

# *Diagnostic des zones à enjeux en Hauts-de-France dans le cadre de la stratégie aires protégées 2030*

*Volet espèces :  
Méthode et  
résultats*

Rédaction :  
Guillaume JACEK

Cartographie et traitements des données :  
Gratien TESTUD

Selecture et contributions :  
Valérie RAEVEL, Cédric VANAPPELGHEM, Francis  
MEUNIER, Isabelle WITTÉ

Novembre 2025

# Diagnostic des zones à enjeux en Hauts-de-France dans le cadre de la stratégie aires protégées 2030

## Volet espèces

### Méthode et résultats

Version novembre 2025

#### **RESPONSABLES DU PROJET**

Guillaume JACEK, CEN Hauts-de-France, [g.jacek@cen-hautsdefrance.org](mailto:g.jacek@cen-hautsdefrance.org)

Valérie RAEVEL, DREAL Hauts-de-France, [valerie.raevel@developpement-durable.gouv.fr](mailto:valerie.raevel@developpement-durable.gouv.fr)

#### **Rédaction :**

Guillaume JACEK, CEN Hauts-de-France

#### **Cartographie et traitements des données :**

Gratien TESTUD, CEN Hauts-de-France

#### **Selecture et contributions :**

Valérie RAEVEL, DREAL Hauts-de-France

Cédric VANAPPELGHEM, CEN Hauts-de-France

Francis MEUNIER, CEN Hauts-de-France

Isabelle WITTÉ, UMR PATRINAT, MNHN

## Financements

Financé  
par



**GOUVERNEMENT**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



Financé par  
l'Union européenne  
NextGenerationEU



Agir • Mobiliser • Accélérer

## TABLE DES MATIERES

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. INTRODUCTION .....</b>   | <b>7</b>  |
| <b>2. MATÉRIEL ET MÉTHODE .....</b>  | <b>9</b>  |
| 2.1 DÉVELOPPEMENT D'UN RÉFÉRENTIEL RÉGIONAL.....   | 9         |
| 2.1.1 Extraction des données .....   | 9         |
| 2.1.2 Filtres de sélection.....  | 10        |
| 2.1.2.1 Niveau de description.....   | 10        |
| 2.1.2.2 Spécificités pour les données d'avifaune .....   | 11        |
| 2.1.2.3 Cas zones urbaines .....   | 12        |
| 2.1.2.4 Cas des données uniques et taxons abondants .....  | 12        |
| 2.1.3 Jeux de données final .....  | 13        |
| 2.2.1 Dimensionnement des mailles .....  | 15        |
| 2.2.2 Prise en compte des espaces naturels présentant un statut de protection ou assimilé<br>(ENPA)..... | 16        |
| 2.2.3 Calcul des niveaux d'enjeux par espèces .....  | 18        |
| <b>3. DÉFINITION DES OBJECTIFS DE PRÉSERVATION .....</b>   | <b>21</b> |
| 3.1 ÉTAT DES LIEUX ACTUELS ET OBJECTIFS DE PRESERVATION.....   | 21        |
| 3.2 AFFINAGE DU PARAMÉTRAGE.....   | 22        |
| <b>4. RÉSULTATS .....</b>  | <b>23</b> |
| <b>5. LIMITES ET PERSPECTIVES .....</b>  | <b>26</b> |
| <b>5.1) LIMITES .....</b>  | <b>26</b> |
| 5.2) PERSPECTIVES.....   | 27        |
| <b>RÉFÉRENCES .....</b>  | <b>28</b> |
| <b>ANNEXES.....</b>  | <b>30</b> |

## TABLE DES FIGURES

|   |    |
|---|----|
| <b>Figure 1 :</b> Exemple de données urbaines exclues sur la commune Yvrench (80) .....   | 12 |
| <b>Figure 2 :</b> Résumé des étapes de filtrages des données faune/flore utilisées pour l'analyse sous Marxan .....   | 14 |
| <b>Figure 3 :</b> Mode de fonctionnement et du calcul des valeurs de CBG par le logiciel Marxan (Léonard et al., 2020).....   | 14 |
| <b>Figure 4 :</b> Découpages des mailles déjà sous protection .....   | 16 |
| <b>Figure 5 :</b> Exemple d'utilisation du plug-in "Cluz" dans l'analyse de l'état actuel de préservation .....   | 18 |
| <b>Figure 6 :</b> Méthode de calcul de l'indice de responsabilité.....  | 19 |
| <b>Figure 7 :</b> Identification du niveau d'enjeu à partir de la valeur d'enjeu calculée .....   | 20 |
| <b>Figure 8 :</b> Cartographie des mailles à enjeux dans le best model .....  | 23 |
| <b>Figure 9 :</b> Cartographie des points chauds de biodiversité selon le scénario retenu ayant uneCBG $\geq$ 80 .....  | 24 |
| <b>Figure 10 :</b> Evolution du nombre de données dans des mailles protégées entre l'état actuel et avec la prise en compte du réseau Marxan .....  | 25 |
| <br>  |    |
| <b>Tableau 1 :</b> Synthèse des informations sur l'acquisition des données .....  | 10 |
| <b>Tableau 2 :</b> Champs et filtres lexicaux (valeurs) retenues par base pour l'extraction des données ornithologiques associées à une reproduction avérée ou probable.....              | 11 |
| <b>Tableau 3 :</b> Évolution du nombre de données pour chaque groupe avant et après application des différents filtres.....   | 13 |
| <b>Tableau 4 :</b> Nombre et hétérogénéité du maillage en fonction de l'approche considérée.....  | 15 |
| <b>Tableau 5 :</b> Description des espaces naturels protégés et associés considérés dans le diagnostic .....  | 17 |
| <b>Tableau 6 :</b> Indice de vulnérabilité spécifique dérivé des statuts au sein des listes rouges régionales et nationales (Blervaque et al., 2017 d'après Barneix and Gigot, 2013)..... | 19 |
| <b>Tableau 7 :</b> Proportion de mailles déjà protégées en fonction du niveau d'enjeu.....  | 21 |
| <b>Tableau 8 :</b> Scénarios de doublement des mailles protégées testé en novembre 2023 sous Marxan   | 22 |
| <br>  |    |
| <b>Annexe 1</b> Listes rouges utilisées dans la définition du statut régional de chaque espèce .....  | 30 |
| <b>Annexe 2</b> : Cartes des valeurs de CBG à la maille communale .....   | 31 |
| <b>Annexe 3</b> : Cartes des valeurs de CBG du SC2 à la maille hexagonale (1km <sup>2</sup> ) .....   | 32 |
| <b>Annexe 4</b> Liste des espèces d'enjeu 4 n'atteignant pas 75% de leur objectif selon le scénario fixé ....   | 33 |
| <b>Annexe 5</b> Liste des espèces d'enjeu 3 n'atteignant pas 75% de l'objectif visé .....   | 34 |

## TABLE DES ABREVIATIONS

**ARB** : agence régionale de la biodiversité

**CBG** : Contribution à la Biodiversité Générale

**CBN** : conservatoire botanique national

**CEN HdF** : Conservatoire d'espaces naturels des Hauts-de-France

**CSRPN** : Conseil scientifique régional du patrimoine naturel

**DREAL** : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

**GON** : Groupement Ornithologique et Naturaliste

**PAT SAP** : Plan d'Action Territorial de la Stratégie pour les Aires Protégées

**PAPECH** : Plan d'actions en faveur des pelouses calcicoles des Hauts-de-France

**PRAT** : Plan Régional d'Action en faveur des Tourbières des Hauts-de-France

**SC** : Scénario

**SiRF** : Système d'information Régional sur la Faune

**SNAP** : Stratégie Nationale pour les Aires Protégées

## 1. INTRODUCTION

Par son réseau étendu de territoires ultramarins, insulaires et continentaux, et la diversité d'habitats naturels et d'espèces associées, la France possède une responsabilité importante dans la préservation de la biodiversité mondiale (MTE, 2021). Or, l'accélération de l'effondrement de la biodiversité et la multiplication des pressions anthropiques nécessitent la mise en place de stratégie de préservation. Parmi les outils disponibles, les aires protégées ont démontré leur rôle clé dans la préservation du patrimoine naturel et l'atténuation des impacts du changement climatique (Pörtner *et al.*, 2021).

Ainsi la France a lancé depuis 2009 des stratégies en faveur de la création et de l'extension d'aires protégées : la Stratégie de Création d'Aires Protégées terrestres en métropole (SCAP 2009-2020) et la stratégie de création et de gestion d'aires marines protégées (SCGAMP 2011-2020). Ces dernières ont permis des avancées en matière de couverture du territoire en espaces protégés (*e.g.* création du Parc national des Calanques et du Parc national de Forêts), sans toutefois atteindre l'ensemble de leurs objectifs (MTE, 2021). Par ailleurs, au-delà de la création de nouveaux espaces protégés, le rapport de l'IPBES de 2019 souligne au niveau mondial le besoin d'améliorer la qualité et la gestion des réseaux d'aires protégées existants (Pörtner *et al.*, 2021).

En réponse à ces constats, la nouvelle stratégie nationale (SNAP 2021-2030) intègre une approche commune pour l'ensemble du territoire français marin et terrestre en métropole et outre-mer. Elle a pour ambition d'améliorer la protection des écosystèmes d'intérêts et de renforcer la représentativité des habitats et des espèces menacées au sein du réseau d'aires protégées. Au-delà des objectifs surfaciques visant à atteindre 30 % du territoire national en aires protégées dont 1/3 en zone de protection forte inscrits dans l'article 227 de la loi « Climat et résilience » (*LOI n° 2021-1104*, 2021), et repris à l'article L110-4 du Code de l'environnement, cette stratégie vise l'amélioration de la gestion, de la cohérence et de la résilience du réseau existant.

L'optimisation de l'ancre territorial de la SNAP est assurée par la mise en place d'une déclinaison régionale de ses objectifs. La déclinaison régionale des Hauts-de-France, élaborée en 2022, présente un état des lieux succinct du patrimoine naturel et du réseau d'aires protégées existant. Ce rapport met en évidence un territoire contrasté et fortement anthropisé, abritant une part non négligeable de la biodiversité nationale (1/3 de la flore et 1/2 de la faune vertébrée nationale) avec cependant une répartition très hétérogène. La superficie totale en espaces protégés reste de relativement faible avec des espaces souvent morcelés. En 2022, seulement 18,4% (583 802 hectares) du territoire est couvert par une aire protégée, et 0,19% (6 095 hectares) était en zone de protection forte (Labalette *et al.*, 2022; considérant uniquement les ZPF automatiquement reconnues). Il met également en évidence, des lacunes de connaissance et la nécessité de passer d'une approche opportuniste de protection à une approche scientifique et stratégique avec l'identification des principaux enjeux du territoire pour lesquels une réflexion collective sera à mener.

L'identification des points chauds de biodiversité et des pressions auxquels ils sont soumis devient une action prioritaire du premier plan d'action territoriale piloté par la DREAL et animé par le Conservatoire d'Espaces Naturels (CEN) Hauts-de-France dans le cadre de l'ARB. L'action 1.3.9 vise ainsi à localiser les zones présentant des intérêts patrimoniaux par une approche espèces et habitats sur lesquelles des démarches concertées de préservation seront à initier par la suite.

Ce rapport a pour objectif de détailler, pour le volet « espèces », les choix et avancées méthodologiques dans l'identification des points chauds de biodiversité au sein de la région Hauts-de-France. Ce volet, co-portée par la DREAL et le CEN HdF, vise à affiner, compléter et adapter aux particularités régionales le diagnostic national produit par PatriNat (Léonard *et al.*, 2020). Si les mêmes principes méthodologiques (outil Marxan) sont utilisés, des données régionales non disponibles lors du diagnostic national ont été rassemblées et des scénarios spécifiques à la région ont été définis. En parallèle de ce travail, une approche centrée sur les habitats est co-

portée par la DREAL et le Conservatoire botanique national (CBN) de Bailleul. Elle ne fera pas l'objet de ce rapport.

À la suite du matériel et méthode, ce rapport présente le scénario retenu et les résultats obtenus. Ils découlent des paramétrages identifiés dans l'état d'avancement de décembre 2023. La méthode de ce diagnostic ainsi que les choix de paramétrages présentés ici ont été validés en juin 2024 par le Conseil scientifique régional du patrimoine naturel (CSRPN) Hauts-de-France.

## 2. MATÉRIEL ET MÉTHODE

La méthode déployée en Hauts-de-France se base sur des travaux menés au niveau national par PatriNat . Les espaces à enjeux sont identifiés grâce à un processus d'optimisation de la complémentarité, en termes de biodiversité, d'un réseau de mailles par le logiciel Marxan.

### 2.1 DÉVELOPPEMENT D'UN RÉFÉRENTIEL RÉGIONAL

La qualité et l'homogénéité des données sont des prérequis importants à l'identification des points chauds de biodiversité à l'aide de l'outil Marxan . La création d'un référentiel spécifique et le nettoyage des données faunistiques et floristiques extraites dans le cadre de son application à la région Hauts-de-France ont constitué une part importante du travail effectué en 2023.

#### 2.1.1 Extraction des données

Dans le cadre de l'application régionale seules des données de présence/absence postérieures à 1998 ont été prises en compte. Le début de l'emprise temporelle se base sur la réalisation de l'Atlas de flore vasculaire régional réalisé par le CBN de Bailleul assurant l'homogénéité de la couverture des données floristiques à l'échelle communale sur la période 1998-2023<sup>1</sup>. Dans un souci d'homogénéité la même emprise temporelle a été prise pour les données de faune. 11 groupes taxonomiques, ceux présentant une liste rouge régionale<sup>2</sup> et ayant suffisamment de données à l'échelle régionale, ont été retenus pour l'analyse :

- Plantes vasculaires
- Bryophytes
- Oiseaux
- Lépidoptères (Rhopalocères et zygènes uniquement)
- Odonates
- Orthoptères
- Coccinelles
- Mammifères (hors chiroptères)
- Amphibiens
- Reptiles
- Mollusques

---

<sup>1</sup> <https://www.cbnbl.org/inventaire-flore-vasculaire-hauts-france>

<sup>2</sup> Le récapitulatif des listes rouges utilisée est disponible en annexe 1

Pour l'ensemble de ces groupes les données géolocalisées au point ou au polygone ont été extraites des quatre principales bases de données naturalistes en région qui participent au SINP Hauts-de-France:

- *Pour la flore :*
  - *Digital2* base de données du CBN de Bailleul ;
  - Données flore (>2021) du CEN HdF
- *Pour la faune :*
  - *SIRF* (Système d'information Régional sur la Faune) du Groupement Ornithologique et naturaliste (GON)
  - *Clicnat* de Picardie nature
  - Données faune (>2021) du CEN HdF

Les dates d'acquisition et l'emprise des données sont détaillées dans le Tableau 1. Au total, 2 846 955 données ont été extraites de l'ensemble des bases.

**Tableau 1 : Synthèse des informations sur l'acquisition des données**

Les données présentées dans le tableau représentent les données brutes avant application de filtres de sélection<sup>3</sup>.

| Fournisseurs    | Nombre de données | Date de transmission | Emprise temporelle | Emprise spatiale   |
|-----------------|-------------------|----------------------|--------------------|--------------------|
| Picardie Nature | 1 141 998         | 08/08/2023           | 1998-2023          | Aisne-Oise-Somme   |
| GON             | 1 287 385         | 23/08/2023           | 1998-2023          | Nord-Pas-de-Calais |
| CBNBL           | 397 426           | 14/08/2023           | 1998-2023          | HdF                |
| CEN HdF         | 20 147            | 04/09/2023           | 2021-2023          | HdF                |

## 2.1.2 Filtres de sélection

### 2.1.2.1 Niveau de description

Les données « espèces exotiques envahissantes » ont été exclues préalablement à l'extraction des données sur la base de la liste régionale (Angot, 2022). La synonymie a été gérée sur la base de TaxRef V16.0 (Gargominy *et al.*, 2022). La présence de données à la sous-espèce ou à la variété étant fortement liée à la disponibilité d'expertises locales et à l'effort d'inventaire, un tri sur le niveau de description retenu a été proposé.

#### Faune

L'ensemble des données faunes transmises a été ramené à l'espèce.

---

<sup>3</sup> Certains filtres de sélection des données présentés dans la partie 2.1.2 ont été appliqués dès la phase d'extraction des données. Les chiffres présentés correspondent aux données extraites après exclusion des espèces exotiques envahissantes et la sélection uniquement des espèces floristiques patrimoniales

### Flore

Pour les plantes vasculaires et les bryophytes seules les données des taxons patrimoniaux<sup>4</sup> ont été retenues afin de faciliter leur traitement et d'optimiser l'identification des points chauds. Le niveau de patrimonialité étant défini au niveau espèce ou sous espèce (Hauguel et Toussaint, 2018) l'ensemble des niveaux inférieurs (e.g. variété) ont été ramenés au rang supérieur.

L'objectif initial étant à l'instar des données faune de prendre en compte préférentiellement un niveau de description à l'espèce, les taxons ne présentant qu'une seule sous-espèce à l'échelle régionale ont été ramenés à l'espèce. Pour les taxons présentant plusieurs sous-espèces l'ensemble des niveaux de description sont retenus (données espèces et sous-espèces).

### 2.1.2.2 Spécificités pour les données d'avifaune

Une approche comportementale supplémentaire a été mise en place dans le traitement des données ornithologiques, afin de prendre en compte prioritairement les oiseaux nicheurs et donc attachés à un espace. Cette approche est rendue possible grâce à la disponibilité d'informations dans les bases de données. L'objectif principal est, pour ce groupe à forte capacité de déplacement, de cibler les zones de reproduction dans l'identification des points chauds et de limiter le bruit que pourrait générer les données d'espèces observées en vol.

Un filtre lexical a été appliqué afin de sélectionner uniquement les données témoignant d'un comportement de reproduction certain ou probable sur le site. Étant donné que les bases de données faunistiques du GON et de Picardie Nature n'ont pas au moment de cette analyse, adopté une approche conjointe dans l'intégration des données, des filtres spécifiques ont été développés pour chacune, et ils sont détaillés dans le Tableau 2.

**Tableau 2 :** Champs et filtres lexicaux (valeurs) retenues par base pour l'extraction des données ornithologiques associées à une reproduction avérée ou probable

| BDD                             | Champs sélectionné  | Valeurs retenues  | Nb. de données retenues |
|---------------------------------|---------------------|---|-------------------------|
| SiRF (GON)                      | [Statut_bio]        | 'Certain', 'Probable'   | 86076                   |
|                                 | [Comportement]      | Code atlas <sup>5</sup> entre 4 et 19   |                         |
| CLICNAT<br>(Picardie<br>Nature) | [Statut_biological] | 'Reproduction'  | 19399                   |
|                                 | [Comportement]      | 'Nourrissage des jeunes',<br>'Accouplement', 'Pond', 'Territorial'  |                         |
|                                 | [Stade_de_vie]      | 'Œuf'   |                         |
|                                 | [Commentaire]       | 'Couvaison', 'Couvée', 'Nichée',<br>'Nid', 'Nourrissage', 'Œuf', 'Poussin',<br>'Reproduction', 'Non volant' |                         |

<sup>4</sup> La notion de patrimonialité a été définie par le CBN de Bailleul selon trois familles de critères incluant une liste de prérequis généraux (e.g. indigénat), de critères nationaux (e.g. espèces protégées nationalement) et régionaux (e.g. part populationnelle). Une description précise des critères de détermination de la patrimonialité d'une espèce est disponible dans Hauguel & Toussaint (2018).

<sup>5</sup> Code atlas des oiseaux nicheurs du Nord Pas de Calais (Groupe ornithologique et naturaliste du Nord-Pas-de-Calais, 2019)

Concernant les espèces hivernantes ou de passage, une approche particulière sera menée. Des sites d'intérêt situés dans les couloirs migratoires, et des haltes d'hivernage, viendront compléter les zones pré-identifiées par ce diagnostic dans les étapes suivantes de la méthode d'identification des zones à enjeux.

### 2.1.2.3 Cas zones urbaines

Les zones urbaines étant peu favorables à la création d'espaces naturels protégés au sens strict, les données situées dans celles-ci ont été exclues de l'analyse. La délimitation des zones urbaines repose sur l'utilisation de la couche d'occupation du sol "OCS Theia" de 2018, qui demeure, à ce jour, la couche d'occupation des sols la plus récente, offrant des données homogènes à l'échelle régionale. L'OCS Theia est élaborée à partir de données satellites Sentinel 2/1 et Landsat 8, avec une précision de 20 mètres et une approche automatisée de la classification de l'occupation des sols (Inglada et al., 2017). Les espaces qualifiés de « Bâti diffus », « Bâti dense » et « Zones industrielles et commerciales » ont été considérés dans l'analyse comme zone urbaine.

Les données géolocalisées dans ces espaces ont été exclues de l'analyse. Pour les entités vectorielles (données au polygone), les données associées ont été exclues si l'entité était composée à plus de 50 % de zone urbaine. Un exemple de données retenues et exclues est présenté pour la commune de Yvrench (Somme) dans la Figure 1.



**Figure 1 :** Exemple de données urbaines exclues sur la commune Yvrench (80)

L'entité zone urbaine est représentée par la zone grisée. Les carrés représentent des données extraites des différentes bases, les données en rouge ont été exclues, car en zone urbaine et les carrés verts correspondent aux données retenues.

### 2.1.2.4 Cas des données uniques et taxons abondants

Il est également important de noter que le choix a été fait de retirer les espèces présentant une donnée unique à l'échelle des Hauts-de-France. Ces données uniques ne concernent que quelques espèces qui seront prises en compte dans l'affinage du travail.

L'évolution récente des listes rouges régionales, notamment en termes d'avifaune agricole, amène à la prise en compte d'espèces qui bien qu'en déclin sont encore présentes sur de nombreux territoire en région, leur donnant de facto un poids très important dans la sélection des mailles du réseau créé par Marxan. Afin de limiter ce biais

le choix a été fait d'exclure de l'analyse les taxons présents sur plus de 300 mailles soit environ 1% du territoire. Ce retrait a été fait suite aux premiers tests. Un travail de veille sur ces taxons devra être réalisé au moment des réflexions territorialisées.

### 2.1.3 Jeux de données final

Après l'application des différents filtres, le référentiel compte 1 586 taxons. Avant le nettoyage, un total de 2 846 956 données faune/flore géoréférencées a été extrait depuis les différentes bases de données, dont 1 747 280 données ornithologiques (Tableau 3). L'application des filtres de « reproduction » sur les données ornithologiques a entraîné l'exclusion de 1 641 805 données, et le filtre « zone-urbaine » a conduit au retrait de 530 022 données. Le filtre des taxons présent sur plus de 300 mailles a engendré le retrait de 1 648 468 données (Tableau 3). Au total, sur les données initialement reçues, 359 063 données ont été conservées pour l'analyse. Les détails sur le nombre de données reçues, exclues et retenues sont présentés dans le tableau 3.

**Tableau 3 :** Évolution du nombre de données pour chaque groupe avant et après application des différents filtres

| Groupe                      | Nb data recue | Nb taxon source | Exclu repro      | Exclu Zone urbaine | Exclu 300        | Nb data retenues | Nb taxon retenu |
|-----------------------------|---------------|-----------------|------------------|--------------------|------------------|------------------|-----------------|
| Plantes vasculaires         | 395 536       | 829             | -                | 33 808             | 121 429          | 247 030          | 727             |
| Oiseaux                     | 1 747 280     | 217             | 1 641 805        | 372 682            | 913 981          | 33 974           | 164             |
| Bryophytes                  | 22 036        | 327             | -                | 1 088              | -                | 20 948           | 324             |
| Lépidoptères (Rhopalocères) | 258 739       | 97              | -                | 38 658             | 239 745          | 17 424           | 50              |
| Odonates                    | 121 453       | 63              | -                | 10 156             | 108 702          | 12 000           | 34              |
| Mollusques                  | 16 990        | 177             | -                | 2 985              | 7 580            | 8 066            | 160             |
| Orthoptères                 | 60 750        | 58              | -                | 9 941              | 53 453           | 5 743            | 33              |
| Reptiles                    | 16 449        | 18              | -                | 2 707              | 11 309           | 4 807            | 12              |
| Coleoptères                 | 41 779        | 62              | -                | 20 190             | 30 848           | 4 207            | 43              |
| Amphibiens                  | 46 971        | 20              | -                | 8 266              | 44 484           | 2 263            | 7               |
| Mammifères terrestres       | 116 448       | 45              | -                | 29 370             | 113 633          | 1 437            | 19              |
| Lépidoptères (Hétérocères)  | 2 524         | 14              | -                | 171                | 1 304            | 1 164            | 13              |
| <b>2 846 955</b>            |               | <b>1 927</b>    | <b>1 641 805</b> | <b>530 022</b>     | <b>1 646 468</b> | <b>359 063</b>   | <b>1 586</b>    |

L'ensemble des filtres appliqués sur les données extraites est résumé dans la figure 2.

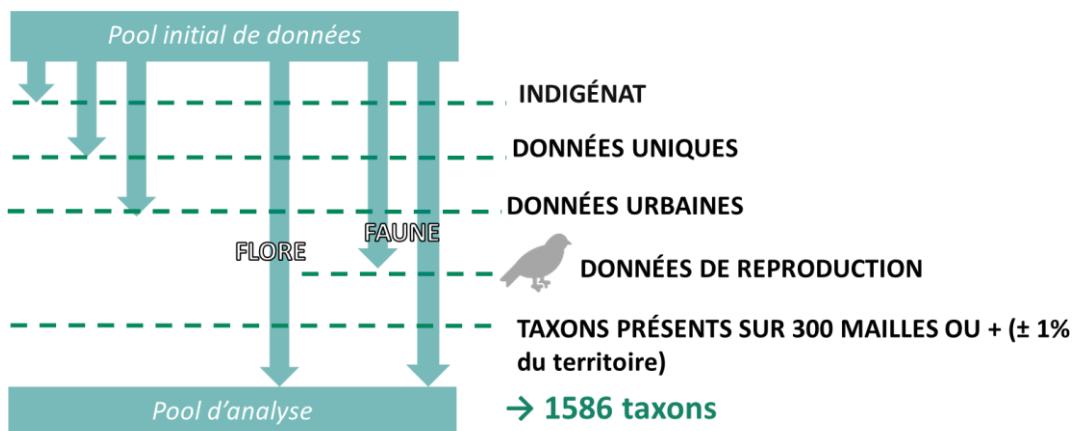


Figure 2 : Résumé des étapes de filtrages des données faune/flore utilisées pour l'analyse sous Marxan

## 2.2 L'OUTIL MARXAN

Marxan est un logiciel libre qui permet, sur la base de données naturalistes géolocalisées et associées à la maille, d'identifier les combinaisons les plus optimales permettant une bonne représentativité de chaque taxon dans un réseau d'aires protégées (Ball et al., 2011 ; Léonard et al., 2021). Cette approche permet de s'extraire ainsi d'une analyse basée purement sur la richesse spécifique ou sur le nombre d'espèces patrimoniales.

Les combinaisons obtenues par le logiciel variant légèrement d'un tirage à l'autre, 100 itérations ont été réalisés dans le processus d'optimisation de Marxan. Chaque maille se voit donc attribuer une note de contribution à la biodiversité globale (CBG) variant de 0 à 100 qui correspond au nombre d'itérations où la maille a été retenue dans le réseau. Cette note de CBG permet une hiérarchisation des mailles en fonction de leur importance (richesse, endémisme, rareté, complémentarité) dans un réseau minimal de maille à protéger pour atteindre les objectifs fixés en entrée du logiciel.

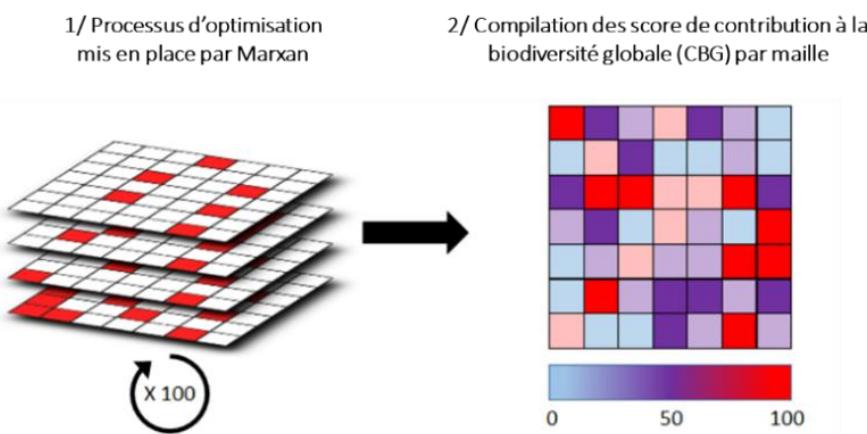


Figure 3 : Mode de fonctionnement et du calcul des valeurs de CBG par le logiciel Marxan (Léonard et al., 2020)

Outre la qualité des données en entrée, la pertinence des résultats obtenus dépend du paramétrage de l'outil et des objectifs à atteindre fixés par l'utilisateur.

Dans le cadre de son utilisation, le logiciel Marxan permet de faire varier un certain nombre de paramètres incluant :

- l'échelle d'étude en faisant varier la précision de la maille à laquelle les données sont analysées ;
- l'exclusion de certaines zones de l'analyse notamment les espaces déjà considérés sous protection ou assimilé ;
- l'objectif de protection à atteindre par espèce.

Chacun de ces points de paramétrages est détaillé dans les parties suivantes.

## 2.2.1 Dimensionnement des mailles

L'utilisation de l'outil MARXAN nécessite la sélection d'un maillage de référence. Les discussions avec les différents groupes de travail ont conduit à retenir 2 échelles.

L'échelle communale présente l'avantage de faciliter les échanges avec les acteurs du territoire, tout en limitant le nombre de mailles à 3 787 sur l'ensemble des Hauts-de-France. Cependant, l'hétérogénéité importante des superficies des entités peut avoir un impact sur leur poids dans le réseau modélisé par Marxan et compliquer la délimitation précise des points chauds (Tableau 4).

Une seconde approche, avec un maillage régional homogène composé de mailles hexagonales de 1 km<sup>2</sup>, recommandée par le guide d'utilisation de Marxan, a été réalisée en complément de l'approche communale. L'objectif est d'affiner l'approche communale, par une vision complémentaire avec un grain plus fin et une identification plus ciblée des potentielles zones à enjeux à l'échelle locale.

**Tableau 4 :** Nombre et hétérogénéité du maillage en fonction de l'approche considérée

| <b>Échelle de maillage</b>       | <b>Nb. entités</b> | <b>Surface moyenne</b> | <b>Ecart-type</b>  |
|----------------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|
| <i>Commune</i>                   | 3 787              | 84 km <sup>2</sup>     | 59 km <sup>2</sup> |
| <i>Hexagone 1 km<sup>2</sup></i> | 32 707             | 1 km <sup>2</sup>      | Null               |

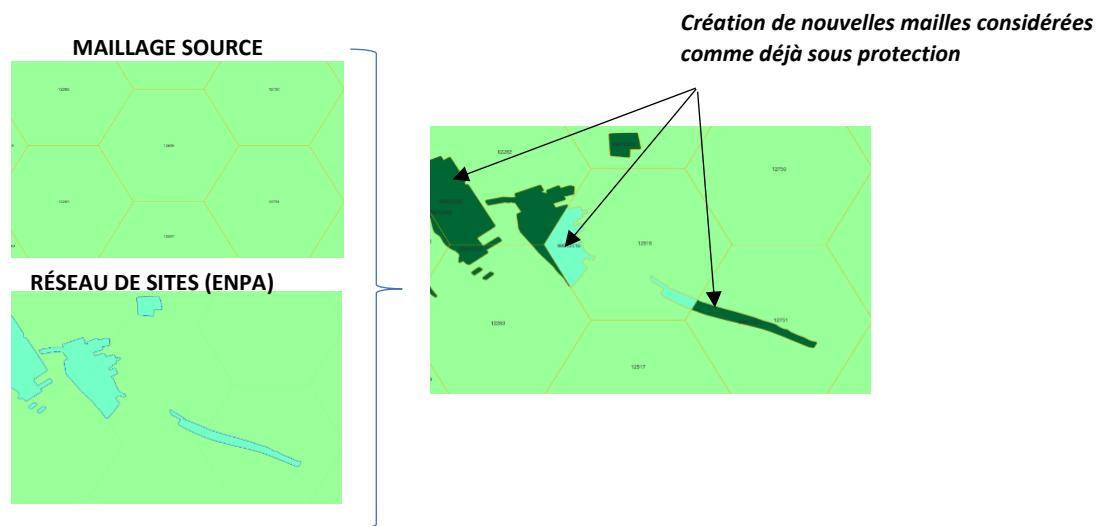
Selon le choix de la grille certains paramètres d'intersection ont été ajustés amenant à l'exclusion de certaines données.

- Échelle communale : les données littorales (notamment données ponctuelles) se retrouvant hors des périmètres des communes ne sont pas prises en compte dans l'analyse communale : cela représente 26 756 données soit 0,9% des données.
- Échelle hexagonale : ce maillage fin a fait l'objet d'un filtre sur les données à localisation imprécise. Les données de polygones de plus de 2 km<sup>2</sup> et celles de transects de plus de 2 km linéaire ont été exclues. (Soit 6% des données totales, 3,5% des données filtrées)

## 2.2.2 Prise en compte des espaces naturels présentant un statut de protection ou assimilé (ENPA)

Afin d'optimiser la pertinence des zones à enjeux identifiées, il est possible d'exclure les zones disposant d'ores et déjà d'un statut de protection ou assimilé de l'analyse réalisée par Marxan. Ce tri nécessite cependant une identification claire des espaces naturels bénéficiant d'un statut de protection ou assimilé (ENPA). La stratégie nationale pour les aires protégées définit une aire protégée comme « *un espace géographique clairement défini, reconnu, consacré et géré par tout moyen efficace, juridique ou autre, afin d'assurer à long terme la conservation de la nature ainsi que les services écosystémiques et les valeurs culturelles qui lui sont associées* » (MTE, 2021). Sur la base de cette définition, nous considérons dans l'application en Hauts-de-France comme ENPA l'ensemble des sites à vocation de conservation des habitats ou de la biodiversité sous protection réglementaire (ex. RNN, APPB, etc.), contractuelle (e.g. sites sous convention) ou maîtrise foncière ou d'usage (e.g. CEN). Dans le cadre de son application spécifique aux Hauts-de-France, cette liste comporte en 2023 les espaces décrits dans le tableau 5.

La couche de délimitation de ces espaces a été extraite de la base de données géographique du CEN et un découpage a été réalisé sur les mailles sources (commune ou hexagone) menant à la création de nouvelles mailles déjà considérées comme protégées par Marxan (Figure 4)



**Figure 4 :** Découpages des mailles déjà sous protection  
Le maillage source correspond au maillage du territoire utilisé sous Marxan. Réseau de sites : en bleu turquoise sont délimité les enveloppes présentant déjà un statut de protection.

**Tableau 5 : Description des espaces naturels protégés et associés considérés dans le diagnostic**

| <b>Structure référente</b>                                | <b>Type de protection</b>          | <b>Espaces inclus</b>  |
|---|------------------------------------|--|
| DDT-M et DREAL  |                                    | Arrêtés préfectoraux de protection biotope (APPB)  |
| DREAL   | Règlementaire                      | Arrêtés préfectoraux de protection de Géotope (APPG)   |
| Conseil régional  |                                    | Arrêtés préfectoraux de protection d'habitats naturels (APPHN)   |
| Office français de la biodiversité (OFB)                  |                                    | Réserves naturelles nationales   |
| Office national des forêts (ONF)                          |                                    | Réserves naturelles régionales   |
| Conservatoire d'espaces naturels des HdF                  | Contractuelle et maîtrise foncière | Réserves nationales de chasse et faune sauvage   |
| Conservatoire du littoral                                 | Maitrise foncière                  | Réserve biologique dirigée ou intégrale (RBD et RBI)   |
| EDEN 62   | Maitrise foncière et contractuelle | Tout site contractualisé (en gestion directe ou en assistance à la gestion)  |
| Département 59  | Maitrise foncière et contractuelle | Propriétés uniquement  |
| Parc Naturel Régional des Caps et Marais d'Opale (PNRCMO) | Contractuelle                      | Sites EDEN en propriété du département 62 et sites sous gestion appartenant à des communes ou communautés de communes <sup>6</sup> |
| Parc naturel régional Scarpe-Escaut                       | Contractuelle et Maitrise foncière | Sites ENS en propriété du département et sites sous gestion appartenant à des communes ou communautés de communes                  |
| Syndicat Mixte Baie de Somme Grand Littoral Picard (SMBS) | Contractuelle                      | Sites sous convention de gestion en 2021   |
|   |                                    | Sites sous gestion en 2022 (dont sites propriété du syndicat mixte Scarpe-Escaut)  |
|   |                                    | Sites sous gestion <sup>4</sup>  |

<sup>6</sup> Structure également gestionnaire d'espace du CdL

L'analyse Marxan part de ces mailles préservées et cherche à identifier le réseau de maille complémentaires minimal afin d'atteindre l'objectif de préservation établi dans les phases de paramétrages. Le plug-in « CLUZ » de Qgis permet d'analyser l'état actuel de préservation de chaque espèce et de le comparer avec les objectifs définis.

Dans l'exemple ci-dessous (Figure 5), l'espèce *Salamandra salamandra* est présente dans 740 mailles. Avec un objectif à atteindre de 30% des mailles sous protection, Marxan cherche donc à sélectionner 222 mailles. Dans l'état actuel 49 mailles préservées incluent déjà cette espèce soit un taux d'atteinte de l'objectif de 22,07 %.

The diagram illustrates the process of analyzing species preservation status using the Cluz plugin. It starts with three boxes at the top: 'Nombre de mailles à préserver' (Number of plots to preserve), 'Nombre de mailles préservées incluant l'espèce' (Number of plots preserving the species), and 'Nombre de mailles contenant l'espèce' (Number of plots containing the species). Arrows point from these boxes to a table labeled 'Target table'. The table has columns: Id, Name, Type, Target, Spf, Ear+Cons, Total, and PC\_target. The PC\_target column contains values: 22.07 for Salamandra salamandra, 81.66 for Triturus cristatus, -1 for Triturus marmoratus, and -1 for Alytes obstetricans. A callout box on the right explains that the PC\_target value for Salamandra salamandra (22.07) corresponds to the 'Taux d'atteinte de l'objectif' (Achievement rate of the objective), which is 22,07%. A note also states: '(-1) : correspond à une ligne d'espèce sans objectif.' ((-1) : corresponds to a line for a species without an objective).

| Id  | Name                  | Type | Target | Spf | Ear+Cons | Total | PC_target |
|-----|-----------------------|------|--------|-----|----------|-------|-----------|
| 92  | Salamandra salamandra | 2    | 222    | 10  | 49.0     | 740.0 | 22.07     |
| 139 | Triturus cristatus    | 2    | 169    | 10  | 138.0    | 563.0 | 81.66     |
| 163 | Triturus marmoratus   | 0    | 0      | 10  | 0.0      | 1.0   | -1        |
| 197 | Alytes obstetricans   | 0    | 0      | 10  | 71.0     | 684.0 | -1        |

Figure 5 : Exemple d'utilisation du plug-in "Cluz" dans l'analyse de l'état actuel de préservation

## 2.2.3 Calcul des niveaux d'enjeux par espèces

La définition d'objectifs de conservation à atteindre est un paramètre clé dans l'identification des zones à enjeux par Marxan. L'identification d'un objectif spécifique à chaque espèce, bien que techniquement possible, n'est pas envisageable au vu des moyens et contraintes de l'action. Une catégorisation par niveau d'enjeu régional a donc été élaborée afin d'identifier les objectifs à atteindre.

Les niveaux d'enjeux vont de 1, représentant les "espèces à faible enjeu", à 5, pour les "espèces à fort enjeu". Ces niveaux sont estimés en croissant l'indice de vulnérabilité (IV) de l'espèce avec l'indice de responsabilité régionale de l'espèce (IR).

### Indice de vulnérabilité (IV)

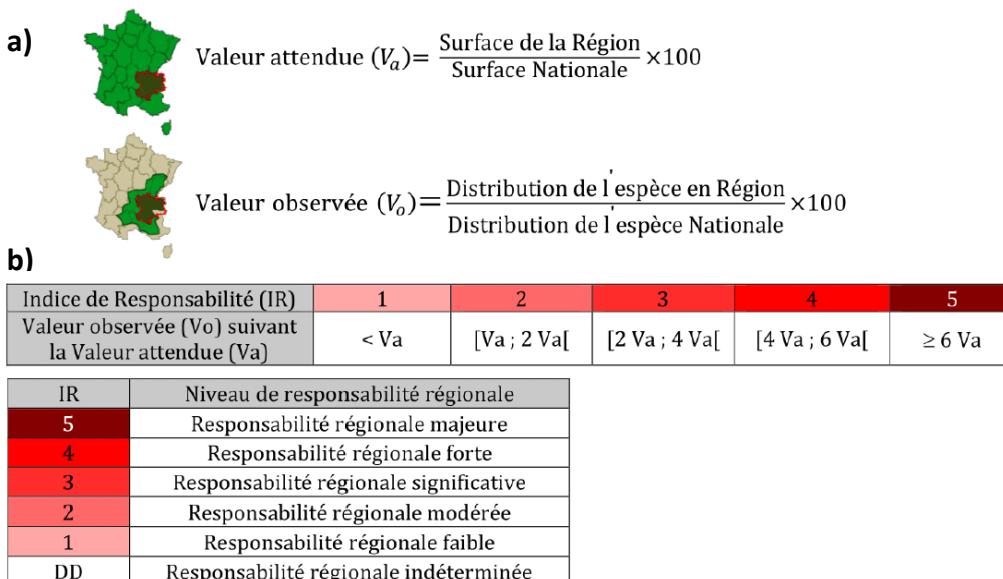
L'indice de vulnérabilité est dérivé du croisement des statuts (LC, DD, NT, VU, EN, CR) de l'espèce dans les listes rouges régionales et nationales et varie entre 1 et 5 (Tableau 6). Dans le cas échéant où une espèce ne présente pas encore de statut à l'échelle des Hauts-de-France mais un statut dans les anciennes listes rouges à l'échelle des anciennes régions administratives, le statut le moins sensible est conservé. Dans le cas de l'absence totale de statut liste rouge (régionale ou nationale), l'espèce est considérée comme ayant un statut DD.

**Tableau 6** : Indice de vulnérabilité spécifique dérivé des statuts au sein des listes rouges régionales et nationales (Blervaque et al., 2017 d'après Barneix and Gigot, 2013)

|                              |    |    |    |    |    |    |    |
|------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|
| Liste rouge régionale        | CR | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  |
|                              | EN | 4  | 4  | 4  | 4  | 5  | 5  |
|                              | VU | 3  | 3  | 3  | 4  | 4  | 5  |
|                              | NT | 2  | 2  | 2  | 3  | 4  | 4  |
|                              | DD | 2  | 2  | 2  | 3  | 3  | 3  |
|                              | LC | 1  | 1  | 2  | 2  | 2  | 2  |
| Indice de vulnérabilité (IV) |    | LC | DD | NT | VU | EN | CR |
| Liste rouge nationale        |    |    |    |    |    |    |    |

#### Indice de responsabilité (IR)

L'indice de responsabilité régional a été calculé pour chaque espèce et sous-espèce du référentiel présenté précédemment en 2023 par PatriNat. Il est basé sur une comparaison entre des valeurs attendues de distribution de l'espèce en région et sa valeur observée (Figure 6). Les indices ont été calculés avec une précision des données à l'échelle communale et à l'échelle départementale. Les indices de responsabilité obtenus avec une précision départementale se sont cependant avérés plus pertinents probablement dû à des efforts d'inventaire disparates entre le niveau national et régional pour l'échelle communale. Dans la suite des analyses c'est le niveau de précision départemental qui a donc été sélectionné pour le calcul de l'IR.



**Figure 6** : Méthode de calcul de l'indice de responsabilité

a) en fonction de la comparaison des ratio de distribution attendu et observée (Blervaque et al., 2017 d'après Barneix and Gigot, 2013) b) détail des classes d'indice de responsabilité

#### Valeur et niveaux d'enjeux

La valeur d'enjeu est issue de la multiplication des valeurs des indices de vulnérabilité et de responsabilité (7a). Ces valeurs sont ensuite classées dans 5 catégories correspondant aux niveaux d'enjeux allant des espèces à enjeu faible (1) à fort (5) (7b).

**Figure 7 :** Identification du niveau d'enjeu à partir de la valeur d'enjeu calculée

a) Calcul de la valeur d'enjeu par croisement des indices de responsabilité et de vulnérabilité b) identification des niveaux d'enjeux en fonction des valeurs d'enjeu calculées.

a)

|                                   | 5 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25                            |
|-----------------------------------|---|---|----|----|----|-------------------------------|
| Indice de Vulnérabilité (IV)      | 4 | 4 | 8  | 12 | 16 | 20                            |
|                                   | 3 | 3 | 6  | 9  | 12 | 15                            |
|                                   | 2 | 2 | 4  | 6  | 8  | 10                            |
|                                   | 1 | 1 | 2  | 3  | 4  | 5                             |
| Calcul de la Valeur d'Enjeux (VA) | 1 | 2 | 3  | 4  | 5  | Indice de Responsabilité (IR) |

b)

| Valeurs d'Enjeux (VA) | Niveaux d'Enjeux (NE) |                        |
|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| [16 ; 25]             | 5                     | Enjeux majeurs         |
| [10 ; 15]             | 4                     | Enjeux très importants |
| [5 ; 9]               | 3                     | Enjeux importants      |
| [3 ; 4]               | 2                     | Enjeux modérés         |
| [1 ; 2]               | 1                     | Enjeux faibles         |
| Inconnue              | DD                    | Enjeux indéterminés    |

#### Révision à dire d'experts

La valeur des niveaux d'enjeux est fortement dépendante de l'indice de responsabilité et donc de la précision des données au niveau national. Un travail de révision de l'indice de responsabilité et du niveau d'enjeu a été réalisé par des experts du pôle faune et flore du SINP (GON, PICNAT, CBN de Bailleul) afin de mieux adapter, au contexte Hauts-de-France, les résultats obtenus par le calcul initial. Plusieurs scénarios ont été rencontrés :

- La responsabilité régionale a été sur ou sous-estimée (évolutions récentes des populations, inventaires hétérogènes, taxon très localisé);
- L'évolution récente des populations n'a pas pu être intégrée dans la liste rouge régionale.

Pour ces deux scénarios l'indice de responsabilité est alors modifié à dire d'experts (augmenté ou diminué).

Si le niveau d'enjeu est estimé insuffisant mais que l'indice de responsabilité est déjà maximal, des objectifs similaires au niveau d'enjeu supérieur sont alors attribués à l'espèce en question sans directement changer le niveau d'enjeu de l'espèce (taxons concernés : *Dicranum spurium*, *Drepanocladus sendtneri*, *Sphagnum molle*, *Centaurium littorale*, *Halimione pedunculata*, *Viola tricolor subsp. Curtisia*, *Oleophozia personii*).

D'autres modification à dire d'experts du référentiel ont dû être réalisées et incluses :

- Le retrait d'espèces de la liste dont la présence ou l'indigénat régional présente un caractère douteux .
- L'ajout de taxons absents de l'extraction en décembre 2023 (non saisis en base à la date d'extraction) ont été rajoutés.

### 3. DÉFINITION DES OBJECTIFS DE PRÉServation

La définition des objectifs par niveau d'enjeu représente une étape clé dans le diagnostic des points chauds par Marxan. À partir de ces derniers, il est possible d'identifier un "Best model". Ce modèle n'attribue pas de valeur de CBG aux mailles mais correspond au modèle optimal identifié par Marxan permettant d'atteindre l'ensemble des objectifs avec un minimum de mailles.

Cette partie présente le scénario retenu en termes d'objectifs à atteindre. Elle décrit également les optimisations du paramétrage de Marxan et l'identification des seuils de priorisation des points chauds (ajustement du nombre et de la pertinence des points chauds retenus dans le réseau final).

Pour des raisons de simplification, la majorité des données présentées pour les différents scénarios ci-après sont issues, sauf spécification contraire, de l'analyse fine au maillage hexagonal de 1 km<sup>2</sup>.

#### 3.1 ÉTAT DES LIEUX ACTUELS ET OBJECTIFS DE PRESERVATION

La couverture en espaces considérés ici comme déjà protégés (ENPA) représente 38 256 ha soit 1,19% du territoire régional en 2023. Le croisement de ces espaces avec les données d'espèces a permis de mettre en évidence que 7% des mailles contenant au moins une donnée d'espèce d'enjeu 1 sont couvertes en 2023 par un statut de protection. Ce pourcentage passe à 11 % pour les espèces d'enjeu 2, à 16 % pour les espèces d'enjeu 3 et à 42 % pour les espèces d'enjeu 4. Cette valeur atteint 51 % pour les espèces à très fort enjeu (Tableau 7).

**Tableau 7 :** Proportion de mailles déjà protégées en fonction du niveau d'enjeu

Le nombre de mailles représente ici le nombre de maille présentant au moins une donnée d'espèce du niveau d'enjeu considéré. *E.g.* 1555 mailles contenant au moins une donnée d'espèce à enjeu de niveau 1 sont déjà protégées.

| Niveau d'enjeu | Nombre de Taxons | Nombre de données | Nombre de mailles | Mailles non protégées | Nb de mailles protégées | % de mailles protégées |
|----------------|------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|
| 1              | 602              | 165592            | 12626             | 11071                 | 1555                    | 7                      |
| 2              | 466              | 107808            | 9181              | 7835                  | 1346                    | 11                     |
| 3              | 329              | 60502             | 5173              | 4148                  | 1025                    | 16                     |
| 4              | 80               | 13 304            | 1198              | 694                   | 504                     | 42                     |
| 5              | 19               | 9 266             | 281               | 138                   | 143                     | 51                     |

Pour une meilleure compréhension de la suite du rapport, il est important de distinguer le pourcentage de mailles protégées par niveau d'enjeu (Tableau 7) et le pourcentage de mailles protégées pour chaque espèce. Le pourcentage de mailles protégées par niveau d'enjeu correspond au pourcentage de mailles déjà sous protection contenant au moins une donnée d'espèce du niveau d'enjeu considéré (Tableau 7). Le pourcentage de mailles protégées par espèce correspond au nombre de mailles sous protection pour une espèce donnée. C'est ce pourcentage qui est pris en compte pour l'atteinte des objectifs fixés par niveau d'enjeu par Marxan.

Les résultats par niveau d'enjeu (Tableau 7) ont servi de base de réflexion pour la définition, à titre d'experts, d'objectifs de protection à atteindre par espèce. Le choix a été fait d'appliquer le pourcentage de protection à l'espèce suivants :

- 100% des mailles sous protection pour les espèces à enjeu 5
- 70% pour les espèces à niveau d'enjeu 4
- 40% pour les espèces à niveaux d'enjeu 3
- 30% pour les espèces à niveaux d'enjeu 1 et 2.

C'est sur cette base de paramétrage que tous les ajustements présentés dans les parties 3.2 et 3.3 sont basés.

## 3.2 AFFINAGE DU PARAMÉTRAGE

### Exclusion des espèces à niveau d'enjeu faible (2) et très faible (1)

A la suite d'un premier test, non détaillé dans ce document, où les espèces d'enjeux 1 et 2 avaient des objectifs de protection de 30% (comme proposé dans le paragraphe ci-dessus), le choix a été fait de retirer les données d'espèces à faible et très faible niveau d'enjeu (niveau 1 et 2) afin de limiter le « bruits » et de mieux hiérarchiser les mailles irremplaçables contenant des espèces à plus enjeu fort et moyen (Tableau 8).

En effet l'attribution d'objectifs de conservation à des espèces de faible enjeu, souvent plus dispersées et présentes en région augmentait le nombre de maille à faible CBG sans forcément influer sur la sélection des mailles dites « irremplaçable » du réseau. Cette exclusion des niveaux d'enjeu 1 et 2 entraîne le retrait de 273 400 données et 1068 taxons en plus des données déjà retirées lors de la création du référentiel et des 90 taxons ne disposant pas à l'heure actuel de niveau d'enjeu. L'analyse Marxan s'est donc faite sur la base de 428 taxons d'enjeu 3 et plus et 83072 données.

**Tableau 8 :** Scénarios de doublement des mailles protégées testé en novembre 2023 sous Marxan

| Niveau d'enjeu | Protection moyenne actuelle (%) | Objectifs (%)          |                |
|----------------|---------------------------------|------------------------|----------------|
|                |                                 | Scénario initial testé | Scénario gardé |
| 5              | 51                              | 100                    | 100            |
| 4              | 42                              | 70                     | 70             |
| 3              | 16                              | 40                     | 40             |
| 2              | 11                              | 30                     | Exclues        |
| 1              | 7                               | 30                     | Exclues        |

Le retrait des espèces de niveaux d'enjeu 1 et 2 (1068 taxons), permet un meilleur criblage des mailles en diminuant significativement le nombre de maille avec une faible valeur de CBG et même une augmentation des mailles à forte CBG ( $> 90\%$ ).

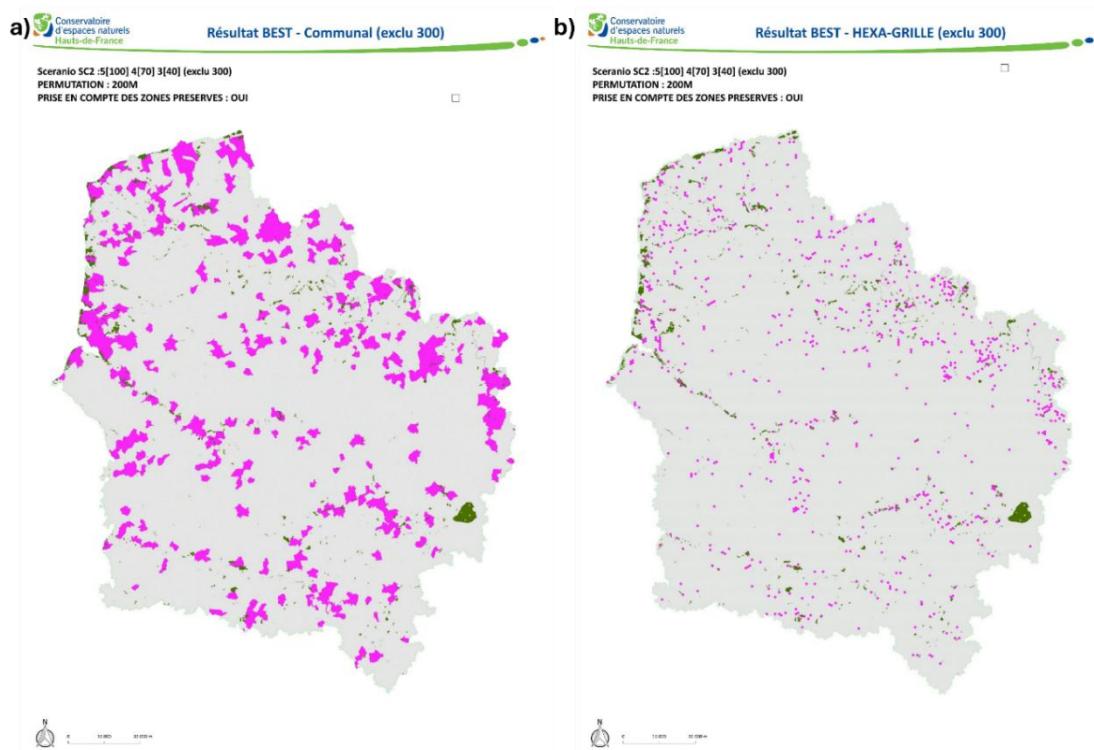
### Optimisation du nombre de permutations

Dans son paramétrage, Marxan permet également le réglage du nombre de permutations qu'il réalise pour l'identification d'un réseau. Afin d'évaluer l'impact de ces permutations sur les résultats obtenus, un test par itération avec un nombre croissant de permutations a été réalisé jusqu'à atteindre 200 millions de permutations. L'augmentation du nombre de permutations permet de diminuer le nombre de mailles sélectionnées mais également une meilleure ségrégation des mailles présentant initialement une CBG intermédiaire (entre 40 et 70), qui se retrouvent alors réparties dans les mailles à faible CBG ( $< 40$ ) ou à CBG élevée ( $> 80$ ). Dans le cadre de ces premiers scénarios le choix s'est arrêté à 200 millions de permutations du fait d'une différence assez faible entre 100M et 200M de permutations (8 mailles en moins sélectionnées).

## 4. RÉSULTATS

Le best model reste malgré les ajustements d'objectifs et le retrait des espèces à enjeux 1 et 2, un objectif ambitieux (Figure 8). L'atteinte de ce best model nécessiterait un effort très important avec 911 mailles de 1km<sup>2</sup> identifiées.

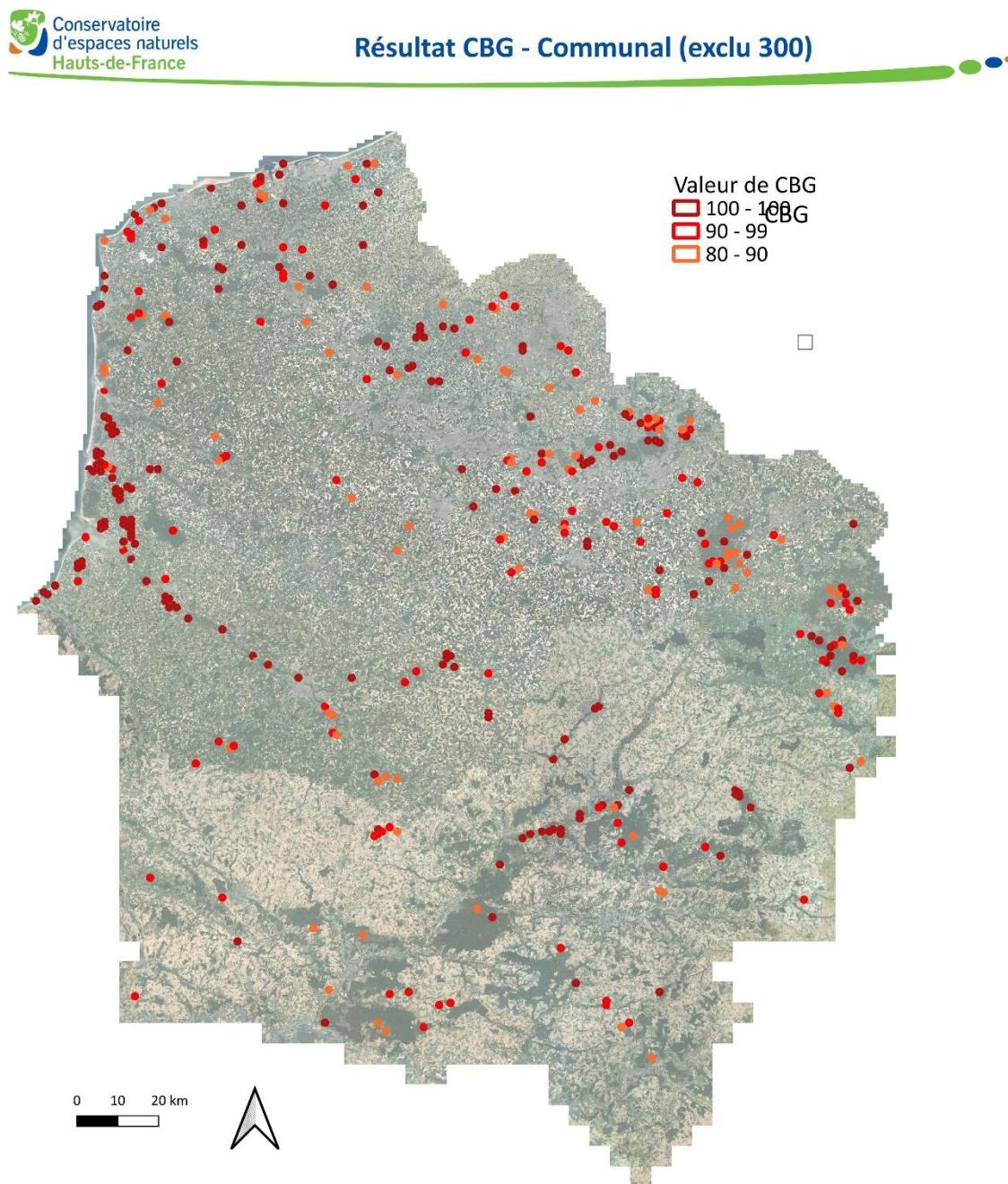
L'utilité de Marxan réside plutôt dans l'identification des points chauds de biodiversité à préserver et leur hiérarchisation en fonction de leur contribution à la biodiversité globale que dans l'identification d'un réseau optimal. Dans le cadre du scénario sélectionné, le choix a été fait de ne sélectionner que des mailles à forte CBG, c'est-à-dire supérieure à 80. A chaque itération le taux d'atteinte des objectifs et le pourcentage de mailles sous protection est analysé pour chacune des espèces du référentiel.



**Figure 8 :** Cartographie des mailles à enjeux dans le best model

Les mailles en rose représentent les mailles à enjeux dans le cadre du best model a) à l'échelle communale et b) à l'échelle maille 1 km<sup>2</sup>. Les zones en vert correspondent au réseau actuel d'aires protégées (ENPA).

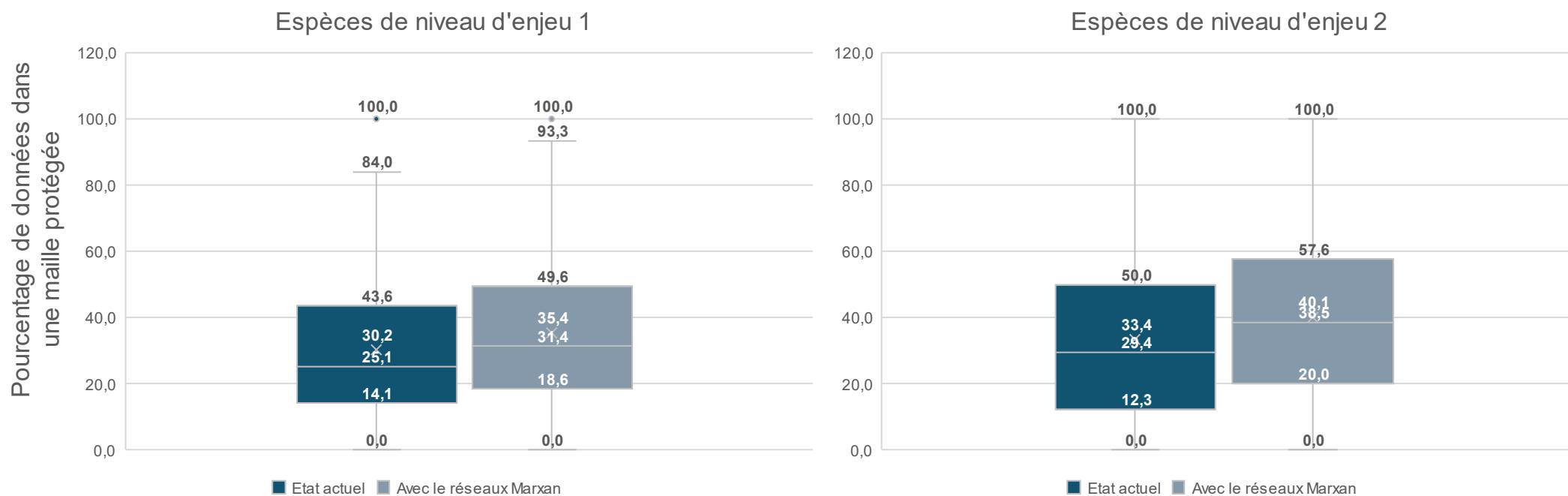
Des différences de résultats, même pour les CBG supérieurs à 80, sont observées en fonction de l'échelle (communale ou hexagonale) utilisée dans l'analyse. En effet, certaines communes présentant des mailles hexagonales kilométrique avec une CBG supérieure 80 sur leur territoire lors de l'analyse fine ne sont pourtant pas sélectionnées lors de l'approche à l'échelle communale (Figure 9 ; **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** ; Annexe 3). L'inverse a également été observé. Cette différence sera analysée dans la suite des travaux.



**Figure 9 :** Cartographie des points chauds de biodiversité selon le scénario retenu ayant une CBG  $\geq 80$   
Une version à l'échelle communale est disponible en Annexe 2.

À l'échelle des mailles hexagonales kilométrique, 383 mailles sont retenues pour une CBG>80. 100 % des objectifs sont atteints pour les espèces de niveau d'enjeu 5. Pour les espèces à enjeu 4, 13 espèces sur les 80 (16.25%) n'atteignent pas 75% de l'objectif visé et seulement 2 n'atteignent pas 50% de l'objectif (*Epipactis leptochila* ; *Sematophyllum demissum*). Pour les espèces d'enjeu 3, 30 taxons sur les 383 (7,8%) n'atteindraient pas 75% de l'objectif dont 26 n'atteignent même pas 50%.

Concernant les espèces d'enjeu 1, on observerait une augmentation en moyenne de 5.3% du nombre de données présentes dans le réseau d'aires protégées si l'ensemble des 383 mailles identifiées par Marxan étaient mises sous protection. Ce chiffre serait de 6.7% pour les espèces d'enjeu 2 (Figure 10). Les données d'espèces d'enjeu 1 atteindraient ainsi une moyenne de niveau de protection de 35.4% contre 30,2% actuellement (attention à ne pas confondre avec les 7 et 11% du Tableau 7 qui correspondent au pourcentage de mailles protégées contenant au moins une donnée d'espèces d'enjeu 1). Pour les espèces d'enjeu 2 celui-ci passerait de 33.4% à 40.1% (Figure 10).



**Figure 10 :** Evolution du nombre de données dans des mailles protégées entre l'état actuel et avec la prise en compte du réseau Marxan

## 5. LIMITES ET PERSPECTIVES

### 5.1) LIMITES

#### ➤ *Hétérogénéité temporelle et géographique des efforts d'inventaire*

Les données extraites pour l'analyse s'étendent sur une période allant de 1998 à 2023. Certains des taxons ont fait l'objet d'inventaires réguliers pendant cette période. À l'inverse, certains groupes taxonomiques plus spécialisés ont fait l'objet d'inventaires ponctuels, limités dans le temps, entraînant une disparité dans la fraîcheur des données utilisées mais aussi des disparités territoriales. De plus, les connaissances sur certains taxons moins communément inventoriés dépendent de la présence d'experts régionaux. Les zones de localisation préférentielles (alentour du domicile, lieu de travail, etc.) font souvent l'objet d'un inventaire plus fin et plus fréquent, ce qui peut influencer la qualité, la fraîcheur et la quantité des données présentes dans ces mailles (notion d'effort d'inventaire).

#### ➤ *Non prise en compte de certains taxons*

Du fait de l'absence de liste rouge régionale, d'experts locaux, ou d'homogénéité de l'inventaire sur le territoire, certains taxons n'ont pas été pris en compte dans cette version. La prise en compte de nouveaux taxons pourrait engendrer une modification du réseau de mailles retenues ou de la hiérarchisation de ces dernières. Des mises à jour régulières intégrant de nouveaux taxons sont prévues dans les années à venir.

Il est également important de tenir compte du fait que seule les données avifaune présentant des informations sur la présence d'une reproduction potentielle ou avérée ont été prises en compte. Or ces informations ne sont pas saisies de manière homogène en région.

#### ➤ *Hétérogénéité des efforts d'inventaire entre l'échelle régionale et nationale → indice de responsabilité*

Ce réseau est construit à partir d'objectifs de conservation fixés en fonction du niveau d'enjeu régional de l'espèce. L'indice de responsabilité régionale, croisé avec la vulnérabilité régionale pour calculer le niveau d'enjeu, découle de la comparaison entre la répartition des effectifs en région par rapport à la répartition et des effectifs du taxon à l'échelle nationale. Ainsi, si la majorité des populations d'un taxon donné est située en Hauts-de-France, alors la région aura une responsabilité très élevée. Le calcul de cette responsabilité dépend donc fortement de la qualité de l'inventaire régional et de celle de l'inventaire national. Un inventaire régional beaucoup plus important ou, à l'inverse, insuffisant par rapport à l'échelle nationale pourrait engendrer des biais dans le calcul de l'indice de responsabilité régionale.

#### ➤ *Impact de l'exclusion des espèces d'enjeux 1 et 2 ou présentes sur plus de 300 mailles*

L'exclusion des taxons d'enjeu faible à très faible ainsi que des espèces présentes sur plus de 300 mailles a permis de prioriser le maillage obtenu mais apporte cependant un certain nombre de biais de sélection que nous avons fait ici le choix d'assumer. Ainsi pour deux mailles abritant des données d'enjeux 3, 4 ou 5 similaires mais des enjeux d'espèces 1 et 2 (ou >300) différentes Marxan ne fera pas de discrimination. Des mailles présentant ainsi un intérêt plus important du fait de leur rôle dans la préservation d'espèces à enjeu faible et très faible ne seront pas forcément sélectionnées en comparaison de mailles présentant des enjeux moyens à forts similaires.

## 5.2) PERSPECTIVES

### Compléments d'analyses

Les résultats obtenus constituent une photo à un instant donné sur la base des données fournies en entrée et des objectifs définis. Ils présentent donc des limites. Ainsi, les résultats seront à compléter afin d'intégrer :

- les résultats d'autres études d'identification de sites à enjeux pour le patrimoine naturel (par exemple, les sites PAPECH, les sites du PRAT, etc.) ;
- les sites de passage des espèces migratrices ou haltes d'hivernage ;
- les sites à enjeux pour les chiroptères ;
- Les nouvelles connaissances : une veille des sorties des listes rouges régionales est mise en place pour permettre l'intégration future de nouveaux taxons (e.g. fonge).
- Les espèces aquatiques : la méthode Marxan n'est pas adaptée sous cette forme à l'intégration des données piscicoles et astacicoles et aux problématiques liées à ces espèces. Des sites d'importance pour leur cycle de vie pourraient cependant être intégrés *a posteriori* dans le diagnostic.

### Intégration des pressions dans la hiérarchisation des mailles

L'identification et la quantification des pressions sur les points chauds de biodiversité sont cruciales pour la priorisation des actions de préservation et la définition de l'outil le plus adapté pour y pallier. Un travail de croisement des points chauds identifiés avec les pressions existantes, à l'instar des travaux réalisés à l'échelle nationale par Suarez et al. (2023), est en cours au niveau régional.

### Vers une délimitation fine des points chauds

La validation de la méthode, par le CSRPN, permet le passage vers une étape complémentaire de délimitation fine des enveloppes pour chaque point chaud en lien avec l'expertise locale. Cette approche avec les acteurs de terrain permettra d'intégrer des problématiques locales de connectivité et de passer vers une démarche opérationnelle de préservation (contractualisation, maîtrise foncière, etc.).

## RÉFÉRENCES

- Angot, M., 2022. Stratégie relative aux espèces exotiques envahissantes des Hauts- de-France. CEN Hauts-de-France-DREAL Hauts-de France-OFB. Accessible à [https://www.hauts-de-france.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/eee\\_20221012\\_doc\\_strategie.pdf](https://www.hauts-de-france.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/eee_20221012_doc_strategie.pdf)
- Ardron, J.A., Possingham, H.P., Klein, C.J., 2013. Marxan-Good-Practices-Handbook-V2. Pacific Marine Analysis and Research Association, Victoria, BC, Canada. Accessible à <https://pacmara.org/wp-content/uploads/2018/05/Marxan-Good-Practices-Handbook-v2-2013.pdf>
- Barneix, M., Gigot, G., 2013. Listes rouges des espèces menacées et enjeux de conservation : Etude prospective pour la valorisation des Listes rouges régionales – Propositions méthodologiques. SPN-MNHN, Paris. Accessible à <https://inpn.mnhn.fr/docs-web/docs/download/247214>
- Blervaque, L., Hauguel, J.-C., Toussaint, B., Watterlot A., 2017. Hiérarchisation des enjeux de conservation pour la flore vasculaire des Hauts-de-France. Notice méthodologique, bilan et perspectives. Conservatoire botanique national de Bailleul., Bailleul. Accessible à <https://digitale.cbnbl.org/documents/CRP1157.pdf>
- Gargominy, O., Tercerie, S., Régnier, C., Ramage, T., Dupont, P., Daszkiewicz, P., Poncet, L., 2022. TAXREF, référentiel taxonomique pour la France : méthodologie, mise en œuvre et diffusion, Rapport PatriNat (OFB-CNRS-MNHN). Muséum d'histoire naturelle, Paris. Accessible à <https://mnhn.hal.science/mnhn-04148966/document>
- Groupe ornithologique et naturaliste du Nord-Pas-de-Calais (Ed.), 2019. Les oiseaux nicheurs du Nord et du Pas-de-Calais. Biotope éditions, Mèze. ISBN 2366622317
- Hauguel, J.-C., Toussaint, B., 2018. Flore vasculaire & bryophytes déterminantes des Zones naturelles d'intérêt écologique floristique et faunistique en Hauts-de-France : méthodologie-mai2018. Conservatoire botanique national de Bailleul., Bailleul. Accessible à [https://www.hauts-de-france.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/methodedeterminantnieff\\_\\_hauts-de-france\\_cbnbl\\_2019\\_valideecsrpn.pdf](https://www.hauts-de-france.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/methodedeterminantnieff__hauts-de-france_cbnbl_2019_valideecsrpn.pdf)
- Ingla, J., Vincent, A., Arias, M., Tardy, B., Morin, D., Rodes, I., 2017. Operational High Resolution Land Cover Map Production at the Country Scale Using Satellite Image Time Series. Remote Sens. 9, 95. <https://doi.org/10.3390/rs9010095>
- Labalette, J., Le Maux, C., Raavel, V., Hanocq, T., 2022. PLAN D'ACTION POUR LES AIRES PROTÉGÉES 2022-2024 DE LA RÉGION HAUTS-DE-FRANCE, Stratégie nationale pour les aires protégées

2030. DREAL Hauts de France ARB, Amiens. Accessible à <https://www.hauts-de-france.developpement-durable.gouv.fr/?Plan-d-Action-Territorialise-de-la-Strategie-Aires-Protegees-2022-2024>

Léonard, L., Witté, I., Rouveyrol, P., Hérard, K., 2021. Du diagnostic au renforcement du réseau des aires protégées. UMS Patrinat, Paris. Accessible à <https://inpn.mnhn.fr/docs-web/docs/download/370549>

Léonard, L., Witté, I., Rouveyrol, P., Hérard, K., 2020. Représentativité et lacunes du réseau d'aires protégées métropolitain terrestre au regard des enjeux de biodiversité. UMS Patrinat, Paris. Accessible à <https://inpn.mnhn.fr/docs-web/docs/download/355009>

LOI n° 2021-1104 du 22 août 2021 portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets (1), 2021. , 2021-1104.

Ministère de la transition écologique, Ministère de la mer, Biotope édition et communication, OFB, 2021. STRATÉGIE NATIONALE POUR LES AIRES PROTÉGÉES 2030. Accessible à [https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/DP\\_Biotope\\_Ministere\\_strat-aires-protegees\\_210111\\_5\\_GSA.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/DP_Biotope_Ministere_strat-aires-protegees_210111_5_GSA.pdf)

Pörtner, H.-O., Scholes, R.J., Agard, J., Archer, E., Arneth, A., Bai, X., Barnes, D., Burrows, M., Chan, L., Cheung, W.L. (William), Diamond, S., Donatti, C., Duarte, C., Eisenhauer, N., Foden, W., Gasalla, M.A., Handa, C., Hickler, T., Hoegh-Guldberg, O., Ichii, K., Jacob, U., Insarov, G., Kiessling, W., Leadley, P., Leemans, R., Levin, L., Lim, M., Maharaj, S., Managi, S., Marquet, P.A., McElwee, P., Midgley, G., Oberdorff, T., Obura, D., Osman Elasha, B., Pandit, R., Pascual, U., Pires, A.P.F., Popp, A., Reyes-García, V., Sankaran, M., Settele, J., Shin, Y.-J., Sintayehu, D.W., Smith, P., Steiner, N., Strassburg, B., Sukumar, R., Trisos, C., Val, A.L., Wu, J., Aldrian, E., Parmesan, C., Pichs-Madruga, R., Roberts, D.C., Rogers, A.D., Díaz, S., Fischer, M., Hashimoto, S., Lavorel, S., Wu, N., Ngo, H., 2021. Scientific outcome of the IPBES-IPCC co-sponsored workshop on biodiversity and climate change. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.4659158>

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. Accessible à <https://inpn.mnhn.fr/docs-web/docs/download/416114>

## ANNEXES

### **Annexe 1** Listes rouges utilisées dans la définition du statut régional de chaque espèce

*Flore* : Liste rouge des espèces menacées en Hauts-de-France - Flore vasculaire et Bryophytes (2019)

*Mollusques* : LR Hauts de France 2023 (version de travail)

Oiseaux nicheurs: LR Hauts de France 2023 (version de travail)

*Coléoptères* : Valeur minimale entre la liste rouge Picardie et Nord Pas-de-Calais

*Rhopalocères* : Liste rouge régionale des papillons de jour (rhopalocères et zygènes) des Hauts-de-France, 2023

*Rhopalocères* : Liste rouge régionale des papillons de jour (rhopalocères et zygènes) des Hauts-de-France, 2023

*Odonates* : Valeur minimale entre la liste rouge Picardie et Nord Pas-de-Calais

*Mammifères* : Valeur minimale entre la liste rouge Picardie et Nord Pas-de-Calais

*Orthoptères* : Valeur minimale entre la liste rouge Picardie et Nord Pas-de-Calais

*Coccinelles* : Valeur minimale entre la liste rouge Picardie et Nord Pas-de-Calais

*Amphibien* : Valeur minimale entre la liste rouge Picardie et Nord Pas-de-Calais

*Reptiles* : Valeur minimale entre la liste rouge Picardie et Nord Pas-de-Calais

**Annexe 2 : Cartes des valeurs de CBG à la maille communale**

Plus la maille est rouge plus la valeur de CBG est élevée. Les zones en vert correspondent à des mailles déjà sous protection

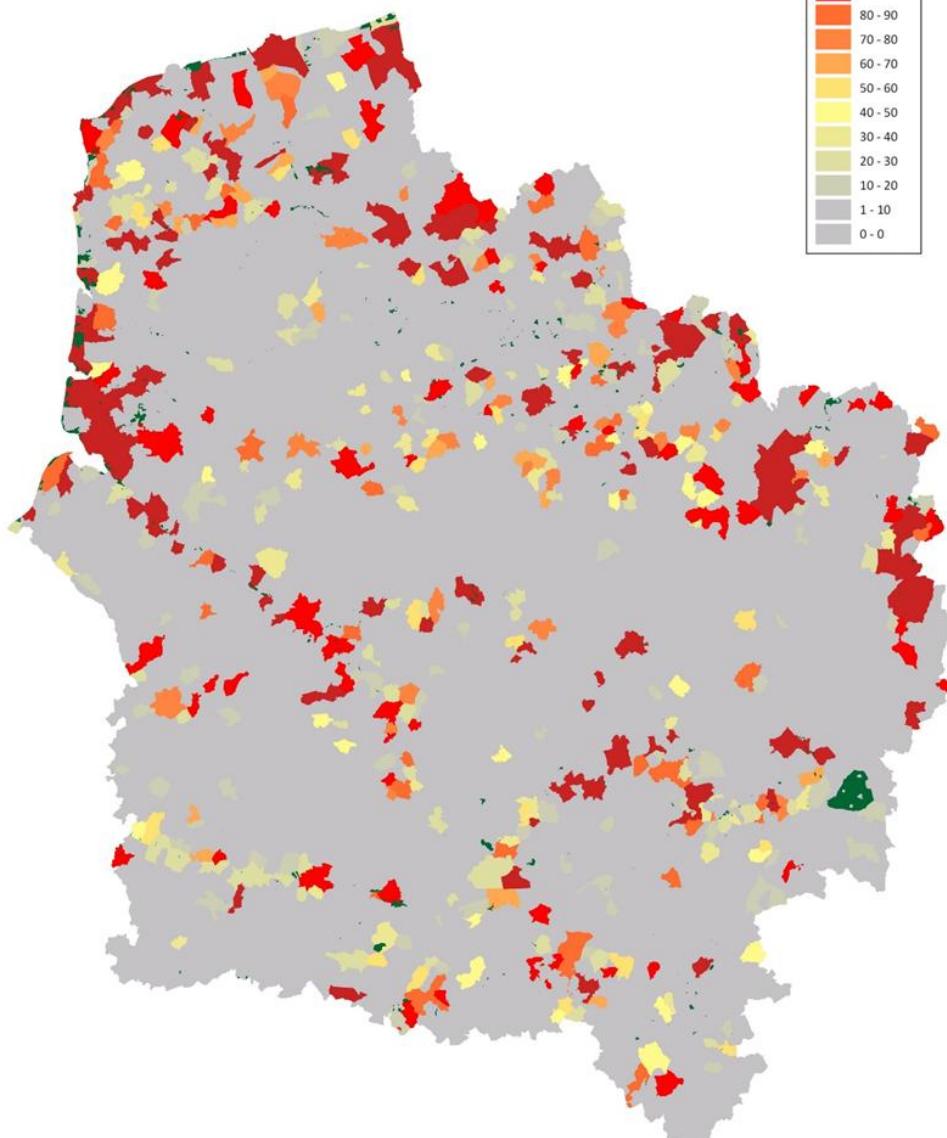
**Résultat CBG - Communal (exclu 300)**

Scenario SC2 : 5[100] 4[70] 3[40] (exclu 300)

PERMUTATION : 200M

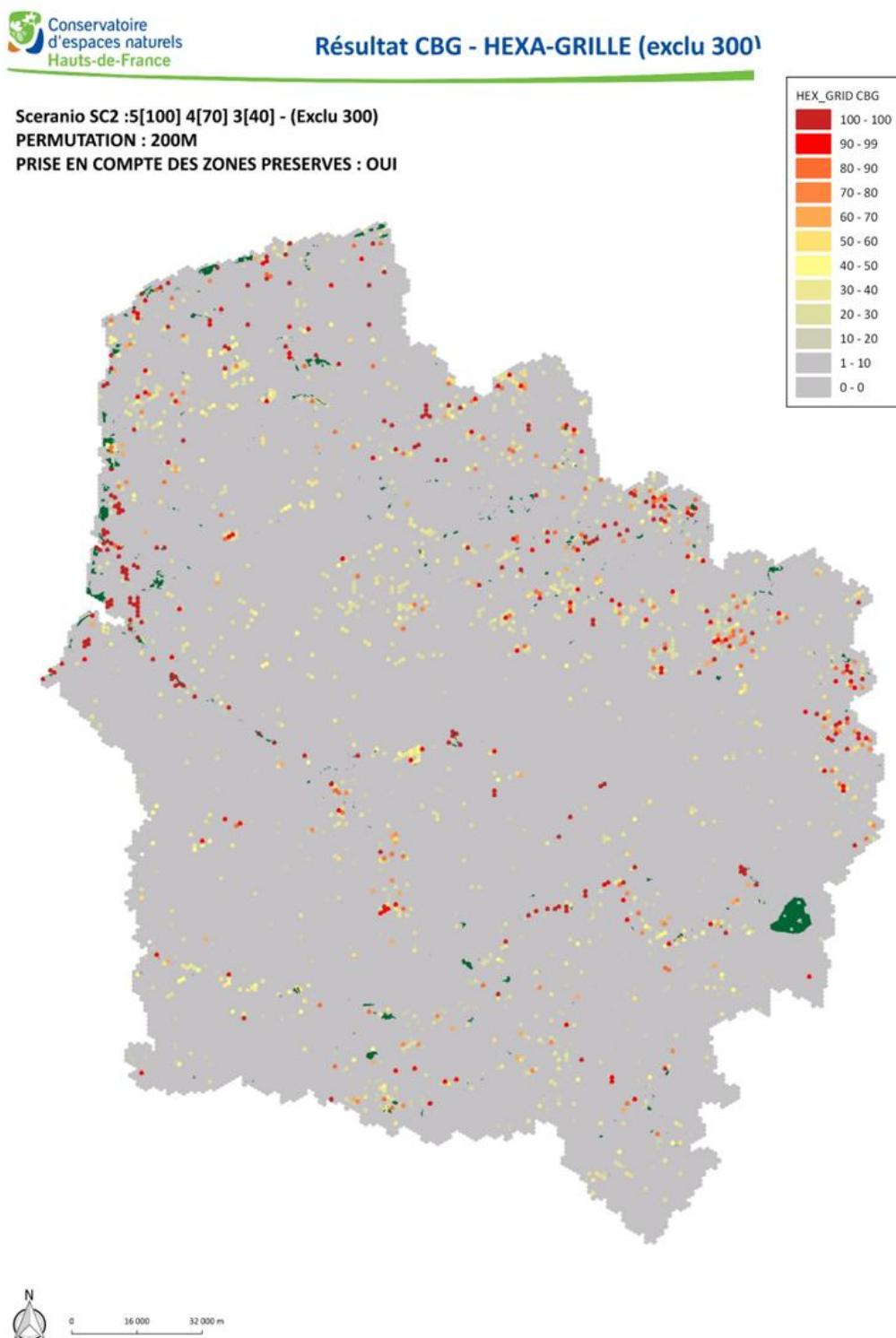
PRISE EN COMPTE DES ZONE PRESERVE : OUI

| HEX_GRID CBG |
|--------------|
| 100 - 100    |
| 90 - 99      |
| 80 - 90      |
| 70 - 80      |
| 60 - 70      |
| 50 - 60      |
| 40 - 50      |
| 30 - 40      |
| 20 - 30      |
| 10 - 20      |
| 1 - 10       |
| 0 - 0        |



**Annexe 3 : Cartes des valeurs de CBG du SC2 à la maille hexagonale (1km<sup>2</sup>)**

Plus la maille est rouge plus la valeur de CBG est élevée. Les zones en vert correspondent à des mailles déjà sous protection



**Annexe 4** Liste des espèces d'enjeu 4 n'atteignant pas 75% de leur objectif selon le scénario fixé

| GROUPE              | ESPECE  | NOM VERNACULAIRE                      | LR<br>HdF | % atteinte des<br>objectifs |
|---------------------|---|---------------------------------------|-----------|-----------------------------|
| Oiseaux             | <i>Milvus milvus</i> (Linnaeus, 1758)                 | Milan royal                           | CR        | 50                          |
| Oiseaux             | <i>Crex crex</i> (Linnaeus, 1758)                     | Râle des genêts                       | CR        | 66,67                       |
| Oiseaux             | <i>Larus canus</i> Linnaeus, 1758                     | Goéland cendré                        | EN        | 50                          |
| Oiseaux             | <i>Passer montanus</i> (Linnaeus, 1758)               | Moineau friquet                       | CR        | 55,17                       |
| Bryophytes          | <i>Sematophyllum demissum</i> (Wilson)<br>Mitt., 1864 | Sématophylle bas                      | DD        | 0                           |
| Mollusques          | <i>Viviparus contectus</i> (Millet, 1813)             | Paludine commune                      | VU        | 66,67                       |
| Reptiles            | <i>Vipera berus</i> (Linnaeus, 1758)                  | Vipère péliade                        | EN        | 70,3                        |
| Plantes vasculaires | <i>Alisma gramineum</i> Lej., 1811                    | Plantain-d'eau à feuilles de graminée | CR        | 66,67                       |
| Plantes vasculaires | <i>Epipactis leptochila</i> (Godfery) Godfery, 1921   | Épipactis à labelle étroit (s.l.)     | CR        | 0                           |
| Plantes vasculaires | <i>Oenanthe fluviatilis</i> (Bab.) Coleman, 1844      | Oenanthe fluviatile                   | VU        | 71,43                       |
| Coleoptères         | <i>Scymnus bivulnerus</i> Capra & Fürsch, 1967        |                                       | DD        | 50                          |
| Coleoptères         | <i>Nephus redtenbacheri</i> (Mulsant, 1846)           |                                       | CR*       | 50                          |
| Mollusques          | <i>Alinda biplicata</i> (Montagu, 1803)               | Clausilie septentrionale              | VU        | 66,67                       |

**Annexe 5** Liste des espèces d'enjeu 3 n'atteignant pas 75% de l'objectif visé

| GROUPE              | ESPECIE   | NOM VERNACULAIRE                                     | LR HdF | % atteinte des objectifs |
|---------------------|---|--|--------|--------------------------|
| Oiseaux             | <i>Ardea alba</i> Linnaeus, 1758                                  | Grande Aigrette                                      | VU     | 66,67                    |
| Oiseaux             | <i>Scolopax rusticola</i> Linnaeus, 1758                          | Bécasse des bois                                     | VU     | 66,67                    |
| Oiseaux             | <i>Accipiter gentilis</i> (Linnaeus, 1758)                        | Autour des palombes                                  | EN     | 66,67                    |
| Oiseaux             | <i>Turdus pilaris</i> Linnaeus, 1758                              | Grive litorne  | RE     | 50                       |
| Oiseaux             | <i>Phylloscopus bonelli</i> (Vieillot, 1819)                      | Pouillot de Bonelli                                  | EN     | 0                        |
|                     | <i>Dichodontium pellucidum</i> (Hedw.) Schimp., 1856              |  |        |                          |
| Bryophytes          | 1856  | Dicranelle pellucide                                 | VU     | 66,67                    |
| Oiseaux             | <i>Emberiza cirlus</i> Linnaeus, 1766                             | Bruant zizi  | EN     | 0                        |
| Bryophytes          | <i>Dicranum flagellare</i> Hedw., 1801                            | Dicrane petit-fouet                                  | VU     | 50                       |
| Bryophytes          | <i>Acaulon muticum</i> (Hedw.) Müll.Hal., 1847                    | Acaulon mutique                                      | DD     | 50                       |
| Bryophytes          | <i>Seligeria donniana</i> (Sm.) Müll.Hal., 1848                   | Séligerie édentée                                    | VU     | 50                       |
| Bryophytes          | <i>Fossumbronia pusilla</i> (L.) Nees, 1838                       | Fossumbronia naine                                   | DD     | 66,67                    |
| Bryophytes          | <i>Bazzania trilobata</i> (L.) Gray, 1821                         | Bazzanie à trois lobes                               | VU     | 50                       |
|                     | <i>Scymnus auritus</i> Westman in Thunberg, 1795                  |  |        |                          |
| Coleoptères         | 1795  |  | DD     | 50                       |
| Coleoptères         | <i>Scymnus subvillosus</i> (Goeze, 1777)                          |  | DD     | 66,67                    |
| Plantes vasculaires | <i>Carex halleriana</i> Asso, 1779                                | Laîche de Haller (s.l.)                              | CR     | 66,67                    |
| Plantes vasculaires | <i>Cirsium tuberosum</i> (L.) All., 1785                          | Cirse tubéreux                                       | CR     | 0                        |
| Plantes vasculaires | <i>Filipendula vulgaris</i> Moench, 1794                          | Filipendule commune ; Spirée filipendule             | VU     | 66,67                    |
| Plantes vasculaires | <i>Gagea lutea</i> (L.) Ker Gawl., 1809                           | Gagée des bois                                       | VU     | 71,43                    |
| Plantes vasculaires | <i>Geranium sanguineum</i> L., 1753                               | Géranium sanguin                                     | VU     | 66,67                    |
| Plantes vasculaires | <i>Hordeum marinum</i> Huds., 1778                                | Orge maritime  | VU     | 0                        |
| Plantes vasculaires | <i>Hypericum androsaemum</i> L., 1753                             | Millepertuis androsème ; Androsème                   | EN     | 50                       |
| Plantes vasculaires | <i>Legousia hybrida</i> (L.) Delarbre, 1800                       | Petite spéculaire                                    | VU     | 66,67                    |
| Plantes vasculaires | <i>Linum leonii</i> F.W.Schultz, 1838                             | Lin de France ; Lin de Léo ; Lin français            | CR     | 0                        |
| Plantes vasculaires | <i>Ranunculus arvensis</i> L., 1753                               | Renoncule des champs                                 | CR     | 50                       |
| Plantes vasculaires | <i>Silene gallica</i> L., 1753 [nom. cons.]                       | Silène de France                                     | CR     | 0                        |
| Plantes vasculaires | <i>Tulipa sylvestris</i> L., 1753                                 | Tulipe sauvage (s.l.)                                | VU     | 50                       |
| Coleoptères         | <i>Scymnus nigrinus</i> Kugelann, 1794                            |  | DD     | 0                        |
|                     | <i>Rhynchosstegiella teneriffae</i> (Mont.) Dirkse & Bouman, 1995 |  |        |                          |
| Bryophytes          | & Bouman, 1995  | Longbec de Ténériffe                                 | NT     | 50                       |
| Bryophytes          | <i>Nyholmiella obtusifolia</i> (Brid.) Holmen & E.Warncke, 1969   | Houppe à feuilles obtuses                            | VU     | 50                       |
|                     | <i>Karpatiosorbus latifolia</i> (Lam.) Sennikov & Kurtto, 2017    | Alisier de Fontainebleau ; Sorbier à larges feuilles | DD     | 66,67                    |