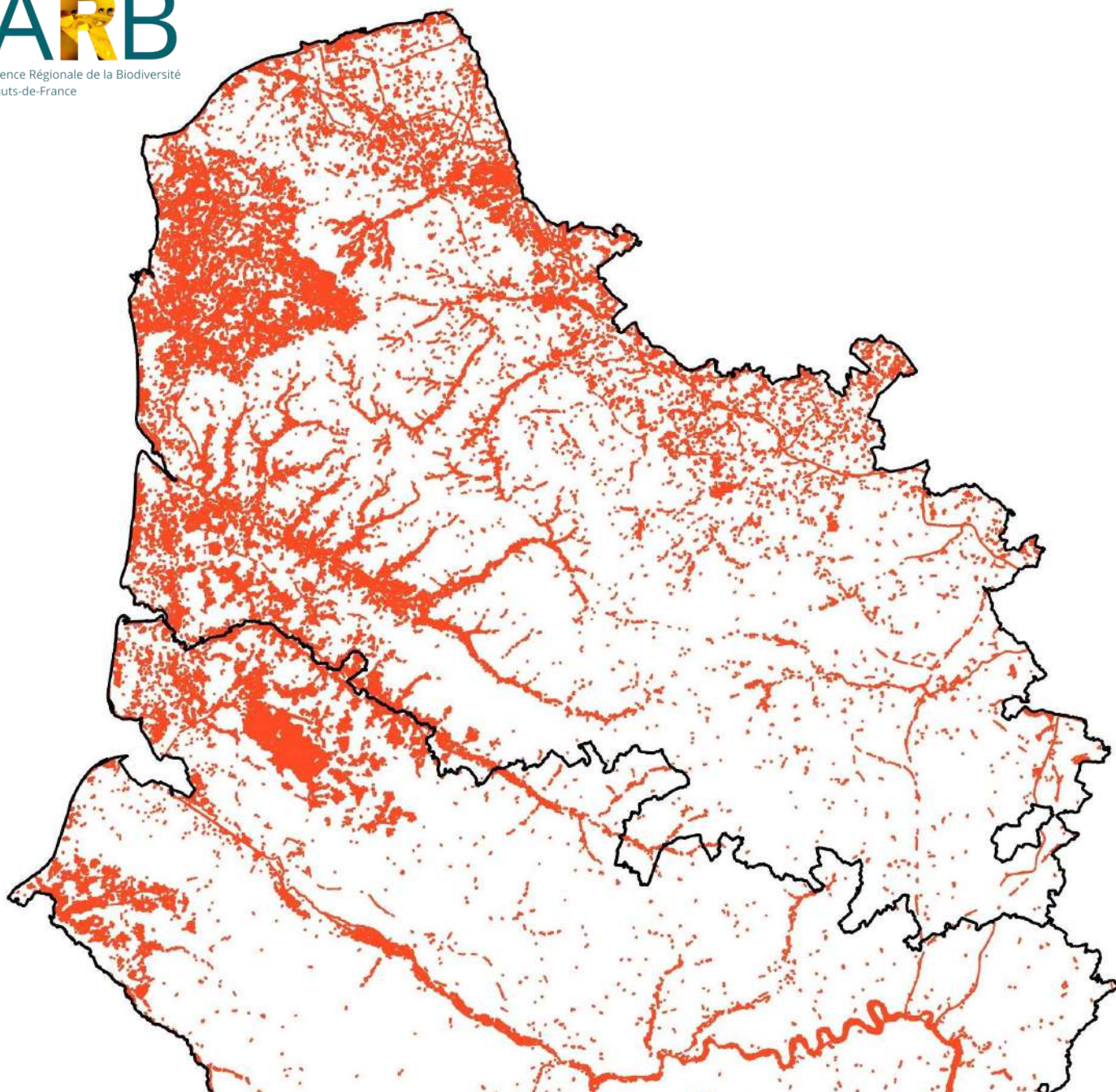




Décembre 2023

cbn
CONSERVATOIRE
BOTANIQUE NATIONAL
BAILLEUL

ÉVALUATION DE LA SENSIBILITÉ DE CARHAB POUR L'IDENTIFICATION DES ENJEUX DE PRÉSERVATION DES HABITATS NATURELS

Étude de cas sur le Pas-de-Calais (62) et
la Somme (80)



**PRÉFET
DE LA RÉGION
HAUTS-DE-FRANCE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Sommaire

PARTIE 1	Présentation du programme	6
PARTIE 2	Généralités	10
2.1.	Le programme CarHab	10
2.2.	Inclusion des données d'observation dans les polygones d'habitats CarHab	11
2.3.	Agrégation de polygones jointifs	11
2.4.	Intégration des cartes CarHab dans Digitale2	12
2.5.	Évaluation de la modélisation des physionomies par comparaison avec les habitats synthétiques Hauts-de-France	13
2.5.1.	Présentation de la couche habitats synthétiques des Hauts-de-France	13
2.5.2.	Méthode de comparaison	14
2.5.3.	Limites	15
2.5.4.	Résultats	15
PARTIE 3	Pelouses et broussailles calcicoles	18
3.1.	Définition et méthode	18
3.1.1.	Définition	18
3.1.2.	Enrichissement avec les données DIGITALE	19
3.1.3.	Étapes de nettoyage des données	19
3.2.	Précision de CarHab évaluée pour les pelouses et broussailles calcicoles	26
3.2.1.	Analyse de la comparaison brute	27
3.2.2.	Analyse de la comparaison après nettoyage des données	35
3.3.	Apport de CarHab pour la spatialisation des enjeux de préservation des pelouses et broussailles calcicoles	40
PARTIE 4	Tourbières alcalines	43
4.1.	Définition et méthode	43
4.1.1.	Définition selon les paramètres de biotope de CarHab	43
4.1.2.	Le problème de la dénaturation des tourbes et de l'eutrophisation (CATTEAU, 2022)	43
4.1.3.	Ce qui est modélisé dans CarHab	45
4.2.	Méthode	46
4.2.1.	Construction de la liste des syntaxons	46
4.2.2.	Construction de la liste des taxons	48
4.2.3.	Croisement avec les données d'observations	50
4.3.	Précision de CarHab évaluée pour les tourbières alcalines	50
4.3.1.	Modélisation des biotopes	50
4.3.2.	Modélisation des physionomies	57
4.4.	Apport de CarHab pour la spatialisation des enjeux de préservation des tourbières alcalines	59

4.4.1.	Analyse des habitats d'intérêt communautaire avec données d'observation	59
4.4.2.	Analyse des habitats d'intérêt communautaire sans donnée d'observation	64
4.4.3.	Conclusion sur l'apport de CarHab pour la spatialisation des enjeux de préservation des tourbières alcalines	64
PARTIE 5	Hiérarchisation des habitats	65
5.1.	Démarche typologique	65
5.1.1.	Considérations générales	65
5.1.2.	Amalgame de plusieurs séries au sein des biotopes	66
5.1.3.	Amalgame de plusieurs cellules au sein des habitats	66
5.1.4.	Traitement syntaxinomique	67
5.2.	Éléments de hiérarchisation patrimoniale disponibles	67
5.2.1.	Habitats déterminants de ZNIEFF	67
5.2.2.	Habitats d'intérêt communautaire	67
5.2.3.	Présence de végétations d'intérêt patrimonial	68
5.2.4.	Présence de plantes d'intérêt patrimonial	68
5.3.	Premiers résultats obtenus	68
PARTIE 6	Conclusion	70
PARTIE 7	Bibliographie	74
PARTIE 8	Annexes	75
Annexe I	Analyse méthodologique de l'inclusion des données d'observation dans les polygones CarHab	76
Annexe II	Liste des taxons pour l'extraction P&B calcicoles	87
Annexe III	Réétiquetage des physionomies forêt mature	88
Annexe IV	Carte de localisation des P&B calcicoles potentielles	89
Annexe V	Carte des tourbières alcalines des départements de la Somme et du Pas-de-Calais	90
Annexe VI	Carte de répartition des HIC de tourbières alcalines issus de la modélisation	91
Annexe VII	Carte de hiérarchisation des habitats en fonction de la présence de végétations d'intérêt patrimonial	92
Annexe VIII	Carte de hiérarchisation des habitats en fonction de la présence de végétations fortement menacées	93
Annexe IX	Carte de hiérarchisation des habitats en fonction de la présence de végétations à forte responsabilité régionale	94
Annexe X	Carte des habitats naturel hébergeant des végétations d'intérêt patrimonial selon les données DIGITALE	95

Table des figures

Figure 1 - Méthode de comparaison du traitement d'un poste de légende par superposition de deux couches cartographiques.....	15
Figure 2 - Résultats en pourcentages de la comparaison de CarHab et des habitats synthétiques HDF pour trois postes physiologiques dans le Pas-de-Calais et la Somme	17
Figure 3 - Nettoyage des polygones à moins de 20 m d'axes routiers Les polygones en contours bleu sont supprimés, les roses sont conservés.....	23
Figure 4 - Nettoyage des polygones en zone urbaine	25
Figure 5 - Les trois cas de figure résultant du croisement de la modélisation CarHab et des données d'observation	26
Figure 6 - Exemple illustré d'un cas de sous-modélisation	27
Figure 7 - Répartition des incohérences de la modélisation des P&B calcicoles (sous-modélisation (c))	28
Figure 8 - Nombre de polygones par niveau d'acidité édaphique parmi les polygones sélectionnés selon les données DIGITALE	29
Figure 9 - Nombre de polygones par niveau d'humidité édaphique parmi les polygones sélectionnés selon les données DIGITALE	30
Figure 10 - Distribution des biotopes, pour les polygones portant une divergence sur la modélisation du biotope, selon la surface en ha (biotopes subhumides exclus).....	31
Figure 11 - Organisation des complexes vallée-versant-plateau dans l'Artois	32
Figure 12 - Distribution des physiologies, pour les polygones non modélisés en P&B calcicoles mais dont les observations indiquent des P&B calcicoles, selon le nombre de polygones.....	33
Figure 13 - Répartition des polygones avec l'apport du nettoyage et des fourrés hauts mixtes	36
Figure 14 - Répartition du nombre de polygones et de leur pourcentage selon la pertinence de la modélisation, l'incohérence liée à la physiologie ou au biotope	37
Figure 15 - Carte des P&B calcicoles confirmées (en rouge) et selon les données DIGITALE (en vert) avant et après nettoyage des données	38
Figure 16 - Carte des P&B calcicoles confirmées (en rouge) et selon la modélisation CarHab (en vert) avant et après nettoyage des données	39
Figure 17 - Comparaison de la répartition du HIC 6210 selon la modélisation HIC CarHab nationale et selon la modélisation CarHab nettoyée (P&B calcicoles)	41
Figure 18 - Photographies de biotope oligotrophe.....	46
Figure 19 - Photographies de biotope mésotrophe.....	46
Figure 20 - Photographies de biotope eutrophe	47
Figure 21 - Syntaxons du système tourbeux alcalin classés par niveau d'humidité et de trophie.....	47
Figure 22 - Exemple de tri de relevés phytosociologiques.....	48
Figure 23 - Taxons du système tourbeux alcalin classés par niveau d'humidité et trophique.....	49
Figure 24 - Cas de figure pour qualifier les polygones selon les niveaux d'humidité	52
Figure 25 - Carte correspondant aux polygones de biotope humide oligotrophe selon les données d'observation mais définis selon la modélisation CarHab comme un biotope mésique à assez sec	52
Figure 26 - Répartition du niveau de pertinence de la modélisation CarHab pour les polygones ayant des données d'observation de tourbière alcaline.....	53
Figure 27 - Répartition en nombre de polygones du niveau de pertinence de la modélisation CarHab pour les polygones ayant des données d'observation, par type de biotope.....	54
Figure 28 - Répartition en surface (ha) du niveau de pertinence de la modélisation CarHab pour les polygones ayant des données d'observation, par type de biotope.....	54
Figure 29 - Répartition des biotopes modélisés incohérents avec les données d'observation	55
Figure 30 - Répartition des niveaux de pertinence de la modélisation	57
Figure 31 - Deux polygones, en rouge, identifiés comme de la forêt mature	58
Figure 32 - Répartition de la physiologie modélisée.....	59

Figure 33 - Photographie de la haute vallée de la Somme	60
Figure 34 - Répartition en surface des HIC modélisés confirmés par des données d'observation	60
Figure 35 - Comparaison de la répartition des HIC 7140 et 7210 selon la modélisation CarHab enrichie et selon les données d'observation des végétations correspondantes.....	61
Figure 36 - Comparaison de la répartition du HIC 7230-1 à hautes herbes selon la modélisation CarHab enrichie et selon les données d'observation des végétations correspondantes.....	62
Figure 37 - Comparaison de la répartition du HIC 7230-1 à petits Carex variante oligotrophe selon la modélisation CarHab enrichie et selon les données d'observation des végétations correspondantes.....	63
Figure 38 - Comparaison de la répartition du HIC 7230-1 à petits Carex variante mésotrophe selon la modélisation CarHab enrichie et selon les données d'observation des végétations correspondantes.....	64
Figure 39 - Traitement synsystématique de la relation entre biotope et série et entre habitat et cellule	67

Table des tableaux

Tableau 1 - Analyse d'accomplissement du programme.....	7
Tableau 2 - Surface moyenne par type de physionomie dans la Somme, selon que les polygones sont agrégés ou non.....	12
Tableau 3 - Postes de légendes comparés entre la cartographie CarHab et les habitats synthétiques HDF et agrégations réalisées	14
Tableau 4 - Résultats de la comparaison de CarHab et des habitats synthétiques HDF pour trois postes physiologiques dans le Pas-de-Calais et la Somme.....	16
Tableau 5 - Informations du croisement de la couche CarHab et des données DIGITALE pour les P&B calcicoles.....	27
Tableau 6 - Nombre de polygones selon le paramètre ombroclimat des polygones selon les données DIGITALE	29
Tableau 7 - Information de prospection des polygones de la modélisation CarHab P&B calcicoles non confirmés par les données DIGITALE	34
Tableau 8 - Impact des différentes étapes de nettoyage sur la modélisation et pour le filtre P&B calcicoles...	35
Tableau 9 - État de prospection des polygones CarHab non confirmés par les données DIGITALE	56
Tableau 10 - Perte d'information concernant les cellules de recolonisation à cause du double amalgame	66

Sigles et abréviations

- DREAL : Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement
- CBN : Conservatoire botanique national
- ERc : éviter, réduire, compenser
- SNAP : Stratégie nationale des aires protégées
- Cerema : Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement
- P&B : pelouses et broussailles
- Pol. : polygone
- Ha : hectare
- Cell. : cellule
- recol. : recolonisation
- Vég. : végétation



PARTIE 1

PRÉSENTATION DU PROGRAMME

En 2023, le CBN de Bailleul, en lien avec la DREAL Hauts-de-France, a lancé une évaluation de l'intérêt de CarHab pour l'identification, la localisation et la hiérarchisation des enjeux de préservation des habitats naturels en Hauts-de-France. Cette étude est financée dans le cadre du programme 362 plan de relance « restauration écologique et aires protégées », action 362-02 « biodiversité, lutte contre l'artificialisation ». Elle s'inscrit par ailleurs dans la déclinaison territoriale de la SNAP (Stratégie nationale aires protégées) en Hauts-de-France dont l'action 1.3.9 vise notamment à réaliser un diagnostic partagé des écosystèmes à forts intérêts patrimoniaux. Inscrite par ailleurs au plan d'action de l'Agence régionale de la biodiversité (ARB) Hauts-de-France, cette étude bénéficiera plus largement à la prise en compte des habitats naturels dans les politiques d'aménagement du territoire et de préservation du patrimoine naturel.

En effet, celles-ci se heurtent régulièrement au manque de données spatialisées et localisées concernant les habitats naturels et leur état de conservation. C'est le cas du rapportage au titre de l'article 17 de la Directive Habitats-Faune-Flore, de la doctrine ERc (doctrine relative à la séquence éviter, réduire et compenser les impacts sur le milieu naturel), de l'identification de sites susceptibles de faire l'objet d'Arrêtés préfectoraux de protection des habitats naturels (APPHN).

Le programme national de modélisation cartographique des habitats naturels CarHab pourrait apporter des éléments de réponse à ce manque de données. Or, début 2023, seule la modélisation cartographique des habitats naturels et semi-naturels CarHab des départements de la Somme et du Pas-de-Calais était disponible (VILLEJOURBERT & CATTEAU, 2023 ; VILLEJOURBERT *et al.*, 2023). Les méthodes d'exploitation de cette modélisation, destinées à révéler les enjeux de préservation des habitats naturels, ont donc été testées uniquement sur cet échantillon.

Les trois objectifs du programme sont :

- évaluer la pertinence de la modélisation CarHab, dans la localisation, l'évaluation de la surface des polygones produits et l'attribution des postes de légende des habitats naturels. Il est nécessaire d'évaluer la fiabilité de la modélisation pour cerner quelles en sont les exploitations possibles ;

- analyser la possibilité d'exploiter les modélisations CarHab dans le cadre des politiques de préservation des habitats naturels, identifier les compléments nécessaires (nettoyages, corrections, enrichissements par des données externes) et les points de vigilance ;
- tester différentes approches d'évaluation de l'intérêt patrimonial des différents types d'habitat CarHab, afin de hiérarchiser les enjeux de préservation du patrimoine naturel.

Ce programme a fait face à un certain nombre de difficultés, dont les principales concernent la nécessité de compléments destinés à exploiter au mieux la modélisation CarHab (deuxième objectif). Ces difficultés ont été surmontées et des méthodes de traitement ont pu être conçues et mises en place. Mais un certain nombre d'actions n'ont pas pu aboutir totalement. Le Tableau 1 liste les actions prévues et les réalisations.

Les travaux prospectifs ont été menés sur deux types de milieux : les pelouses et broussailles (P&B) calcicoles et les tourbières alcalines. Ces deux milieux constituent un enjeu patrimonial majeur et sont particulièrement fréquents dans le Pas-de-Calais et la Somme. Les végétations de pelouses calcicoles peuvent occuper des habitats de physionomies différentes : herbes rases ou hautes herbes, voire "clairières" parmi des fourrés. Le cas des pelouses et broussailles calcicoles nous a donc amené à travailler particulièrement sur les physionomies. Sur les tourbières alcalines, nous avons évalué la possibilité de préciser les caractéristiques du biotope par des données extérieures (observations de flore et de végétation) : en effet, la modélisation CarHab ne prend pas en compte l'eutrophisation du biotope, qui est un paramètre majeur dans les tourbières alcalines.

Tableau 1 - Analyse d'accomplissement du programme

(Présentation des actions prévues en colonne de gauche et des actions réalisées en colonne de droite)

PARTIE 1 - Évaluation de la précision de la modélisation CarHab	
Objectif : Évaluer la pertinence de la modélisation CarHab, à la fois dans la localisation et la surface des polygones produits et dans l'attribution des postes de légende.	
Évaluer la précision cartographique des modélisations CarHab (physionomie, biotopes, habitats CarHab) par comparaison avec d'autres couches d'information géographique et par vérification sur le terrain	✓ Comparaison avec certains postes des habitats synthétiques HDF de l'Observatoire régional de la biodiversité. ✓ Pour les pelouses calcicoles, comparaison des habitats modélisés avec les données d'observation de DIGITALE. ✓ Pour les tourbières alcalines, comparaison des biotopes modélisés avec les données d'observation de DIGITALE. ✗ Non réalisé : comparaison avec la cartographie des milieux humides (en cours de réalisation par PatriNat).
PARTIE 2 - Évaluation de l'apport des modélisations CarHab pour spatialiser les enjeux de préservation du patrimoine naturel	
Objectif : Analyser la possibilité d'exploiter les modélisations CarHab dans le cadre des politiques de préservation des habitats naturels, identifier les compléments nécessaires et les points de vigilance.	
Identifier les informations et données complémentaires (localisation d'éléments du paysage non pris en compte par CarHab, données espèces, etc.) susceptibles d'améliorer la fiabilité de la définition et la localisation des enjeux de gestion, sur la base d'un échantillon d'habitats	✓ L'intégration des données d'observation de flore et végétation aux polygones CarHab s'est révélée beaucoup plus délicate que prévu. Cependant, elle a pu être menée à bien. ✓ Conception de plusieurs traitements de nettoyage des couches d'information. ✗ Compte tenu des difficultés rencontrées pour l'intégration des données d'observation de DIGITALE, il n'a pas été tenté d'intégrer des données

	d'observation issues d'autres systèmes d'information.
Définir une méthode destinée à définir les enjeux régionaux de préservation des habitats naturels au moyen des modélisations CarHab	✗ Cette action correspond à la dernière étape du programme : fournir un document synthétique localisant les enjeux de préservation. En conséquence, elle a pâti des difficultés des actions précédentes et n'a pas pu être menée à bien. Toutefois, cette action présente peu de difficultés et les réflexions sont déjà avancées.
Évaluer l'apport des modélisations CarHab dans la localisation géographique des enjeux de préservation des habitats naturels, sur la base d'un échantillon d'habitats dont la répartition modélisée sera comparée à leur localisation attendue (sur la base des données d'espèces et de végétations)	✓ Évaluation réalisée sur la localisation des pelouses et broussailles calcicoles ✓ Évaluation réalisée sur la localisation des tourbières alcalines, en enrichissant la modélisation de manière à distinguer les tourbières selon leur état de minéralisation.
Évaluer l'apport des modélisations CarHab dans la localisation géographique d'habitats potentiels d'espèces de flore	✗ Non réalisé.
Organiser et participer à des réunions partenariales (DREAL Hauts-de-France, Région Hauts-de-France, Ministère chargé de l'écologie)	✓ Formation Marxan avec le CEN HDF et la DREAL HDF ✓ Présentation de CarHab au séminaire annuel des interlocuteurs « information géographique » de l'OFB HDF ; échanges sur les pistes de développement. ✓ Prise de contact avec Laurence Curtet (OFB national), coordinatrice du projet de carte nationale des prairies de fauche et de leurs dates de fenaison par télédétection. ✗ Il a été prévu de soumettre la méthode au CSRPN, mais ce projet est repoussé à 2024.
PARTIE 3 - Hiérarchisation des enjeux de préservation des habitats naturels	
Objectif : Déterminer l'intérêt patrimonial de chaque type d'habitat CarHab, afin de hiérarchiser les enjeux de préservation du patrimoine naturel.	
Conception de la méthode, en concertation avec les partenaires du projet	✗ Premières réflexions menées, mais pas de méthode adoptée.
Expérimentation de l'évaluation de l'état de conservation du fonctionnement pour une sélection d'habitats naturels à forts enjeux (par exemple, pelouses calcicoles ou falaises littorales)	✗ Les approches envisagées n'ont pas pu être testées. Cependant, certaines procédures développées cette année permettraient de collecter des informations liées à l'état de conservation. Par exemple, la méthode qui a permis d'identifier les polygones en bord de route permettrait d'individualiser les sites à proximité immédiate d'une route, d'habitations ou d'une culture, et donc de pointer des pressions potentielles sur l'habitat considéré. De même, en combinant plusieurs outils, il est possible d'agréger des habitats proches géographiquement et ainsi, de mettre en évidence des réseaux de sites de même nature (pelouses et broussailles calcicoles par exemple) ou au contraire des sites isolés.
Évaluation de la correspondance des types d'habitats modélisés avec des habitats d'intérêt communautaire	✓ Évaluation de la correspondance des P&B calcicoles avec le HIC 6210. ✓ Évaluation de la correspondance des tourbières alcalines avec les HIC 7140, 7210 et 7230.
Hiérarchisation des habitats CarHab en fonction de leur valeur intrinsèque (critères à définir : rareté, menace...)	✓ Des expérimentations ont été menées pour l'évaluation de la rareté. ? Réflexion à mener avec le CSRPN pour décider s'il est souhaitable de définir une évaluation

	intrinsèque des habitats CarHab, en plus de l'évaluation des taxons et syntaxons.
Évaluation de l'intérêt patrimonial de chaque type d'habitat CarHab en fonction de la présence potentielle de végétations et de plantes d'intérêt patrimonial (dans la mesure du possible), en lien avec le Catalogue régional de la végétation et le Catalogue régional de la flore	✓ Production à titre expérimental de trois cartes de hiérarchisation des habitats en fonction de la présence de syntaxons d'intérêt patrimonial, de la présence de syntaxons fortement menacés, de syntaxons à forte responsabilité régionale. ✗ Les cartes produites se révèlent insuffisamment sélectives. Des filtres en fonction de la probabilité de présence des syntaxons devront être ajoutés. ✗ La mise en relation des habitats et des syntaxons n'est pas achevée pour un certain nombre d'habitats problématiques. ✗ La mise en relation avec des taxons n'a pas été expérimentée.



PARTIE 2

GÉNÉRALITÉS

2.1. LE PROGRAMME CARHAB

Le programme de cartographie nationale des habitats naturels et semi-naturels (CarHab) est un outil socle de la stratégie nationale pour la biodiversité. Il vise à réaliser une cartographie nationale des habitats naturels et semi-naturels pour les écosystèmes terrestres de métropole et d'Outre-mer, à l'échelle du 1:25 000°.

Le programme CarHab 2020-2025 est réalisé en partenariat avec le Ministère de la transition écologique et de la Cohésion des territoires (MTECT), l'Office français de la biodiversité (OFB), l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN), le Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM), Patrimoine Naturel (PatriNat), EVS UMR 5600 CNRS Université Jean Monnet - Saint-Étienne (EVS-ISTHME), le Centre d'Études Spatiales de la Biosphère (CESBIO), le Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (Cerema), les Conservatoires botaniques nationaux (CBNx).

L'habitat CarHab peut être défini par le croisement de conditions stationnelles, autrement dit par un type de biotope, et d'une physionomie de végétation. La démarche méthodologique du programme CarHab s'appuie sur cette définition et repose sur une approche de modélisation cartographique de ces trois objets (biotope x physionomie = habitat). Théoriquement, le nombre total de types de biotopes possibles à l'échelle nationale est de 345 600, mais dans le Pas-de-Calais et la Somme, nous avons modélisé 25 types de biotopes. De même, le nombre de physionomies modélisées est de 26 à l'échelle nationale et 17 à l'échelle du Pas-de-Calais et de la Somme.

Pour de plus amples détails, le lecteur est invité à consulter la notice nationale du programme (AUSSEL *et al.*, 2023), téléchargeable sur <https://inpn.mnhn.fr/docs-web/docs/download/418341>.

2.2. INCLUSION DES DONNÉES D'OBSERVATION DANS LES POLYONES D'HABITATS CARHAB

L'intégration des données d'observation dans les polygones CarHab vise à évaluer la pertinence de la modélisation CarHab et à enrichir l'information afin d'améliorer l'identification des enjeux de préservation.

Cependant, cette intégration de données dans des polygones, si elle paraît simple en théorie, s'est heurtée à un certain nombre de difficultés techniques et méthodologiques.

Les difficultés techniques sont liées au très grand nombre de données d'observation disponibles dans DIGITALE (plus de sept millions) et au tout aussi grand nombre de polygones CarHab (plus d'un million).

Mais la principale difficulté porte sur l'établissement de règles d'inclusion des données dans les polygones. Cette question est détaillée en annexe I, mais de manière synthétique, le principe retenu est le suivant :

- **quelle que soit la nature de la localisation (Zo, Lo, In, Oc), le polygone d'observation est retenu s'il est inclus à plus de 50 % dans le polygone CarHab ;**
- **parmi les polygones d'observation non retenus avec la première règle, seules les observations à localisation précise (In-Oc) de moins de 10 ha sont retenues si le polygone CarHab y est inclus à plus de 50 %.**

Compte tenu des difficultés rencontrées pour l'intégration des données d'observation de DIGITALE, l'intégration de données d'observation issues d'autres systèmes d'information n'a pas été effectuée.

2.3. AGRÉGATION DE POLYONES JOINTIFS

Les polygones CarHab sont décrits par de nombreuses données attributaires. En conséquence, des polygones de même nature (même type d'habitat modélisé) seront distingués même s'ils sont contigus, à condition qu'ils portent des informations attributaires différentes dans un des champs.

Par exemple, dans la Somme, le polygone 13250 (les numéros de polygones fournis dans ce rapport correspondent au champ « id_polygone_CarHab ») et le polygone 13261 sont contigus. Ils portent strictement la même information, hormis dans leur mode de modélisation de la physionomie (l'un est issu du processus classique d'interprétation des images Sentinel, l'autre a été étiqueté grâce à un processus secondaire). Mais la réalité de terrain est la même... Ce principe, s'il permet une grande richesse d'informations au niveau du polygone, complique un certain nombre d'analyses de forme et de distribution des habitats.

En fusionnant les polygones contigus rapportés à un même type d'habitat, il est possible par exemple :

- d'analyser la surface moyenne des habitats ;
- d'analyser la compacité des polygones par le rapport $(\text{surface}/\text{périmètre}^2) \times 4\pi$; or, on sait qu'un polygone compact aura moins de d'interface avec l'environnement et sera donc moins sensible à des pressions extérieures.

Cette manipulation, qui nécessite de grandes capacités de calcul, a pu être testée sur la Somme et le Pas-de-Calais. La couche cartographique de la Somme, qui comptait 125 172 polygones, n'en compte plus que 67 656 après agrégation ; celle du Pas-de-Calais, qui comptait 166 008 polygones, n'en compte plus que 98 468 après agrégation.

À titre d'exemple, le Tableau 2 donne la surface moyenne des polygones par type de physionomie dans la Somme. L'agrégation permet de mettre en évidence que dans la Somme les cultures ont une surface moyenne de 17,9 ha et les forêts matures de 5,8 ha, alors que toutes les autres physionomies ont une surface moyenne comprise entre 1,3 et 3,3 ha. L'écart avec les statistiques sans agrégation est très important pour les prairies pâturées (3,3 ha contre 1,7 ha) et pour les cultures annuelles (17,9 ha contre 6,7 ha), il est plus modéré pour les autres physionomies.

Tableau 2 - Surface moyenne par type de physionomie dans la Somme, selon que les polygones sont agrégés ou non

Type de physionomie	Agrégé	Non agrégé
Culture annuelle	17,9	6,7
Forêt mature de feuillus	5,8	4,3
Prairie pâturée	3,3	1,7
Plantation forestière	3,3	2,9
Fourré haut mixte	3,0	2,8
Surface en eau	3,0	2,4
Fourré haut dense	2,4	1,8
Végétation herbacée haute	1,9	1,7
Verger	1,9	1,8
Prairie temporaire	1,9	1,8
Prairie fauchée	1,8	1,5
Surface minérale non ou peu végétalisée	1,7	1,3
Pelouse	1,7	1,4
Autre culture permanente	1,6	1,6
Forêt pionnière	1,3	1,3
Prairie de type indéterminé	1,3	1,3

Cette agrégation a l'avantage de fournir des statistiques plus proches de la réalité. Cependant, elle génère des polygones de plus grande surface. Par conséquent, lorsque ces polygones seront utilisés comme polygones de référence, pour y intégrer par exemple des données d'observation, la localisation géographique de l'entité sera moins précise. En cas d'erreur de modélisation (des polygones classés en forêt mature par exemple, alors que certains correspondent à du fourré haut dense), le polygone pourrait sans doute devenir assez grand et aggraver l'impact de l'erreur de modélisation. De plus, cette agrégation rompt le lien avec la modélisation nationale (même si les identifiants des polygones agrégés peuvent être stockés) et prive l'utilisateur des informations secondaires attribuées au polygone.

Les analyses réalisées par la suite l'ont été sur les polygones non agrégés.

2.4. INTÉGRATION DES CARTES CARHAB DANS DIGITALE2

Les cartes CarHab ont été intégrées à Digitale2. Cet accès participera à la meilleure prise en compte des habitats potentiels dans l'analyse des répartitions des plantes et des végétations en général et des enjeux de préservation en particulier par les utilisateurs de CarHab.

Il est possible de trouver les cartes suivantes concernant la thématique « **CarHab** » :

- **CarHab - Habitats et zones bâties x Flore et Végétation Digitale2 ;**
- **CarHab - Biotopes x Flore et Végétation Digitale2 ;**
- **CarHab - Physionomies de végétation x Flore et Végétation Digitale2.**

Chaque entité cartographique CarHab (Habitats, Biotopes et Physionomies de végétation) a été croisée avec les localisations des plantes et habitats présentes dans DIGITALE, permettant ainsi aux utilisateurs ayant un compte Digitale2 d'avoir accès à la liste des plantes et des habitats observés sur chacune des entités CarHab.

Ces cartes sont disponibles :

- dans le **menu « Synthèse/Habitat/CarHab »** de Digitale2 ;
- dans le **catalogue décrivant les services cartographiques WMS- WFS de Digitale2 (menu « Service »)** ;
- mais aussi via la **recherche par lieu** de Digitale2.

Plus de détails et l'accès aux cartes via ce lien : <https://www.cbnbl.org/donnees-carhab-disponibles-digitale2>.

2.5. ÉVALUATION DE LA MODÉLISATION DES PHYSIONOMIES PAR COMPARAISON AVEC LES HABITATS SYNTHÉTIQUES HAUTS-DE-FRANCE

2.5.1. PRÉSENTATION DE LA COUCHE HABITATS SYNTHÉTIQUES DES HAUTS-DE-FRANCE

L'Observatoire régional de la biodiversité a réalisé en 2018 une couche SIG des habitats synthétiques des Hauts-de-France (ORB, 2019) afin de couvrir totalement la région avec une information d'occupation du sol devenue incomplète suite à la fusion des ex-régions Nord-Pas de Calais et Picardie. Pour cela, l'Observatoire a produit une cartographie à partir des bases existantes et le résultat est une cartographie hybride des Hauts-de-France adoptant une typologie basée sur ARCH mais à un niveau de détail moindre.

La cartographie ARCH du Nord-Pas de Calais a été actualisée à partir de photos aériennes prises en 2012-2013 sur l'ex-région Nord-Pas de Calais. Cette cartographie utilise une nomenclature des habitats naturels adaptée de CORINE biotopes et a été réalisée par photo-interprétation d'images aériennes couleurs et infrarouges couleurs datées de 2012-2013, sous la supervision scientifique du Conservatoire Botanique national de Bailleul. La partie picarde de la carte a été produite sur la base de la cartographie disponible dans le SRCE picard (2010).

Cette couche sera appelé « habitats synthétiques HDF » dans la suite du rapport.

2.5.2. MÉTHODE DE COMPARAISON

La modélisation des physionomies CarHab du Pas-de-Calais et de la Somme est comparée à la cartographie hybride des habitats synthétiques HDF, pour trois postes de légende.

Comme les postes de légende ne sont pas strictement identiques, il a été nécessaire d'opérer des regroupements afin d'obtenir des catégories comparables (Tableau 3).

Tableau 3 – Postes de légendes comparés entre la cartographie CarHab et les habitats synthétiques HDF et agrégations réalisées

Catégorie comparée	Physionomie CarHab	Habitats synthétiques HDF	Commentaire
Forêt	Forêts matures de feuillus (code physio 5212) Limitée aux niveaux d'humidité édaphique 4, 5 et 6 (assez sec, mésique et légèrement humide)	Feuillus sur dunes Forêt poldérienne Forêt caducifoliée	Nécessité de limiter la physionomie CarHab aux biotopes assez secs à légèrement humides pour écarter les forêts humides abordées de manière non comparable dans les Habitats synthétiques HDF.
Prairie	Prairie de type indéterminé (3300) Prairie fauchée (3301) Prairie pâturée (3302) Limitée aux niveaux d'humidité édaphique 4, 5 et 6 (assez sec, mésique et légèrement humide)	Prairies mésophiles	Nécessité de limiter la physionomie CarHab aux biotopes assez secs à légèrement humides car les « prairies humides » au sens des habitats synthétiques HDF sont amalgamées aux mégaphorbiaies (qui correspondent à une physionomie de hautes herbes dans CarHab).
Culture	Autre culture permanente (7100) Prairie temporaire (8001) Culture annuelle (8002)	Cultures	

La comparaison a été réalisée par superposition des couches (Figure 1). Ce traitement permet de dégager, pour chaque poste de légende comparé, trois chiffres :

- surface couverte exclusivement par la modélisation CarHab ;
- surface couverte exclusivement par la cartographie des habitats synthétiques HDF ;
- surface affectée au même poste de légende par la modélisation CarHab et la cartographie des habitats synthétiques HDF.

Cette méthode permet uniquement de produire des statistiques en surface et non en nombre de polygones. Les traitements en nombres de polygones sont trop complexes puisque les emprises des polygones sont différentes.

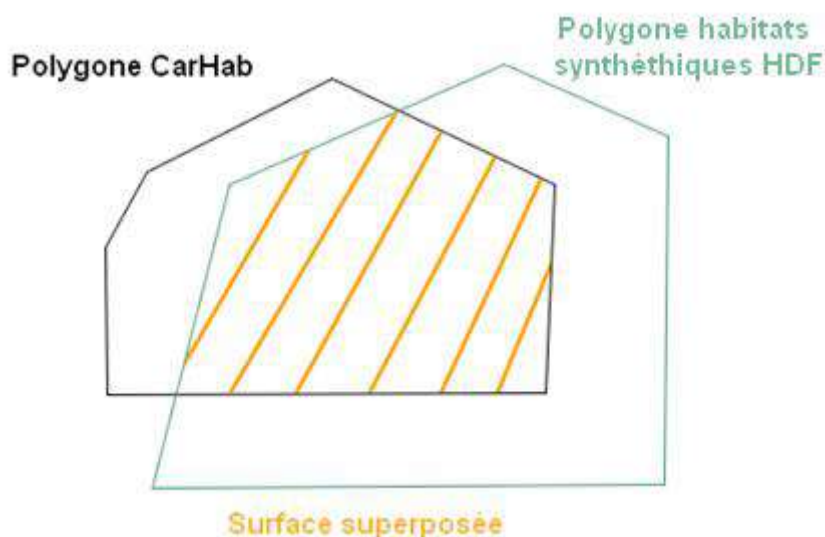


Figure 1 - Méthode de comparaison du traitement d'un poste de légende par superposition de deux couches cartographiques

2.5.3. LIMITES

La cartographie hybride a été établie en 2018 sur la base de photographies aériennes datant de 2012-2013 sur les territoires du Nord et du Pas-de-Calais et de l'occupation des sols améliorée dans le cadre du SRCE de 2010 pour la Picardie. La comparaison avec la modélisation des physionomies CarHab basée sur des images satellite datant de 2021 se heurte donc au risque d'une évolution de l'occupation du sol. L'évolution la plus marquée est sans doute, parmi les physionomies comparées, celle de la surface prairiale : selon l'Observatoire régional de la biodiversité des Hauts de France (2019), la surface des prairies permanente a baissé de 4,5 % dans les Hauts-de-France entre 2010 et 2017.

Une comparaison de surface cartographique est tributaire du grain de la cartographie. Dans CarHab, la surface du plus petit polygone cartographique est de 5 000 m² pour les milieux naturels et semi-naturels, tandis qu'elle est de 100 m² pour les habitats synthétiques HDF. Cet écart de finesse induit nécessairement des écarts de mesure dont il n'est pas possible d'évaluer la tendance ni l'ampleur.

2.5.4. RÉSULTATS

Les résultats de la comparaison par superposition pour les trois postes physionomiques sont présentés dans le Tableau 4 et figurés dans la Figure 2.

Quatre-vingt-douze pour cent des surfaces modélisées par CarHab en cultures correspondent à des cultures selon les habitats synthétiques HDF. Par conséquent, le reste des surfaces modélisées en cultures par CarHab (8 %) peuvent être interprétées comme une potentielle sur-modélisation. 18 046 ha de cultures selon les habitats synthétiques HDF ne sont pas modélisés en culture selon CarHab. Cette surface correspondant à 2 % de la surface totale des cultures selon la modélisation CarHab. Elle peut être interprétée comme une potentielle sous-modélisation. Ces résultats mettent en évidence l'excellente cohérence entre les deux cartographies concernant ce poste de légende. Ces bons résultats sont sans doute dus, pour une certaine partie, à l'usage du Registre parcellaire graphique (RPG), particulièrement pertinent pour ce type physionomique.

Soixante-quinze pour cent des surfaces modélisées par CarHab en prairies correspondent à des prairies selon les habitats synthétiques HDF. Par conséquent, le reste des surfaces modélisées en

prairies par CarHab (25 %) peuvent être interprétées comme une potentielle sur-modélisation. Et une surface correspondant à 41 % de la surface totale des prairies selon la modélisation CarHab n'est pas modélisée en prairies dans CarHab alors qu'elle l'est dans les habitats synthétiques HDF (désignés comme potentielle sous-modélisation). Une « sous-modélisation » de 41 % souligne une divergence assez prononcée entre les deux cartographies. Cependant, la cartographie des habitats synthétiques HDF contient 17 392 polygones de prairie de moins de 5 000 m² qui totalisent une surface de 3 651 ha (ne pas les prendre en compte ferait tomber la sous-modélisation à 38 %). Nous avons également constaté visuellement que dans un nombre significatif de cas, des prairies selon les habitats synthétiques HDF sont modélisées également en prairies par CarHab mais sur un biotope humide qui a été rejeté dans notre comparaison ; la divergence porte donc, non pas sur la modélisation de la physionomie mais sur celle du biotope. Une part (non évaluée) des prairies selon les habitats synthétiques HDF se situe dans un contexte urbanisé et a été classée en surface artificialisée dans CarHab.

Soixante-huit pour cent des surfaces modélisées par CarHab en forêts correspondent à des forêts selon les habitats synthétiques HDF. Par conséquent, le reste des surfaces modélisées en forêts par CarHab (32 %) peuvent être interprétées comme potentielle sur-modélisation. Et une surface correspondant à 14 % de la surface totale des forêts selon la modélisation CarHab n'est pas modélisée en forêt dans CarHab alors qu'elle l'est dans les habitats synthétiques HDF (désignées comme potentielle sous-modélisation). La part de « sous-modélisation » de CarHab est assez faible et correspond pour une part significative à des polygones de moins de 5 000 m² (2098 ha, 2 %) ou à des polygones classés en forêt humide. Au contraire, la part de sur-modélisation est importante, d'autant plus que cette divergence semble pour une part significative imputable à CarHab. Les 34 091 ha concernés correspondent en réalité à des plantations forestières, à des fourrés hauts denses ou fourrés hauts mixtes, pour l'essentiel. Il y a également une sur-modélisation au détriment des forêts pionnières, mais celle-ci n'apparaît pas par comparaison parce que ce poste n'est pas traité dans les habitats synthétiques HDF. Cette sur-modélisation a des conséquences importantes, parce qu'elle concerne des surfaces très importantes, comparées à la surface des physionomies « victimes » de la sur-modélisation : à titre de comparaison, les quatre physionomies évoquées (fourrés hauts denses, fourrés hauts mixtes, plantations forestières et forêts pionnières) sont modélisées par CarHab à hauteur de 40 552 ha dans les deux départements. Ce problème a été identifié et a été partiellement corrigé (cf. §3.2.1).

Tableau 4 - Résultats de la comparaison de CarHab et des habitats synthétiques HDF pour trois postes physionomiques dans le Pas-de-Calais et la Somme

	Habitats synthétiques HDF (ha)	CarHab (ha)	Inter-section (ha)	Taux convergence rapporté à la surface CarHab	Taux sur-modélisation CarHab, rapporté à la surface CarHab	Taux sous-modélisation CarHab, rapporté à la surface CarHab
Surface culture	779 663	826 766	761 617	92 %	8 %	2 %
Surface prairies	134 510	115 802	87 364	75 %	25 %	41 %
Surface forêt	88 298	107 366	73 275	68 %	32 %	14 %

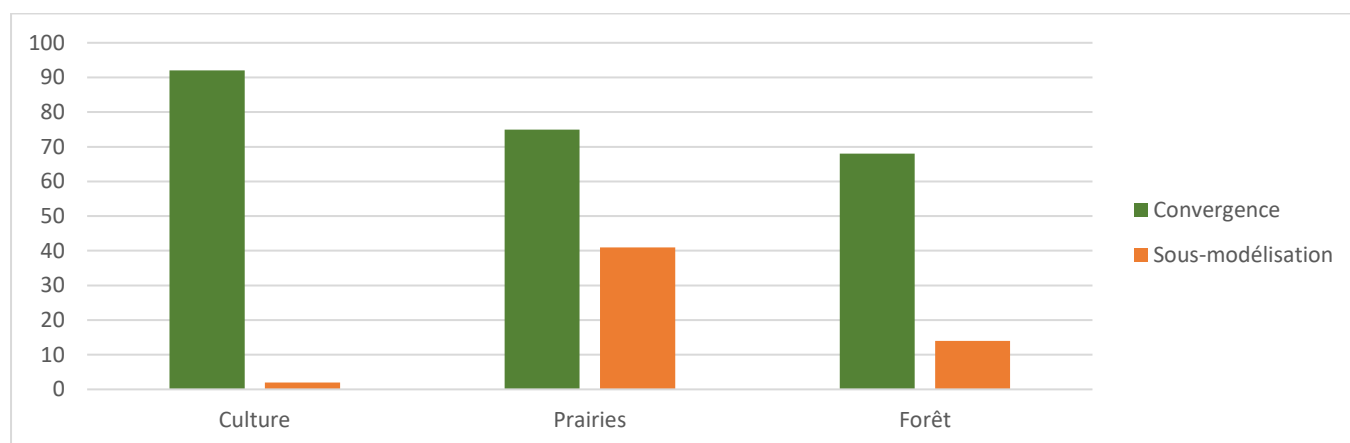


Figure 2 - Résultats en pourcentages de la comparaison de CarHab et des habitats synthétiques HDF pour trois postes physiologiques dans le Pas-de-Calais et la Somme
(Les sur-modélisations ne sont pas figurées dans la mesure où elles représentent l'inverse du taux de convergence)



Coteaux de Dannes-Camiers © G. Villejoubert

PARTIE 3

PELOUSES ET BROUSSAILLES CALCICOLES

L'objectif du programme est d'analyser la contribution de CarHab à la localisation des enjeux de préservation.

Dans le cas des milieux ouverts calcicoles, les enjeux de préservation sont liés aux habitats susceptibles d'héberger des végétations de pelouses calcicoles.

3.1. DÉFINITION ET MÉTHODE

3.1.1. DÉFINITION

Les pelouses et broussailles calcicoles (que l'on notera « P&B calcicoles » dans la suite du rapport) ont été définies selon les modalités suivantes :

- physionomies
 - minéral non ou peu végétalisé ;
 - pelouse ;
 - végétation herbacée haute ;
- biotopes
 - paramètre *ombroclimat* : « humide » (l'ombroclimat subhumide est utilisé uniquement pour les végétations littorales et arrière-dunaires) ;
 - paramètre *acidité édaphique* : « basique » ;
 - paramètre *humidité édaphique* : « assez sec » et « mésique ».

Dans un premier temps, la pertinence de la modélisation CarHab sera évaluée par comparaison avec les polygones sélectionnés en fonction de la présence de données d'observation flore et végétation.

Pour la prise en compte des enjeux de préservation (cf. §3.3), les modalités de biotopes restent les mêmes que précédemment, mais les physionomies peuvent être un peu élargies. En effet, les physionomies de fourrés hauts mixtes correspondent à des paysages mosaïqués qui hébergent souvent des pelouses ponctuelles. Cette physionomie pourra donc être ajoutée à la catégorie P&B calcicoles pour améliorer la pertinence de la sélection. De plus, cette approche intégrant les zones en cours d'embroussaillage est conforme à la définition de l'habitat d'intérêt communautaire 6210 - Pelouses sèches semi-naturelles et faciès d'embuissonnement sur calcaires.

D'autre part, pour présenter de réels enjeux de préservation, les P&B calcicoles doivent présenter une forme et une taille adaptées à leur bonne expression. Nous avons donc supprimé les polygones de moins de 5 000 m² et de moins de 20 m de large (polygones d'ailleurs inférieurs aux seuils théoriques de CarHab).

Enfin, nous avons considéré que les P&B calcicoles incluses dans des zones urbaines ou situées sur des talus routiers présentaient des enjeux de préservation secondaire dans la mesure où ils subissent généralement des dégradations. Nous avons donc développé une méthode visant à éliminer le plus possible les polygones dans ces situations.

3.1.2. ENRICHISSEMENT AVEC LES DONNÉES DIGITALE

Afin d'enrichir la modélisation, la couche habitats CarHab est croisée avec une information DIGITALE. Deux couches ont été produites dans ce contexte :

- toute donnée d'observation flore-végétation DIGITALE après 2000 ;
- données spécifiques d'observation flore-végétation DIGITALE codant pour de la pelouse et broussaille calcicole (liste définie de taxons et syntaxons, voir annexe II).

Un polygone est considéré comme retenu (P&B calcicole selon DIGITALE) s'il a au moins un syntaxon ou cinq taxons des listes en annexe II.

Un polygone est considéré comme prospecté s'il a au moins deux syntaxons ou six taxons, quelles que soient les données observées après 2000. Les polygones dont les inventaires n'atteignent pas un de ces seuils ne peuvent pas être exploités en raison du manque d'exhaustivité de l'information. Dans la suite du rapport, ces polygones sont désignés comme « non prospectés », même s'ils ont pu faire l'objet de prospections partielles.

3.1.3. ÉTAPES DE NETTOYAGE DES DONNÉES

Toutes les étapes sont détaillées dans BERTRAND (2023). Certaines ont fait l'objet d'une révision en raison d'orientations différentes ou suite à divers approfondissements de la méthode destinés à améliorer la pertinence.

Première étape : réétiquetage des physionomies de forêt mature modélisées

Comme exposé au § 2.4.4, la modélisation des forêts matures a une influence directe sur la modélisation des P&B calcicoles.

Les forêts matures naturelles sont surreprésentées dans la modélisation CarHab. D'une part, la taille des polygones est surévaluée à cause du traitement de l'orthophotographie servant au détournement des polygones : les ombres des arbres sont considérées comme des arbres et la définition de la forêt mature autorise une forte ouverture de la canopée. D'autre part, l'affectation du type de physionomie

par exploitation des images Sentinel2 est biaisée par une difficulté à discriminer les différents types de boisement (forêt mature, forêt pionnière, fourré dense, plantation forestière).

Une nouvelle physionomie a été attribuée lorsque la physionomie du polygone était issue de la source satellitaire Sentinel (« Segm_Sentinel »).

Les polygones issus du « masque forêt » ne peuvent pas être réétiquetés avec ce processus. Comme ces polygones ont été étiquetés en fonction des informations issues de la BD Forêt® de l'IGN, un certain nombre d'informations fournies en principe dans le cadre de la modélisation des physionomies n'est pas disponible, et c'est le cas en particulier du taux de représentation de chaque physionomie par polygone.

Les forêts matures sont réétiquetées en végétation herbacée haute, fourré haut mixte, fourré haut dense ou forêt pionnière selon le processus défini dans BERTRAND (2023), figurant en annexe III.

Deuxième étape : suppression des polygones inférieurs à 5 000 m²

Dans le cadre de CarHab, la surface minimale d'un polygone a été fixée à **5 000 m²** pour répondre au critère d'homogénéité. C'est également une échelle proche des unités de gestion (CATTEAU, 2021). Afin de respecter ce seuil, les polygones de moins de 5 000 m² sont retirés de la couche puisqu'en dessous de cette échelle, la fonctionnalité de la cellule paysagère n'est pas effective et l'expression complète des végétations n'est pas optimale.

Règle : **Surface > 5 000 m²**

Troisième étape : suppression des polygones linéaires

De nombreux polygones CarHab sont linéaires et souvent situés au bord des axes routiers ou en lisière forestière. Ils sont peu pertinents car ils hébergent rarement les végétations cibles et n'ont pas une forme optimale pour la bonne fonctionnalité de l'écosystème (nombreuses influences extérieures dues à l'effet lisière). Les informations SIG du Plan d'actions en faveur des pelouses calcicoles des Hauts-de-France sont exploitées afin de localiser les pelouses et broussailles calcicoles connues pour minimiser la perte de polygones à fort enjeu lors du traitement. Afin de discriminer ces polygones linéaires, leur aire et leur périmètre peuvent être comparés avec la formule suivante :

$$\frac{\text{Aire}}{\text{Périmètre}^2} \times 4\pi$$

La valeur minimale à atteindre pour la conservation d'un polygone (valeur qui limite les suppressions de polygones intersectant CarHab) a été fixée à 0,081 par BERTRAND (2023).

Cette méthode est applicable dans le cadre de la modélisation pour supprimer les polygones linéaires après les nettoyages précédents et filtres sur la thématique pelouses calcicoles. Cependant, à une autre échelle et dans le cadre des données DIGITALE contenues à l'intérieur d'un polygone CarHab, cette méthode présente quelques problèmes. Il a été constaté que cette formule ne fonctionnait pas totalement et supprimait les polygones de grande surface et dont la forme est très irrégulière.

Ce qui a été constaté est que ces gros polygones ont tous une « largeur moyenne » supérieure à 20 m. Cette valeur de « largeur » est calculée par

$$\frac{\text{Aire}}{\text{Périmètre}} \times 2$$

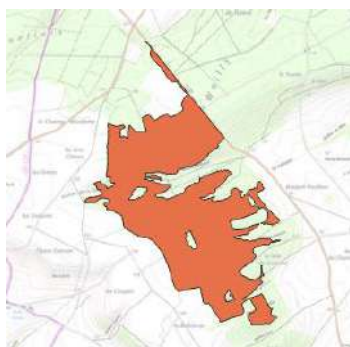
C'est une formule simpliste puisqu'elle est dépendante de la forme du polygone (il peut être très linéaire par endroits puis large ensuite). C'est donc une sorte de moyenne prise sur l'ensemble du polygone qui est restituée. Cependant, pour une valeur inférieure à 20 m (taille minimale à respecter pour remplir un pixel avec une donnée d'apprentissage), les polygones linéaires sont pour la plupart supprimés et les gros polygones restaurés.

➔ La règle retenue pour supprimer les polygones linéaires est donc celle basée sur la « largeur » : tout polygone dont le rapport $\frac{\text{Aire}}{\text{Périmètre}^2} \times 4\pi$ est inférieur à 20 m est supprimé. Cette action est conforme aux principes de CarHab puisque aucun polygone ne devait avoir une largeur inférieure à 20 m.

Règle : **largeur > 20 m**

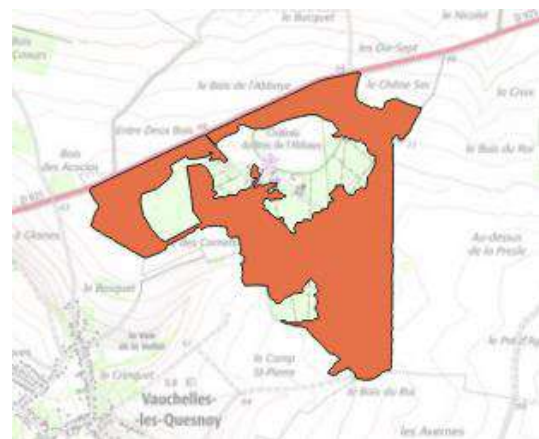
Exemples

Dans le Pas-de-Calais, le polygone 124858 d'une surface de 0,8 ha présente un rapport $\frac{\text{Aire}}{\text{Périmètre}^2} \times 4\pi$ de 0,062 (< 0,081). La largeur minimale à droite est de 6,5 m et la largeur maximale à gauche est de 61 m. La largeur restituée par le calcul est de 12,8 m. Dans les deux cas, le polygone n'est pas retenu.

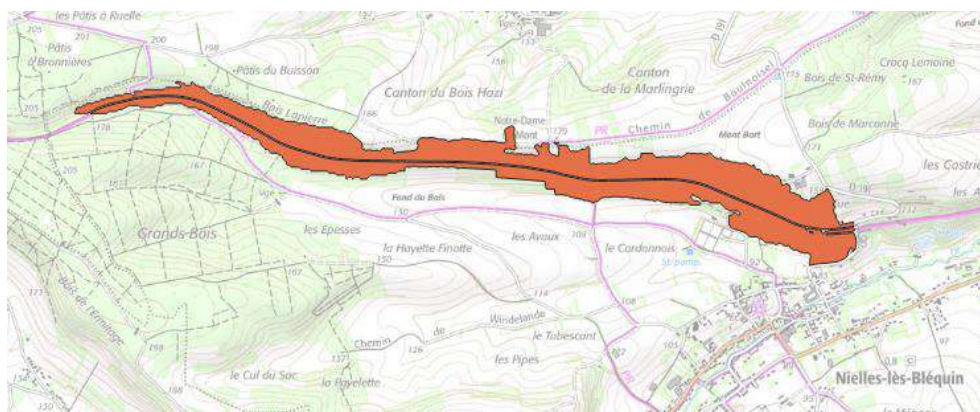


Dans la Somme, le polygone 59951 d'une surface de 214 ha présente un rapport $\frac{\text{Aire}}{\text{Périmètre}^2} \times 4\pi$ de 0,061 (< 0,081) tandis que la largeur est de 204 m : il n'est donc pas supprimé.

Dans la Somme, le polygone 19812 d'une surface de 94 ha présente un rapport $\frac{\text{Aire}}{\text{Périmètre}^2} \times 4\pi$ de 0,074 (< 0,081) tandis que la largeur est de 149 m : il ne sera pas supprimé.

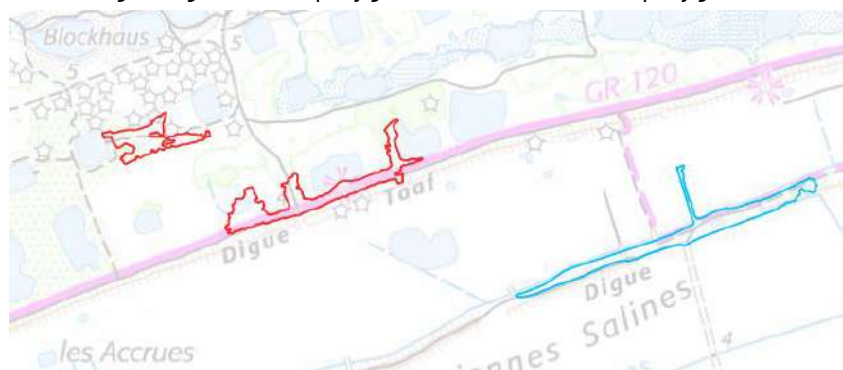


Dans le Pas-de-Calais, les polygones 159802 (en bas) et 159797 (en haut) d'une surface de 28,5 et 40 ha sont en situation de coteau. Leurs rapports $\frac{\text{Aire}}{\text{Périmètre}^2} \times 4\pi$ sont de 0,04 et 0,05 (< 0,081) tandis que leurs largeurs sont de 61 et 82 m : ils ne seront pas supprimés.



Comme pour toute règle fixant un seuil, les valeurs seuils imposent une limite fine et les valeurs très proches sont donc parfois exclues. De ce fait, certains polygones de forme linéaire restent sélectionnés car ils dépassent très légèrement le seuil.

Dans le Pas-de-Calais, les deux polygones en rouge (à gauche le polygone 1651, à droite le polygone 1635) ont des valeurs seuils de 0,11 et 0,0813 et des largeurs de 16,5 et 19 m. Ils sont donc supprimés selon la largeur mais ne le seraient pas par la valeur seuil (dont l'un est très proche de la limite).



Le polygone 1655, en bleu, semble assez linéaire également, il est supprimé par la valeur seuil (0,07) mais non supprimé par la largeur (20,26 m).

Quatrième étape : suppression des polygones proches d'axes routiers (routes et voies ferrées)

Une zone tampon de 20 m est appliquée sur la couche des routes et voies ferrées des départements du Pas-de-Calais et de la Somme (Figure 3). Cette zone tampon permet de définir les polygones que l'on appellera « talus routier ». La distance de 20 m est retenue car il est jugé qu'à moins de 20 m d'un axe routier, le risque est de considérer un remblai, une zone avec de l'eutrophisation ou des traitements chimiques ou dont la gestion n'est pas totalement optimale pour une pelouse calcicole.

Afin de sélectionner les polygones considérés comme tels, le calcul du pourcentage **d'inclusion des polygones CarHab** dans la zone de 20 m des axes routiers est réalisé à partir de la formule suivante :

$$\text{Pourcentage d'inclusion} = \frac{\text{Surface d'intersection avec la zone tampon}}{\text{Surface totale du polygone CarHab}}$$

La règle appliquée est :

- suppression des polygones dont le pourcentage d'inclusion est supérieur ou égal à 75 % ;
- conservation des polygones dont le pourcentage d'inclusion est inférieur à 25 %.

Règle : **pourcentage d'inclusion du polygone dans un axe routier < 25 %**

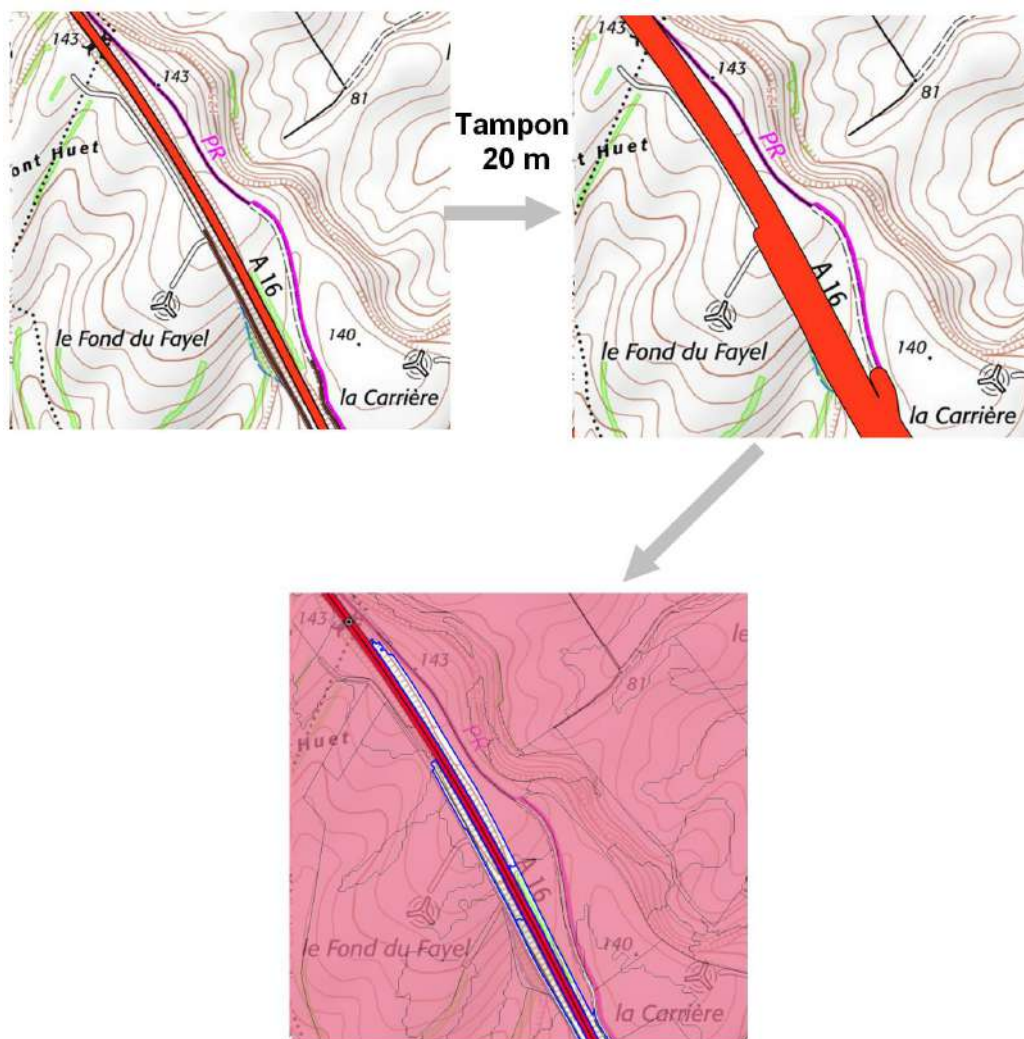
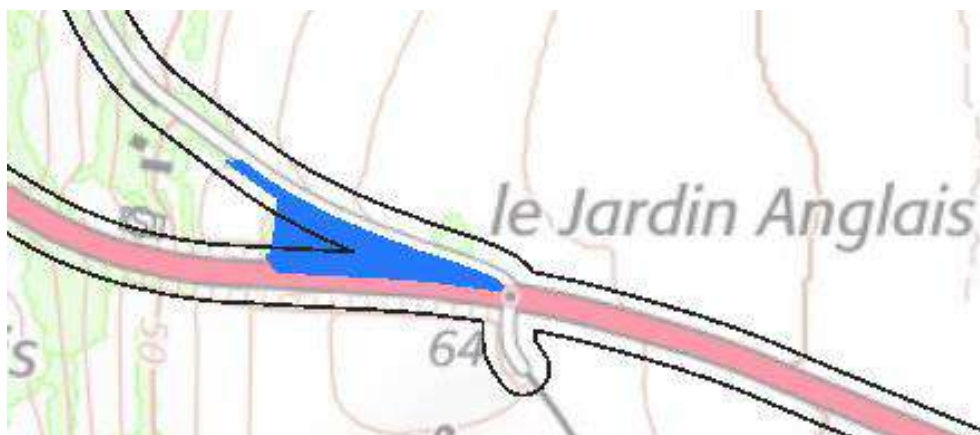


Figure 3 - Nettoyage des polygones à moins de 20 m d'axes routiers
Les polygones en contours bleu sont supprimés, les roses sont conservés.

Exemples de polygones supprimés

Le polygone 17285 (prairie, en bleu) est supprimé car inclus à 86,5 % dans la zone tampon. Il est à noter que les polygones situés au croisement de plusieurs routes vont se voir attribuer un fort pourcentage d'inclusion.



Le polygone 8745 (pelouse, en bleu) est supprimé avec cette méthode. Comme toute méthode, il y a des limites. En effet, ce polygone est en réalité une pelouse calcicole, l'identification est donc bonne (bonne identification par la modélisation et par les données DIGITALE). Cependant, avec la règle définie, son pourcentage d'inclusion de 90,6 % amène à retirer ce polygone du jeu de données. Compte tenu de son encadrement par une route et une voie ferrée, on peut douter de sa fonctionnalité.

Un seul polygone sur quatre n'aurait pas dû être supprimé, l'erreur est donc acceptable quant au bénéfice apporté (d'autant plus à large échelle).

Cinquième étape : suppression des polygones en zone urbaine

Une zone tampon de 50 m est appliquée sur la couche des surfaces artificialisées des départements du Pas-de-Calais et de la Somme. Cette zone tampon de 50 m permet de définir les zones urbanisées en bloc et donc exclure les petits parcs et jardins ainsi que de réduire les risques similaires aux axes routiers.

Afin de sélectionner les polygones inclus dans les zones urbaines, le calcul du pourcentage **d'inclusion des polygones CarHab** dans la zone de 50 m des surfaces artificialisées est réalisé à partir de la formule suivante :

$$\text{Pourcentage d'inclusion} = \frac{\text{Surface d'intersection avec la zone tampon}}{\text{Surface totale du polygone CarHab}}$$

La règle appliquée est :

- suppression des polygones dont le pourcentage d'inclusion est de 100 % (totalement inclus dans la zone) ;
- conservation des polygones dont le pourcentage d'inclusion est différent de 100 %.

Règle : **pourcentage d'inclusion du polygone avec une zone urbaine $\neq$ 100 %**

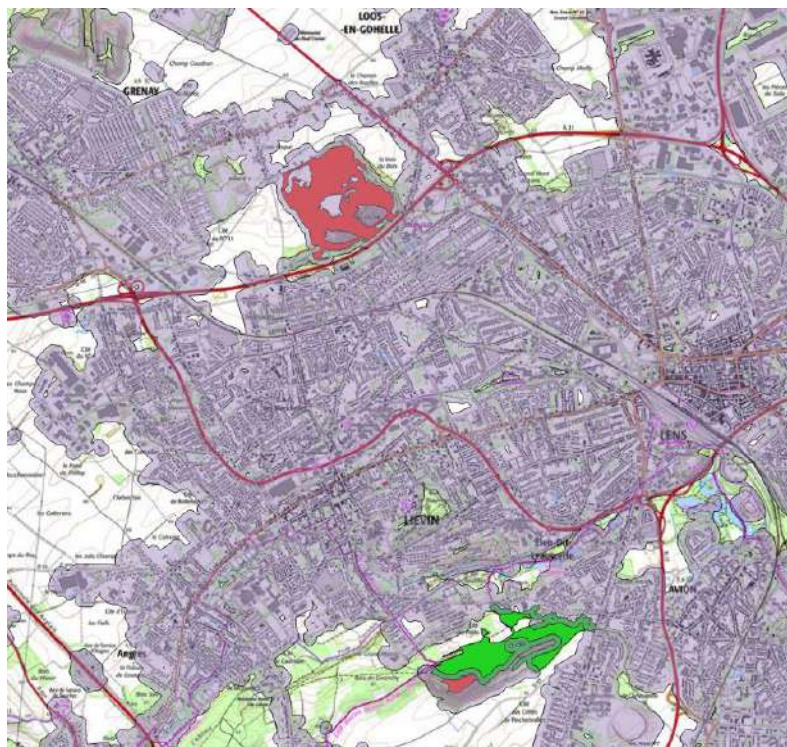


Figure 4 - Nettoyage des polygones en zone urbaine

Dans la Figure 4, le bloc violet correspond à la zone tampon de 50 m délimitant le bloc de zone urbaine, les polygones en orange sont ceux entièrement inclus dans cette zone tampon et donc supprimés. Le polygone vert n'est pas supprimé car non entièrement inclus.

3.2. PRÉCISION DE CARHAB ÉVALUÉE POUR LES PELOUSES ET BROUSSAILLES CALCICOLES

L'analyse de la pertinence de la modélisation CarHab a été réalisée de deux façons :

- une analyse brute ;
- une analyse après application des étapes de nettoyage des données.

Ainsi, il est possible de voir quel degré de pertinence supplémentaire est apporté avec un nettoyage des données.

Trois cas de figure peuvent être distingués grâce au croisement de la couche CarHab et des données d'observations flore-végétation de DIGITALE (Figure 5) :

- superposition exacte : les informations des deux couches sont identiques (a), désignée par la suite comme « P&B confirmées » ;
- superposition partielle :
 - o la modélisation CarHab (couche CarHab Habitats) indique P&B calcicoles mais les données DIGITALE ne l'indiquent pas (b) ;
 - o les données DIGITALE indiquent P&B calcicoles mais la modélisation ne l'indique pas (c).

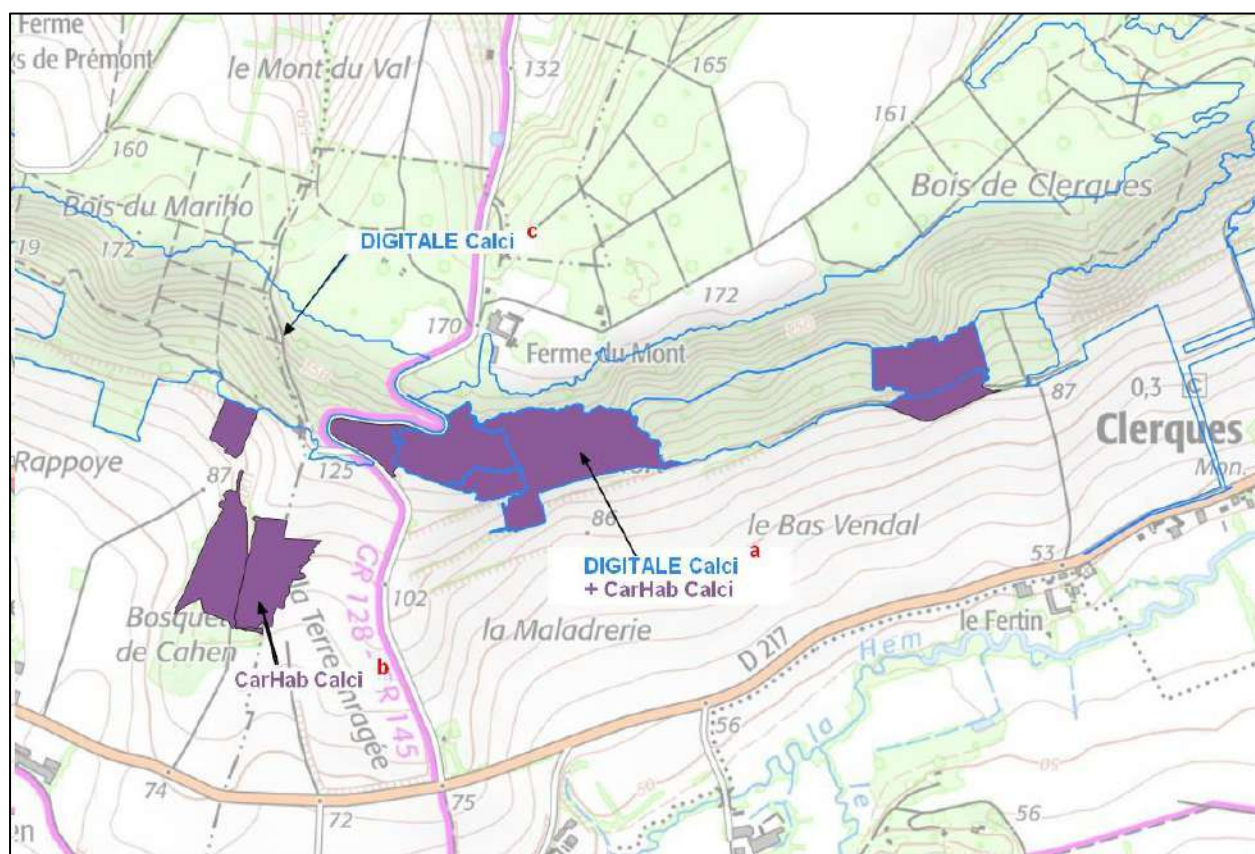


Figure 5 - Les trois cas de figure résultant du croisement de la modélisation CarHab et des données d'observation (superposition des deux couches = P&B calcicole confirmées (a), divergence des deux couches : b. P&B calcicole selon la modélisation ; c. P&B calcicoles selon les données d'observation DIGITALE)

3.2.1. ANALYSE DE LA COMPARAISON BRUTE

Tableau 5 - Informations du croisement de la couche CarHab et des données DIGITALE pour les P&B calcicoles

	Nombre de polygones	Surf. totale (ha)	Surf. min. (m ²)	Surf. médiane (ha)	Surf. moyenne (ha)
Superposition exacte (a)	159	374,4	5027,4	1,7	2,4
Superposition partielle : P&B calcicoles selon la modélisation CarHab (b)	2559	3580	0,03	1,1	1,4
Superposition partielle : P&B calcicoles selon les données DIGITALE (c)	728	5738,8	97,7	2,8	7,9

Dans le Tableau 5, le cas (a) correspond aux modélisations pertinentes pour le biotope et la physionomie. Le cas (c) peut être interprété comme une sous-modélisation des P&B calcicoles par la modélisation CarHab : ces polygones correspondant à des P&B calcicoles d'après les observations stockées dans DIGITALE ne sont pas identifiés comme telles par CarHab. Le cas (b) est plus complexe : il peut correspondre à des sur-modélisations des P&B calcicoles (l'habitat est modélisé comme des P&B calcicoles mais les observations ne le confirment pas) ou à des polygones non prospectés (absence de données).

Dans la suite des analyses, la sur-modélisation ou sous-modélisation correspond à l'écart entre la modélisation CarHab et l'attribution de l'habitat par les données d'observation.

Analyse de la pertinence - sous-modélisation (c)



Figure 6 - Exemple illustré d'un cas de sous-modélisation
En rouge, CarHab Calci, en bleu Digitale Calci

Le cas illustré en Figure 6 (en rouge, les polygones identifiés par CarHab comme P&B calcicoles et en bleu, les polygones identifiés comme P&B calcicoles selon les données DIGITALE) présente une zone ouverte identifiée par CarHab (119598) en tant que P&B calcicoles mais les données DIGITALE ne reflètent pas cela (considéré comme une friche à calcicoles, sans espèce de pelouse).

La présence du *Picrido - Carlinetum* dans le polygone adjacent (en bleu) souligne qu'il y a des espèces de pelouses et de friches calcicoles. Le polygone adjacent est considéré comme P&B calcicoles selon les données DIGITALE mais pas selon la modélisation. En effet, la physionomie CarHab indiquée est une forêt, n'entrant pas dans la définition de P&B calcicoles de la modélisation.

Il est possible de conclure qu'il y a ponctuellement de la pelouse parmi le boisement (mais CarHab ne peut pas identifier ces surfaces inférieures à 5 000m² et couvertes par le couvert forestier). De plus, le masque BD Forêt retranscrit ici une erreur de physionomie « forêt », car en réalité, la physionomie observée est du fourré haut dense.

Cet exemple met en évidence une sous-modélisation qui n'en est pas nécessairement une. L'attribution de l'habitat P&B calcicoles d'après les données d'observations de DIGITALE comporte également des biais. L'écart entre la modélisation par CarHab et l'attribution d'après des données d'observation ne mesure donc qu'imparfaitement la pertinence de CarHab. Seule une vérification de terrain de chaque polygone avec une méthode adéquate pourrait mesurer réellement la pertinence de la cartographie CarHab.

La Figure 7 montre que les incohérences entre la modélisation CarHab et les données d'observation sont dues à 69 % à la physionomie exclusivement, à 9 % au biotope exclusivement et 22 % à la fois à la physionomie et au biotope.

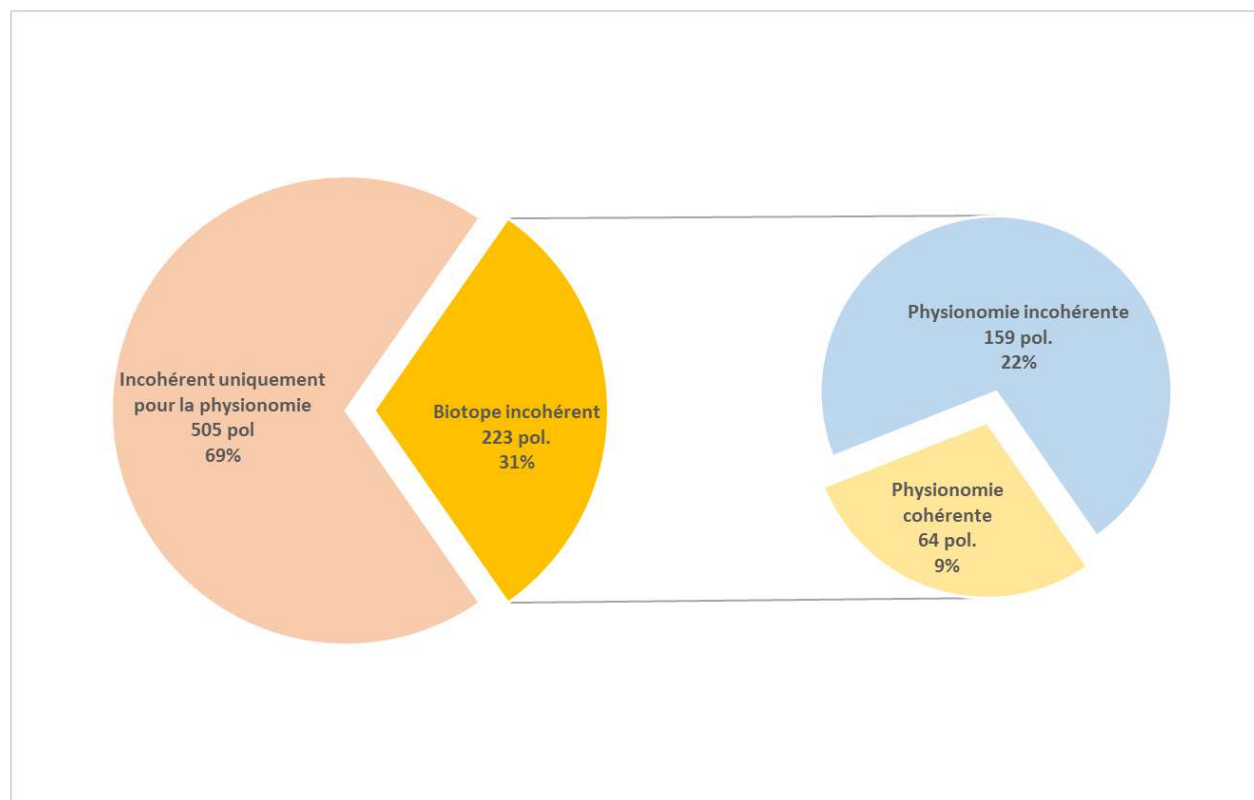


Figure 7 - Répartition des incohérences de la modélisation des P&B calcicoles (sous-modélisation (c))

Sous-modélisation des biotopes

- Paramètre ombroclimat

Tableau 6 - Nombre de polygones selon le paramètre ombroclimat des polygones selon les données DIGITALE

	Nombre de polygones	Surf. totale (ha)
Incohérence (total)	223	1931,1
Humide	170	903,04
Subhumide	53	1028,1

La liste de taxons de P&B calcicoles sélectionne des polygones dunaires et littoraux (il est possible de trouver des taxons calcicoles dans les dunes et sur les falaises). Cette incohérence n'est pas imputable à la modélisation CarHab qui distingue l'ombroclimat « humide » du « subhumide », celui-ci étant relatif aux habitats dunaires et littoraux.

Ce sont 53 polygones (Tableau 6), soit **7 %** du lot de polygones de P&B calcicoles selon les données DIGITALE qui sont **supprimés de l'analyse globale des incohérences**.

- Paramètres acidité édaphique et humidité édaphique

L'analyse des modalités de biotope des 170 polygones (en excluant les ombroclimats subhumides) incohérents au niveau du biotope indique :

Pour le paramètre acidité (Figure 8) :

- 97 polygones (57 %) ont une acidité correspondant à la définition P&B calcicoles ;
- très peu de polygones présentent un écart de plus de deux niveaux par rapport à la modalité basique. Les polygones les plus incohérents sont donc ceux codant pour du légèrement acide, pouvant laisser penser à une erreur « évidente » de la modélisation (51 polygones, soit 30 %).

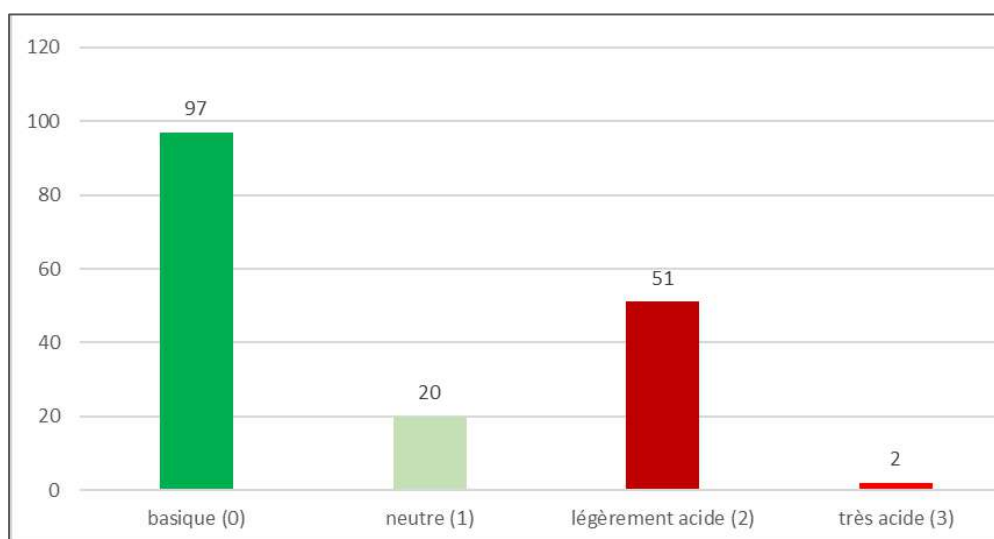


Figure 8 - Nombre de polygones par niveau d'acidité édaphique parmi les polygones sélectionnés selon les données DIGITALE

(L'écart de niveau par rapport à celui de la définition P&B calcicole est indiqué entre parenthèses)

Pour le paramètre humidité (Figure 9):

- 33 polygones ont la bonne modalité (19 %) d'humidité, ce qui suggère une erreur de la modalité acidité ;
- le plus grand nombre de polygones (110 polygones soit 65 %) présente une incohérence relative d'un niveau, codant pour la modalité la plus surfacique du territoire (légèrement humide). Il n'est pas aberrant que le modèle puisse se tromper d'un niveau pour un paramètre, générant ainsi une incohérence ;
- les deux autres modalités présentent un plus faible nombre pour un total de 16 %.

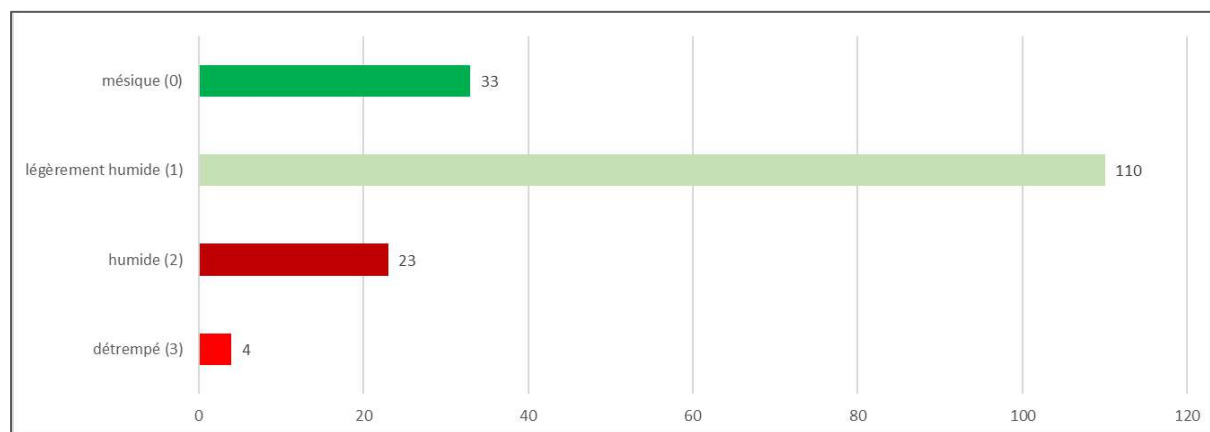


Figure 9 - Nombre de polygones par niveau d'humidité édaphique parmi les polygones sélectionnés selon les données DIGITALE
(L'écart de niveau par rapport à celui de la définition P&B calcicole est indiqué entre parenthèses)

Lorsqu'il y a une incohérence entre la modélisation du biotope et les observations, le biotope modélisé est pour près de la moitié de la surface (47 %) le biotope basique légèrement humide correspondant aux colluvions de bas de pente : celles-ci ont souvent été sur-modélisées et « remontent » jusqu'à mi-pente. Pour 8 % des surfaces, la modélisation indique un biotope neutre mésique qui correspond au biotope de plateau situé juste au-dessus de celui des P&B calcicoles (Figure 10).

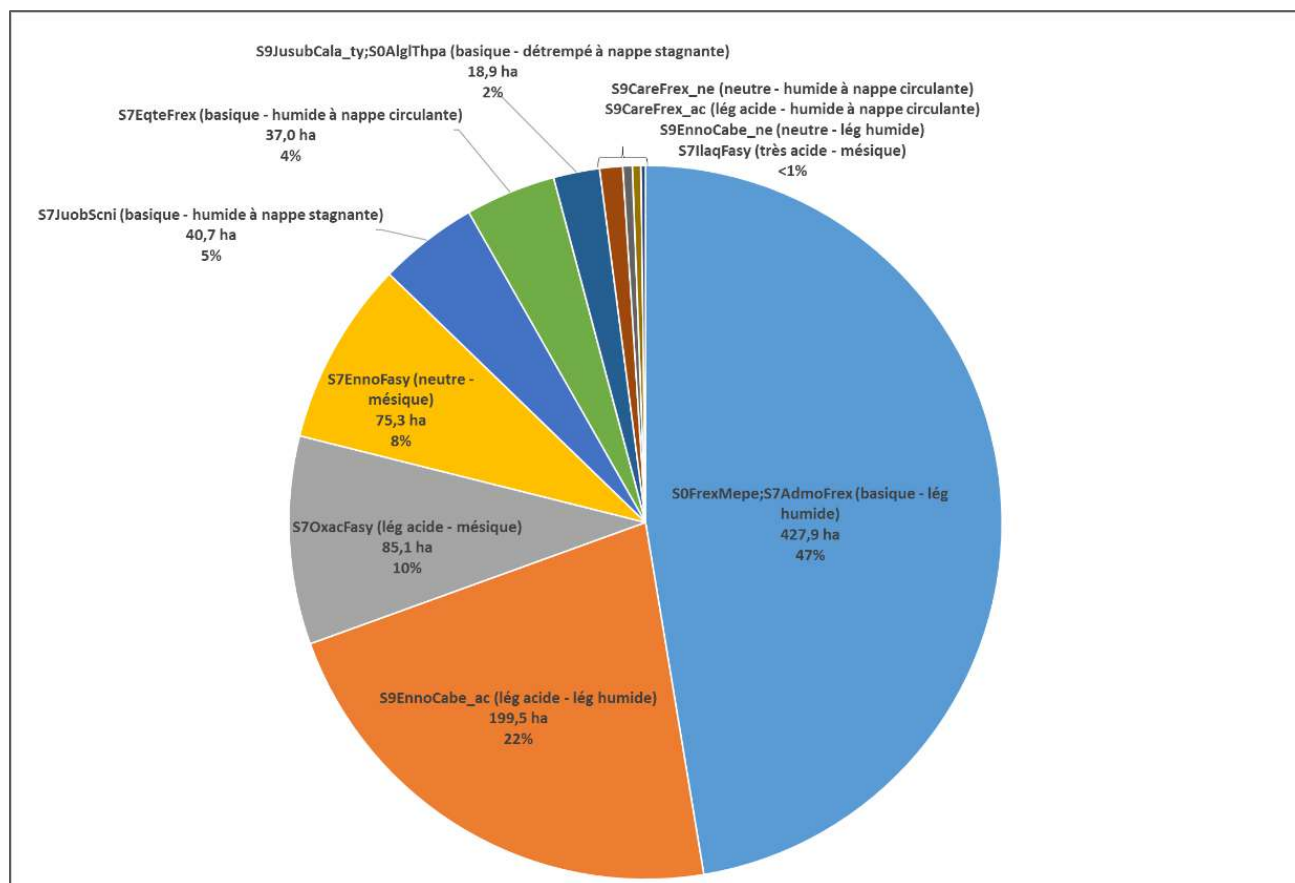


Figure 10 - Distribution des biotopes, pour les polygones portant une divergence sur la modélisation du biotope, selon la surface en ha (biotopes subhumides exclus)

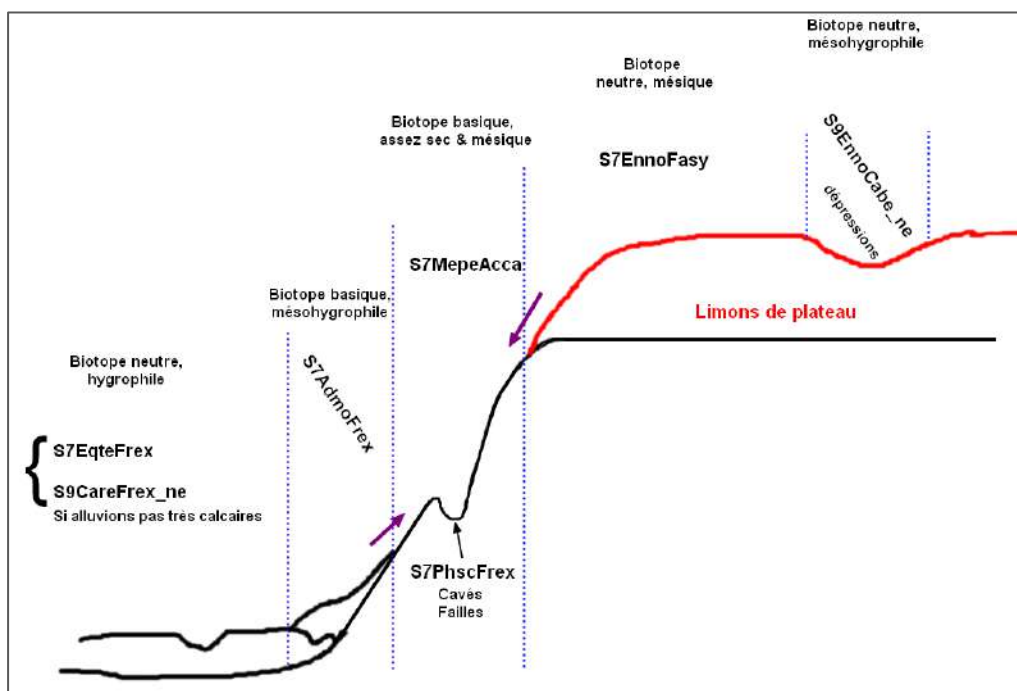


Figure 11 - Organisation des complexes vallée-versant-plateau dans l'Artois
(Flèche violette indiquant le débordement du biotope et donc la sur-modélisation des biotopes voisins ou sous-modélisation du biotope cible)

Les incohérences en nombre de polygones et par paramètres et les incohérences en surface et par biotope donnent donc le même résultat. L'incohérence principale, pour plus de la moitié, est liée à la délimitation géographique des polygones de biotope. En effet, la modélisation d'un biotope peut déborder de part et d'autre sur le biotope cible (Figure 11), ce qui engendre une sur-modélisation des biotopes « voisins » du biotope des P&B calcicoles et donc une sous-modélisation de ce dernier. Le cas de la sur-modélisation du biotope basique mésohygrophile est un problème connu au niveau de la production nationale de CarHab : les biotopes minoritaires ont tendance à être sur-modélisés au détriment des biotopes majoritaires. Ici, le biotope basique mésohygrophile, qui s'exprime dans l'Artois en frange au pied des coteaux, a « débordé » sur le biotope du reste du coteau (le biotope basique mésique).

Sous-modélisation des physionomies

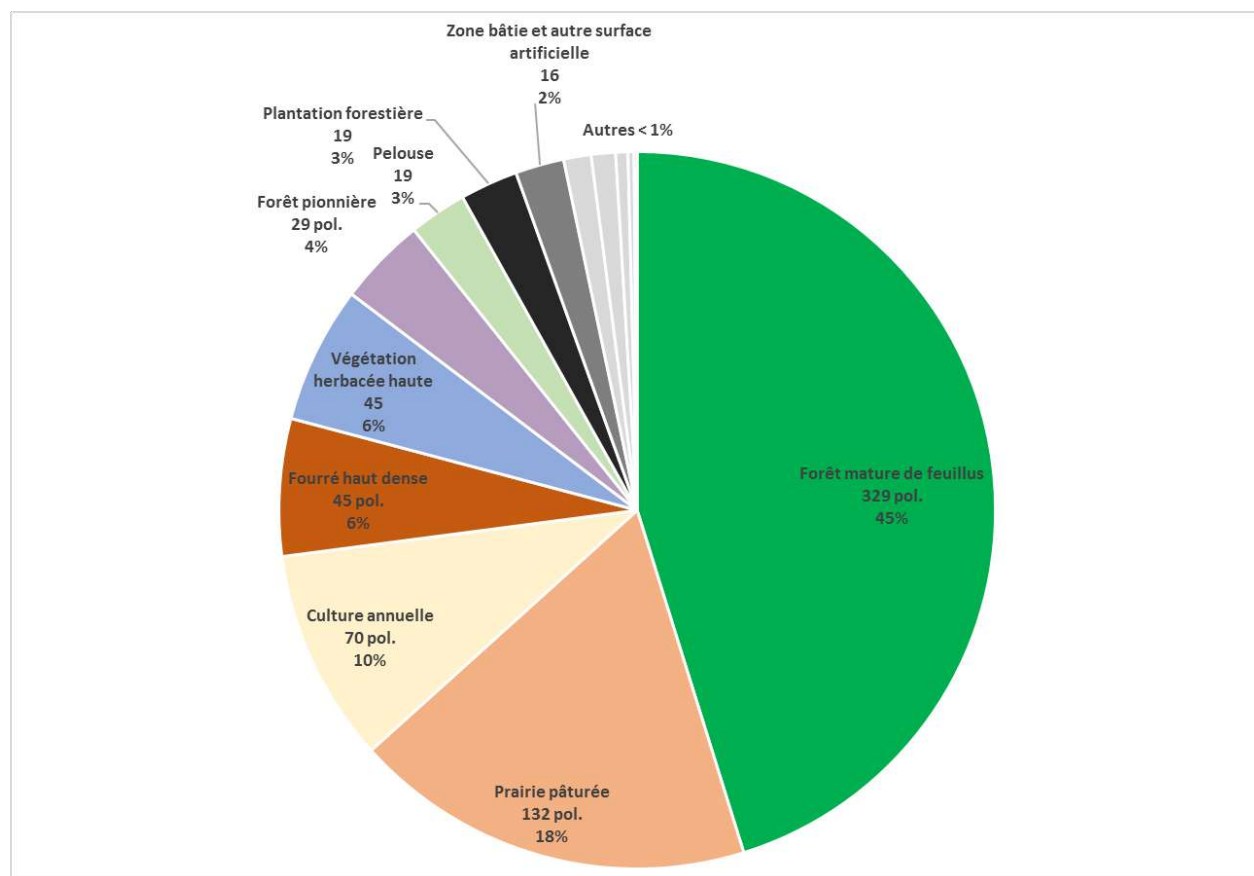


Figure 12 - Distribution des physionomies, pour les polygones non modélisés en P&B calcicoles mais dont les observations indiquent des P&B calcicoles, selon le nombre de polygones

La Figure 12 met en évidence que les défauts de modélisation de la physionomie sont majoritairement dus à une sur-modélisation des forêts matures de feuillus (45 %). Ce problème est décrit au §3.1.3. Il a un impact très important sur la modélisation des P&B calcicoles parce que le recouvrement des forêts dans ces biotopes est de l'ordre de 13,5 %, tandis que celui des pelouses, herbes hautes et substrats minéraux est de 1 % : avec un tel rapport de 1 à 10, une erreur sur la modélisation des forêts a des impacts décuplés sur la modélisation des physionomies minoritaires (même si une part substantielle des sur-modélisations de forêt mature se fait au détriment des fourrés hauts).

Au contraire des forêts, la sous-modélisation des P&B calcicoles au bénéfice des cultures n'est pas très importante compte tenu de la part des cultures dans ces biotopes (74 %). Les prairies pâturées sont en proportion un peu supérieure dans la sous-modélisation (18 %) comparée aux biotopes correspondants pris dans leur ensemble (8 %).

Ces physionomies de culture et de prairie pâturée sont des physionomies herbacées dont la signature spectrale est assez proche de celle des pelouses et des habitats minéraux. Il n'est donc pas surprenant qu'il y ait une certaine part d'erreur de modélisation des P&B calcicoles au bénéfice de ces physionomies.

Sur-modélisation et défaut de prospection

Comme indiqué précédemment, le cas (b) correspond à la fois aux sur-modélisations des P&B calcicoles (l'habitat est modélisé comme des P&B calcicoles mais les observations ne le confirment pas) et aux polygones non prospectés (et ne disposant pas de données d'observation).

Parmi les 2559 polygones correspondant à ce cas (b), il est possible d'identifier les polygones non prospectés en analysant le nombre total de taxons et de syntaxons inventoriés dans le polygone. Nous avons décidé que pour qu'un polygone puisse être considéré comme suffisamment prospecté, il devait contenir au moins dix taxons ou deux syntaxons.

À partir de cette comparaison, il est possible de séparer les polygones insuffisamment et suffisamment prospectés (Tableau 7).

Tableau 7 - Information de prospection des polygones de la modélisation CarHab P&B calcicoles non confirmés par les données DIGITALE

	Nombre de polygones	Surf. totale (ha)
Non prospecté	2509	3492,9
Prospecté	50	87
Total	2559	3580

Au total, 98 % des polygones donnés par CarHab comme P&B calcicoles sont considérés comme non prospectés.

Parmi ces 98 %, les pelouses et surfaces minérales non prospectées représentent à peu près le même pourcentage (38 % et 43 % respectivement) et 20 % pour les végétations herbacées hautes.

Les polygones suffisamment prospectés dont les données d'observation sont incohérentes avec la modélisation en P&B calcicoles peuvent être scindés en deux groupes. Il faut distinguer les polygones où l'absence des taxons et syntaxons calcicoles est due à une erreur de la modélisation CarHab (il aurait fallu modéliser un autre habitat CarHab) ou à une dégradation du biotope local par l'activité humaine (en particulier par une eutrophisation du substrat faisant disparaître les végétations calcicoles). L'analyse des observations dans ces polygones permettrait sans doute de diagnostiquer une partie des polygones, cependant l'échantillon de polygones suffisamment prospectés est tellement faible que les résultats ne seraient pas probants.

Bilan

En synthèse et en considérant les P&B calcicoles au sens strict (superposition exacte (a) + superposition partielle DIGITALE (c) = 887 polygones), c'est-à-dire liées à la modalité d'ombroclimat humide (retrait des polygones subhumides au nombre de 53), nous pouvons retenir que :

- la part des modélisations pertinentes (a) représente 20 % des 834 polygones contenant suffisamment de données d'observation pour identifier les P&B calcicoles ;
- les polygones à considérer comme sous-modélisés représentent 80 % des 834 polygones, parmi lesquels :
 - la part des modélisations présentant une incohérence de la physionomie représente 75 % des 834 polygones ;
 - la part des modélisations présentant une incohérence du biotope représente 20 % des 834 polygones ;
 - la part des modélisations présentant une incohérence totale de modélisation (biotope + physionomie) représente 15 % des 834 polygones.

En d'autres termes, parmi l'échantillon de 834 polygones disposant de suffisamment de données d'observation, la modélisation du biotope semble pertinente à 80 % tandis que la modélisation de la physionomie est pertinente à 25 %. Rappelons que cette formulation de pertinence est un raccourci qui ne tient pas compte de la part des divergences dues à la sélection des polygones contenant des données d'observation.

La part de sur-modélisation n'est pas évaluable actuellement, puisque l'essentiel des polygones concernés sont insuffisamment prospectés.

3.2.2. ANALYSE DE LA COMPARAISON APRÈS NETTOYAGE DES DONNÉES

Dans le cas des milieux ouverts calcicoles, les enjeux de préservation sont liés aux habitats susceptibles d'héberger des végétations de pelouses calcicoles et de ce point de vue, les biotopes restent les mêmes que précédemment, mais les physionomies peuvent être un peu élargies. En effet, les physionomies de fourrés hauts mixtes correspondent à des paysages assez mosaïqués qui hébergent souvent des pelouses ponctuelles. Cette physionomie doit donc être ajoutée à la catégorie P&B calcicoles pour améliorer la pertinence de la sélection. De plus, cette approche intégrant les zones en cours d'embroussaillage est conforme à la définition de l'habitat d'intérêt communautaire 6210 - Pelouses sèches semi-naturelles et faciès d'embuissonnement sur calcaires.

Afin d'augmenter la pertinence de l'analyse de la contribution de CarHab à la localisation des enjeux de préservation, il convient de procéder à un toilettage des données CarHab (cf. §3.1.3).

Ces différentes étapes de nettoyage ont été réalisées au fur et à mesure afin d'obtenir la sélection finale des P&B calcicoles d'après la modélisation CarHab ainsi qu'une couche des observations flore-végétation calcicoles issues de DIGITALE.

Le nettoyage de la couche DIGITALE aboutit à une couche de 833 polygones (contre 887 sans nettoyage).

Le nettoyage de la couche de modélisation CarHab est plus important. En effet, 13 088 polygones de forêt mature (segments Sentinel) ont été réétiquetés, permettant ainsi de restaurer un certain nombre de physionomies pouvant correspondre à la définition de P&B calcicoles (10 185 polygones). Les différentes étapes amènent à considérer 3 745 polygones de P&B calcicoles selon la modélisation (contre 2 718 sans nettoyage), sans compter les Fourrés hauts mixtes pour la comparaison.

Tableau 8 - Impact des différentes étapes de nettoyage sur la modélisation et pour le filtre P&B calcicoles

Actions de nettoyage	Nombre polygones	Surface ha	Nombre pol. avant nettoyage
Réétiquetage	291 180	1 164 354	291 180
Filtre P&B calcicoles	5 405	7 495	2 718
Suppression pol. < 5 000 m ²	5 338	7 484	2 718
Suppression pol. linéaires (< 20 m)	4 112	6 272	2 718
Suppression talus routiers	3 870	5 979	2 718
Suppression pol. en zone urbanisée	3 745	5 863	2 718 (3 954 ha)

Le Tableau 8 met en évidence l'apport conséquent des étapes de nettoyage dans la sélection des P&B calcicoles. L'étape de réétiquetage permet d'apporter 2 680 polygones supplémentaires pouvant répondre à la définition de P&B calcicoles, doublant ainsi la surface des P&B calcicoles potentielles. Chaque étape de nettoyage permet d'affiner la sélection et d'arriver ainsi à une différence notable de plus de 1 000 polygones (presque 2 000 ha supplémentaires).

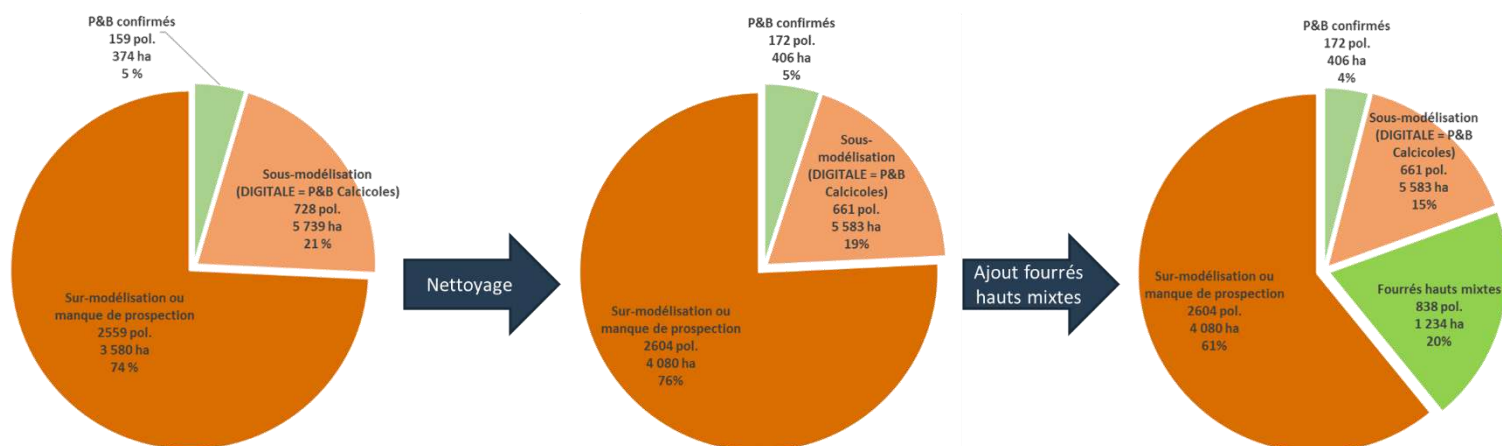


Figure 13 - Répartition des polygones avec l'apport du nettoyage et des fourrés hauts mixtes

La Figure 13 montre que sur le plan « statistique », le nettoyage ne change pas fondamentalement les informations, les proportions restant similaires. Nous pouvons néanmoins observer une augmentation des P&B calcicoles confirmés (+30 ha), une augmentation de la sur-modélisation ou manque de prospection (+500 ha) et une diminution de la sous-modélisation (-150 ha). L'ajout des fourrés hauts mixtes, quant à lui, apporte une plus-value considérable étant donné que ce sont plus de 1 000 ha qui sont ajoutés dans la sélection des P&B calcicoles.

En synthèse et en ne considérant que les P&B calcicoles au sens strict (833 polygones), c'est-à-dire sans considérer l'incohérence liée à la modalité d'ombroclimat subhumide (48 polygones), nous pouvons retenir que :

- la part des modélisations pertinentes (a) représente 22 % des 785 polygones contenant suffisamment de données d'observation pour identifier les P&B calcicoles ;
- les polygones à considérer comme sous-modélisés représentent 78 % des 785 polygones, parmi lesquels :
 - la part des modélisations présentant une incohérence de la physionomie représente 72 % des 785 polygones ;
 - la part des modélisations présentant une incohérence du biotope représente 6 % des 785 polygones ;
 - la part des modélisations présentant une incohérence totale de modélisation (biotope + physionomie) représente 14 % des 834 polygones.

En d'autres termes, parmi l'échantillon de 785 polygones après nettoyage disposant de suffisamment de données d'observation, **la modélisation du biotope semble pertinente à 80 % tandis que la modélisation de la physionomie est pertinente à 24 %**. Rappelons que cette formulation de pertinence est un raccourci qui ne tient pas compte de la part des divergences dues à la sélection des polygones contenant des données d'observation.

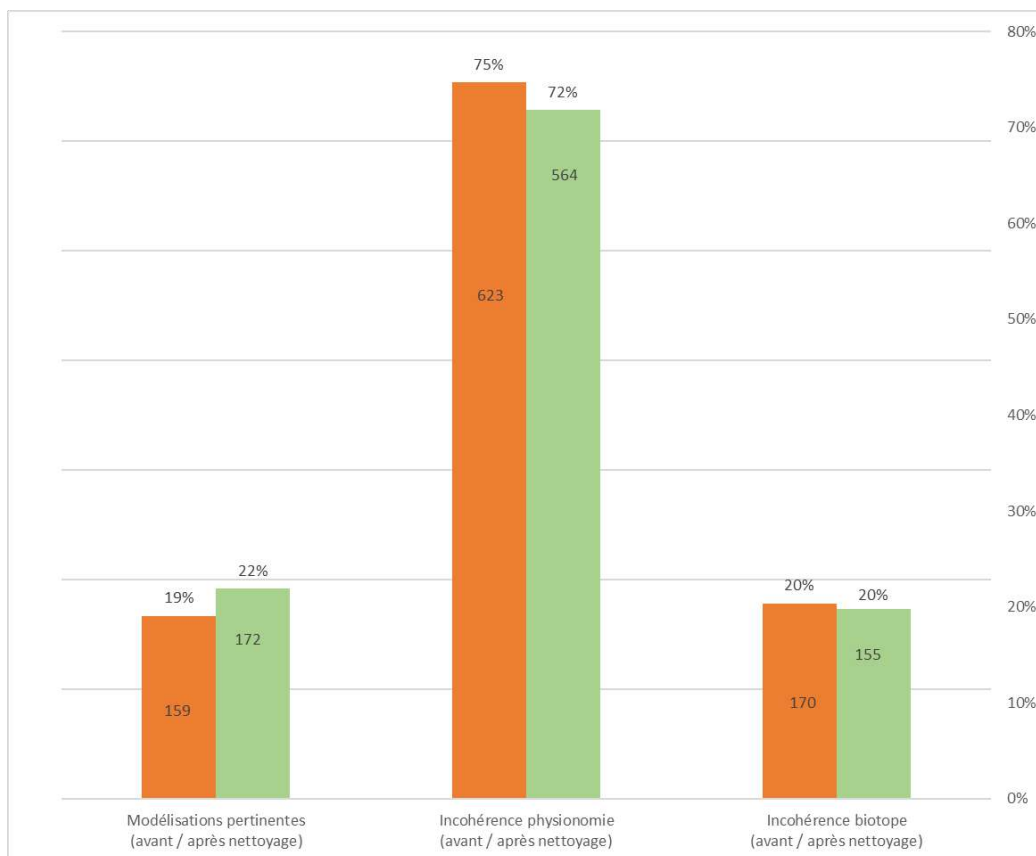


Figure 14 - Répartition du nombre de polygones et de leur pourcentage selon la pertinence de la modélisation, l'incohérence liée à la physiognomie ou au biotope
(Diagramme en orange, information brute avant nettoyage, en vert, information après nettoyage)

La Figure 14 montre que la pertinence de la modélisation est augmentée de 3 % après nettoyage des données et que les parts d'incohérence des physiognomies et des biotopes restent sensiblement similaires. Ces traitements ont donc peu d'impact sur les statistiques à l'échelle régionale, mais ils sont nécessaires à la bonne sélection des polygones à cibler dans le cadre de la préservation du patrimoine naturel.

Cartes avant et après nettoyage

Visuellement, ce que nous observons sur la Figure 15 et la Figure 16 est une augmentation des polygones cohérents, notamment dans la Somme, une diminution nette des polygones linéaires/axes routiers ainsi qu'une augmentation du nombre total de polygones par l'apport du réétiquetage et l'ajout des fourrés hauts mixtes.

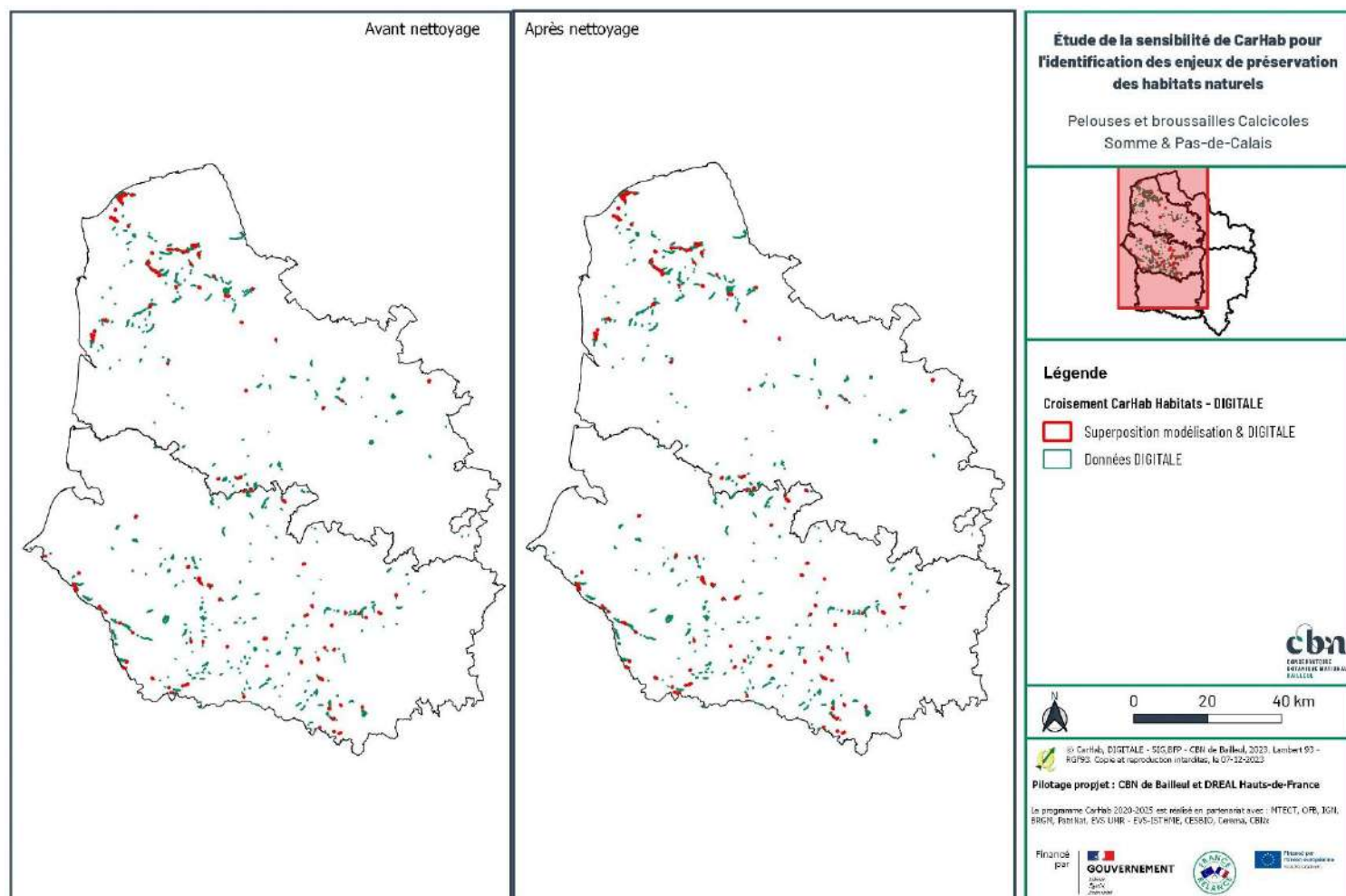


Figure 15 - Carte des P&B calcicoles confirmées (en rouge) et selon les données DIGITALE (en vert) avant et après nettoyage des données

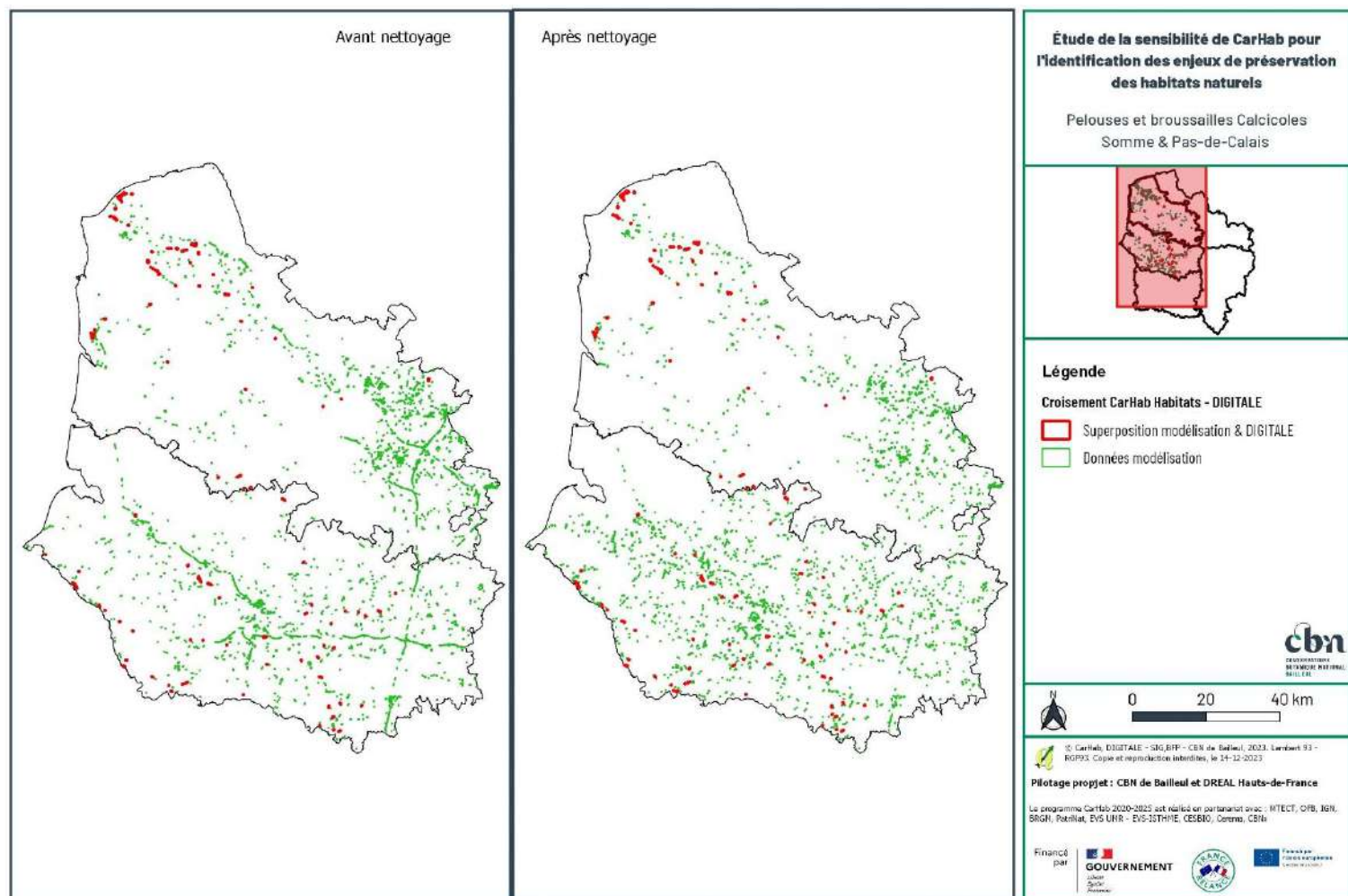


Figure 16 - Carte des P&B calcicoles confirmées (en rouge) et selon la modélisation CarHab (en vert) avant et après nettoyage des données

3.3. APPORT DE CARHAB POUR LA SPATIALISATION DES ENJEUX DE PRÉSERVATION DES PELOUSES ET BROUSSAILLES CALCICOLES

CarHab en combinaison avec les données DIGITALE permet d'avoir une localisation potentielle des pelouses et broussailles calcicoles grâce aux différentes informations des couches SIG (biotope, physionomie et données d'observation flore-végétation).

Les observations stockées dans DIGITALE amènent à sélectionner des polygones d'habitats littoraux et arrière-dunaires, puisque ces habitats peuvent héberger des plantes calcicoles. Dans la mesure où ces habitats ne sont pas ceux ciblés dans l'identification des P&B calcicoles, les polygones à ombroclimat subhumide ont été supprimés de la couche SIG issue des données DIGITALE. En effet, l'ombroclimat « subhumide » concerne uniquement les végétations littorales et arrières-dunaires.

Pour cette couche finale, les fourrés hauts mixtes sont intégrés aux pelouses et broussailles calcicoles, dans la mesure où ceux-ci peuvent héberger des pelouses ponctuelles, même si celles-ci ne sont pas systématiquement présentes. Ces habitats présentent également de bonnes potentialités de restauration de pelouses calcicoles. C'est pourquoi ceux-ci ont été modélisés en « P&B possibles ».

Il est ainsi possible d'obtenir une carte des localisations des P&B calcicoles composée de :

- **P&B calcicole confirmée** : les données DIGITALE et la modélisation CarHab (en incluant les fourrés hauts mixtes) se superposent ;
- **P&B calcicole probable selon DIGITALE** : les données DIGITALE indiquent des P&B calcicoles ;
- **P&B calcicole probable selon la modélisation** : la modélisation indique P&B calcicoles et les polygones sont non prospectés ;
- **P&B calcicole possible** : fourrés hauts mixtes modélisés et non prospectés.

La carte finale est visible en annexe IV.

■ Analyse de l'habitat d'intérêt communautaire 6210 selon le rapportage 2018 et les données CarHab

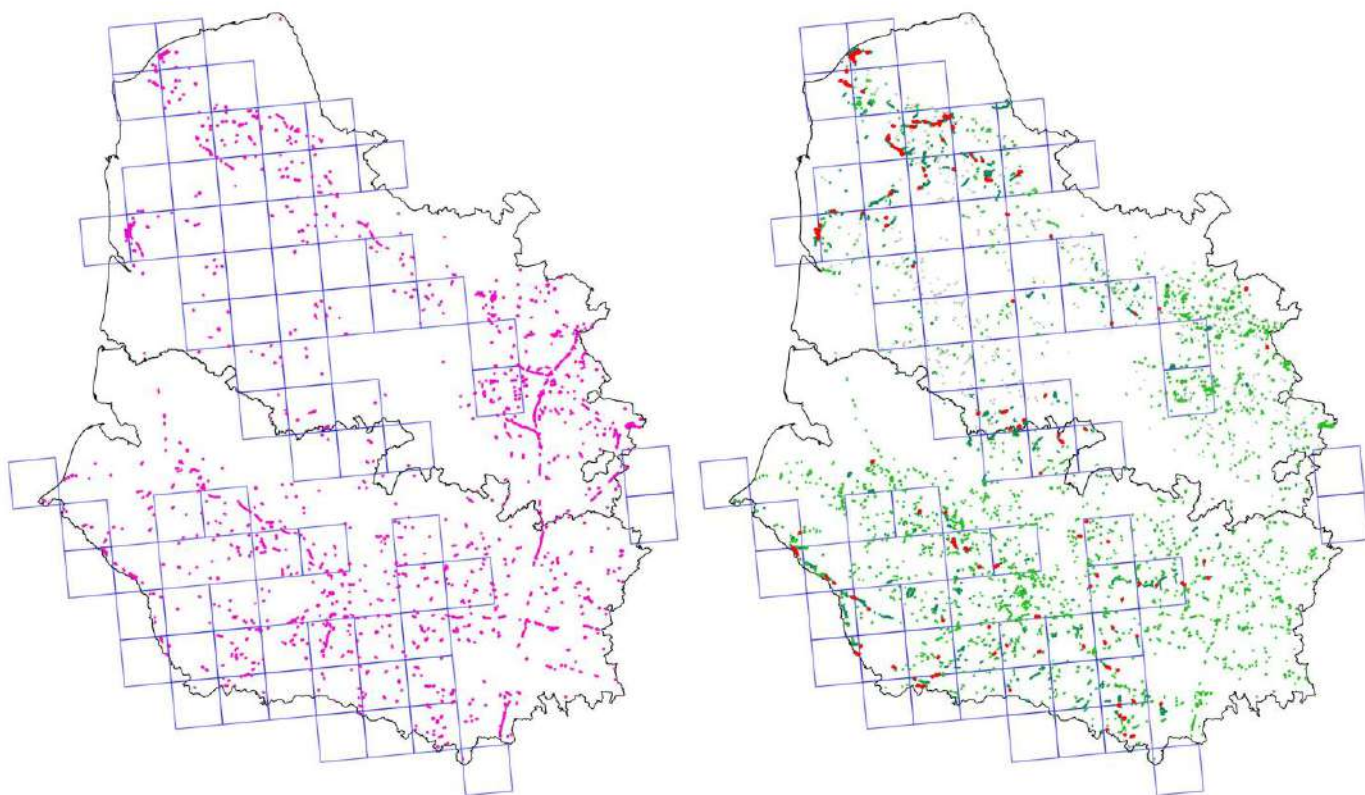


Figure 17 - Comparaison de la répartition du HIC 6210 selon la modélisation HIC CarHab nationale et selon la modélisation CarHab nettoyée (P&B calcicoles)

(Carte de gauche : modélisation du HIC 6210 selon la modélisation HIC CarHab nationale et mailles 6210 du rapportage Natura 2000 de 2018 ; carte de droite : modélisation du HIC 6210 selon la modélisation CarHab nettoyée (P&B calcicoles) et mailles 6210 du rapportage Natura 2000 de 2018)

Afin d'évaluer la pertinence de notre carte finale, nous l'avons comparée d'une part avec la carte produite dans le cadre du rapportage Natura 2000 de 2018 et d'autre part avec la carte du HIC 6210 produite selon la méthode CarHab nationale. La carte du rapportage Natura 2000 a été produite par sélection experte de mailles 10×10 km² à partir des données d'observation de végétations correspondant à l'habitat d'intérêt communautaire 6210. La carte produite selon la méthode CarHab nationale est produite par sélection des habitats CarHab hébergeant fréquemment le HIC 6210 (AUSSEL *et al.*, 2023).

La comparaison des deux cartes (Figure 17) montre des répartitions convergentes et comparables avec la carte en mailles fournies à l'occasion du rapportage 2018, avec cependant une surreprésentation du Cambrésis et du Santerre, dans l'est des deux départements. Ces deux terroirs présentent un paysage d'openfield avec peu de place pour les pelouses calcicoles. Cependant, un certain nombre de petits coteaux pourraient accueillir des pelouses calcicoles, moyennant une restauration dans de nombreux cas.

La carte des pelouses et broussailles calcicoles est plus pertinente de ce point de vue, puisqu'en hiérarchisant les pelouses et broussailles confirmées vis-à-vis des pelouses et broussailles

potentielles, elle apporte une finesse d'analyse que n'a pas la carte CarHab-HIC nationale. Nous voyons que les PB calcicoles confirmées (en rouge) et les PB calcicoles possibles selon les données DIGITALE (en vert foncé) correspondent bien aux mailles où ces habitats naturels sont connus et qui ont été transmises à l'occasion du rapportage 2018, tandis que le reste des polygones (vert clair et gris) correspond aux potentialités. La carte des P&B calcicoles est également plus exhaustive dans l'identification des potentialités, puisqu'elle couvre 10 191 ha contre 2 451 ha pour la carte nationale. Elle est enfin plus pertinente, avec la suppression des polygones de bord de route (l'autoroute A1 est très visible sur la carte nationale).



PARTIE 4

TOURBIÈRES ALCALINES

4.1. DÉFINITION ET MÉTHODE

4.1.1. DÉFINITION SELON LES PARAMÈTRES DE BIOTOPE DE CARHAB

Les tourbières alcalines ont été définies selon les modalités suivantes :

- biotopes :
 - paramètre *acidité édaphique* : « basique » ;
 - paramètre *humidité édaphique* : « humide », « détrempé », « amphibie ».
- physionomies :
 - Toutes les physionomies.

Ainsi définies, les tourbières alcalines couvriraient 15 904 ha et correspondraient à 2 985 polygones dans le Pas-de-Calais et la Somme selon la modélisation CarHab. Cependant, la modélisation surestime la surface de tourbière fonctionnelle, comme nous allons le voir maintenant.

4.1.2. LE PROBLÈME DE LA DÉNATURATION DES TOURBES ET DE L'EUTROPHISATION (CATTEAU, 2022)

La richesse en nutriments du sol conditionne la productivité de la végétation et, par voie de conséquence, les stratégies des plantes la composant. Les sols oligotrophes favoriseront les plantes à stratégie S de Grime (plantes « tolérantes au stress », adaptées aux milieux contraignants, allouant une grande partie de leurs ressources à des adaptations physiologiques et morphologiques et par conséquent de moindre productivité) et à comportement frugal, tandis que les sols eutrophes favoriseront les plantes à stratégie C (plantes « compétitrices », robustes, vivaces à croissance rapide, allouant l'essentiel de leurs ressources à la productivité) et à comportement dispendieux. Les sols mésotrophes, en hébergeant des espèces de différentes stratégies ont, toutes choses égales par ailleurs, des végétations plus diversifiées. Comme l'engorgement du sol favorise également les plantes à stratégie S de Grime et à comportement frugal, les marais oligotrophes présentent des

conditions très contraignantes qui provoquent une sélection drastique en faveur des plantes à stratégie S.

Or, les tourbières alcalines sont fréquemment eutrophisées, à la fois par des entrées d'eau chargée en nutriments et par la minéralisation des tourbes suite à un drainage (l'eutrophisation s'accompagne alors d'un assèchement) : la matière organique des tourbes ne baignant plus dans l'eau est dégradée en sels minéraux, ce qui provoque une eutrophisation.

Dans les biotopes eutrophisés, les contraintes liées au manque de nutriments sont totalement levées et les contraintes liées au pH sont partiellement levées. Par conséquent, la compétition joue pleinement son effet sélectif et les espèces à stratégie C sont nettement favorisées au détriment des espèces à stratégie S qui disparaissent presque totalement. Il en résulte une grande banalisation de la flore.

Les végétations de ces biotopes de tourbières alcalines eutrophisées, conditionnées essentiellement par la compétition, ne sont plus liées aux caractéristiques du terroir et ont une répartition beaucoup plus large que celles des biotopes plus oligotrophes. Ces végétations eutrophiles azonales sont un des facteurs majeurs de la banalisation et de l'anonymisation des paysages végétaux modernes.

4.1.3. CE QUI EST MODÉLISÉ DANS CARHAB

CarHab modélise l'acidité édaphique et l'humidité édaphique (entre autres). Pour les tourbières alcalines, ce sont les biotopes basiques et humides, détrempés et amphibies qui sont considérés. Cependant, l'expérience de terrain nous montre que les niveaux d'humidité des tourbières sont mosaïqués. En particulier, il est extrêmement rare de pouvoir cartographier des surfaces significatives de tourbière détrempée distinctes des surfaces de tourbière amphibie. D'ailleurs, ce phénomène se ressent dans la composition floristique des végétations, puisque certaines associations occupent les deux niveaux d'humidité (*Junco subnodulosi* – *Caricetum lasiocarpae* en particulier). Nous avons donc décidé d'amalgamer les niveaux d'humidité « détrempé » et « amphibie », ce qui nous amène à distinguer deux niveaux de tourbière alcaline : tourbière humide et tourbière amphibie.

En revanche, **CarHab ne prend pas en compte le paramètre de trophie**. Or, les tourbières alcalines sont sensibles à la minéralisation ; ainsi la **trophie va être primordiale pour déterminer les tourbières alcalines non dénaturées**, c'est-à-dire les biotopes oligotrophes à mésotrophes. C'est pourquoi il est nécessaire de croiser la modélisation CarHab avec les données d'observation afin de déterminer la trophie et permettre de présenter les réels enjeux de préservation. Nous distinguons donc trois niveaux de trophie : oligotrophe, mésotrophe et eutrophe.

Ce sont donc six types de tourbières alcalines que nous allons chercher à modéliser grâce au croisement des données d'observation flore-végétation et de la modélisation CarHab (cf. Figure 18 à Figure 20) :

- tourbière alcaline humide oligotrophe ;
- tourbière alcaline amphibie oligotrophe ;
- tourbière alcaline humide mésotrophe ;
- tourbière alcaline amphibie mésotrophe ;
- tourbière alcaline humide eutrophe (qui sont donc des tourbières dénaturées qui ont perdu leur spécificités floristiques et phytocénétiques) ;
- tourbière alcaline amphibie eutrophe (qui sont donc des tourbières dénaturées qui ont perdu leur spécificités floristiques et phytocénétiques).

4.2. MÉTHODE

4.2.1. CONSTRUCTION DE LA LISTE DES SYNTAXONS

Les tourbières alcalines hébergent de nombreux syntaxons correspondant à différents stades dynamiques de la pelouse à la forêt pionnière mais aussi différents niveaux d'humidité (humide à amphibie) et de trophie (oligotrophe à eutrophe). Il est donc possible de dégager des listes de syntaxons inféodés aux différents types de tourbière alcaline qui serviront de guides pour les identifier parmi les polygones de la modélisation CarHab. La Figure 21 présente ces syntaxons guides classés par niveau d'humidité et de trophie.



Figure 18 - Photographies de biotope oligotrophe
(À gauche : humide (*Junco obtusiflori* - *Schoenetum nigricantis*) ; à droite amphibie (*Junco subnodulosi* - *Caricetum lasiocarpae*)
- © Q. Dumont)



Figure 19 - Photographies de biotope mésotrophe
(À gauche : humide (*Hydrocotylo vulgaris* - *Juncetum subnodulosi*) ; à droite amphibie (*Thelypterido palustris* - *Phragmitetum australis*) - © Q. Dumont)



Figure 20 - Photographies de biotope eutrophe
(À gauche : humide (*Eupatorio cannabini* - *Convolvuletum sepium*) ; à droite amphibie (Groupement à *Carex paniculata* et *Carex pseudocyperus*) - © A. Fontenelle)

	humide oligotrophe	amphibie oligotrophe	humide mésotrophe	amphibie mésotrophe	humide eutrophe	amphibie eutrophe
<i>Junco obtusiflori</i> - <i>Schoenetum nigricantis</i> Allorge 1922	x					
<i>Anagallido tenellae</i> - <i>Eleocharitetum quinqueflorae</i> (Bournérias in Riomet & Bournérias 1952) B. Foucault in J.-M. Royer et al. 2006	x					
<i>Anagallido tenellae</i> - <i>Eleocharitetum quinqueflorae</i> (Bournérias in Riomet & Bournérias 1952) B. Foucault in J.-M. Royer et al. 2006		x				
<i>Junco subnodulosi</i> - <i>Caricetum lasiocarpae</i> (Wattez 1968) B. Foucault 2008		x				
<i>Cladietum marisci</i> Allorge 1922		x				
UTRICULARIETEA INTERMEDIO - MINORIS W. Pietsch ex Krausch 1968		x				
<i>Charetum polyacanthae</i> Damska ex Gabka & Pelechaty 2003		x				
<i>Potametum colorati</i> Allorge 1921		x				
<i>Caricetum viridulo</i> - <i>lepidocarpae</i> Catteau et al. in Catteau et al. 2017			x			
<i>Hydrocotylo vulgaris</i> - <i>Juncetum subnodulosi</i> (Wattez 1968) B. Foucault in J.-M. Royer et al. 2006			x			
<i>Pulicario dysentericae</i> - <i>Juncetum inflexi</i> B. Foucault in J.-M. Royer et al. 2006 <i>typicum</i>			x			
<i>Junco compressi</i> - <i>Blysmetum compressi</i> Tüxen ex Oberd. 1957			x			
<i>Lathyro palustris</i> - <i>Lysimachietum vulgaris</i> H. Passarge 1978				x		
<i>Thelypterido palustris</i> - <i>Phragmitetum australis</i> Kuiper ex Donselaar et al. 1961				x		
<i>Alno glutinosae</i> - <i>Salicetum cinereae</i> H. Passarge 1956				x		
Groupement à <i>Alnus glutinosa</i> et <i>Thelypteris palustris</i> Duhamel & Catteau in Catteau, Duhamel et al. 2009				x		
<i>Berulo erectae</i> - <i>Ranunculetum linguae</i> Prey & Wattez in Catteau et al. 2017				x		
Groupement à <i>Eleocharis palustris</i> subsp. <i>vulgaris</i> et <i>Hippuris vulgaris</i> Duhamel & Catteau in Catteau, Duhamel et al. 2009				x		
<i>Myriophyllo verticillati</i> - <i>Hippuridetum vulgaris</i> Julve & Catteau 2006				x		
Groupement à <i>Rumex conglomeratus</i> et <i>Juncus inflexus</i> Catteau & Camart 2019					x	
<i>Eupatorio cannabini</i> - <i>Convolvuletum sepium</i> Görs 1974					x	
<i>Humulo lupuli</i> - <i>Sambucetum nigrae</i> T. müll. ex B. Foucault 1991					x	
<i>Rubo caesii</i> - <i>Salicetum cinereae</i> Somsak 1963						x
<i>Cirsio oleracei</i> - <i>Alnetum glutinosae</i> Lemée ex Noifalisse & Sougneux 1961						x
Groupement à <i>Carex paniculata</i> et <i>Carex pseudocyperus</i> Catteau & Duhamel 2014						x
Groupement à <i>Typha latifolia</i> Duhamel & Catteau in Catteau, Duhamel et al. 2009						x
<i>Solano dulcamarae</i> - <i>Phragmitetum australis</i> (Krausch 1965) Succow 1974						x
Groupement à <i>Carex acutiformis</i> et <i>Carex riparia</i> Duhamel & Catteau in Catteau, Duhamel et al. 2009						x
<i>Ranunculo repentis</i> - <i>Alopecuretum geniculati</i> Tüxen 1937						x
<i>Potentillo anserinae</i> - <i>Alopecuretum geniculati</i> Tüxen 1947						x

Figure 21 - Syntaxons du système tourbeux alcalin classés par niveau d'humidité et de trophie

À partir des relevés phytosociologiques stockés dans DIGITALE, une analyse floristique de chaque syntaxon caractéristique de tourbière alcaline a été réalisée afin de dégager une liste de taxons typiques et différentiels de chaque syntaxon. La Figure 22 montre la confection de listes de taxons typiques et différentiels pour un syntaxon donné. Ces listes de taxons compenseront le manque de données d'observation de syntaxons.

[illegible]

Ces taxons sont ensuite rangés par niveaux d'humidité et de trophie définis par la Figure 21. Les taxons typiques d'un biotope (ex : oligotrophe humide) sont surlignés en rouge dans la Figure 23. Plusieurs listes complémentaires (en vert dans la Figure 23) ont dû être également réalisées. En effet, des taxons caractéristiques de plusieurs syntaxons ont pu être identifiés. Ces listes complémentaires permettront une analyse plus fine des polygones CarHab.

	humide oligotrophe	amphibie oligotrophe	humide mésotrophe	amphibie mésotrophe	humide eutrophe	amphibie eutrophe		humide oligotrophe & mésotrophe	humide mésotrophe & eutrophe	amphibie mésotrophe & eutrophe	oligotrophe	oligotrophe & mésotrophe	mésotrophe & eutrophe
<i>Briza media</i> subsp. <i>media</i> L., 1753	x						<i>Carex flacca</i> subsp. <i>flacca</i> Schreb., 1771	x					
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Räusch., 1797	x						<i>Valeriana dioica</i> subsp. <i>dioica</i> L., 1753	x					
<i>Carex hostiana</i> DC., 1813	x						<i>Molinia caerulea</i> (L.) Moench, 1794	x					
<i>Cirsium dissectum</i> (L.) Hill, 1768	x						<i>Cirsium palustre</i> (L.) Scop., 1772		x				
<i>Succisa pratensis</i> Moench, 1794	x						<i>Carex disticha</i> Huds., 1762		x				
<i>Dactylorhiza incarnata</i> subsp. <i>incarnata</i> (L.) Soó, 1962	x						<i>Stachys palustris</i> L., 1753		x				
<i>Pinguicula vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i> L., 1753	x						<i>Berula erecta</i> (Huds.) Coville, 1893			x			
<i>Carex lasiocarpa</i> Ehrh., 1784		x					<i>Carex paniculata</i> L., 1755			x			
<i>Carex diandra</i> Schrank, 1781		x					<i>Galium elongatum</i> C.Presl, 1822			x			
<i>Menyanthes trifoliata</i> L., 1753		x					<i>Typha angustifolia</i> L., 1753			x			
<i>Potamogeton coloratus</i> Hornem., 1813		x					<i>Equisetum fluviale</i> L., 1753			x			
<i>Scorpidium cossonii</i> (Schimp.) Hedenäs		x					<i>Rumex hydrolapathum</i> Huds., 1778			x			
<i>Scorpidium scorpioides</i> (Hedw.) Limpr.		x					<i>Epipactis palustris</i> (L.) Crantz, 1769				x		
<i>Utricularia</i> gr. <i>minor</i>		x					<i>Schoenus nigricans</i> L., 1753				x		
<i>Chara polyacantha</i> A.Braun, 1859		x					<i>Pedicularis palustris</i> subsp. <i>palustris</i> L., 1753				x		
<i>Dactylorhiza praetermissa</i> (Druce) Soó, 1962			x				<i>Eleocharis quinqueflora</i> (Hartmann) O.Schwarz, 1949				x		
<i>Carex nigra</i> subsp. <i>nigra</i> (L.) Reichard, 1778			x				<i>Lysimachia tenella</i> L., 1753				x		
<i>Equisetum palustre</i> L., 1753			x				<i>Liparis loeselii</i> (L.) Rich., 1817				x		
<i>Lotus pedunculatus</i> Cav., 1793			x				<i>Carex lepidocarpa</i> Tausch, 1834					x	
<i>Lychnis flos-cuculi</i> L., 1753			x				<i>Oenanthe lachenalii</i> C.C.Gmel., 1805					x	
<i>Hypericum tetrapterum</i> Fr., 1823			x				<i>Carex panicea</i> L., 1753					x	
<i>Ribes nigrum</i> L., 1753				x			<i>Galium uliginosum</i> L., 1753					x	
<i>Ranunculus lingua</i> L., 1753			x				<i>Ranunculus flammula</i> L., 1753					x	
<i>Cladium mariscus</i> (L.) Pohl, 1809			x				<i>Juncus subnodulosus</i> Schrank, 1789					x	
<i>Lathyrus palustris</i> L., 1753			x				<i>Hydrocotyle vulgaris</i> L., 1753					x	
<i>Thelypteris palustris</i> Schott, 1834			x				<i>Eupatorium cannabinum</i> subsp. <i>cannabinum</i> L., 1753						x
<i>Thyselinum palustre</i> (L.) Hoffm., 1814			x				<i>Lythrum salicaria</i> L., 1753						x
<i>Frangula alnus</i> subsp. <i>alnus</i> Mill., 1768			x				<i>Lysimachia vulgaris</i> L., 1753						x
<i>Calamagrostis canescens</i> subsp. <i>canescens</i> (Weber) Roth, 1789			x				<i>Symphytum officinale</i> subsp. <i>officinale</i> L., 1753						x
<i>Carex elata</i> subsp. <i>elata</i> All., 1785			x				<i>Mentha aquatica</i> L., 1753						x
<i>Dryopteris cristata</i> (L.) A.Gray, 1848			x				<i>Convolvulus sepium</i> L., 1753						x
<i>Myriophyllum verticillatum</i> L., 1753			x				<i>Cirsium oleraceum</i> (L.) Scop., 1769						x
<i>Hippuris vulgaris</i> L., 1753			x				<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim., 1879						x
<i>Phalaris arundinacea</i> subsp. <i>arundinacea</i> L., 1753					x		<i>Carex acutiformis</i> Ehrh., 1789						x
<i>Angelica sylvestris</i> subsp. <i>sylvestris</i> L., 1753					x		<i>Carex riparia</i> Curtis, 1783						x
<i>Scrophularia auriculata</i> subsp. <i>auriculata</i> L., 1753					x		<i>Lycopus europaeus</i> L., 1753						x
<i>Myosotis scorpioides</i> L., 1753						x	<i>Iris pseudacorus</i> L., 1753						x
<i>Typha latifolia</i> L., 1753						x	<i>Solanum dulcamara</i> L., 1753						x
<i>Carex pseudocyperus</i> L., 1753						x	<i>Epilobium hirsutum</i> L., 1753						x

Figure 23 - Taxons du système tourbeux alcalin classés par niveau d'humidité et trophique

4.2.3. CROISEMENT AVEC LES DONNÉES D'OBSERVATIONS

Une extraction a été réalisée pour intégrer les données d'observation à la modélisation CarHab. L'extraction inclut des données de taxons et syntaxons définis dans les polygones CarHab afin de disposer de la distribution de ceux-ci pour vérifier la pertinence de la carte des habitats tourbeux alcalins. Pour chaque polygone CarHab, sont indiqués le nombre de taxons et le nombre de syntaxons des tourbières alcalines ainsi que la liste de ceux-ci.

Les polygones CarHab vont être triés à l'aide des données DIGITALE dans l'ordre suivant :

- comme pour les P&B calcicoles (cf. §3.1.3), les polygones de moins de 5 000 m² sont retirés de la couche puisqu'en dessous de cette échelle, la fonctionnalité de la cellule paysagère n'est pas effective et l'expression complète des végétations n'est pas optimale ;
- tri des polygones en fonction du nombre de taxons et/ou syntaxon(s) dans chacune des listes précédentes. Un polygone doit contenir au moins un syntaxon ou deux taxons dans au moins une des listes principales pour être considéré comme retenu ;
- ces polygones sont ensuite séparés en fonction du niveau d'humidité et de trophie. Afin qu'un polygone puisse être considéré comme tel ou tel type d'habitat défini par l'humidité et la trophie (correspondant à la notion de biotope CarHab), il faut qu'il contienne au moins un syntaxon ou deux taxons de l'habitat concerné. Le choix se fera sur le plus grand nombre de syntaxons et/ou taxons d'une liste principale pour définir l'habitat principal ;
- à cette étape, il est possible que les données d'observation agrégées dans un polygone CarHab mènent à l'identification de plusieurs habitats. Les listes complémentaires permettent dans ce cas d'affiner l'analyse en définissant au mieux l'humidité et la trophie ;
- les polygones non pris en compte grâce aux listes principales peuvent également être analysés grâce aux listes secondaires. Il faudra dans ce cas que le polygone contienne une combinaison des taxons pouvant être rattachables à un seul type d'habitat. Par exemple, pour qu'un polygone puisse être rattaché à l'habitat oligotrophe humide, il faut qu'il possède au moins un taxon oligotrophe (liste oligotrophe) et un taxon humide (liste oligotrophe et mésotrophe humide).

À partir de ce lot avec un jeu de données de taxons et syntaxons de tourbières alcalines, la modélisation des biotopes et des physionomies pourra être analysée.

4.3. PRÉCISION DE CARHAB ÉVALUÉE POUR LES TOURBIÈRES ALCALINES

4.3.1. MODÉLISATION DES BIOTOPES

Pour les biotopes, trois niveaux de pertinence de la modélisation peuvent être exploités :

- les données DIGITALE et la modélisation CarHab indiquent toutes deux les tourbières alcalines (= taux de pertinence) avec deux sous-niveaux : correct et probable (cf. § suivant) ;
- les données DIGITALE indiquent des tourbières alcalines mais pas la modélisation CarHab (= sous-modélisation) ;
- la modélisation CarHab indique des tourbières alcalines mais pas les données DIGITALE (= sur-modélisation).

Il est nécessaire de souligner à nouveau que les termes « pertinence », « sous-modélisation » et « sur-modélisation » sont des raccourcis. Une divergence entre les polygones identifiés par la modélisation CarHab et les polygones identifiés par les données DIGITALE n'est pas nécessairement interprétable

comme une erreur de CarHab, puisque l'identification par les données DIGITALE comporte elle aussi ses failles.

Analyse de la modélisation croisée avec les données flore et végétation (taux de pertinence)

Pour rappel, six biotopes de tourbière alcaline peuvent être identifiés par rapport à la trophie, déterminée sur trois niveaux : oligotrophe, mésotrophe et eutrophe, et à l'humidité, déterminée sur deux niveaux : humide et amphibie. Le niveau amphibie regroupe en réalité deux niveaux : détrempé et amphibie. En effet, il est complexe de différencier ces deux niveaux au sein des tourbières alcalines : syntaxons avec variabilités et taxons présents dans les deux niveaux.

À partir de la couche CarHab, un croisement est effectué pour obtenir un lot de 6 038 polygones avec de la donnée d'observation (flore et végétation) de tourbière alcaline. En appliquant les filtres décrits au §4.2.3, nous obtenons un lot de 1 966 polygones avec suffisamment de données d'observation pour analyser au plus juste le niveau d'humidité et de trophie des tourbières alcalines. Ces 1 966 polygones correspondent à une surface de 14 867 ha. Toutefois, tous ces polygones ne correspondent pas nécessairement à des tourbières alcalines : comme exposé plus bas, certaines analyses vont nous amener à laisser de côté des lots de polygones dont les données d'observation laisseraient envisager la présence d'une tourbière alcaline (en d'autres termes, il s'agit de biais liés à la sélection des polygones en fonction des données d'observation).

Les 4 072 polygones avec un nombre insuffisant de données de tourbière alcaline vont être exploités pour évaluer le taux de sur-modélisation (voir plus bas).

Plusieurs ajustements ont été réalisés afin de permettre la meilleure détection des différents biotopes :

- les biotopes des tourbières alcalines sont la plupart du temps en mosaïque pour le paramètre de l'humidité édaphique. C'est pourquoi, il peut être intéressant, pour un biotope avec une humidité édaphique donnée, d'intégrer le niveau d'humidité édaphique au-dessus et en dessous ;
- on peut alors considérer qu'un polygone modélisé en légèrement humide ou en détrempé est probablement correct si ce même polygone présente des données d'observation de type humide. De même, on peut alors considérer qu'un polygone modélisé en humide est probablement correct si ce même polygone contient des données d'observation de type détrempé. Trois cas de figure (Figure 24) se présentent donc :
 - un polygone avec un niveau d'humidité édaphique déterminé par les données d'observation et modélisé avec le même niveau d'humidité est considéré comme cohérent ;
 - un polygone avec un niveau d'humidité édaphique déterminé par les données d'observation et modélisé avec un niveau d'humidité soit au-dessus, soit en dessous est considéré comme probable ;
 - un polygone avec un niveau d'humidité édaphique déterminé par les données d'observation et modélisé avec plus d'un niveau d'humidité au-dessus ou en dessous est considéré comme incohérent ;
- le biotope de tourbière alcaline humide oligotrophe est identifié à la fois par des observations d'espèces de milieux humides et par des observations d'espèces de milieux non humides (utilisées pour distinguer ce biotope vis-à-vis du biotope amphibie oligotrophe). On a remarqué que 93 polygones dont le biotope modélisé correspond aux tourbières alcalines ne possèdent que des espèces mésiques caractérisant ainsi les pelouses et broussailles du précédent chapitre. La sélection de ces polygones pourrait laisser penser que la modélisation CarHab est erronée alors que c'est la méthode d'exploitation des données d'observation qui présente un biais. Il apparaît alors nécessaire de supprimer ces 93 polygones afin d'éviter une

surreprésentation des tourbières alcalines humides oligotrophes selon les données d'observation.

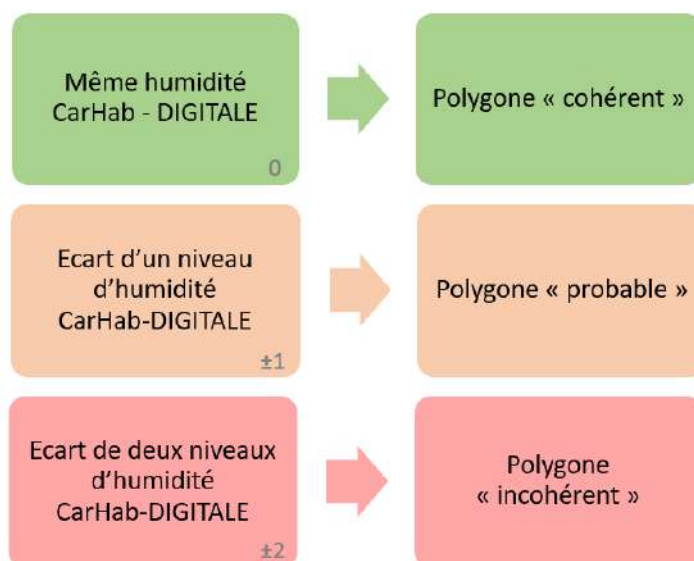


Figure 24 - Cas de figure pour qualifier les polygones selon les niveaux d'humidité

Dans la Figure 25, nous pouvons observer que les polygones identifiés en biotope humide oligotrophe selon les données d'observation se situent dans l'Artois, qui est riche en pelouses et boisements calcicoles mais où il n'y a pas de tourbières alcalines : ces polygones n'auraient pas dû être sélectionnés.

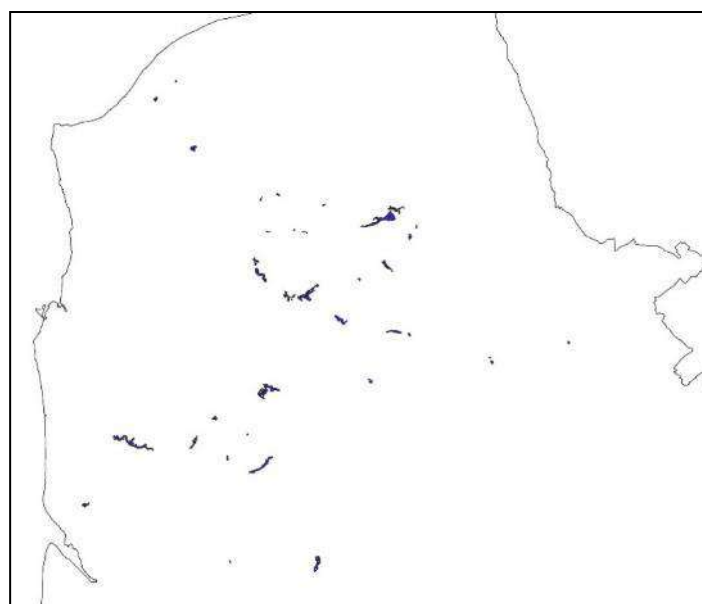


Figure 25 - Carte correspondant aux polygones de biotope humide oligotrophe selon les données d'observation mais définis selon la modélisation CarHab comme un biotope mésique à assez sec

L'eutrophisation « efface » les marqueurs d'acidité (cf. §4.1.2). En conséquence, la plupart des syntaxons et des taxons qui composent les biotopes eutrophes sont indifférents au pH et ne relèvent pas nécessairement de biotopes de tourbière alcaline. Dans le cas des tourbières eutrophisées, la modélisation CarHab est la seule information permettant d'identifier l'acidité du biotope. Par conséquent, dans le cas des tourbières eutrophes, nous ne conservons que les polygones dont le biotope modélisé est basique et rejetons les polygones modélisés en neutre ou acide. Le lot de polygones rejetés représente 159 polygones pour les biotopes humides eutrophes et 62 polygones pour les biotopes amphibies eutrophes.

Dans l'ensemble, le taux de pertinence est bon. Nous rappelons que, comme indiqué au début de ce §4.3.1, nous appelons (par simplification) « pertinente » une modélisation CarHab confirmée par les données d'observation, « probable » une modélisation ne divergeant de l'information apportée par les données CarHab que par un degré sur l'échelle d'humidité et « sous-modélisation » une modélisation CarHab n'identifiant pas les tourbières alcalines alors que les données d'observation le font ou divergeant de plus d'un degré sur l'échelle d'humidité. Les analyses ci-dessous sont menées sur les 1 966 polygones avec suffisamment de données d'observation pour analyser au plus juste le niveau d'humidité et de trophie de tourbières alcalines. Comme pour les P&B calcicoles, la part de sur-modélisation (cas où la modélisation de tourbière alcaline n'est pas confirmée par les données d'observation) ne peut pas être évaluée de manière fiable puisque ces cas peuvent être dus à des défauts d'échantillonnage.

- **en nombre de polygones, la modélisation des biotopes de tourbières alcalines est cohérente à 54 % et probable à 31 % (Figure 26) ;**
- **en surface, la modélisation des biotopes de tourbière alcaline est cohérente sur 6 674 ha soit 45 % de la surface totale de tourbière alcaline modélisée. Les polygones de tourbières alcalines probables représentent 4 212 ha soit 28 % de la surface de tourbière alcaline identifiée par les données d'observation (Figure 26) ;**
- **le biotope le mieux modélisé est le biotope amphibie oligotrophe avec 97 % (Figure 27) du nombre de polygones corrects. Cela représente 98 % de la surface du biotope amphibie oligotrophe correctement modélisée (Figure 28) ;**
- **le biotope le moins bien modélisé est le biotope humide mésotrophe avec 31 % (Figure 27) du nombre de polygones incorrects. Cela représente plus de la moitié de la surface modélisée soit 55 % de la surface du biotope humide mésotrophe incorrect (Figure 28).**

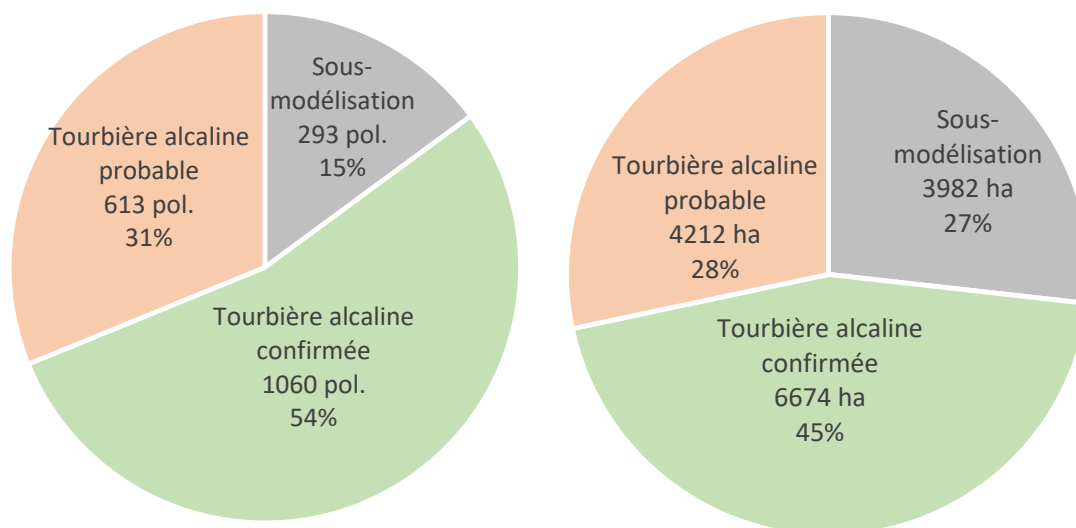


Figure 26 - Répartition du niveau de pertinence de la modélisation CarHab pour les polygones ayant des données d'observation de tourbière alcaline
(à gauche : en nombre de polygones ; à droite : en surface)

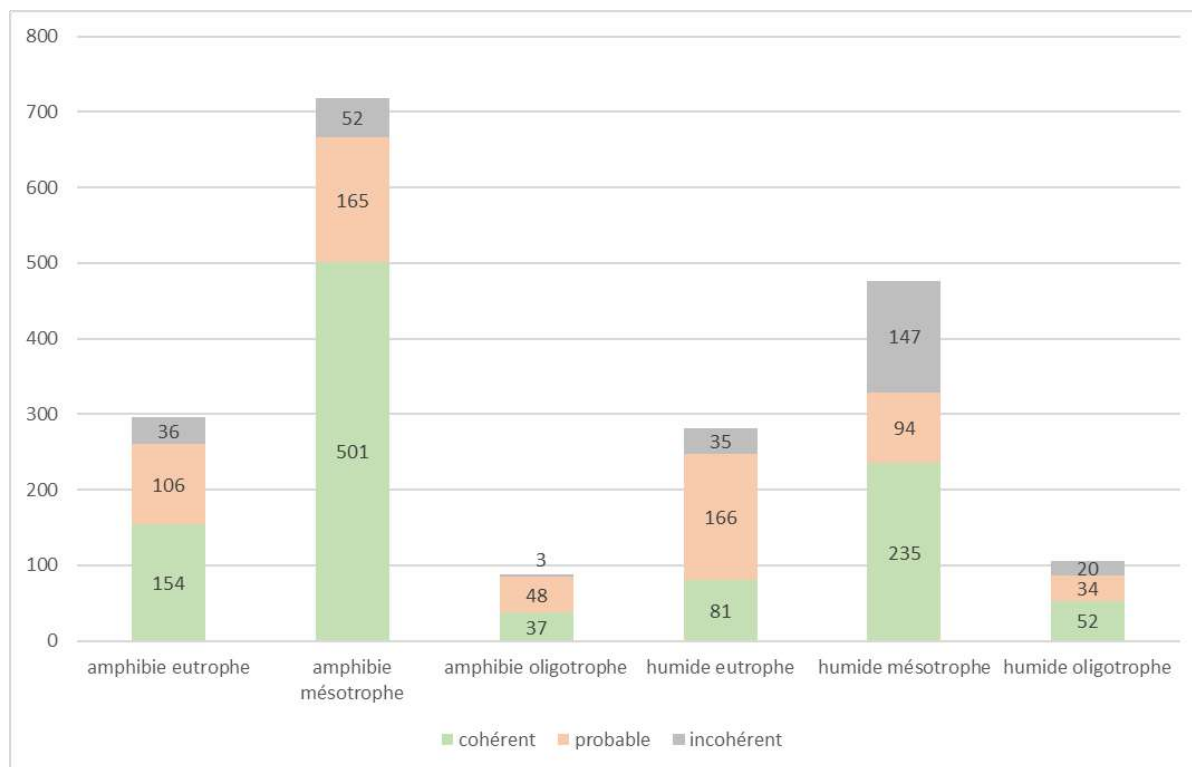


Figure 27 - Répartition en nombre de polygones du niveau de pertinence de la modélisation CarHab pour les polygones ayant des données d'observation, par type de biotope

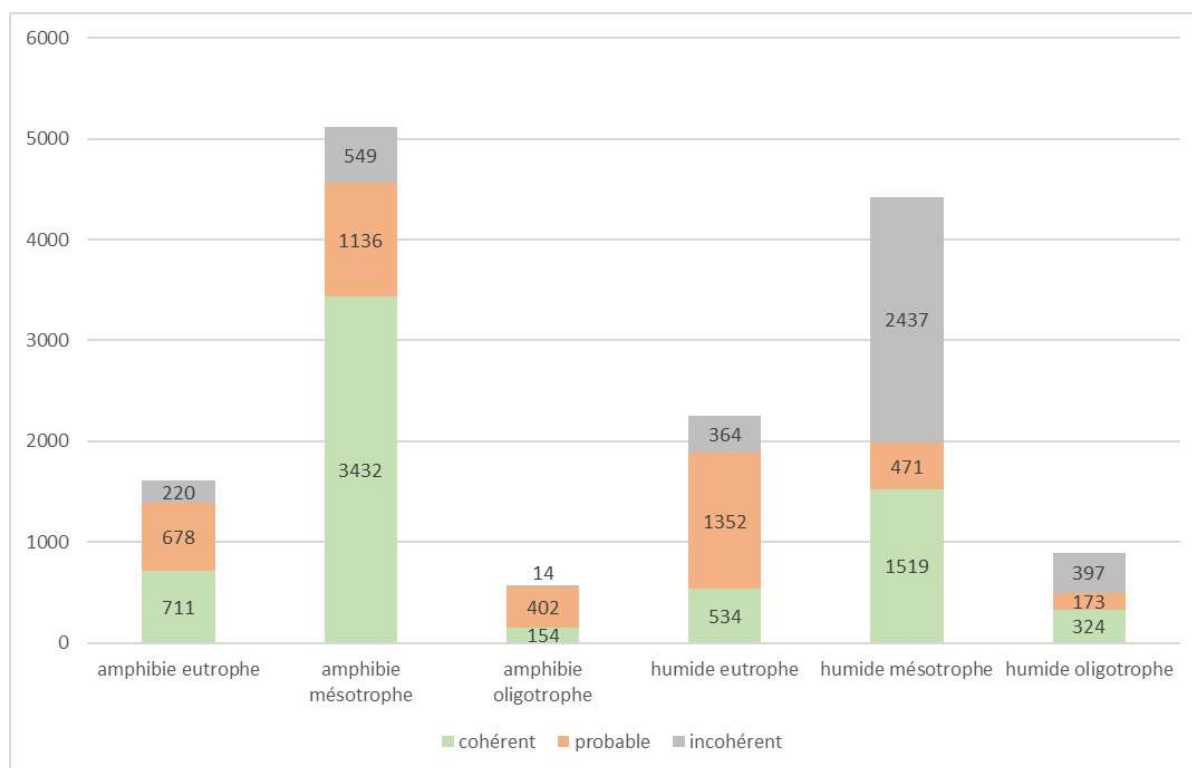


Figure 28 - Répartition en surface (ha) du niveau de pertinence de la modélisation CarHab pour les polygones ayant des données d'observation, par type de biotope

Analyse des incohérences entre biotope modélisé par CarHab et biotope selon les données d'observation (sous-modélisation)

Dans ce paragraphe, nous analysons la part des polygones dont le biotope ne correspond pas aux tourbières alcalines alors que les données d'observations permettent de diagnostiquer une tourbière alcaline. Ces cas sont désignés comme des sous-modélisations, même s'il est toujours possible que la divergence soit due à un biais des données d'observation.

Environ 15 % des polygones contenant des données d'observation de tourbière alcaline sont incorrectement modélisés pour les biotopes soit 293 polygones. Cela représente 3 982 ha soit 27 % de la surface totale de tourbière alcaline identifiée par les données d'observation.

D'après les deux graphiques ci-dessous (Figure 29), le biotope humide mésotrophe est le moins bien modélisé avec 50 % du nombre de polygones incorrectement modélisé. Le biotope amphibie oligotrophe est quant à lui très bien modélisé avec seulement trois polygones dont le biotope modélisé ne correspond pas à la tourbière amphibie oligotrophe.

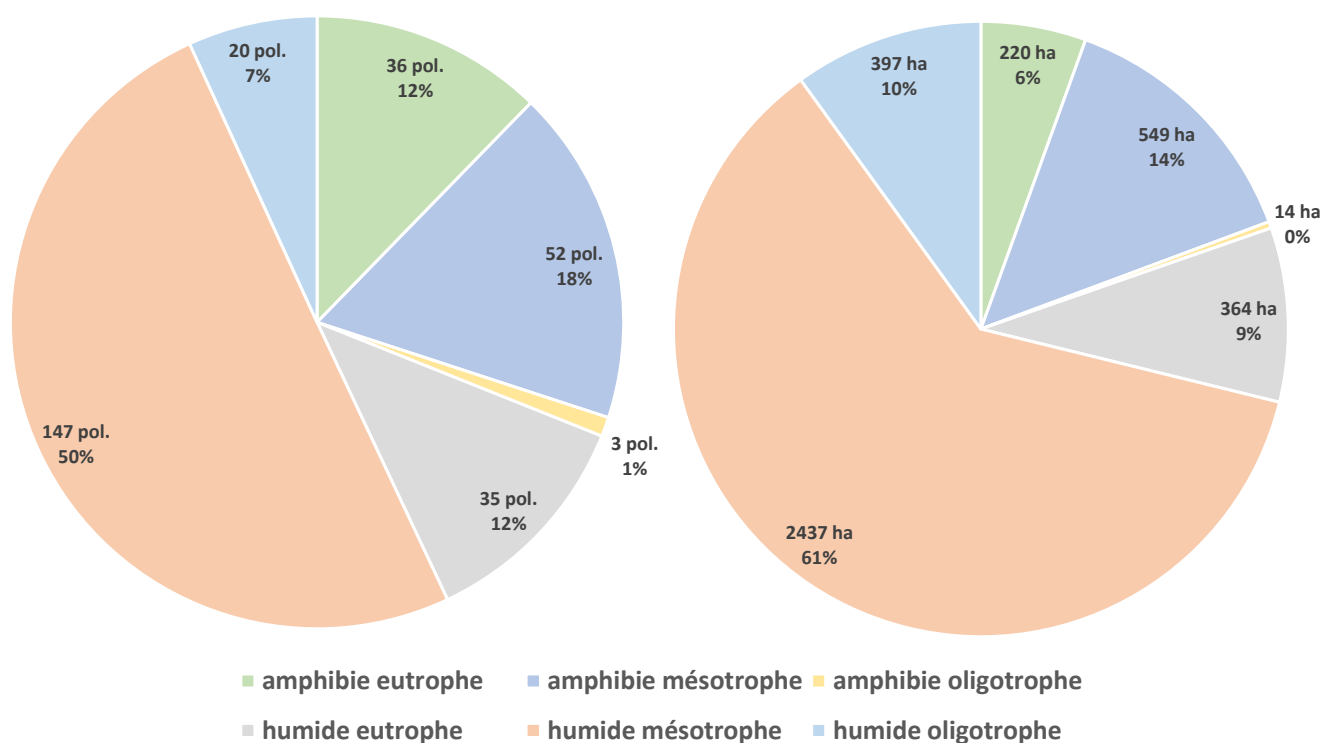


Figure 29 - Répartition des biotopes modélisés incohérents avec les données d'observation
(à gauche : en nombre de polygones ; à droite : en surface)

Analyse des polygones modélisés par CarHab en tourbière alcaline sans données d'observation (sur-modélisation)

Dans ce paragraphe, nous analysons la part des polygones dont le biotope correspond aux tourbières alcalines alors que les données d'observations ne permettent pas de diagnostiquer une tourbière alcaline. Ces cas correspondent soit à des sur-modélisations, soit à des polygones non prospectés (Tableau 9). Nous considérons que le polygone est suffisamment prospecté s'il possède au moins dix taxons et/ou deux syntaxons.

Tableau 9 -État de prospection des polygones CarHab non confirmés par les données DIGITALE

	Nombre de polygones - Tourbière alcaline	Nombre de polygones - Autres biotopes	Surf. en ha - Tourbière alcaline	Surf. en ha - Autres biotopes
Non prospecté	688	313	2 285	1 719
Prospecté	1 020	2 051	5 596	26 340
Total	1 708	2 364	7 881	28 059

Sur les 4 072 polygones de l'extraction n'ayant pas assez de données d'observation pour diagnostiquer la présence d'une tourbière alcaline, 1 708 sont modélisés dans CarHab comme des tourbières alcalines. Parmi ceux-ci, 1 020 sont suffisamment prospectés et soulignent donc une divergence entre la modélisation CarHab et les données d'observation ; ce lot de polygones représente une surface de 5 596 ha. Ces polygones correspondent soit à des biotopes différents de ceux des tourbières alcalines (sur-modélisation), soit à des habitats n'accueillant pas suffisamment d'espèces de tourbières alcalines en particulier parce qu'ils seraient fortement boisés ou parce que le biotope serait altéré. Le reste (688 polygones, 2 285 ha) est considéré comme insuffisamment prospecté.

La sur-modélisation représente donc un nombre maximum de polygones équivalent à 52 % des 1 966 polygones correspondant à de la tourbière alcaline selon les données d'observation et à 38 % maximum de la surface des mêmes 1 966 polygones. Il n'est pas possible d'être plus précis sans prospections spécifiques.

Les polygones insuffisamment prospectés représentent un nombre de polygones équivalent à 35% des 1 966 polygones correspondant à de la tourbière alcaline selon les données d'observation et à 15 % de la surface des mêmes 1 966 polygones.

Synthèse : niveaux de pertinence de la modélisation des biotopes

Pour les polygones incluant des données d'observation (Figure 30), la modélisation est satisfaisante avec 1 060 polygones cohérents et 613 polygones probables contre 293 polygones incohérents (sous-modélisation). La comparaison avec les données d'observation laisse donc penser que **la pertinence de la modélisation des biotopes pour les tourbières alcalines est de l'ordre de 85 %**.

Sans données d'observation (sur-modélisation), la part de polygones de tourbière alcaline représente 688 polygones. Visuellement, ces polygones modélisés en biotope basique légèrement humide à amphibie sont bien répartis et forment une modélisation cohérente avec les polygones possédant suffisamment de données flore et végétation (Annexe V) : ceci laisse penser que cette part des polygones ne correspond pas strictement à une sur-modélisation, mais au moins en partie à un défaut de prospection.

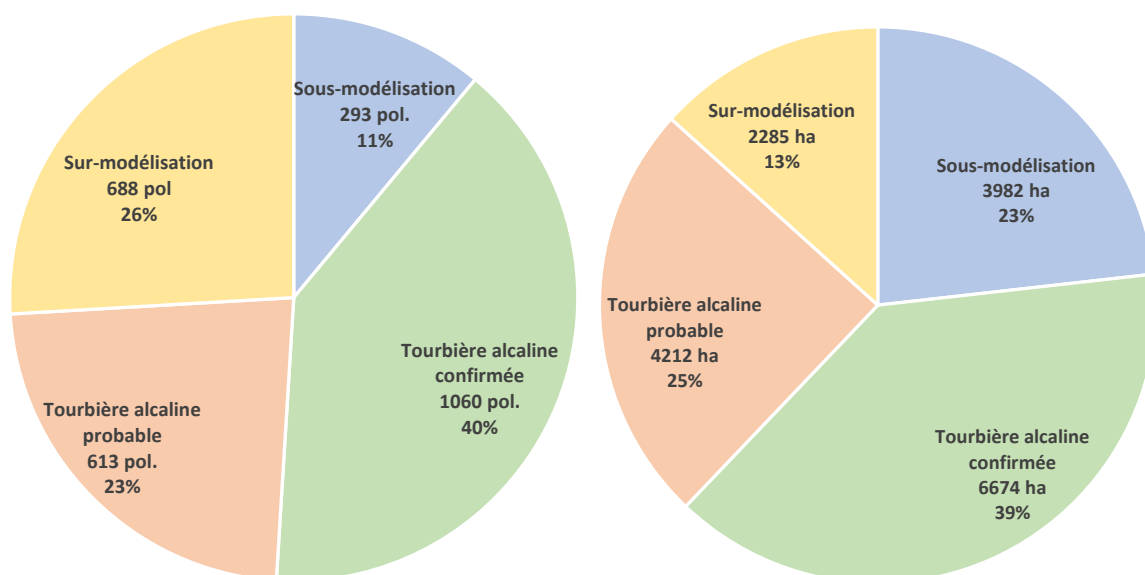


Figure 30 - Répartition des niveaux de pertinence de la modélisation
(à gauche : en nombre de polygones ; à droite : en surface)

4.3.2. MODÉLISATION DES PHYSIONOMIES

Sur un total de 2 654 polygones de tourbière alcaline (tourbière alcaline confirmée et probable, modélisation incohérente avec données tourbière alcaline, modélisation de tourbière alcaline sans donnée d'observation), la physionomie « forêt mature de feuillus » est largement dominante avec 823 polygones identifiés soit 31 % de l'ensemble des polygones. En surface, cela représente 9 011 ha soit plus de 53 % de la surface totale des tourbières alcalines. Cette surreprésentation des forêts matures correspond au problème évoqué au §3.1.3.



Figure 31 - Deux polygones, en rouge, identifiés comme de la forêt mature

Globalement, nous pouvons remarquer (Figure 32) que les physionomies dominantes dans les tourbières alcalines d'après la modélisation CarHab seraient essentiellement forestières (forêt mature et plantation) et de recolonisation (fourré haut), qui représentent ensemble presque 36 673 ha soit presque 72 % des tourbières alcalines. En réalité, les physionomies dominantes sont sans doute des forêts pionnières, fourrés hauts mixtes, végétations herbacées hautes, plantations forestières et prairies pâturées. Ceci confirme bien que la sur-modélisation des forêts matures biaise l'identification des physionomies réelles en marais, puisque les quatre premiers types de physionomies pâtissent de la sur-modélisation des forêts matures (Figure 31).

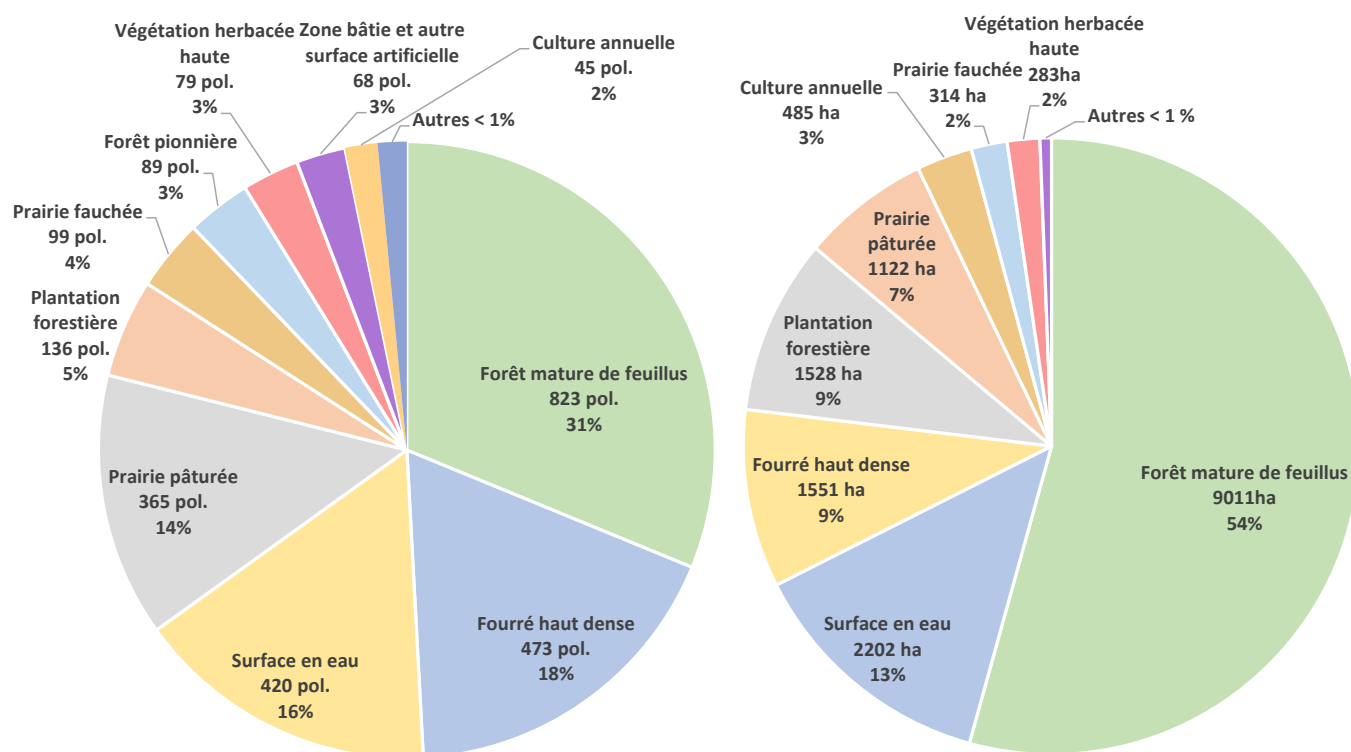


Figure 32 - Répartition de la physionomie modélisée
(à gauche : nombre de polygones, à droite : surface en ha)

4.4. APPORT DE CARHAB POUR LA SPATIALISATION DES ENJEUX DE PRÉSERVATION DES TOURBIÈRES ALCALINES

4.4.1. ANALYSE DES HABITATS D'INTÉRÊT COMMUNAUTAIRE AVEC DONNÉES D'OBSERVATION

En croisant les biotopes avec des données d'observation et les physionomies, on peut estimer la surface des tourbières alcalines oligotrophes à mésotrophes de milieux ouverts. Cela correspond globalement à trois habitats d'intérêt communautaire (HIC). Les HIC peuvent être analysés uniquement avec l'information de trophie. C'est pourquoi il est impossible à ce niveau d'évaluer les HIC sans données d'observation.

Sur le plan des physionomies, les HIC correspondent à des milieux ouverts, herbacés. Toutefois, les modalités des physionomies ouvertes peuvent être un peu élargies. En effet, les physionomies de fourrés hauts mixtes (Figure 33) correspondent à des paysages assez mosaïqués qui hébergent nécessairement des physionomies herbacées. Cette physionomie doit donc être ajoutée à la catégorie des milieux ouverts (pelouses, végétations herbacées hautes et prairies) pour améliorer la pertinence de la sélection.



Figure 33 - Photographie de la haute vallée de la Somme

(La physionomie de fourré mixte liée à la recolonisation est particulièrement visible de cette partie de la vallée - © Q. Dumont)

Selon le niveau trophique et le niveau d'humidité de la tourbière alcaline, plusieurs HIC ont pu être identifiés :

- les habitats oligotrophes amphibies ouverts peuvent être rattachés au 7140-1 « Tourbières de transition et tremblantes » et 7210-1 « Végétations à Marisque » ;
- les habitats oligotrophes et mésotrophes humides ouverts et les habitats mésotrophes amphibies ouverts peuvent être rattachés au 7230-1 « Bas-marais neutro-alcalins intérieurs » mais il est possible de les distinguer en trois sous-parties en fonction de la trophie et de l'humidité :
 - habitats oligotrophes humides ouverts : tourbières basses alcalines à petits carex oligotrophes ;
 - habitats mésotrophes humides ouverts : tourbières basses alcalines à petits carex mésotrophes ;
 - habitats mésotrophes amphibies ouverts : tourbières basses alcalines à hautes herbes.

D'après les polygones CarHab ayant des données d'observation, la surface des HIC représente 2 108 ha soit 14 % sur un total de 14 867 ha (Figure 34).

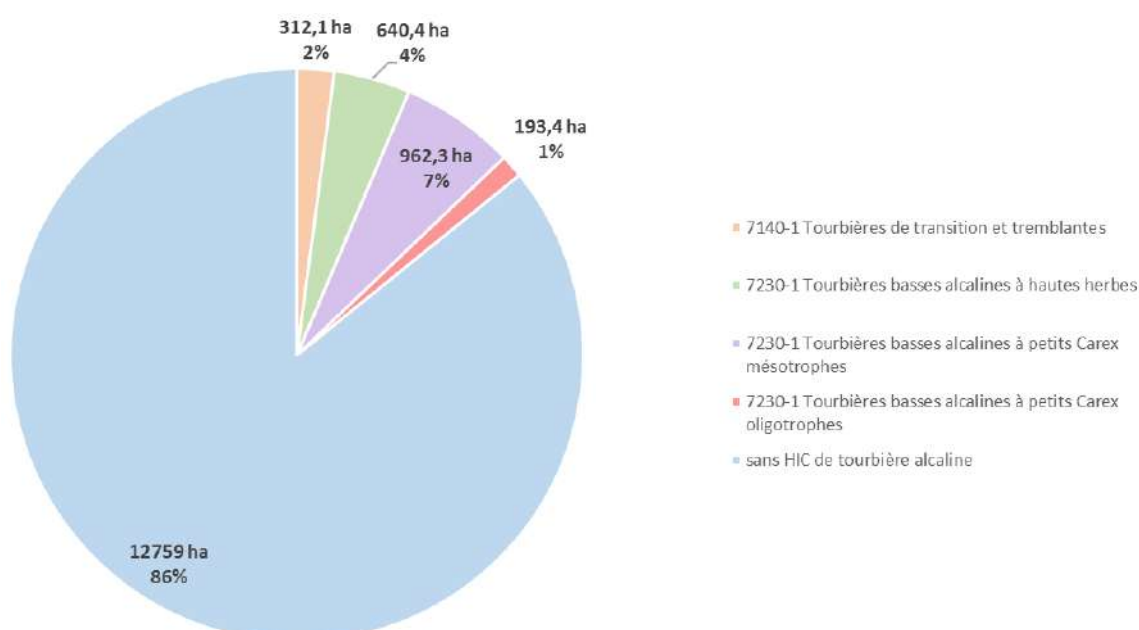


Figure 34 - Répartition en surface des HIC modélisés confirmés par des données d'observation

7140-1 « Tourbières de transition et tremblantes » et 7210-1 « Végétations à Marisque »

Ce double HIC représente une surface de 312 ha soit 2 % de la surface totale. Il est représenté principalement par deux syntaxons : le *Junco subnodulosi* - *Caricetum lasiocarpae* (7140-1) et le *Cladietum marisci* (7210-1). En revanche, il est impossible de distinguer les deux HIC avec la modélisation CarHab. En effet, ces habitats correspondent tous deux au niveau trophique oligotrophe et d'humidité détrempée à amphibie, ils forment fréquemment des mosaïques liées aux stades dynamiques à l'échelle des habitats CarHab. De plus, la physionomie de pelouse n'a pas pu être modélisée dans ce biotope.

En comparant les cartes issues de la modélisation et la carte de répartition de ces deux syntaxons (présence avérée et potentielle), on peut constater une bonne détection des HIC par la modélisation enrichie de données d'observation (Figure 35).

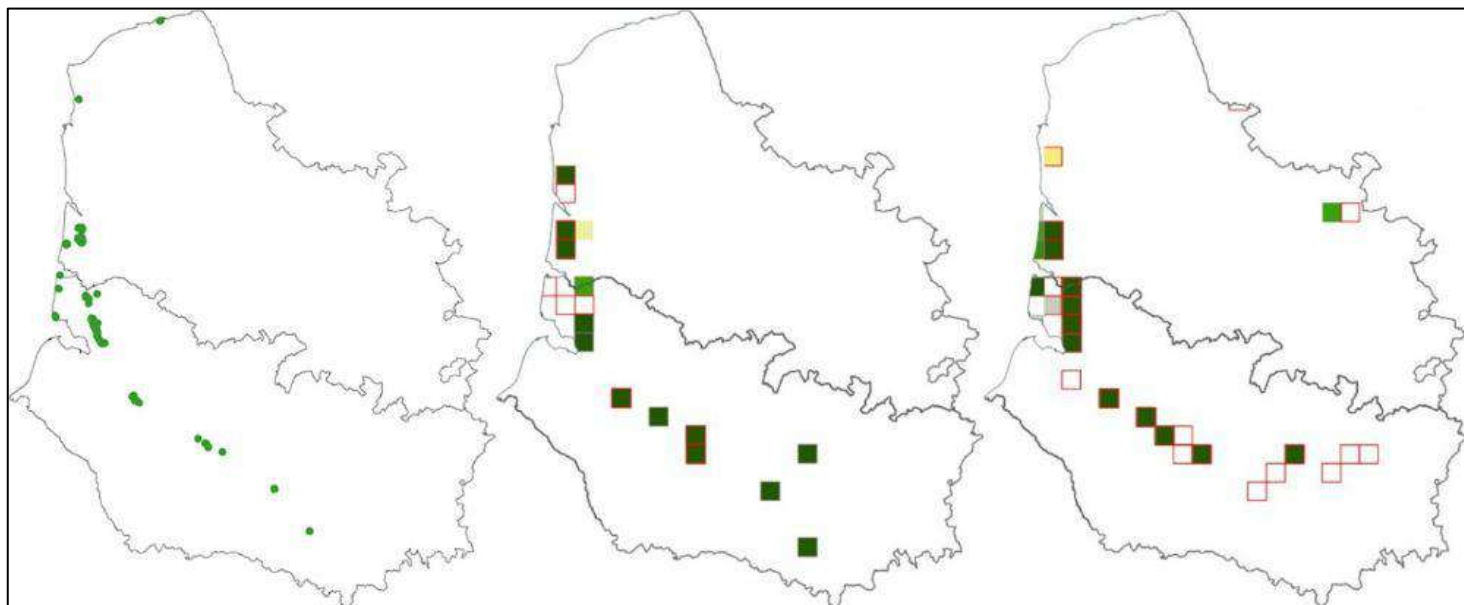


Figure 35 – Comparaison de la répartition des HIC 7140 et 7210 selon la modélisation CarHab enrichie et selon les données d'observation des végétations correspondantes

(carte de gauche : modélisation CarHab enrichie des HIC 7140-1 et 7210-1 et cartes de droite : répartition des syntaxons rattachables au 7140-1 (milieu) et 7210-1 (droite) ; en tonalités de vert, données d'observation de végétation, carrés rouges, répartition potentielle d'après les observations de flore)

7230-1 « Bas-marais neutro-alcalins intérieurs » : Tourbières basses alcalines à hautes herbes

Ce HIC représente une surface de 640 ha soit 4 % de la surface totale. Il est représenté principalement par plusieurs syntaxons du *Magnocaricion elatae*, notamment par le *Lathyro palustris* - *Lysimachietum vulgaris* et le *Thelypterido palustris* - *Phragmitetum australis*.

En comparant les cartes issues de la modélisation et la carte de répartition de ces deux syntaxons (présence avérée et potentielle), on peut constater une bonne détection du HIC par la modélisation enrichie de données d'observation (Figure 36).

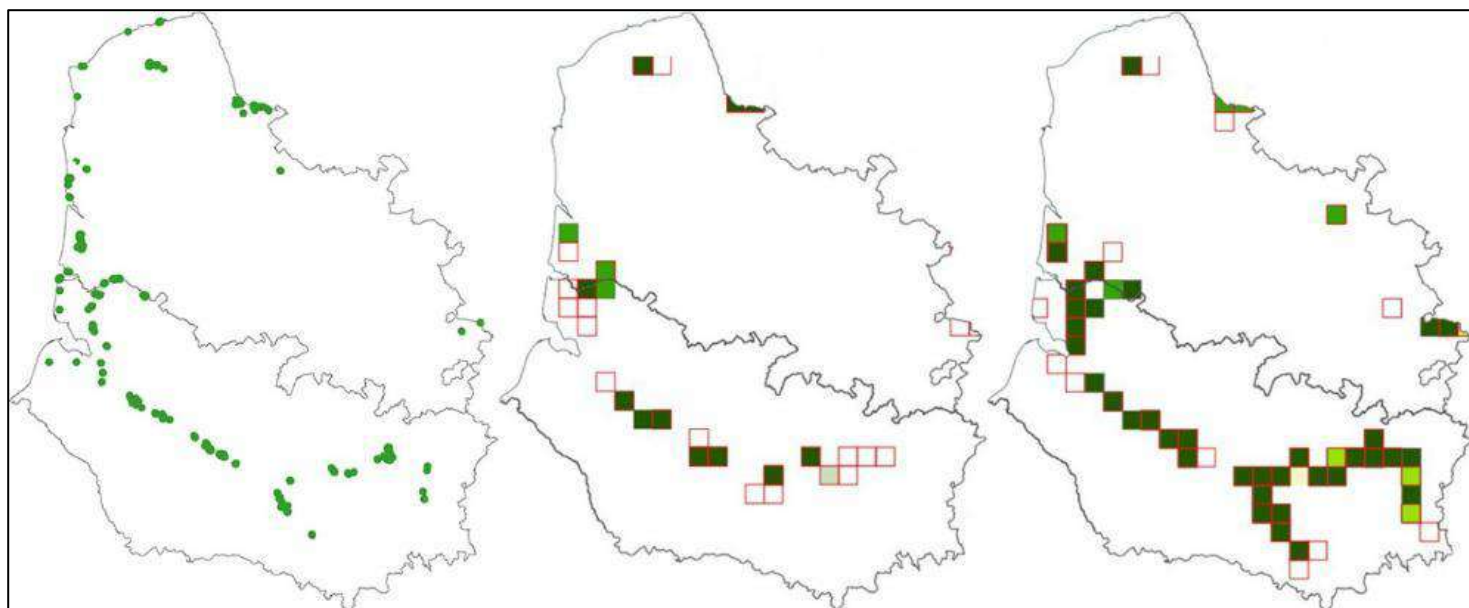


Figure 36 - Comparaison de la répartition du HIC 7230-1 à hautes herbes selon la modélisation CarHab enrichie et selon les données d'observation des végétations correspondantes
(carte de gauche : modélisation CarHab enrichie du HIC 7230-1 à hautes herbes et cartes de droite : répartition des syntaxons (*Lathyro* - *Lysimachietum* (au milieu) et *Thelypterido* - *Phragmitetum* (à droite) rattachables au 7230-1 à hautes herbes ; en tonalités de vert, données d'observation de végétation, carrés rouges, répartition potentielle d'après les observations de flore)

7230-1 « Bas-marais neutro-alcalins intérieurs » : tourbières basses alcalines à petits *Carex*

Ce HIC représente une surface de 1 156 ha soit environ 8 % de la surface totale. On peut distinguer deux niveaux trophiques différents : le niveau oligotrophe et le niveau mésotrophe.

Le niveau oligotrophe, quantifié à 194 ha soit 1 % de la surface totale, est représenté principalement par une pelouse et sa tonsure : le *Junco obtusiflori* - *Schoenetum nigricantis* et l'*Anagallido tenellae* - *Eleocharitetum quinqueflorae*.

En comparant les cartes issues de la modélisation et la carte de répartition de ces deux syntaxons (présence avérée et potentielle), on peut constater une assez bonne détection du HIC par la modélisation enrichie de données d'observation (Figure 37). Les polygones présents dans l'Artois sont un biais dans la méthode déjà mentionné dans le paragraphe 4.3.1. Il s'agit de polygones légèrement humides mais non tourbeux, possédant suffisamment de taxons mésiques de la liste humide oligotrophe pour que le biotope apparaisse en humide oligotrophe. Ils sont donc à supprimer car ces polygones ne présentent pas de biotopes tourbeux alcalins.

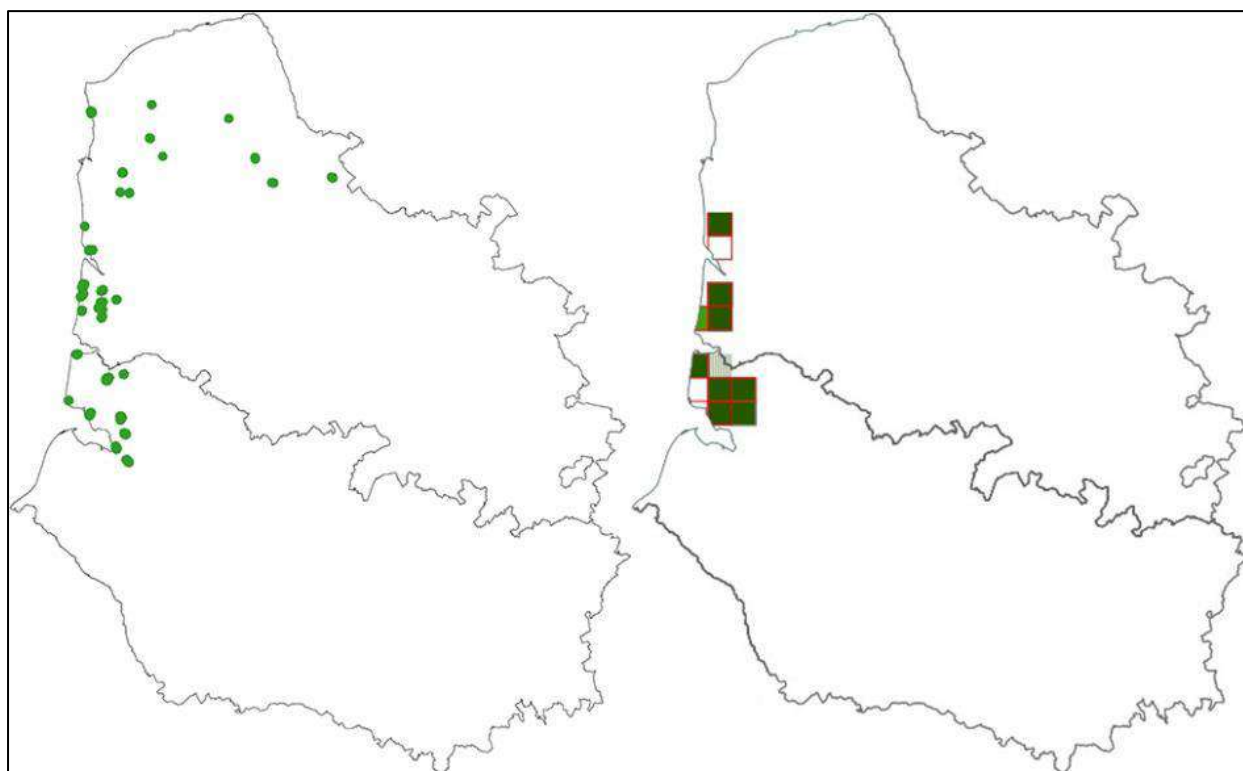


Figure 37 – Comparaison de la répartition du HIC 7230-1 à petits *Carex* variante oligotrophe selon la modélisation CarHab enrichie et selon les données d'observation des végétations correspondantes
(carte de gauche : modélisation du HIC 7230-1 à petits *Carex* variante oligotrophe et carte de droite : répartition du *Junco* - *Schoenetum* (sa tonsure, l'*Anagallido* - *Eleocharitetum*, n'est pas illustrée) rattachable au 7230-1 à petits *Carex* variante oligotrophe ; en tonalités de vert, données d'observation de végétation, carrés rouges, répartition potentielle d'après les observations de flore)

Le niveau mésotrophe, quantifié à 962 ha soit 6,5 % de la surface totale, est représenté principalement par une pelouse et sa tonsure : l'*Hydrocotylo vulgaris* - *Juncetum subnodulosi* et le *Caricetum viridulo-lepidocarpae*.

En comparant les cartes issues de la modélisation et la carte de répartition de ces deux syntaxons (présence avérée et potentielle), on peut constater une bonne détection du HIC par la modélisation enrichie de données d'observation (Figure 37 et Figure 38). Même remarque que pour le 7230-1

« Tourbières basses alcalines à petits Carex oligotrophes » : les polygones présents dans l'Artois sont un biais dans la méthode déjà mentionné dans le paragraphe 4.3.1.

On peut remarquer que certaines mailles du sud-est de la Somme accueillent une donnée d'observation d'un des syntaxons, mais n'apparaissent ni dans les mailles de répartition potentielle ni dans les polygones de la modélisation. Il semble par conséquent possible de mettre en doute ces données d'observation et de les dévalider. La modélisation CarHab enrichie permet alors non seulement de produire une carte de répartition, mais également de consolider la carte de répartition régionale de certaines associations !

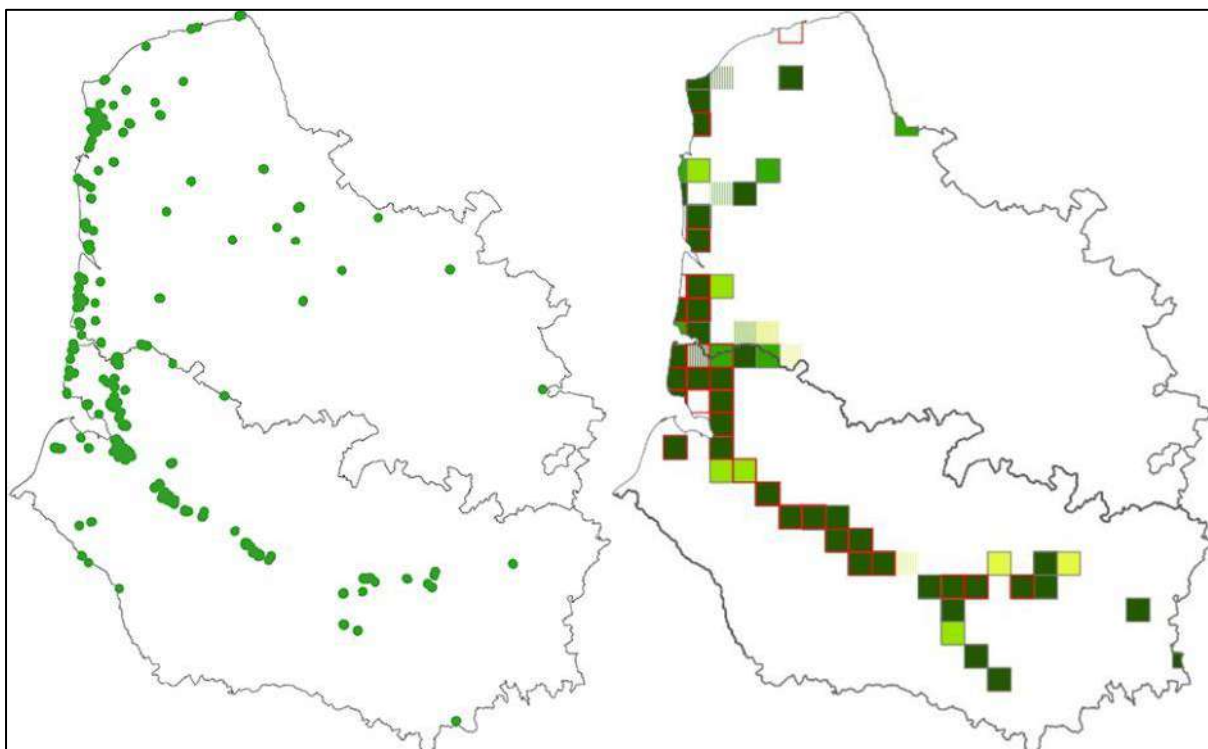


Figure 38 - Comparaison de la répartition du HIC 7230-1 à petits Carex variante mésotrophe selon la modélisation CarHab enrichie et selon les données d'observation des végétations correspondantes
(carte de gauche : modélisation du HIC 7230-1 à petits Carex variante mésotrophe et carte de droite : répartition de l'Hydrocotylo - Juncetum (sa tonsure, le Caricetum viridulo-lepidocarpae, n'est pas illustrée) rattachable au 7230-1 à petits Carex variante mésotrophe ; en tonalités de vert, données d'observation de végétation, carrés rouges, répartition potentielle d'après les observations de flore)

4.4.2. ANALYSE DES HABITATS D'INTÉRÊT COMMUNAUTAIRE SANS DONNÉE D'OBSERVATION

L'analyse des polygones sans donnée d'observation permet tout de même de donner un ordre d'idée de HIC potentiel. Ce sont 217 polygones modélisés en tourbière alcaline avec une physionomie de milieux ouverts dont le polygone est considéré comme non prospecté. Cela représente 5 % de l'ensemble des polygones sans donnée de tourbière alcaline. En surface, cela représente 534 ha, soit 1 % de la surface modélisée sur 35 940 ha de surface totale sans donnée de tourbière alcaline.

4.4.3. CONCLUSION SUR L'APPORT DE CARHAB POUR LA SPATIALISATION DES ENJEUX DE PRÉSERVATION DES TOURBIÈRES ALCALINES

En conclusion, la détection des HIC est très bonne puisqu'on ne peut potentiellement ajouter que 534 ha potentiel au 2 108 ha en HIC confirmés par des données d'observation de tourbière alcaline. Preuve que les tourbières alcalines préservées sont bien connues (Annexe VI).



Étude pédologique et botanique de tourbières en Lorraine Belge © G. Villejoubert

PARTIE 5

HIÉRARCHISATION DES HABITATS

5.1. DÉMARCHE TYPOLOGIQUE

5.1.1. CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

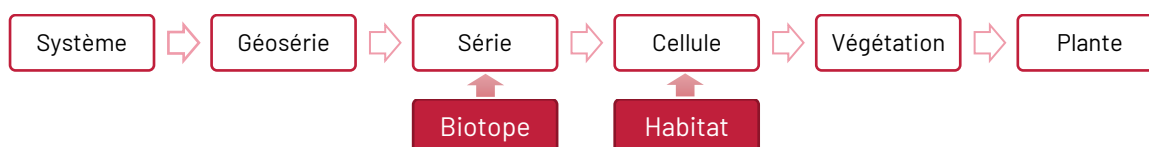
L'objectif est de s'appuyer sur la modélisation des habitats CarHab pour identifier les enjeux de préservation des habitats naturels en Hauts-de-France. Il s'agit donc d'identifier, pour chacun des types d'habitats cartographiés, sa capacité à héberger des éléments d'intérêt patrimonial.

Dans les référentiels du CBN de Bailleul, le lien est fait de la manière suivante :



Il est donc possible, dans une certaine mesure, d'indiquer la composition floristique normale d'une végétation, la composition phytocénotique d'une cellule, la composition en cellules d'une série, etc. Par conséquent et par emboîtements successifs, il est possible d'indiquer la capacité d'une géosérie à héberger des plantes d'intérêt patrimonial. Toutefois, comme chaque lien entre les différents niveaux d'emboîtement est de nature statistique (telle plante est *souvent* présente dans telle végétation), plus les niveaux d'emboîtement seront éloignés, plus la probabilité de présence de l'élément dans l'entité considérée sera faible.

Les habitats cartographiés dans la modélisation CarHab correspondent aux cellules paysagères. Les biotopes correspondent aux séries.



5.1.2. AMALGAME DE PLUSIEURS SÉRIES AU SEIN DES BIOTOPES

Dans le cadre de la modélisation, certaines séries se sont révélées impossibles à distinguer. Elles doivent être amalgamées au sein d'un même biotope.

C'est le cas des séries aquatiques et amphibies, amalgamées dans les biotopes aquatiques, en raison de leur trop grande proximité topographique : ces séries sont à peu près systématiquement en mosaïque.

Certaines séries doivent être amalgamées parce que les paramètres écologiques discriminants ne faisaient pas partie des paramètres pris en compte dans la définition des biotopes de CarHab. C'est le cas des séries se distinguant par leur niveau trophique. En particulier, les séries dérivées (forte sureutrophisation) ne sont pas identifiables dans la modélisation ; elles ne peuvent donc pas être traitées ici, mais leur amalgame avec les séries peu eutrophisées fait chuter la probabilité de rencontrer la série peu eutrophisée dans les polygones d'un biotope. Pour les mêmes raisons, dans les biotopes correspondant aux tourbières alcalines, il n'est pas possible en l'état de discriminer les tourbières oligotrophes de très haut intérêt patrimonial, les tourbières mésotrophes d'intérêt patrimonial élevé et enfin les tourbières minéralisées d'intérêt patrimonial beaucoup plus limité (cf. CATTEAU *et al.*, 2017). Une telle distinction nécessite un enrichissement de l'information portée par les polygones CarHab, grâce à des données externes et notamment par des données d'observation de plantes et de végétations (cf. PARTIE 4).

5.1.3. AMALGAME DE PLUSIEURS CELLULES AU SEIN DES HABITATS

De la même manière, certains habitats correspondent à plusieurs types de cellules paysagères.

Par exemple, les forêts pionnières ne sont pas distinguées selon qu'elles résultent de la colonisation d'une roche nue (dynamique primaire) ou qu'elles apparaissent par embroussaillage de parcelles agricoles (dynamique secondaire).

Le problème est plus aigu encore concernant les cellules de recolonisation. Les cellules de recolonisation sont les entités paysagères qui se constituent lorsqu'une dynamique libre est en cours, entre le sol nu et la forêt pionnière. Nous pensons qu'il existe trois cellules de recolonisation dans chaque série : la cellule qui correspond au stade dynamique entre une roche nue et une forêt pionnière (dynamique primaire), celle qui prend place sur un sol évolué en particulier par déprise agricole (dynamique secondaire) et la cellule qui s'inscrit dans la dynamique de recolonisation après une coupe forestière.

Dans la modélisation CarHab, ces cellules de recolonisation correspondent aux physionomies herbacées hautes, fourrés hauts mixtes et fourrés hauts denses. Mais les trois types de cellules de recolonisation ne sont pas distingués. Nous avons donc trois types d'habitats CarHab correspondant à trois types de cellules paysagères (Tableau 10).

Tableau 10 - Perte d'information concernant les cellules de recolonisation à cause du double amalgame

Traitement modélisation		Traitement typologique		Catégorie disponible
Vég. herbacée haute	{	Cell. recol. primaire	{	Cell. recol.
Fourré haut mixte		Cell. recol. secondaire		
Fourré haut dense		Cell. recol. forestière		

5.1.4. TRAITEMENT SYNTAXINOMIQUE

Il est nécessaire d'intégrer la typologie propre des biotopes et habitats CarHab au sein de nos référentiels typologiques emboîtés.

Attention toutefois : habitat et biotope ne sont pas des niveaux d'emboîtement supplémentaires mais des descriptions moins fines du même objet.

Nous sommes habitués à cette hiérarchie dans la précision typologique pour les plantes et les végétations, où sont distingués respectivement espèces < genres < familles < ordres < etc. et associations < alliances < ordres < classes. La solution la plus rationnelle est donc sans doute d'intégrer les biotopes comme des rangs synsystématiques supérieurs aux séries et les habitats comme des rangs synsystématiques supérieurs aux cellules (Figure 39).

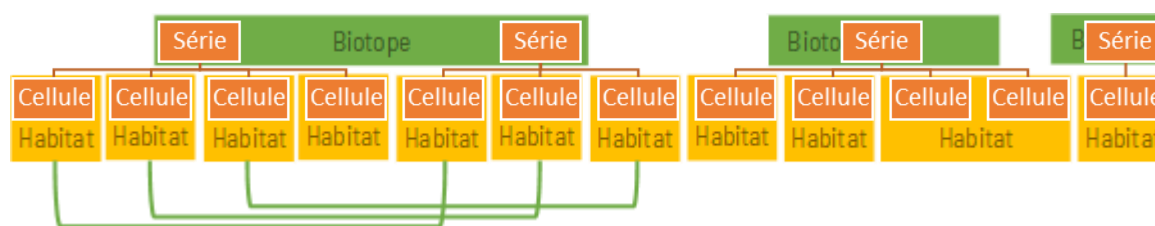


Figure 39 - Traitement synsystématique de la relation entre biotope et série et entre habitat et cellule

(Dans la mesure où les deux premières séries sont amalgamées dans un même biotope, chaque couple de cellules analogues dans les deux séries est également amalgamé de fait.)

5.2. ÉLÉMENTS DE HIÉRARCHISATION PATRIMONIALE DISPONIBLES

5.2.1. HABITATS DÉTERMINANTS DE ZNIEFF

Dans le cadre du nouvel Inventaire de la végétation des Hauts-de-France, une démarche de sélection d'habitats EUNIS déterminants de ZNIEFF a été mise au point. Les habitats sélectionnés sont décrits au niveau 4 de la typologie EUNIS (CAMART et al., 2023).

Le programme CarHab prévoit des mises en correspondances directes des habitats CarHab avec la nomenclature EUNIS.

Lorsque la mise en correspondance entre CarHab et EUNIS est faite au moins au niveau 4, il est simple d'établir si l'habitat CarHab est potentiellement déterminant de ZNIEFF.

Lorsque la mise en correspondance entre CarHab et EUNIS est faite à un niveau moins fin que 4, la présence potentielle d'un ou plusieurs habitats déterminants de ZNIEFF pourrait être signalée.

5.2.2. HABITATS D'INTÉRÊT COMMUNAUTAIRE

Le programme CarHab prévoit des mises en correspondances directes des habitats CarHab avec la nomenclature du Manuel d'interprétation des habitats de l'Union européenne. Plus exactement, pour chaque habitat CarHab, il est indiqué quels habitats d'intérêt communautaire il est susceptible d'héberger, à quelle probabilité et si l'habitat d'intérêt communautaire est surfacique dans l'habitat CarHab.

La hiérarchisation patrimoniale exploitera directement ces informations.

Cependant, ces correspondances ont été établies d'une manière très générale et dans un certain nombre de cas, il peut s'avérer nécessaire de réaliser un retraitement de l'information (nettoyage, réétiquetage, enrichissement) afin d'obtenir une localisation plus pertinente des habitats d'intérêt communautaire. Voir les exemples des codes HIC 6210 (§3.3) et des codes 7140, 7210 et 7230 (cf. §4.4).

5.2.3. PRÉSENCE DE VÉGÉTATIONS D'INTÉRÊT PATRIMONIAL

La composition phytocénotique normale de la majorité des cellules paysagères est stockée dans les référentiels de DIGITALE, ainsi que l'évaluation patrimoniale des végétations. Il est donc possible d'identifier les cellules paysagères puis les habitats susceptibles d'héberger des végétations à enjeux.

L'intérêt patrimonial des végétations est le principal paramètre pris en compte dans la sélection des habitats déterminants de ZNIEFF. L'identification des habitats hébergeant des végétations d'intérêt patrimonial, bien que faisable, n'apportera donc pas grand-chose vis-à-vis de l'identification directe des habitats CarHab correspondant à des habitats déterminants de ZNIEFF.

De même pour l'identification des végétations correspondant à des habitats d'intérêt communautaire, d'autant que la démarche est plus robuste quand elle est menée directement à l'échelle des habitats CarHab.

L'identification des habitats hébergeant des végétations fortement menacées permettra, quant à elle, une bonne hiérarchisation des habitats CarHab.

5.2.4. PRÉSENCE DE PLANTES D'INTÉRÊT PATRIMONIAL

La même démarche que pour les végétations est possible pour les plantes. Toutefois, l'ajout d'un niveau d'emboîtement supplémentaire réduit la probabilité de trouver le taxon dans l'habitat.

De plus, les espèces prises individuellement ont une écologie plus larges que les végétations. Elles seront donc présentes dans plusieurs habitats, voire potentiellement dans un grand nombre d'habitats, avec une probabilité de présence assez limitée dans chacun.

Cette démarche semble donc devoir être limitée à quelques taxons à la fois de très grand intérêt patrimonial et à l'écologie très stricte.

5.3. PREMIERS RÉSULTATS OBTENUS

Cette démarche de hiérarchisation n'a pas pu être menée à bien en 2023 (cf. PARTIE 1). Néanmoins, en plus des réflexions méthodologiques présentées ci-dessus, quelques tests ont pu être réalisés.

Des expérimentations ont été menées pour l'évaluation de la rareté des habitats CarHab, par extrapolation de la surface occupée d'après la modélisation CarHab d'une part et, d'autre part, du coefficient de rareté affecté aux végétations présentes dans cet habitat. Toutefois, cette démarche s'est heurtée aux difficultés exposées au §5.1 et pour un certain nombre de catégories, le lien avec les végétations n'a pas pu être établi. De plus, il est nécessaire de réfléchir à la pertinence d'une nouvelle évaluation patrimoniale, celle des habitats (ou des cellules paysagères selon nos référentiels typologiques), en plus de celle de la végétation et de la flore. L'achèvement de cette action a donc été reporté.

Afin de valider le processus sur le plan technique et d'offrir un aperçu de ce que donnerait une carte des éléments patrimoniaux, trois cartes ont été produites à titre expérimental : hiérarchisation des

habitats en fonction de la présence de végétations d'intérêt patrimonial (Annexe VII), de la présence de végétations fortement menacées (Annexe VIII), de la présence de végétations à forte responsabilité régionale (Annexe IX).

La carte de habitats contenant des végétations d'intérêt patrimonial confirme la nécessité d'appliquer des filtres suffisamment stricts pour obtenir une carte pertinente. En effet, cette carte couvre presque la totalité des deux départements, alors même qu'il a été décidé de ne pas figurer les cultures. La raison en est que l'essentiel des habitats naturels et semi-naturels sont susceptibles d'héberger une végétation d'intérêt patrimonial, à condition que ces habitats soient en bon état de conservation et ne soient pas dénaturés (drainage, eutrophisation, etc.). Pour rendre la carte plus pertinente, il faudrait donc évaluer la probabilité que l'habitat (envisagé dans son ensemble) héberge les éléments d'intérêt patrimonial : un indice de fréquence pourrait être appliqué de la même manière qu'il a été appliqué pour les habitats d'intérêt communautaire à l'échelle nationale (AUSSEL *et al.*, 2023).

Une carte des polygones CarHab contenant des observations de végétations d'intérêt patrimonial a également été produite (Annexe X). En réalité, cette carte révèle essentiellement la répartition des prospections phytosociologiques sur les deux départements puisque, pour l'essentiel des végétations, les prospections sont notoirement insuffisantes pour offrir une vision fiable de leur répartition. Cette question a été traitée pour les pelouses et broussailles calcicoles (cf. PARTIE 3) et pour les tourbières alcalines (cf. PARTIE 4). Néanmoins, cette carte met en évidence la possibilité de produire une analyse du taux de prospection des biotopes et des habitats naturels, afin de mettre en évidence les biotopes et les habitats naturels nécessitant un effort de prospection.



Coteaux de Wavrans-sur-l'Aa © C. Blondel

PARTIE 6 CONCLUSION

En 2023, le CBN de Bailleul a cherché à évaluer l'intérêt de CarHab pour l'identification, la localisation et la hiérarchisation des enjeux de préservation des habitats naturels en Hauts-de-France, sur la base de la modélisation cartographique CarHab produite dans le Pas-de-Calais et la Somme et en prenant principalement comme exemples les pelouses et broussailles calcicoles et les tourbières alcalines. Pour cela, il a été nécessaire d'évaluer la fiabilité de la modélisation pour cerner quelles en sont les exploitations possibles et de tester l'exploitation de cette modélisation afin de cerner les adaptations nécessaires pour produire une analyse pertinente des enjeux de préservation des habitats naturels. Ces travaux nécessitent de hiérarchiser les habitats naturels, en fonction de leur capacité à héberger des enjeux de préservation ; une première réflexion méthodologique a été menée, qui devra être approfondie et concrétisée.

Ce programme ambitieux et novateur a fait face à un certain nombre de difficultés, dont la principale a été d'intégrer les données d'observation de flore et de végétation issues de DIGITALE dans les polygones de la modélisation CarHab. La conséquence est qu'un certain nombre des actions prévues n'ont pas été menées aussi loin que prévu. Cependant, la modélisation CarHab est désormais intégrée à DIGITALE en tant que référentiel géographique et les méthodes de croisement et d'extraction des données d'observation sont opérationnelles, ce qui facilitera énormément les exploitations à venir.

Les tests de fiabilité ont été menés par comparaison de la modélisation CarHab avec d'autres sources d'information. Par simplification, les convergences entre CarHab et les autres sources ont été formulées comme des pertinences de CarHab tandis que les divergences de modélisation ont été présentées comme des défauts de modélisation de CarHab. Toutefois, il faut garder à l'esprit que toute cartographie présente des défauts (y compris la cartographie de terrain) et que les divergences ne peuvent pas être toutes imputées à CarHab.

La modélisation des biotopes s'avère manifestement fiable. Pour les pelouses et broussailles calcicoles, la comparaison avec les données d'observation de flore et de végétation aboutit à 80 % de convergence (en nombre de polygones). Pour les tourbières alcalines, le taux de convergence avec les données d'observation monte à 85 % lorsqu'on tient compte du flou entourant les niveaux d'humidité du substrat dans ces milieux (54 % sans en tenir compte). L'exemple des pelouses et broussailles calcicoles a mis en évidence un phénomène déjà connu au niveau national : la méthode de

modélisation des biotopes CarHab a tendance à sur-modéliser les biotopes minoritaires au détriment des majoritaires. Dans le cas présent, le biotope lié aux colluvions de pied de coteau est sur-modélisé et représente plus de la moitié des erreurs de modélisation des biotopes.

La modélisation des physionomies est hétérogène. D'après la comparaison entre CarHab et la cartographie des habitats synthétiques HDF, les cultures sont extrêmement bien modélisées, avec 92 % de convergence (en surface) ; ce résultat est sans doute dû, pour une certaine partie, à l'usage du Registre parcellaire graphique (RPG), particulièrement pertinent pour ce type physionomique. La même comparaison donne une convergence de 75 % pour les prairies (en surface).

La modélisation des forêts matures est plus problématique. Le déséquilibre entre sur-modélisation et sous-modélisation selon la comparaison avec les habitats synthétiques HDF révèle que les forêts matures sont nettement sur-modélisées par CarHab. Les zones sur-modélisées correspondent en réalité à des plantations forestières, à des fourrés hauts denses ou fourrés hauts mixtes, pour l'essentiel. Il y a également une sur-modélisation au détriment des forêts pionnières. Cette sur-modélisation est d'autant plus problématique que les forêts matures représentent dans les deux départements 1 330 km², quand tous les autres postes réunis représentent 405 km² : la forêt étant trois fois plus abondante que les autres postes, sa sur-modélisation a beaucoup d'impact sur la sous-modélisation des autres postes. Le phénomène est particulièrement aigu pour des milieux naturels soumis à une dynamique naturelle intense comme les pelouses et broussailles calcicoles et les tourbières alcalines : pour les pelouses et broussailles calcicoles, par comparaison avec les données d'observation flore-végétation, la part des polygones à physionomies cohérentes semble n'être que de 25 %.

Par accumulation des biais de la modélisation des biotopes et de celle des physionomies, la modélisation des habitats présente nécessairement des performances inférieures aux deux précédentes. Par exemple, pour les pelouses et broussailles calcicoles, la part des modélisations pertinentes représente 20 % des 834 polygones contenant suffisamment de données d'observation pour les identifier. Ce résultat médiocre ne doit pas être surinterprété : il est notamment dû au cas particulier de l'habitat ciblé qui est très influencé par la surestimation des forêts matures. De plus, les divergences sont également dues pour une partie significative au manque de fiabilité des polygones identifiés grâce aux données d'observation.

Les cartes produites pour les pelouses et broussailles calcicoles comme pour les tourbières alcalines mettent en évidence un nombre important de polygones non confirmés par les données d'observation, sans qu'il soit possible de déterminer s'il s'agit de sur-modélisation ou de défaut de prospection. Cependant, ces cartes sont très cohérentes et il est très probable qu'une part significative de ce lot de polygones corresponde à des défauts de prospection.

Concernant la pertinence de la modélisation CarHab, il semble possible de conclure que la modélisation CarHab possède une pertinence suffisante pour l'exploitation en vue de dégager des statistiques territoriales et d'identifier des enjeux de préservation. Son utilisation nécessite des précautions concernant les habitats liés à la dynamique de recolonisation, qui souffrent d'un biais lié à la sur-modélisation des forêts matures. Il s'agit de toute façon, par sa pertinence et par la richesse des informations favorisant les croisements et la hiérarchisation, du meilleur support disponible actuellement pour l'analyse cartographique des habitats naturels.

Les travaux de nettoyage et de réétiquetage n'ont pas modifié de manière significative les statistiques départementales concernant les pelouses et broussailles calcicoles comme les tourbières alcalines. Toutefois, ceux-ci améliorent nettement la pertinence de la carte de répartition et s'avèrent indispensables dans la perspective d'identifier précisément les polygones présentant les plus fortes potentialités pour la préservation des habitats naturels.

Les tests menés sur les pelouses et broussailles calcicoles et sur les tourbières alcalines montrent que les nettoyages, réétiquetages et enrichissements par les données d'observation permettent d'aboutir à des cartes très pertinentes et riches d'informations concernant des habitats naturels très précis (six types de tourbières alcalines ont pu être distingués, par exemple). De plus, ces travaux permettent de distinguer les habitats naturels avérés vis-à-vis des habitats naturels potentiels, qu'il faudra soit confirmer par des prospections ciblées, soit restaurer par des travaux de gestion conservatoire.

Compte tenu des travaux n'ayant pas pu être menés et des résultats des analyses réalisées en 2023, les perspectives de développement sont les suivantes :

- concernant la pertinence, nous envisageons de ne pas approfondir les analyses dans la mesure où ce type de démarche ne peut jamais être très précis. Nous pensons donc avoir un ordre d'idée suffisant de la pertinence de la modélisation. Mais si des besoins émergeaient des échanges avec les partenaires ou des prochains travaux, de nouveaux tests pourraient être menés ;
- des listes complémentaires de taxons et syntaxons pourraient être établies afin d'enrichir de manière plus pertinente la modélisation CarHab. Par exemple, une liste de taxons mésiques oligotrophes aurait pu être réalisée afin d'éviter la sur-modélisation des tourbières alcalines oligotrophes humides ;
- maintenant que nous disposons d'évaluations et de tests probants, il est pertinent d'entamer une phase de concertation avec les partenaires régionaux afin de mieux cerner les besoins et les usages de cette cartographie des enjeux de préservation, dans le but d'aboutir à une méthode consensuelle pour la hiérarchisation des habitats naturels et la spatialisation des enjeux de préservation. Cette concertation aboutira à une validation de la méthode par le CSRPN des Hauts-de-France. Cette concertation sera également articulée avec la coordination régionale de la Stratégie des aires protégées pilotée par la DREAL en lien avec l'ARB. Au plan national, les résultats seront présentés au Comité technique du programme CarHab, afin d'informer les partenaires sur les conclusions de nos analyses et de recueillir les pistes de développement ;
- il faudra évaluer s'il est envisageable de croiser la modélisation CarHab avec des données d'observation issues d'autres sources que DIGITALE. La démarche peut être extrêmement intéressante sur le plan de la méthode comme sur le plan des résultats, mais elle mobilisera nécessairement beaucoup de temps de travail si l'on souhaite aboutir à un résultat tel que celui issu du croisement avec DIGITALE. Mais une méthode par superposition permettrait sans doute d'obtenir, à moindres frais, quelques statistiques sur les habitats occupés par le taxon étudié ;
- échanger avec le CSRPN et les partenaires pour décider s'il est souhaitable de définir une évaluation intrinsèque des habitats CarHab, en plus de l'évaluation des taxons et syntaxons ;
- la mise en relation des habitats et des syntaxons n'est pas achevée pour un certain nombre d'habitats problématiques ;
- il est nécessaire d'intégrer la typologie propre des biotopes et habitats CarHab au sein de nos référentiels typologiques emboîtés, afin d'améliorer et de systématiser les exploitations de nos référentiels patrimoniaux dans l'identification des enjeux de préservation ;
- pour la hiérarchisation des habitats naturels en fonction de leur capacité à héberger des plantes et des végétations d'intérêt patrimonial, il est nécessaire d'intégrer des filtres en fonction de la probabilité de présence du taxon ou du syntaxon ;
- en conclusion du programme, un document synthétique devra localiser les enjeux de préservation. Ces enjeux seront identifiés en fonction de la hiérarchisation patrimoniale, mais d'autres paramètres devront être envisagés. Parmi ceux-ci, la nécessité de gestion pourrait être évaluée (en répondant à la question suivante : la pérennité de l'habitat nécessite-t-elle une gestion ?). Les approches de l'état de conservation doivent également être envisagées (cf. point suivant) ;
- pour l'évaluation de l'état de conservation, certaines procédures développées cette année permettraient de collecter des informations utiles. Par exemple, la méthode qui a permis

d'identifier les polygones en bord de route permettrait d'individualiser les sites à proximité immédiate d'une route, d'habitations ou d'une culture, et donc de pointer des pressions potentielles sur l'habitat considéré. De même, en combinant plusieurs outils, il est possible d'agréger des habitats proches géographiquement et ainsi, de mettre en évidence des réseaux de sites de même nature (pelouses et broussailles calcicoles par exemple) ou au contraire des sites isolés ;

- dans les différentes productions du projet, il faudra envisager avec les partenaires si les polygones doivent être agrégés en fonction de la nature de l'habitat présent, de manière à produire des statistiques plus pertinentes ou si l'individualité doit être conservée afin de garantir la cohérence avec le niveau national et de conserver la richesse d'information attributaire ;
- en complément de la démarche d'agrégation des polygones évoquée, l'amalgame d'un certain nombre de postes de physionomie et de biotope pourrait être envisagé (par exemple, amalgame du poste « culture annuelle » et du poste « prairie temporaire ») ;
- la structure actuelle des données et des couches d'information facilite beaucoup la production de données synthétiques telles que le taux de prospection des différents habitats naturels (proportion des polygones contenant un nombre significatif de données d'observation) ;
- en plus des documents synthétiques de nature statistique et cartographique, il nous semble nécessaire de produire des documents synthétiques de description des différents biotopes et habitats naturels. En effet, la typologie CarHab est foisonnante et 340 types d'habitats ont été cartographiés dans le Pas-de-Calais et la Somme. Pour la bonne appropriation de l'approche CarHab, il nous semble nécessaire de proposer des descriptifs des habitats les plus significatifs, lesquels pourront être enrichis de statistiques issues de la modélisation cartographique.

PARTIE 7

BIBLIOGRAPHIE

- AUSSEL, A., BELLENFANT, S., CATTEAU, E., CAUSSE, G., CONNORD, C., GAUDILLAT, V., LAPORTE, O., MAISONNEUVE, B., SACCA, C. & VILLEJOURBERT, G., 2023.** – Notice CarHab – Programme de cartographie nationale des habitats naturels et semi-naturels. MTECT, OFB, MNHN, IGN, réseau des CBN, EVS UMR 5600 Université Jean Monnet Saint-Etienne, PatriNat (OFB – MNHN – CNRS – IRD), 36 p.
- BERTRAND, M., 2023.** – Exploitation d'une modélisation cartographique pour contribuer à la localisation des sites potentiels de pelouses et broussailles calcicoles. Mémoire de stage de Master 2 AETPF, CBN de Bailleul, Bailleul, 56 p. + annexes.
- CAMART, C., CATTEAU, E., DUHAMEL, F., HAUGUEL, J.-C. & RAEVEL, V., 2023.** – Notice méthodologique pour la définition des habitats EUNIS déterminant de ZNIEFF. Conservatoire botanique national de Bailleul. 15 p. + annexe.
- CATTEAU, E., 2022.** – Processus d'évolution des biotopes au sein des marais tourbeux alcalins. Doc. interne inédit. Conservatoire botanique national de Bailleul. 22 p.
- CATTEAU, E., FRANÇOIS, R., PREY, T. & FARVACQUES, C., 2017.** – Analyse d'un système de végétations menacées : les tourbières neutro-alcalines du nord-ouest de la France. *Doc. Phytosoc.* série 3, 6 (Actes du Colloque de Saint-Mandé 2012 : Prodrome et cartographie des végétations de France) : 276-312.
- OBSERVATOIRE RÉGIONAL DE LA BIODIVERSITÉ DES HAUTS-DE-FRANCE, 2019.** – Occupation du sol. In : *État des lieux de la biodiversité des Hauts-de-France. Année 2019* : 37-41. Téléchargée le 21/12/2023 sur <https://www.observatoire-biodiversite-hdf.fr/sites/default/files/documents/medias/documents/broch-indic2019-planchescouv-bdpdf.pdf>
- OBSERVATOIRE RÉGIONAL DE LA BIODIVERSITÉ DES HAUTS-DE-FRANCE, 2019.** – Les surfaces en herbe. In : *État des lieux de la biodiversité des Hauts-de-France. Année 2019* : 87-91. Téléchargée le 13/12/2023 sur https://www.observatoire-biodiversite-hdf.fr/sites/default/files/documents/medias/fiches-indicateurs/Les_surfaces_en_herbe.pdf
- VILLEJOURBERT, G. & CATTEAU, E., 2023.** – Notice CarHab du Pas-de-Calais (62) – Programme de cartographie nationale des habitats naturels et semi-naturels. MTECT, OFB, MNHN, IGN, CBN de Bailleul, EVS UMR 5600 Université Jean Monnet Saint-Etienne, PatriNat (OFB – MNHN – CNRS – IRD), 37 p.
- VILLEJOURBERT, G., DUMONT, O., HAUGUEL, J.-C., FRANCOIS, R. & CATTEAU, E., 2023.** – Notice CarHab de la Somme (80) – Programme de cartographie nationale des habitats naturels et semi-naturels. MTECT, OFB, MNHN, IGN, CBN de Bailleul, EVS UMR 5600 Université Jean Monnet Saint-Etienne, PatriNat (OFB – MNHN – CNRS – IRD), 31 p.



PARTIE 8

ANNEXES

ANNEXE I - ANALYSE MÉTHODOLOGIQUE DE L'INCLUSION DES DONNÉES D'OBSERVATION DANS LES POLYGONES CARHAB

Types de localisations d'observation

- In : observation d'individu. Le taxon ou le syntaxon est présent dans tout le polygone.
- Oc : occurrence. Le taxon ou le syntaxon est présent dans l'essentiel du polygone.
- Zo : zone de prospection. Le taxon ou le syntaxon est présent quelque part dans le polygone.
- Lo : localité citée.

Règles de prise en compte des observations

La distinction dans DIGITALE des types de localisation permet d'appliquer des règles différentes pour les différentes catégories d'observations.

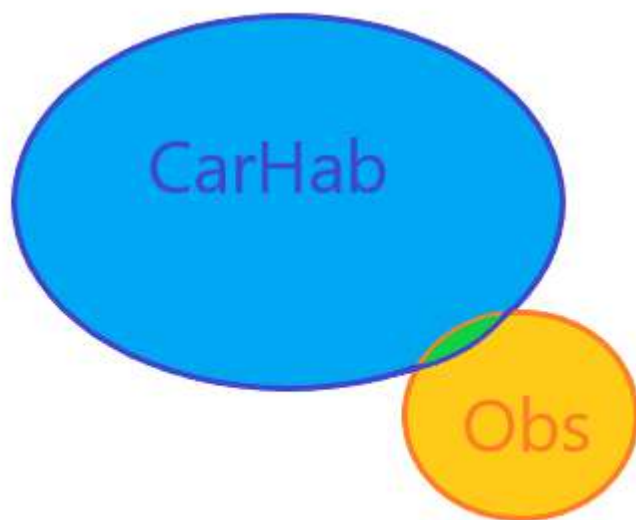
Prise en compte des Lo/Zo

La donnée d'observation est prise en compte si elle est incluse à plus de 50 % dans l'entité CarHab.

Prise en compte des In/Oc

Règle appliquée dans DIGITALE

Toutes les données d'observation qui intersectent le polygone CarHab sont retenues. C'est le traitement classique mis en place dans DIGITALE.

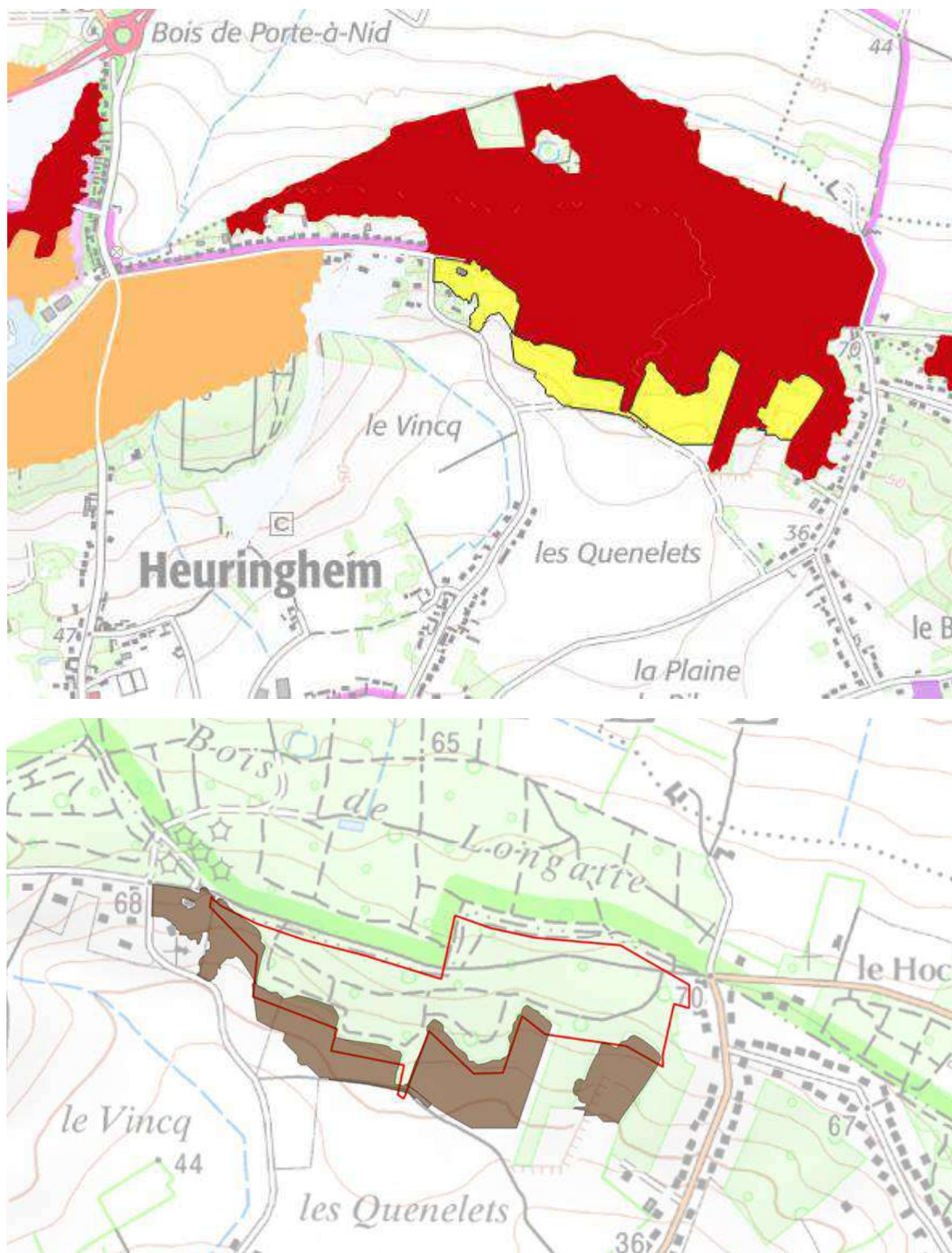


Relation entre un polygone CarHab et un polygone d'observation de type In/Oc dans le traitement classique de DIGITALE

L'observation est prise en compte dès que le polygone d'observation est inclus, même de manière infime.

Cette méthode semble s'imposer par la nature des observations de type In/Oc : comme le taxon ou le syntaxon a été observé sur toute l'étendue du polygone, il est naturel de n'adopter aucune restriction de surface pour la prise en compte de la donnée.

Cependant, la relative imprécision des localisations génère des effets de bord qui amènent à retenir des données voisines, dès qu'un pixel est en commun.



Les quatre polygones de culture (en jaune en haut, en marron en bas) "héritent" des nombreuses données d'observation du polygone de lande boisée voisin (en rouge).

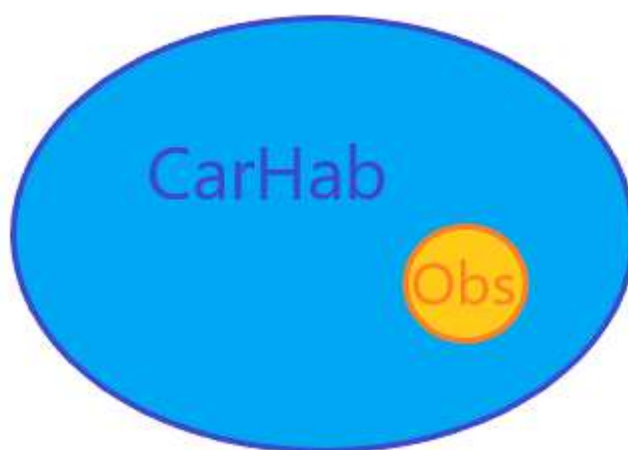
Règle alternative

Il est nécessaire de formuler une règle alternative de prise en compte des polygones d'observation, plus adaptée à la géométrie des polygones CarHab et à l'identification d'enjeux de préservation. En effet, l'attribution d'une observation à un polygone voisin est acceptable dans la perspective de présenter toutes les observations dans des mailles communales ou géométriques, mais elle représenterait un biais majeur dans la perspective d'identifier des polygones d'habitats contenant des enjeux de préservation.

Nous envisageons donc la règle alternative ci-dessous, que nous évaluerons dans le paragraphe suivant, à travers l'analyse des polygones de culture annuelle dans le Pas-de-Calais et la Somme.

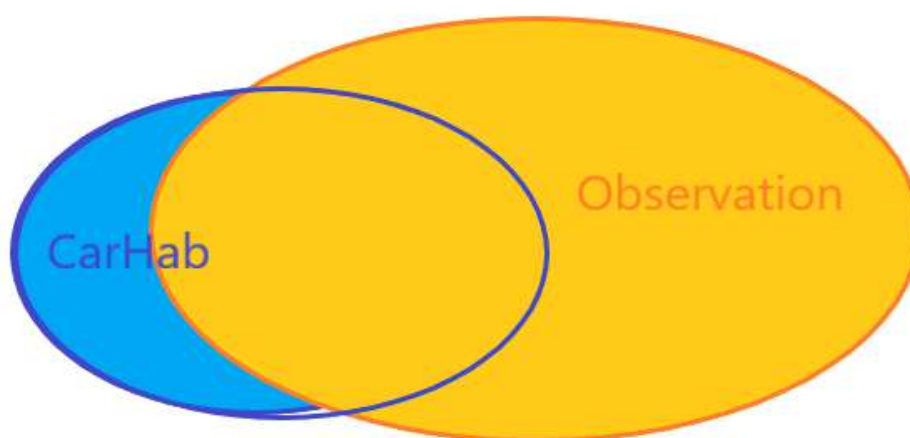
L'observation est retenue dans le polygone CarHab :

- si plus de 50 % du polygone d'observation est inclus dans l'entité CarHab ;



Cas d'un polygone d'observation totalement inclus dans un polygone CarHab

- ou si plus de 50 % de l'entité CarHab est inclus dans le polygone d'observation.



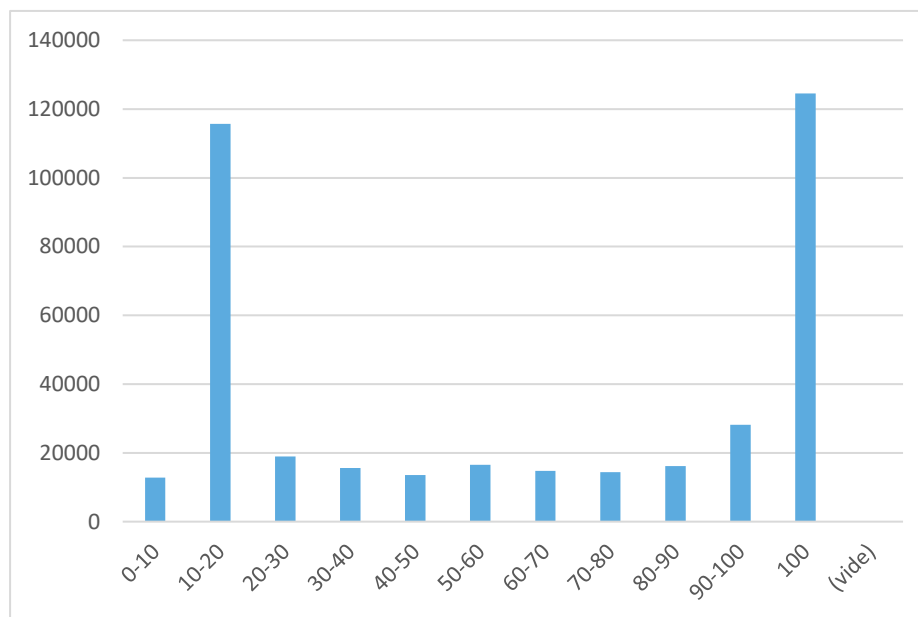
Cas d'un polygone CarHab inclus à plus de 50 % dans un polygone d'observation

Résultats de l'analyse de la carte CarHab du Pas-de-Calais et de la Somme

Généralités

Une table de croisement des polygones CarHab avec les polygones d'observation a été produite. Tous les cas de croisement ont été distingués en lignes. La table compte 391 301 lignes que nous comptabiliserons comme des cas distincts. Elle regroupe 229 903 polygones d'observation, de sorte qu'un polygone d'observation intersecte en moyenne 1,7 polygones.

Dans 214 184 cas (55 %), le polygone d'observation est inclus à plus de 50 % dans le polygone CarHab.



*Distribution des taux d'inclusion des polygones d'observation dans les polygones CarHab, tous cas confondus
(en abscisse, les classes d'inclusion en % ; en ordonnée, le nombre de cas concernés)*

Parmi les 176 585 cas restants, l'inclusion du polygone CarHab dans le polygone d'observation est :

- inférieure à 10 % dans 140 072 cas ;
- inférieure à 20 % dans 149 377 cas ;
- inférieure à 50 % dans 158 227 cas.

Cas des polygones d'observation de syntaxons dans des polygones de culture

Afin d'examiner les cas d'inclusion abusive d'observations dans des polygones CarHab, nous avons pris pour modèle les 21 796 cas d'inclusion d'observations de syntaxons dans des polygones CarHab de culture annuelle (en supprimant les 1 021 cas de cultures annuelles dans des biotopes aberrants). Nous avons ensuite examiné les syntaxons observés dans ces cas afin de dégager 2 590 cas d'observation de syntaxons très peu probables dans des cultures.

Nous avons admis que l'essentiel de ces cas correspondaient à des problèmes de croisement des polygones d'observation et des polygones CarHab et avons cherché une règle permettant de les minimiser.

Dans 403 cas, le polygone d'observation est inclus à plus de 50 % dans le polygone CarHab.

Parmi les 2 187 cas restants, l'inclusion du polygone CarHab dans le polygone d'observation est :

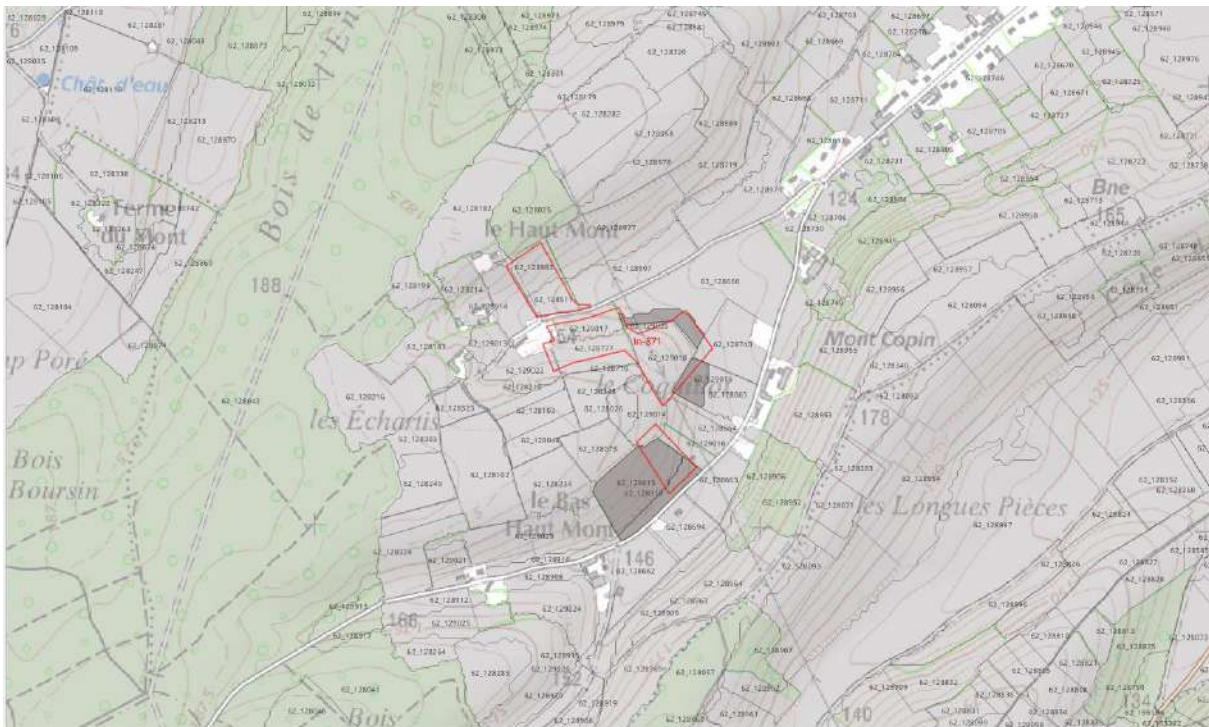
- inférieure ou égale à 10 % dans 2 002 cas ;
- inférieure ou égale à 20 % dans 2 098 cas ;
- inférieure ou égale à 50 % dans 2 158 cas.

Analyse de quelques cas particuliers

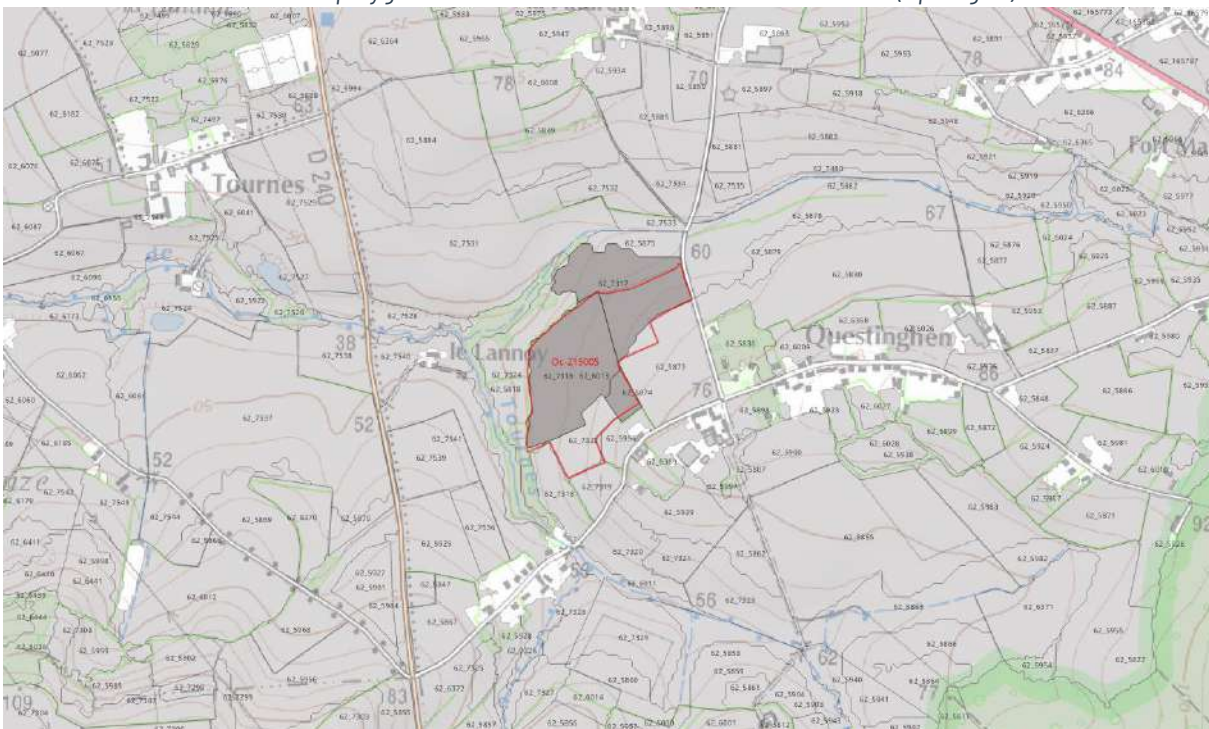
Parmi les cas précédents, nous avons mené une analyse approfondie de sept polygones d'observation qui couvraient plusieurs polygones CarHab.

Description des cas de croisement correspondant à sept polygones d'observation étudiés en détail

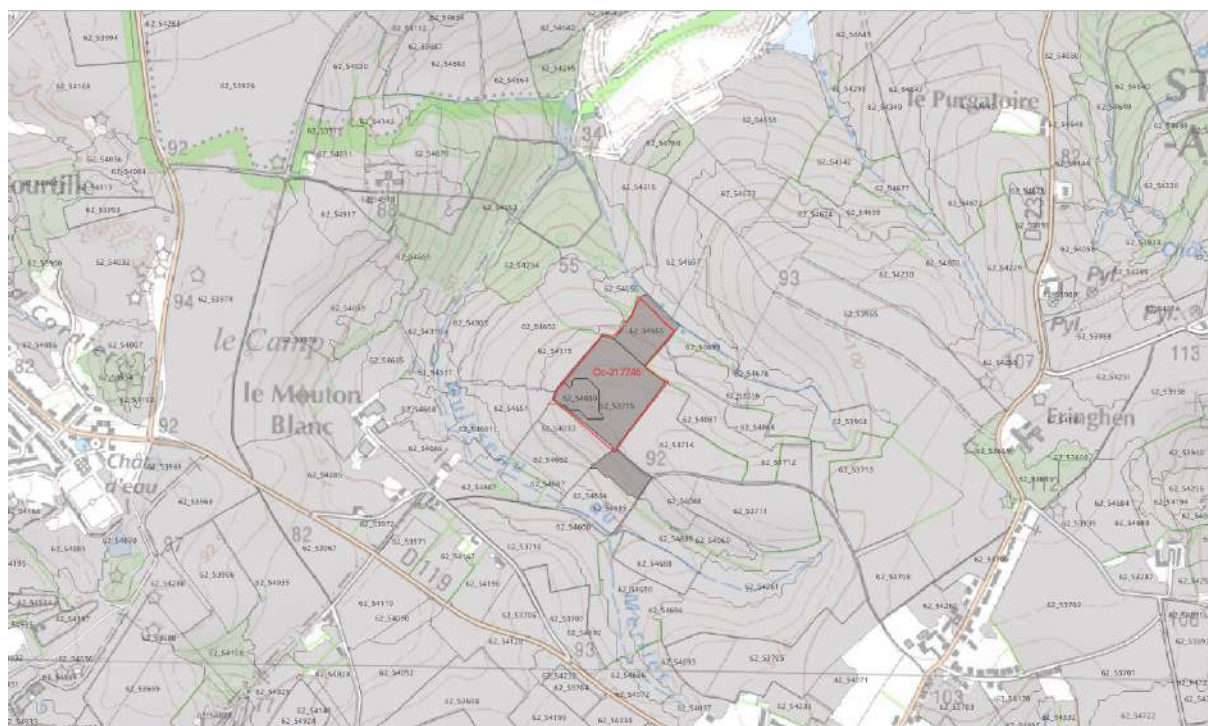
fid_cbnbl	Localisation retenue	Surf. polygone obs. (ha)	Liste syntaxons	Inclusion polygone (%)	Inclusion CarHab (%)
62_128910	In-871	6,3	<i>Cirsio arvensis</i> - <i>Lolietum perennis</i> B. Foucault 2016	3,32	29,26
62_129015				8,59	23,98
62_129019				1,95	22
62_129020				4,14	45,71
62_7317	Oc-215005	8,4	<i>Trifolio montani</i> - <i>Arrhenatherenion elatioris</i> Rivas Goday & Rivas Mart. 1963	22,74	47,09
62_5874				5,12	83,16
62_7316				53,03	98,47
62_54655	Oc-217746	4,5	<i>Danthonio decumbentis</i> - <i>Cynosurenion cristati</i> B. Foucault 2016	22,26	82,66
62_54680				13,93	97,83
62_53715				60,29	78,92
80_18103	Oc-238174	37,3	<i>Arrhenatherion elatioris</i> W. Koch 1926; <i>Charetalia hispidae</i> Krausch ex W. Krause 1997 ; Groupement à <i>Carex paniculata</i> et <i>Carex pseudocyperus</i> Catteau & Duhamel 2014 ; <i>Potametum berchtoldii</i> Wijsman ex P. Schipper et al. in Schaminée et al. 1995 ; <i>Pulicario dysentericae</i> - <i>Juncetum inflexi</i> B. Foucault in J.-M. Royer et al. 2006 ; <i>Salicion cinereae</i> T. Mull. & Görs ex H. Passarge 1961	42,55	65,07
80_18105				0,61	45,05
80_18106				2,23	90,88
80_18119				6,56	99,87
62_11410	Oc-623	12,7	<i>Cirsio arvensis</i> - <i>Lolietum perennis</i> B. Foucault 2016 ; <i>Galio veri</i> - <i>Cynosurenion cristati</i> Rivas Goday & Rivas Mart. 1963	2,93	51,49
62_10327				3,06	49,46
62_10328				3,90	39,03
62_9479	Oc-70022	32,4	<i>Cirsio arvensis</i> - <i>Lolietum perennis</i> B. Foucault 2016	5,32	62,08
62_9481				1,17	56,77
62_9491				0,96	35,57
62_9494				3,34	52,39
62_7043				2,39	25,08
62_149638	Oc-813055	7,7	<i>Endymio non-scriptae</i> - <i>Fagetum sylvaticae</i> Durin et al. 1967	4,64	30,19
62_149640				8,46	30,44
62_149651				20,08	35,83



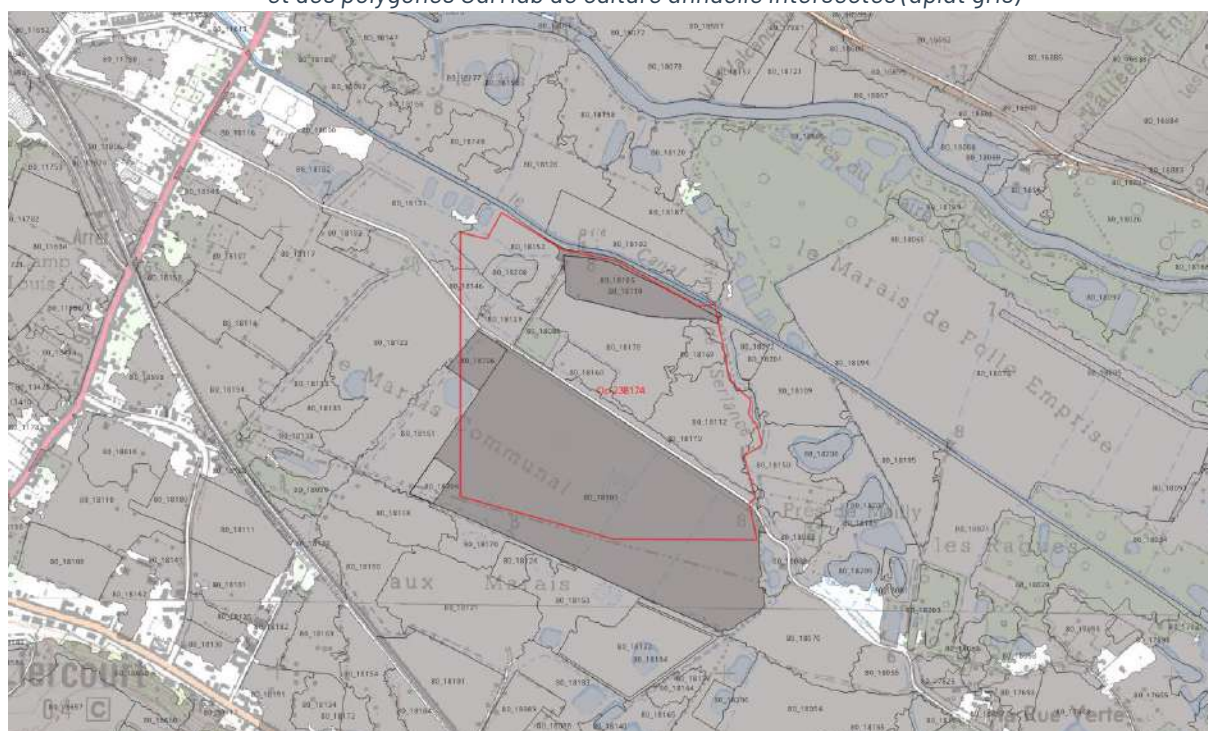
Représentation cartographique du polygone d'observation In-871 (contour rouge)
et des polygones CarHab de culture annuelle intersectés (aplats gris)



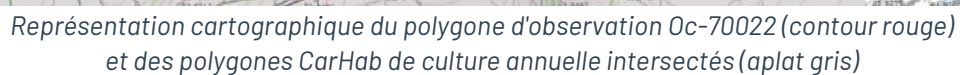
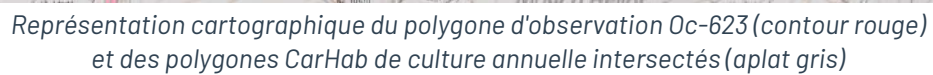
Représentation cartographique du polygone d'observation Oc-215005 (contour rouge)
et des polygones CarHab de culture annuelle intersectés (aplats gris)

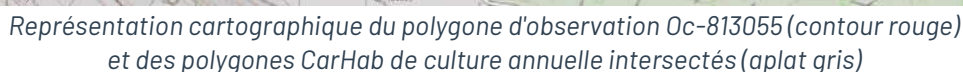


Représentation cartographique du polygone d'observation Oc-217746 (contour rouge)
et des polygones CarHab de culture annuelle intersectés (aplats gris)



Représentation cartographique du polygone d'observation Oc-238174 (contour rouge)
et des polygones CarHab de culture annuelle intersectés (aplats gris)

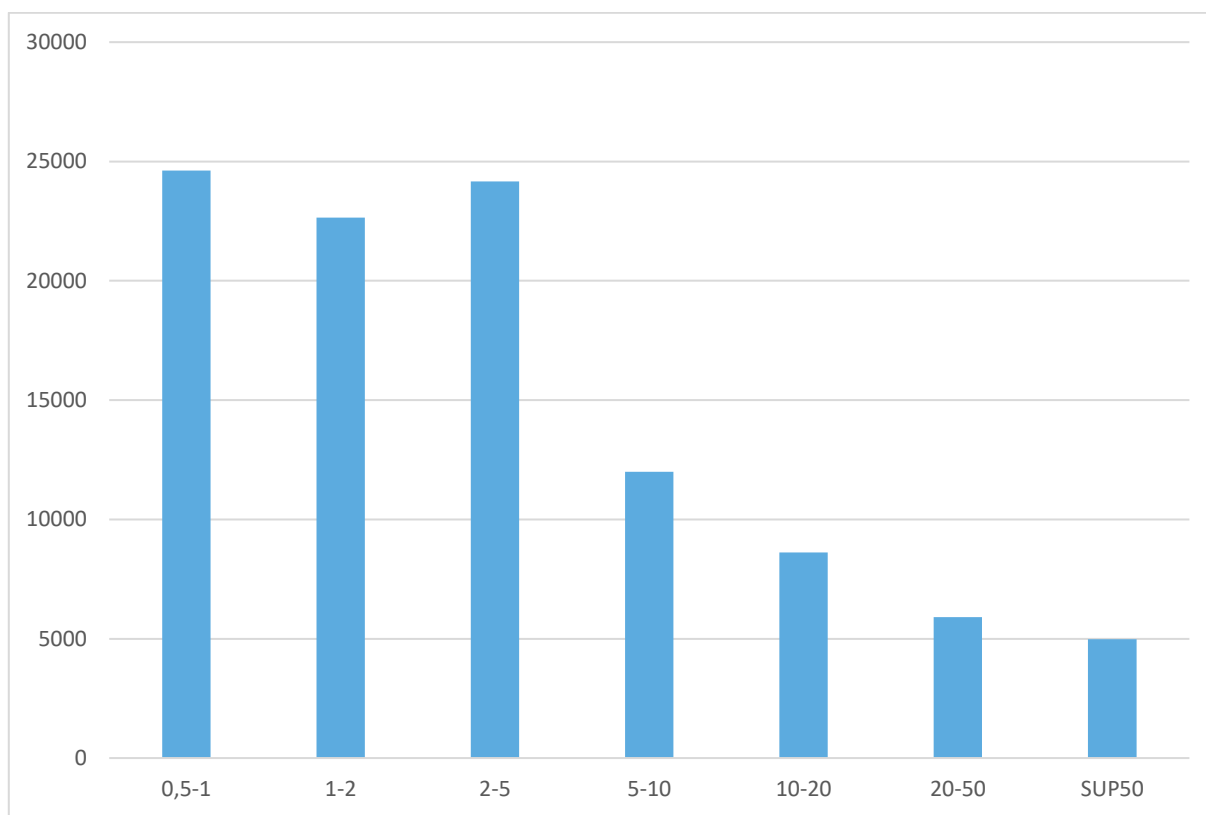




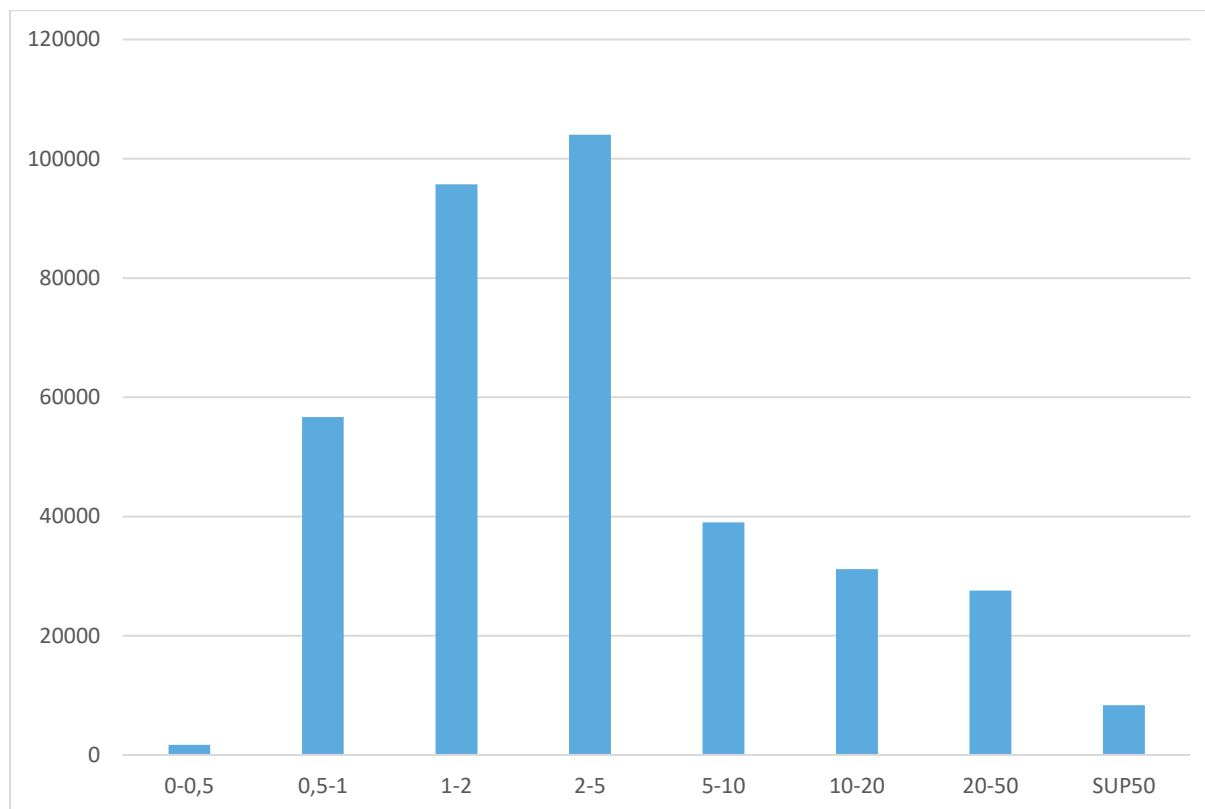
L'analyse des dimensions des polygones d'observation et des polygones CarHab met en évidence un parallélisme dans les dimensions des polygones : dans les deux cas, 81 % des polygones font moins de 10 ha.

Dans les sept cas étudiés précédemment, les trois polygones de plus de 10 ha ne correspondaient clairement pas à des zones d'occurrence de végétation calées sur des parcelles.

On notera que 10 hectares est la surface approximative d'une parcelle forestière, par exemple.



*Distribution des polygones d'observation en fonction de leur surface
(en abscisse, classes de surface en ha ; en ordonnée, nombre de cas)*



*Distribution des polygones d'observation en fonction de leur surface
(en abscisse, classes de surface en ha ; en ordonnée, nombre de cas)*

Sur 5019 In-Oc modernes avec données vég. retenus sur le 2^e critère au seuil 50 en prairie pâturée, 397 (7,8 %) ne sont probablement pas des prairies. Parmi ceux-ci, 257 sont retenus avec des seuils 50/80 et 121 font moins de 10 ha.

Sur 893 In-Oc modernes avec données vég. retenus sur le 2^e critère au seuil 50 en forêt fermée, 293 (33 %) ne sont probablement pas des prairies. Parmi ceux-ci, 162 sont retenus avec des seuils 50/80 et 162 font moins de 10 ha.

Sur 4489 In-Oc modernes avec données vég. retenus sur le 2^e critère au seuil 50 en culture annuelle, 291 (6,4 %) ne sont probablement pas des cultures annuelles. Parmi ceux-ci, 203 sont retenus avec des seuils 50/80 et 148 font moins de 10 ha.

Il ressort donc que le filtre par une surface maximale est plus sélectif que le filtre par l'inclusion du polygone CarHab.

En conclusion, nous retenons la règle suivante :

- **quelle que soit la NatLoc (Zo, Lo, In, Oc), le polygone d'observation est retenu s'il est inclus à plus de 50 % dans le polygone CarHab ;**
- **parmi les polygones d'observation non retenus avec la première règle, les In-Oc de moins de 10 ha sont retenus si le polygone CarHab y est inclus à plus de 50 %.**

Sur les 299 431 cas avec données modernes de flore ou de végétation, la deuxième règle concerne 5603 In-Oc de moins de 10 ha dont le polygone CarHab est inclus à plus de 50 %.

ANNEXE II - LISTE DES TAXONS POUR L'EXTRACTION P&B CALCICOLES

Le terme infrataxon fait référence aux rangs inférieurs par rapport à l'espèce fournie. De même, infrasyntaxon fait référence aux rangs inférieurs à l'association.

Par exemple, l'extraction devait comprendre « *Anemone pulsatilla* L., 1753 » ainsi que ses infrataxons : « *Anemone pulsatilla* subsp. *bogenhardtiana* (Rchb.) Rouy & Foucaud, 1893 » et « *Anemone pulsatilla* subsp. *pulsatilla* L., 1753 »

Liste des végétations (et infrasyntaxons)

<i>Gentianello amarellae</i> - <i>Avenulion pratensis</i> J.-M. Royer 1987 nom. inval. (art. 3b)
<i>Mesobromion erecti</i> (Braun-Blanq. & Moor 1938) Oberd. 1957 nom. cons. propos.
<i>Centauro pulchelli</i> - <i>Filaginetum pyramidatae</i> J.-M. Royer in J.-M. Royer et al. 2006
<i>Rubio ulmifolii</i> - <i>Juniperetum communis</i> Wattez & B. Foucault ex B. Foucault & J.-M. Royer 2015

Liste des bryophytes (et infrataxons)

<i>Abietinella abietina</i> (Hedw.) M.Fleisch.
<i>Aloina aloides</i> (Koch ex Schultze) Kindb.
<i>Aloina ambigua</i> (Bruch & Schimp.) Limpr.
<i>Aloina rigida</i> (Hedw.) Limpr.
<i>Campyliadelphus chrysophyllus</i> (Brid.) R.S.Chopra
<i>Ctenidium molluscum</i> (Hedw.) Mitt.
<i>Dicranella varia</i> (Hedw.) Schimp.
<i>Didymodon acutus</i> (Brid.) K.Saito
<i>Didymodon fallax</i> (Hedw.) R.H.Zander
<i>Didymodon insulanus</i> (De Not.) M.O.Hill
<i>Didymodon luridus</i> Hornsch.
<i>Distichium capillaceum</i> (Hedw.) Bruch & Schimp.
<i>Encalypta vulgaris</i> Hedw.
<i>Entodon concinnus</i> (De Not.) Paris
<i>Exsertotheca crispa</i> (Hedw.) S.Olsson, Enroth & D.Quandt
<i>Fissidens dubius</i> P.Beauv.
<i>Flexitrichum flexicaule</i> (Schwägr.) Ignatov & Fedosov, 2016

<i>Flexitrichum gracile</i> (Mitt.) Ignatov & Fedosov, 2016
<i>Homalothecium lutescens</i> (Hedw.) H.Rob.
<i>Hypnum cupressiforme</i> var. <i>lacunosum</i> Brid.
<i>Microbryum curvicolle</i> (Hedw.) R.H.Zander, 1993
<i>Microbryum rectum</i> (With.) R.H.Zander
<i>Pseudocrossidium revolutum</i> (Brid.) R.H.Zander
<i>Ptychostomum imbricatum</i> (Müll.Hal.) Holyoak & N.Pedersen
<i>Ptychostomum torquescens</i> (Bruch & Schimp.) Ros & Mazimpaka, 2013
<i>Racomitrium canescens</i> (Hedw.) Brid.
<i>Rhytidium rugosum</i> (Hedw.) Kindb.
<i>Thuidium assimile</i> (Mitt.) A.Jaeger
<i>Tortella inclinata</i> (R.Hedw.) Limpr.
<i>Tortella squarrosa</i> (Brid.) Limpr.
<i>Tortula lindbergii</i> Broth.
<i>Weissia brachycarpa</i> (Nees & Hornsch.) Jur.
<i>Weissia longifolia</i> Mitt.
<i>Weissia sterilis</i> W.E.Nicholson

Liste des plantes vasculaires (et infrataxons)

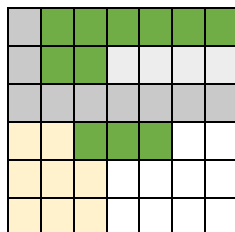
<i>Anemone pulsatilla</i> L., 1753
<i>Anthyllis vulneraria</i> L., 1753
<i>Asperula cynanchica</i> L., 1753
<i>Avenula pubescens</i> (Huds.) Dumort., 1868
<i>Bromopsis erecta</i> (Huds.) Fourr., 1869
<i>Bunium bulbocastanum</i> L., 1753
<i>Campanula glomerata</i> L., 1753
<i>Carex halleriana</i> Asso, 1779
<i>Carlina vulgaris</i> L., 1753
<i>Centaurea scabiosa</i> L., 1753
<i>Cirsium acaulon</i> (L.) Scop., 1769
<i>Erucastrium supinum</i> (L.) Al-Shehbaz & Warwick, 2003
<i>Euphorbia flavicomma</i> DC., 1813
<i>Euphrasia stricta</i> D.Wolff ex J.F.Lehm., 1809
<i>Festuca lemanii</i> Bastard, 1809
<i>Filago pyramidata</i> L., 1753
<i>Galium pumilum</i> Murray, 1770
<i>Gentianella germanica</i> (Willd.) Börner, 1912
<i>Gymnadenia gr. conopsea</i>

<i>Helianthemum nummularium</i> (L.) Mill., 1768
<i>Helictochloa pratensis</i> (L.) Romero Zarco, 2011
<i>Herminium monorchis</i> (L.) R.Br., 1813
<i>Hippocrepis comosa</i> L., 1753
<i>Juniperus communis</i> L., 1753
<i>Koeleria pyramidata</i> (Lam.) P.Beauv., 1812
<i>Plantago media</i> L., 1753
<i>Polygala calcarea</i> F.W.Schultz, 1837
<i>Potentilla verna</i> L., 1753
<i>Poterium sanguisorba</i> subsp. <i>sanguisorba</i> L., 1753
<i>Prunella grandiflora</i> (L.) Schöller, 1775
<i>Scabiosa columbaria</i> L., 1753
<i>Seseli montanum</i> L., 1753
<i>Tephrosia helenitis</i> (L.) B.Nord., 1978
<i>Teucrium chamaedrys</i> L., 1753
<i>Teucrium montanum</i> L., 1753
<i>Thesium humifusum</i> DC., 1815
<i>Thymus gr. serpyllum</i>

ANNEXE III - RÉÉTIQUETAGE DES PHYSIONOMIES FORÊT MATURE

1

Polygone fictif
(pixels)



Couleur	Physionomies	Pourcentage en surface occupée en pixel
Vert	Forêt mature	0.26 (11 pixels de forêt / 42 pixels)
Gris	Fourré haut mixte	0.21 (9 pixels de fourré haut mixte / 42 pixels)
Jaune	Pelouse	0.20 (8 pixels de pelouse / 42 pixels)
Blanc	Prairie	0.33 (14 pixels de prairie / 42 pixels)

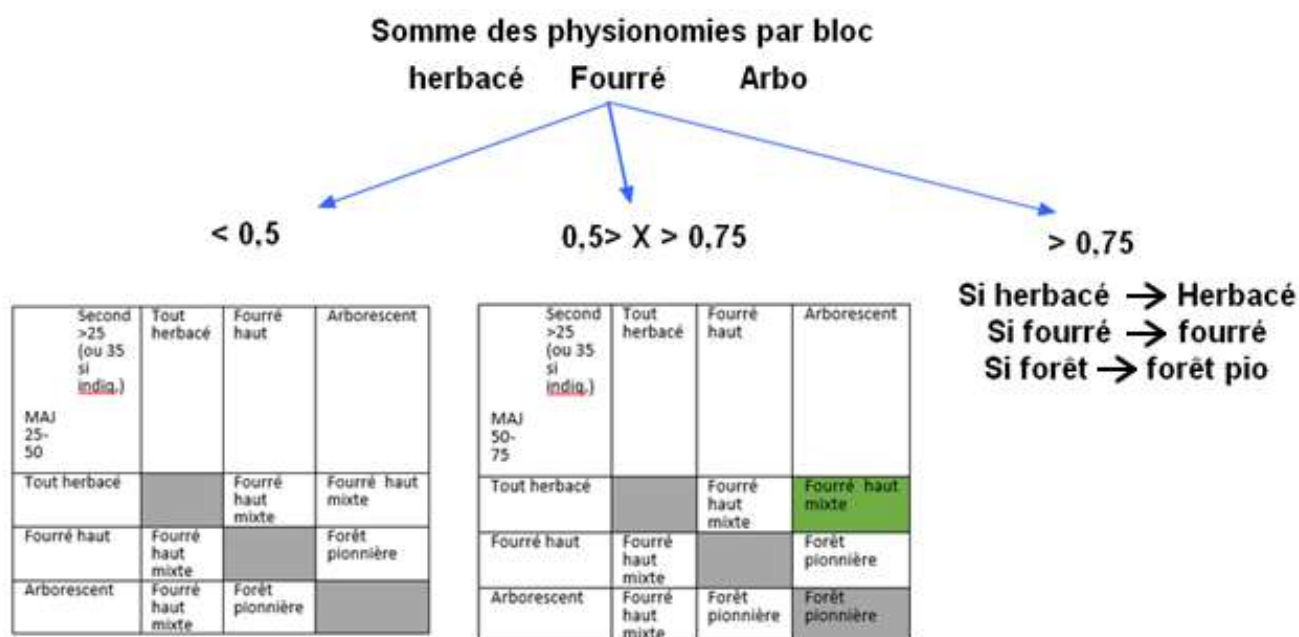
2

Addition des physionomies

Toutes les physionomies herbacées « Tout herbacé »	Toutes les physionomies de fourrés « Fourré haut »	Toutes les physionomies de forêts « Arborescent »
Pelouse Herbacé haut : roselière, cariçaie, mégaphorbiaie, ourlet, végétation herbacée haute Prairie indéterminée, fauchée, pâturée, temporaire Culture annuelle ou prairie temporaire indéterminée et culture annuelle	Fourré haut mixte Fourré haut dense	Forêt pionnière Forêt mature Plantation forestière
Ici le résultat obtenu :		
0.53	0.21	0.26

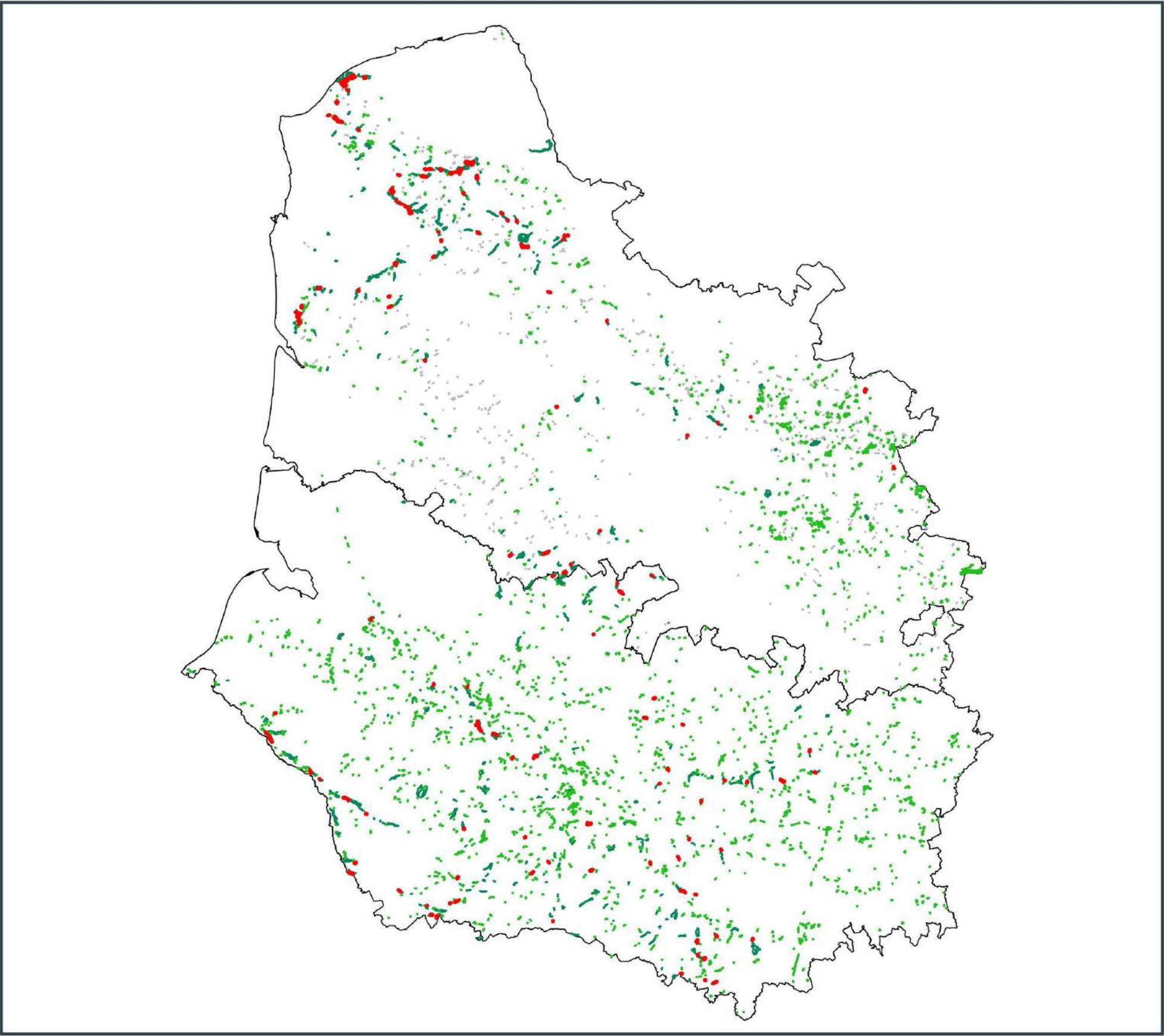
3

Application des règles de décision



Ici, la physionomie majoritaire est « Tout herbacé » avec 50 %, puis une physionomie « Arborescent » à 26 %. La physionomie retenue est **Fourré haut mixte**.

ANNEXE IV - CARTE DE LOCALISATION DES P&B CALCICOLES POTENTIELLES



Étude de la sensibilité de CarHab pour l'identification des enjeux de préservation des habitats naturels

Pelouses et broussailles Calcicoles avec fourrés hauts mixtes
Somme & Pas-de-Calais

Légende

Croisement CarHab Habitats - DIGITALE

- P&B confirmée
- P&B probable selon DIGITALE
- P&B probable selon modélisation
- P&B possible (fourrés hauts mixtes)

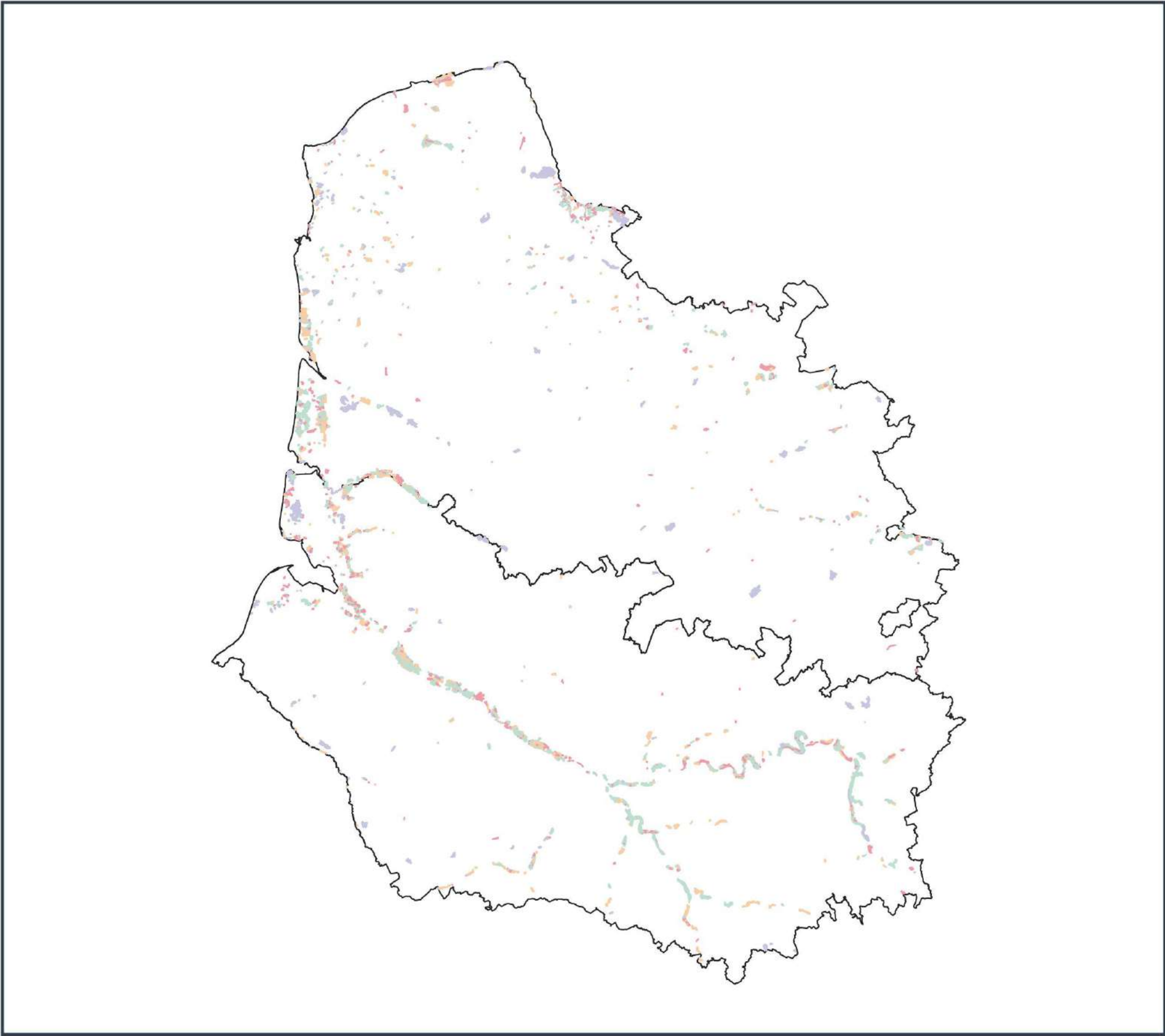
© CarHab, DIGITALE - SIG,BFP - CBN de Bailleul, 2023. Lambert 93 - RGF93. Copie et reproduction interdites, le 18-12-2023

Pilotage projet : CBN de Bailleul et DREAL Hauts-de-France

Le programme CarHab 2020-2025 est réalisé en partenariat avec : MTECT, OFB, IGN, BRGM, PatNat, EVS UMR - EVS-ISTHME, CESBIO, Cerema, CBNx

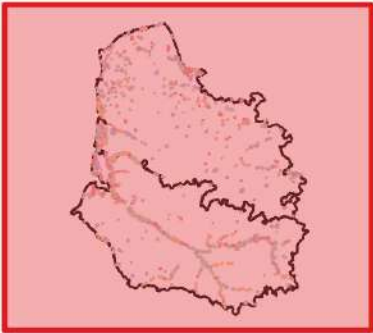
Financé par

ANNEXE V - CARTE DES TOURBIÈRES ALCALINES DES DÉPARTEMENTS DE LA SOMME ET DU PAS-DE-CALAIS



Étude de la sensibilité de CarHab pour l'identification des enjeux de préservation des habitats naturels

Troubières alcalines
Somme & Pas-de-Calais



Légende

- tourbière alcaline confirmée
- tourbière alcaline probable
- sous-modélisation
- sur-modélisation



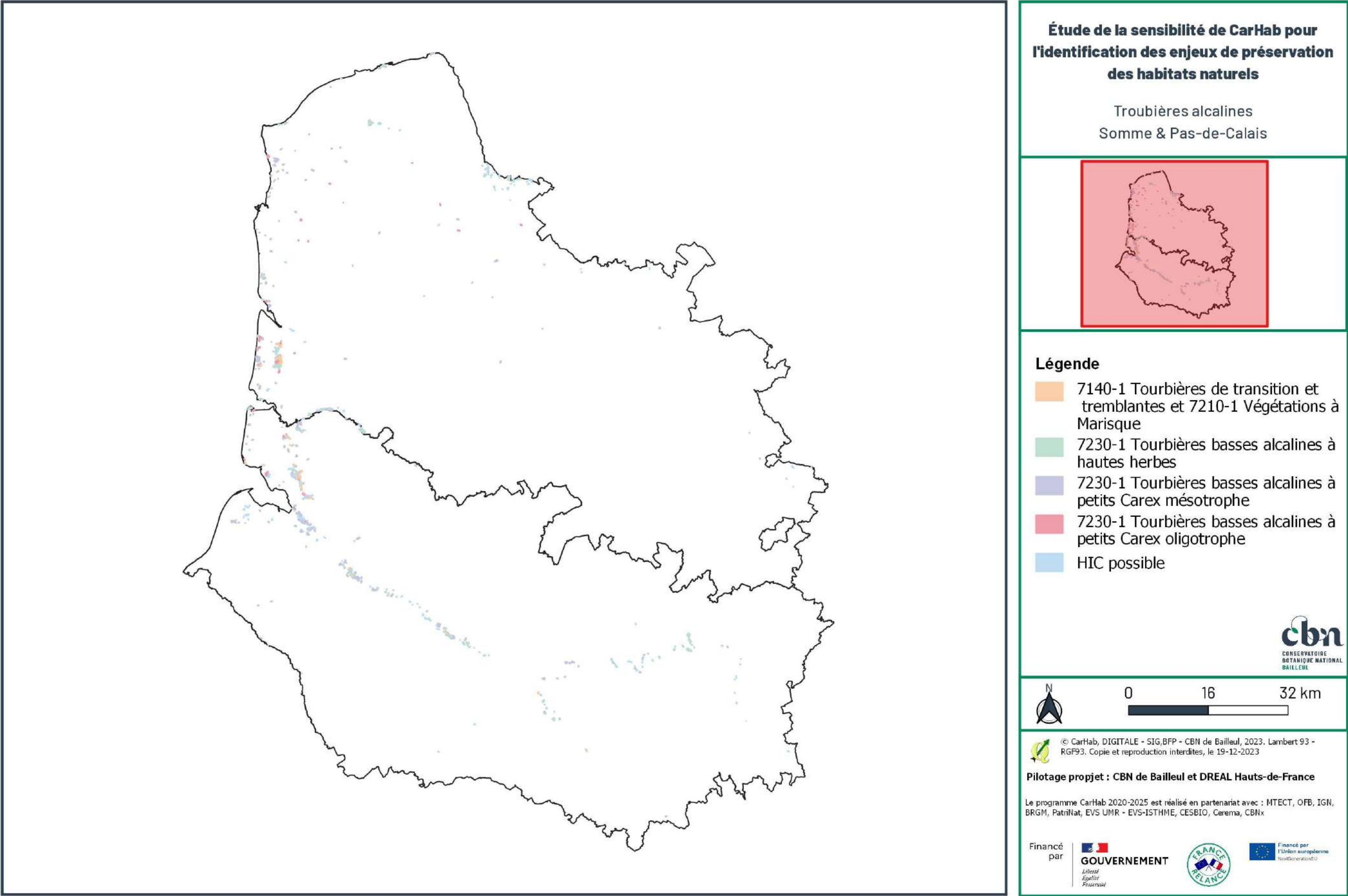
© CarHab, DIGITALE - SIG/BFP - CBN de Bailleul, 2023. Lambert 93 - RGP93. Copie et reproduction interdites, le 19-12-2023

Pilotage projet : CBN de Bailleul et DREAL Hauts-de-France

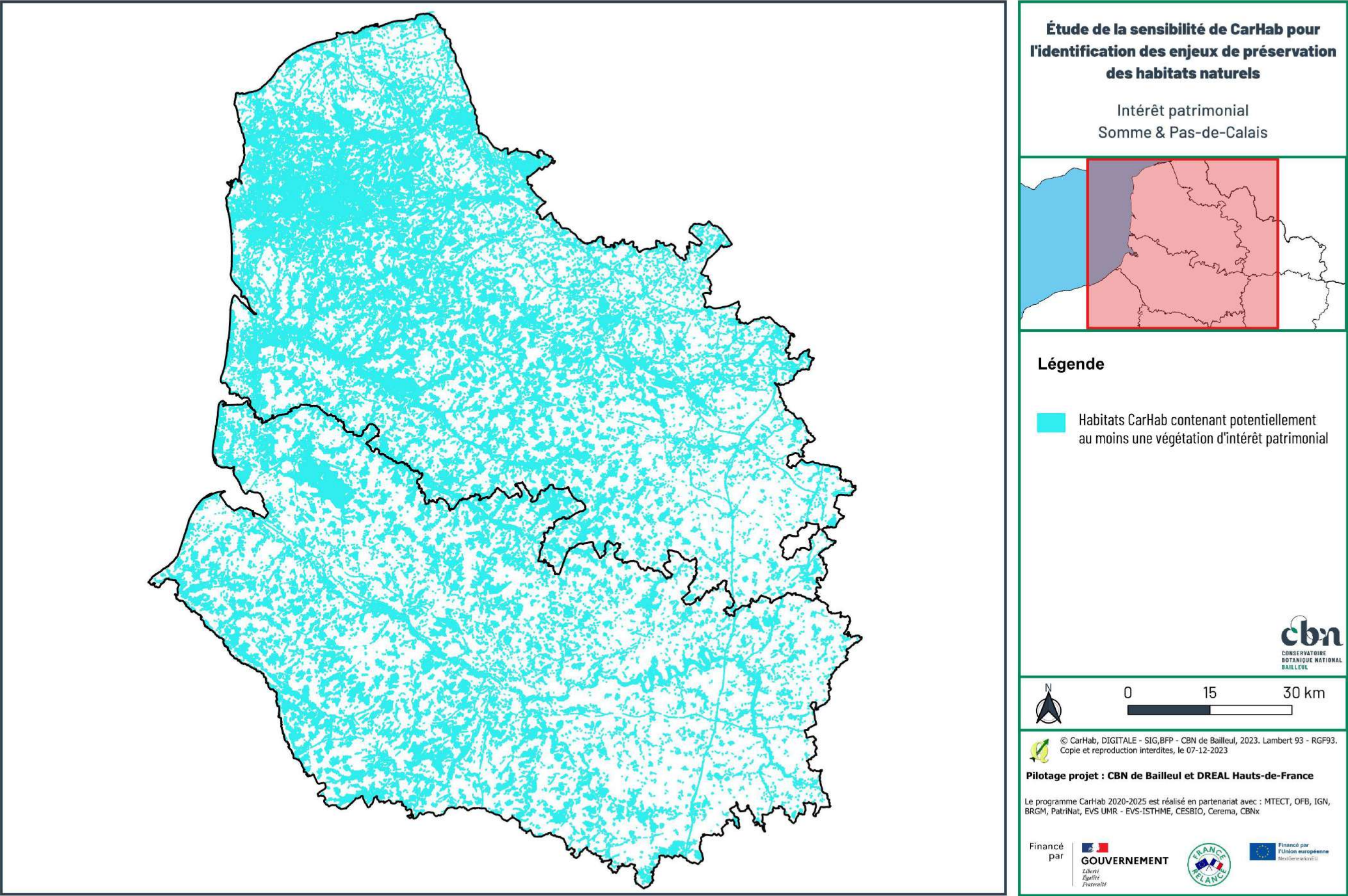
Le programme CarHab 2020-2025 est réalisé en partenariat avec : MTECT, OFB, IGN, BRGM, PatrimNat, EVS UMR - EVS-ISTHME, CESBIO, Cerema, CBNx



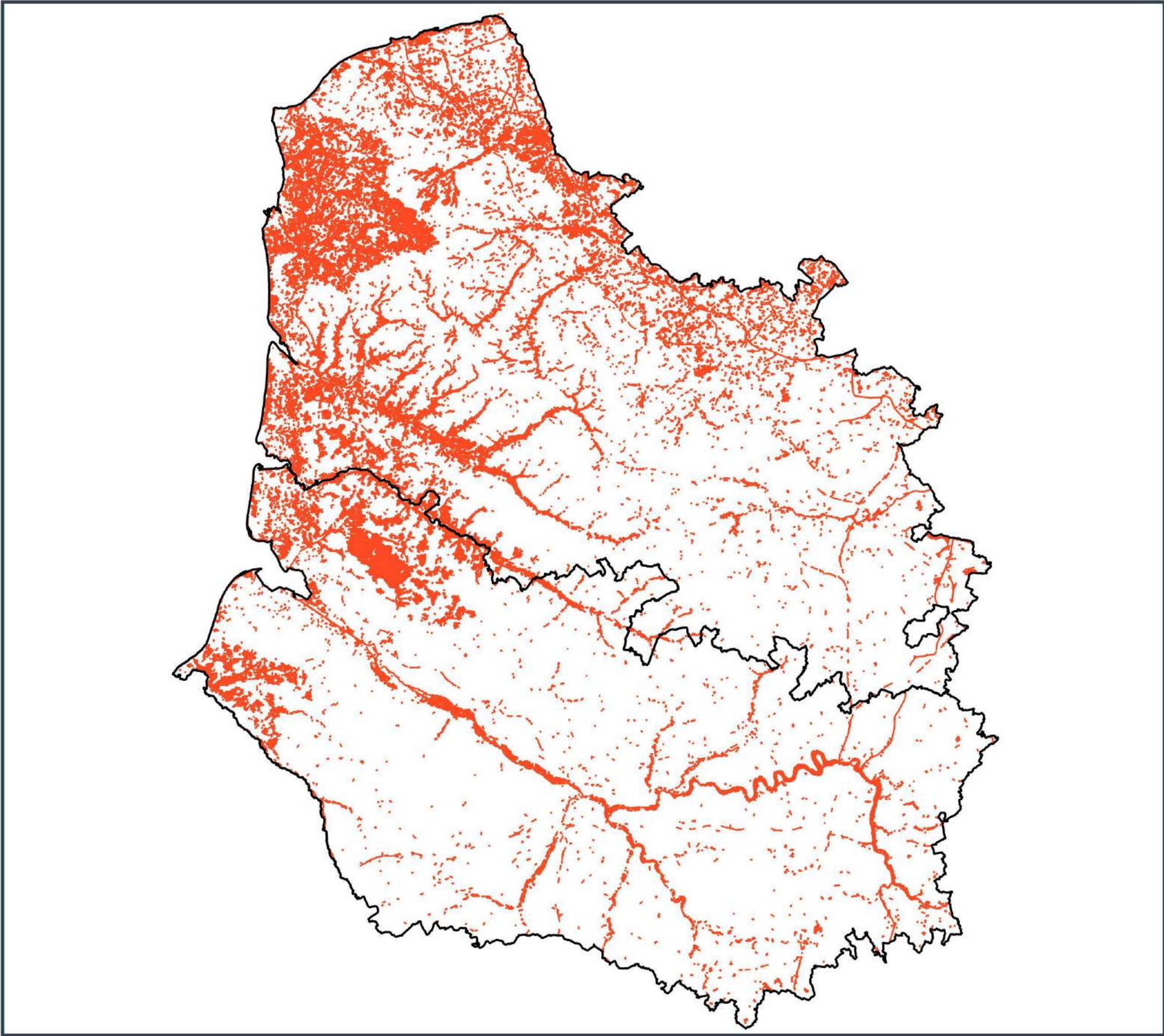
ANNEXE VI - CARTE DE RÉPARTITION DES HIC DE TOURBIÈRES ALCALINES ISSUS DE LA MODÉLISATION



ANNEXE VII - CARTE DE HIÉRARCHISATION DES HABITATS EN FONCTION DE LA PRÉSENCE DE VÉGÉTATIONS D'INTÉRÊT PATRIMONIAL

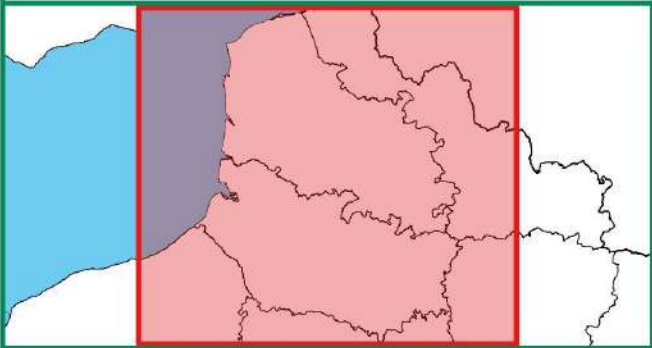


ANNEXE VIII - CARTE DE HIÉRARCHISATION DES HABITATS EN FONCTION DE LA PRÉSENCE DE VÉGÉTATIONS FORTEMENT MENACÉES



Étude de la sensibilité de CarHab pour
l'identification des enjeux de préservation
des habitats naturels

Menace
Somme & Pas-de-Calais



Légende

 Habitats CarHab contenant potentiellement
au moins une végétation menacée



0 15 30 km



© CarHab, DIGITALE - SIG,BFP - CBN de Bailleul, 2023. Lambert 93 - RGF93.
Copie et reproduction interdites, le 07-12-2023

Pilotage projet : CBN de Bailleul et DREAL Hauts-de-France

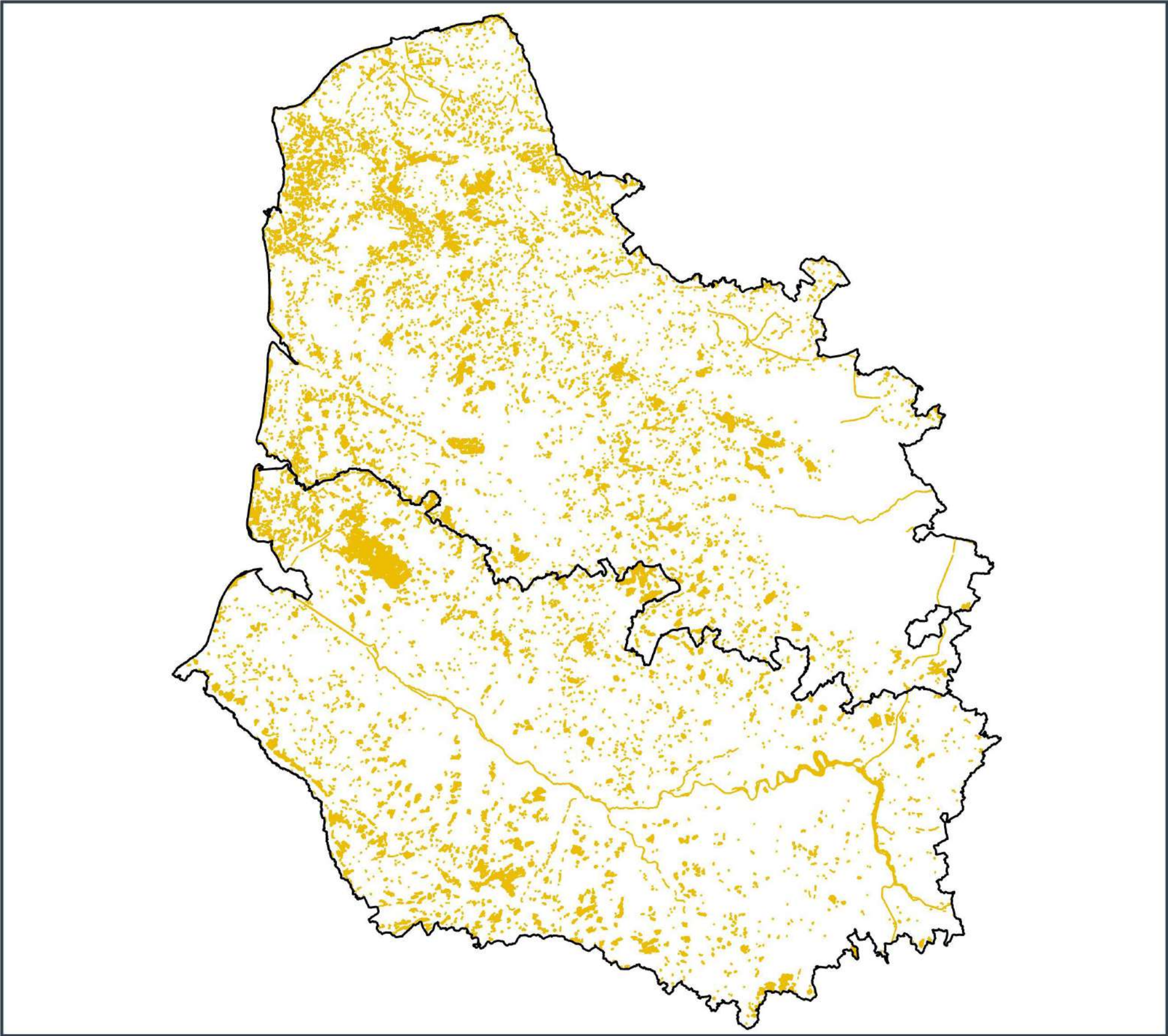
Le programme CarHab 2020-2025 est réalisé en partenariat avec : MTECT, OFB, IGN, BRGM, PatriNat, EVS UMR - EVS-ISTHME, CESBIO, Cerema, CBNx

Financé
par



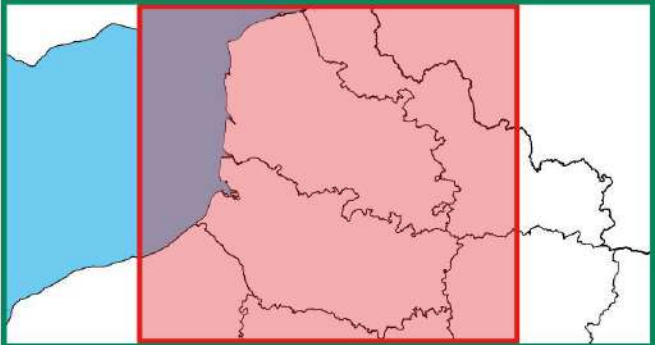
Financé par
l'Union européenne
Région Hauts-de-France

ANNEXE IX -CARTE DE HIÉRARCHISATION DES HABITATS EN FONCTION DE LA PRÉSENCE DE VÉGÉTATIONS À FORTE RESPONSABILITÉ RÉGIONALE



Étude de la sensibilité de CarHab pour
l'identification des enjeux de préservation
des habitats naturels

Endémisme
Somme & Pas-de-Calais



Légende

 Habitats CarHab contenant potentiellement
au moins une végétation endémique



0 15 30 km



© CarHab, DIGITALE - SIG,BFP - CBN de Bailleul, 2023. Lambert 93 - RGF93.
Copie et reproduction interdites, le 07-12-2023

Pilotage projet : CBN de Bailleul et DREAL Hauts-de-France

Le programme CarHab 2020-2025 est réalisé en partenariat avec : MTECT, OFB, IGN, BRGM, PatriNat, EVS UMR - EVS-ISTHME, CESBIO, Cerema, CBNx

Financé par

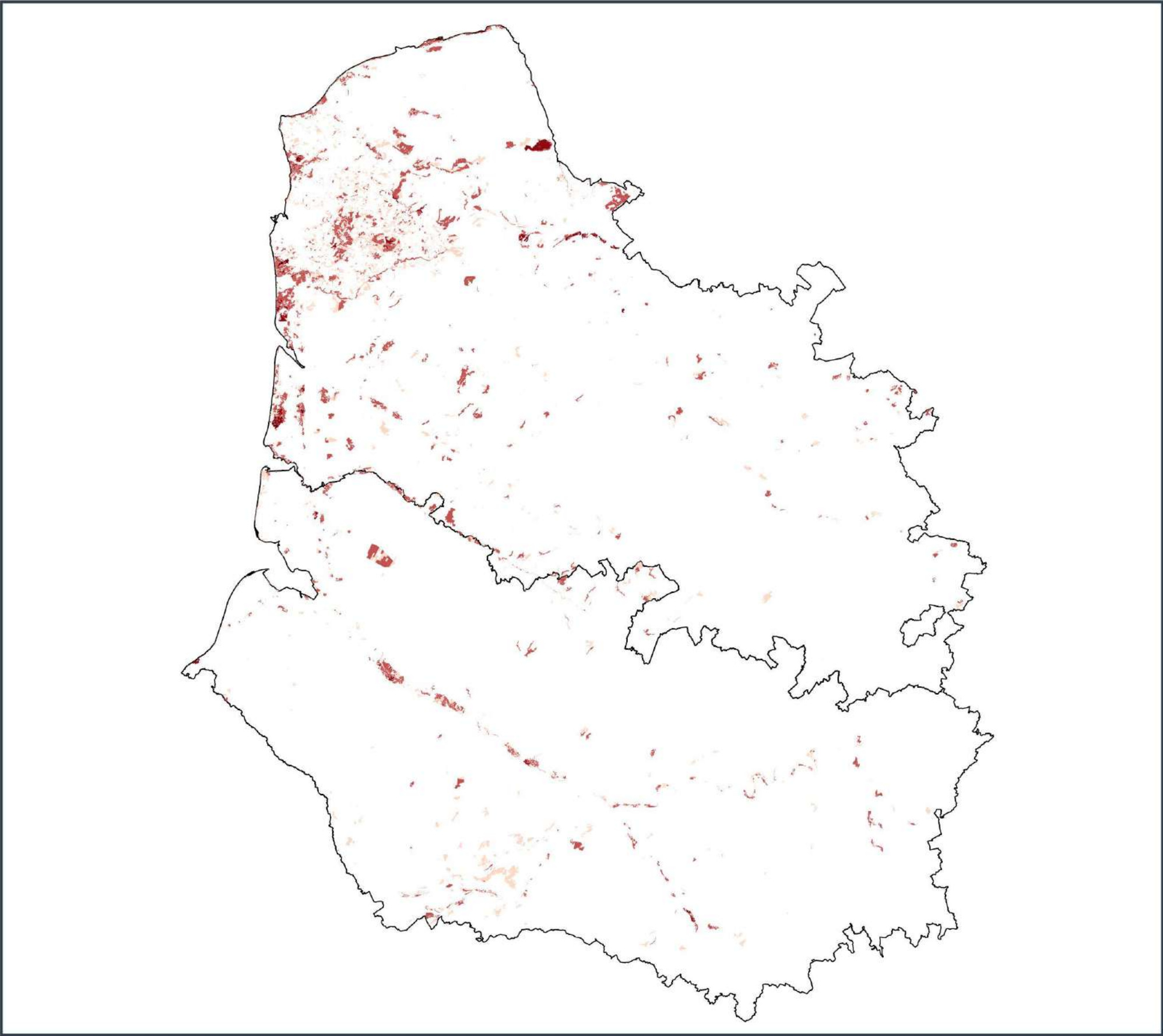


GOUVERNEMENT
Liberté
Égalité
Fraternité



Financé par
l'Union européenne
NextGenerationEU

ANNEXE X - CARTE DES HABITATS NATUREL HÉBERGEANT DES VÉGÉTATIONS D'INTÉRÊT PATRIMONIAL SELON LES DONNÉES DIGITALE



Étude de la sensibilité de CarHab pour l'identification des enjeux de préservation des habitats naturels

Habitats naturels hébergeant des végétations d'intérêt patrimonial selon les données DIGITALE



- Légende**
- Nombre de végétations d'intérêt patrimonial par polygone selon les données d'observation DIGITALE
- 1
 - 1 - 10
 - 11 - 20
 - 21 - 31



© CarHab, DIGITALE - SIG,BFP - CBN de Bailleul, 2023. Lambert 93 - RGF93. Copie et reproduction interdites, le 21-12-2023

Pilotage projet : CBN de Bailleul et DREAL Hauts-de-France

Le programme CarHab 2020-2025 est réalisé en partenariat avec : MTECT, OFB, IGN, BRGM, PatriNat, EVS UMR - EVS-ISTHME, CESBIO, Cerema, CBNx



Mots-clés

France relance ; CarHab ; cellule paysagère ; série ; pelouse calcicole ; tourbière ; stratégie aires protégées, hiérarchisation.

Responsable de projet

Emmanuel Catteau – Coordinateur de la connaissance phytosociologique

Rédaction

Emmanuel Catteau – Coordinateur de la connaissance phytosociologique

Geoffroy Villejoubert – Chargé de missions référent modélisation cartographique – CarHab

Quentin Dumont – Chargé de missions scientifiques

Relecture

Marjorie Verhille – Assistance scientifique

Valérie Raevel – DREAL Hauts-de-France

Direction et coordination scientifiques

Thierry Cornier – Directeur général

Référence bibliographique

CATTEAU, E., VILLEJOUBERT, G. & DUMONT, Q., 2023. – Évaluation de la sensibilité de CarHab pour l'identification des enjeux de préservation des habitats naturels – Étude de cas sur le Pas-de-Calais (62) et la Somme (80). Conservatoire botanique national de Bailleul, dans le cadre du programme 362 plan de relance « restauration écologique et aires protégées », action 362-02 « biodiversité, lutte contre l'artificialisation, 74 p. + annexes.

Date de réalisation : Décembre 2023

© photographie de couverture : Geoffroy Villejoubert

Décembre 2023



Contact

Siège

Hameau de Haendries
59270 BAILLEUL
03 28 49 00 83
infos@cbnbl.org

Antenne Picardie

1 place Ginkgo
Village Oasis
80480 DURY
07 85 85 15 96

Antenne Normandie

Jardin des plantes de Rouen
114 ter, avenue des Martyrs
de la Résistance
76100 ROUEN
07 83 30 38 10

SUIVEZ-NOUS :



POUR EN SAVOIR PLUS

www.cbnbl.org



Agence Régionale de la Biodiversité
Hauts-de-France

Fondée par l'État, l'OFB, la Région ainsi que les agences de l'eau Artois-Picardie et Seine-Normandie, l'ARB HdF a pour objectifs de fédérer les énergies au travers d'une organisation partenariale. Elle favorise l'appropriation des enjeux de la biodiversité, apporte son soutien à l'ingénierie des acteurs publics et privés et mène une communication au plus près des acteurs et des citoyens.

Financé
par



GOUVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité



Financé par
l'Union européenne
NextGenerationEU