux permettent de mettre en avant plusieurs types de méthodes, avec leurs données d'entrée ainsi que leurs avantages et inconvénients :

- **Études de terrains (Experiment), études expérimentales et méta-analyses (Meta-analysis) (synthèse) des résultats expérimentaux** : elles permettent d'offrir une meilleure compréhension mécaniste des effets des pressions sur les espèces et les écosystèmes, ainsi que d'étudier les relations entre les différentes pressions. La méta-analyse des études expérimentales contribue notamment à synthétiser cette compréhension et à émettre des hypothèses en vue d'éclairer les résultats d'autres méthodologies d'études des pressions cumulées.
- **Modèles mono-spécifiques (Single Sp. Model)** : lorsqu'ils portent sur la modélisation des cycles de vie de la population d'une espèce donnée, ces modèles permettent d'étudier la dynamique de cette population en fonction de l'ajout de divers paramètres, notamment de pressions. Ils sont notamment utilisés pour évaluer les risques d'effondrement de populations et apportent une bonne vision de l'effet démographique d'une pression sur l'espèce ainsi que son seuil de tolérance.
- **Approche cartographique (Mapping)** : une carte permet d'avoir une représentation spatialisée de l'information. Plusieurs cartes peuvent notamment être juxtaposées afin de combiner différentes informations (e.g., multiples pressions), afin d'obtenir une répartition spatiale de la résultante de plusieurs facteurs. C'est un outil largement répandu voir obligatoire à toutes analyses spatiales.
- **Modèles qualitatifs (Qual model)** : cette approche correspond à l'élaboration de modèles théoriques illustrant de façon figurative (ex : schéma causal) les relations entre catégories d'individus au sein d'une

population monospécifique (ex : stades de vies) ou entre plusieurs espèces au sein d'un système (habitat, écosystème), basées sur dire d'experts essentiellement. Ces modèles lorsqu'ils sont combinés à des approches empiriques permettent notamment d'identifier les effets indirects d'une pression en illustrant toute la chaîne de répercussion.

- **Modèles « pluri-espèces »** (*Multi Sp. Model*) : ces modèles tiennent compte de plusieurs espèces, leurs interactions et les facteurs environnementaux au sein d'un écosystème dans le but d'avoir une compréhension intégrée du fonctionnement de cet écosystème. L'approche multi-factorielle permet d'avoir une représentation plus réaliste du fonctionnement de l'écosystème et des effets anthropiques qui s'y rapportent mais nécessite une paramétrisation importante et peut devenir complexe lorsque l'on considère un nombre important de paramètres (par ex., démographie, sélection de l'habitat, prédation ect...). De ce fait, les modèles pluri-espèces sont généralement représentatifs d'un échantillon de l'écosystème étudié et le nombre de facteurs (par ex., nombre de pressions) considérés est souvent limité.

Ces méthodes sont complémentaires, elles apportent des informations différentes qui peuvent toutes contribuer à une vision plus complète de l'effet et du risque d'impact des pressions sur la biodiversité. Si **le présent travail se concentre sur l'approche cartographique** dans le prolongement des précédents travaux d'évaluation du réseau d'aires protégées, les autres méthodes peuvent être intéressantes pour approfondir et en combler les lacunes.

2.2.3. Cas de l'approche cartographique

L'approche cartographique est fréquemment utilisée dans le cadre de la gestion d'espaces naturels (Tulloch *et al.*, 2015; Wilson *et al.*, 2006) car elle permet de visualiser spatialement l'intensité, l'exposition et le risque d'impact des pressions, ainsi que d'identifier et de prioriser des zones à étudier (Allan *et al.*, 2019). Elle permet également de combiner plusieurs informations spatialisées (par ex., répartition spatiale de plusieurs pressions et/ou plusieurs espèces). Par ailleurs, contrairement aux modèles dits « pluri-espèces » présentés dans l'article de Hodgson & Halpern (2019), basés sur de nombreux paramètres et nécessitant d'importantes capacités d'analyse, les approches cartographiques mobilisent généralement des modèles moins complexes donc plus aisément reproductibles. Cela permet en particulier un suivi des pressions, des enjeux et de l'évaluation des résultats de la prise de décision sur le long terme (Hodgson & Halpern, 2019; Tulloch *et al.*, 2015).

Parmi les méthodes de cartographies de cumul des pressions et de croisement avec les enjeux, les exemples varient beaucoup en fonction du type d'enjeux, du nombre de pressions et de la considération de la sensibilité des espèces/écosystèmes aux différentes pressions. Par exemples, les enjeux peuvent intégrer une ou plusieurs espèces et la distribution des points chauds peut se baser sur la richesse spécifique ou le caractère endémique ou rare des espèces.

Malgré ces variations, l'essentiel des études cartographiques évaluant les enjeux de pressions suivent les mêmes quatre grands niveaux de complexité suivants (Ostwald *et al.* 2021) (Figure 7) :

- 1 – Cartographies, d'une part, des enjeux de biodiversité souvent représentés par la richesse spécifique et d'autre part, de cumul additif des pressions (Sanderson *et al.*, 2002).
- 2 – Superposition non pondérée des cartographies des enjeux de biodiversité et des pressions qui reflètent théoriquement **l'exposition des espèces aux pressions** (Allan *et al.*, 2019). Certains auteurs ajoutent à cela d'autres paramètres, tels que les enjeux de services écosystémiques (Schröter *et al.*, 2017), ou la prise en compte des coûts et probabilités de succès des actions pour agir sur les pressions ciblées (Wilson *et al.*, 2011).
- 3 – Prise en compte de la sensibilité ou non des espèces aux différentes pressions, avec l'ajout d'un paramètre **présence/absence des espèces sensibles** lors du croisement avec les pressions. Cette approche devrait refléter uniquement l'exposition des espèces sensibles à chaque pression. Il existe peu d'exemples à ce niveau, et ils correspondent plutôt à des analyses ciblées sur une espèce ou un groupe d'espèces et une ou un faible nombre de pressions auxquelles elles sont fortement sensibles (Bastos *et al.*, 2016)

4 – Ajout pour chaque espèce d'un **indice quantitatif de sensibilité** à chaque pression. Cette méthodologie a été décrite dans le cadre d'une étude de Halpern *et al.* (2008) cartographiant les pressions sur le milieu marin à l'échelle mondiale. Elle a été largement reprise par la suite, notamment en milieu marin et côtier (Harris *et al.*, 2015; Quemmerais *et al.*, 2020) incluant des variations portant sur l'ajout de paramètres telle que la connectivité (Cattarino *et al.*, 2015). L'indice de sensibilité est généralement évalué par sollicitation d'experts.

Au-delà de la revue des différentes méthodes, Ostwald *et al.* (2021) ont également comparé les résultats des différentes méthodes appliquées aux mêmes habitats et pressions. Ils montrent ainsi que les cartes produites par l'application des quatre différentes méthodes à la même région (région Marine du Nord, Australie) ciblent les mêmes zones globales de maximum de priorité mais présentent des différences significatives, notamment en termes de précision. Ainsi, les modèles incluant la sensibilité des espèces aux pressions (modèles 3 & 4) apportent une vision plus fine des zones ayant le plus de risque d'impact. Ils permettent alors de cibler à la fois les espaces susceptibles d'être les plus impactés, et de mieux définir les actions à mettre en place en permettant l'identification des espèces potentiellement les plus impactées et des pressions pouvant avoir le plus d'impact (Carwardine *et al.*, 2012; Joseph *et al.*, 2009; Ostwald *et al.*, 2021).

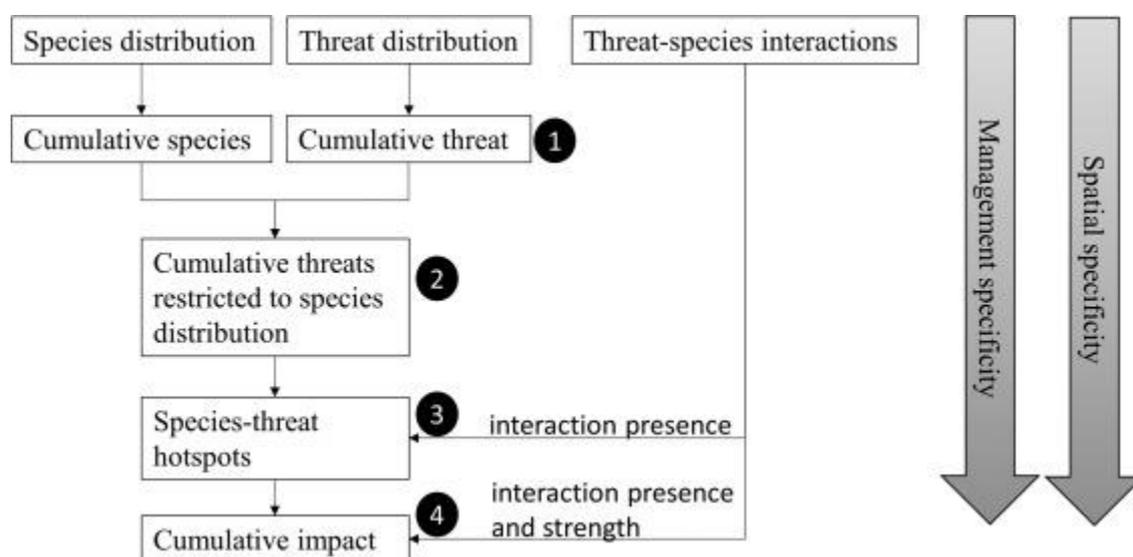


Figure 7 : Revue des différentes méthodes cartographiques existantes pour le croisement des enjeux biodiversité et pressions, (Ostwald *et al.*, 2021)

Cependant les modèles de pressions cumulées de « type 4 » sont difficiles à valider (Halpern & Fujita, 2013) et peuvent présenter des écarts à la réalité de l'impact des pressions, en particulier à une échelle fine (inférieure à 1km²) (Clark *et al.*, 2016). En effet, Clark *et al.* (2016) montrent que, dans le cas de l'étude d'Halpern *et al.* (2008), la relation entre l'indice d'impacts cumulés et l'état de la communauté benthique était significative mais faible. Cet effet venait d'une part en raison d'une fourchette de variation des indicateurs de pressions trop peu importante à cette échelle pour obtenir une relation robuste, et d'autre part en raison des approximations nécessaires liées à la difficulté d'obtenir les données nécessaires, notamment l'indice de sensibilité aux pressions, et le besoin d'utilisation du dire d'experts, pouvant être de fiabilité variable. De plus, le choix des pressions prises en compte peut avoir un impact sur la robustesse du modèle, à la fois dans les proxys choisis pour illustrer une pression, qui peuvent conduire à des approximations importantes, ou en cas d'omission dans le modèle d'un facteur de pression ayant un impact majeur sur la biodiversité, alors principal moteur d'érosion.

Par ailleurs, l'ensemble des modèles de cartographie de cumul des pressions s'appuient sur les hypothèses du caractère additif de l'ensemble des pressions et sur une relation linéaire entre intensité de pression et intensité d'impact. S'il a été montré que les deux hypothèses ne sont pas toujours vraies (Halpern, McLeod, *et al.*, 2008), les données qui seraient nécessaires pour intégrer ces deux aspects sont difficilement disponibles et rarement évaluées (Clark *et al.*, 2016).

Une méthode d'évaluation du Risque d'Effets Cumulatifs (RCE) permettant de prendre en compte l'effet de plusieurs pressions et leurs potentielles interactions (autre que additif) a été développée en France pour le milieu marin, pour les habitats benthiques, dans le cadre du projet Carpe Diem (Quemmerais et al., 2020). Cette méthode s'appuie sur les travaux de Halpern et al. et utilise un indice de sensibilité des habitats aux pressions pour évaluer le RCE. Cette méthode n'a toutefois pas pu être appliquée dans le cadre du croisement enjeux et pressions pour le milieu terrestre, en l'absence de données suffisantes, notamment d'indices de sensibilité et d'indices de confiance. Par ailleurs, en raison de sa complexité, la méthodologie n'est pas à ce stade de développement, aisément transmissible et reproductible par les acteurs de la SNAP à diverses échelles.

2.3. Analyse des avantages et limites

Les quatre niveaux de complexité des méthodes de croisements d'enjeux de biodiversité vis-à-vis des espèces et des pressions présentés par Ostwald *et al.* (2021) ont été appliqués à notre problématique afin d'évaluer les avantages et limites de chaque méthode. Cette réflexion présentée ci-dessous a conduit à la sélection de la méthode présentée dans la suite du rapport.

2.3.1. Cartographies des enjeux de biodiversité et des pressions cumulées

Ce premier niveau de complexité correspond au travail qui a déjà été réalisé par PatriNat dont notamment la cartographie des points chauds d'enjeux de conservation pour la biodiversité qui a été établie par Léonard *et al.* (2020) (cf. 1.2). Comparée à la cartographie présentée par Ostwald *et al.* (2021) à ce stade (*Cumulative species*) qui correspond à un cumul de présence/absence de multiples espèces pour chaque maille, la cartographie de Léonard *et al.*, 2020 va plus loin dans la mesure où elle identifie les mailles contribuant le plus à la biodiversité globale du fait de l'assemblage d'espèces qu'elles abritent, de par leur richesse spécifique et/ou leur patrimonialité. Dans le cadre du croisement avec les enjeux de pressions, la cartographie des points chauds de biodiversité de Léonard *et al.*, 2020 pourra se substituer à celle de cumul de répartition des espèces préconisée par Ostwald *et al.* (2021).

Les cartographies des données de pressions, agglomérées sur la même maille de 10 km², et de cumul par grands types de secteurs sources de pressions (agriculture, urbanisation, sylviculture, fréquentation/dérangement et changement climatique) ont été établies par Cherrier *et al.* (2021)(Figure 8).

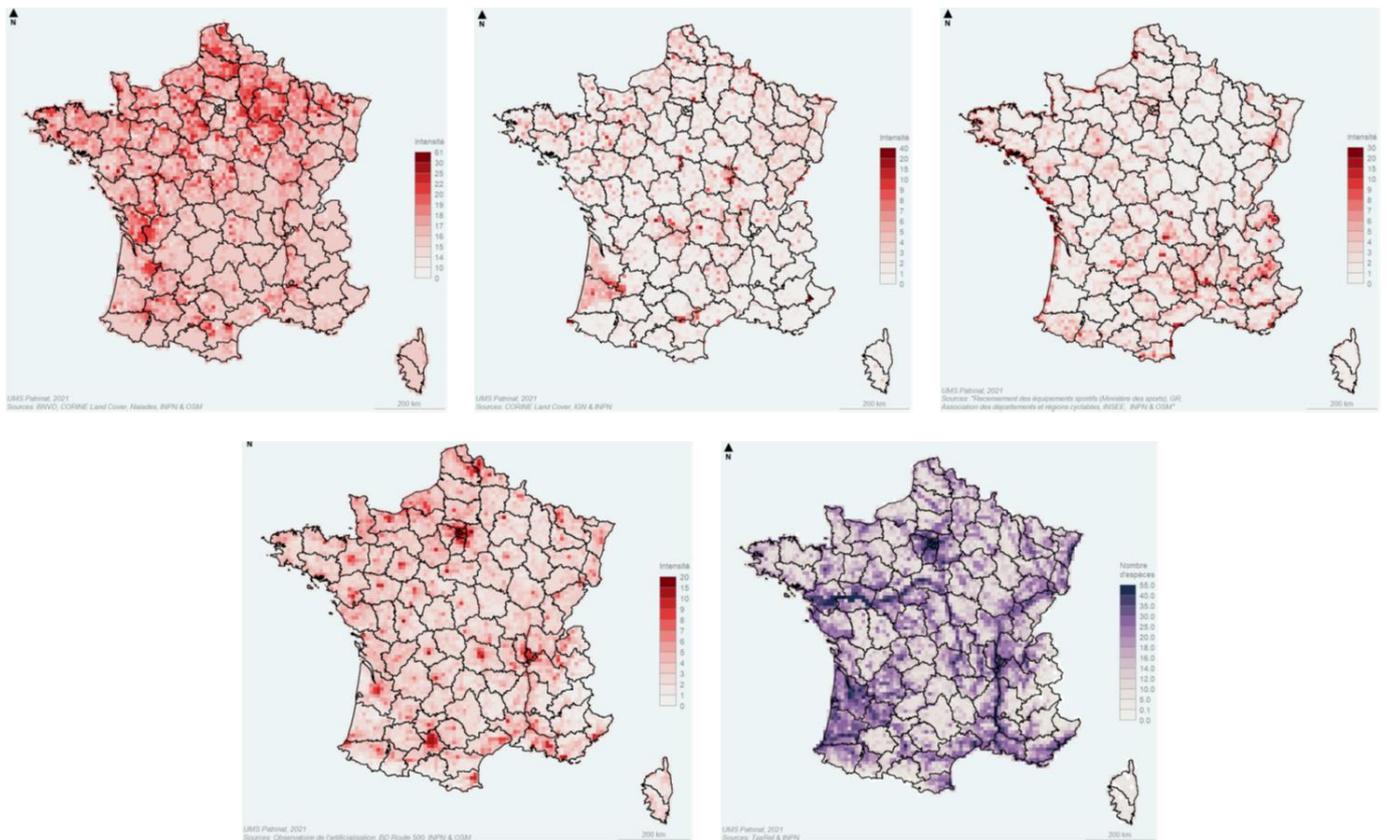


Figure 8 : Cartes de cumuls de cartes de pression (de gauche à droite et haut en bas : Agriculture intensive, Sylviculture, Fréquentation et tourisme, Urbanisation, Présence d'espèces exotiques envahissantes) issues de Cherrier et al. (2021) utilisées dans le présent rapport

2.3.2. Exposition des points chauds de biodiversité aux pressions

2.3.2.1. Méthode

Il s'agit de croisements des pressions, ou du cumul des pressions, avec les enjeux de biodiversité, sans utilisation d'autres données. Chez Ostwald *et al.* (2021), le cumul des pressions est croisé avec le cumul de distribution des espèces considérées, toutefois, dans notre cas, celui-ci pourrait être remplacé directement par les valeurs d'enjeux pour la biodiversité correspondant au score de Contribution à la Biodiversité Globale (CBG) calculé pour chaque maille de Léonard *et al.* (2020)⁸.

A l'instar de ce qui est fait dans Ostwald *et al.* (2021), il est possible de calculer ce croisement Pressions-Biodiversité (CPB) :

$$CPB = P \times B \quad \text{où } P \text{ est la somme des valeurs centrées réduites des pressions et } B \text{ la valeur d'enjeu de biodiversité CBG de la maille.}$$

Cette méthode permet d'obtenir un unique indice quantitatif du risque d'impact des pressions sur les points chauds de biodiversité insuffisamment couverts par le réseau d'aires protégées.

Il est également possible d'appliquer, plutôt qu'un produit des deux valeurs (enjeux de biodiversité (CBG) et pressions), une combinaison de chacune des variables : la Figure 9 illustre le type de résultat obtenu. Cette méthode est qualitative, elle nécessite une catégorisation des valeurs d'enjeux et de pressions et donc des combinaisons résultantes. Toutefois elle permet de conserver et d'illustrer les deux informations d'enjeux de conservation et de

⁸ Description du score de Contribution de Biodiversité Globale (CBG) : « Les secteurs à enjeux (ou points chauds) situés en dehors du réseau d'aires protégées existant sont identifiés grâce à un processus d'optimisation exécuté avec le logiciel Marxan. » (Léonard *et al.*, 2020)

pressions, et ainsi d'adapter la stratégie d'action en fonction (cf. 3.Méthodologie de cartographie et d'interprétation). En effet, en cas de calcul de l'indice unique CPB, les zones présentant des faibles pressions auront des valeurs plus faibles malgré des potentiels enjeux forts et seront donc « invisibilisées », ce qui limiterait les possibilités d'approche préventive. La méthode qualitative est donc privilégiée, c'est-à-dire la combinaison de cartographies catégorisées.

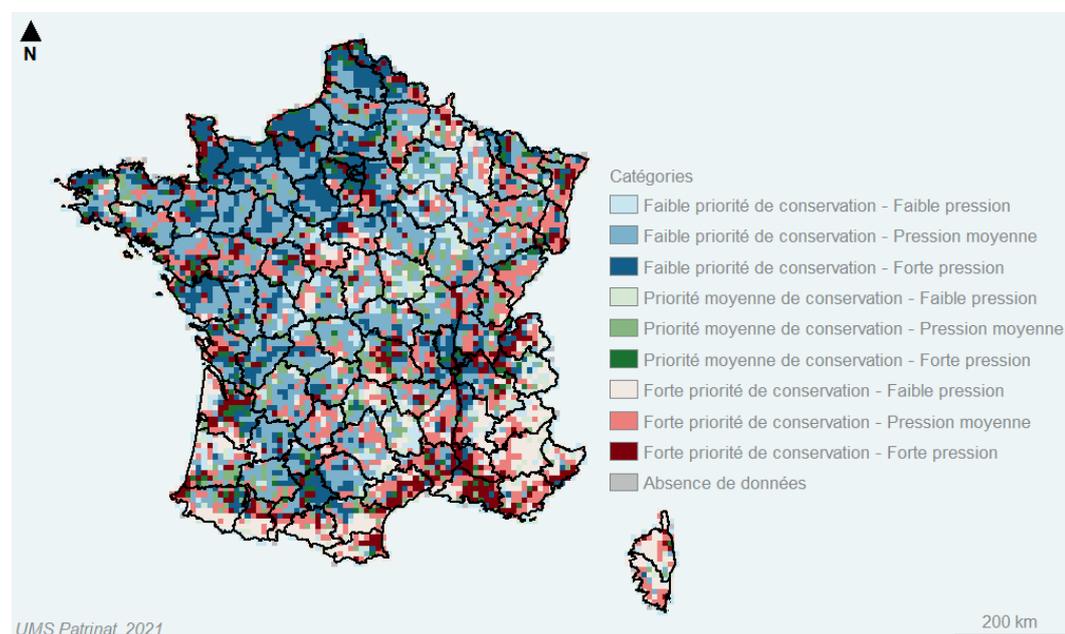


Figure 9 : Exemple d'exposition des points chauds de biodiversité insuffisamment couverts par les aires de protection forte et à la pression d'urbanisation (UMS Patrinat, 2021)

Afin de mieux refléter l'impact des pressions, une pondération pourrait être appliquée, au sein des groupes de pressions, et entre eux. Ainsi un groupe de pressions A considéré comme ayant un impact plus fort sur la biodiversité dans son ensemble pourrait avoir une pondération plus élevée qu'un groupe de pressions B pour une carte de croisement cumulant les pressions A et B (Delauge & Bessière, 2019).

2.3.2.2. Avantages de la méthode

Cette méthode offre une grande plasticité et reproductibilité en raison de sa simplicité et d'un nombre faible de paramètres. Elle permet donc de tester rapidement de nombreux scénarios (milieux, pressions, types d'aires protégées, etc...). Le fait que cette méthode ne nécessite pas de temps importants de calculs permet également de s'adapter rapidement aux besoins, par exemple à la nécessité d'ajout d'une nouvelle pression.

De plus, les données nécessaires, à savoir les valeurs spatialisées d'enjeu et de pression, sont déjà disponibles, et leur fiabilité est déjà évaluée dans les rapports précédents.

2.3.2.3. Limites de la méthode

Cette approche ne permet pas la prise en compte de la sensibilité variable des espèces aux différentes pressions : elle repose sur l'hypothèse que toutes les espèces sont susceptibles d'être impactées de la même manière par toutes les pressions si elles y sont exposées, ce qui ne correspond pas à la réalité. Par exemple, une pression liée au retournement des prairies n'aura aucun impact sur des espèces purement forestières. Cette méthode n'illustre donc pas le risque d'impact réel de la pression, et peut donc mener à une analyse biaisée.

De plus, en l'absence de pondération quelle qu'elle soit, la cartographie croisée ne reflètera pas les différences d'importance des pressions sur la biodiversité. L'ajout d'une pondération entre pressions sensée illustrer les différences d'impact sur la biodiversité dans son ensemble pose cependant un problème d'évaluation, de quantification et de justification des quotients sélectionnés (toutes les pressions n'agissent pas de la même façon sur toutes les espèces).

Enfin, le croisement des deux variables enjeux et pressions conduit à des cartes plus complexes contenant plus d'informations, et seront donc plus difficiles à interpréter. Cette difficulté est vraie également pour toutes les méthodes décrites ci-après. L'interprétation de ces cartes est discutée plus en avant en partie 3. Méthodologie de cartographie et d'interprétation.

2.3.3. Calcul du risque d'impact des pressions avec un filtre vulnérabilité espèce/pression

2.3.3.1. Méthode

Un indice RIP_x de risque d'impact de la pression est calculé pour chaque maille x en fonction du nombre d'« espèces-cibles » présentes, c'est-à-dire d'espèces vulnérables à la pression donnée, et de l'intensité de la pression. Ainsi, le risque d'impact est d'autant plus fort que le nombre d'espèces vulnérables à une pression et exposées à cette pression est élevé et il est nul en cas d'absence totale d'espèce vulnérable à la pression.

$$RIP_x = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m E_{j,x} \times P_{i,x} \times \mu_{i,j}$$

Où

$P_{i,x}$ est la valeur standardisée de la pression i dans la maille x ,

$E_{j,x}$ est la présence ou absence (0 ou 1) de l'espèce j dans la maille x

Et $\mu_{i,j}$ est la **vulnérabilité ou non** (0 ou 1) de l'espèce j à la pression i

Ce risque d'impact calculé pour l'ensemble des pressions peut ensuite être catégorisé puis croisé avec la cartographie des points chauds pour la conservation de biodiversité (CBG) de manière identique à la méthode qualitative de combinaison catégorisée présentée en 2.3.2.

Pour permettre ce calcul de risque d'impact, il est indispensable d'identifier quels espèces, habitats ou milieux sont vulnérables à quelles pressions (c.-à-d., paramétrer $\mu_{i,j}$). Ce travail a en partie été réalisé par l'UICN pour les espèces évaluées dans le cadre des Listes Rouges à l'échelle nationale à partir de la typologie des pressions de l'UICN dont le lien avec celle des diagnostics territoriaux a été établi dans le rapport de Cherrier *et al.* (2021). Enfin, dans le cadre des directives Habitats-Faune-Flore (92/43/EEC) et Oiseaux (2009/147/EC), les rapports incluent l'identification des principales pressions pour les habitats et les espèces d'intérêt communautaire de faune et de flore. Le rapportage de ces pressions se base cependant sur une autre typologie des pressions qui est celle produite dans le cadre du programme de rapportage des directives. Le lien entre cette typologie et celle des diagnostics territoriaux a également été effectué dans le rapport de Cherrier *et al.* (2021).

Au vu de l'échelle large de l'étude concernant donc un grand nombre d'espèces, de l'impact des pressions agissant majoritairement sur l'habitat des espèces, par dégradation ou destruction et en cohérence avec le travail effectué sur la représentativité du réseau d'aires protégées, une approche par grand type de milieux selon la typologie définie dans Léonard *et al.* (2020) pourra être privilégiée, notamment dans le cadre des cumuls de nombreuses pressions.

2.3.3.2. Avantages de la méthode

Cette approche permet de prendre en compte la vulnérabilité des espèces aux pressions et de s'assurer que la pression a un réel lien avec les enjeux présents dans la maille considérée. Elle permet d'identifier les zones dans lesquelles une gestion de la pression sera en théorie bénéfique aux espèces présentes plutôt que d'identifier les zones sous forte pression dont la gestion n'impliquerait pas forcément une réduction de l'impact sur les espèces.

2.3.3.3. Limites de la méthode

La méthode se base sur le lien pressions-espèces provenant des Listes Rouges UICN dont l'exhaustivité et la fiabilité ont été remises en cause (Hayward, 2009). Les raisons identifiées par Hayward (2009) dans le cas des Listes Rouges mondiales sont notamment la difficulté à obtenir un consensus au sein de la communauté scientifique concernant les pressions pour une espèce et leur importance relative, ainsi que l'absence de méthodologie formelle, généralisée et transparente pour l'identification des pressions. Cette limite est probablement moins vraie pour les Listes Rouges nationales, de même que pour les liens issus du Rapportage, mais l'identification des pressions ne se base pas sur des protocoles standardisés.

Par ailleurs, lors du croisement direct de la cartographie du RIP et du CBG, il pourrait y avoir une redondance de la prise en compte du nombre d'espèces par maille. En effet, la richesse spécifique par maille est utilisée comme paramètre dans le RIP, plus il y a d'espèces vulnérables, plus le RIP est élevé. Il y a donc une possibilité que les maille ayant une diversité spécifique élevée aient également un RIP élevé. Or l'abondance d'espèces est également un paramètre pour la cartographie des points chauds de biodiversité de Léonard *et al.* (2020). L'identification des zones les plus à risque et à plus fort enjeux par croisement de ces deux indices risque donc de favoriser les mailles de forte richesse spécifique.

Enfin, cette méthode fait l'hypothèse que toutes les pressions auxquelles une espèce est vulnérable représentent pour elle le même niveau d'impact, ce qui n'est pas le cas.

2.3.4. Calcul du risque d'impact des pressions pondéré par le niveau de sensibilité espèce/pression

2.3.4.1. Méthode

Cette méthode intègre une vulnérabilité plus précise des espèces aux pressions et repose sur le fait que les espèces sont sensibles à chaque pression selon un gradient (faible à fort niveau de sensibilité d'une espèce vis-à-vis d'une pression donnée). Il s'agit donc d'approfondir la méthode précédente en intégrant un indice de sensibilité c'est-à-dire une pondération représentant le niveau d'impact attendu de chaque pression sur chaque espèce.

Le risque d'impact des pressions pondéré par le niveau de sensibilité $RIP_{s,x}$ est calculé pour chaque maille comme suit : (Halpern, Walbridge, *et al.*, 2008)

$$RIP_{s,x} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m S_{j,x} \times P_{i,x} \times \mu_{i,j}$$

Où $P_{i,x}$ est la valeur standardisée de la pression i dans la maille x ,

$S_{j,x}$ est la présence ou absence (0 ou 1) de l'espèce j dans la maille x

Et $\mu_{i,j}$ est l'**indice de sensibilité** (continu) de l'espèce j à la pression i

Une fois l'indice de risque d'impact pondéré par le niveau de sensibilité calculé pour chaque maille, la cartographie obtenue peut être croisée avec la cartographie des points chauds pour la conservation de biodiversité (CBG) de manière identique à la méthode présentée en 2.3.2, c'est-à-dire par une combinaison catégorisée.

L'indice de sensibilité des espèces aux différentes pressions n'a pas été établi pour le milieu terrestre en France contrairement aux habitats en milieu marin (La Rivière *et al.*, 2015, 2017). Cet indice serait donc à évaluer avant de pouvoir appliquer cette méthode.

Dans le cas des habitats marins, les méthodes d'évaluation de cet indice sont dites « semi-quantitatives » et sont basées sur une évaluation de la résistance et de la résilience des espèces/habitats à la pression, effectuée grâce à une sollicitation d'experts. Cette méthode nécessite d'identifier un nombre important d'experts spécialisés afin de couvrir l'ensemble des espèces, habitats et milieux et d'obtenir des résultats significatifs (La Rivière *et al.*, 2015; Singh *et al.*, 2020).

2.3.4.2. Avantages de la méthode

Cette approche permet de mieux refléter les différences d'impacts des pressions sur les espèces et d'apporter un résultat encore plus réaliste ciblant d'autant mieux les zones à risque.

2.3.4.3. Limites de la méthode

La méthode se base sur le niveau de sensibilité d'une espèce, qui est une donnée difficile à évaluer et dont la fiabilité peut être questionnée. La consultation d'expert permettrait d'aboutir à une évaluation de l'indice de sensibilité espèce-pression, mais l'estimation à dire d'expert est un exercice délicat et la fiabilité des résultats est remise en cause (Wolman, 2006). L'évaluation de l'indice de confiance de La Rivière *et al.* (2015) vise à pallier cette limite. C'est la méthode qu'ont appliquée Quemmerais *et al.* (2020), en testant plusieurs scénarios en fonction de l'indice de confiance grâce à la méthode statistique de Monte Carlo. Les indices de confiance n'étant pas évalués pour le milieu terrestre, cette méthode ne peut pas être appliquée dans le cadre de ce croisement.

Il s'agit par ailleurs d'une méthode à anticiper très en amont car particulièrement chronophage, que ce soit lors du design du questionnaire, l'identification des contacts, la sollicitation des experts et enfin l'analyse des résultats. Cela en limite également la souplesse, par exemple en cas de besoin d'ajout ou de modification d'une variable de pression.

3. Méthodologie de cartographie et d'interprétation

3.1. Présentation de la méthode de croisement

3.1.1. Modalités du croisement

Les analyses que nous avons réalisées reposent sur la méthode 3 présentée dans la partie précédente : croisement intégrant **un filtre binaire de vulnérabilité des espèces aux pressions**. La prise en compte du facteur vulnérabilité sous forme de filtre apporte plus de précision que la méthode 2 d'exposition aux pressions, tout en s'appuyant sur des données plus accessibles et plus fiables que le gradient de sensibilité nécessaire pour la méthode 4.

Vulnérabilité ou sensibilité ? : Les travaux de croisement d'enjeux et de pressions utilisent souvent le terme de sensibilité, mais ne suivent pas systématiquement la définition présentée en 2.1.2, à savoir une évaluation de la résistance et de la résilience d'une espèce face à une pression. Dans le cadre de notre travail sur la biodiversité terrestre, la donnée de sensibilité dans le sens strict du terme n'existe pas, seule l'information de vulnérabilité est disponible. Cette donnée de vulnérabilité est issue des évaluations de l'état de conservation des espèces dans le cadre des Listes Rouges UICN et des rapportages communautaires des directives DHFF et DO. On dit qu'une espèce est vulnérable par rapport à une pression lorsque cette pression est considérée comme une des causes de la dégradation de l'état de conservation l'espèce. On suppose alors que l'exposition de cette espèce à la pression aura un impact négatif sur son état de conservation. Le risque d'impact correspond ainsi à l'exposition d'espèces vulnérables à une pression.

La méthode de croisement a été adaptée afin d'éviter le risque de redondance concernant le nombre d'espèces vulnérables par maille et le niveau de CBG, qui reflète le niveau d'enjeu, calculé par Léonard *et al.* (2020). La cartographie croise des valeurs de pressions d'une part et le nombre d'espèces vulnérables d'autre part. Le croisement ne se fait donc pas sur le CBG. Nous avons fait le choix de **ne représenter que les mailles atteignant une valeur de CBG $\geq 80\%$** afin de cibler les zones à plus fort enjeux de conservation. Ainsi ce sont bien trois critères qui sont mobilisés : le niveau de CBG, pour filtrer les mailles à enjeux, et les pressions et enjeux vulnérables à ces pressions, intégrés au croisement (Figure 10). Afin de faciliter la lisibilité, les valeurs de pressions et les nombres

d'espèces vulnérables ont été catégorisés en trois modalités : niveaux faible, moyen et fort dont les seuils de classification correspondent aux quantiles à 33% et 66% de chacune des distributions des valeurs de pressions et du nombre d'espèces vulnérables.

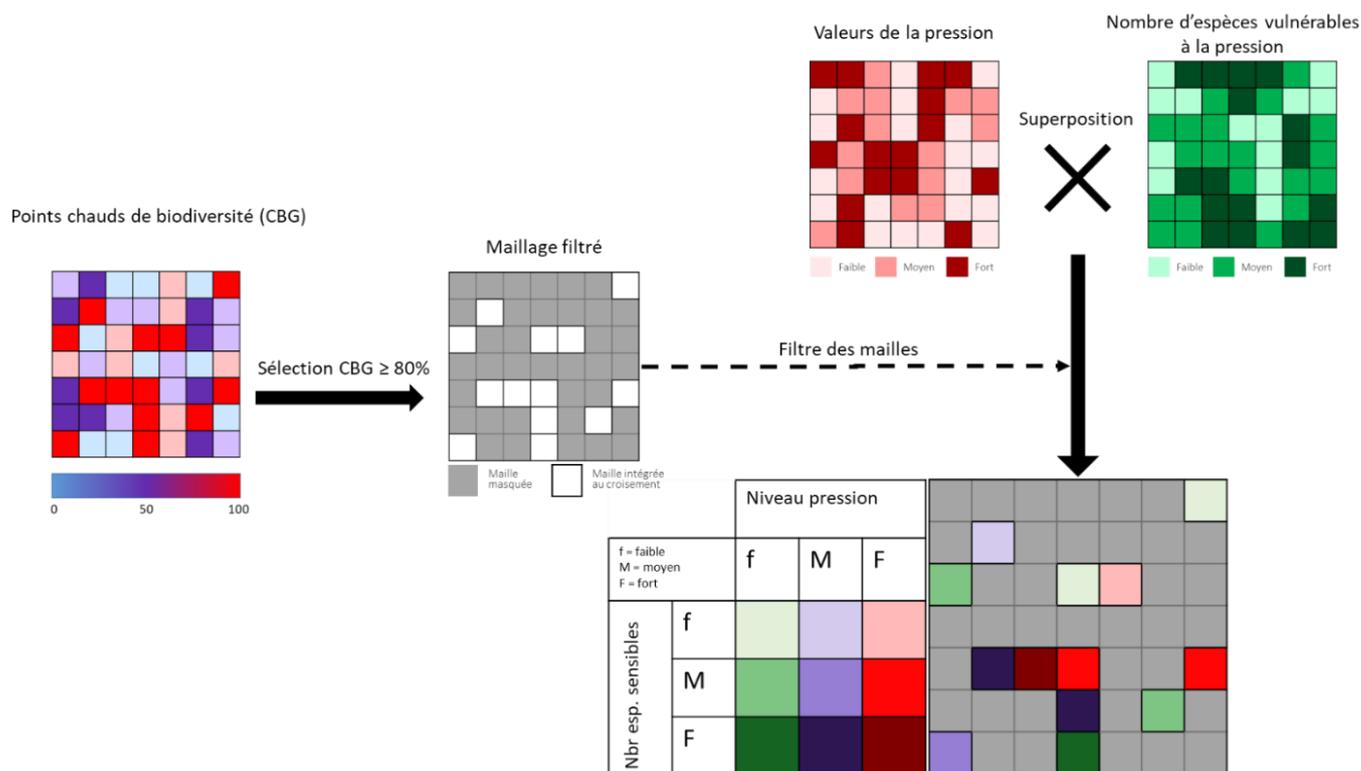


Figure 10 : Représentation schématique de la méthode appliquée pour le croisement des enjeux de biodiversité et des pressions

Les cartographies ont été réalisées pour la France métropolitaine continentale en intégrant toutes les espèces ayant un lien espèce-pression et ont été également déclinées par grand type de milieu selon la classification de Léonard et al. (2020). Le diagnostic de représentativité des aires protégées de Léonard et al. (2020) fournit une évaluation de la couverture des points chauds de biodiversité par les trois niveaux d'aires protégées existantes en France (protection forte / protection forte et réseau Natura 2000 / toutes aires protégées). Les points chauds de biodiversité alors identifiés sont ceux insuffisamment couverts par le réseau d'aires protégées étudié. La cartographie de croisement a été réalisée pour l'ensemble de ces niveaux de couverture par le réseau (Figure 1). Les valeurs de pressions sont issues des cartographies de Cherrier *et al.* (2021) et les données de répartition des espèces sont celles du diagnostic du réseau de Léonard *et al.* (2020) et ont été extraites de la base de données de l'INPN en Janvier 2020.

L'évaluation de l'indice de sensibilité (méthode 4) ne sera donc pas réalisée dans le cadre de ce travail en raison des limites citées ci-dessus.

3.1.2. Sélection des pressions étudiées dans l'analyse

3.1.2.1. Pressions pouvant être traitées par des aires protégées

Une **analyse de la pertinence des aires protégées pour faire face aux pressions** a été réalisée (cf. Annexe 1). En effet, en fonction de la source des pressions, de leurs caractéristiques (échelle d'impact, diffusion par rapport à la source, etc.) et du type d'effets, les aires protégées seront un outil pertinent ou non pour les réduire ou les supprimer. Elle a été pensée indépendamment de la disponibilité des données (ex : perturbation génétique étudiée bien qu'il n'existe pas de données cartographiables en France).

Les pressions pour lesquelles les aires protégées ont une action limitée sont celles dont les sources sont difficilement contrôlables (ex : certains déchets) ou à forte diffusion (ex : certaines pollutions, telles que pollution de l'air), puisque les zones de protection ont une action sur un espace limité, ne contenant pas toujours la source.

En dehors des aires protégées d'autres leviers d'action sont à envisager pour réduire voire supprimer les pressions, tels que :

- La mise en œuvre des directives européennes (Directive Cadre sur l'Eau, Directive Nitrate, etc.) ;
- L'intégration des questions de biodiversité dans les politiques sectorielles, en particulier pour l'agriculture dans le cadre de la PAC ;
- D'autres politiques publiques de planification territoriales comme les Plans Locaux d'Urbanisme, Schémas d'Aménagement Régional, Schémas Régionaux de Cohérence Ecologique, etc., et autres zonages non apparentés aux aires protégées ;
- La réglementation des activités impactantes sur l'ensemble du territoire, conduisant à réalisation d'études d'impacts environnementaux (EIE/ERC) sur les projets et la mise en œuvre de la séquence Eviter-Réduire-Compenser
- Les activités de sensibilisation des différents publics à la préservation de la biodiversité, etc.

3.1.2.2. Cas de la fragmentation

Pour certaines pressions, les aires protégées sont un levier d'action pertinent mais la méthodologie de croisement avec les enjeux de conservation (CBG) ne permet pas une bonne analyse de l'interaction de la pression avec les points chauds de biodiversité. Il s'agit des pressions qui impactent majoritairement la connectivité telles que les pressions liées aux obstacles. En effet, si la source est ponctuelle pour ces pressions, l'impact est susceptible d'affecter l'ensemble du réseau concerné, et le croisement enjeux/pressions ne permettra pas de représenter cet impact. Dans ce cas, il est préférable de les étudier par une analyse de la connectivité, afin de les évaluer à l'échelle du réseau d'aires protégées complet pour trouver une réponse adaptée.

Les pressions considérées comme les plus pertinentes sont celles conduisant à des pertes et changements d'habitats pouvant être délimités spatialement ainsi que les espèces exotiques envahissantes et la fréquentation et le dérangement.

3.1.2.3. Choix de pressions cumulées par secteur d'activité

Pour la suite des travaux, le choix a été fait d'axer l'analyse des pressions **par grand secteur d'activité source, à savoir l'urbanisation, l'agriculture intensive, la sylviculture et la fréquentation et le dérangement**, car cela permet d'avoir une réflexion sur les actions concrètes pouvant être mises en œuvre. Bien que non directement liées à un secteur d'activité source, les espèces exotiques envahissantes ont également été cartographiées, du fait de la forte capacité d'action des aires protégées sur cette pression. Cette décision de se concentrer sur des cumuls de pressions est également motivée par la nécessité de limiter le nombre de cartes produites et de pressions considérées afin de faciliter l'interprétation.

Pour rappel, les données de pressions dans Cherrier *et al.* (2021) font état de trois types d'indicateurs : des indicateurs d'état actuel, des indicateurs d'évolution et des indicateurs de perspectives. Les cumuls de pressions sont constitués comme suit :

Tableau 2 : Type d'indicateurs de pressions utilisés dans les cumuls

Urbanisation		
Artificialisation	Evolution	Entre 2009 et 2018
Réseaux de transport	Etat	2016
Agriculture intensive		
Perte d'habitat due à l'intensification agricole	Evolution	Entre 2006 et 2018
Pollution liée aux pesticides utilisés en agriculture	Etat	2017

Pollution de nitrate dans les eaux de surface	Etat	Moyenne annuelle entre 2005 et 2018
Pollution de phosphore dans les eaux de surface	Etat	Moyenne annuelle entre 2005 et 2018
Sylviculture		
Intensification sylvicole : plantations	Etat	Moyenne annuelle entre 2005 et 2018
Enrésinement	Evolution	Entre 2006 et 2018
Coupes forestières	Etat	Moyenne annuelle entre 2015 et 2018
Fréquentation et dérangement		
Dérangements liés à certaines activités sportives de plein air	Etat	2018
Dérangements liés aux activités sportives de randonnées et vélo	Etat	2020
Fréquentation touristique potentielle	Etat	2020
Espèces exotiques envahissantes		
Présence d'espèces exotiques envahissantes	Etat	2020

3.1.3. Construction des données de vulnérabilité

3.1.3.1. Liens vulnérabilité espèce-pression

Les liens espèce-pression caractérisent le fait qu'une pression donnée contribue à la dégradation de l'état de conservation d'une espèce, l'espèce est alors impactée négativement si elle y est exposée (cf. 2.1). Il s'agit donc de relations de vulnérabilité de l'espèce à la pression, utilisées dans notre travail comme proxys de la sensibilité des espèces vis-à-vis des travaux présentés dans (Ostwald *et al.*, 2021). Les liens utilisés dans le cadre de ce travail sont de type binaire, une espèce est considérée vulnérable ou non à une pression, sans pondération. Ils sont issus de l'évaluation des listes rouges UICN et du rapportage Natura 2000, produits par des experts. Du fait de contraintes techniques et de temps, les pressions ont été majoritairement renseignées sous forme de texte lors des ateliers d'expertise des listes rouges. Un travail d'harmonisation et de mise en qualité des pressions a ensuite été effectué par PatriNat, en vue d'une intégration dans les bases de l'INPN (Ichter & Gigot, 2019). De même, les liens espèce-pression issus du rapportage des directives européennes sont évalués à dire d'experts tous les six ans pour chaque espèce et habitat d'intérêt communautaire afin d'établir leur état de conservation. Il est donc important de comprendre que si les liens espèce-pression obtenus sont bien, selon les experts, les principales pressions pour une espèce donnée, la méthodologie n'incluait toutefois pas de nombre fixe de pressions majoritaires à définir par espèce. Il n'est donc pas possible de connaître quels critères ont été donnés par les experts pour désigner les principales pressions. Il peut donc y avoir un biais dans l'interprétation de ces liens en cas d'omissions ou de déséquilibres dans le renseignement des pressions (Hayward, 2009).

Parmi les 1 544 espèces considérées suffisamment connues dans le diagnostic de représentativité des aires protégées (Léonard *et al.* 2020), **773 présentent des informations de vulnérabilité aux pressions**, soit la moitié (Figure 11). Lorsqu'aucun lien espèce-pression n'était disponible pour une sous-espèce, il a été considéré que celle-ci était vulnérable aux mêmes pressions que l'espèce-parente. Le diagnostic de représentativité des aires protégées (Léonard *et al.* 2020) et donc l'identification des points chauds de biodiversité ont été réalisés sur 1298 espèces car seules les espèces ayant un lien espèce-habitats ont été utilisées. Toutefois, afin de maximiser le nombre d'espèces dans le croisement, celles n'ayant pas de lien espèce-habitat ont été conservées pour la suite. Il y a donc 39 espèces ayant au moins un lien espèce-pression mais pas de liens espèce-habitat (Figure 11).

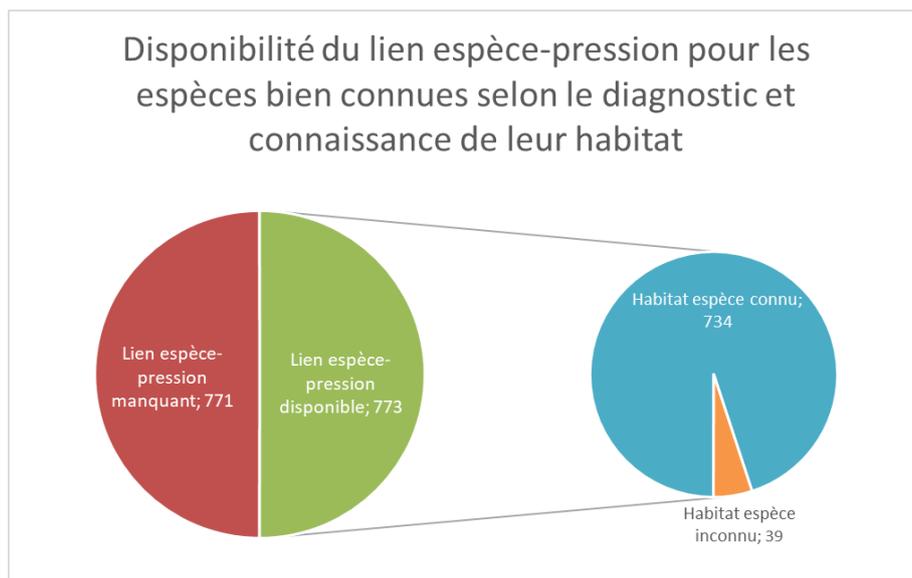


Figure 11 : Nombre d'espèces ayant au moins un lien espèce-pression parmi les espèces considérées bien connues, et nombre d'espèces parmi elles ayant un lien espèce-habitat

3.1.3.2. Espèces incluses dans les cartes de croisement enjeux et pressions

Le niveau de renseignement du lien espèce-pression est variable selon les groupes taxonomiques (Figure 12).

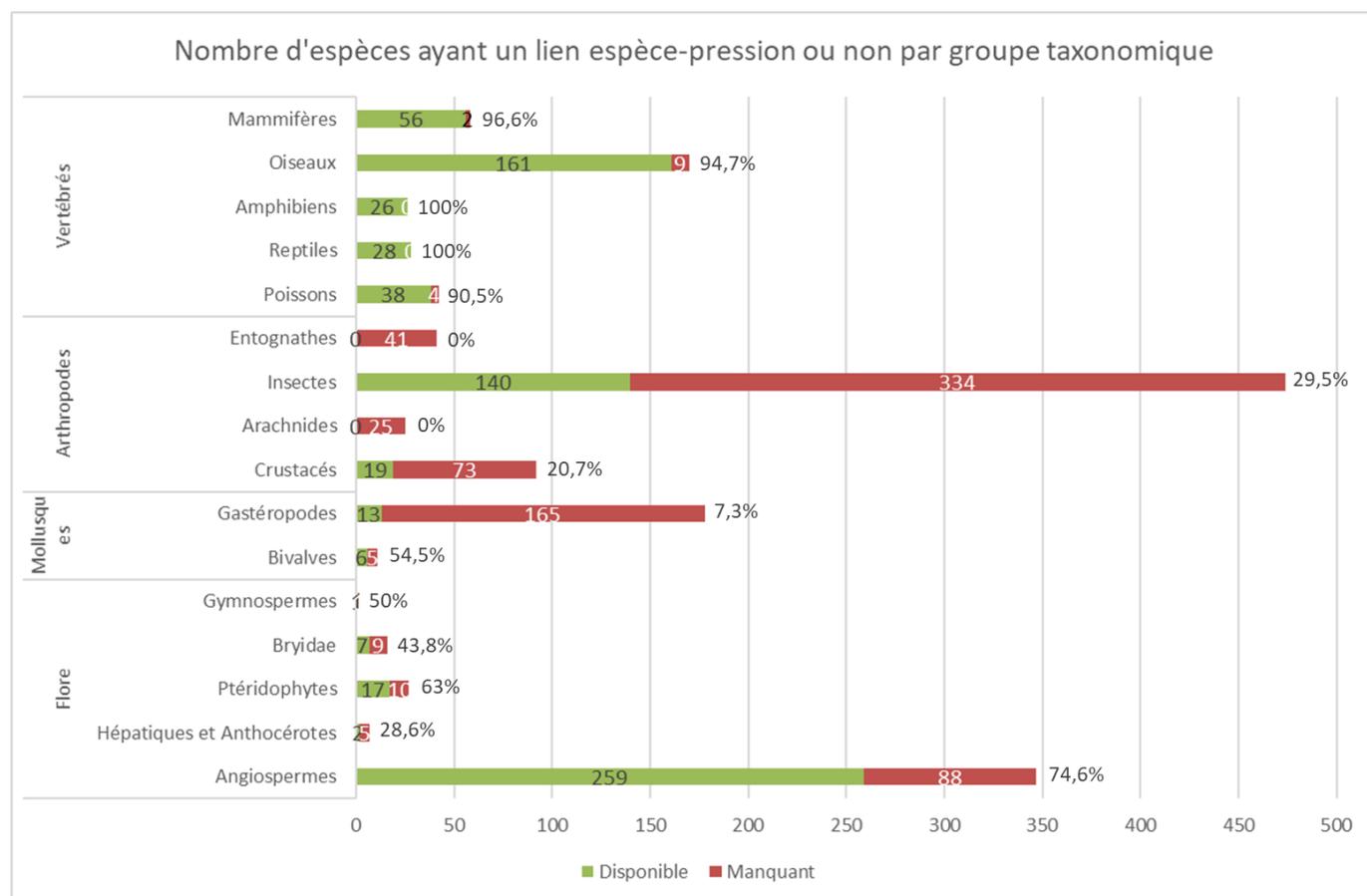


Figure 12 : Répartition par groupe taxonomique du nombre de espèces patrimoniales suffisamment connues ayant ou non au moins un lien espèce-pression renseigné dans les données Liste Rouge et Natura 2000

Certains groupes sont proportionnellement moins bien renseignés, en particulier les arthropodes et les mollusques. Ce résultat est cohérent avec le fait qu'il s'agit des groupes globalement moins connus, prospectés et étudiés (Troudet *et al.*, 2017). Toutefois, dans le cas des mollusques, une Liste Rouge a été publiée en Juillet 2021 (UICN Comité Français *et al.*, 2021) et devrait permettre des analyses ultérieures pour compléter ce manque. Enfin, les Angiospermes étant le groupe le mieux connu chez la flore, ils représentent la quasi-totalité des liens espèce-pression.

Parmi les espèces considérées comme bien connues par le diagnostic des enjeux, les Insectes sont particulièrement mal renseignés en termes de liens espèce-pression. Au sein de ce large groupe taxonomique, il y a toutefois de forts déséquilibres entre les ordres (Figure 13). Ainsi les Odonates, les Ephémères et les Lépidoptères sont plutôt bien renseignés en termes de liens espèce-pression, et à l'inverse, chez les Coléoptères, l'ordre le plus important en termes de nombre d'espèces, seules 4% des espèces ont au moins un lien espèce-pression renseigné.

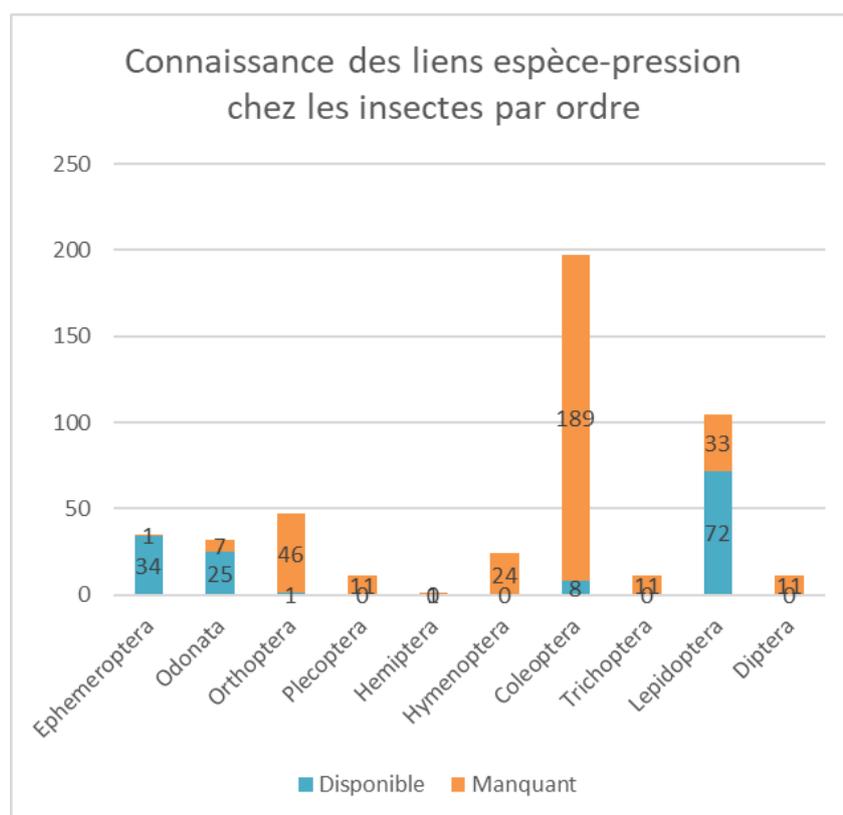


Figure 13 : Nombre d'espèces par ordre chez les insectes, pour lesquels au moins un lien espèce-pression était renseigné par ordre

En termes de statuts, on note que la majorité des espèces endémiques et sub-endémiques n'ont pas de lien espèce-pression renseigné et ne sont donc pas incluses dans le croisement, or il s'agit proportionnellement d'espèces considérées également comme les moins bien couvertes par le réseau. En revanche, les espèces des directives européennes Oiseaux (DO Annexe I) et Habitats-Faune-Flore (DHFF Annexe II et IV) bénéficient de l'obligation de rapportage qui inclut une analyse des pressions, ils sont donc bien renseignés en termes de liens espèce-pression. De même, à l'échelle nationale, 86 % des espèces ayant un statut de menace UICN ont également un lien espèce-pression renseigné (Figure 14).

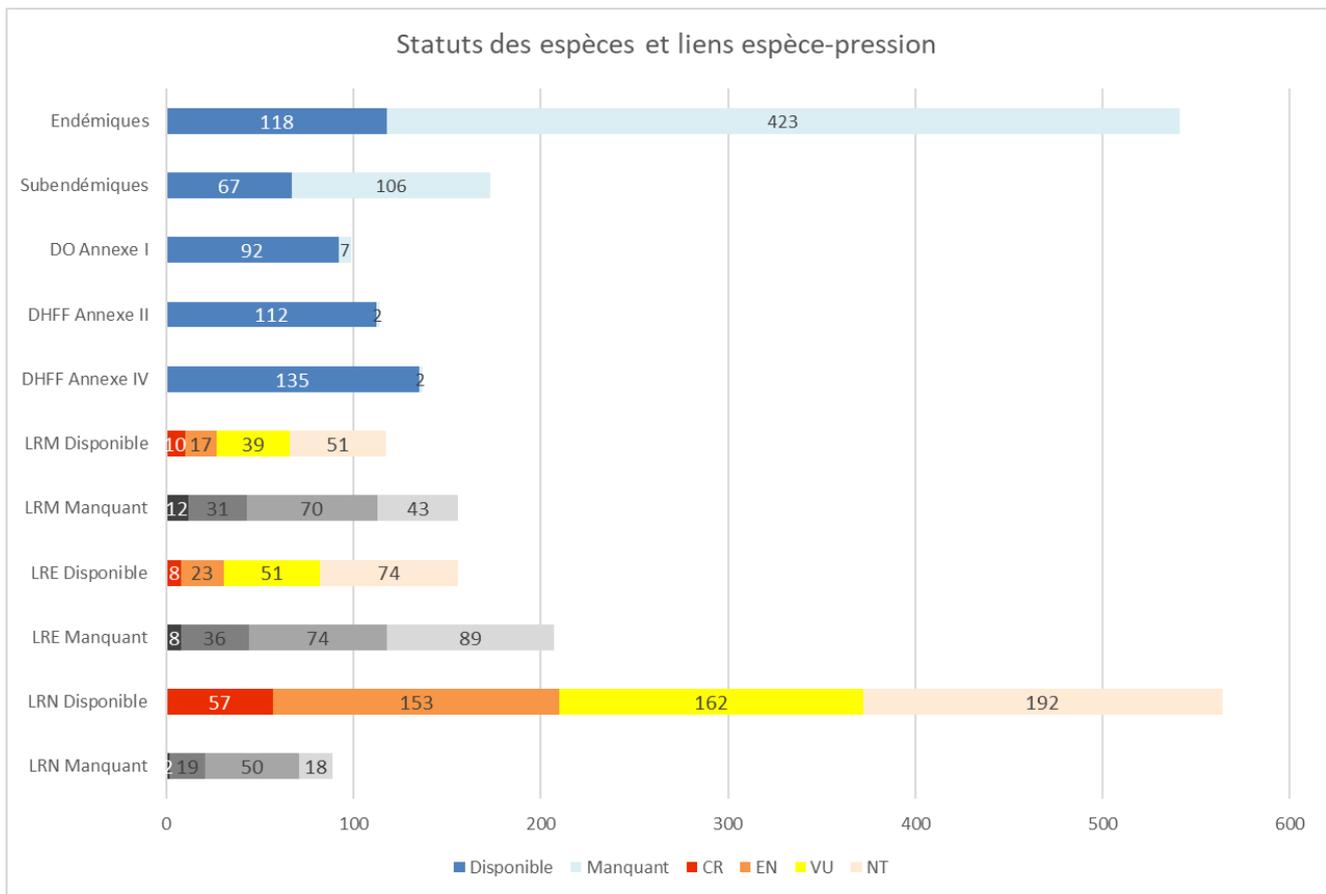


Figure 14 : Nombre d'espèces pour lesquels au moins une relation avec une pression était renseignée, selon le statut de présence et de conservation des espèces. LRM, LRE, LRN font respectivement référence aux listes rouges mondiale, européenne et nationale. Catégories de pressions d'extinction UICN : En danger critique (CR), En danger (EN), Vulnérable (VU) et Quasi-menacé (NT). Remarque : les catégories ne sont pas exclusives.

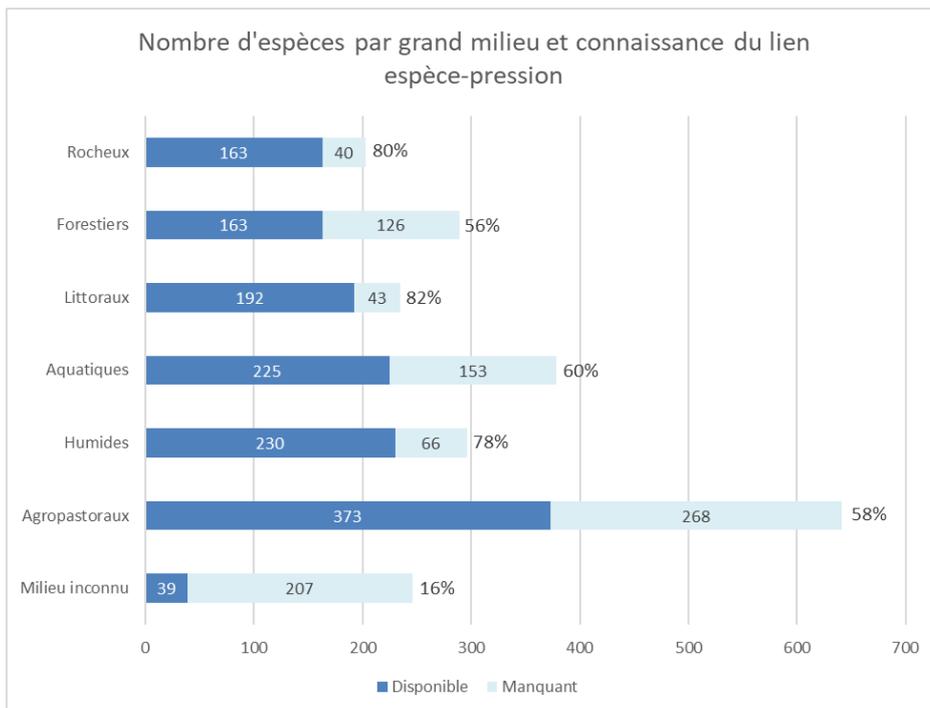


Figure 15 : Nombre et pourcentage de espèces ayant un lien espèce-pression par grand type de milieu. Remarque : les milieux ne sont pas exclusifs (une espèce peut être associée à plusieurs milieux)

Enfin, le milieu ne semble pas avoir d'impact significatif sur le renseignement du lien espèce-pression, bien qu'on note un plus faible niveau de renseignement pour les espèces associées aux milieux agropastoraux (Figure 15). Cela est cohérent avec la sous-représentation des insectes vue précédemment, ces derniers représentant à eux seuls un tiers des espèces associées aux milieux agropastoraux. De même, le lien espèce-pression des espèces associées aux milieux aquatiques est proportionnellement moins bien renseigné, ce qui est cohérent avec les lacunes observées chez les crustacés et les mollusques.

3.1.3.3. Vulnérabilité aux grandes sources de pression

Le présent rapport se concentre sur le croisement des enjeux de conservations biologiques avec les cumuls de pressions par grande source, à la fois les plus impactantes et sur lesquelles les aires protégées peuvent avoir une action significative : l'urbanisation, l'intensification agricole, l'intensification sylvicole, les espèces exotiques envahissantes et la fréquentation et le dérangement.

Une espèce est considérée comme vulnérable au cumul des pressions si elle est vulnérable à au moins une des pressions qui le compose (Figure 16). Mis à part pour l'intensification agricole, le nombre d'espèces vulnérables aux différentes pressions individuelles composant chaque cumul est équilibré. La totalité des espèces vulnérables à un cumul est vulnérable à plusieurs pressions individuelles au sein de ce cumul, ce qui conforte notre choix de travailler avec ces cumuls.

L'agriculture intensive est le secteur source de pressions pour lequel on compte le plus d'espèces vulnérables, suivi de la pression d'urbanisation, les deux étant en majorité liées à la dégradation et la perte d'habitat.

Enfin, il est à noter que le faible nombre d'espèces renseignées comme vulnérables aux espèces exotiques envahissantes pourrait avoir un impact fort sur la cartographie, avec très peu d'espèces par maille, en particulier lors de l'analyse par milieu. Les résultats seront donc à relativiser en ce sens.

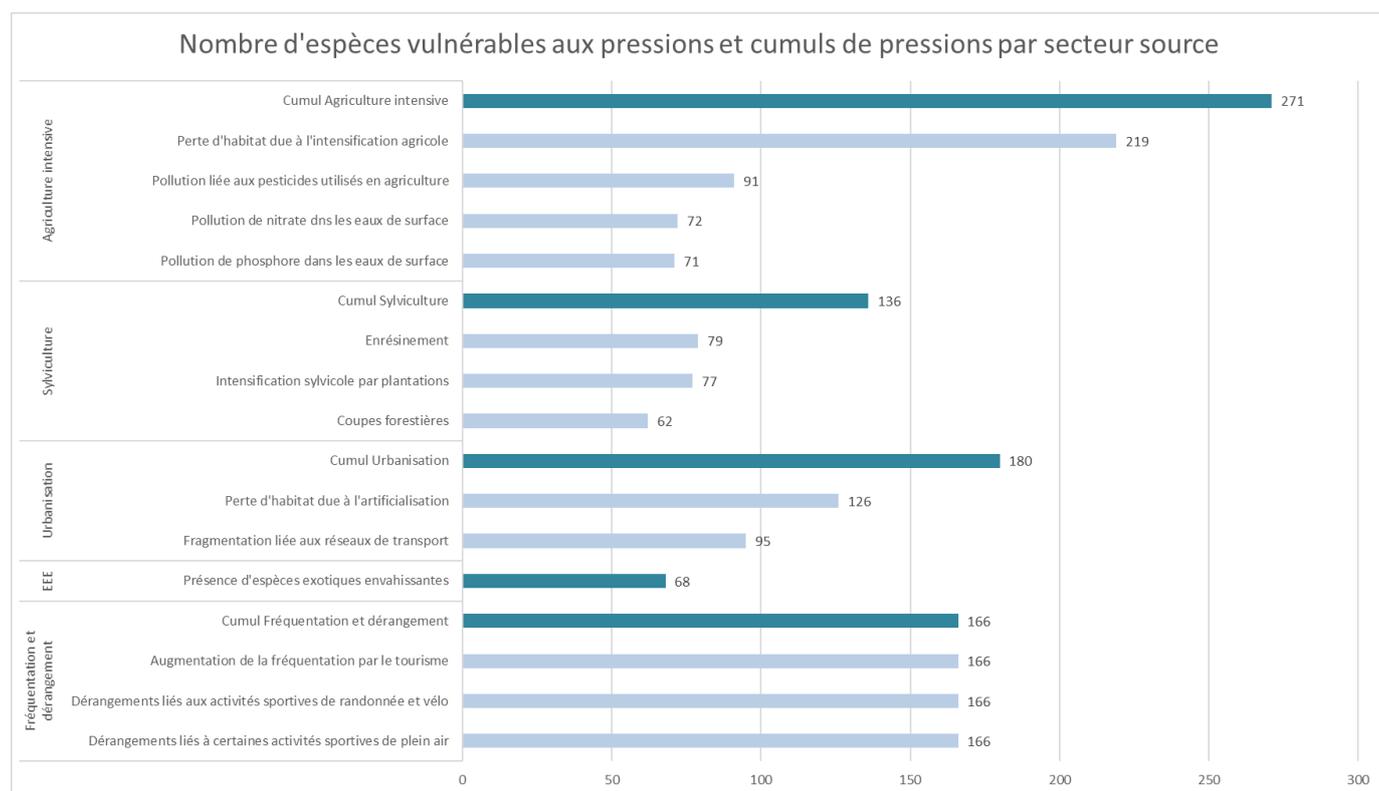


Figure 16 : Nombre d'espèces vulnérables aux pressions individuelles (clair) identifiées dans le catalogue de pressions et cumuls (foncé). Remarque : les pressions ne sont pas exclusives.

Selon la pression considérée, on observe des différences de représentations du nombre d'espèces vulnérables par grand type de milieu (Figure 17).

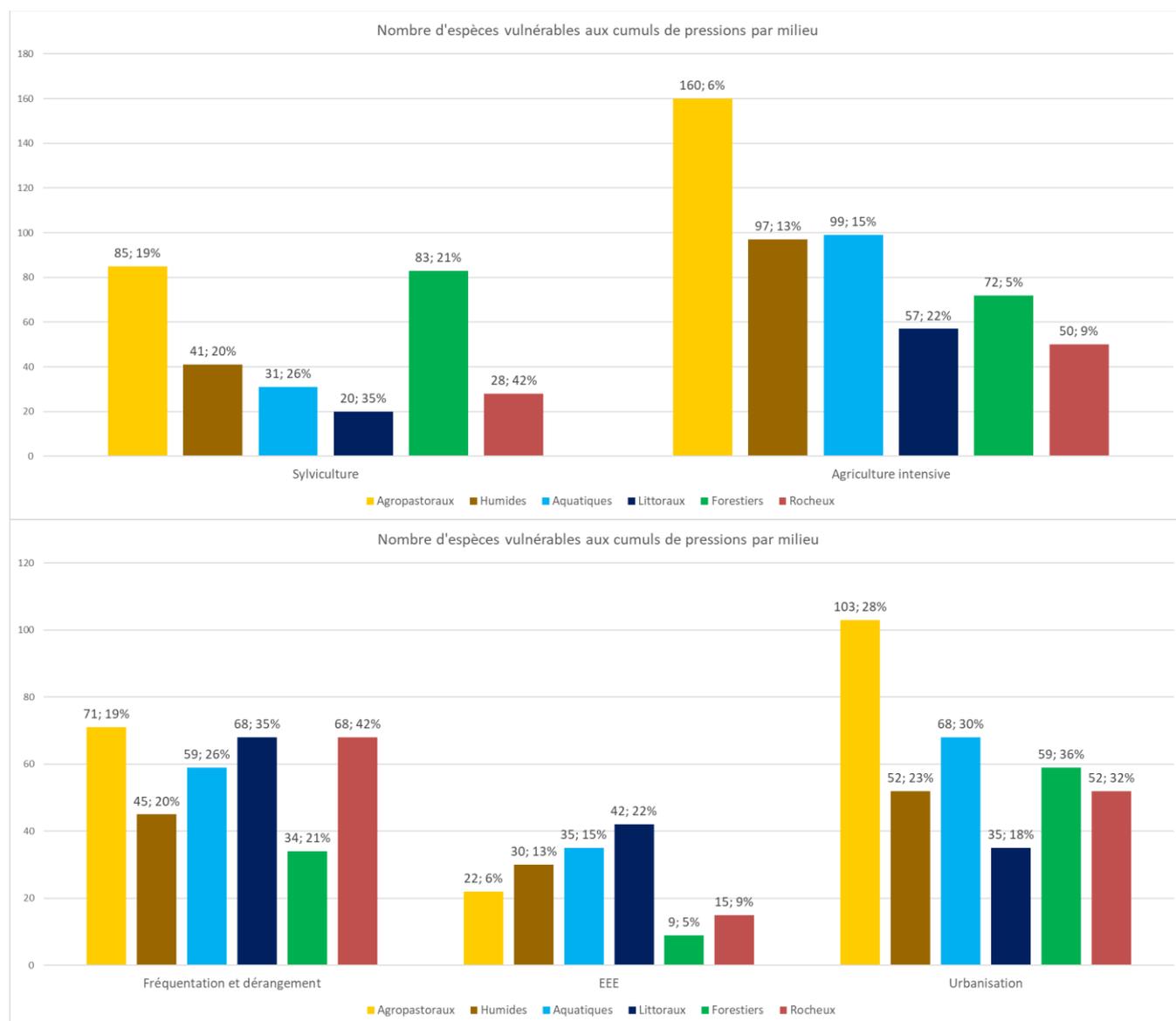


Figure 17 : Nombre d'espèces vulnérables aux cumuls de pressions et pourcentage par milieu. Remarque : les milieux ne sont pas exclusifs (une espèce peut être associée à plusieurs milieux)

Dans le cas des pressions d'urbanisation et d'intensification agricole qui ont un impact majoritairement de perte d'habitat, on n'observe pas de milieu significativement plus impacté que d'autres. En effet, les ratios d'espèces vulnérables par milieu sont proches tous milieux confondus pour ces pressions (cf. Figure 15). Les espèces impactées par la sylviculture sont majoritairement associées aux milieux forestiers et dans une moindre mesure aux milieux agropastoraux, ce qui est cohérent avec l'impact majoritaire de changement d'habitats lié à cette activité. La fréquentation et le dérangement touchent de manière prédominante les milieux rocheux et littoraux, ce qui est cohérent avec les zones touristiques de montagnes et littorales (par ex., les plages).

Enfin, concernant les espèces exotiques envahissantes, les ratios d'espèces vulnérables par milieu ne semblent pas concorder avec la littérature (European Commission. Joint Research Centre., 2020) avec une surreprésentation des milieux littoraux et une sous-représentation des milieux agropastoraux et forestiers, ce qui peut s'expliquer par le nombre limité d'espèces ayant un lien pression. Les espèces exotiques envahissantes étant considérées comme la 5^{ème} menace pour la biodiversité selon l'UNEP (Programme Environnement des Nations Unies), il est préférable de considérer les liens espèce-pression comme sous-estimés dans l'ensemble et qu'un risque d'impact est attendu pour l'ensemble des milieux.

3.2. Méthode d'analyse des cartes de croisement enjeux et pressions

Une fois le croisement des données effectués et les cartographies produites, l'objectif est d'interpréter les résultats du point de vue de l'extension et du renforcement du réseau d'aires protégées. Dans le cadre de la cartographie de croisement du niveau de pression et du nombre d'espèces vulnérables pour les mailles à fort enjeux de conservation, les scénarios de mailles sont les suivants et représentent une pertinence variable à la mise en place d'aires protégées :

Tableau 3 : Résultantes possibles des croisements des catégories (quantiles à 33% et 66%) du niveau de pression et des catégories du nombre d'espèces vulnérables et interprétation associée pour la création d'aires protégées. La résultante est obtenue pour chaque maille de 10 km²

Pression		Niveau de pression		
		Faible	Moyen	Fort
Vulnérabilité	Faible	Enjeux de conservation indépendants de la pression Intérêt pour la création d'aires protégées à étudier vis-à-vis des autres pressions et de la biodiversité présente	Enjeux faibles de réduction des pressions et actions coûteuses Intérêt de création d'aires protégées discutable, à étudier vis-à-vis des autres pressions Contrôle de la pression par d'autres outils	Enjeux faibles de réduction de la pression et actions coûteuses Intérêt de création d'aires protégées discutable, à étudier vis-à-vis des autres pressions Contrôle de la pression par d'autres outils
	Moyen	Enjeux de conservation indépendants de la pression Intérêt pour la création d'aires protégées à étudier vis-à-vis des autres pressions et la biodiversité présente	Enjeux préventifs et/ou réactifs modérés (risque de propagation) Intérêt modéré pour la création d'aires protégées Contrôle de la pression par d'autres outils	Enjeux réactifs vis-à-vis de la pression mais risque de manque d'acceptabilité (coûteux) Intérêt modéré de création d'aires protégées
	Fort	Enjeux de conservation dépendent de situation locale et risque d'expansion de la pression. Intérêt pour la création d'aires protégées à étudier vis-à-vis des autres pressions et la biodiversité	Enjeux réactifs forts Intérêts forts de création d'aires protégées	Enjeux réactifs forts, urgence d'action Intérêts très forts de création d'aires protégées

Pour l'analyse de chaque carte, il est important de garder en tête que nous ne considérons dans cette étude que **les mailles à très fort enjeu de conservation** (atteignant une contribution à la biodiversité de 80 ou plus). **Chaque maille peut justifier d'un enjeu de création d'aire protégée**, indépendamment du niveau de pression et du nombre d'espèces vulnérables. L'intérêt à créer une aire protégée décrit ci-dessus est énoncé vis-à-vis de la pression étudiée uniquement, et doit faire l'objet *in fine* d'une conclusion basée sur le croisement avec les résultats des autres pressions et des enjeux présents en termes de biodiversité ayant mené à un CBG fort. Lorsqu'il y a peu d'espèces vulnérables à la pression dans la maille, l'intérêt à créer une aire protégée pour le contrôle de cette pression peut être considéré comme faible dans le cadre d'une stratégie réactive : les espèces à enjeux sont certes présentes en

dehors d'une aire protégée mais elles ne nécessitent a priori pas de protection du fait de l'absence de risque d'impact. A l'inverse, lorsque le nombre d'espèces vulnérables à la pression est élevé, l'intérêt de création d'une aire protégée vis-à-vis de cette pression dépend du niveau de pression : si la pression est moyenne à forte, il y a un fort enjeu réactif en raison des risques d'impacts élevés. Si la pression est faible à nulle, l'interprétation dépend de la pression et du contexte local. En effet, il peut y avoir un enjeu préventif en cas de progression possible de la pression sur le long terme. À nouveau l'analyse de ces cartographies de pressions est à nuancer, et ne peut trancher à elle seule de la nécessité de création d'aires protégées, un travail au niveau local doit être effectué. Par exemple, une espèce fortement patrimoniale, menacée, peut justifier des mesures de protection bien qu'elle soit la seule espèce vulnérable à la pression étudiée. La Figure 18 illustre des exemples de points d'intérêts de cartes de croisement de niveau de pression et de nombre d'espèces vulnérables à la pression, et les interprétations en termes de risque d'impact et enjeux de prise d'action de conservation associés.

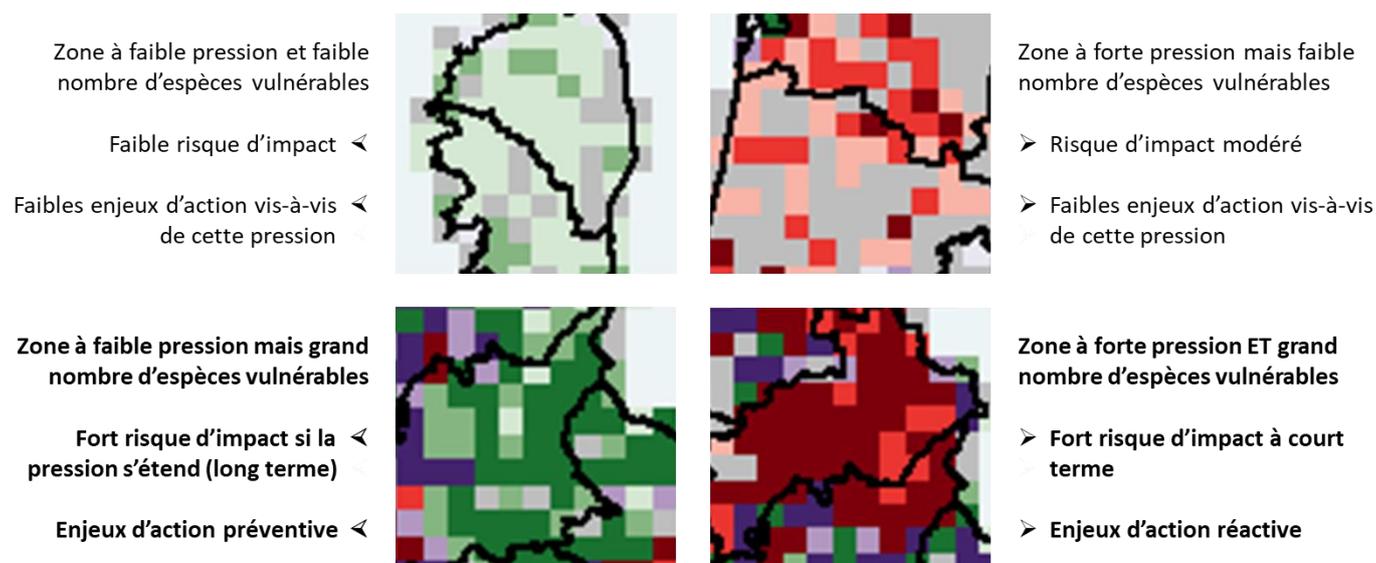


Figure 18 : Exemple de scénarios de croisements du niveau de pression et du nombre d'espèces vulnérables et l'interprétation associée, notamment en termes d'actions de conservation préventives et réactives

Il s'agit là de l'interprétation générale des résultats obtenus pour chaque maille, mais l'interprétation devra être **adaptée et nuancée pour chaque type de pression considéré** selon ses effets et caractéristiques ainsi que des possibilités d'action des aires protégées (cf. Annexe 1). En cas de maille présentant une forte contribution à la biodiversité globale, l'intérêt de mettre en place des actions de préservation n'est jamais nul, qu'il existe des pressions à un instant donné ou non, l'absence totale de pression étant peu probable. Concernant ces mailles où les pressions apparaissent faibles à nulles, d'autres données sont pertinentes à prendre en compte, telles que la cartographie de la naturalité potentielle CartNat⁹ produite par le groupe de travail Wilderness du Comité français de l'UICN. En effet, CartNat vise à évaluer le degré d'influence de l'homme sur un milieu, et pour cela s'appuie sur des données de pressions proches de celles utilisées dans le présent rapport, notamment en terme d'urbanisation et d'intensification agricole et sylvicole. Pour l'identification de points chauds de biodiversité peu soumis à des pressions, CartNat apporte une information pluri-pressions, à une résolution plus fine et qui intègre un aspect continuité écologique. Toutefois, la représentativité du réseau d'aires protégées n'est pas prise en compte dans la cartographie de la naturalité. Le croisement des enjeux et des pressions et les données CartNat gagnent donc à être utilisés conjointement pour l'identification des enjeux d'action préventive.

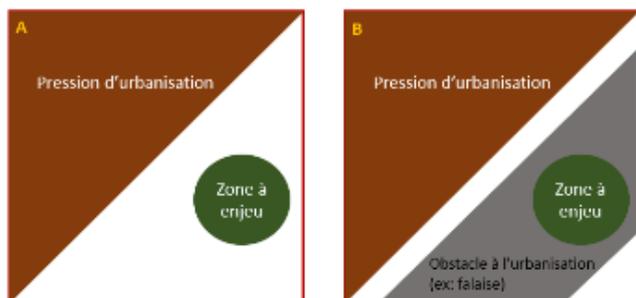
L'objectif de cette cartographie est donc d'apporter une information supplémentaire à l'enjeu de biodiversité et contribuer à la priorisation. Lorsque l'enjeu de biodiversité est modéré, dans le cas des mailles ayant un CBG inférieur à 80, donc non pris en compte dans le croisement, la situation est moins tranchée, puisque se pose la

⁹ <https://uicn.fr/aires-protégees/wilderness/>

question de prévenir la propagation d'une pression, ou la dégradation d'espèces et d'habitats qui ne sont pas encore considérés comme en danger mais pourraient le devenir.

Pour rappel, les aires protégées ne sont pas l'unique réponse à la présence de pressions sur des zones à enjeux, d'autres outils (cf. 3.1.2.1), tels que la réglementation des activités impactantes sur l'ensemble du territoire existent pour agir sur les pressions. Par exemple, la création d'une nouvelle aire protégée en raison de la seule présence d'espèces exotiques envahissantes n'est pas pertinente, quel que soit le niveau d'enjeu de biodiversité. En revanche, la mise en place d'action préventive en dehors du réseau reste bénéfique, en évitant par exemple dans le cas des espèces exotiques envahissantes leur propagation dans les aires protégées existantes.

La cartographie produite par maille de 10 km² aide à affiner l'identification des zones prioritaires à large échelle mais ne permet pas de conclure sur la nécessité de création d'une aire protégée localement, ni sur le besoin d'une protection forte. Pour les mailles ciblées comme prioritaires pour la conservation du point de vue des enjeux et des pressions, **une analyse plus approfondie à l'échelle locale sera nécessaire** puisque l'échelle de 10 km² ne permet pas d'avoir une vision précise de la situation. Elle ne permet notamment pas de s'assurer de la réelle proximité spatiale et temporelle entre la pression et l'habitat ou l'espèce d'intérêt qui est insuffisamment couvert par le réseau d'espaces protégés déjà en place (Delauge & Bessière, 2019). En effet, pour les mêmes valeurs de CBG et RIP sur deux mailles différentes, des situations variables peuvent se présenter au sein de la maille, avec des enjeux de protection très différents. Ci-dessous deux exemples schématiques dans le cas de l'urbanisation et des espèces exotiques envahissantes (EEE) :



Les mailles A et B présentent les mêmes valeurs élevées de CBG et RIP, avec une proximité spatiale entre la pression et la zone à enjeu. Dans le cas de la maille A, il y a une urgence d'action en prévision de la propagation de l'urbanisation sur la zone à enjeu. Dans le cas de la maille B, il n'y a pas nécessité de mettre en place des actions vis-à-vis de l'urbanisation, l'obstacle empêchant sa propagation.



Les mailles A et B présentent les mêmes valeurs élevées de CBG et RIP. Dans les deux cas, le type et l'urgence de l'action va dépendre des EEE présentes, et de la vulnérabilité des espèces déterminantes de la zone à enjeux. En cas de nécessité d'action, dans le cas de la maille A, il y a un enjeu préventif à limiter la propagation des EEE sur la zone à enjeu, dans le cas de la maille B, il y a un enjeu réactif à éliminer les EEE.

4. Présentation et analyse des cartes produites

Pour rappel, pour chaque cumul de pressions, le risque d'impact est cartographié sous la forme d'un croisement des niveaux de pressions et du nombre d'espèces vulnérables chacun catégorisé selon trois modalités (faible, moyen ou fort) dont les seuils de classification correspondent aux quantiles à 33% et 66% de chacune des distributions des valeurs de pressions et du nombre d'espèces vulnérables. Ces croisements sont effectués dans un premier temps sans prendre en compte le réseau d'aires protégées puis déclinés pour trois niveaux de protection : aires de protection forte (correspondant aux protection réglementaires et maîtrise foncière), aires de protection forte et Natura 2000 et enfin toutes aires protégées hors conventions internationales. La méthode d'identification des points chauds de biodiversité insuffisamment couverts par le réseau est décrite dans Léonard *et al.* (2020). Le croisement est également effectué par grand type de milieux avec prise en compte du réseau d'aires de protection forte, et sera décrit pour deux milieux particulièrement vulnérables à la pression concernée, le reste des cartographies de croisement par milieux étant disponibles en Annexe 2. La Figure 19 schématise l'ensemble des cartes produites à l'échelle de la métropole, soit 140 cartes au total pour la métropole, et en gras les cartes présentées dans l'analyse ci-après, dans l'exemple de l'urbanisation.

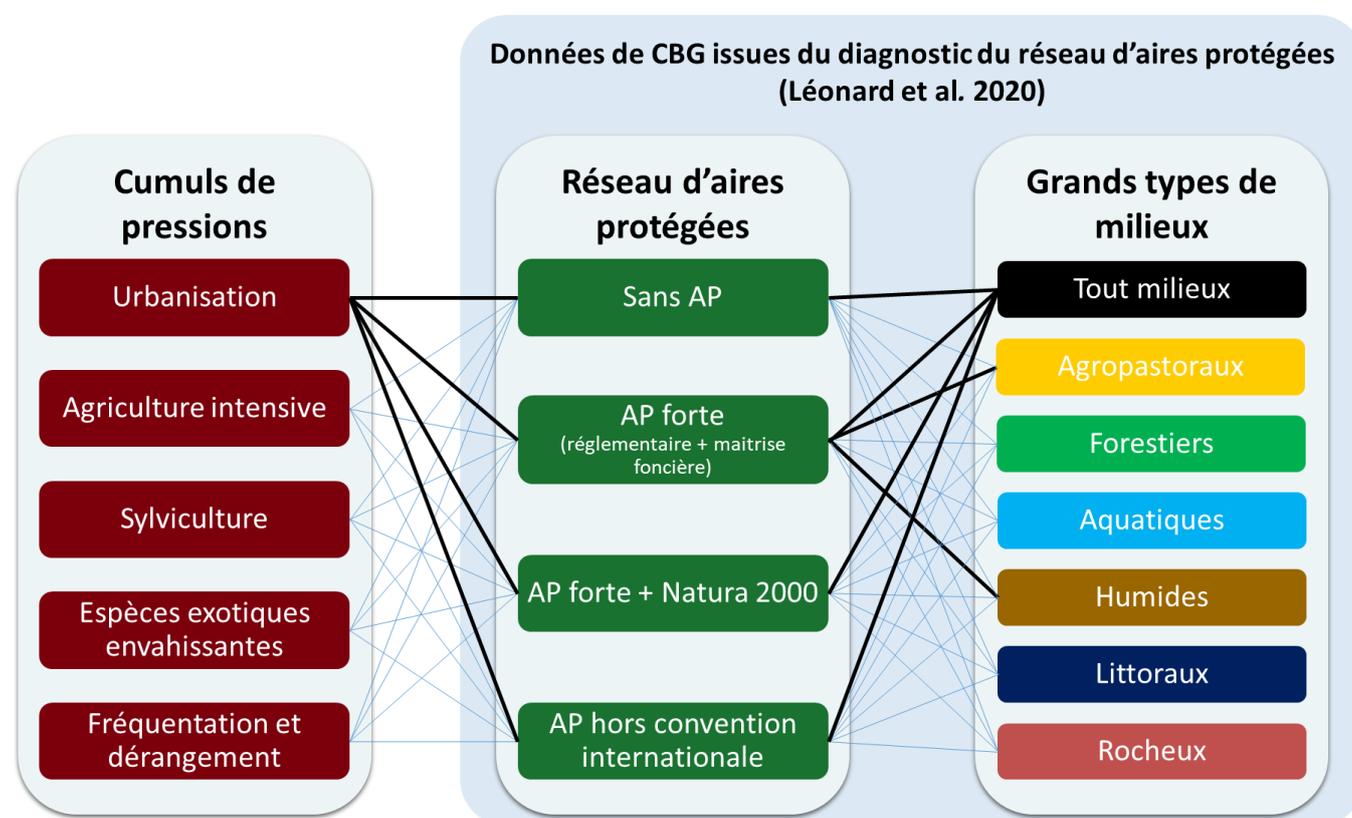


Figure 19 : Schéma des différentes cartes de croisement produites pour la métropole en fonction du cumul de pression, du niveau de protection pris en compte et du milieu auquel les espèces sont associées

4.1. Urbanisation

4.1.1. Cartographie du croisement des pressions et espèces vulnérables à l'échelle nationale

4.1.1.1. Localisation des points chauds de biodiversité à fort risque d'impact lié à l'urbanisation

La cartographie ci-dessous (Figure 20) illustre le risque d'impact de l'urbanisation sur les points chauds de biodiversité identifiés par Léonard *et al.* (2020) sans prise en compte du réseau d'aires protégées. Elle est basée sur la représentation du niveau de pression d'urbanisation par maille et du nombre d'espèces vulnérables à cette pression.

Les secteurs avec un nombre important d'espèces vulnérables à la pression d'urbanisation sont majoritairement dans le quart sud-est de la France. Les zones montagneuses, c'est-à-dire les Pyrénées, les Alpes et le sud-est du Massif central ainsi que la Corse présentent majoritairement un faible niveau de pression d'urbanisation mais un nombre important d'espèces vulnérables. On constate toutefois qu'au niveau des piémonts, il y a un nombre important de mailles à fort risque d'impact. Il y a donc un enjeu de conservation préventive en région montagneuse, à modérer en fonction de la possibilité réelle de l'urbanisation de s'étendre à l'échelle locale (fortes pentes, zones non constructibles) et en fonction des espèces déterminant le niveau d'enjeu. Il y a également un enjeu réactif à basse altitude où l'urbanisation est en progression dans des zones à fort enjeux, notamment à proximité de villes à forte croissance démographique. Au niveau de la plaine languedocienne, le risque d'impact de la pression d'urbanisation est élevé, avec une pression forte et de nombreuses espèces vulnérables, en particulier dans les grandes plaines et la garrigue. Ces habitats font partie du bassin méditerranéen classé point chaud mondial de biodiversité¹⁰, il y a donc une urgence d'action pour préserver ces espaces. Il en est de même dans le sud de l'Île-de-France, sur les bords de la Loire et au niveau du Rhône, en particulier dans le bassin lyonnais. Il y a donc un enjeu réactif de régulation de l'expansion urbaine dans ces zones-là.

A l'inverse, l'ouest de l'Occitanie, la Bretagne et les régions du nord présentent une forte urbanisation mais peu d'espèces qui y sont vulnérables.

¹⁰ <https://www.cepf.net/our-work/biodiversity-hotspots/mediterranean-basin>

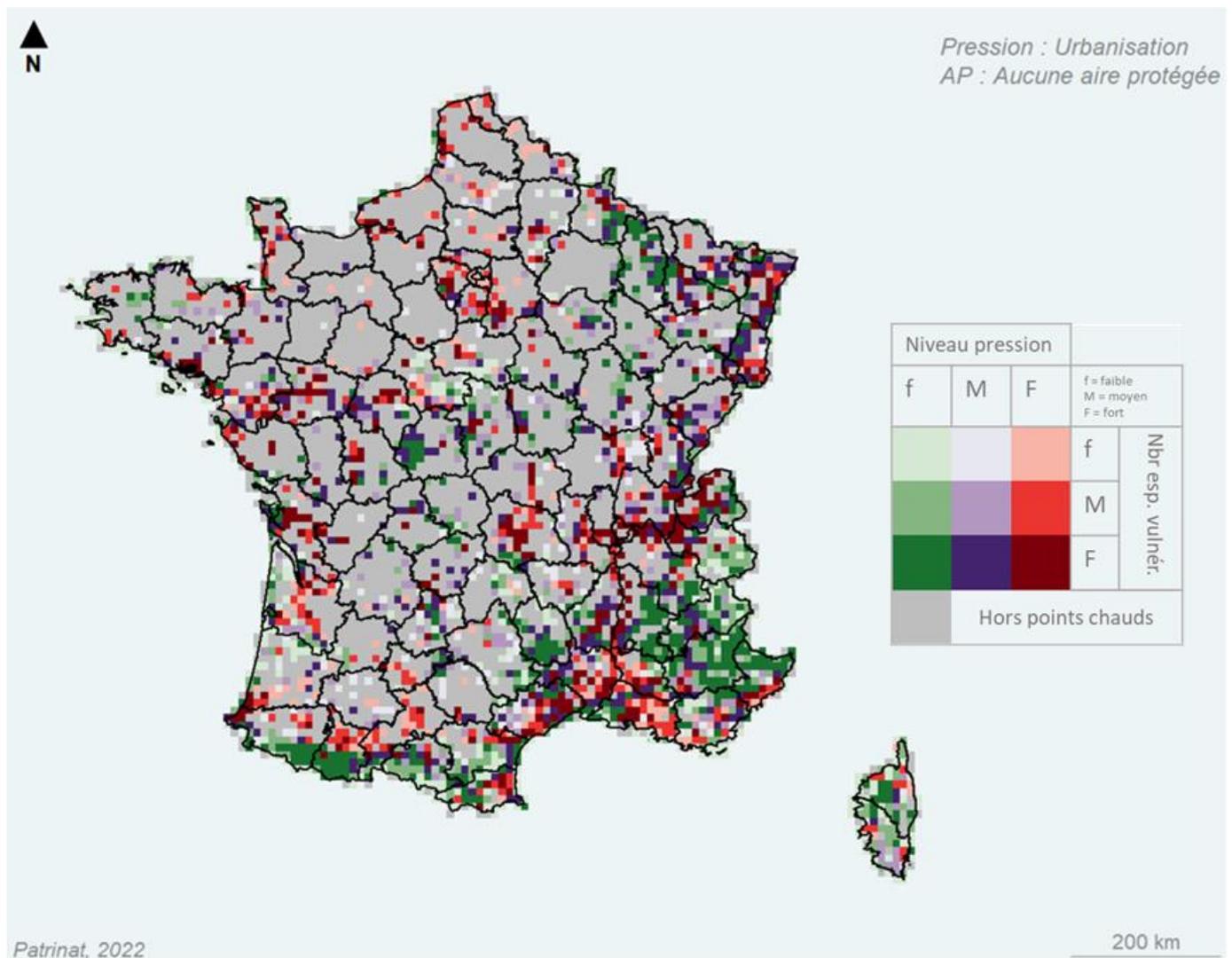


Figure 20 : Croisement du niveau de pression d'urbanisation et de la catégorie du nombre d'espèces vulnérables sur les points chauds de biodiversité en France métropolitaine continentale

4.1.1.2. Localisation des points chauds de biodiversité à fort risque d'impact lié à l'urbanisation et insuffisamment couverts par le réseau d'aires protégées

Les mêmes cartographies de croisement des pressions et des enjeux ont été produites pour les points chauds insuffisamment couverts par le réseau d'aires protégées.

- Réseau d'aires sous protection forte

Comme expliqué dans le diagnostic (Léonard *et al.*, 2020), il y a au premier abord peu de différences visibles entre les points chauds et les points chauds insuffisamment couverts par le réseau d'aires de protection forte, les aires protégées réglementaires et sous maîtrise foncière ne couvrant que 1,8% du territoire continental métropolitain.

On note toutefois que la prise en compte du réseau d'aires sous protection forte conduit à réduire les zones ayant un nombre élevé d'espèces vulnérables aux pressions et ce qui cible géographiquement les zones à enjeux, à la fois de prévention ou de réaction.

Concernant les zones de faible pression et nombreuses espèces vulnérables, on constate qu'elles sont resserrées sur le centre des Pyrénées, la Drôme et les Alpes de Hautes Provence, avec un renforcement de l'effet piémont, ainsi que le nord de la Meuse. Ce résultat est cohérent avec la présence des cœurs de parcs nationaux à l'est des Alpes, à savoir les parcs nationaux des Ecrins, de la Vanoise et du Mercantour. De même, la zone à forts enjeux identifiée précédemment dans le Massif central est partiellement couverte par le cœur du parc national des Cévennes.

Les zones non couvertes par le réseau d'aires de protection forte et à forts enjeux réactifs, c'est-à-dire ayant un fort niveau de pression et un nombre important d'espèces vulnérables, suivent la même dynamique et se concentrent plus visiblement sur les agglomérations, en particulier en Méditerranée. Les enjeux se rassemblent sur le littoral méditerranéen et dans les terres encore peu urbanisées, comme les Corbières, à proximité de villes à forte croissance démographique (Vallès, 2019), et situées en contact immédiat avec les milieux naturels. Dans le reste de la France, les zones sont également ciblées sur des villes à forte croissance démographique, à savoir la vallée du Rhône, la vallée du Rhin et les zones humides qui leurs sont associées dont le marais Poitevin et le littoral basque. Les forts enjeux réactifs et préventifs sont dus à une croissance démographique marquée dans les espaces encore peu denses en population (Vallès, 2019). Enfin, on note également un risque d'impact fort dans les forêts du sud de l'Île de France, toutefois incluses dans des parcs régionaux. Il peut donc y avoir un enjeu de renforcement de la protection dans ces aires protégées au regard de la pression d'urbanisation.

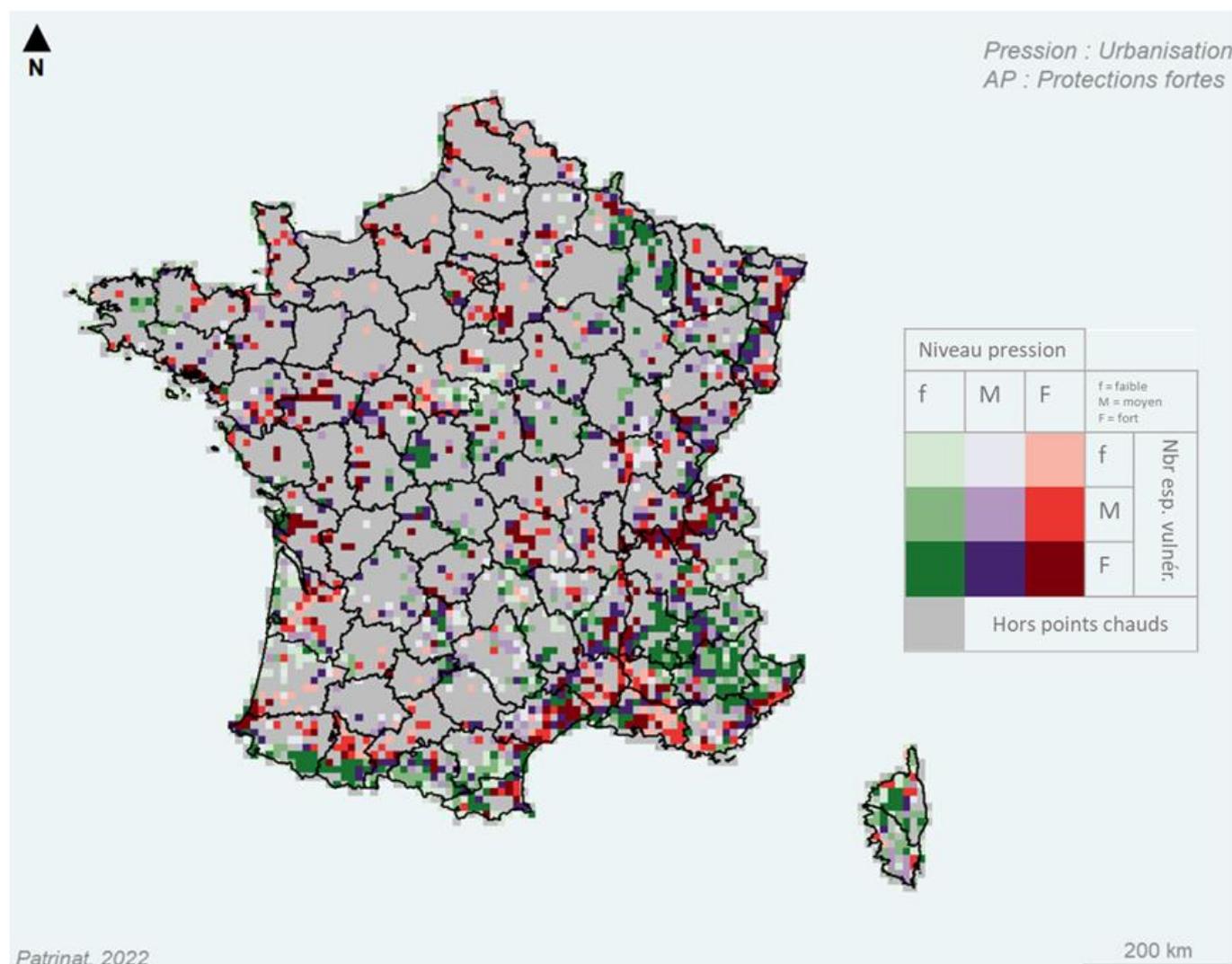


Figure 21 : Croisement du niveau de pression d'urbanisation et de la catégorie du nombre d'espèces vulnérables sur les points chauds de biodiversité insuffisamment couverts par le réseau d'aires de protection forte (APF) en France métropolitaine continentale

- Réseau d'aires sous protection forte étendu aux sites Natura 2000 et à toutes les aires protégées

La prise en compte du réseau Natura 2000 concentre un peu plus les mailles à enjeux sur les zones identifiées précédemment, en particulier dans l'est et le sud de la France.

Avec la prise en compte de l'ensemble du réseau d'aires protégées ne ressortent que des zones ayant un nombre important d'espèces vulnérables. Ainsi, plus le nombre d'outils de protection pris en compte est élevé, plus la part de mailles à fort risque d'impact est importante. Si la majorité des mailles concernées sont éparées et nécessitent des analyses à fine échelle, on note tout de même la persistance de la tendance d'urgence d'action sur quelques zones du littoral méditerranéen et du Languedoc, où des zones à enjeux insuffisamment couvertes subsistent malgré un réseau d'aires protégées étendu sur la côte. Le réseau d'aires protégées n'est donc pas suffisant à endiguer la croissance urbaine, en partie en raison des faibles surfaces couvertes dans les plaines proches du littoral, malgré des enjeux cruciaux.

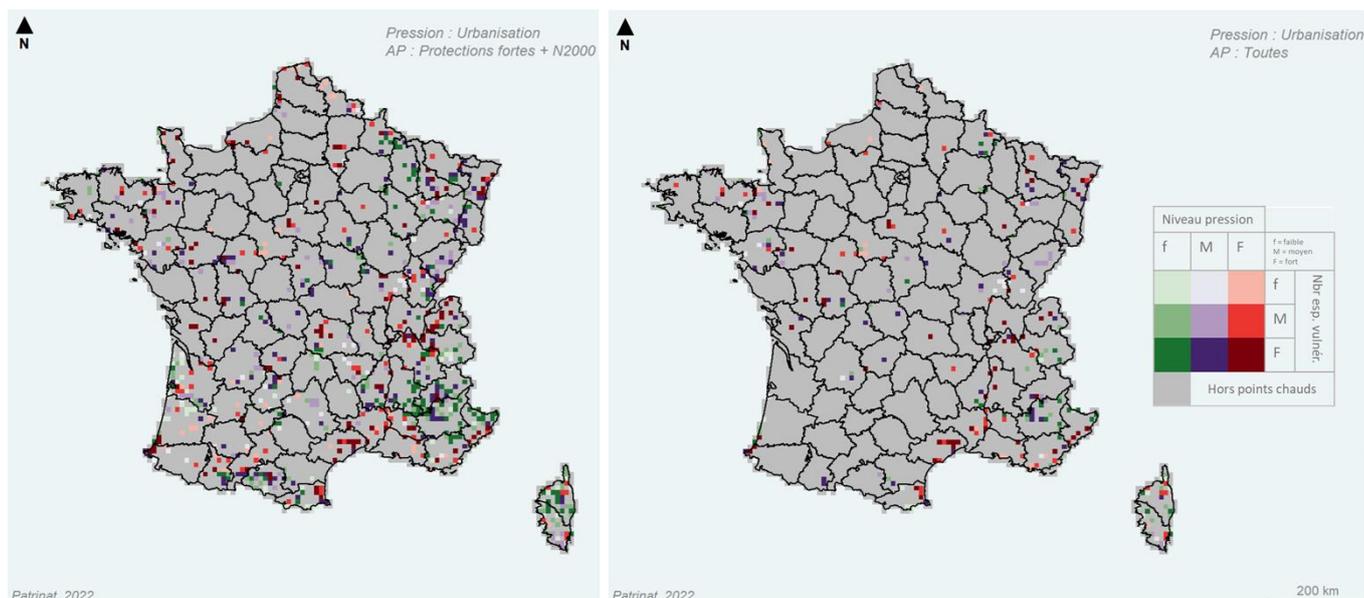


Figure 22 : Croisement du niveau de pression d'urbanisation et de la catégorie du nombre d'espèces vulnérables sur les points chauds de biodiversité insuffisamment couverts par le réseau d'aires de protection forte étendu au réseau Natura 2000 (à gauche) et toutes aires protégées (à droite) en France métropolitaine continentale

4.1.1.3. Analyse par grands types de milieux

Les zones à fort risque d'impact d'urbanisation pour les espèces associées aux milieux agropastoraux sont concentrées sur la plaine languedocienne, où se trouvent notamment des grandes plaines cultivées, des habitats de garrigue et des collines sèches. De même, les prairies et les alpages de basse altitude dans les Pyrénées, les Alpes et la Corse ainsi que les pâturages dans le Jura présentent de nombreuses zones à forte pression d'urbanisation et beaucoup d'espèces vulnérables. Ces habitats ouverts déjà menacés par le renfermement subissent en plus l'étalement urbain, il y a donc urgence d'action. D'autres zones à enjeux plus éparées sont réparties dans le reste du territoire. A l'inverse, les zones d'alpage d'altitude dans les Alpes et les Pyrénées sont peu exposées.

Les espèces associées aux zones humides sont également soumises à un important risque d'impact vis-à-vis de la pression d'urbanisation, avec des mailles à fortes pressions et nombreuses espèces vulnérables présentes dans la majorité du pays, et notamment au niveau du marais poitevin, du sud de l'île de France, de la vallée et du delta du Rhône. Il est à noter qu'une partie de cette dernière zone à enjeux est couverte par une zone classée Ramsar, outil non inclus dans les analyses, et le parc naturel régional de Camargue.

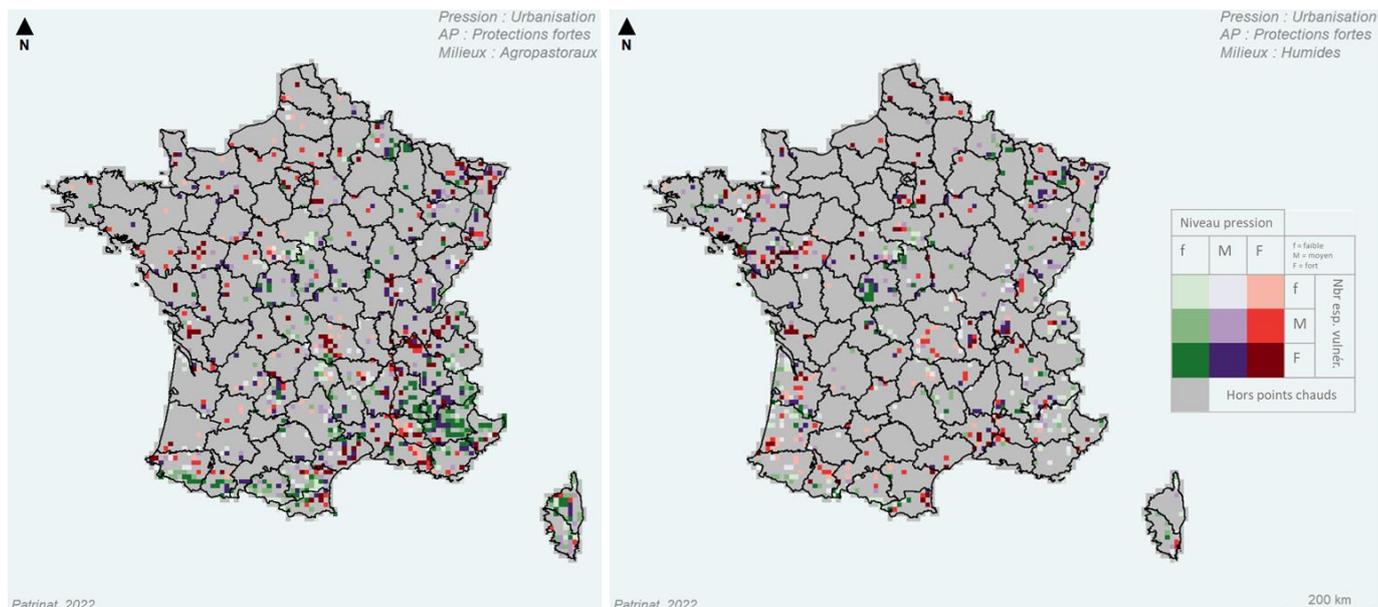


Figure 23 : Croisement du niveau de pression d'urbanisation et de la catégorie du nombre d'espèces vulnérables sur les points chauds de biodiversité insuffisamment couverts par le réseau d'aires de protection forte en France métropolitaine continentale pour les milieux agropastoraux (à gauche) et humides (à droite)

Le milieu présentant le plus fort risque d'impact est le littoral, avec près de 20% des mailles concernées par de fortes pressions et de nombreuses espèces vulnérables (cf. Annexe 2). Ces mailles se situent sur tout le littoral français, dans les quelques zones d'enjeux non couvertes par le réseau d'aires de protection forte à proximité de grandes agglomérations. Ces zones à enjeux correspondent majoritairement à des étangs en méditerranée et des marais dans le nord-ouest de la France, c'est pourquoi la carte des zones humides a été préférée à celle du littoral pour l'analyse illustrée. Le milieu aquatique est également à risque avec des mailles à fort risque d'impact réparties sur toute la France (cf. Annexe 2). On note particulièrement des fortes pressions sur les étangs du Languedoc, sur la vallée de l'Adour ainsi que sur les marais Poitevin et de Charente. Le milieu rocheux est quant à lui moins à risque vis-à-vis de l'urbanisation, ce qui s'explique par le manque d'accessibilité et de possibilité de construction.

4.1.2. Conclusions

L'urbanisation s'étend sur des zones jusqu'à présent peu denses en population, avec un processus d'étalement urbain ces dernières années (Glaizol, 2019; Vallès, 2019). Cette pression touche tous les milieux à l'exception du milieu rocheux, moins susceptible d'être urbanisé. On observe toutefois une progression de l'urbanisation en basse altitude et de forts enjeux en termes d'espèces vulnérables en zone montagneuse, il peut donc y avoir un intérêt de protection préventive. En terme d'action réactive, les étangs et les marais sont les plus à risque vis-à-vis de l'urbanisation, en particulier dans l'arrière-pays proche littoral, ce dernier ayant été privilégié pour la mise en place de protection. Au vu de ces nombreuses zones à fort risque d'impact à court terme, y compris avec la prise en compte de l'ensemble du réseau d'aires protégées hors conventions internationales, la mise en place de différents niveaux d'aires protégées voire le renforcement du niveau de protection des aires existantes est à envisager.

4.2. Agriculture intensive

4.2.1. Cartographie du croisement des pressions et espèces vulnérables à l'échelle nationale

4.2.1.1. Localisation des points chauds de biodiversité à fort risque d'impact lié à l'intensification agricole

La cartographie ci-dessous (Figure 24) illustre le risque d'impact de l'intensification agricole sur les points chauds de biodiversité identifiés par Léonard *et al.* (2020) sans prise en compte du réseau d'aires protégées. Elle est basée sur la représentation du niveau de pression d'intensification agricole par maille et du nombre d'espèces vulnérables à cette pression.

La répartition des enjeux de conservation et de pressions concernant l'intensification agricole suit une séparation nette entre le Sud-Est du pays qui présente une majorité de maille à faible pression (à l'exception de l'arrière-pays méditerranéen) mais un nombre important d'espèces vulnérables, et le Nord-Ouest où la pression est forte et la vulnérabilité est moyenne à forte. Il peut donc y avoir un enjeu de conservation préventive dans ces zones où les espèces sont vulnérables à la pression, notamment autour de la plaine de Crau. Il est cependant nécessaire d'effectuer une étude approfondie à plus fine échelle, la majorité des zones ayant un nombre important d'espèces vulnérables et peu de pression d'intensification agricole étant située dans des espaces à fort relief, pouvant ne pas être propices à l'agriculture, et ainsi ne nécessitant pas d'action vis-à-vis de cette pression. Les zones ayant un nombre important d'espèces vulnérables et un niveau de pression élevé représentent quant à elles un fort enjeu réactif. Sont concernées en particulier la vallée de la Seugne au Nord de Bordeaux, riche en zones humides et concernée par une forte présence viticole, la vallée de la Loire, l'arrière-pays du littoral ouest-méditerranéen, et enfin la vallée de la Meuse, majoritairement forestière où se concentre une forte activité agricole.

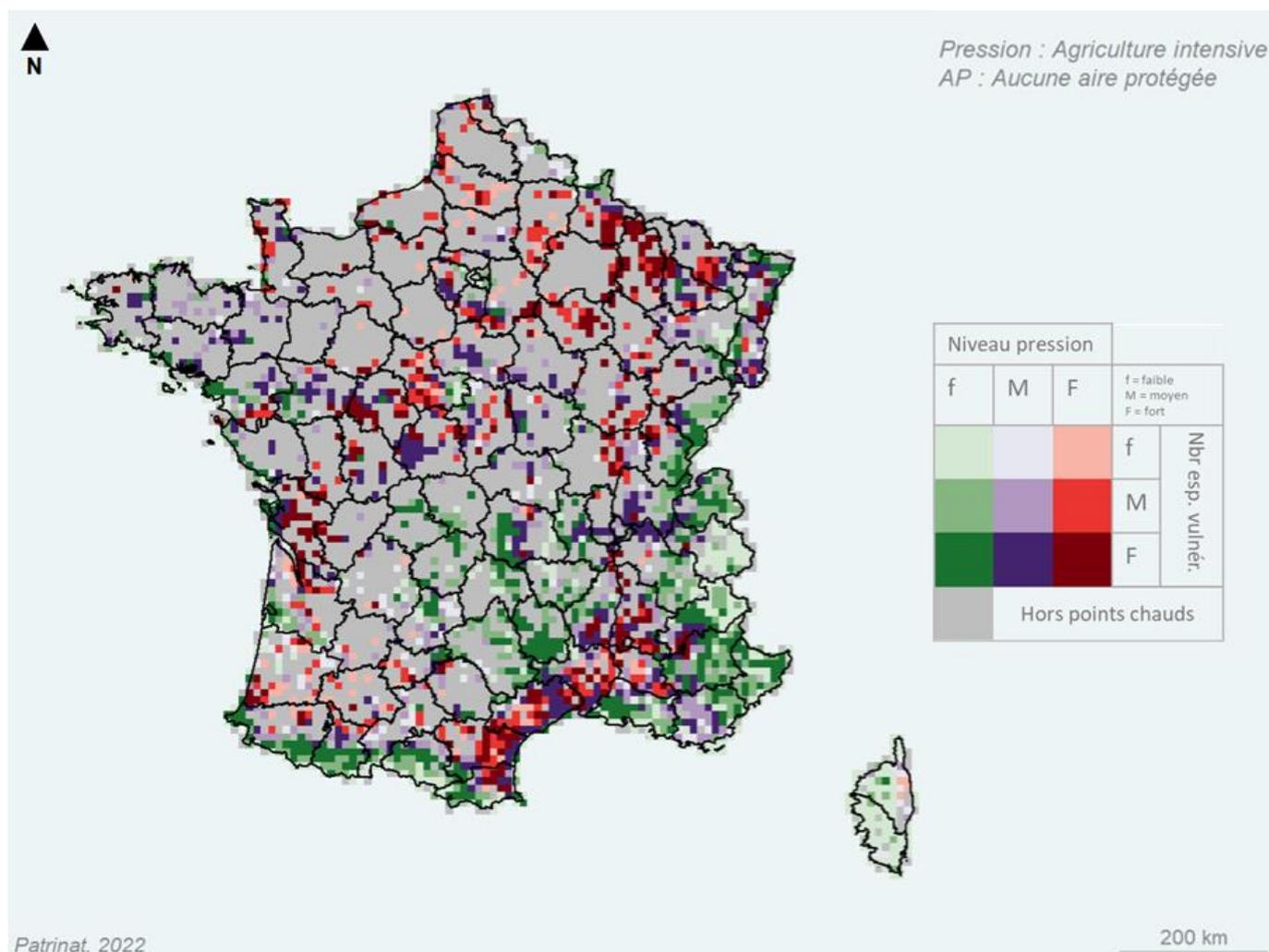


Figure 24 : Croisement du niveau de pression d'intensification agricole et de la catégorie du nombre d'espèces vulnérables sur les points chauds de biodiversité en France métropolitaine continentale

4.2.1.2. Localisation des points chauds de biodiversité à fort risque d'impact lié à l'intensification agricole et insuffisamment couverts par le réseau d'aires protégées

- Réseau d'aires sous protection forte

La prise en compte des aires de protection forte dans la cartographie des enjeux de conservation et de pression d'intensification agricole a peu d'effet sur les zones à fort enjeux réactifs, ces aires étant majoritairement situées dans le sud du pays, où la pression d'intensification est moins forte.

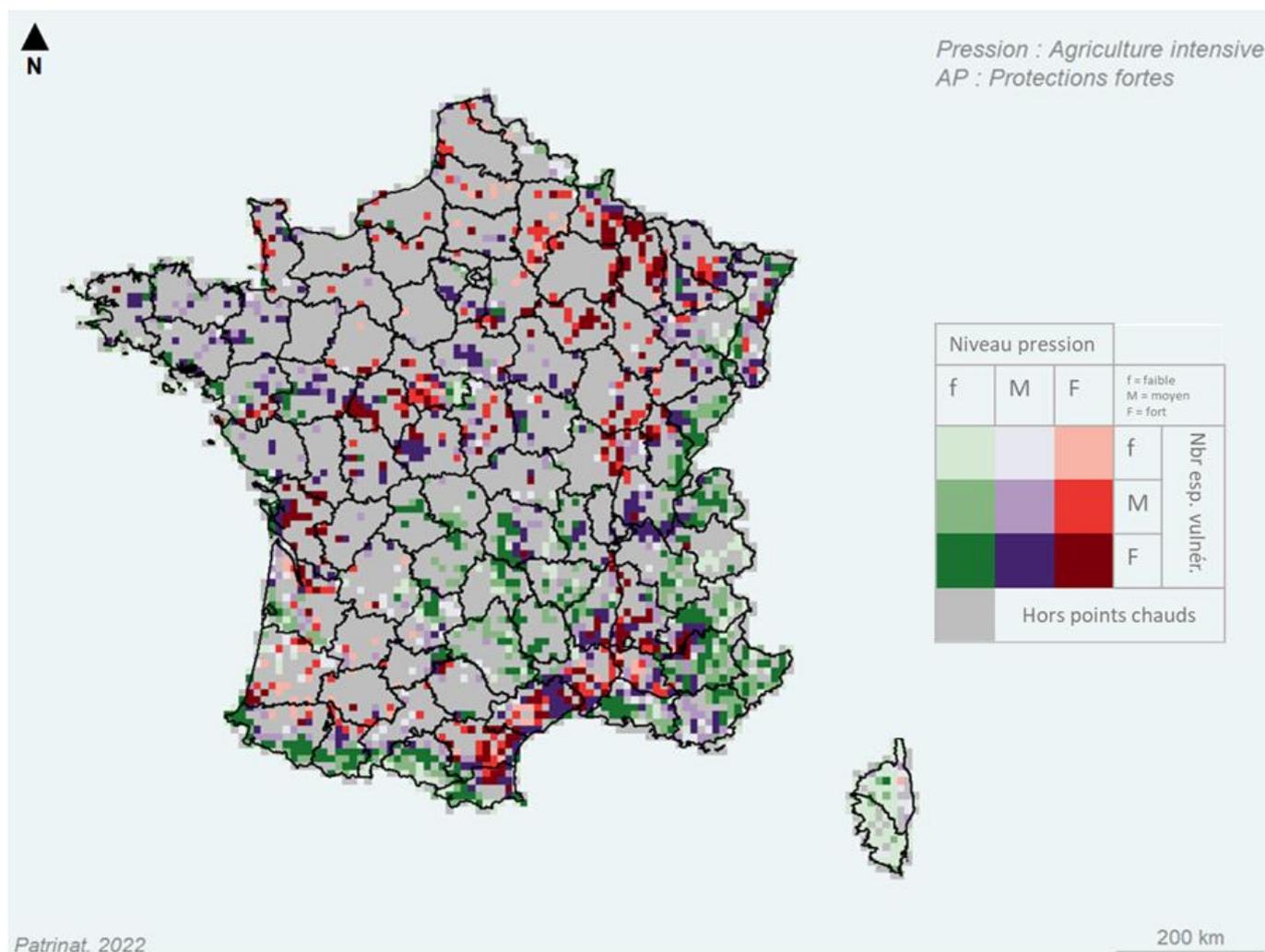


Figure 25 : Croisement du niveau de pression d'intensification agricole et catégorie du nombre d'espèces vulnérables sur les points chauds de biodiversité insuffisamment couverts par le réseau d'aires de protection forte en France métropolitaine continentale

- Réseau d'aires sous protection forte étendu aux sites Natura 2000 et à toutes les aires protégées

La prise en compte des zones Natura 2000 a un véritable impact sur les zones de forte pression et forte vulnérabilité, avec une nette réduction des mailles à enjeux réactifs dans la moitié Nord et une quasi-suppression dans le Sud. Cela peut s'expliquer par la politique de développement durable inhérente à l'outil, et notamment vis-à-vis des pratiques agricoles. En effet, le réseau Natura 2000 est basé sur une démarche de gestion contractuelle et volontaire des sites et propose des outils favorisant la mise en œuvre de bonnes pratiques agricoles tels que les MAEC (Mesure Agro-Environnementale et Climatique), les Contrats Natura 2000 agricoles, etc. Le réseau Natura 2000 apparaît donc comme un outil pertinent pour agir sur cette pression, que ce soit dans la gestion des zones existantes ou dans son extension à des zones présentant une urgence d'action. Ce constat est encore plus soutenu par la décision du Conseil d'État prise le 15 novembre 2021 visant à une réduction ou réglementation des produits phytosanitaires dans les sites Natura 2000 pour la mi-2022 (*Conseil d'État, 6ème—5ème chambres réunies, 15/11/2021, 437613, Inédit au recueil Lebon, 2021*), ces produits représentant une part importante de la pression d'intensification agricole.

La prise en compte du reste du réseau a peu d'effet sur la répartition des zones d'enjeux de vulnérabilité et de pression, puisqu'on ne voit pas de changement d'état des mailles restantes. Les outils de protection supplémentaires pris en compte couvrent donc semblent couvrir uniformément les zones à enjeux à travers le territoire. Des mailles à fort risque d'impact subsistent notamment dans le Nord et le Sud-Est.

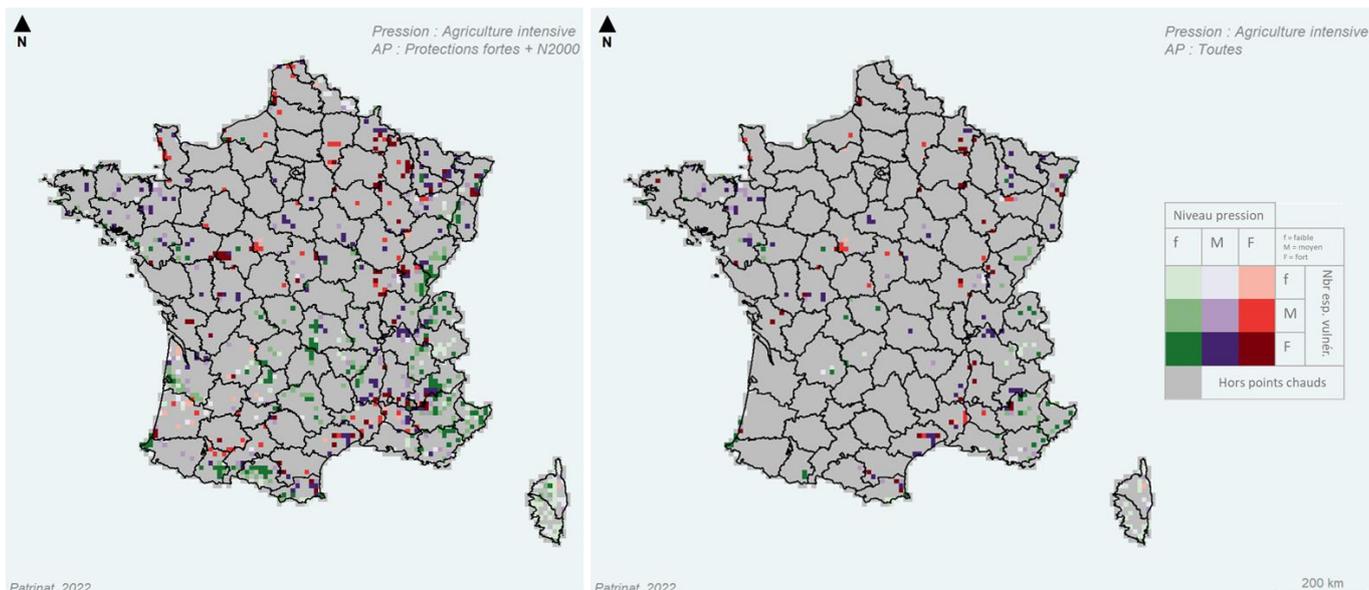


Figure 26 : Croisement du niveau de pression d'intensification agricole et catégorie du nombre d'espèces vulnérables sur les points chauds de biodiversité insuffisamment couverts par le réseau d'aires de protection forte étendu au réseau Natura 2000 (à gauche) et toutes aires protégées (à droite) en France métropolitaine continentale

4.2.1.3. Analyse par grands types de milieux

Les zones les plus à risque pour les espèces associées aux milieux agropastoraux suivent globalement la même organisation qu'en l'absence de filtre milieux, à l'exception de la Bretagne où l'on constate peu d'espèces vulnérables. De manière générale, les zones à fort risque d'impact sont assez isolées et réparties sur la France, et nécessiteraient des études plus approfondies en fonction des cultures pratiquées et des espèces vulnérables.

Les zones à enjeux les plus à risque par l'intensification agricole pour les espèces associées aux milieux aquatiques sont les plaines agricoles champenoises et lorraines, en particulier la Moselle, qui présentent de vastes étangs insérés dans une matrice de grandes cultures, ainsi que la Garonne et ses affluents et la vallée de la Loire, en particulier dans la plaine vendéenne, le marais poitevin et les étangs de la Brenne, ainsi que l'arrière du littoral ouest-méditerranéen. L'ensemble de ces zones concentrent à la fois de forts enjeux de biodiversité de par leurs étangs et un fort caractère agricole, notamment source de pression de pollutions en pesticides, nitrates et phosphore.

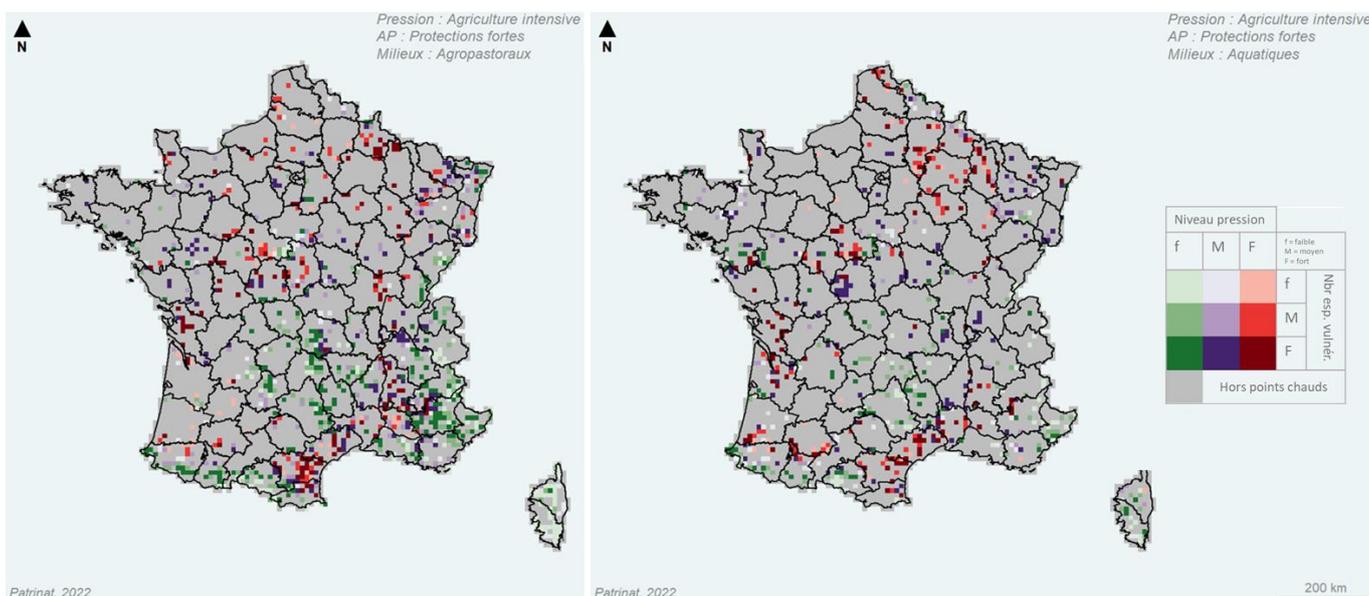


Figure 27 : Croisement du niveau de pression d'intensification agricole et de la catégorie du nombre d'espèces vulnérables sur les points chauds de biodiversité insuffisamment couverts par le réseau d'aires de protection forte en France métropolitaine continentale pour les milieux agropastoraux (à gauche) et aquatiques (à droite)

Concernant les milieux non présentés ici, les espèces forestières vulnérables à l'intensification agricole sont majoritairement concentrées sur des zones ciblées telles qu'en Meurthe-et-Moselle et quelques zones de basse altitude du Massif central, le sud-est présentant essentiellement des mailles de faible pression et faible vulnérabilité (cf. Annexe 2). Concernant les milieux humides, la répartition des zones à enjeux et risques d'impacts est similaire à celle des milieux aquatiques bien que plus localisée, notamment sur les Landes, la Bretagne et la Moselle (cf. Annexe 2). Quelques zones apparaissent avec des risques d'impacts moyens à forts sur le littoral, notamment normand et breton, qui pourraient être dues aux pratiques de pâturage côtier. L'intensification agricole n'est par ailleurs pas une pression à enjeux pour les milieux rocheux (cf. Annexe 2 – Cartes par milieu des niveaux de pressions et nombre d'espèces vulnérables sur les points chauds de biodiversité insuffisamment couverts par le réseau d'aires de protection forte en France métropolitaine continentale).

4.2.2. Conclusions

Le réseau Natura 2000, qui est autant adapté à l'approche préventive qu'à l'approche réactive, apparaît comme l'outil ayant le plus de responsabilité sur la pression d'intensification agricole. C'est en effet un outil favorisant le développement durable et la promotion de bonnes pratiques des activités économiques pour maintenir le bon état écologique dans les zones à enjeux de biodiversité. Toutefois, la nécessité de présence d'espèces de la DHFF et la DO pourrait limiter la possibilité d'étendre le réseau aux zones identifiées comme nécessitant une urgence d'action. Par ailleurs, il peut être intéressant de favoriser la diversification des outils pour la prise en compte de cette pression, le réseau N2000 jouant déjà un rôle important. Ainsi, des outils offrant une protection plus forte tels que les outils fonciers, pourraient être pertinents dans les zones d'intensification agricole présentant un nombre important d'espèces patrimoniales vulnérables.

4.3. Sylviculture

4.3.1. Cartographie du croisement des pressions et espèces vulnérables à l'échelle nationale

4.3.1.1. Localisation des points chauds de biodiversité à fort risque d'impact lié à l'intensification sylvicole

La cartographie ci-dessous (Figure 28) illustre le risque d'impact de l'intensification sylvicole sur les points chauds de biodiversité identifiés par Léonard *et al.* (2020) sans prise en compte du réseau d'aires protégées. Elle est basée sur la représentation du niveau de pression d'intensification sylvicole par maille et du nombre d'espèces vulnérables à cette pression.

Les points chauds les plus à risque par l'intensification sylvicole se situent dans le Nord-est de la France, zone riche en habitats forestiers notamment de grande superficie (plus de 10 000 ha) (IGN, 2021). Ainsi la région Grand-Est présente près de 40% des mailles avec une forte pression de sylviculture et un nombre important d'espèces vulnérables. Le nombre important d'espèces vulnérables dans ces zones forestières ayant une vocation de production pourtant ancienne bien qu'intensive souligne l'enjeu de mise en œuvre d'action réactive. Les zones sujettes à une importante intensification sylvicole, telles que le Massif Central, la Bretagne ou les Landes, contiennent une concentration moins marquée d'espèces vulnérables, mais contiennent tout de même des points chauds à risque de petite échelle (une ou quelques mailles). Ces zones n'ont pas les mêmes problématiques de gestion sylvicole que le Nord-Est, elles sont plutôt sujettes à l'enrésinement, en particulier dans les Landes. Les concentrations de zones avec un nombre élevé d'espèces vulnérables et des pressions moyennes à fortes se situent généralement dans les secteurs où sont localisés des parcs naturels régionaux, tels que les Landes, l'Armorique, le Loire-Anjou, les Causses et l'Ardèche. Les Pyrénées et le Sud-est de la France présentent une pression faible à moyenne et de nombreuses espèces vulnérables, il y a donc un double enjeu préventif et réactif, avec un risque de progression de la pression dans ces zones.

Le Nord et le Sud-Ouest de la France (hors Landes et Pyrénées) présentent quant à eux proportionnellement moins d'espèces vulnérables à l'intensification sylvicole.

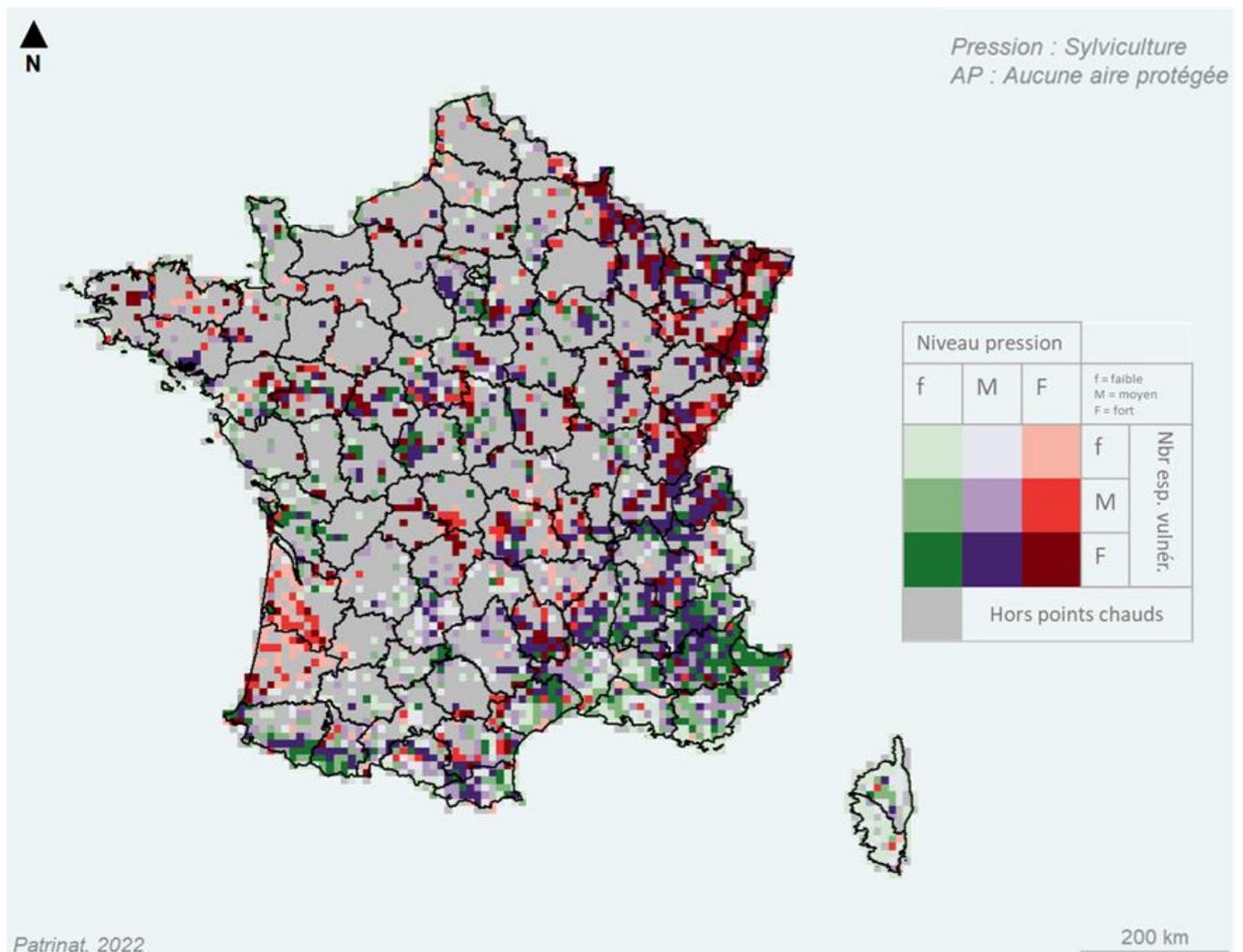


Figure 28 : Croisement du niveau de pression d'intensification sylvicole et de la catégorie du nombre d'espèces vulnérables sur les points chauds de biodiversité en France métropolitaine continentale

4.3.1.2. Localisation des points chauds de biodiversité à fort risque d'impact lié à l'intensification sylvicole et insuffisamment couverts par le réseau d'aires protégées

- Réseau d'aires sous protection forte

Du fait de la présence de zones à enjeu au niveau de parc nationaux comme le Parc national des Cévennes, on observe un impact de la prise en compte du réseau de protection forte, notamment sur les zones de pression et vulnérabilité moyenne à faible. A l'inverse, la prise en compte du cœur du Parc national des forêts ne semble pas avoir un effet important sur les mailles à enjeux autour, il ne couvre pas suffisamment les points chauds d'espèces à enjeux vulnérables à la sylviculture. Certaines aires de protection forte actuelles permettent donc de contribuer à une conservation préventive des points chauds de biodiversité concentrant des espèces vulnérables à la sylviculture, mais ne suffisent pas à répondre à l'urgence d'action pour les points chauds à fort risque d'impact. Ces zones ressortent particulièrement dans le Nord-Est de la France, une région à fort développement sylvicole ainsi qu'en Anjou.

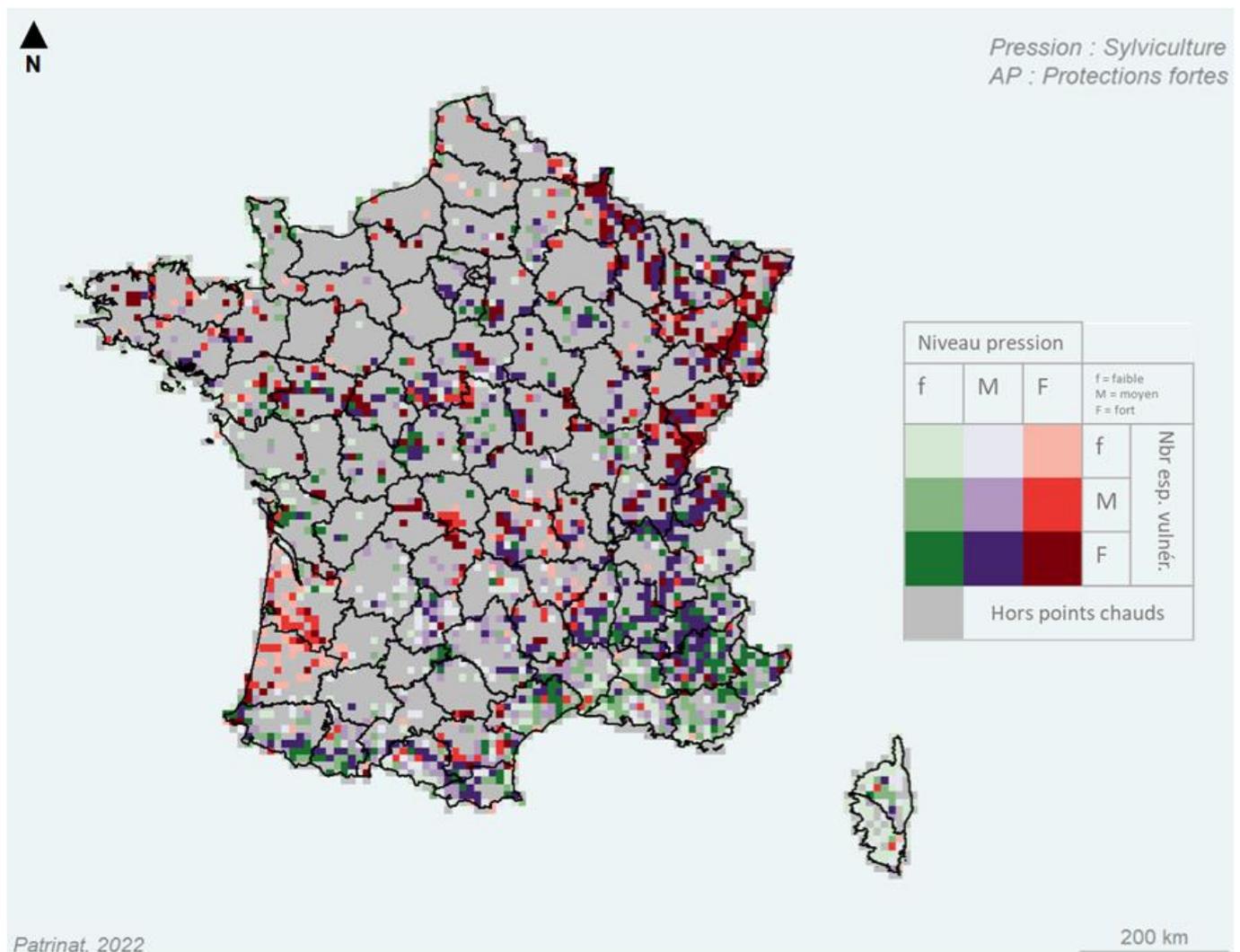


Figure 29 : Croisement du niveau de pression d'intensification sylvicole et de la catégorie du nombre d'espèces vulnérables sur les points chauds de biodiversité insuffisamment couverts par le réseau d'aires de protection forte en France métropolitaine continentale

- Réseau d'aires sous protection forte étendu aux sites Natura 2000 et à toutes les aires protégées

La prise en compte du réseau N2000 n'influe pas sur la répartition des zones à fort enjeu vis-à-vis de la pression. Cela peut signifier deux choses : soit le réseau N2000 a un effet global, il couvre uniformément les zones à enjeux à travers le territoire ne permettant pas de mettre en lumière l'effet, soit il ne couvre pas suffisamment les zones à enjeux pour impacter leur répartition. Ce résultat souligne la nécessité d'approfondir les analyses avec des données locales pour pouvoir tirer des conclusions sur les actions à mettre en œuvre.

En raison de la présence importante des mailles à enjeux à la fois préventifs et réactifs dans les parcs naturels régionaux, la prise en compte de ces aires protégées impacte fortement les résultats. On note cependant qu'une fois tout le réseau intégré, les zones de forte croissance sylvicole comme la Bretagne ou le Nord-Est restent à fort risque d'impact.

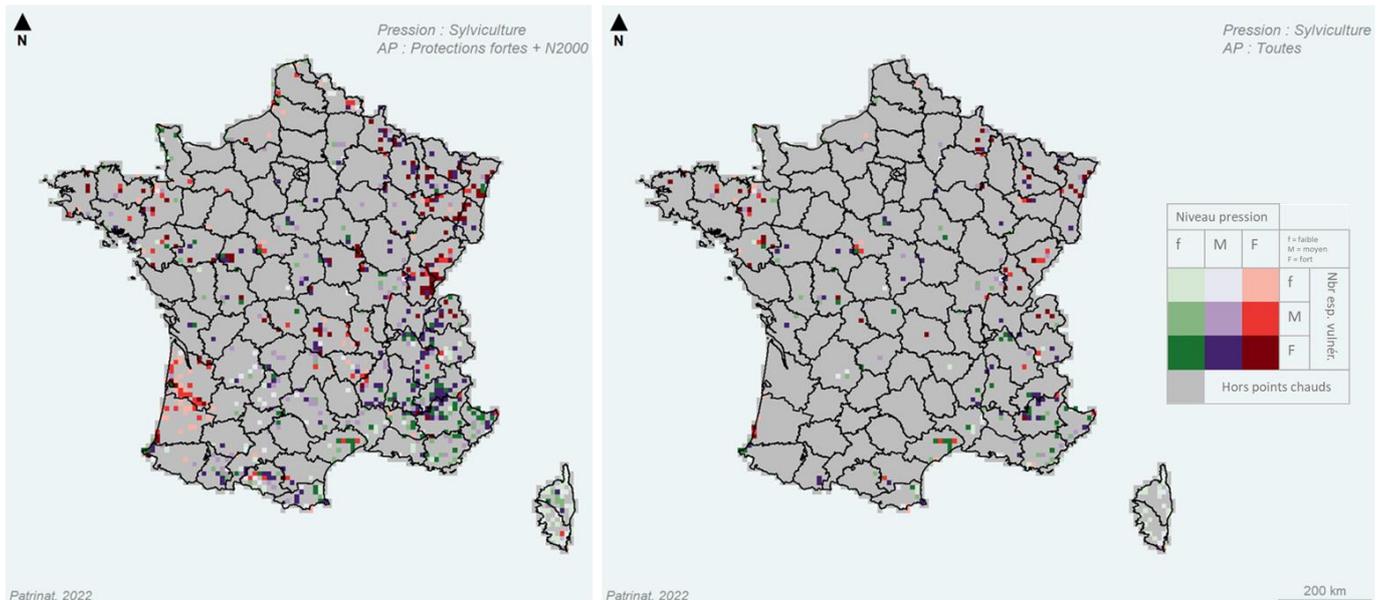


Figure 30 : Croisement du niveau de pression d'intensification sylvicole et de la catégorie du nombre d'espèces vulnérables sur les points chauds de biodiversité insuffisamment couverts par le réseau d'aires de protection forte étendu au réseau Natura 2000 (à gauche) et toutes aires protégées (à droite) en France métropolitaine continentale

4.3.1.3. Analyse par grands types de milieux

Les espèces associées aux milieux agropastoraux sont principalement renseignées comme vulnérables à la pression sylvicole, pourtant on observe que peu de zones à enjeux identifiées sont à fort risque d'impact. Quelques zones agricoles ressortent, notamment dans le Nord-est et le massif central. Dans le Nord-Est où l'activité de production sylvicole est intensive, et le nombre d'espèces vulnérables important, il y a un enjeu de préservation réactive.

Les milieux humides sont propices à la sylviculture de certaines essences notamment les peupliers comme c'est le cas dans la vallée de la Loire. On note toutefois que les espèces associées au milieu humide sont modérément vulnérables à cette pression. Des outils, aires protégées ou non, pour assurer les bonnes pratiques pourraient être mises en place dans les zones les plus à risque.

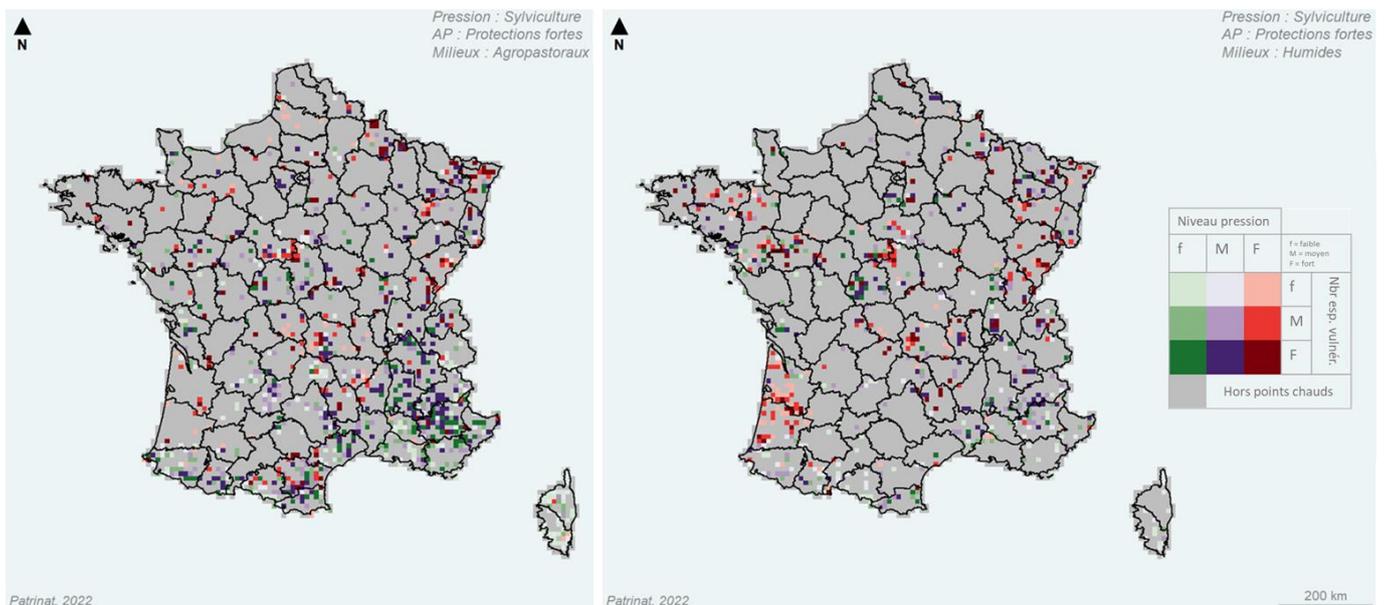


Figure 31 : Croisement du niveau de pression d'intensification sylvicole et de la catégorie du nombre d'espèces vulnérables sur les points chauds de biodiversité insuffisamment couverts par le réseau d'aires de protection forte en France métropolitaine continentale pour les milieux agropastoraux (à gauche) et humides (à droite)

Les zones concentrant des espèces vulnérables à la pression sylvicole dans les milieux aquatiques (cf. Annexe 2) se situent majoritairement dans l'Indre, où la pression reste modérée, et la vallée de la Moselle, où la pression est modérée à forte. Les habitats forestiers ciblent les mêmes zones auxquelles s'ajoutent les Landes. Par ailleurs, les Pyrénées et la Drôme subissent une pression moyenne, avec un nombre important d'espèces vulnérables, il y a donc un double enjeu préventif et réactif. Enfin, concernant les milieux rocheux et littoraux, aucun territoire ne ressort et les mailles présentant un enjeu qu'il soit préventif ou réactif sont isolées et nécessitent des études très localisées (cf. Annexe 2).

4.3.2. Conclusions

Les résultats concernant la pression d'intensification sylvicole sont cohérents avec l'évaluation de la représentativité qui indiquait une bonne couverture des habitats forestiers, ces derniers concentrant les zones plus à risques et se trouvant majoritairement au sein de parcs naturels régionaux. Ainsi la gestion de cette pression pourra s'effectuer au sein des espaces protégés, avec un renforcement de la maîtrise des usages de certaines zones particulièrement à risque. Une attention particulière devra être donnée aux régions du Nord-Est où l'activité de sylviculture est importante malgré une présence importante d'espèces vulnérables.

4.4. Espèces exotiques envahissantes

4.4.1. Cartographie du croisement des pressions et espèces vulnérables à l'échelle nationale

4.4.1.1. Localisation des points chauds de biodiversité à fort risque d'impact lié aux espèces exotiques envahissantes

La cartographie ci-dessous (Figure 32) illustre le risque d'impact des espèces exotiques envahissantes sur les points chauds de biodiversité identifiés par Léonard *et al.* (2020) sans prise en compte du réseau d'aires protégées. Elle est basée sur la représentation du niveau de pression des espèces exotiques envahissantes par maille et du nombre d'espèces vulnérables à cette pression.

Les points chauds de biodiversité les plus à risques se concentrent dans les vallées fluviales, souvent vecteurs de propagation d'espèces exotiques envahissantes, en particulier de la Loire et du Rhône, ainsi que dans les zones boisées du Sud-Ouest de l'Île-de-France (Vincennes, Rambouillet, etc.), proches des agglomérations urbaines et fortement fréquentées, ce qui favorise la dispersion.

Les espèces exotiques envahissantes et celles qui y sont vulnérables occupent généralement dans le même espace, car les EEE sont définies par l'impact qu'elles ont sur des espèces spécifiques. Il y a donc un nombre important de zones avec de fortes pressions et un nombre d'espèces vulnérables élevé. On note toutefois que c'est le cas dans les Pyrénées, des mesures préventives d'évitement de l'introduction peuvent donc être nécessaires.

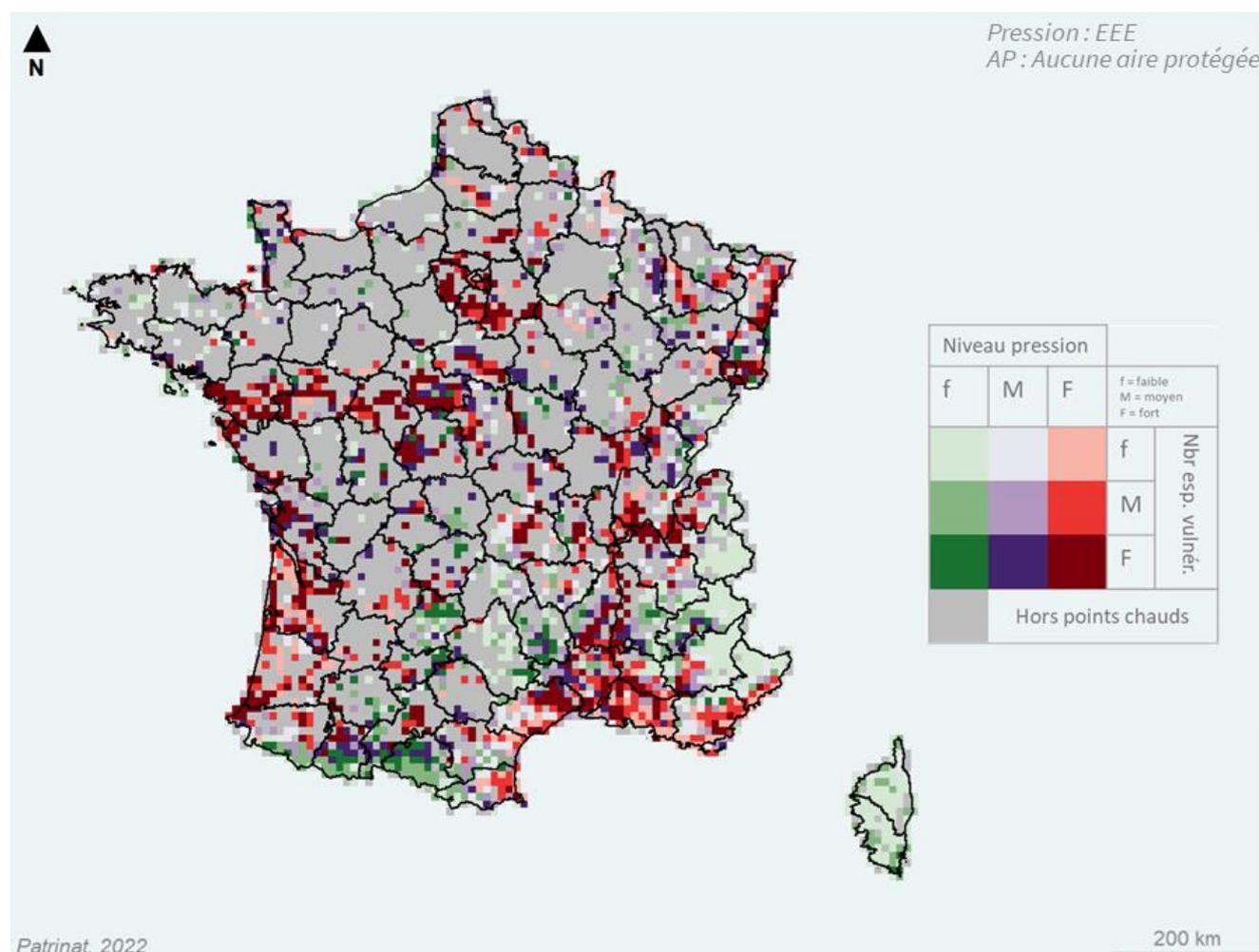


Figure 32 : Croisement du niveau de pression des EEE et de la catégorie du nombre d'espèces vulnérables sur les points chauds de biodiversité en France métropolitaine continentale

4.4.1.2. Localisation des points chauds de biodiversité à fort risque d'impact lié aux espèces exotiques envahissantes et insuffisamment couverts par le réseau d'aires protégées

- Réseau d'aires sous protection forte

La prise en compte du réseau de protection forte a peu d'impact sur la répartition des zones à enjeux préventifs et réactifs, ce qui peut s'expliquer par une faible présence d'EEE dans les aires de protection forte ou par un travail de contrôle de ces espèces dans les aires protégées. Les fortes présence d'EEE se concentreraient donc en dehors des aires de protection forte existantes.

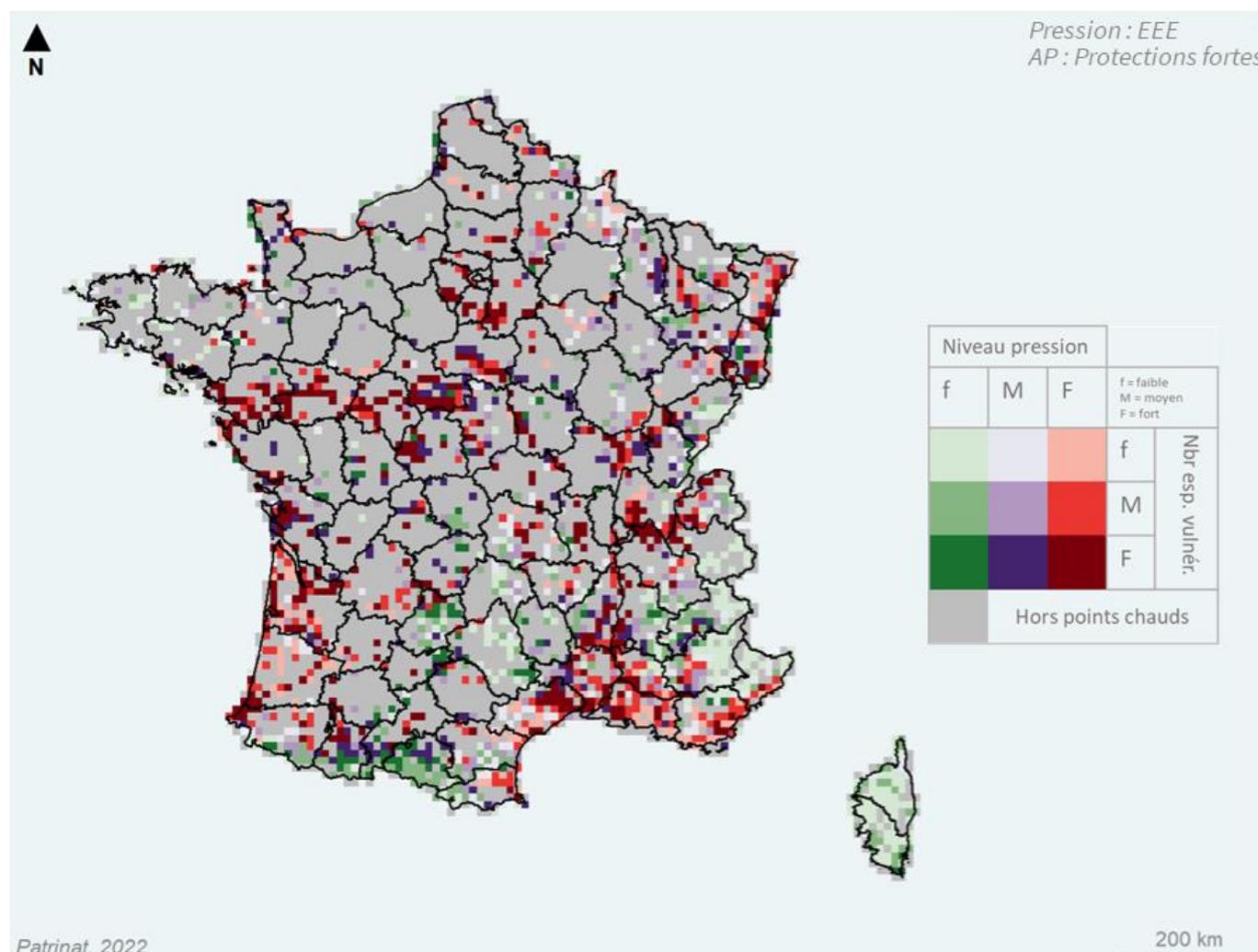


Figure 33 : Croisement du niveau de pression des EEE et de la catégorie du nombre d'espèces vulnérables sur les points chauds de biodiversité insuffisamment couverts par le réseau d'aires de protection forte en France métropolitaine continentale

- Réseau d'aires sous protection forte étendu aux sites Natura 2000 et à toutes les aires protégées

Les résultats sont les mêmes lorsqu'on intègre à l'analyse les autres niveaux d'aires protégées du réseau, on constate en effet qu'en dehors de la réduction du nombre de mailles cartographiées liée au CBG uniquement, les valeurs de pressions et de vulnérabilité dans ces mailles varient peu, l'essentiel des zones à fort risque d'impact est donc en dehors du réseau.

Les zones les plus à risque car insuffisamment couvertes par le réseau et à fort risque d'impact des EEE se situent majoritairement sur le littoral méditerranéen et le long des vallées de la Loire, du Rhône et du Rhin.

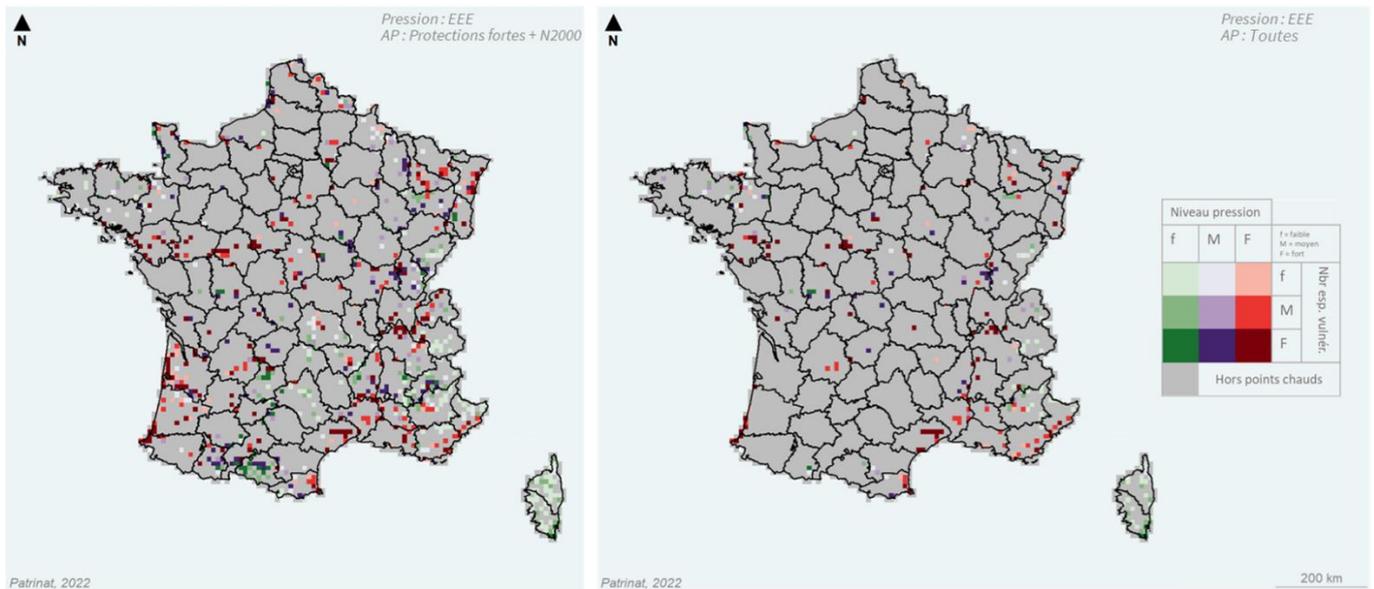


Figure 34 : Croisement du niveau de pression des EEE et de la catégorie du nombre d'espèces vulnérables sur les points chauds de biodiversité insuffisamment couverts par le réseau d'aires de protection forte étendu au réseau Natura 2000 (à gauche) et toutes aires protégées (à droite) en France métropolitaine continentale

4.4.1.3. Analyse par grands types de milieux

Les milieux aquatiques et le littoral sont particulièrement à risque vis-à-vis des EEE d'après les liens espèce-pression. Ils présentent également un fort enjeu d'action de conservation, avec une très grande majorité des mailles à forte pression et vulnérabilité (plus de 20% des mailles) dans ces milieux. Ces milieux favorisent également la propagation de ces espèces par le transport, par l'eau notamment.

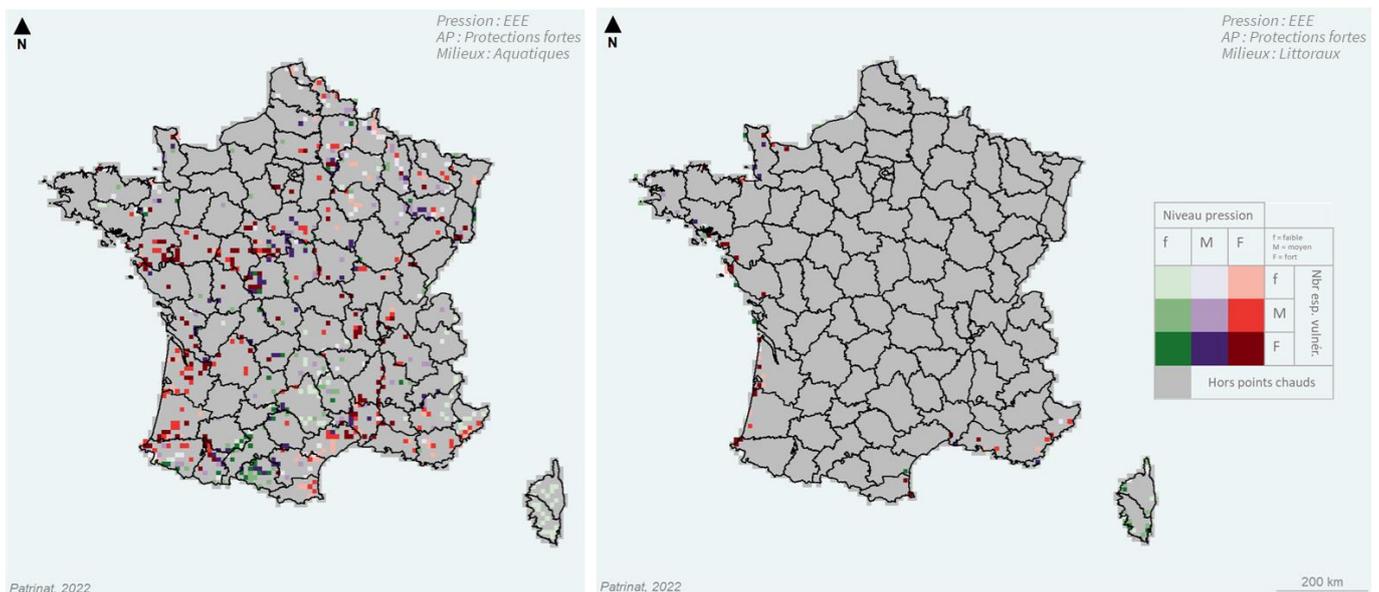


Figure 35 : Croisement du niveau de pression des EEE et de la catégorie du nombre d'espèces vulnérables sur les points chauds de biodiversité insuffisamment couverts par le réseau d'aires de protection forte en France métropolitaine continentale pour les milieux aquatiques (à gauche) et littoraux (à droite)

4.4.2. Conclusions

La pression d'espèces exotiques envahissantes et son risque d'impact semblent répartis sur tout le territoire et plus particulièrement le long des cours d'eau. Les aires protégées ne semblent pas avoir d'effet sur le niveau de pression et de vulnérabilité. Toutefois, l'interprétation se base sur un nombre très limité d'espèces et le résultat peut en être fortement biaisé.

4.5. Fréquentation et dérangement

4.5.1. Cartographie du croisement des pressions et espèces vulnérables à l'échelle nationale

4.5.1.1. Localisation des points chauds de biodiversité à fort risque d'impact lié au dérangement

La cartographie ci-dessous (Figure 36) illustre le risque d'impact de la fréquentation et du dérangement sur les points chauds de biodiversité identifiés par Léonard *et al.* (2020) sans prise en compte du réseau d'aires protégées. Elle est basée sur la représentation du niveau de pression de la fréquentation et du dérangement par maille et du nombre d'espèces vulnérables à cette pression.

La pression de fréquentation et dérangement est celle qui représente le plus fort risque d'impact avec 25% des mailles subissant de fortes pressions et ayant un nombre important d'espèces vulnérables. Les zones à enjeux et à fort risque d'impact en raison de la pression de fréquentation et de dérangement se situent sur tout le littoral, l'ensemble méditerranéen et les zones de montagne, ainsi que dans la vallée de la Loire et les forêts du Sud de l'Île-de-France. Cela s'explique bien par le type d'activités cartographiées, qui sont des activités de plein air, sportives et de loisirs se produisant dans des paysages préservés qui concentrent la majorité des mailles à fort enjeu de conservation.

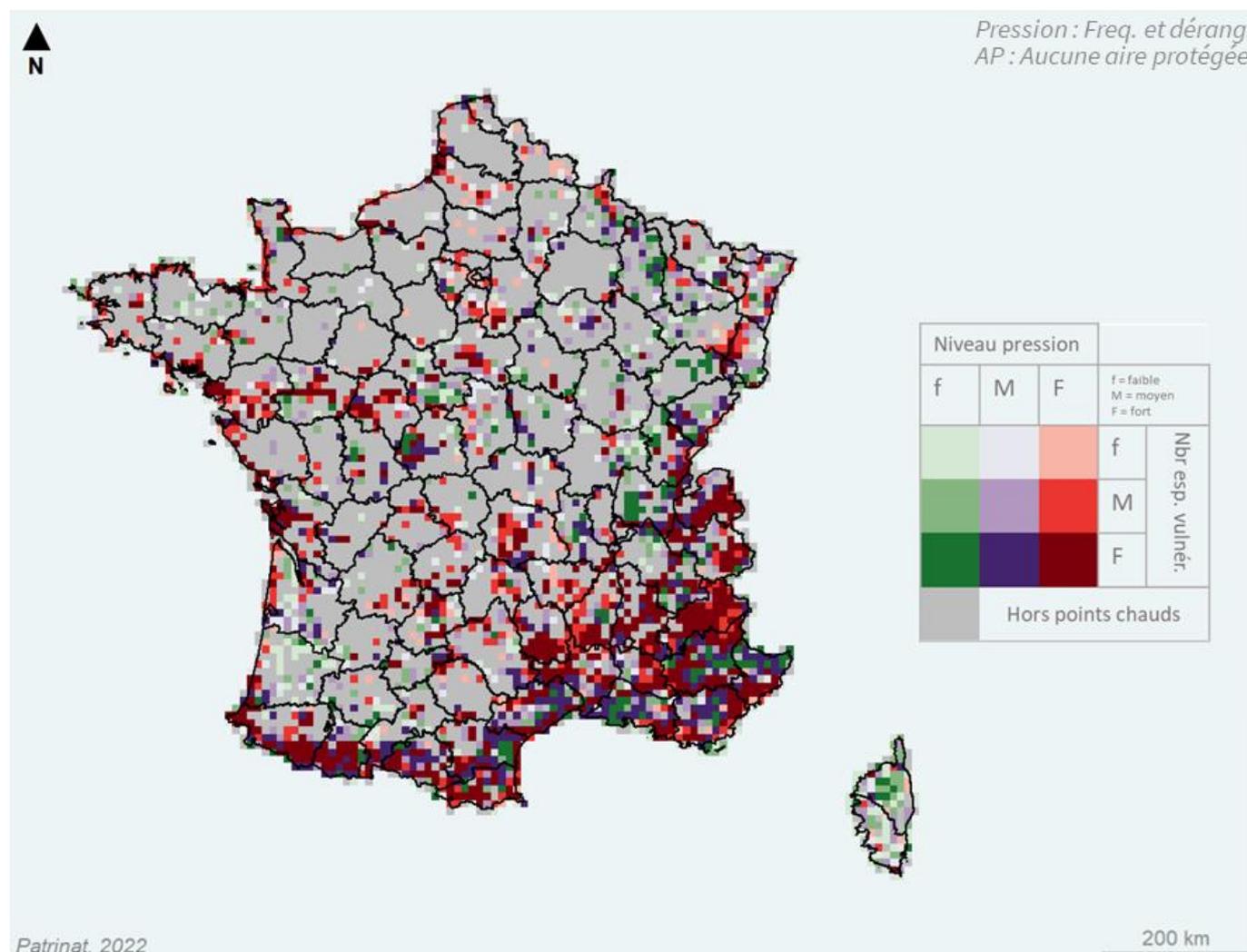


Figure 36 : Croisement du niveau de pression de dérangement et de la catégorie du nombre d'espèces vulnérables sur les points chauds de biodiversité en France métropolitaine continentale

4.5.1.2. Localisation des points chauds de biodiversité à fort risque d'impact lié au dérangement et insuffisamment couverts par le réseau d'aires protégées

- Réseau d'aires sous protection forte

Les espèces associées aux habitats rocheux étant à la fois les plus vulnérables au dérangement et les mieux couvertes par le réseau d'aires protégées, y compris de protection forte (Léonard *et al.*, 2020). Cela explique la réduction significative de mailles à fort enjeux et fortement à risque, notamment en région PACA où se situent la majorité des parcs nationaux. Toutefois, on note toujours de fortes pressions sur des espèces vulnérables dans la vallée de la Loire, le littoral et toutes les zones montagneuses du sud. D'autres zones apparaissent plus clairement comme à fort enjeu réactif, tels que les volcans d'Auvergne ou les Causses du Quercy.

Seules quelques zones à enjeux préventifs sont identifiées, telles que les montagnes du Jura et le nord de la Corse, moins soumises à pression mais présentant des hauts niveaux de vulnérabilité.

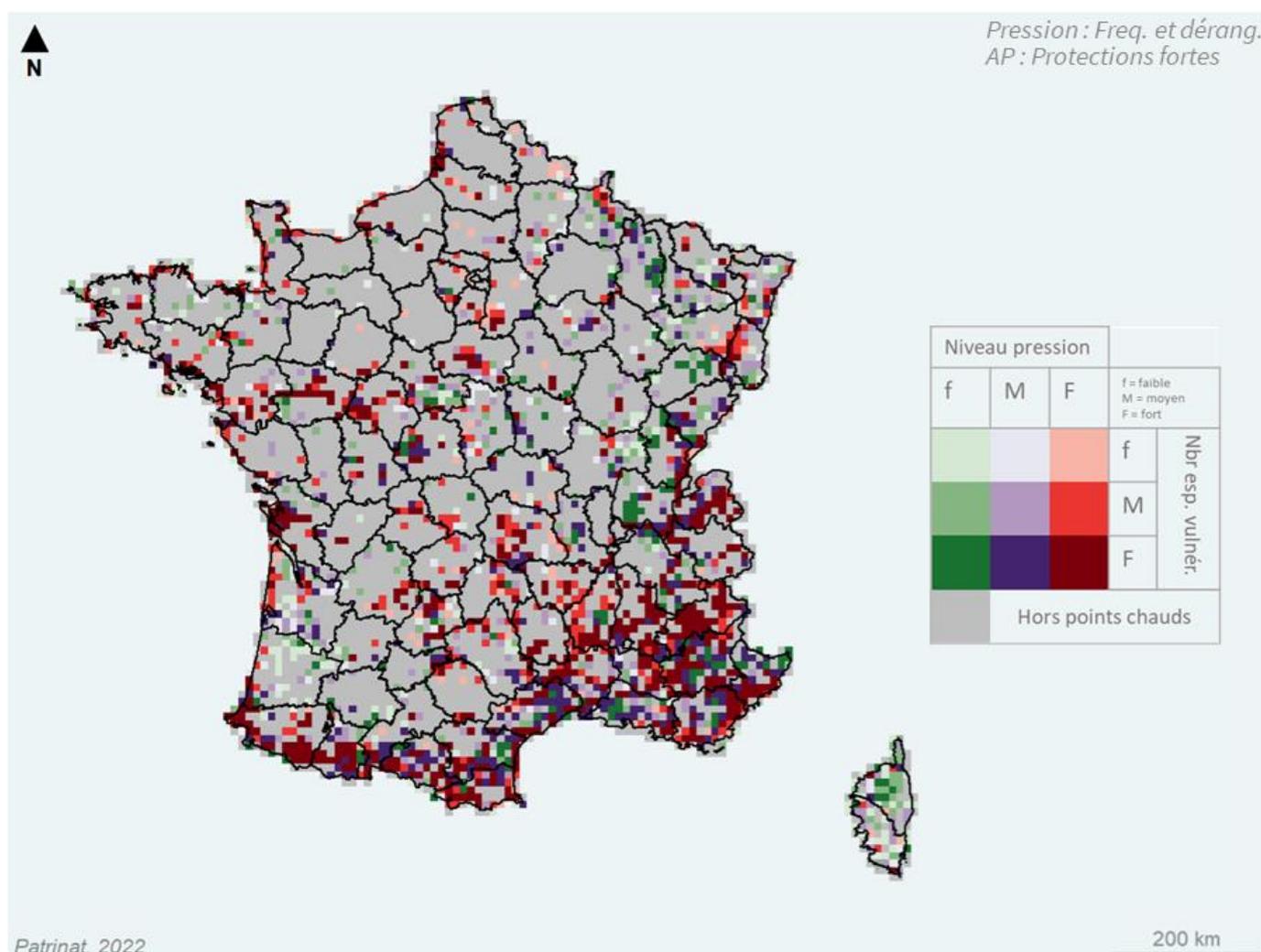


Figure 37 : Croisement du niveau de pression de dérangement et de la catégorie du nombre d'espèces vulnérables sur les points chauds de biodiversité insuffisamment couverts par le réseau d'aires de protection forte en France métropolitaine continentale

- Réseau d'aires sous protection forte étendu aux sites Natura 2000 et toutes les aires protégées

Malgré la prise en compte des aires Natura 2000 puis de toutes les aires protégées, on note que les zones soumises à de fortes pressions et très vulnérables subsistent notamment dans les zones montagneuses de la région PACA. De même, le littoral basque ainsi que tout le littoral du sud-est où se maintiennent des poches préservées subissent de fortes pressions de fréquentation. A l'échelle nationale, ce sont près de 30% des mailles considérées comme irremplaçables après prise en compte de l'ensemble du réseau d'aires protégées hors conventions internationales qui sont soumises à un fort risque d'impact de fréquentation et dérangement.

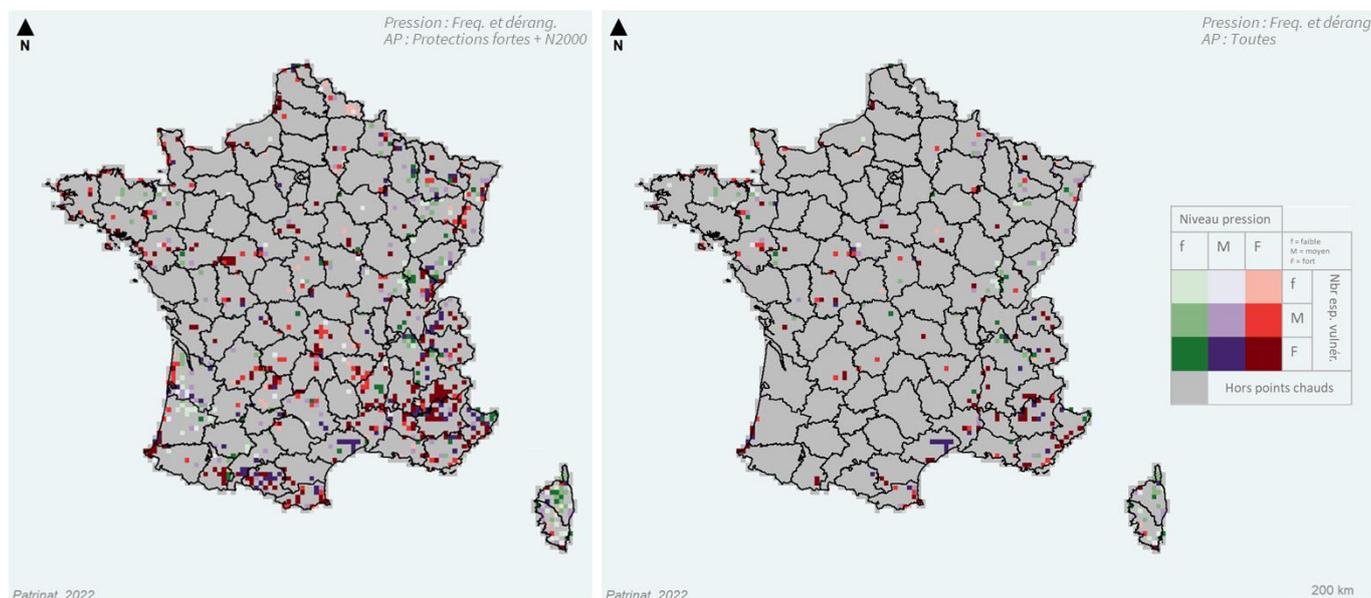


Figure 38 : Croisement du niveau de pression de dérangement et de la catégorie du nombre d'espèces vulnérables sur les points chauds de biodiversité insuffisamment couverts par le réseau d'aires de protection forte étendu au réseau Natura 2000 (à gauche) et toutes aires protégées (à droite) en France métropolitaine continentale

4.5.1.3. Analyse par grands types de milieux

Le milieu le plus impacté par la pression de fréquentation et de dérangement est le milieu rocheux, avec près de la moitié des mailles ayant le plus fort risque d'impact, ce milieu étant particulièrement ciblés par les activités de plein air et de loisirs. En dehors du dérangement, les milieux rocheux sont des habitats bien préservés et qui concentrent une importante biodiversité patrimoniale. Les zones à enjeux les plus à risques dans les milieux rocheux se concentrent en région PACA malgré la présence de parcs nationaux, et notamment dans les zones non encore couvertes par des aires sous protection forte, notamment à proximité des gorges du Verdon, où se trouvent pourtant plusieurs arrêtés de protection de biotope et une réserve nationale. De façon plus marginale dans les Pyrénées, des zones apparaissent comme à fort enjeux réactifs, notamment aux abords du parc national et les Pyrénées catalanes, deux zones exposées à des activités de randonnées et de sports d'hiver. Enfin, on note en Corse des enjeux combinés préventifs et réactifs, avec l'ensemble des mailles à forte vulnérabilité, et une pression de fréquentation encore localisée mais pouvant être amenée à croître dans les zones épargnées.

Concernant le littoral, les zones de forte vulnérabilité et forte pression se situent sur les points de forte attractivité touristique comme le Mont-Saint-Michel, les Landes et le littoral de la région PACA. Si ces zones ne sont pas sous protection forte, elles sont tout de même bien couvertes par des aires protégées, notamment Natura 2000.

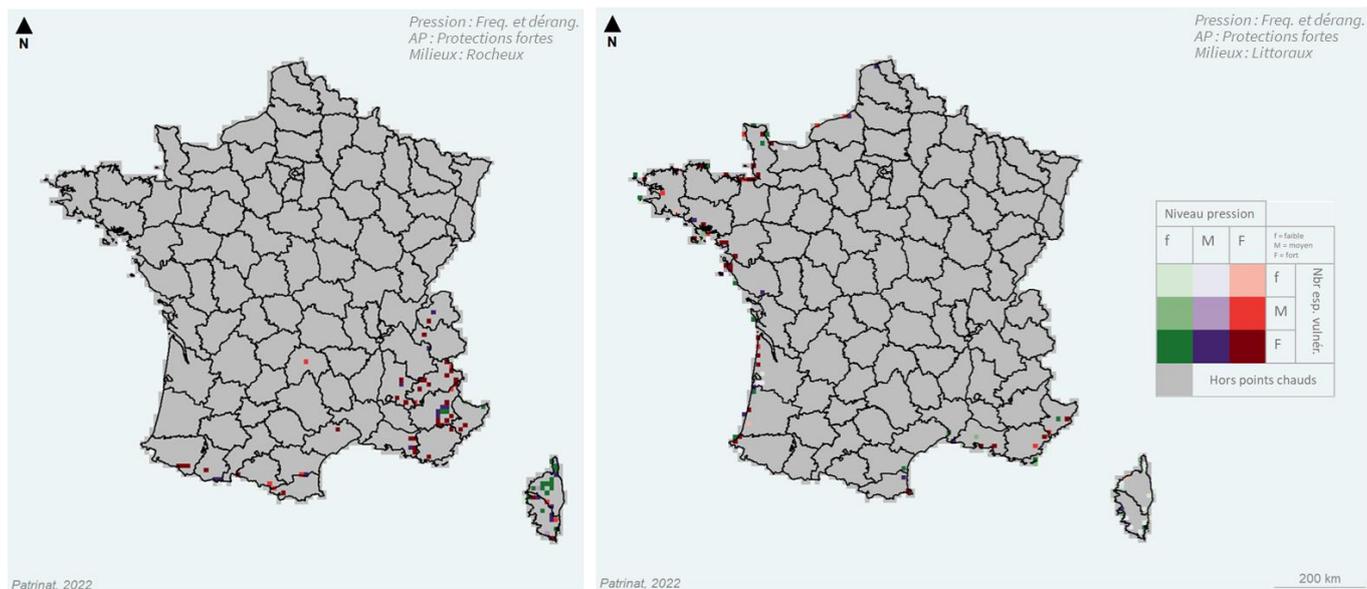


Figure 39 : Croisement du niveau de pression de dérangement et de la catégorie du nombre d'espèces vulnérables sur les points chauds de biodiversité insuffisamment couverts par le réseau d'aires de protection forte en France métropolitaine continentale pour les milieux rocheux (à gauche) et littoraux (à droite)

Concernant les milieux non présentés ici, on peut distinguer d'un côté les milieux humides et aquatiques, et de l'autre les milieux forestiers (cf. Annexe 2). Bien que plus de mailles soient considérées, les milieux forestiers suivent le même schéma que les milieux rocheux, avec des zones à enjeux à fort risque d'impact concentrées sur les zones montagneuses du sud, à savoir les Pyrénées, notamment basques, le sud des Cévennes et les Baronnies provençales. Concernant les milieux humides et aquatiques, le marais poitevin ressort comme zone à fort risque d'impact ainsi que dans l'Indre et la Brenne. Enfin la Camargue et le sud des Cévennes semblent également représenter un enjeu réactif. Il s'agit toutefois de zones bien couvertes par les aires protégées existantes, hors aires de protection forte, il peut donc être intéressant de se tourner vers un renforcement des protections existantes.

4.5.2. Conclusions

Les zones à enjeux les plus à risque vis-à-vis de la pression de fréquentation et de dérangement se concentrent sur les zones montagneuses touristiques, notamment soumises à des activités de randonnées et de sports de montagne (sports d'hiver, trail, VTT, parapente, etc.), ainsi que sur le littoral, soumis à la fréquentation balnéaire.

Si les cartographies situent les zones de fréquentation d'activités de loisirs et touristiques, elles n'évaluent ni le taux de fréquentation ni le type de pratiques et les comportements. Les activités sont donc à étudier de façon plus précise et locale pour connaître les actions à mettre en place, et évaluer la nécessité de restreindre ces activités via de la protection forte, telle qu'un arrêté de protection de biotope, ou le renforcement des aires existantes en aires de protection forte lorsque nécessaire.

5. Perspectives et conclusion

5.1. Une proposition d'approche pour la prise en compte des pressions dans l'analyse du réseau d'aires protégées

Notre travail s'inscrit dans une démarche globale d'analyse du réseau d'aires protégées français dans le cadre de la Stratégie nationale d'aires protégées 2030, en vue d'un renforcement du réseau pour une meilleure couverture des enjeux. Il propose une **méthodologie afin de prendre en compte simultanément les enjeux de biodiversité identifiés dans les travaux précédents et les enjeux de pressions**. Pour ce faire, il s'appuie sur des données de points chauds de biodiversité insuffisamment couverts par le réseau d'aires protégées, permettant d'aller plus loin que des données de répartition, répondant ainsi aux objectifs de la SNAP. Il mobilise également des données de vulnérabilité des espèces aux pressions, issues des rapportages DHFF et DO, ainsi que des Listes Rouges UICN, ce qui n'avait pas encore été fait pour ces données sur le domaine continental. Cette méthodologie offre une première expérience de valorisation des relations espèce-pression, et de mise en relation de diverses typologies de pressions.

Ce travail propose également de **réunir les approches de conservation préventive et réactive**, souvent opposées et pourtant complémentaires, pour permettre ainsi une action plus efficace sur les points chauds de biodiversité. En effet, ces approches menées conjointement permettent de mettre en avant des profils différents de zones prioritaires à conserver. Ainsi, les points chauds riches en biodiversité, encore peu menacés mais potentiellement vulnérables présentent un enjeu de conservation fort. Ce sont toutefois des zones qui ont été jusqu'alors majoritairement priorisées lors de la création d'aires protégées. Notre proposition de double approche vise donc à changer de paradigme en priorisant également les espaces où de fortes pressions pèsent sur des espèces « irremplaçables », il y a alors une **urgence d'action de conservation**. Les cartes produites mettent bien en évidence l'existence de zones où se concentrent de nombreuses espèces à enjeux malgré la présence de fortes pressions, et donc l'urgence d'agir sur la réduction de ces pressions. Les outils aires protégées sont une des réponses à cette problématique, du fait de leur diversité et complémentarité, allant des protections permettant la coexistence des activités humaines et de la biodiversité et visant au développement durable telles que les sites Natura 2000 jusqu'à des protections très strictes telles que les réserves intégrales. Au-delà des aires protégées, l'ensemble des outils de conservation à disposition des pouvoirs publics doivent être utilisés en complémentarité pour pouvoir répondre à la problématique des pressions.

5.2. Perspectives de travail

5.2.1. Un travail à décliner localement

Ce travail fournit donc **un outil méthodologique et une clé d'interprétation des résultats, formant un outil d'aide à la décision** pour les organismes nationaux, régionaux et locaux en charge de la mise en œuvre de la Stratégie nationale pour les aires protégées. Du fait de sa résolution à grande échelle, des approfondissements à échelle locale seront nécessaires pour affiner l'interprétation de la cartographie et cibler les zones à enjeux préventifs et réactifs.

Des **livrets régionaux** déclinant la même méthodologie à ces territoires ont également été produits et permettront d'alimenter les travaux engagés en région pour élaborer les Plans d'action territoriaux. Les croisements qui y sont présentés sont basés sur les analyses et cartographies des livrets régionaux du diagnostic de représentativité du réseau, pour lesquels l'analyse Marxan a été reconduite à l'échelle de la région (Léonard *et al.* 2020). Ces livrets sont des outils d'aide à la décision pour les acteurs territoriaux, et pourront guider des analyses localisées des points d'intérêts pour accompagner la prise de décision quant au renforcement du réseau d'aires protégées. L'intérêt de ces analyses est de pouvoir aussi mobiliser une expertise de terrain et une connaissance précise du contexte socio-économique et des acteurs en présence.

Enfin, l'utilisation des cartographies doit intégrer les limites méthodologiques de ce travail, et notamment des données utilisées pour localiser les pressions. Elles ne visent pas à donner une réponse finalisée quant aux types d'outils d'aires protégées à appliquer localement. L'impact des pressions a pu être surestimé ou sous-estimé, selon les milieux et les espèces concernés, en raison des lacunes de connaissances sur la sensibilité et la vulnérabilité. Toutefois, ce travail permet un premier ciblage de grandes zones à investiguer localement avec un regard d'expert.

5.2.2. Approfondissement de la méthode

La méthodologie présentée dans ce travail est innovante pour les analyses en France continentale métropolitaine **par son approche basée sur l'utilisation de données de vulnérabilité des espèces aux pressions**. Si certains groupes taxonomiques ne sont pour le moment pas pris en compte par l'analyse, les futurs travaux Liste Rouge, notamment sur les mollusques, permettront de compléter ce travail. Les analyses sont donc amenées à évoluer à mesure que les connaissances sur les vulnérabilités espèce-pression progressent. Par ailleurs, la méthodologie appliquée dans ce rapport n'est pas exempte de biais, notamment liés aux limites méthodologiques de ces mêmes données. Un travail complémentaire serait donc utile pour affiner ces données de vulnérabilité voire construire une méthodologie stricte d'évaluation de la sensibilité des espèces aux pressions. En parallèle, les données géolocalisées de pressions pourraient également être complétées (ex : dépôts sauvages) ou précisées (ex : utilisation de pesticides effective).

Concernant les analyses visant à renforcer le réseau et sa résilience, plusieurs travaux pourront être menés par la suite. Le présent rapport se concentre sur cinq cumuls de pressions par grand secteur source, et ceux-ci sont évalués individuellement. Un travail d'approfondissement pourrait être mené pour optimiser les zones sur lesquelles concentrer l'action, notamment réactive, c'est-à-dire des zones où la mise en place d'aires protégées pourrait traiter plus d'une pression à la fois. Egalement, un travail de comparaison des réglementations en vigueur dans les différentes aires protégées aux zones de forts risques d'impact pourrait permettre de mesurer l'adéquation de la réponse du réseau aux pressions existantes.

Enfin, d'autres paramètres de résilience et d'efficacité du réseau d'aires protégées, dont certains ont été précédemment cités, peuvent être évalués et croisés avec les informations de points chauds les plus à risque, notamment la connectivité du réseau, ou la couverture des fonctionnalités écologiques.

6. Bibliographie

- Agardy, T., Bridgewater, P., Crosby, M. P., Day, J., Dayton, P. K., Kenchington, R., Laffoley, D., McConney, P., Murray, P. A., Parks, J. E., & Peau, L. (2003). Dangerous targets? Unresolved issues and ideological clashes around marine protected areas. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 13(4), 353-367. <https://doi.org/10.1002/aqc.583>
- Allan, J. R., Watson, J. E. M., Di Marco, M., O'Bryan, C. J., Possingham, H. P., Atkinson, S. C., & Venter, O. (2019). Hotspots of human impact on threatened terrestrial vertebrates. *PLOS Biology*, 17(3), e3000158. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000158>
- Armour, C. L., & Williamson, S. C. (1988). *Guidance for Modeling Causes and Effects in Environmental Problem Solving*. U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, Research and Development.
- Aziz, S. A., Olival, K. J., Bumrungsri, S., Richards, G. C., & Racey, P. A. (2016). The Conflict Between Pteropodid Bats and Fruit Growers : Species, Legislation and Mitigation. In C. C. Voigt & T. Kingston (Éds.), *Bats in the Anthropocene : Conservation of Bats in a Changing World* (p. 377-426). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-25220-9_13
- Bastos, R., Pinhanços, A., Santos, M., Fernandes, R. F., Vicente, J. R., Morinha, F., Honrado, J. P., Travassos, P., Barros, P., & Cabral, J. A. (2016). Evaluating the regional cumulative impact of wind farms on birds : How can spatially explicit dynamic modelling improve impact assessments and monitoring? *Journal of Applied Ecology*, 53(5), 1330-1340. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12451>
- Cardador, L., Brotons, L., Mougeot, F., Giralt, D., Bota, G., Pomarol, M., & Arroyo, B. (2015). Conservation Traps and Long-Term Species Persistence in Human-Dominated Systems. *Conservation Letters*, 8(6), 456-462. <https://doi.org/10.1111/conl.12160>
- Carwardine, J., O'Connor, T., Legge, S., Mackey, B., Possingham, H. P., & Martin, T. G. (2012). Prioritizing threat management for biodiversity conservation. *Conservation Letters*, 5(3), 196-204. <https://doi.org/10.1111/j.1755-263X.2012.00228.x>
- Cattarino, L., Hermoso, V., Carwardine, J., Kennard, M. J., & Linke, S. (2015). Multi-Action Planning for Threat Management : A Novel Approach for the Spatial Prioritization of Conservation Actions. *PLOS ONE*, 10(5), e0128027. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0128027>
- 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* (p. 110). UMS Patrinat.
- Clark, D., Goodwin, E., Sinner, J., Ellis, J., & Singh, G. (2016). Validation and limitations of a cumulative impact model for an estuary. *Ocean & Coastal Management*, 120, 88-98. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.11.013>
- Conseil d'État, 6ème—5ème chambres réunies, 15/11/2021, 437613, Inédit au recueil Lebon, Inédit au recueil Lebon ____ (Conseil d'État 2021). https://www.legifrance.gouv.fr/ceta/id/CETATEXT000044331903?dateDecision=&dateVersement=&isAdvancedResult=&jurisdiction=CONSEIL_ETAT&jurisdiction=COURS_APPEL&jurisdiction=TRIBUNAL_ADMINISTRATIF&jurisdiction=TRIBUNAL_CONFLIT&page=2&pageSize=10&query=* &searchField=ALL&searchProximity=&searchType=ALL&sortValue=DATE_DESC&tab_selection=cetat
- Delauge, J., & Bessière, J.-P. (2019). *Définition d'une Stratégie Coordonnée Régionale d'Acquisition et de Préservation en faveur du patrimoine naturel en PACA - Sélection des premiers territoires d'intervention* (p. 18). CEN PACA, Cerema, DREAL PACA.
- Drechsler, M., Eppink, F. V., & Wätzold, F. (2011). Does proactive biodiversity conservation save costs? *Biodiversity and Conservation*, 20(5), Article 5. <https://doi.org/10.1007/s10531-011-0013-4>
- European Commission. Joint Research Centre. (2020). *Mapping and assessment of ecosystems and their services : An EU wide ecosystem assessment in support of the EU biodiversity strategy*. Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/757183>
- Ferreira, D., Freixo, C., Cabral, J. A., Santos, R., & Santos, M. (2015). Do habitat characteristics determine mortality risk for bats at wind farms? Modelling susceptible species activity patterns and anticipating possible mortality events. *Ecological Informatics*, 28, 7-18. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2015.04.001>
- Game, E. T., McDONALD-MADDEN, E., Puotinen, M. L., & Possingham, H. P. (2008). Should We Protect the Strong or the Weak? Risk, Resilience, and the Selection of Marine Protected Areas. *Conservation Biology*, 22(6), 1619-1629. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.01037.x>

- Geary, W. L., Nimmo, D. G., Doherty, T. S., Ritchie, E. G., & Tulloch, A. I. T. (2019). Threat webs : Reframing the co-occurrence and interactions of threats to biodiversity. *Journal of Applied Ecology*, 56(8), 1992-1997. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13427>
- Glaizol, S. (2019). L'étalement urbain, un héritage en mutation. *Balises*. <https://balises.bpi.fr/letalement-urbain-un-heritage-en-mutation/>
- Halpern, B. S., & Fujita, R. (2013). Assumptions, challenges, and future directions in cumulative impact analysis. *Ecosphere*, 4(10), art131. <https://doi.org/10.1890/ES13-00181.1>
- Halpern, B. S., McLeod, K. L., Rosenberg, A. A., & Crowder, L. B. (2008). Managing for cumulative impacts in ecosystem-based management through ocean zoning. *Ocean & Coastal Management*, 51(3), 203-211. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2007.08.002>
- Halpern, B. S., Walbridge, S., Selkoe, K. A., Kappel, C. V., Micheli, F., D'Agrosa, C., Bruno, J. F., Casey, K. S., Ebert, C., Fox, H. E., Fujita, R., Heinemann, D., Lenihan, H. S., Madin, E. M. P., Perry, M. T., Selig, E. R., Spalding, M., Steneck, R., & Watson, R. (2008). A Global Map of Human Impact on Marine Ecosystems. *Science*, 319(5865), 948-952. <https://doi.org/10.1126/science.1149345>
- Harris, L., Nel, R., Holness, S., & Schoeman, D. (2015). Quantifying cumulative threats to sandy beach ecosystems : A tool to guide ecosystem-based management beyond coastal reserves. *Ocean & Coastal Management*, 110, 12-24. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.03.003>
- Hayward, M. W. (2009). The Need to Rationalize and Prioritize Threatening Processes Used to Determine Threat Status in the IUCN Red List. *Conservation Biology*, 23(6), 1568-1576. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2009.01260.x>
- Hodgson, E. E., & Halpern, B. S. (2019). Investigating cumulative effects across ecological scales. *Conservation Biology*, 33(1), 22-32. <https://doi.org/10.1111/cobi.13125>
- Ichter, J., & Gigot, G. (2019). *Base de données des menaces sur les espèces évaluées dans le cadre de la Liste rouge nationale : Bilan de prestation* (p. 16). PatriNat.
- IGN. (2021). *Mémento Inventaire Forestier : Edition 2021* (p. 40). IGN.
- Joseph, L. N., Maloney, R. F., & Possingham, H. P. (2009a). Optimal Allocation of Resources among Threatened Species : A Project Prioritization Protocol. *Conservation Biology*, 23(2), Article 2. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.01124.x>
- Joseph, L. N., Maloney, R. F., & Possingham, H. P. (2009b). Optimal Allocation of Resources among Threatened Species : A Project Prioritization Protocol. *Conservation Biology*, 23(2), 328-338. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.01124.x>
- Judd, A. D., Backhaus, T., & Goodsir, F. (2015). An effective set of principles for practical implementation of marine cumulative effects assessment. *Environmental Science & Policy*, 54, 254-262. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.07.008>
- La Rivière, M., Aish, A., Auby, I., Ar Gall, E., Dauvin, J.-C., de Bettignies, T., Derrien-Courtel, S., Dubois, S., Gauthier, O., Grall, J., Janson, A.-L., & Thiébaud, E. (2017). *Evaluation de la sensibilité des habitats élémentaires (DHFF) d'Atlantique, de Manche et de Mer du Nord aux pressions physiques* (Rapport SPN N° 2017-4; p. 93). MNHN.
- La Rivière, M., Aish, A., Gauthier, O., Grall, J., Guérin, L., Janson, A.-L., Labrune, C., Thibaut, T., & Thiébaud, E. (2015a). *Méthodologie pour l'évaluation de la sensibilité des habitats benthiques aux pressions anthropiques* (Rapport SPN N° 2015-69; p. 52). MNHN.
- La Rivière, M., Aish, A., Gauthier, O., Grall, J., Guérin, L., Janson, A.-L., Labrune, C., Thibaut, T., & Thiébaud, E. (2015b). *Méthodologie pour l'évaluation de la sensibilité des habitats benthiques aux pressions anthropiques* (Rapport SPN N° 2015-69; Numéros 2015-69, p. 52). MNHN.
- Léonard, L., Witté, I., Rouveyrol, P., & Hérard, K. (2020a). *Représentativité et lacunes du réseau d'aires protégées métropolitain terrestre au regard des enjeux de biodiversité* (p. 81). UMS Patrinat.
- Léonard, L., Witté, I., Rouveyrol, P., & Hérard, K. (2020b). *Représentativité et lacunes du réseau d'aires protégées métropolitain terrestre au regard des enjeux de biodiversité* (p. 81). UMS Patrinat.
- Ministère de la Transition écologique & Ministère de la mer. (2021a). *Plan d'actions 2021-2023 stratégie nationale pour les aires protégées 2030* (p. 68). Gouvernement. <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/PLAN%20D%E2%80%99ACTIONS%202021-2023%20STRAT%C3%89GIE%20NATIONALE%20POUR%20LES%20AIRES%20PROT%C3%89G%C3%89ES%202030.pdf>
- Ministère de la Transition écologique & Ministère de la mer. (2021b). *Stratégie nationale pour les aires protégées 2030* (p. 84). Gouvernement. https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/DP_Biotope_Ministere_strat-aires-protegees_210111_5_GSA.pdf

- Ostwald, A., Tulloch, V. J. D., Kyne, P. M., Bax, N. J., Dunstan, P. K., Ferreira, L. C., Thums, M., Upston, J., & Adams, V. M. (2021a). Mapping threats to species: Method matters. *Marine Policy*, *131*, 104614. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104614>
- Ostwald, A., Tulloch, V. J. D., Kyne, P. M., Bax, N. J., Dunstan, P. K., Ferreira, L. C., Thums, M., Upston, J., & Adams, V. M. (2021b). Mapping threats to species: Method matters. *Marine Policy*, *131*, 104614. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104614>
- Pressey, R. L., & Taffs, K. H. (2001). Scheduling conservation action in production landscapes: Priority areas in western New South Wales defined by irreplaceability and vulnerability to vegetation loss. *Biological Conservation*, *100*(3), 355-376. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(01\)00039-8](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(01)00039-8)
- Quemmerais, F., Barrere, J., Rivière, M., Contin, G., & Denis, B. (2020). A Methodology and Tool for Mapping the Risk of Cumulative Effects on Benthic Habitats. *Frontiers in Marine Science*, *7*. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.569205>
- Rodrigues, A., Andelman, S., Bakarr, M., Boitani, L., Brooks, T., Fishpool, L., Gaston, K., Hoffmann, M., Marquet, P., Pilgrim, J., & Pressey, R. (2003). *Global Gap Analysis: Towards a representative network of protected areas* (Conservation International).
- 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: The human footprint is a global map of human influence on the land surface, which suggests that human beings are stewards of nature, whether we like it or not. *BioScience*, *52*(10), 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)
- Schröter, M., Kraemer, R., Ceaşu, S., & Rusch, G. M. (2017). Incorporating threat in hotspots and coldspots of biodiversity and ecosystem services. *Ambio*, *46*(7), 756-768. <https://doi.org/10.1007/s13280-017-0922-x>
- Singh, G. G., Eddy, I. M. S., Halpern, B. S., Neslo, R., Satterfield, T., & Chan, K. M. A. (2020). Mapping cumulative impacts to coastal ecosystem services in British Columbia. *PLOS ONE*, *15*(5), e0220092. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220092>
- Smit, B., & Spaling, H. (1995). Methods for cumulative effects assessment. *Environmental Impact Assessment Review*, *15*(1), 81-106. [https://doi.org/10.1016/0195-9255\(94\)00027-X](https://doi.org/10.1016/0195-9255(94)00027-X)
- Troudet, J., Grandcolas, P., Blin, A., Vignes-Lebbe, R., & Legendre, F. (2017). Taxonomic bias in biodiversity data and societal preferences. *Scientific Reports*, *7*(1), Article 1. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-09084-6>
- Tulloch, V. J., Tulloch, A. I., Visconti, P., Halpern, B. S., Watson, J. E., Evans, M. C., Auerbach, N. A., Barnes, M., Beger, M., Chadès, I., Giakoumi, S., McDonald-Madden, E., Murray, N. J., Ringma, J., & Possingham, H. P. (2015). Why do we map threats? Linking threat mapping with actions to make better conservation decisions. *Frontiers in Ecology and the Environment*, *13*(2), 91-99. <https://doi.org/10.1890/140022>
- UICN Comité Français, OFB, & MNHN. (2021). *La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Mollusques continentaux de France métropolitaine* (p. 16). UICN Comité Français, OFB & MNHN. <https://uicn.fr/wp-content/uploads/2021/07/liste-rouge-mollusques-continentaux-de-france-metropolitaine.pdf>
- Vallès, V. (2019). Une croissance démographique marquée dans les espaces peu denses. *Insee Focus*, *177*, 8.
- Williams, D. R., Clark, M., Buchanan, G. M., Ficetola, G. F., Rondinini, C., & Tilman, D. (2021). Proactive conservation to prevent habitat losses to agricultural expansion. *Nature Sustainability*, *4*(4), Article 4. <https://doi.org/10.1038/s41893-020-00656-5>
- Wilson, K. A., Evans, M. C., Di Marco, M., Green, D. C., Boitani, L., Possingham, H. P., Chiozza, F., & Rondinini, C. (2011). Prioritizing conservation investments for mammal species globally. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *366*(1578), 2670-2680. <https://doi.org/10.1098/rstb.2011.0108>
- Wilson, K. A., McBride, M. F., Bode, M., & Possingham, H. P. (2006). Prioritizing global conservation efforts. *Nature*, *440*(7082), 337-340. <https://doi.org/10.1038/nature04366>
- Winder, R., Stewart, F. E. C., Nebel, S., McIntire, E. J. B., Dyk, A., & Omendja, K. (2020). Cumulative Effects and Boreal Woodland Caribou: How Bow-Tie Risk Analysis Addresses a Critical Issue in Canada's Forested Landscapes. *Frontiers in Ecology and Evolution*, *8*, 1. <https://doi.org/10.3389/fevo.2020.00001>
- Wolman, A. G. (2006). Measurement and Meaningfulness in Conservation Science. *Conservation Biology*, *20*(6), 1626-1634. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2006.00531.x>

7. Annexes

7.1. Annexe 1 – Tableau d’analyse de la pertinence des pressions pour la création d’aires protégées

Tableau 4 : Analyse de l’action des aires protégées en fonction de la typologie de pressions et de la pertinence du croisement avec les enjeux en vue de la création de nouvelles aires protégées

Grands facteurs de changement direct	ID pression	Pressions	Sources majoritaires (Force motrice)	Impacts	Échelle et dispersion	Réponses possibles des Aires protégées	Cartographie Enjeux/Pressions
CHANGEMENT D'USAGE DES TERRES ET DES MERS	1.1	Perte physique de surfaces naturelles <i>Perte permanente d'un écosystème naturel (ou semi-naturel, habitats agropastoraux...) existant au profit d'un système anthropique</i>	Urbanisation Agriculture Foresterie	Perte d'habitats	Application au droit (impacts secondaires sur habitats limitrophes possibles) Pas de diffusion	Préservation préventive d'espaces à enjeux et réactive (anticipation pression à court terme) Ex : mise en protection d'une zone à très fort enjeu menacée par une urbanisation à court terme	Oui Possibilité de regrouper par secteurs, ou par impacts (cumul pertes d'habitat ; déforestation)
			<i>Cas des incendies : source peu maîtrisable (naturels, involontaires et criminels) Remarque : en outre-mer, l'abattis-brûlis est à inclure dans la déforestation</i>	Perte d'habitats Changement d'habitat Mortalité Pollutions (air, eau)	Locale, pouvant aller de quelques à plusieurs centaines d'hectares	Pas d'action des AP sur la source de cette pression, par ailleurs structurante pour les écosystèmes concernés Prévention par d'autres outils	Non , pris en compte dans la gestion d'une AP mais pas déterminant à la création de nouvelles
	1.2 / 1.4	Changement anthropique d'écosystème <i>Conversion permanente d'un écosystème naturel (ou semi-naturel) vers un autre écosystème (naturel ou semi-naturel) due à une activité humaine</i>	Agriculture et élevage Sylviculture	Perte d'habitat Changement d'habitat et cortège d'espèces Mortalité Prolifération EEE	Application au droit (impacts secondaires sur habitats limitrophes possibles) Faible diffusion	Préservation préventive d'espaces à enjeux et réactive (baisse des pressions) Ex : chartes pour l'adaptation de pratiques sylvicoles	Oui Possibilité de regrouper par secteurs (ex : foresterie)
	1.3	Changement naturel d'écosystème <i>Conversion permanente d'un écosystème naturel (ou semi-naturel) vers un autre type d'écosystème (naturel ou semi-naturel) due à un phénomène naturel.</i>	Déprise agricole et pastorale <i>Phénomènes naturels (Mouvements de terrain, submersion, éruptions)</i>	Perte d'habitats Changement d'habitat et cortège d'espèces Mortalité Prolifération EEE	Application au droit (impacts secondaires sur habitats limitrophes possibles) Faible diffusion	Action réactive : ralentissement et restauration. Particulièrement adapté aux Natura 2000 Ex : restauration de l'agricole ou pastorale	Oui

Grands facteurs de changement direct	ID	Pressions	Sources majoritaires (Force motrice)	Impacts	Échelle et dispersion	Réponses possibles des Aires protégées	Cartographie Enjeux/Pressions
CHANGEMENT DE GESTION ET DE STRUCTURE DES ECOSYSTEMES	1.4	Damage temporaire à l'écosystème <i>Au sein d'un même écosystème, modification temporaire, partielle, et/ou clairsemée de l'écosystème due à une intensification de son usage</i>	Agriculture et élevage Sylviculture Travaux Extraction matériaux	Perte d'habitats Changement habitat Mortalité Prolifération EEE	Local et ponctuel Peu voire pas de diffusion	Préservation préventive d'espaces à enjeux et réactive (baisse des pressions) pour les sources non couvertes par EIE Ex : chartes pour l'adaptation de pratiques agricoles	Oui Possibilité de regrouper par secteurs (ex : minier)
	1.5	Obstacle <i>Obstacle au mouvement des espèces pouvant induire un phénomène de réduction de connectivité entre milieux (à surface équivalent)</i>	Infrastructures linéaires (routes, voies, ferrées, clôtures, lignes électriques, etc.) Ouvrages d'art (barrages, ponts, digues, etc.) Parcs éoliens	Perte de connectivité Perte de fonctionnalité des habitats Changement d'habitats (ex : suite à barrage) Baisse taux de survie/ reproduction (impact énergétique évitement)	Ponctuel mais pouvant avoir des effets à large échelle (ex barrage impactant la reproduction de l'espèce)	Préservation préventive des principaux corridors écologiques permettant évitement de la pression	Préférable de l'étudier dans le cadre de l'analyse de connectivité pour mesurer l'impact complet de la pression
	1.6	Fréquentation, dérangement <i>Perturbation comportementale d'espèces par la présence humaine, la présence d'engins ou de constructions sur des zones fonctionnelles (aires de reproduction, de repos, d'alimentation...).</i>	Tourisme, sport, loisirs Travaux	Damage à l'écosystème (piétinement, etc.) Baisse taux de survie/ reproduction (impact énergétique évitement) Effets très variables selon le type, espèces, et période	Généralement localisée et temporaire/ponctuelle Diffusion variable selon type de dérangement (ex sons) mais globalement faible	Préservation préventive de zones « calmes » à fort enjeu (ex : reproduction) Action réactive , selon le niveau d'enjeu, type d'AP permettent de réduire ou supprimer le dérangement et/ou de restaurer les milieux dégradés par la fréquentation Ex : Arrêté de protection de biotope restreignant l'accès durant des périodes de reproduction, interdiction d'usage de drones au-dessus d'AP, etc.	Oui

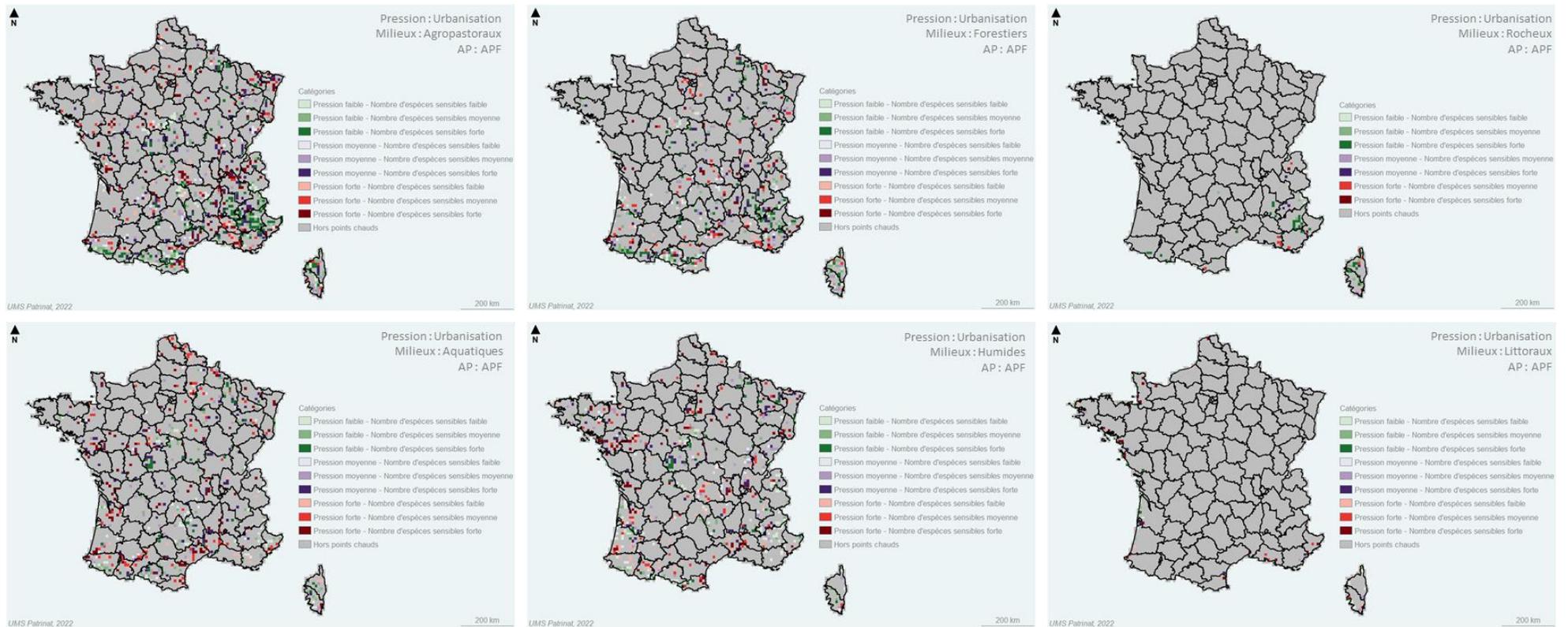
Grands facteurs de changement direct	ID pression	Pressions	Sources majoritaires (Force motrice)	Impacts	Échelle et dispersion	Réponses possibles des Aires protégées	Cartographie Enjeux/Pressions
POLLUTION	2.1	Pollution physique-énergétique <i>Apport ou perte d'énergie thermique, acoustique ou électromagnétique, de radiations (X, UV, radioactivité), Caléfaction, Champs électromagnétiques, Nuisances sonores et lumineuses.</i>	Industries Travaux Urbanisme (éclairages, routes, etc.) Centrales nucléaires Parcs éoliens	Mortalité (barotraumatisme, échouages, etc.) Baisse taux de survie/ reproduction (impact énergétique évitement) Altérations du comportement	Très variable selon le type pollution (ex : lumineuse peut être très étendue, risque de barotraumatisme très localisé)	Préservation préventive de zones « calmes » ou peu polluées Action réactive pour un retour au « calme » ou une faible pollution Ex : baisse de la pollution lumineuse par la mise en place de « nuits sans lumières » au niveau des communes au sein ou aux abords des parcs	Selon type de pression, par exemple pollution lumineuse pourra être intégrée à analyse connectivité
	2.2	Pollution physique-déchets <i>Macro-plastiques, déchets</i>	Secteur commercial Secteur résidentiel Tourisme et loisirs Décharges & dépôts sauvages	Pollutions (eau, sols) Mortalité	Variable, de localisée (décharges légales ou non) à globale (déchets plastiques, mégots, autres macrodéchets) Diffusion de polluants et micro-déchets (plastiques)	Peu d'action sur la plupart des sources de déchets, sauf dépôts sauvages Autres outils existants (traitement de déchets, surveillance et police, etc.)	Non , sujet à action au sein d'une AP mais pas déterminant à la création de nouvelles
	2.3	Pollution physique-particulaire <i>Poussières et grosses particules, PM10, PM2,5, Nanoparticules, Micro plastiques</i>	Secteur industriel & travaux Transports Agriculture Résidentiel <i>Naturelles (volcan)</i>	Pollutions (eau, air) Changement habitat	Majoritairement pollution dispersée voire globale (air) Forte diffusion	Peu d'action sur la plupart des sources de particules polluantes, pouvant être très éloignées physiquement Autres outils existants (réglementation)	Non , impacte les AP mais pas déterminant à la création de nouvelles
	2.4 / 2.5	Pollution chimique organique et inorganique <i>Hydrocarbures, Composés organiques volatiles, Composés organiques de synthèses, POP, composés hormonaux, Ozone, Dérivés du carbone (Cox), de l'azote (Nox, NHx), du soufre (Sox), du chlore (dioxines et furanes), fluorures, métaux et métalloïdes, nutriments. Modification de la salinité, etc.</i>	Secteur industriel, travaux, transports Agriculture Secteur résidentiel Secteur minier	Altération habitats (ex : eutrophisation) Mortalité Baisse de la diversité spécifique Prolifération des EEE	Variable, peut être localisé mais le plus souvent fortement dispersé, telles que les pollutions des eaux, souvent à l'échelle du bassin versant, des cours d'eau et des nappes souterraines.	Préservation préventive d'espaces à enjeux et réactive (baisse des pressions, restauration) pour les pollutions à application localisée Ex : chartes pour l'adaptation de pratiques agricoles ; dépollution des sols	Cumulé par secteur (agriculture, mines, etc.)

Grands facteurs de changement direct	ID pression	Pressions	Sources majoritaires (Force motrice)	Impacts	Échelle et dispersion	Réponses possibles des Aires protégées	Cartographie Enjeux/Pressions
EXPLOITATION DIRECTE DES RESSOURCES	3.1	Prélèvement <i>Prélèvement d'espèces sauvages animales, végétales ou fongiques ; mortalité/blessures infligées à de telles espèces</i>	Chasse et pêche Exploitations forestières Braconnage Prélèvements familiaux, éducatifs et médicaux	Baisse de la diversité spécifique Prolifération des EEE	Local, ponctuel mais réparti sur tout le territoire	Action réactive , selon type, permet de réguler (quotas, périodes) ou supprimer la pression (interdictions)	Oui
	3.2	Mortalité accidentelle <i>Collision routière, éolienne, ou du trafic maritime provoquant blessure et/ou mortalité. Mortalité des espèces non ciblées (par la chasse ou la pêche commerciale et récréative et d'autres activités non ciblantes).</i>	Collisions routières Éoliennes Autres obstacles (clôtures, vitres, etc.) Prises accidentelles (chasse et pêche)	Mortalité Baisse taux de survie/ reproduction (impact énergétique évitement) Perte de continuité	Local, ponctuel, mais peut impacter tout un réseau (exemple des obstacles létaux pouvant isoler des populations)	Préservation préventive des principaux corridors écologiques permettant évitement de la pression Préservation réactive dans le cas des prises accessoires Ex : Adaptation de la réglementation au sein d'AP	Oui dans le cas des prises accessoires, à joindre aux actions liées aux prélèvements Préférable de l'étudier dans le cadre de l' analyse de connectivité pour les collisions
Espèces allochtones (dont ESPÈCES EXOTIQUES ENVAHISSANTES)	4.1	Présence d'espèces exotiques envahissantes	Transport Plantations (horticulture, sylviculture, apiculture, ornemental) Commerce d'animaux de compagnie	Baisse de la diversité spécifique Altération habitats Mortalité	Échelle locale à nationale, très forte dispersion	Action préventive (surveillance, protocole limitant les entrées, isolat) Ex : dispositifs de nettoyage aux entrées de parcs Ou réactive (lutte) Ex : lutte ciblée au sein et aux abords des aires protégées	Oui
	4.2	Présence de pathogènes <i>Contamination microbiologique (virus, bactérie, moisissures...), maladies des arbres.</i>	Commerce international plantes et animaux (contamination)	Mortalité Baisse diversité spécifique	Échelle locale à nationale, très forte dispersion	Aires de protection fortes permettent de mettre en place un isolat, souvent préventif Ex : dispositifs de nettoyage aux entrées de parc	Oui

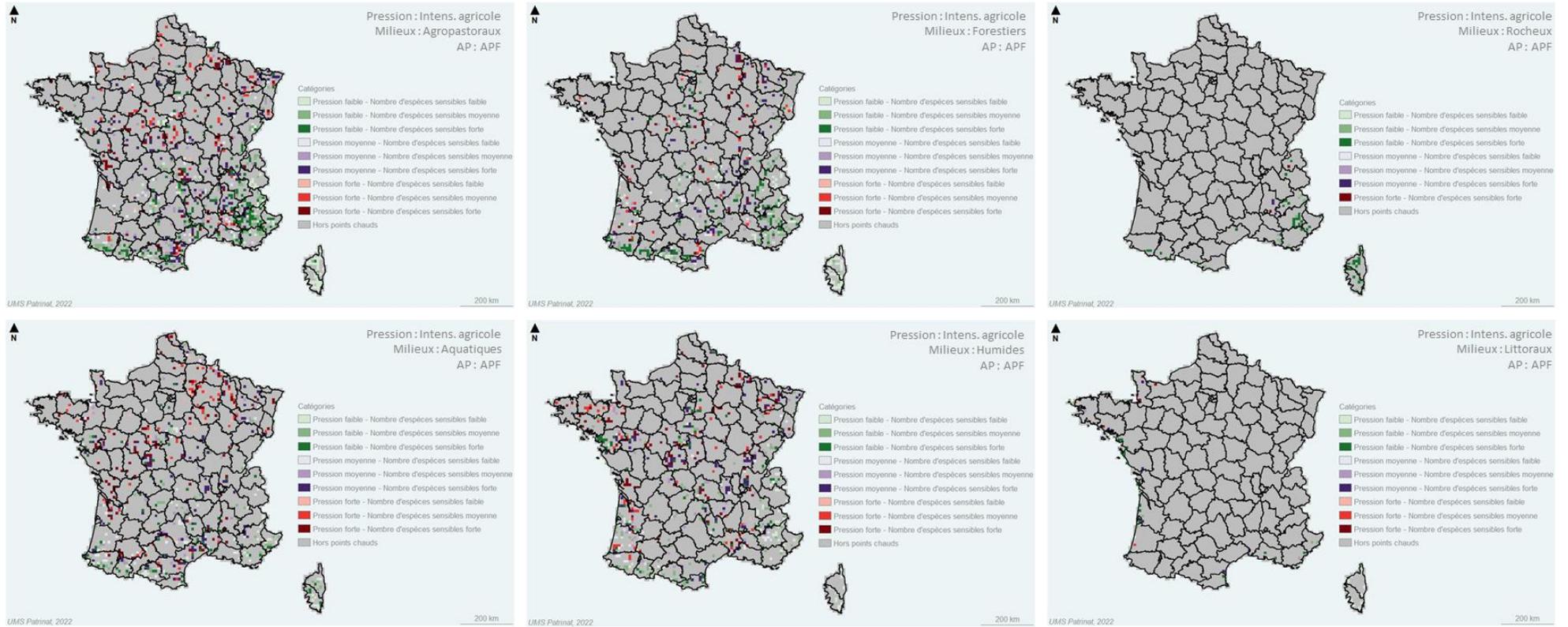
Grands facteurs de changement direct	ID pression	Pressions	Sources majoritaires (Force motrice)	Impacts	Échelle et dispersion	Réponses possibles des Aires protégées	Cartographie Enjeux/Pressions
	4.3	Perturbation génétique <i>Transfert (ou translocation) d'individus génétiquement différents d'espèces indigènes ou appauvrissement génétique des populations naturelles</i>	Élevages, aquaculture, cultures Lâchers de chasse	Baisse de la diversité spécifique Baisse résilience	Échelle locale à nationale, très forte dispersion	Action préventive (réglementation, surveillance)	Oui
CHANGEMENT CLIMATIQUE	5.1/ 5.2	Changement du régime climatique <i>Changements entraînant une baisse des populations d'espèces dans les zones dont les conditions s'éloignent de la niche écologique des espèces</i>	Activités émettrices de gaz à effets de serre	Changement/conversion d'écosystème Dommages à l'écosystème	Changements globaux	Pas d'action des aires protégées sur la source mais aires protégées pourrait apporter résilience Réflexions d'aires protégées par anticipation (connectivité) voire dynamiques (mouvantes)	Oui car apporte un éclairage sur les espèces et habitats les plus impactés (pression supplémentaire)

7.2. Annexe 2 – Cartes par milieu des niveaux de pressions et nombre d'espèces vulnérables sur les points chauds de biodiversité insuffisamment couverts par le réseau d'aires de protection forte en France métropolitaine continentale

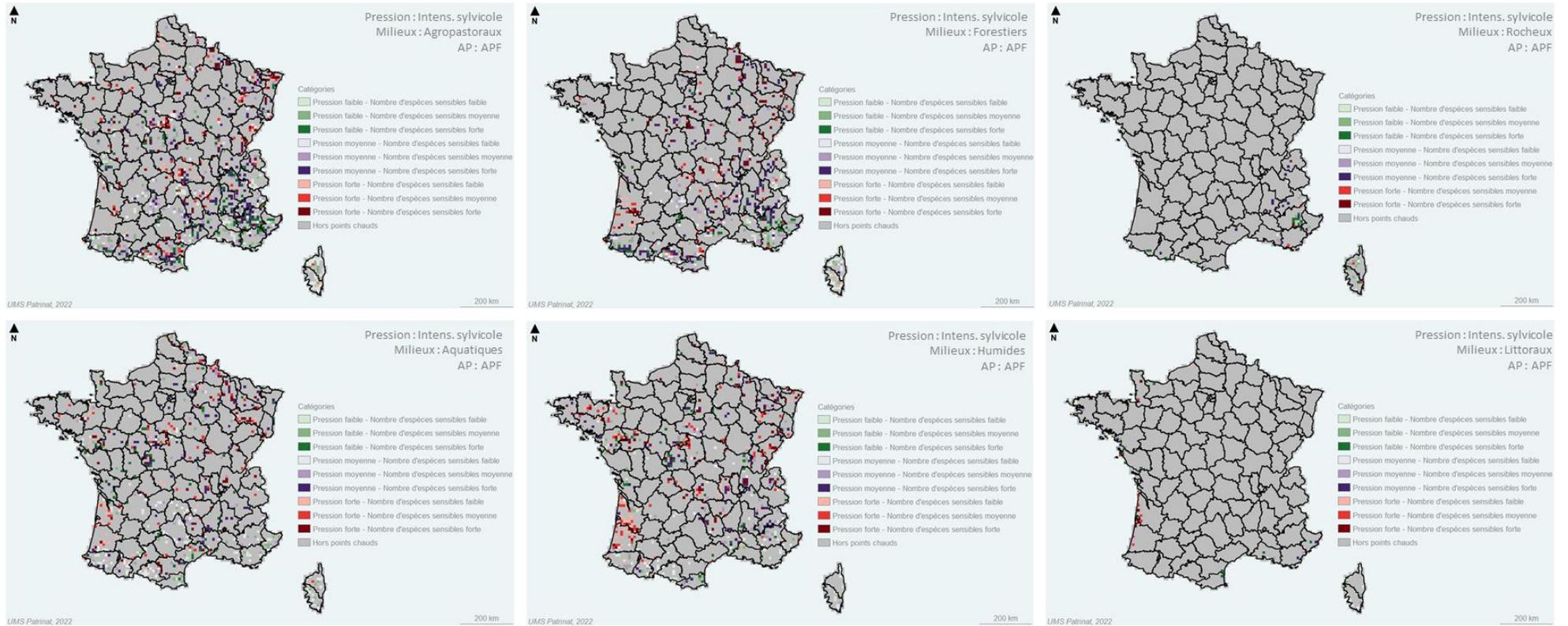
7.2.1. Urbanisation



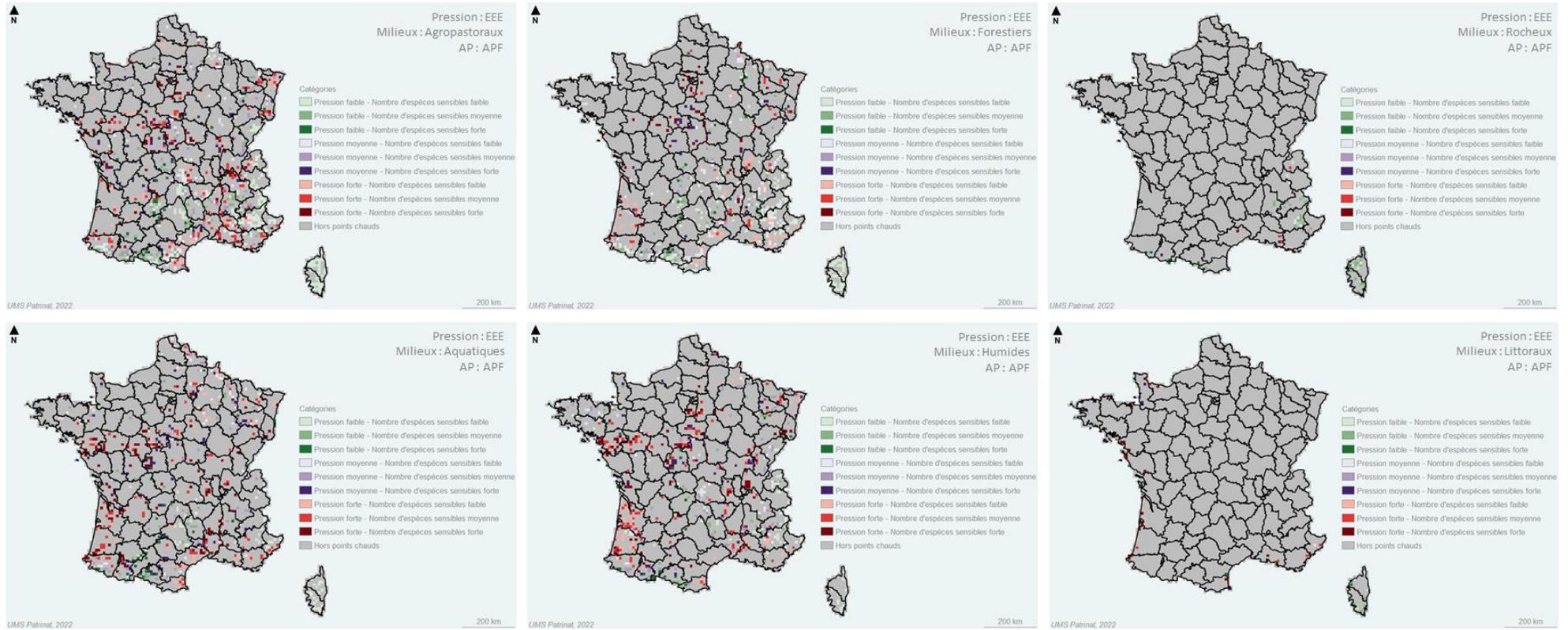
7.2.2. Intensification agricole



7.2.3. Intensification sylvicole



7.2.4. Espèces exotiques envahissantes



8. Glossaire

AP : Aires protégées

CBG : Score de Contribution à la Biodiversité Globale

CEPF : Critical Ecosystem Partnership Fund

DHFF : Directive « Habitats, Faune, Flore »

DCE : Directive-Cadre sur l'Eau

DPSIR : Modèle « Force motrice-Pression-Etat-Impact-Réponse »

DO : Directive « Oiseaux »

EEE : Espèces exotiques envahissantes

EIE : Étude d'Impact Environnemental

ERC : Séquence « Éviter, Réduire, Compenser »

IGN : Institut national de l'information géographique et forestière

INPN : Inventaire National du Patrimoine Naturel

MAEC : Mesure Agro-Environnementale et Climatique

PAC : Politique Agricole Commune

PACA : Région Provence-Alpes-Côte-D'azur

PER : Modèle « Pression-Etat-Réponse »

PLU : Plan Local d'Urbanisme

PNR : Parc Naturel Régional

RIP : Risque d'Impact d'une Pression

SAR : Schéma d'Aménagement Régional

SNAP : Stratégie Nationale des Aires Protégées

SRCE : Schéma Régional de Cohérence Ecologique

UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature

UNEP : Programme Environnement des Nations Unies

VTT : Vélo Tout-Terrain

RÉSUMÉ

La cartographie de croisement des enjeux et des pressions en France métropolitaine continentale s'inscrit dans le travail d'évaluation du réseau d'aires protégées dans le cadre des objectifs de création et de renforcement des aires protégées portés par la Stratégie nationale des aires protégées 2030. Cette cartographie est la poursuite des travaux précédents de diagnostic du réseau et de cartographie des pressions.

Ce travail propose une méthodologie pour prendre en compte simultanément les enjeux de biodiversité identifiés dans les travaux précédents et les enjeux de pressions. Pour ce faire, il s'appuie sur les données de points chauds de biodiversité insuffisamment couverts par le réseau d'aires protégées, et mobilise également des données de vulnérabilité des espèces aux pressions, issues des rapportages DHFF et DO, et des Listes Rouges UICN, ce qui n'avait pas encore été fait pour ces données sur le domaine continental.

Les analyses menées dans le cadre de cette cartographie mettent en lumière la pertinence de mener une double approche pour agir sur les pressions, l'approche préventive et l'approche réactive. Ces deux approches menées conjointement permettent d'identifier les leviers d'action pertinents sur les pressions, et de prendre en compte l'urgence d'action pour les points chauds de biodiversité.

Au total, 140 cartes ont été produites, pour 5 secteurs sources de pressions, 4 différents niveaux de protection pris en compte et déclinés pour 6 grands types de milieux. Le croisement des enjeux et des pressions s'appuie sur les données de vulnérabilité aux pressions de 771 espèces. Ce rapport est complété par les livrets régionaux qui reprennent la méthodologie et les analyses pour chaque région.

L'ensemble de ces productions de croisement des enjeux et des pressions visent à servir d'outil méthodologique, de clé d'interprétation et d'outil d'aide à la décision pour alimenter les approches nationales et locales de renforcement du réseau d'aires protégées.

PatriNat (OFB-MNHN-CNRS-IRD)
Centre d'expertise et de données sur le patrimoine naturel
Jardin des Plantes
CP41 – 36 rue Geoffroy Saint-Hilaire
75005 Paris
www.patrinat.fr

