



MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
ET DE LA COHÉSION
DES TERRITOIRES

*Liberté
Égalité
Fraternité*

NOTICE CarHab

Programme
de cartographie
nationale des
habitats naturels
et semi-naturels



Date :

Avril 2023

Citation bibliographique :

AUSSEL A., BELLENFANT S., CATTEAU E., CAUSSE G., CONNORD C., GAUDILLAT V., LAPORTE O. , MAISONNEUVE B., SACCA C., VILLEJOUBERT 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.

Citation texte :

(Aussel *et al.*, 2023)

Rédaction :

Alexia Aussel (PatriNat - OFB MNHN CNRS IRD)
Sylvain Bellenfant (CBN du Bassin Parisien)
Emmanuel Catteau (CBN de Bailleul)
Gaël Causse (CBN du Bassin Parisien)
Cyrille Conord (EVS UMR 5600 Université Jean Monnet Saint-Etienne)
Vincent Gaudillat (PatriNat - OFB MNHN CNRS IRD)
Bénédicte Maisonneuve (IGN)
Olivier Laporte (IGN)
Céline Sacca (EVS UMR 5600 Université Jean Monnet Saint-Etienne)
Geoffroy Villejoubert (CBN de Bailleul)

Contribution et relecture :

Lucille Billon (PatriNat - OFB MNHN CNRS IRD)
Pauline Delbosc (CBN Sud-Atlantique)
Caroline Joigneau-Guesnon (IGN)
Paol Kerinec (CBN de Brest)
Marc Mangeat (CBN Franche-Comté)
Jérôme Millet (OFB)
Marion Poncet (Envirostrat')

Maquettage : Thomas Sauvage

Mises en forme graphiques : Thomas Sauvage et Alexia Aussel

Cartes :

Lucille Billon (PatriNat - OFB MNHN CNRS IRD)
Données produites dans le cadre du programme CarHab.
Fonds de carte : Images © 2023 Data SIO, NOAA, US Navy, GEBCO,
Landsat/Copernicus, Images © 2023 TerraMetrics

TABLE DES MATIÈRES

NOTICE CARHAB	1
— LE PROGRAMME CARHAB	4
— CarHab : une cartographie nationale des habitats naturels et semi-naturels terrestres établie par modélisation	4
— Concepts : les biotopes, les physionomies de végétation et les habitats	6
— Quels sont les biotopes cartographiés dans le programme CarHab ?	8
— Quelles sont les physionomies de végétation cartographiées dans le programme CarHab ?	9
— Qu'est-ce qu'un habitat CarHab (cas pratique) ?	10
— APERÇU GÉNÉRAL DE LA MÉTHODOLOGIE CARHAB	11
— Étapes de la production des cartes CarHab	11
— Construction des catalogues de biotopes et de physionomies de végétation par département	11
— Production des jeux de données d'apprentissage	13
— Principe de modélisation par Machine Learning	13
— Production des cartes des habitats	14
— SPÉCIFICITÉS DE LA MODÉLISATION DES BIOTOPES	15
— Processus de production et variables utilisées	15
— Précautions d'usages de la cartographie des biotopes	17
— SPÉCIFICITÉS DE LA CARTOGRAPHIE DES PHYSIONOMIES DE VÉGÉTATION	18
— Étapes spécifiques de la production de la carte des physionomies de végétation et variables utilisées	18
— Précautions d'usage de la cartographie des physionomies de végétation	20
— SPÉCIFICITÉS DE LA PRODUCTION DES CARTES D'HABITATS	21
— Production de la carte des Habitats CarHab	21
— Précautions d'usage sur la cartographie des habitats CarHab	21
— Cas des étiquettes aberrantes d'habitat	22
— Déclinaisons de la carte des habitats CarHab	22
— Déclinaison de la carte habitats en carte des habitats EUNIS	22
— Déclinaison de la carte habitats en carte des habitats d'intérêt communautaire	23
— GLOSSAIRE	25
— ANNEXES	26
— Définition des paramètres de biotopes et de leurs modalités	27
— Paramètres bioclimatiques	27
— Paramètres édaphiques	30
— Paramètres spécifiques	31
— Catalogue des physionomies de végétation	32
— Légende simplifiée	34

LE PROGRAMME CARHAB

L'objectif de cette notice est d'accompagner les utilisateurs des données CarHab dans la compréhension de la méthode de production des différentes cartes, afin de garantir une utilisation optimale de celles-ci.

CarHab : une cartographie nationale des habitats naturels et semi-naturels terrestres établie par modélisation

Mis en œuvre dans le cadre de la stratégie nationale pour la biodiversité 2011-2020, le programme national de **Cartographie des habitats naturels (CarHab)** est porté par le ministère en charge de l'écologie dans le but d'alimenter les politiques publiques nationales et territoriales d'aménagement du territoire et de protection de la nature et de la biodiversité. Ce programme doit également permettre de répondre aux engagements communautaires liés à la Directive Habitats-Faune-Flore notamment pour la répartition des habitats d'intérêt communautaire.

CarHab a pour objectif de produire, à l'horizon **2025**, une **cartographie nationale des habitats naturels** et semi-naturels terrestres de France métropolitaine et des départements d'Outre-mer à l'échelle du **1 : 25 000^e** en utilisant les outils de la modélisation. Le programme est mis en œuvre et déployé progressivement à l'échelle départementale. Chaque année, la production d'une vingtaine de départements est engagée.

Les structures suivantes sont les principaux acteurs du programme :

- **Ministère en charge de l'écologie** : maître d'ouvrage et pilotage stratégique.
- **Office français de la biodiversité (OFB)** : en charge de la gestion technique et administrative des conventions avec les Conservatoires botaniques nationaux et en appui à leur planification annuelle.

- **PatriNat (OFB-MNHN-CNRS-IRD)** : en charge de la coordination scientifique et technique et du pilotage du déploiement opérationnel du programme. Assure la diffusion des données en lien avec le SINP via la création d'un outil de visualisation cartographique en ligne.
- **Institut national de l'information géographique et forestière (IGN)** : en charge de la modélisation des physionomies de végétation et du croisement des données biotopes et physionomies de végétation.
- **EVS UMR 5600 Université Jean Monnet Saint-Etienne** : en charge de la modélisation des biotopes (conception des variables explicatives, modélisations cartographiques, évaluations statistiques des résultats, etc.).
- **Conservatoires botaniques nationaux (CBN)** : ils interviennent tout au long du processus en apportant leur expertise sur les milieux naturels (fourniture des données d'apprentissage, validation des modèles, établissement des tables de correspondances, etc.).

Le **CESBIO** a développé une chaîne logicielle servant à la modélisation des physionomies, le **CEREMA** fournit des données de surfaces artificielles, et le **BRGM** a retravaillé la couche géologique qui sert à la modélisation des biotopes.

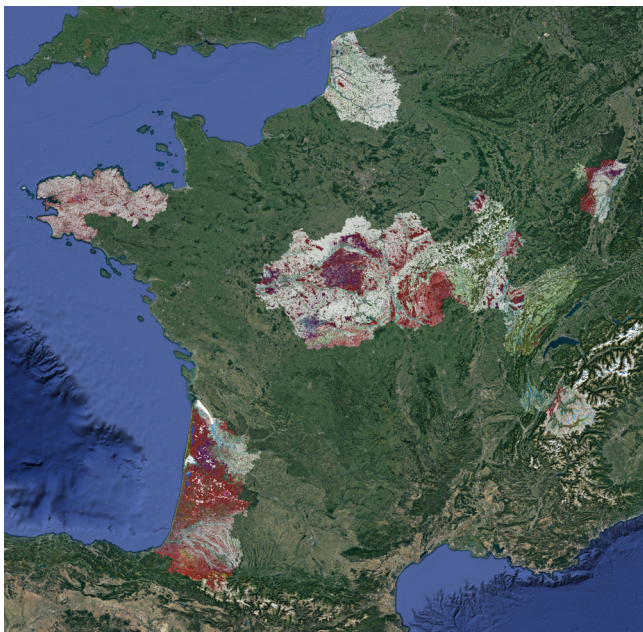
➤ Bordardoué - Palais 56 - © V. COLASSE - CBNB



Pour répondre à l'objectif de spatialisation des habitats naturels et semi-naturels, l'ensemble des partenaires du programme a été amené à élaborer une méthode nationale en vue d'un déploiement de l'approche par département. Celle-ci fait suite à un consensus méthodologique et des tests sur des territoires pilotes. La méthode de production repose sur de la **classification supervisée alimentée par des données de terrain**, qui permet d'assurer la mise en œuvre du programme sur l'ensemble du territoire français dans des délais restreints. La production réalisée à l'échelle départementale permet d'adapter les modèles aux spécificités de chaque territoire.

Contrairement aux approches de cartographies traditionnelles de terrain, la modélisation cartographique présente de nombreux avantages : elle rend possible la production rapide, reproductible et donc révisable d'une cartographie homogène ; elle valorise les connaissances de terrain sans nécessiter un parcours exhaustif du territoire et enfin, elle permet une meilleure harmonisation de la carte grâce au suivi de procédures communes.

➤ Carte des habitats CarHab dans les vingt départements diffusés en avril 2023 © PatriNat



Si la précision du rendu à l'échelle de la parcelle était recherchée, il faut néanmoins garder à l'esprit que le résultat ne découle pas de levés de terrain (invisibles pour la France entière), mais bien d'une modélisation. Les différents objets représentés dans les cartes nécessitent donc une étude de terrain pour s'assurer de leur présence. La carte CarHab est donc **une carte de pré-localisation des habitats**, elle permet de produire des **cartes d'alerte** sur la présence potentielle d'habitats à enjeux.

La lecture des chapitres « Précautions d'usages » est recommandée avant toute utilisation des données.

Les notices CarHab départementales comportent des avis d'experts des CBN sur la validité de prédiction de chaque biotope et physionomie de végétation, elles sont également à prendre en compte avant toute utilisation des données.

CarHab peut être utilisé :

- Comme une carte d'alerte sur la présence potentielle d'habitats
- Pour constituer une base d'identification des besoins d'inventaires sur des zones à enjeu potentiel
- Pour identifier des enjeux à l'échelle régionale, départementale, de bassins versants, de Parcs, etc.

CarHab n'est pas adapté :

- En tant que donnée précise d'état des lieux
- En tant que cartographie de présence d'Habitats d'intérêt communautaire sans étude complémentaire
- Pour une analyse des surfaces artificialisées
- Pour des analyses fines au niveau communal

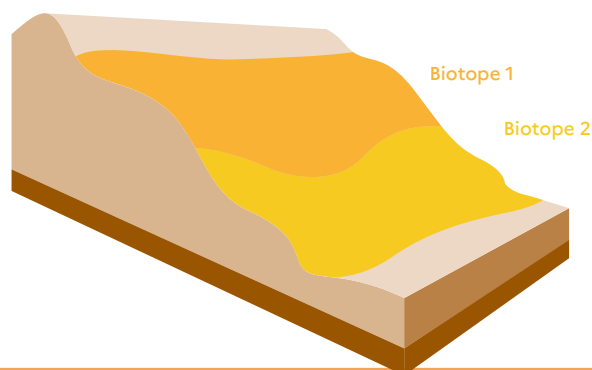
Concepts : les biotopes, les physionomies de végétation et les habitats

Rameau (2001) définit ainsi un habitat naturel :

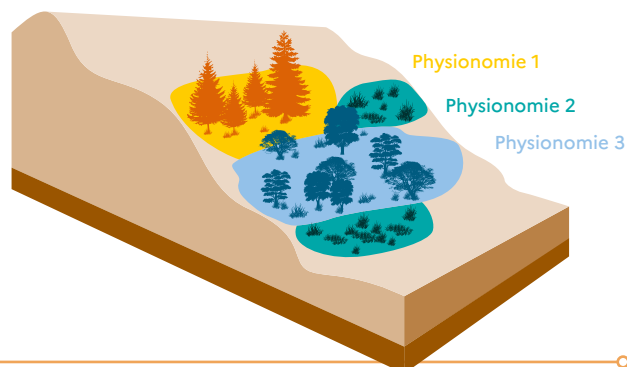
« un espace homogène par ses conditions écologiques (compartiment stationnel avec ses conditions climatiques, son sol et matériau parental et leurs propriétés physico-chimiques), par sa végétation (herbacée, arbustive et arborescente), hébergeant une certaine faune, avec des espèces ayant tout ou partie de leurs diverses activités vitales sur cet espace. Un habitat ne se réduit pas à la seule végétation. Mais celle-ci, par son caractère intégrateur (synthétisant les conditions de milieu et de fonctionnement du système) est considérée comme un bon indicateur et permet donc de déterminer l'habitat ».

Un habitat peut ainsi 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** (figure 1) :

- **les biotopes** : ils correspondent à une portion du territoire écologiquement homogène (conditions édaphiques et climatiques identiques) pouvant permettre le développement de certaines séries de végétation. La définition des biotopes repose sur la combinaison de **huit paramètres écologiques** : caractère littoral, étage de végétation, ombroclimat, continentalité, variante bioclimatique, humidité du sol, acidité du sol et durée d'enneigement.



- **les physionomies de végétation** : elles correspondent aux principaux stades de la dynamique temporelle d'une série de végétation donnée (cf. figure 2 - [Notions sur les séries et les stades dynamiques de végétation](#)). Elles sont représentées dans des polygones de superficie minimale de 5 000 m² pour les milieux naturels, et 1 000 m² pour les espaces cultivés.



- **les habitats naturels et semi-naturels CarHab** : ils correspondent à des espaces de 5 000 m² minimum, homogènes à la fois sur le plan des paramètres de biotope et de la physionomie de la végétation. Ils sont produits à partir du croisement de la cartographie issue de la modélisation des biotopes et de celle issue de la modélisation des physionomies des végétations.

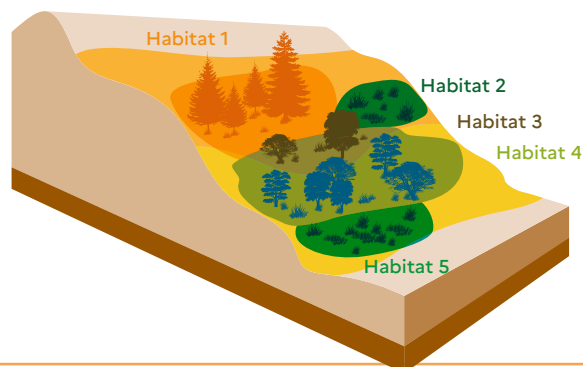


Figure 1 - Concepts paysagers de biotopes, de physionomies de végétation et d'habitats

Rameau, J.-C., 2001. De la typologie CORINE Biotopes aux habitats visés par la directive européenne 92/43. Le réseau Natura 2000 en France et dans les pays de l'Union européenne et ses objectifs. Metz.

○ Notions sur les séries et les stades dynamiques de végétation

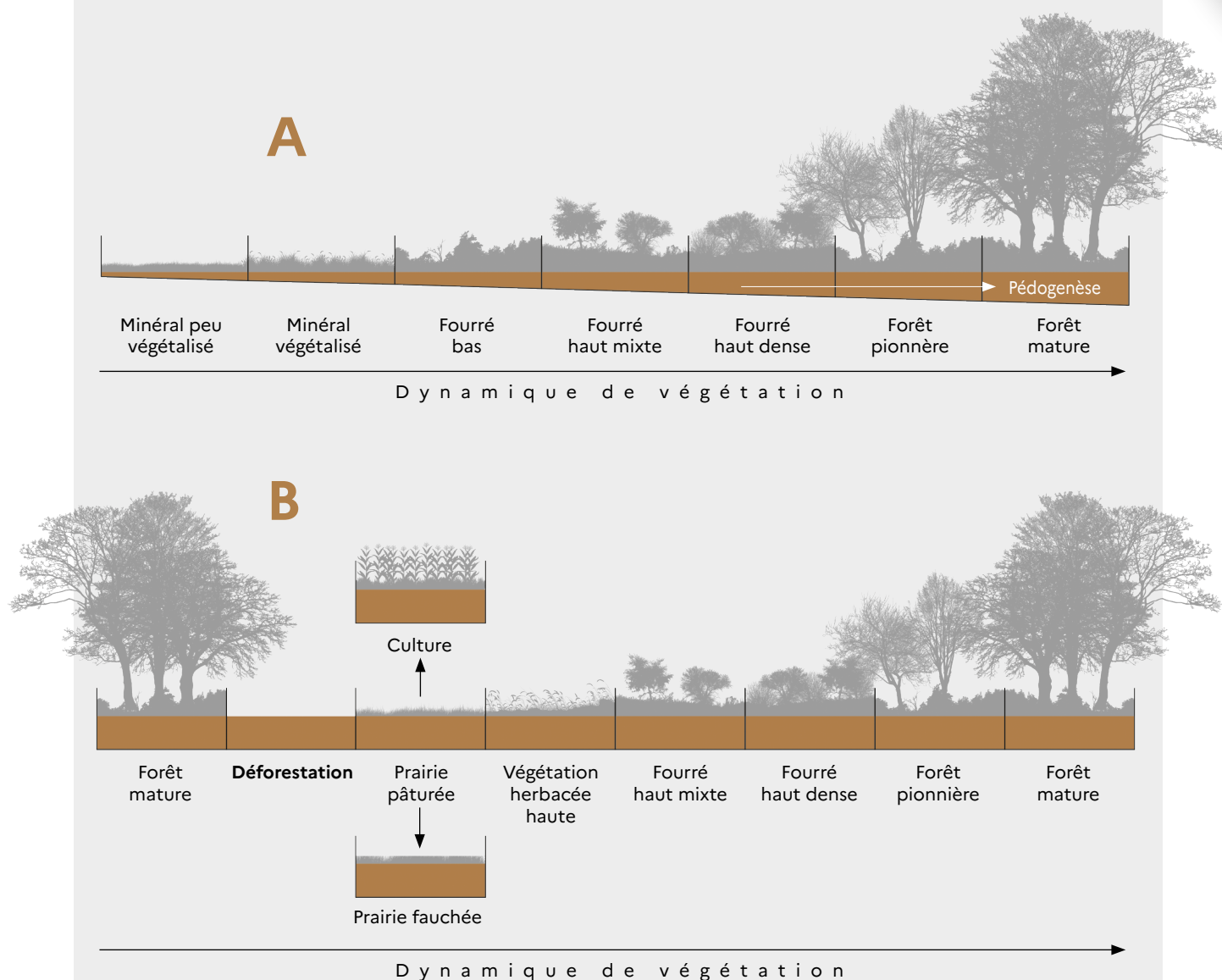


Figure 2 - Stades dynamiques de végétation à partir d'un sol superficiel (A) ou d'un sol profond (B)

Les stades dynamiques de végétation correspondent aux successions de végétation au cours du temps sur un lieu donné. L'ensemble de ces successions dans une enveloppe écologique homogène s'appelle une série de végétation.

Il existe deux types d'évolutions possibles : l'une partant d'un substrat minéral, qui au cours du temps va accumuler du sol (pédogénèse) et permettre l'évolution vers des végétations adaptées à un sol profond (dynamique primaire, figure 2 A).

L'autre évolution possible part d'une forêt sur sol déjà épais et formé qui serait convertie pour un usage agricole (culture, prairie pâturée, prairie fauchée). Lorsque cette parcelle est laissée à l'abandon, les stades de végétations qui suivent vers la forêt sont légèrement différents du premier cas (dynamique secondaire, figure 2 B), notamment pour les végétations herbacées.

Ces différents stades dynamiques correspondent aux différentes physionomies de végétation modélisées dans le programme CarHab, tandis que les enveloppes écologiques homogènes correspondent aux biotopes.

Quels sont les biotopes cartographiés dans le programme CarHab ?

Un biotope est un compartiment écologique homogène défini par des paramètres abiotiques.

Un biotope abrite une série de végétation adaptée à ces conditions écologiques, et donc les différents stades dynamiques de végétation qui la constituent ([cf. figure 2 - Notions sur les séries et les stades dynamiques de végétation](#)). Ainsi, CarHab tire parti du caractère intégrateur de la végétation pour étiqueter des zones géographiques par le biotope correspondant aux conditions écologiques au sein desquelles la végétation observée peut se développer.

Afin d'homogénéiser la procédure d'expertise des biotopes via les végétations, le biotope CarHab est conçu en **huit paramètres écologiques**. Ces paramètres sont eux-mêmes détaillés en modalités discrètes auxquelles sont assignées les végétations.

Cette approche du biotope a pour objectif d'établir un lien entre l'espace géographique (localisation des végétations expertisées) et l'espace des variables modélisées et spatialisées par EVS (caractérisation de l'enveloppe édapho-climatique des végétations) pour dégager une codification numérique assimilable par un algorithme de classification supervisée.

Les huit paramètres de biotope et leurs modalités sont listés ci-après et [définis en annexe](#).

Littoralité



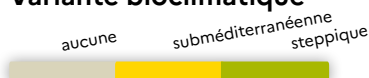
Etage de végétation



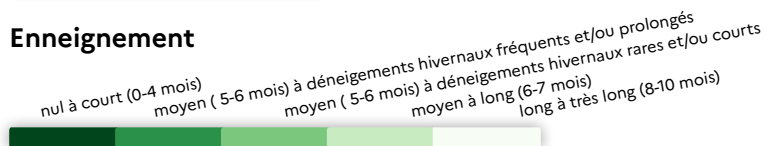
Ombroclimat



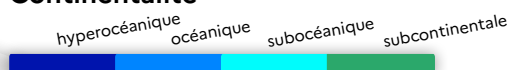
Variante bioclimatique



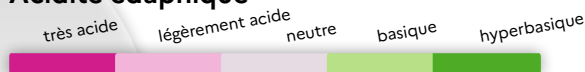
Enneigement



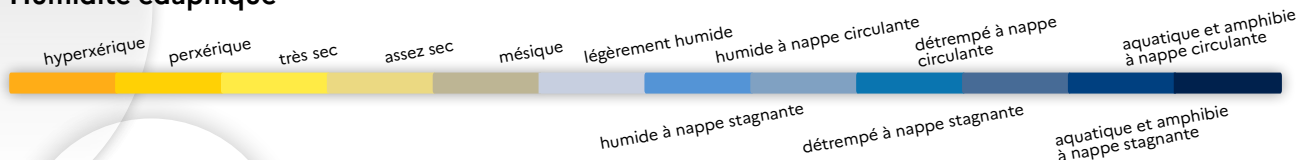
Continentalité



Acidité édaphique



Humidité édaphique



Quelles sont les physionomies de végétation cartographiées dans le programme CarHab ?

Les physionomies de végétation correspondent aux principaux stades de la dynamique temporelle d'une série de végétation donnée (cf. [figure 2 - Notions sur les séries et les stades dynamiques de végétation](#)). Elles sont répertoriées au sein d'une typologie nationale hiérarchisée en quatre niveaux.

Afin d'avoir un niveau de fiabilité acceptable et pour répondre aux niveaux de précision nécessaires à la détermination des habitats, seules les physionomies de niveau 2, ainsi que les

physionomies de niveau 3 pour les plantations forestières et de niveau 4 pour les prairies et les forêts matures, seront indiquées dans le résultat de la modélisation des physionomies de végétation.

La liste des 26 physionomies restituées dans les cartes est présentée dans le tableau 1.

Une définition plus précise des physionomies de végétation restituées dans les cartes est disponible dans les Notices CarHab départementales et en annexe « [Catalogue des physionomies de végétation](#) ».

Tableau 1 - Postes de physionomies de végétation figurant dans la carte CarHab.
En gras : les physionomies de niveaux 3 et 4

Code	Intitulé de la physionomie de végétation
1100	Glacier et névé
2100	Surface minérale végétalisée
2200	Surface minérale non ou peu végétalisée
3100	Pelouse
3200	Végétation herbacée haute
3300	Prairie de type indéterminé
3301	Prairie fauchée
3302	Prairie pâturée
4100	Fourré bas
4200	Fourré haut mixte
4300	Fourré haut dense
5100	Forêt pionnière
5200	Forêt mature de type indéterminé
5210	Forêt mature naturelle de type indéterminé
5211	Forêt mature de résineux
5212	Forêt mature de feuillus
5220	Plantation forestière
6000	Surface en eau
6100	Surface en eau végétalisée
6200	Surface en eau non végétalisée
7100	Autre culture permanente
7200	Verger
7300	Vigne
8000	Culture annuelle ou prairie temporaire
8001	Prairie temporaire
8002	Culture annuelle

► Dunes de Keremma
Tréfléz - 29
© V. COLASSE - CBNB

Qu'est-ce qu'un habitat CarHab (cas pratique) ?

La spatialisation d'un habitat CarHab est déterminée par le croisement des cartographies issues de la modélisation des biotopes et des physionomies des végétations. Ainsi, chaque

polygone issu de ce croisement comprend des informations relatives à un biotope (huit paramètres écologiques) et à une physionomie de végétation.

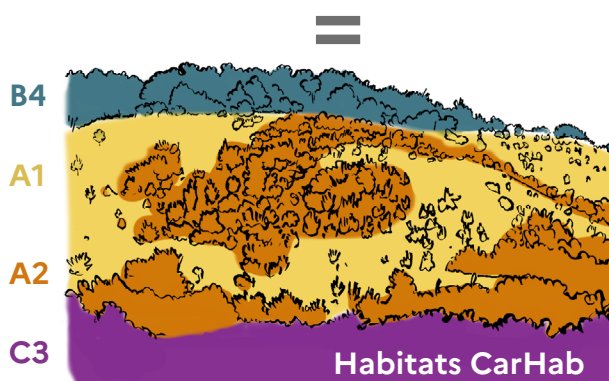
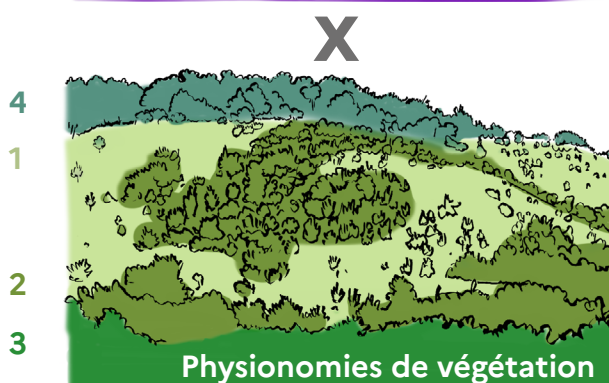
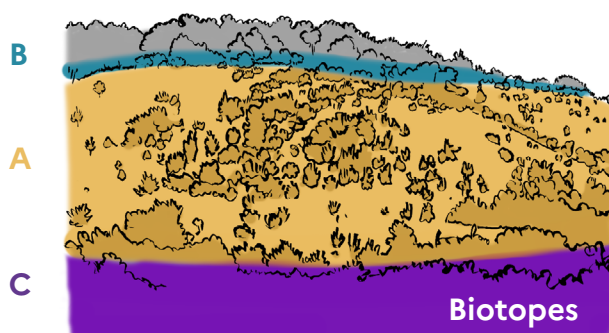
Utilisons le cas concret ci-contre pour illustrer les concepts de biotopes, de physionomies de végétation et d'habitat.

Dans l'exemple ci-contre, on remarque plusieurs **biotopes**, **A**, **B**, **C**. Le biotope **A** est caractérisé par un substrat crayeux mésique (dont le sol n'est ni humide ni sec) en climat nord-atlantique ; le biotope en haut de colline **B** est caractérisé par la présence d'argiles de plateau, rendant le pH du sol moins basique que sur le substrat crayeux du biotope **A**. Le biotope **C** est caractérisé par une accumulation de substrat en raison de la diminution de la pente. Ceci tend à augmenter l'humidité du sol par rapport au biotope **A**.

On constate également différentes **physionomies de végétation**. Le pâturage extensif est ici responsable des différents aspects de végétation observés. Il entretient la pelouse (1), tout en laissant des fourrés à genévrier se développer (2). Dans le bas du coteau, un pâturage moindre favorise un habitat de fourrés hauts (3). Au contraire, dans le haut du coteau, une clôture empêche le bétail d'accéder au boisement (4).

Les habitats CarHab possèdent leur nomenclature propre, liée au croisement des caractéristiques du biotope et de celles de la physionomie de la végétation.

La pelouse sur substrat crayeux mésique en climat nord-atlantique (**A1**) et le fourré à genévrier sur substrat crayeux mésique en climat nord-atlantique (**A2**) sont deux habitats coexistants sur le même biotope (le substrat crayeux mésique en climat nord-atlantique **A**), mais différant par la physionomie de végétation et révélant deux stades dynamiques successifs.



➤ Illustration des concepts de biotope, physionomie et habitat sur un cas concret - © PatriNat

APERÇU GÉNÉRAL DE LA MÉTHODOLOGIE CARHAB

Étapes de la production des cartes CarHab

Deux modélisations sont menées en parallèle, celle des biotopes et celle des physionomies de végétation. Elles sont ensuite combinées pour générer la carte des habitats CarHab à partir de laquelle il est possible de décliner, via des

tableaux de correspondances, des cartes dérivées : carte des habitats d'intérêt communautaire (HIC) et carte des habitats EUNIS.

Les étapes de la méthodologie sont présentées dans la figure 3 :

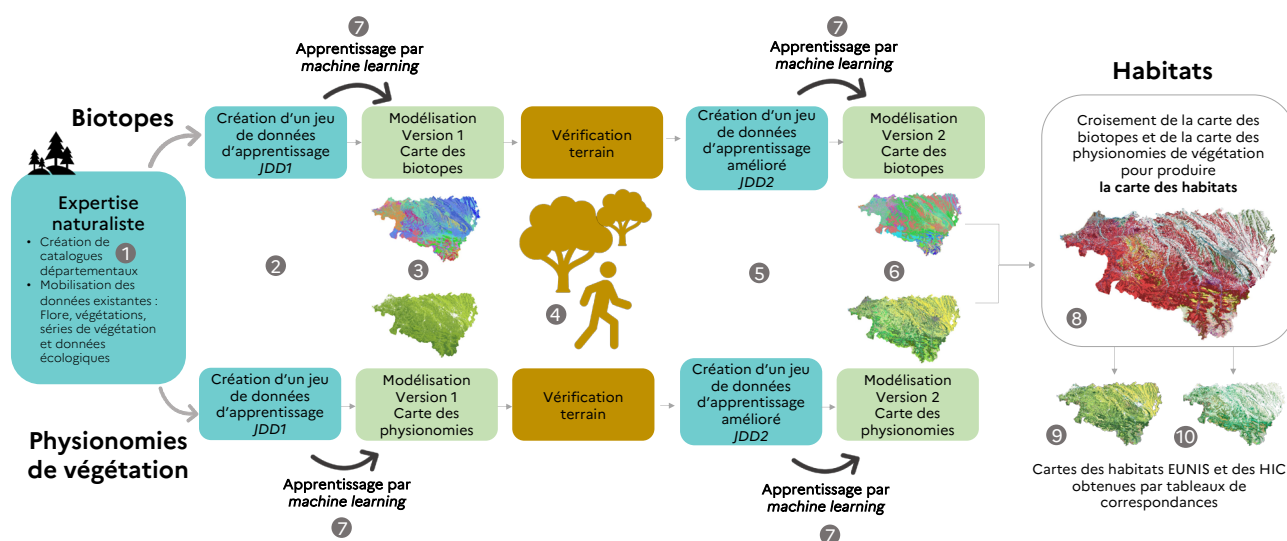


Figure 3 - Schéma méthodologique des étapes de production de la cartographie prédictive des habitats. Les pastilles numérotées renvoient aux étapes décrites ci-après.

Construction des catalogues de biotopes et de physionomies de végétation à modéliser par département ①

Pour chaque objet, biotope et physionomie, il existe un référentiel national listant les classes de valeurs pouvant être représentées cartographiquement. La première étape de production consiste à définir le catalogue départemental des biotopes et le catalogue départemental des physionomies de végétation. Ces deux catalogues sont une simplification du référentiel national, dans lesquels seules les modalités modélisables dans le département sont listées (cf figure 4).

Le principe général étant de restreindre les valeurs à modéliser aux seules modalités exprimées dans le département, selon les critères suivants :

- l'identification grâce à une présence attestée (connaissance terrain)
- une superficie supérieure à 5 000 m²
- la disponibilité de variables pour les modéliser (quantité et qualité)

Dit autrement, les classes de valeurs qui ne s'expriment pas sur le département ne sont pas reprises dans le catalogue départemental, tout comme les classes non représentatives ou présentant une superficie trop faible pour être modélisées en accord avec la résolution cartographique retenue pour CarHab (taille minimale d'un polygone : 5 000m²).

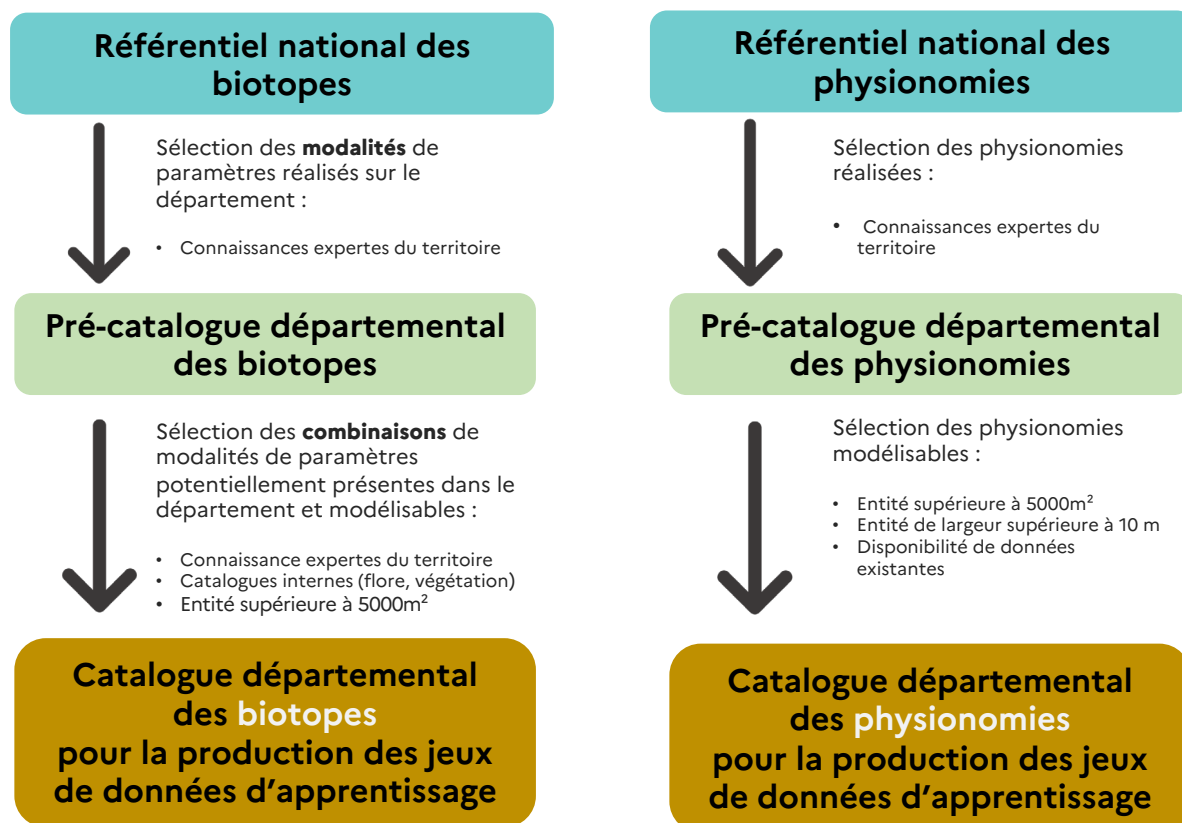


Figure 4 - Étapes de l'élaboration des catalogues de biotopes et de physiognomies de végétation départementaux

Pour les biotopes, le **référentiel national des biotopes** consiste en la combinaison de chacune des modalités de chacun des huit paramètres, soit un total de 345 600 biotopes théoriques. La première étape de constitution du **catalogue départemental** consiste à sélectionner les modalités de paramètres susceptibles de s'exprimer dans le département et de rejeter les modalités impossibles, afin d'aboutir à une première liste de biotopes théoriques sur le département (pré-catalogue). Par exemple, comme dans de nombreux départements, la durée d'enneigement est négligeable, pour ce paramètre toutes les modalités différentes de "nul à court" peuvent être rejetées.

L'élaboration du catalogue consiste ensuite à identifier les biotopes modélisables du département. Cette deuxième étape nécessite la remobilisation des données (flore et végétation) disponibles sur le territoire. Les propriétés écologiques portées par les végétations présentes sont utilisées et expertisées pour détecter la présence des différents biotopes modélisables et s'assurer que la liste des biotopes retenus couvre bien l'ensemble des potentialités écologiques départementales. À l'inverse, les biotopes non confirmés par les données de végétations sont retirés de la liste.

Pour les physiognomies, le principe est le même et moins complexe en raison du plus faible nombre de classes.

Production des jeux de données d'apprentissage

Les jeux de données (JDD) d'apprentissage sont des lots de données de biotope d'une part et de physionomie d'autre part qui serviront de base dans le processus de modélisation des biotopes et des physionomies respectivement. Le JDD est un jeu de polygones géoréférencés auxquels l'expert assigne une étiquette de biotope ou de physionomie issue du catalogue départemental, en fonction des informations en sa possession. Il y a un important travail d'**expertise** de ces données pour les assigner aux **classes discrètes** des modalités de paramètres de biotopes et de postes de physionomies (cf. annexe pour les définitions des paramètres de biotope et de leurs modalités et pour les définitions des postes de physionomies de végétation).

Ces jeux de données synthétisent des connaissances territoriales formalisées selon la méthodologie CarHab. En effet, pour chaque polygone géoréférencé du jeu de données biotope, il y a une attribution d'une modalité pour chacun des huit paramètres écologiques (étiquette de biotope). Pour les physionomies de végétation, attribution d'un poste parmi les 26 classes possibles.

La production de données expertes d'apprentissage est une phase déterminante du projet. Elle a un poids important dans la qualité de la modélisation. Les informations utilisées pour constituer le jeu de données d'apprentissage se doivent d'être les plus précises possible puisque la modé-

lisation consistera à **extrapoler** une cartographie à partir de ces données d'apprentissage.

Un premier jeu de données d'apprentissage **②** est généré par les Conservatoires botaniques nationaux en expertisant des données naturalistes disponibles (cartographies d'habitats, relevés phytosociologiques, données de végétation, données floristiques, cartes géologiques, etc.).

Ce premier jeu de données est utilisé pour réaliser une **première version de modélisation de la distribution des biotopes d'une part et des physionomies d'autre part. ③**

La première version de carte modélisée est utilisée comme support pour réaliser un échantillonnage ciblé sur le terrain **④**, dont les finalités sont de vérifier le niveau de confiance que l'on peut accorder à cette première modélisation, d'identifier les principaux problèmes et pistes d'amélioration ainsi que de collecter in situ des données d'apprentissage complémentaires représentatives du territoire (spatialement et écologiquement). Un deuxième jeu de données d'apprentissage **⑤** est ainsi produit, combinant les données du premier jeu de données, éventuellement corrigées, et incluant de nouvelles données expertes, notamment issues de la phase de terrain. C'est ce deuxième jeu de données qui permet de générer les **modélisations finales des biotopes d'une part et des physionomies de végétation d'autre part. ⑥**

Principe de modélisation par Machine Learning **⑦**

La démarche repose sur un programme de **classification automatique** utilisant **un jeu de données d'apprentissage**. L'apprentissage du modèle ne se fait pas sur l'ensemble des pixels contenus dans les polygones fournis par les CBN, mais sur un échantillon de pixels tirés aléatoirement.

Le programme implémente un algorithme de classification par *Random Forest*. Cet algorithme opère au moyen d'arbres de décision mobilisant le jeu de variables édapho-climatiques le mieux adapté à chaque territoire pour échauder des règles de différenciation des biotopes. Pour la différenciation des physionomies de végétation, l'algorithme mobilise des variables issues des séries temporelles Sentinel2 du programme Copernicus.

Le modèle de classification est ainsi propre à chaque département et dépend fortement du

jeu de données d'apprentissage, ce qui permet de prendre en compte les spécificités de chaque territoire.

Le modèle de classification est ensuite appliqué à chaque pixel du territoire. A chaque pixel est donc assignée l'étiquette du biotope et respectivement de physionomie la plus probable à cet endroit. Les rendus en pixels sont vectorisés pour produire la carte des biotopes et la carte des physionomies.

Les spécificités des processus de modélisation (variables utilisées) et de mise au format vecteur (seuils et traitements géomatiques complémentaires) des données biotopes et physionomies sont précisées dans leurs parties dédiées (Spécificités de la modélisation des biotopes et Spécificités de la cartographie des physionomies de végétation).

Production des cartes des habitats

La **carte des habitats CarHab** est générée à partir du croisement de la carte des biotopes et de la carte des physionomies de végétations. Ainsi, chaque polygone issu de ce croisement comprend des informations relatives à un biotope (huit paramètres écologiques) et à une physionomie de végétation **8**.

Une méthode experte basée sur l'analyse de la végétation dominante sur chaque habitat CarHab, s'appuyant notamment sur les catalogues de végétation disponibles, permet

de produire des tables de correspondance entre les habitats CarHab et les nomenclatures EUNIS et d'Habitats d'intérêt communautaire. Cette étape permet de décliner la carte des habitats CarHab en deux autres cartographies :

- Carte des habitats EUNIS **9**
- Carte des Habitats d'intérêt communautaire (HIC) **10**

Cette étape est détaillée dans la partie « [Déclinaisons de la carte des habitats CarHab](#) ».

► Cluse du Nivot - Lopérec 29
© V. COLASSE - CBNB



SPÉCIFICITÉS DE LA MODÉLISATION DES BIOTOPES

Processus de production et variables utilisées

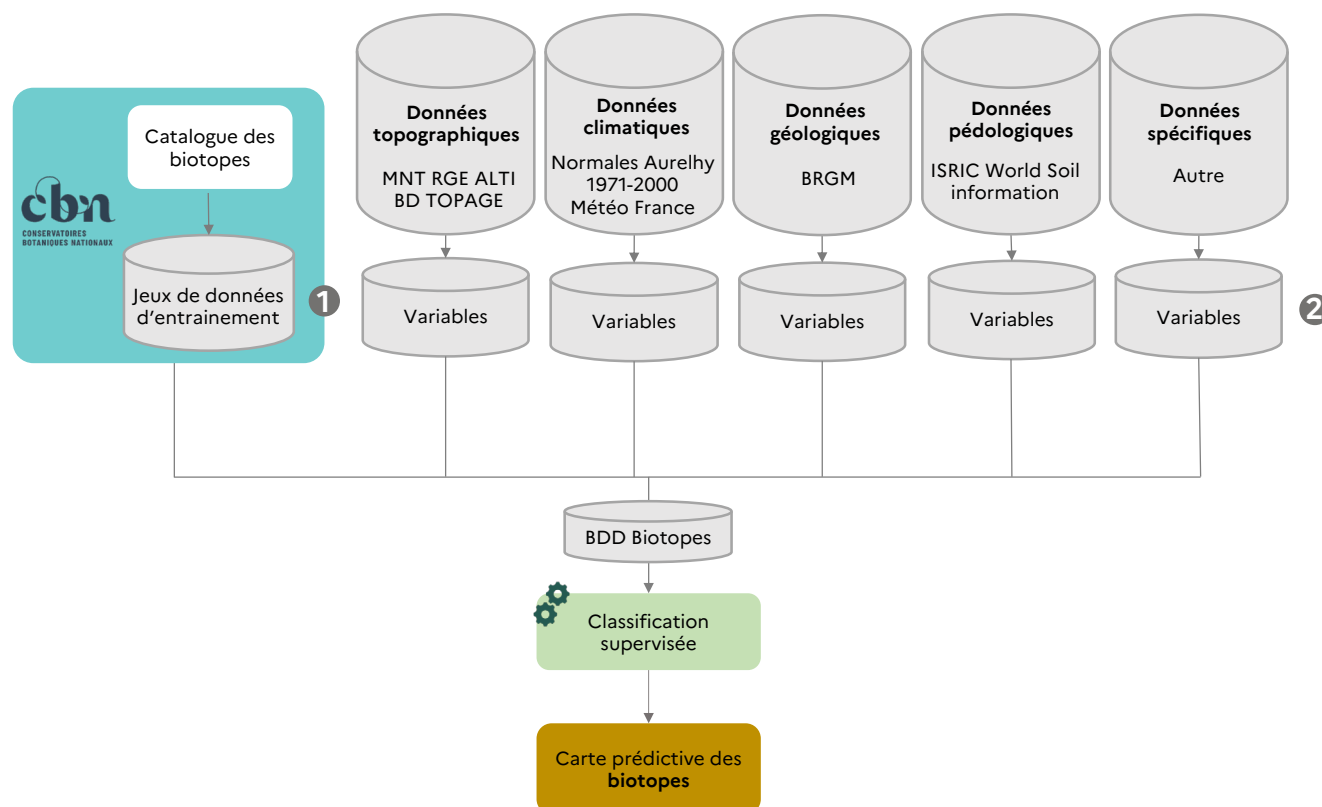


Figure 5 - Schéma de production de la modélisation des biotopes

La modélisation des biotopes s'appuie sur une classification supervisée, elle-même construite à partir d'un jeu de données d'apprentissage (JDD) ① fourni par les CBN, et de variables prédictives ②.

① Le JDD est composé de polygones géoréférencés et porteurs d'une étiquette de biotope (combinaison de modalités des huit paramètres de biotope). De manière standard, le JDD est divisé en deux parties, l'une (75 %) servant à l'apprentissage, l'autre (25 %) à la validation (*Train/Test*) pour évaluer la robustesse de la classification. C'est pourquoi un minimum de quatre polygones par biotope est requis dans le JDD. Une répartition spatiale équilibrée dans le département est également nécessaire afin de maximiser la représentativité des biotopes dans l'espace des variables utilisées pour estimer les paramètres écologiques.

② Les variables utilisées pour la modélisation des biotopes sont de différentes natures : topographiques^{1,2}, climatiques³, géologiques⁴, pédologiques⁵. D'autres variables dites variables spécifiques peuvent être générées pour répondre à la complexité et/ou la particularité de certains territoires ou encore à des problématiques à enjeux (zones humides).

1 - RGE ALTI® 5 m IGN, 2019-2021

2 - BD TOPAGE® 2019 Sandre - Tronçons hydrographiques et surfaces élémentaires

3 - Données AurelHy 1971-2000 Météo-France

4 - Données géologiques vectorielles harmonisées et reclassées 1/ 50 000® BRGM

5 - SoilGrids250m 2.0 ISRIC World Soil Information

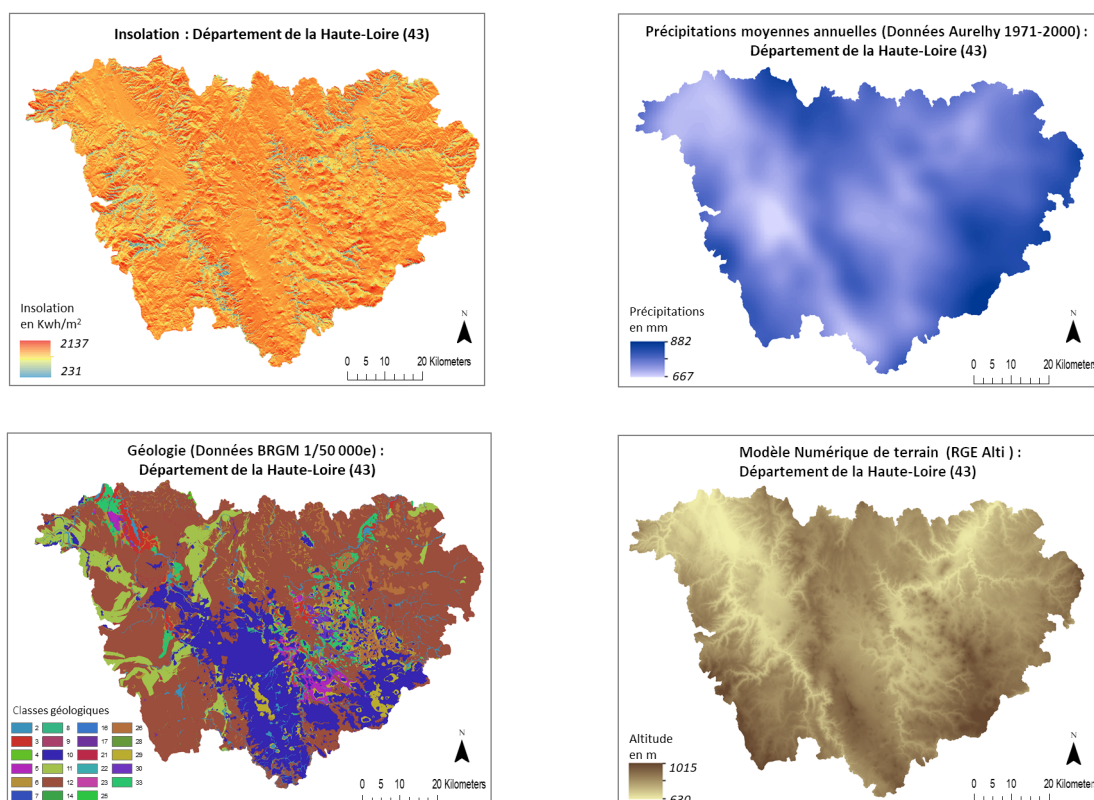


Figure 6 - Exemples de variables utilisées pour la modélisation des biotopes dans la Haute-Loire (52) © EVS

Au total, ce sont environ 60 variables spatialisées à l'échelle du territoire qui servent de variables prédictives dans le modèle (figures 5 et 6).

Des pixels sont tirés aléatoirement du jeu de données d'apprentissage et sont superposés avec l'ensemble des cartes des variables prédictives. Les valeurs des variables prédictives rencontrées pour chaque pixel constituent la base de données biotopes à partir de laquelle la modélisation a lieu. Le nombre de biotopes

fluctue selon les départements et détermine la complexité de la tâche de classification.

Les biotopes aquatiques ne sont pas modélisés par l'approche supervisée. Ils font donc l'objet d'une procédure géomatique de reprise dédiée faisant suite au croisement de la carte des biotopes et de celle des physionomies de végétation.

Des corrections en post-traitement peuvent être effectuées en cas d'erreurs manifestes sur un secteur donné.

➤ Sauveterre sur Guyenne - GIRONDE - © P. DELBOSC - CBNSA

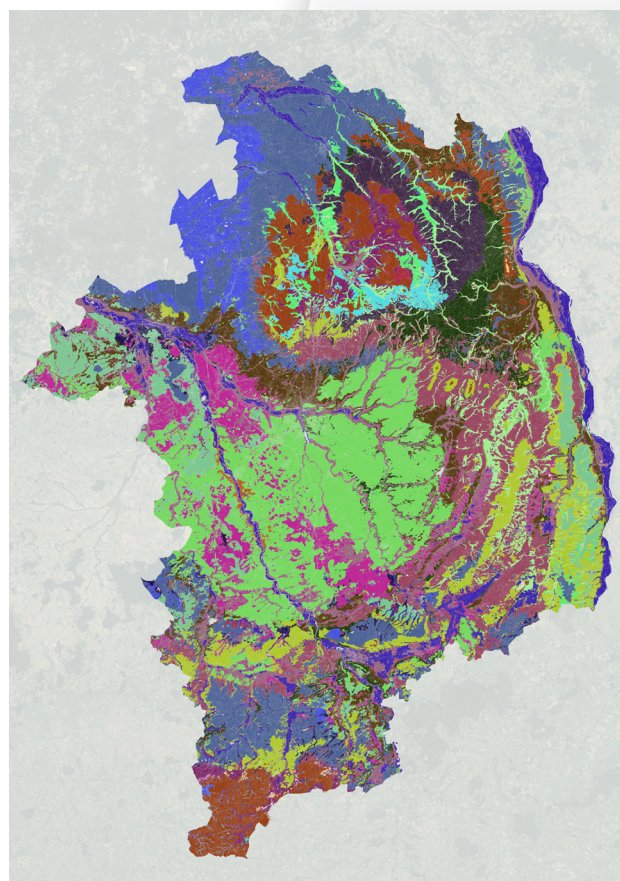


Précautions d'usages de la cartographie des biotopes

Une des premières limites pour cartographier les biotopes est que **l'ensemble des biotopes recensés dans le département ne peut être modélisé** en raison de la **résolution insuffisante** : cela conduit à n'utiliser qu'une typologie partielle des biotopes par rapport au catalogue départemental des biotopes élaboré en amont. La liste est donc fixée et la procédure automatique n'est pas en mesure de « révéler » des biotopes non anticipés dans cette liste (pas de découverte). Il est cependant à noter que la procédure itérative (versionnage pré- et post-vérification sur le terrain par le CBN) permet de raffiner la liste des entités lors du traitement d'un territoire. A plus long terme, CarHab est conçu comme un processus itératif destiné à être amélioré périodiquement.

L'objectif de la cartographie CarHab est de représenter des objets d'une surface supérieure à 5000 m². À l'issue de la modélisation (assignation d'une étiquette de biotope en chaque point du territoire) il est possible que certains groupes de pixels contigus sur la couche modélisée en format raster ne totalisent qu'une surface inférieure à 5000 m². Ces îlots sont réassignés au biotope adjoignant ou englobant afin de respecter le seuil de 5000 m². D'une part, cette homogénéisation provoque une perte d'informations fines sur d'éventuels biotopes ponctuels, mais d'autre part, elle permet un lissage d'aberrations de modélisation dues notamment à la surinterprétation de particularités locales de terrain (buttes, talus, etc.).

Les variables en entrée du modèle sont toutes calibrées sur une grille raster où un pixel représente un carré de 10 m sur 10 m. Cette valeur correspond à la résolution du Modèle Numérique de Terrain utilisé et dont est dérivé un grand nombre de variables, topographiques notamment. Cependant les données géologiques (BRGM), pédologiques (ISRIC World Soil Information) ou climatiques (MétéoFrance) accessibles et disponibles sur France entière de surcroît ont une résolution native plus petite, respectivement aux 1 : 50 000^e, 1 : 250 000^e et 1 : 1 000 000^e. Par conséquent, elles possèdent un niveau de précision beaucoup moins fin. Si un rééchantillonnage à 10 m est possible et nécessaire afin d'uniformiser toutes les variables entre elles en revanche celui-ci n'en améliore pas la finesse. Ceci constitue donc une limite certaine des modélisations résultantes d'autant que les facteurs pédologiques, géologiques et climatiques sont prépondérants dans la répartition des végétations.



➤ Carte modélisée des biotopes du Cher (18) - © PatriNat - EVS - CBNBP

Par ailleurs, le produit « carte des biotopes » diffusé dans le cadre de CarHab est la carte des biotopes modélisée légèrement retouchée suite au croisement avec la cartographie des physionomies (segmentation des polygones, réaffectation de code biotopes lors du croisement avec la physionomie, post-traitement des biotopes aquatiques). Pour plus de précisions, voir « [Précautions d'usage sur la cartographie des habitats CarHab](#) ».

Les limites du modèle sont évaluées à partir d'une partie (25 %) des données d'apprentissage fournies, appelées données de validation dans la suite. Pour chaque donnée de validation, le biotope indiqué dans la donnée d'apprentissage a été comparé avec le biotope prédit par le modèle au même endroit. Le regroupement de ces comparaisons par biotope va permettre de connaître pour chaque biotope le taux de bonne prédiction du modèle, ainsi qu'en cas de mauvaise prédiction, les biotopes avec lesquels le modèle a confondu. Les CBN évaluent la justesse de chaque biotope modélisé sur le territoire dans les notices CarHab départementales, notamment à partir des métriques issues du processus de modélisation.

SPÉCIFICITÉS DE LA CARTOGRAPHIE DES PHYSIONOMIES DE VÉGÉTATION

Étapes spécifiques de la production de la carte des physionomies de végétation et variables utilisées

Le processus de production de la cartographie des physionomies de végétation comprend plusieurs étapes : la prédiction des physionomies par classification supervisée ①, la définition

des contours des physionomies ②, l'intégration des couches thématiques existantes ③ et enfin l'assemblage ④ des couches thématiques et du résultat de la classification supervisée (figure 8).

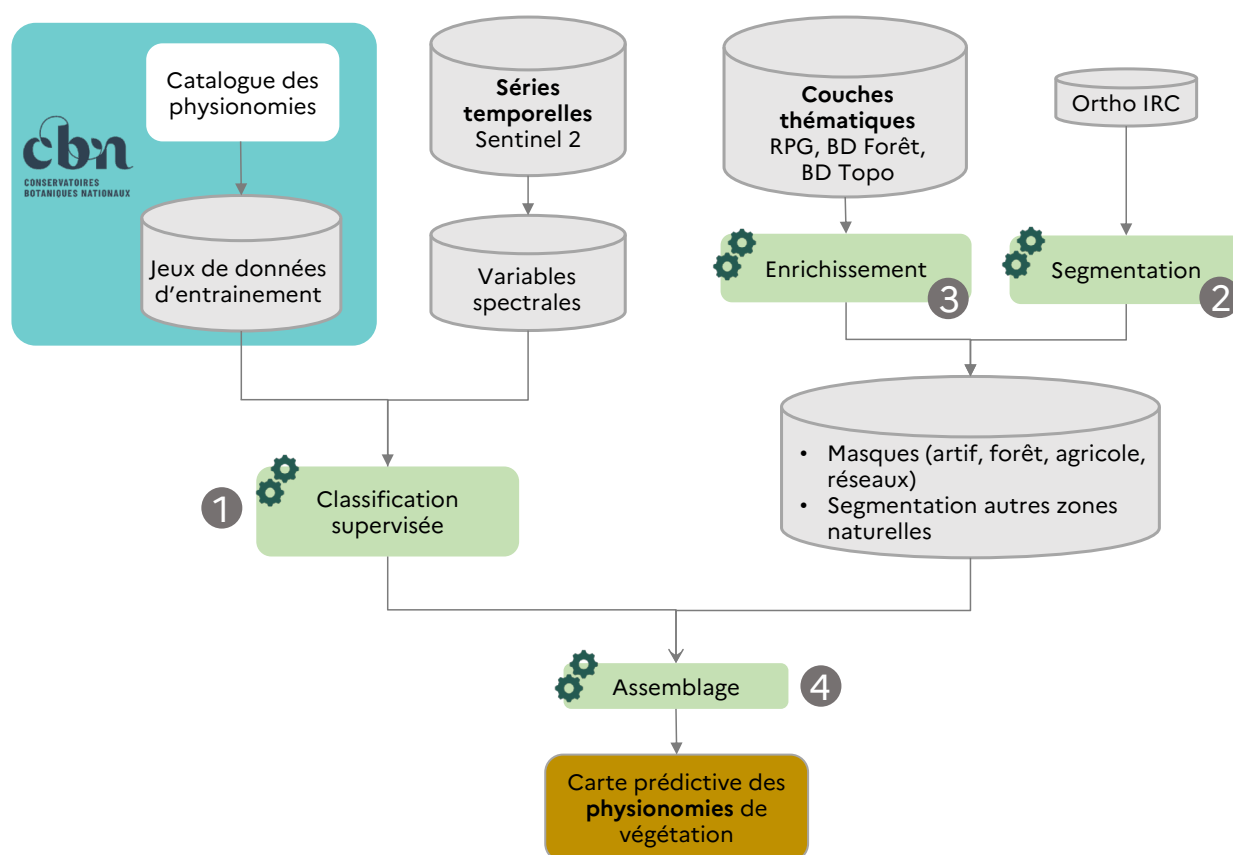


Figure 8 - Étapes du processus méthodologique pour la modélisation des physionomies de végétation.

La méthode employée pour réaliser la classification supervisée des physionomies de végétation repose sur le même principe que celle employée pour la génération de la cartographie prédictive des biotopes, à savoir la modélisation par l'algorithme *Random Forest*.

La chaîne logicielle employée par l'IGN pour réaliser la modélisation des physionomies de végétation est la chaîne IOTA2 (Infrastructure pour l'Occupation des sols par Traitement Automatique) développée par le laboratoire CESBIO.

➤ Salses-le-château
Pyrénées orientales
© C. GRITTI - CBNMed

Les CBN fournissent à l'IGN un jeu de données d'apprentissage sous forme de polygones assignés à une physionomie, à partir de bases de données préexistantes et de leur expertise du territoire. Ces données permettent au modèle d'associer à chaque physionomie la signature des variables permettant de les identifier. Afin de caractériser les différentes physionomies de végétation, les images satellitaires Sentinel2 issues de la constellation de deux satellites du programme Copernicus sont utilisées. Ces deux satellites permettent de générer des images tous les cinq jours. Afin de garantir l'utilisation d'images les plus exploitables possibles (absence de nuages notamment), les synthèses mensuelles des images Sentinel2 sont utilisées dans le processus de production CarHab. Trois variables sont calculées à partir de ces images et utilisées par le modèle :

- le NDVI : qui permet d'avoir une estimation de la biomasse végétale ;
- le NDWI : qui permet d'avoir une estimation de l'humidité de la végétation ;
- la brillance : qui indique le niveau de réflexion de la lumière.

Les évolutions dans le temps pour une période de 15 mois de ces trois variables grâce à l'emploi des séries temporelles Sentinel2 permettent de différencier les physionomies de végétation.

Suite à l'apprentissage du modèle, une modélisation des physionomies sur l'ensemble du département est réalisée sous la forme d'une couche raster au pas de 10 m codant la physionomie prédite pour chaque pixel. ①

La définition des contours des polygones de physionomie se fait par la méthode de segmentation automatique d'image ②. La segmentation regroupe ensemble les pixels voisins présentant des caractéristiques proches. Les images utilisées pour la segmentation automatique sont les photographies aériennes de la BD OTRHO® de l'IGN. Des traitements automatiques permettent de définir des polygones de superficie minimale de 5 000 m² pour les milieux naturels à l'exception des polygones découpés en limite administrative départementale.

L'intégration des couches de données thématiques (Enrichissement ③) permet de

limiter les confusions dans la modélisation de certaines classes et valorise des données existantes présentant un intérêt pour la cartographie CarHab. Ainsi certaines physionomies ou occupations du sol sont issues de données existantes. Certaines données du Registre Parcellaire Graphique (RPG), de la BD Forêt®V2 et les couches de bâtiments, routes, voies ferrées, surfaces hydrographiques et cultures permanentes (vignes, vergers) de la BD TOPO® sont utilisées comme masque et viennent découper la segmentation automatique d'image. Les données issues du RPG sont intégrées à partir d'un seuil surfacique de 1 000 m². Les données de bâtiments et de surfaces revêtues hors routes, produites par le CEREMA à partir de données de la BD TOPO®, fichiers fonciers et segmentation de l'IGN, ainsi que les surfaces d'eau correspondant aux bassins et réservoirs de la BD TOPO® sont regroupés dans une couche nommée « zones bâties et autres surfaces artificialisées ». Ces données constituent une couche géographique complémentaire de la couche physionomie de végétation.

L'assemblage ④ permet d'intégrer les résultats de la classification supervisée dans les polygones de segmentation d'une superficie minimale de 5 000 m² qui n'ont pas été renseignés à partir des couches de données thématiques de référence. La donnée assemblée contient alors des polygones pour lesquels l'information de physionomie provient des couches thématiques et des polygones pour lesquels l'information de physionomie provient de la classification supervisée. Un attribut nommé « source » permet de connaître l'origine de l'information de physionomie indiquée dans chaque polygone.

Des étapes de post-traitement sont également réalisées en fin de processus afin d'identifier des complexes de recolonisation. Ces étapes consistent à analyser la composition physionomique de chaque polygone renseigné par la classification supervisée et à identifier ceux qui présentent les caractéristiques de recolonisation (polygones de composition physionomique hétérogène). Ceux-ci prennent alors une des valeurs suivantes en fonction de leurs caractéristiques : « minéral végétalisé », « fourrés hauts mixtes » ou « forêt pionnière »

Précautions d'usage de la cartographie des physionomies de végétation

La cartographie des physionomies de végétation est produite à partir d'un modèle prédictif. Le résultat contient donc des incertitudes sur les données produites qui sont propres à chaque modèle et évaluées à partir d'indices, une matrice de confusion, ainsi que par l'expertise de chaque CBN. Les limites générales de la méthode identifiées sont présentées ci-dessous.

Les limites du modèle sont évaluées à partir d'une partie (30 %) des données d'apprentissage, appelées données de validation dans la suite. Pour chaque donnée de validation, la physionomie indiquée dans la donnée d'apprentissage a été comparée avec la valeur de physionomie prédite par le modèle au même endroit. Le regroupement de ces comparaisons par type de physionomie va permettre de connaître pour chaque physionomie le taux de bonne prédiction du modèle pour la classe, ainsi qu'en cas de mauvaise prédiction, les classes avec lesquelles le modèle a confondu. Ce regroupement est présenté sous forme de matrice de confusion et fourni aux CBN pour aider à l'analyse experte de la donnée.

L'analyse des matrices de confusion de plusieurs productions a permis d'identifier des limites fréquentes dans les modélisations départementales :

- confusions fréquentes entre les prairies fauchées et pâturées. Le taux de confusion est variable entre les différents départements et particulièrement élevé dans les territoires de conduite mixte. Dans certains départements, le choix a été fait de ne pas chercher à modéliser la distinction fauchée/pâturée du fait du manque de fiabilité du résultat ;
- confusions fréquentes entre les plantations et les forêts matures naturelles, les variables actuellement utilisées ne permettent pas d'identifier les marqueurs de plantations, en particulier lorsque les essences similaires sont à la fois plantées et présentes en peuplement naturel sur le même département ;
- confusion de la classe « fourrés hauts » avec les végétations herbacées hautes ou les forêts matures, en particulier pour les départements de l'aire méditerranéenne et dans les reliefs.

La BD Forêt®V2 utilisée est parfois ancienne (jusqu'à 15 ans). Aussi, pour les données de physionomie forestière issues de la BD Forêt®V2,



↳ Carte modélisée des physionomies de végétation du Cher (18)
© PatriNat - IGN - CBNBP

ce défaut d'actualité de la donnée peut se traduire par la présence de zones indiquées en forêt et qui ont été déboisées depuis. Au contraire, les forêts hors masques (manques dans la BD Forêt®V2 ou évolution naturelle) sont corrigées par la modélisation.

Pour les zones agricoles, c'est-à-dire les physionomies « culture annuelle », « vergers » et « autre culture permanente », les données sont issues de déclarations d'agriculteurs (données issues du Registre Parcellaire Graphique et pour certaines vignes de la BD TOPO® via le casier viticole) et peuvent comporter quelques lacunes ou erreurs.

Enfin, des limites sont à signaler sur la définition des contours des polygones de physionomies de végétation. En effet, si les contours des polygones occupés par des végétations présentant des limites nettes dans l'organisation du territoire sont corrects dans l'ensemble, les contours sont moins justes dans le cas de continuum de végétation. C'est en particulier le cas pour les végétations littorales ainsi que pour les végétations arbustives en zone méditerranéenne.

SPÉCIFICITÉS DE LA PRODUCTION DES CARTES D'HABITATS

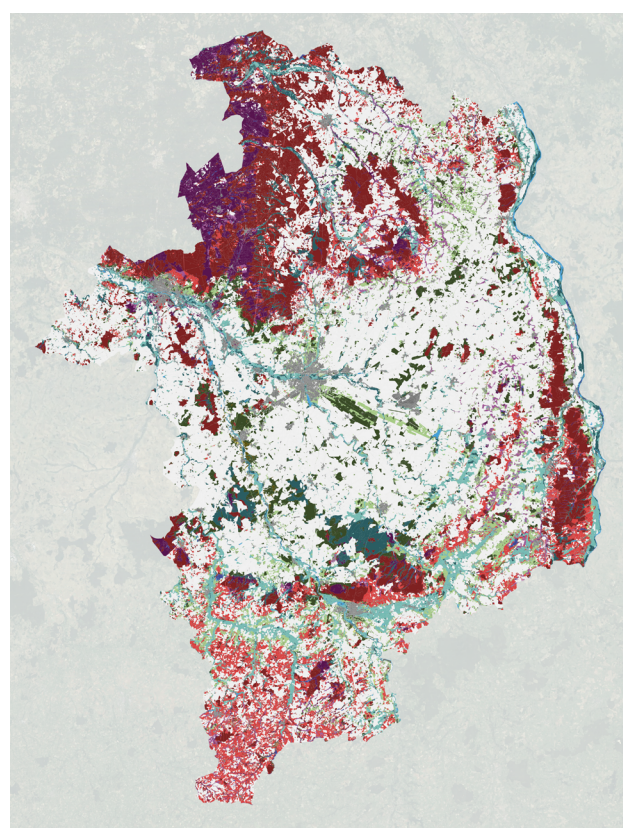
Production de la carte des habitats CarHab

La cartographie des habitats CarHab est produite par croisement SIG (intersection) des données de la cartographie des biotopes avec les données de la cartographie des physionomies de végétation. Ce croisement permet de regrouper dans chaque polygone les informations sur un biotope et une physionomie de végétation.

Un croisement de la couche des « zones bâties et autres surfaces artificialisées » avec la cartographie des biotopes est également réalisé. Une légende simplifiée (cf. figure 9) a été

élaborée afin de rendre plus lisibles les centaines d'habitats présents sur chaque département. Des regroupements sont faits par acidité et humidité édaphiques, ainsi que par étage de végétation et type de physionomie de végétation « ouverte », « forestière » et « minérale ». L'ensemble de la légende simplifiée figure [en annexe](#).

Cette légende permet d'avoir une lecture synthétique d'un territoire en intégrant des composantes écologiques à la physionomie de végétation.



Domaine tempéré

- Habitat ouvert sur substrat acide et humide du domaine tempéré
- Habitat ouvert sur substrat acide et mésique du domaine tempéré
- Habitat ouvert sur substrat acide et sec du domaine tempéré
- Habitat ouvert sur substrat basique et humide du domaine tempéré
- Habitat ouvert sur substrat basique et mésique du domaine tempéré
- Habitat ouvert sur substrat basique et sec du domaine tempéré
- Habitat forestier sur substrat acide et humide du domaine tempéré
- Habitat forestier sur substrat acide et mésique du domaine tempéré
- Habitat forestier sur substrat acide et sec du domaine tempéré
- Habitat forestier sur substrat basique et humide du domaine tempéré
- Habitat forestier sur substrat basique et mésique du domaine tempéré
- Habitat forestier sur substrat basique et sec du domaine tempéré

Autres

- Habitat minéral sur substrat acide
- Habitat minéral sur substrat basique
- Habitat aquatique sur substrat acide
- Habitat aquatique sur substrat basique
- Habitat cultivé
- Zone bâtie et autre habitat artificiel

Figure 9 - Légende simplifiée pour les habitats CarHab (ici en domaine tempéré, dans le département du Cher - 18)

↳ © PatriNat - IGN - EVS - CBNBP

Précautions d'usage de la cartographie des habitats CarHab

La cartographie des habitats CarHab étant un croisement des cartographies de biotopes et de celles de physionomies de végétation, les précautions d'usages de ces deux cartes s'appliquent aux habitats CarHab.

De plus, lors du croisement des deux cartes, des traitements de fusion de polygones voisins sont mis en œuvre afin de garantir le respect des seuils surfaciques des polygones issus du

croisement des données (surface minimale de 5 000 m² pour les milieux naturels). Ces traitements conduisent parfois à fusionner des polygones voisins appartenant à des biotopes différents. Dans ces cas de figure, l'information du biotope fusionné dans le polygone plus grand est conservée dans la donnée produite. La part surfacique du biotope fusionné dans le polygone issu de la fusion est également indiquée dans la donnée.

Cas des étiquettes aberrantes d'habitat

La procédure de création de la cartographie des habitats génère potentiellement des couples *biotope x physionomie* incompatibles (par exemple, une physionomie aquatique dans un biotope assez sec). Une procédure de post-

traitement permet de corriger le cas particulier de cet exemple. Pour les autres cas de couples *biotope x physionomie* incompatibles, les habitats obtenus sont étiquetés « N/A ».

Déclinaisons de la carte des habitats CarHab

La carte des habitats CarHab est le produit diffusé. Il est néanmoins possible de décliner cette carte selon les applications souhaitées : carte des biotopes, carte des physionomies de végétation,

cartes pour chacun des huit paramètres de biotopes, carte des habitats EUNIS, carte des Habitats d'intérêt communautaire (HIC).

Déclinaison de la carte habitats en carte des habitats EUNIS

Définition

EUNIS (European Nature Information System) est une classification des habitats naturels, semi-naturels et anthropiques des secteurs terrestres et marins d'Europe.

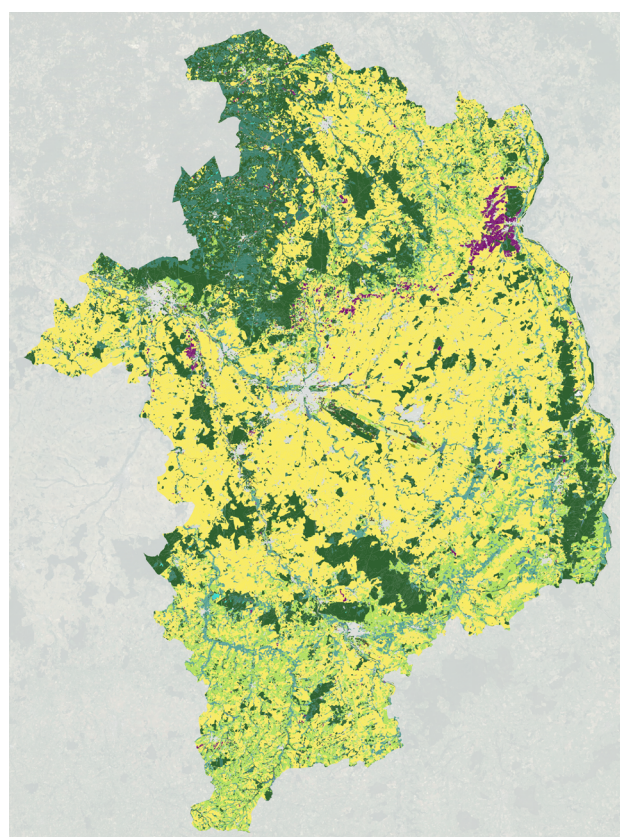
La carte des habitats déclinée en carte EUNIS est une carte complète, chaque polygone contient une information EUNIS quand elle existe. En cas d'erreur de modélisation, le travail de correspondance n'a pas vocation à corriger la modélisation.

Méthode de production

Le principe est de retenir le code (ou les codes) le(s) plus en adéquation avec l'échelle de l'habitat. La correspondance s'effectue à dire d'expert en s'appuyant sur l'information portée par la végétation dominante dans chaque habitat. Les catalogues phytosociologiques de végétations disponibles sur le territoire donnent en effet très souvent les correspondances vers la classification EUNIS. Les habitats à physionomie artificialisée sont également renseignés (7200 vergers : EUNIS G1.D ; 8000 cultures : EUNIS I1, etc.). Pour les habitats à physionomie simple, un seul code EUNIS est renseigné. Pour les habitats à physionomie complexe ne pouvant pas être rattachés à un code EUNIS unique, deux à trois codes (quatre maximum pour les cas les plus complexes) peuvent être renseignés pour faire état de cette hétérogénéité. Le rattachement s'effectue selon le référentiel EUNIS dans sa version de 2012 (en vigueur dans Habref 6). Le rattachement au référentiel EUNIS se fait au niveau 4 dans la mesure du possible, mais tout en gardant un code qui soit le plus englobant possible.

Attribution d'un rang d'affichage de l'habitat EUNIS sur la cartographie

Le rang d'apparition EUNIS défini dans le cadre du programme CarHab correspond à la priorisation d'affichage cartographique, lorsque plusieurs codes EUNIS sont indiqués pour un même



➤ Carte modélisée des habitats EUNIS potentiellement présents dans le Cher (18) - © PatriNat - CBNBP

habitat CarHab. Cela correspond à l'estimation à dire d'expert de la fréquence potentielle la plus élevée entre les différents habitats EUNIS.

○ Limites d'utilisation

La carte des habitats EUNIS est une carte déclinée de la carte des habitats ; il s'agit donc d'une traduction, en nomenclature EUNIS, de la typologie des habitats CarHab. En ce sens, comme toute traduction, elle comporte certaines imprécisions, approximations, voire impossibilités de transpositions. Elle est globalement moins précise que la carte des habitats en nomenclature d'origine.

La nomenclature EUNIS n'est pas spécifiquement destinée à la modélisation cartographique. En conséquence, l'emprise spatiale des habitats EUNIS est très hétérogène et certains postes de nomenclature sont indécélabes en cartographie. De plus, certains postes sont intriqués les uns dans les autres, de telle manière qu'en fonction de l'approche typologique utilisée (précision des catalogues physionomiques disponibles, etc.), le code EUNIS retenu pourra être différent.

Déclinaison de la carte habitats en carte des Habitats d'intérêt communautaire

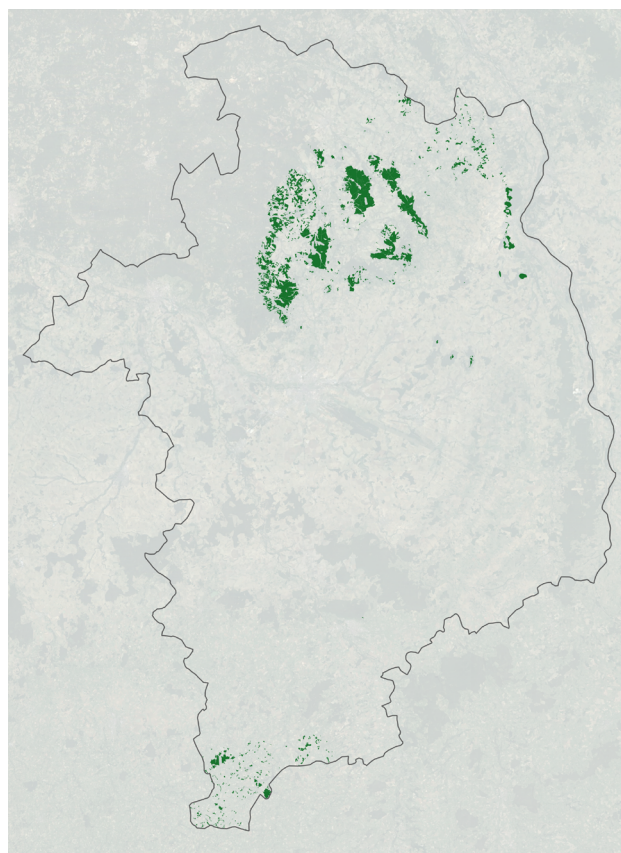
○ Définition

Les habitats naturels d'intérêt communautaire (HIC) sont des types d'habitats désignés par l'Union Européenne dans le cadre de la directive 92/43/CEE du 21 mai 1992, dite « Habitats Faune Flore » et dont les États membres sont engagés à maintenir ou à rétablir le bon état de conservation.

La carte des habitats déclinée en carte des HIC est une carte « à trous », chaque polygone ne contient pas nécessairement une information HIC.



© S. BELLENFANT - CBNBP



↳ © PatriNat - CBNBP

Figure 10 - Zones de présence potentielle de l'habitat d'intérêt communautaire 9120 « Hêtraies atlantiques » dans le Cher (18)

○ Méthode de production

La correspondance habitats CarHab vers HIC s'effectue à dire d'expert en s'appuyant sur les catalogues de végétation disponibles (qui comportent souvent une information HIC) et sur la liste des associations végétales potentiellement présentes dans chaque habitat.

A la différence du rattachement EUNIS dont le principe est de retenir le code qui est le plus en adéquation avec l'échelle de l'habitat et de sa physionomie dominante, il est également indiqué les rattachements vers des HIC parfois minoritaires dans l'habitat, soit que ces HIC s'expriment dans une partie seulement des polygones des habitats CarHab, soit que ces HIC soient présents sans occuper une surface significative. Pour cette raison, deux attributs complémentaires sont indiqués pour chaque correspondance : fréquence du HIC dans l'habitat CarHab et dominance du HIC dans l'habitat CarHab.

Le rattachement s'effectue selon le référentiel HIC officiel au niveau européen (correspondant aux codes génériques), conformément au référentiel Habref 6 (cd_typo=8). L'interprétation des HIC est conforme aux Cahiers d'habitats v2 lorsqu'ils sont publiés, à défaut la v1.

Renseignement de la fréquence des HIC

Pour chaque correspondance HIC possible, une probabilité de fréquence du HIC au sein de l'habitat CarHab est renseignée dans le champ `FREQ_HIC` :

- **Fortement probable** : Fréquence > 80 % : correspondant à une très forte probabilité de présence dans l'habitat. La présence de l'HIC est quasiment constante.
- **Probable** : Fréquence comprise entre 50 et 80 % : correspondant à une forte probabilité de présence dans l'habitat.
- **Peu probable** : Fréquence estimée entre 20 et 49 % : correspondant à une probabilité plus faible, mais restant significative.
- Fréquence < 20 % : HIC non répertorié.

Renseignement de la dominance des HIC

La notion de dominance du HIC est renseignée comme suit dans le champ `DOM_HIC` :

- **Non dominant** : pour les HIC qui ne dominent pas en surface l'habitat (recouvrement inférieur à 40 % de la superficie) ;
- **Dominant** : pour les HIC qui dominent en surface l'habitat (recouvrement supérieur à 40 % de la superficie).

Il peut y avoir dans certains cas une codominance entre deux HIC. La dominance de trois HIC n'est pas possible (surface > 120 %).

La notion de dominance est considérée par rapport à toutes les végétations potentiellement présentes au sein de l'habitat, y compris celles qui ne sont pas d'intérêt communautaire.

○ Limites d'utilisation

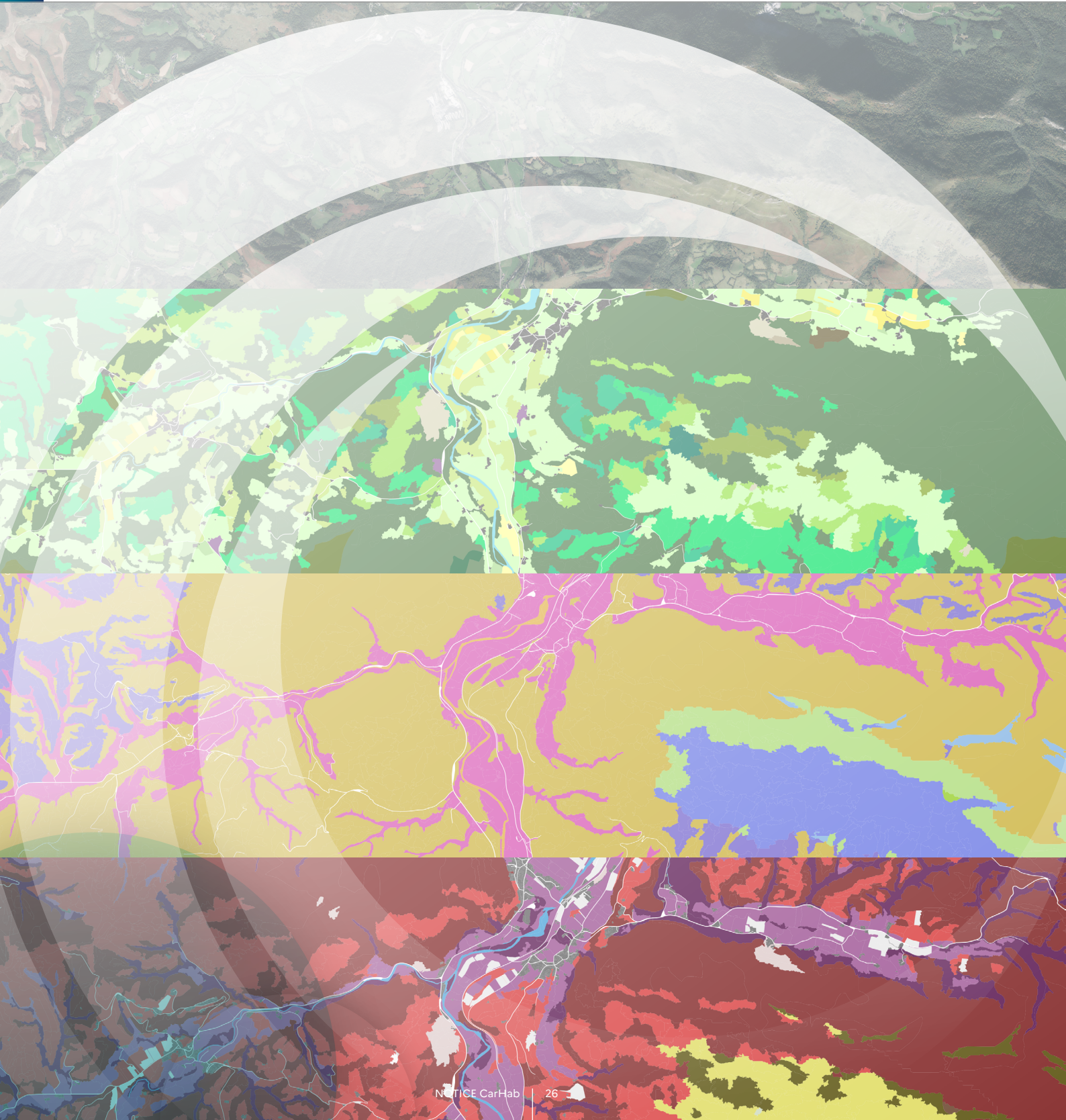
La carte des HIC est une carte déclinée de la carte des habitats ; il s'agit donc d'une traduction, en nomenclature HIC, de la typologie des habitats CarHab. En ce sens, comme toute traduction, elle comporte certaines

imprécisions et approximations. La prise en compte des informations sur la fréquence et la dominance des HIC est indispensable à la bonne interprétation des HIC indiqués.

GLOSSAIRE

Abiotique	Facteur lié au milieu et indépendant des êtres vivants
Biotope	Un biotope est un compartiment écologique homogène défini par des paramètres abiotiques
BRGM	Bureau de recherches géologiques et minières
CEREMA	Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement
CESBIO	Centre d'Etudes Spatiales de la Biosphère
Edaphique	Relatif au sol en tant que milieu biologique
Edapho-climatique	Lié aux conditions du sol et du climat
EUNIS	European Nature Information System
Habitat	Entité écologique incluant espèces et communautés, ainsi qu'un environnement biotique et abiotique
HIC	Habitat d'Intérêt Communautaire
MachineLearning	Apprentissage automatique
Macrobioclimat	Climat à l'échelle mondiale
NDVI	Normalized Difference Vegetative Index : calcul par différence de réflectance entre les bandes spectrales rouge et proche infra-rouge
NDWI	NDWI : Normalized Difference Water Index : calcul par différence de réflectance entre les bandes spectrales vert et proche infra-rouge
Paramètre de biotope	Typologie CarHab des dimensions écologiques du biotope
Pédogenèse	Processus de formations des sols
Physionomie de végétation	Stade de la dynamique temporelle d'une série de végétation donnée
Phytosociologie	Science qui étudie les communautés végétales et leur relation avec le milieu
RPG	Registre Parcellaire Graphique
Série de végétation	Unité regroupant des communautés végétales liées dynamiquement au sein d'une entité de biotope homogène
SIG	Système informatisé associant des bases de données géographiques et des logiciels pour assurer leur gestion (stockage, mise à jour) et la production de représentations visuelles, cartes et graphiques notamment, issues de leur traitement
Stade dynamique de végétation	Etat déterminé d'une succession végétale. Cf. figure 2

ANNEXES



Définition des paramètres de biotopes et de leurs modalités

Paramètres bioclimatiques

Les étages de végétation

Ils reflètent l'influence déterminante de la température sur la végétation. En zone de montagne les étages de végétation sont très liés à l'altitude ; il ne s'agit cependant pas d'étages altitudinaux absolus, car c'est bien la température qui délimite les différents étages et non l'altitude¹. Par exemple, il est possible d'observer un étage montagnard dans le Nord-Est de la France à partir de 500 m d'altitude en versant Nord alors que dans les Pyrénées ou les Alpes méridionales il n'apparaît que bien plus haut. De la même façon, l'étage planitiaire (le plus chaud du macrobioclimat tempéré) qui

occupe la majeure partie des plaines du sud-ouest et de l'ouest entre 0 et 200 m d'altitude, disparaît en allant vers le nord de la France au profit de l'étage collinéen, même en bord de mer.

Les étages de végétation sont issus d'une intégration de deux paramètres de la typologie de Rivas-Martinez et al. (2011) : le macrobioclimat et les étages thermiques qui redécoupent chaque macrobioclimat. Deux macrobioclimats sont présents en France métropolitaine : tempéré et méditerranéen². Les étages thermiques sont calculés au travers de deux indices :

1) Indice de thermicité (valable pour les étages thermiques inférieurs)³

$$It = (T_{\text{moy.annuelle}} + T_{\text{moy. des minima du mois le plus froid}} + T_{\text{moy. des maxima du mois le plus froid}}) \times 10$$
$$\approx (T_{\text{moy. annuelle}} + T_{\text{moy. du mois le plus froid}} \times 2) \times 10$$

L'indice de thermicité (It) a pour but de mettre en évidence l'intensité du froid, facteur limitant pour certaines communautés végétales.

Remarque : La formule exacte pour le calcul de It nécessite de disposer des normales journalières sur la période de référence. En l'absence de telles données, la formule approchée permet de calculer It avec des normales mensuelles.

2) Indice de température positive annuelle

$$Tp = (\text{somme des } T \text{ mensuelles moyennes} > 0^{\circ}\text{C}) \times 10$$

T : température en °C

1 - Ozenda 1994

2 - Rivas-Martínez S., Rivas-Sáenz S. & Penas A. (2011).- Worldwide bioclimatic classification system. *Global Geobotany*, 1 : 1-634 + 4 maps. p.11

3 - Rivas-Martínez S., Rivas-Sáenz S. & Penas A. (2011).- Worldwide bioclimatic classification system. *Global Geobotany*, 1 : 1-634 + 4 maps. p. 8

➤ Montalba-le-chateau - Pyrénées - Orientales - ©C. GRITTI - CBNMed



—o Étages de végétation dans le macrobioclimat tempéré

Libellé étage de végétation	Valeurs It (indicatif)	Valeurs Tp (indicatif)
Planitiaire	>190	>1400
Collinéen	120-190	1100-1400
Montagnard	–	800-1100
Subalpin	–	380-800
Alpin	–	1-380
Nival	–	0

—o Étages de végétation dans le macrobioclimat méditerranéen

Libellé étage de végétation	Valeurs It (indicatif)	Valeurs Tp (indicatif)
Thermoméditerranéen	350-450	2100-2400
Mésoméditerranéen inférieur	285-350	1800-2100
Mésoméditerranéen supérieur	220-285	1500-1800
Supraméditerranéen	<220	900-1500
Oroméditerranéen	–	450-900
Cryoméditerranéen	–	1-450

o L'ombroclimat

L'indice ombrothermique (Io) reflète la quantité d'eau globale consommable par la végétation en lien avec la température. Plus les températures seront élevées, plus la végétation consommera

de l'eau. Les besoins de la végétation sont nuls quand il gèle. Il n'est donc pas tenu compte des précipitations lorsque la température moyenne du mois est négative.

Indice ombrothermique annuel

$$\begin{aligned}
 I_o &= \frac{(\text{somme des } P \text{ des mois à } T \text{ moy.} > 0^\circ\text{C})}{(\text{somme des } T \text{ mensuelles moyennes } > 0^\circ\text{C})} \times 10 \\
 &= \frac{(\text{somme des } P \text{ des mois à } T \text{ moy.} > 0^\circ\text{C})}{T_p} \times 10
 \end{aligned}$$

T : température en °C
P : précipitations en mm

Remarque : l'ombroclimat est évidemment très corrélé aux étages de végétation (plus les températures baissent plus l'indice

ombrothermique augmente) ; néanmoins il peut exprimer une certaine forme de variabilité au sein d'un même étage.

Libellé ombroclimat
Sec
Subhumide
Humide
Hyperhumide

La continentalité

Elle est appréciée par l'indice de continentalité (I_c) qui reflète l'amplitude intra-annuelle de température (plus élevée à l'intérieur des continents qu'au niveau des côtes).

Indice de continentalité

$$I_c = T \text{ moy. du mois le plus chaud} - T \text{ moy. du mois le plus froid}$$

Libellé continentalité	Valeurs I_c (indicatif)
Hyperocéanique	0-11
Océanique	11-17
Subocéanique	17-21
Subcontinental	21-28

La variante bioclimatique

Ce paramètre permet de redécouper chaque bioclimat et son ombrotype en fonction de la variabilité saisonnière des précipitations.

Libellé variante bioclimatique	Calcul	Commentaire
Aucune	Aucun mois où $P < 2,8T$	-
Subméditerranéenne	Au moins 1 mois où $P < 2,8T$	La variante subméditerranéenne met en évidence les périodes de stress hydrique estival pour la végétation, avec au moins un mois où $P < 2,8 T$ (subsécheresse estivale).
Steppique	3 conditions cumulées : 1) macrobioclimat tempéré avec $I_c > 17$ 2) P été (juill-sept) $> P$ hiver (jan-mar) 3) 1 mois d'été avec $P < 3T$	La variante steppique concerne les climats tempérés continentaux et subocéaniques ($I_c > 17$), dont la période estivale est plus arrosée que la période hivernale mais comprend au moins 1 mois de subsécheresse où $P < 3T$.

T : température en $^{\circ}\text{C}$
 P : précipitations en mm

➤ Médoc - GIRONDE - © P. DELBOSC - CBNSA



Paramètres édaphiques

L'acidité édaphique

Libellé acidité édaphique	Définition
Très acide	Sols très acides. L'acidité perturbe extrêmement le fonctionnement du sol : l'activité biologique est réduite, le sol a une tendance à la podzolisation, le phosphore est insoluble, l'aluminium est toxique. Les plantes présentent donc des adaptations profondes : adaptations à la toxicité de certains éléments, adaptations à la perte de productivité due à la fois à l'acidité et au manque de nutriments disponibles (sclérification, lignification, microphilie...). Les végétations sont composées exclusivement de plantes adaptées aux contraintes dues à l'acidité (cortège acidiphile).
Légèrement acide	Sols légèrement acides. L'acidité est une contrainte pour le développement des plantes et limite l'activité biologique du sol, mais certaines plantes non adaptées aux sols acides parviennent tout-de-même à se développer. Le cortège est composé d'une majorité de plantes acidiphiles, mais les plantes neutroclines et basiphiles sont présentes.
Neutre	Sols proches de la neutralité (pH de l'ordre de 6-7). Du fait de l'absence de contraintes, si les autres caractéristiques du biotope (humidité, température...) ne sont pas non plus contraignantes, ces sols s'eutrophisent assez facilement et alors, sous l'effet de la compétition, les cortèges floristiques s'appauvrissent. En l'absence d'eutrophisation, le cortège floristique est composé d'espèces neutroclines et basiphiles, mais certaines espèces acidiphiles sont encore présentes.
Basique	Sols basiques, ce qui limite la solubilité du phosphore. Les plantes basiphiles, adaptées aux contraintes liées aux pH élevés, sont légèrement favorisées. Ces plantes ont principalement des adaptations favorisant l'économie des ressources : sclérophylle, lignification, microphyllie. Le cortège floristique est composé d'une majorité d'espèces basiphiles, mais certaines espèces neutroclines sont encore présentes.
Hyperbasique	Sols très basiques. Les conditions hyperbasiques sont exceptionnelles et s'observent sur des sols salins ou des roches ultrabasiques (serpentinite...). Dans le cas des roches ultrabasiques, naturellement alcalines et libérant des cations (Mg notamment mais minéraux toxiques aussi), l'absence de carbonates autorise la présence d'espèces "acidiphiles" (en fait calcarifuges), malgré un pH très élevé, ce qui donne des cortèges très originaux (sur serpentine ou gneiss amphibolitiques par exemple).

L'humidité édaphique

Libellé humidité édaphique	Définition
Hyperxérique	Biotopes présents sur des substrats très peu susceptibles de retenir l'eau, des facteurs supplémentaires venant accentuer le phénomène de xéricité (sécheresse estivale, exposition au vent, exposition au sel, précipitations relativement réduites).
Perxérique	Biotopes présents sur des substrats très peu susceptibles de retenir l'eau
Très sec	Sols à sécheresse marquée : ces conditions contraignantes empêchent la constitution d'un sol profond et productif. Dans les conditions les moins sèches de cette catégorie, la dynamique végétale peut aboutir à une forêt, mais celle-ci demeure basse et claire et présente des nettes analogies avec les forêts pionnières des sols profonds. Le cortège floristique de ces végétations est très majoritairement constitué d'espèces présentant des adaptations à la sécheresse : plantes velues, crassulcescentes, aiguillonnées, à cuticule épaisse, plantes microphylles ou aphyllées...
Assez sec	Sols connaissant une période de sécheresse suffisante pour qu'elle soit une contrainte importante pour les espèces s'y développant. Le cortège floristique de ces végétations comporte une proportion significative d'espèces présentant des adaptations à la sécheresse, en plus des espèces mésohydriques.
Mésique	Sols marqués par des conditions moyennes d'humidité, sans déficit ni excès d'eau contraignant. L'existence d'événements de sécheresse temporaire proscrivent néanmoins les espèces à grande surface foliaire et favorisent les espèces à cuticule légèrement épaissie. Le manque de nutriments renforce cette tendance, tandis que les sols riches en nutriments permettent la « remontée » d'espèces plus hygrophiles (phénomène d'apophytisation).

Légèrement humide	Sols bien alimentés en eau, avec un engorgement temporaire de surface en début de saison de végétation. L'apport de nutriment par les eaux d'enneigement et l'absence de contrainte forte liée à l'engorgement favorisent les espèces compétitrices : des espèces comme <i>Urtica dioica</i> , <i>Cirsium arvense</i> ou <i>Sambucus nigra</i> sont d'écologie primitive mésohygrophile.
Humide à nappe circulante	Sols présentant un engorgement à proximité de la surface durant une partie de la période de végétation. En conséquence la disponibilité en eau est totale et cette eau apporte des nutriments, mais l'engorgement représente une contrainte pour le développement végétal. La circulation de la nappe limite l'asphyxie des substrats. Le cortège floristique de ces végétations est essentiellement constitué d'espèces à grande surface foliaire et à cuticule peu épaisse, mais l'engorgement limite la productivité et a tendance-en dehors des sites très enrichis en nutriments-à favoriser les espèces frugales (peu exigeantes en nutriments).
Humide à nappe stagnante	Sols présentant un engorgement à proximité de la surface durant une partie de la période de végétation. En conséquence la disponibilité en eau est totale et cette eau apporte des nutriments, mais l'engorgement représente une contrainte pour le développement végétal. La stagnation de la nappe augmente l'asphyxie des substrats. Le cortège floristique de ces végétations est essentiellement constitué d'espèces à grande surface foliaire et à cuticule peu épaisse, mais l'engorgement limite la productivité et a tendance-en dehors des sites très enrichis en nutriments-à favoriser les espèces frugales (peu exigeantes en nutriments).
Détrempé à nappe circulante	Sols présentant un engorgement à proximité de la surface durant l'essentiel de la saison de végétation. Cet engorgement crée une asphyxie qui représente une contrainte importante à laquelle les plantes doivent s'adapter. La circulation de la nappe limite l'asphyxie des substrats. Le cortège floristique de ces végétations comporte une proportion significative d'espèces amphibies parmi une majorité d'espèces terrestres.
Détrempé à nappe stagnante	Sols présentant un engorgement à proximité de la surface durant l'essentiel de la saison de végétation. Cet engorgement crée une asphyxie qui représente une contrainte importante à laquelle les plantes doivent s'adapter. La stagnation de la nappe augmente l'asphyxie des substrats. Le cortège floristique de ces végétations comporte une proportion significative d'espèces amphibies parmi une majorité d'espèces terrestres.
Aquatique et amphibie à nappe circulante	Sols saturés d'eau et inondés pendant toute l'année, sauf épisode climatique exceptionnel et sauf sur les marges de biotope (milieux amphibies saisonniers). L'engorgement des sols empêche l'installation d'une forêt et la dynamique est bloquée (permaséries). La circulation de la nappe permet une oxygénation de l'eau, mais le courant est une contrainte pour les plantes. En fonction de la profondeur de l'eau, le cortège floristique de ces végétations sera dominé par les plantes aquatiques ou par les plantes amphibies.
Aquatique et amphibie à nappe stagnante	Sols saturés d'eau et inondés pendant toute l'année, sauf épisode climatique exceptionnel et sauf sur les marges de biotope (milieux amphibies saisonniers). L'engorgement des sols empêche l'installation d'une forêt et la dynamique est bloquée (permaséries). La stagnation de la nappe augmente l'asphyxie du milieu. En fonction de la profondeur de l'eau, le cortège floristique de ces végétations sera dominé par les plantes aquatiques ou par les plantes amphibies.

Paramètres spécifiques

La littoralité

L'objectif est d'individualiser les territoires pour lesquels les spécificités du biotope liées à la position littorale (vent constant, présence de sel)

sont tellement contraignantes qu'elles relèguent au second plan les autres paramètres.

Libellé littoralité	Définition
Façade littorale	Végétations conditionnées par le caractère littoral (vent constant, présence de sel), qui est prépondérant sur les autres paramètres du biotope. À cause des contraintes, la dynamique végétale est bloquée (permaséries). Le cortège floristique de ces végétations est presque exclusivement constitué d'espèces littorales. Celles-ci ont notamment des adaptations anatomiques et physiologiques à la sécheresse induite par le vent et le sel (pression osmotique rendant l'eau non disponible) : plantes crassulescentes, plantes velues, glandes à sel, feuilles sclérifiées et enroulées...
Position intérieure	Végétations non ou peu conditionnées par le caractère littoral. La contrainte liée aux spécificités littorales est trop faible pour empêcher l'installation d'espèces intérieures. Des espèces littorales peuvent être présentes, mais elles ne sont pas exclusives.

La durée d'enneigement

À travers son effet sur la durée de la saison de végétation et sur l'exposition au gel, la durée d'enneigement est un facteur qui structure fortement la distribution des végétations aux

étages alpin et nival, et de certaines végétations à l'étage subalpin. Ce paramètre est donc retenu dans le cadre de la définition des biotopes.

Libellé Enneigement	Exposition au gel
Nul à court (0-4 mois)	Très faible à nulle
Moyen (5-6 mois) à déneigements hivernaux fréquents et/ou longs	Forte
Moyen (5-6 mois) à déneigements hivernaux rares et/ou courts	Moyenne
Moyen à long (6-7 mois)	Faible
Long à très long (8-10 mois)	Très faible

Catalogue des physionomies de végétation

Intitulé du poste de physionomie de végétation	Descriptif	Code physionomie
Glacier et névé	Physionomie dominée par la glace et/ou la neige. S'observe uniquement aux étages alpin et nival. Inclut les surfaces recouvertes de glace toute l'année (glaciers blancs, glaciers noirs, glaciers rocheux) et les surfaces dépourvues de glace, mais recouvertes de neige en dehors de la période hivernale (névés temporaires, névés permanents).	1100
Minéral végétalisé	Physionomie peu couverte par la végétation, dominée par le substrat minéral nu ou par une végétation très clairsemée. Les végétations herbacées plus denses et ligneuses apparaissent par plages mais elles laissent une place significative au substrat nu. S'observe typiquement en situation d'éboulis, de dalles rocheuses, de parois, de falaises, de grèves exondées des rivières et plans d'eau, sur les estrans. Cette valeur n'est codée que sur des polygones dont la physionomie majoritaire a été calculée par modélisation supervisée. C'est une physionomie « complexe » issue uniquement d'un calcul : elle est déduite par analyse de la physionomie majoritaire et de la part des autres physionomies exprimées dans le polygone (pelouses, prairies, végétation herbacée haute, etc.).	2100
Minéral non ou peu végétalisé	Physionomie très peu couverte par la végétation, hormis une végétation cryptogamique très éparse et une végétation herbacée très clairsemée pratiquement indétectables par analyse d'images satellite. Les végétations pionnières apparaissent par plages mais elles sont de très faible densité. S'observe typiquement en situation d'éboulis, de dalles rocheuses, de parois, de falaises, de grèves exondées des rivières et plans d'eau, sur les estrans. Cette valeur n'est codée que sur des polygones dont la physionomie majoritaire a été calculée par modélisation supervisée. Elle est déduite de la physionomie majoritaire.	2200
Pelouse	Physionomie dominée par une végétation herbacée vivace naturellement basse, à faible production de biomasse due à des conditions édaphiques pauvres en éléments nutritifs (milieu oligotrophe, sécheresse, etc.) ou à des conditions climatiques défavorables à l'activité photosynthétique (températures très basses, photopériode courte, etc.). Cette valeur n'est codée que sur des polygones dont la physionomie majoritaire a été calculée par modélisation supervisée. Elle correspond à la physionomie majoritaire.	3100

Végétation herbacée haute	Physionomie dominée par une végétation herbacée vivace naturellement élevée, à forte production de biomasse, dont les espèces ont généralement un port ramifié, avec des feuilles caulinaires nombreuses et une inflorescence souvent de grande taille. La formation végétale typique est l'ourlet au sens large, incluant mégaphorbiaies, roselières et cariçaies. Cette valeur n'est codée que sur des polygones dont la physionomie majoritaire a été calculée par modélisation supervisée. Elle est déduite de la physionomie majoritaire.	3200
Prairie de type indéterminé	Physionomie dominée par une végétation herbacée vivace à production de biomasse moyenne à forte due à des conditions édaphiques peu contraignantes, mais au développement vertical contraint par les activités agropastorales (fauche, pâturage).	3300
Prairie fauchée	Prairie dont le développement vertical est contraint par l'activité de fauche. La fauche produit des paysages assez homogènes à l'échelle parcellaire, avec peu de végétations associées à la végétation prairiale sensu stricto. Cette valeur n'est codée que sur des polygones dont la physionomie majoritaire a été calculée par modélisation supervisée. Elle est déduite de la physionomie majoritaire.	3301
Prairie pâturée	Prairie dont le développement vertical est contraint par l'activité de pâturage. Le pâturage produit des paysages hétérogènes à l'échelle parcellaire, avec des entrées de pâture hébergeant des végétations piétinées, des reposoirs à bétail dont la végétation est celle d'une friche nitrophile, des abreuvoirs aux végétations aquatiques et amphibies, des rochers, des fourrés ponctuels, etc. Cette valeur n'est codée que sur des polygones dont la physionomie majoritaire a été calculée par modélisation supervisée. Elle est déduite de la physionomie majoritaire.	3302
Fourré bas	Physionomie dominée par une végétation de chaméphytes (landes, garrigues basses etc.), dans des conditions contraignantes d'un point de vue édaphique (pauvreté en nutriments, sécheresse, salinité) ou climatique (températures très basses, photopériode courte, etc.). Les végétations chaméphytiques succulentes des estuaires (notamment à salicornes pérennes) font partie de cette catégorie. Les autres types de physionomies, quand ils sont présents, sont généralement des fourrés pionniers, des pelouses et du substrat minéral non végétalisé. Cette valeur n'est codée que sur des polygones dont la physionomie majoritaire a été calculée par modélisation supervisée. Elle est déduite de la physionomie majoritaire.	4100
Fourré haut mixte	Physionomie mixte, associant des végétations herbacées hautes et des végétations arbustives, et parfois d'autres végétations (souvent des végétations de pelouses ou de prairies, des fourrés bas, des éléments ponctuels de forêt pionnière etc.). C'est une physionomie issue uniquement par calcul. Elle est déduite par analyse de la physionomie majoritaire et de la part des autres physionomies exprimées dans le polygone (Fourré haut bas, Fourré haut etc.).	4200
Fourré haut dense	Physionomie dominée par une végétation d'arbustes et d'arbrisseaux de type nanophanérophytes. L'abondance des arbustes jointifs et l'absence de clairières herbacées correspondant à des stades dynamiques antérieurs persistants, donne une physionomie homogène. Cette valeur n'est codée que sur des polygones dont la physionomie majoritaire a été calculée par modélisation supervisée. Elle est déduite de la physionomie majoritaire.	4300
Forêt pionnière	Physionomie dominée par une végétation dont la strate arborescente est moyennement haute (7 à 15 m environ) et peu dense, de telle manière que la flore herbacée du sous-bois et des milieux associés est peu différente de la flore des milieux ouverts.	5100
Forêt mature de type indéterminée	Physionomie dominée par une végétation dont la strate arborescente est haute et dense, de telle manière que la flore herbacée du sous-bois, conditionnée par la faible luminosité et les autres paramètres du climat forestier, est très différente de la flore des milieux ouverts environnants. Pour ce poste physionomique, la nature précise du peuplement forestier (forêt mature naturelle à semi-naturelle ou plantation forestière) n'a pas été déterminée.	5200
Forêt mature naturelle de type indéterminé	Forêt mature excluant les plantations pour laquelle la couverture majoritaire (par les résineux ou par les feuillus) n'a pas été déterminée.	5210

Forêt mature de résineux	Forêt mature avec couverture majoritaire de résineux mais excluant les plantations	5211
Forêt mature de feuillus	Forêt mature avec couverture majoritaire de feuillus mais excluant les plantations	5212
Plantation forestière	Physionomie liée à la plantation de ligneux assez denses, de plus de 5 m de haut.	5220
Surface en eau	Physionomie liée à la présence d'une lame d'eau libre pour laquelle il n'a pas été déterminé si elle était colonisée ou non par des végétations aquatiques et amphibi- es.	6000
Surface en eau végétalisée	Physionomie correspondant aux surfaces en eau présentant une végétation aquatique, à laquelle peut s'associer une végétation amphibie. Cette valeur n'est codée que sur des polygones dont la physionomie majoritaire a été calculée par modélisation supervisée. Elle est déduite de la physionomie majoritaire	6100
Surface en eau non végétalisée	Physionomie correspondant aux surfaces d'eau sans végétation aquatique. Cette valeur n'est codée que sur des polygones dont la physionomie majoritaire a été calculée par modélisation supervisée. Elle est déduite de la physionomie majoritaire.	6200
Autre culture permanente	Culture permanente de plantes ligneuses autre que les vergers, vignobles et plantations forestières.	7100
Vergers	Physionomie correspondant aux parcelles de vergers	7200
Vignes	Physionomie correspondant aux parcelles de vignobles	7300
Culture annuelle ou prairie temporaire	Physionomie correspondant aux cultures annuelles ou aux prairies retournées dans l'année.	8000
Prairie temporaire	Prairie retournée dans l'année. Culture de fourrage à rotation pluriannuelle (semi et labour sont en général espacés de plusieurs années) ; une à plusieurs récoltes par an.	8001
Culture annuelle	Physionomie liée à la présence de cultures herbacées annuelles, au sein desquelles la végétation adventice vivace et annuelle se développe de manière assez éparse. Cette valeur n'est codée que sur des polygones dont la physionomie majoritaire a été calculée par modélisation supervisée. Elle est déduite de la physionomie majoritaire.	8002

Légende simplifiée

Domaine tempéré

	Habitat ouvert sur substrat acide et humide du domaine tempéré
	Habitat ouvert sur substrat acide et mésique du domaine tempéré
	Habitat ouvert sur substrat acide et sec du domaine tempéré
	Habitat ouvert sur substrat basique et humide du domaine tempéré
	Habitat ouvert sur substrat basique et mésique du domaine tempéré
	Habitat ouvert sur substrat basique et sec du domaine tempéré
	Habitat forestier sur substrat acide et humide du domaine tempéré
	Habitat forestier sur substrat acide et mésique du domaine tempéré
	Habitat forestier sur substrat acide et sec du domaine tempéré
	Habitat forestier sur substrat basique et humide du domaine tempéré
	Habitat forestier sur substrat basique et mésique du domaine tempéré
	Habitat forestier sur substrat basique et sec du domaine tempéré

Domaine méditerranéen

	Habitat ouvert sur substrat acide et humide du domaine méditerranéen
	Habitat ouvert sur substrat acide et mésique du domaine méditerranéen
	Habitat ouvert sur substrat acide et sec du domaine méditerranéen
	Habitat ouvert sur substrat basique et humide du domaine méditerranéen
	Habitat ouvert sur substrat basique et mésique du domaine méditerranéen
	Habitat ouvert sur substrat basique et sec du domaine méditerranéen
	Habitat forestier sur substrat acide et humide du domaine méditerranéen
	Habitat forestier sur substrat acide et mésique du domaine méditerranéen
	Habitat forestier sur substrat acide et sec du domaine méditerranéen
	Habitat forestier sur substrat basique et humide du domaine méditerranéen
	Habitat forestier sur substrat basique et mésique du domaine méditerranéen
	Habitat forestier sur substrat basique et sec du domaine méditerranéen

Domaine alpin

	Habitat ouvert sur substrat acide et humide du domaine alpin
	Habitat ouvert sur substrat acide et mésique du domaine alpin
	Habitat ouvert sur substrat acide et sec du domaine alpin
	Habitat ouvert sur substrat basique et humide du domaine alpin
	Habitat ouvert sur substrat basique et mésique du domaine alpin
	Habitat ouvert sur substrat basique et sec du domaine alpin
	Habitat forestier sur substrat acide et humide du domaine alpin
	Habitat forestier sur substrat acide et mésique du domaine alpin
	Habitat forestier sur substrat acide et sec du domaine alpin
	Habitat forestier sur substrat basique et humide du domaine alpin
	Habitat forestier sur substrat basique et mésique du domaine alpin
	Habitat forestier sur substrat basique et sec du domaine alpin

Autres

	Habitat minéral sur substrat acide
	Habitat minéral sur substrat basique
	Habitat aquatique sur substrat acide
	Habitat aquatique sur substrat basique
	Habitat cultivé
	Zone bâtie et autre habitat artificiel

Maîtrise d'ouvrage :



En partenariat avec :



En collaboration avec :





NOTICE CarHab

Programme
de cartographie
nationale des
habitats naturels
et semi-naturels



**MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
ET DE LA COHÉSION
DES TERRITOIRES**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

