



HAL
open science

Construction des zones écologiquement homogènes

Pierre Denelle, Maxime Lenormand

► **To cite this version:**

Pierre Denelle, Maxime Lenormand. Construction des zones écologiquement homogènes. Irstea. 2019, 13 p. hal-04269906

HAL Id: hal-04269906

<https://hal.inrae.fr/hal-04269906v1>

Submitted on 3 Nov 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**CONVENTION MTES-DEB IRSTEA 2019-2021
pour la gestion des milieux et la biodiversité**



*Ces travaux bénéficient du soutien du Ministère chargé de l'Ecologie
dans le cadre de la convention n°2101870336*



CARHAB – Q2

Construction des zones écologiquement homogènes (démonstrateur et guide méthodologique).

Novembre 2019

**Pierre DENELLE
Maxime LENORMAND**

Irstea- UMR TETIS



Table des matières

1.	OBJECTIF	3
2.	DONNEES	3
3.	METHODOLOGIE	5
4.	CARTOGRAPHIE OBTENUE	7
5.	INTERFACE SHINY	9
6.	LIMITES DE L'APPROCHE	11
7.	REFERENCES	12

1. OBJECTIF

Dans le cadre du projet de cartographie des habitats à l'échelle nationale, CarHAB2, il a été proposé de délimiter différents ensembles homogènes du point de vue de la végétation qui les compose. Ce document présente la méthodologie utilisée pour délimiter ces zones floristiquement homogènes, la carte qui en découle ainsi que le recoupement entre les zones identifiées et la zonation en hydro-écorégions. Une interface web a par ailleurs été développée afin de visualiser l'ensemble des résultats obtenus.

2. DONNÉES

L'établissement de la cartographie voulue repose sur des données géo-localisées de présence des différentes espèces végétales observées en France. Les données de la base SIFLORE ont été utilisées (Just et al. 2015). Ces dernières ont été agrégées par la fédération des conservatoires botaniques nationaux à la maille 5x5 km. Elles ont été fournies au centre Irstea de Montpellier le 23/05/2019. Ces données regroupent la présence de 6650 espèces végétales réparties dans 21612 carreaux 25 km² d'une grille nationale métropolitaine. Pour chaque espèce, la date de première et de dernière observation dans un carreau donné, ainsi que le nombre d'observations entre ces deux dates, est disponible. Seules les données comprises entre 1990 et 2016 ont été traitées. La figure 1 illustre la richesse spécifique disponible dans chacun des 21612 carreaux à l'échelle de la France.

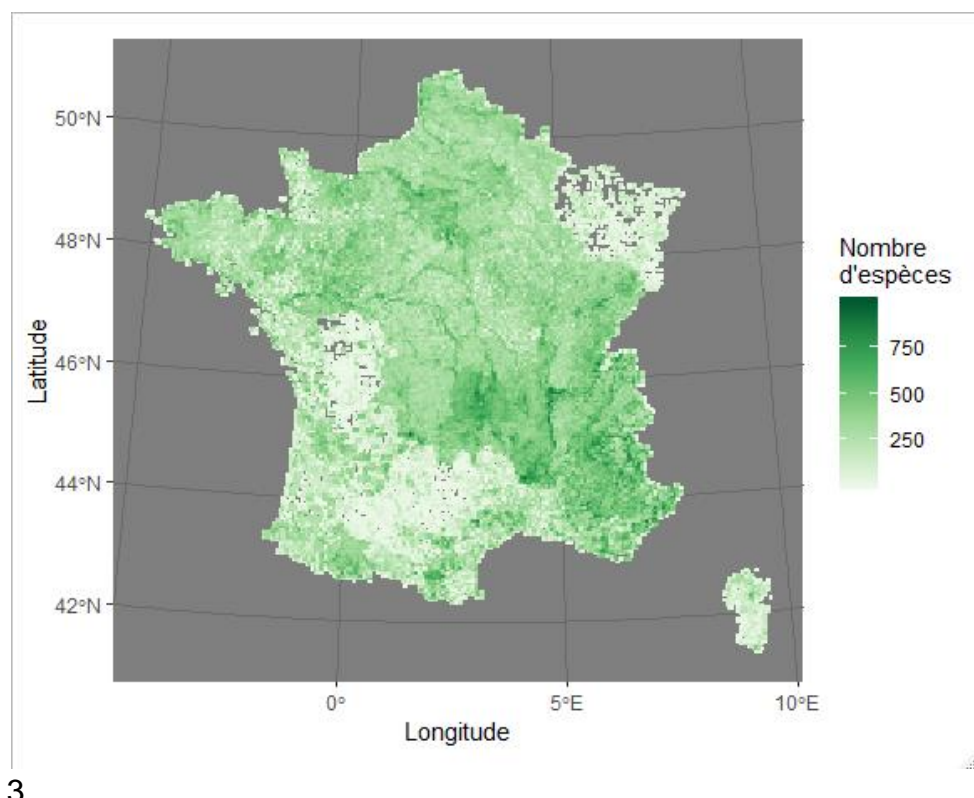


Figure 1 : Richesse spécifique par carreau de 25km².

L'ensemble du territoire apparaît ainsi bien couvert, à l'exception de quelques zones où la donnée semble manquante, comme par exemple en Alsace, Lorraine, certaines zones du Poitou, du sud-ouest et de la Corse. La répartition du nombre d'espèces dans les différents carreaux est visible dans la figure 2.

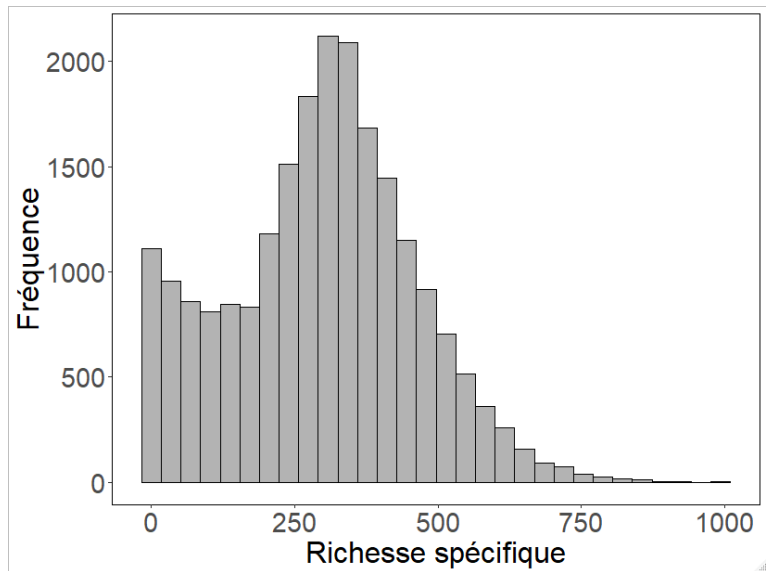


Figure 2 : Histogramme de la richesse spécifique par carreau de 25km².

La distribution de richesse spécifique laisse ainsi apparaître un nombre élevé de carreaux avec un faible nombre d'espèces. La distribution des occurrences des espèces, figure 3, suit quant à elle une distribution très asymétrique, ce qui est une observation classique en écologie. Ainsi, il y a peu d'espèces communes et beaucoup d'espèces rares.

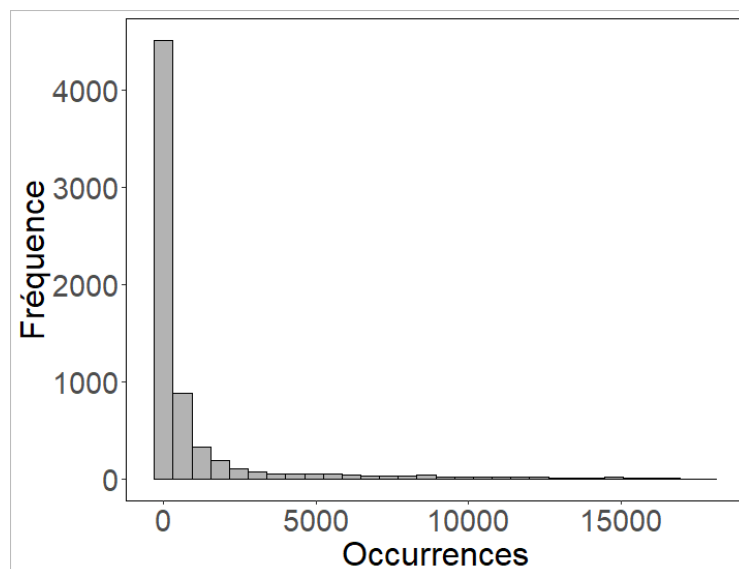


Figure 3 : Histogramme des occurrences de chaque d'espèces.

Le tableau 1 nomme les dix espèces les plus fréquentes à l'échelle de la France.

Espèces	Occurrences
<i>Plantago lanceolata</i>	17,855
<i>Dactylis glomerata</i>	17,352
<i>Crataegus monogyna</i>	16,961
<i>Urtica dioica</i>	16,727
<i>Trifolium pratense</i>	16,715
<i>Achillea millefolium</i>	16,677
<i>Hypericum perforatum</i>	16,608
<i>Trifolium repens</i>	16,503
<i>Daucus carota</i>	16,321
<i>Lotus corniculatus</i>	16,246

Tableau 1 : Dix espèces les plus fréquentes à l'échelle de la France dans la base SIFLORE.

3. MÉTHODOLOGIE

Afin d'identifier des zones floristiquement homogènes à l'échelle nationale, nous nous basons sur une méthode évaluant la similarité floristique entre les différents carreaux. Une matrice de similarité est ainsi construite à partir de la matrice carreau-espèces fournie. Cette matrice contient un score de similarité pour chaque combinaison de paires de cellules de la base de données, soit $(21612 \times 21611) / 2$ combinaisons.

La similarité β_{sim} est évaluée à l'aide de l'indice de Simpson (1943) dont la formule est la suivante:

$$\beta_{sim} = 1 - \min(b, c) / (a + \min(b, c))$$

Avec a le nombre d'espèces en commun dans une paire donnée de cellules, b le nombre d'espèces uniquement dans la première cellule de la paire et c le nombre d'espèces uniquement présentes dans la seconde cellule de la paire. β_{sim} est compris entre 0 et 1, la valeur maximale correspondant à une composition floristique identique entre deux carreaux et la valeur minimale à une absence totale d'espèces en commun.

À partir de cette table de similarité entre paires de cellules, on utilise ensuite une méthode issue de la théorie des graphes pour regrouper les différents carreaux ayant une composition floristique plus proche qu'attendue par hasard. L'approche utilisée correspond à une méthode

d'optimisation locale d'une statistique ordonnée (en anglais *Order Statistics Local Optimization Method* ou OSLOM) (Lancichinetti et al. 2011). Cette méthode itérative détecte des ensembles de paires significativement plus similaires que dans une situation dite nulle où le graphe de similarité entre carreaux est structuré de manière aléatoire. Cette méthode a déjà été employée pour caractériser les ensembles de végétation de la zone Méditerranéenne et a fait l'objet d'une publication dans la revue *Ecology and Evolution* (Lenormand et al. 2019).

La méthode OSLOM permet d'assigner à chacune des cellules du carroyage une zone écologiquement homogène, correspondant à une zone phytogéographique. Une fois ces zones établies, on peut alors identifier quelles espèces végétales contribuent le plus à une zone donnée à l'aide d'un score de contribution. Ce score évalue pour chaque espèce à quel point elle est présente dans des carreaux d'une zone phytogéographique donnée par rapport aux carreaux assignés aux autres zones. La formule suivante est utilisée pour calculer ce score de contribution :

$$\rho_{ij} = \frac{n_{ij} - \frac{n_i n_j}{n}}{\sqrt{\frac{n - n_j}{n - 1} \left(1 - \frac{n_j}{n}\right) \frac{n_i n_j}{n}}}$$

Avec n le nombre de cellules définies à l'échelle de la France, i l'espèce focale, j la zone phytogéographique d'intérêt, n_i le nombre d'occurrences de l'espèce i à l'échelle de la France, n_j le nombre de cellules assignées à la zone j et n_{ij} le nombre d'occurrences de l'espèces i dans la zone j .

Ce score permet ainsi de hiérarchiser pour chaque zone phytogéographique l'ensemble des espèces contributrices, les espèces les plus contributrices ayant un score ρ_{ij} élevé.

4. CARTOGRAPHIE OBTENUE

La méthode OSLOM a permis d'identifier vingt ensembles phytogéographiques à l'échelle de la France (figure 4).

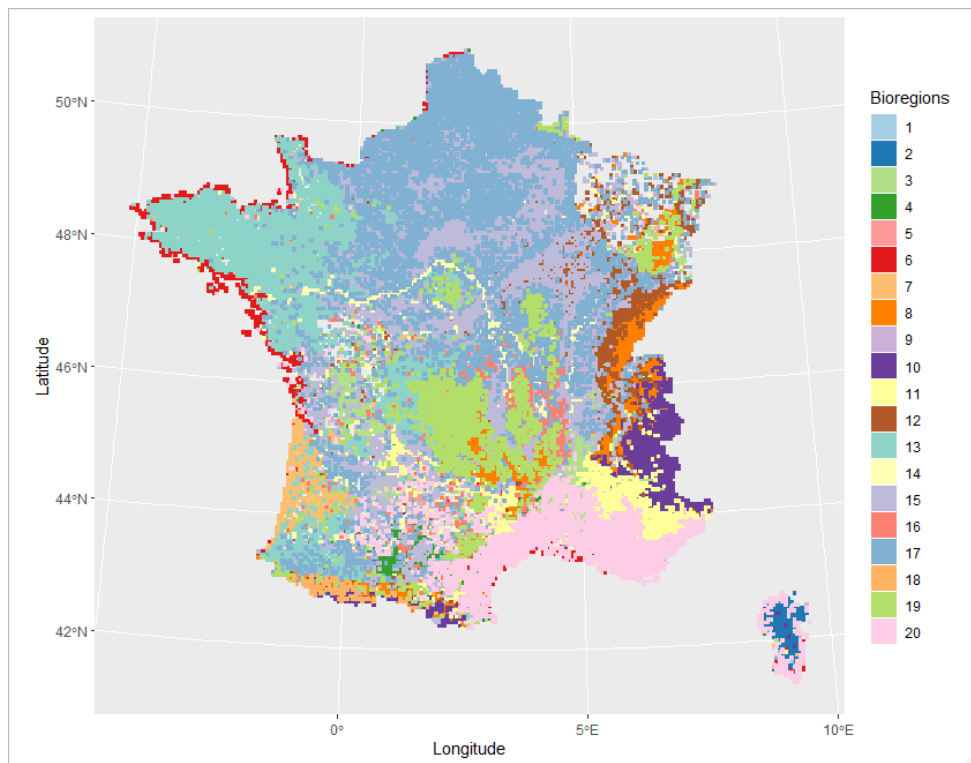


Figure 4 : Zones floristiquement homogènes identifiées. Chaque couleur correspond à une zone différente.

Ces ensembles apparaissent spatialement structurés et de taille variable. La plus grande zone contient plus de 5000 carreaux tandis que les deux plus petites contiennent respectivement 4 et 32 carreaux. La médiane vaut 591 carreaux. L'identité écologique de ces zones est identifiable via la liste des espèces contributrices. Par exemple, les dix espèces les plus contributrices de la zone alpine, i.e. la biorégion 10, sont les suivantes : *Silene acaulis*, *Soldanella alpina*, *Leucanthemopsis alpina*, *Potentilla grandiflora*, *Festuca violacea*, *Salix herbacea*, *Geum montanum*, *Cirsium spinosissimum*, *Bistorta vivipara* et *Sempervivum montanum*. Ces espèces sont des espèces typiquement montagnardes. Un premier examen visuel permet également d'identifier des zones telles que le massif armoricain, le bassin parisien et les couches sédimentaires du Jurassique qui le traversent, les Landes, la zone Méditerranéenne, des zones de hautes et basses montagnes, le liseré côtier ou encore la vallée de la Loire.

Une méthode parallèle à celle présentée précédemment et basée entre autres sur la géologie, le climat et le relief a été développée en 2002 afin d'identifier des zones homogènes au niveau national. Cette approche a permis d'identifier 114 hydro-écorégions (HER) de surface variable (Wasson *et al.* 2002). La cartographie de ces zones est visible dans la figure 5 et peut être mise en opposition avec la cartographie des zones phytogéographiques obtenues à partir des données botaniques.

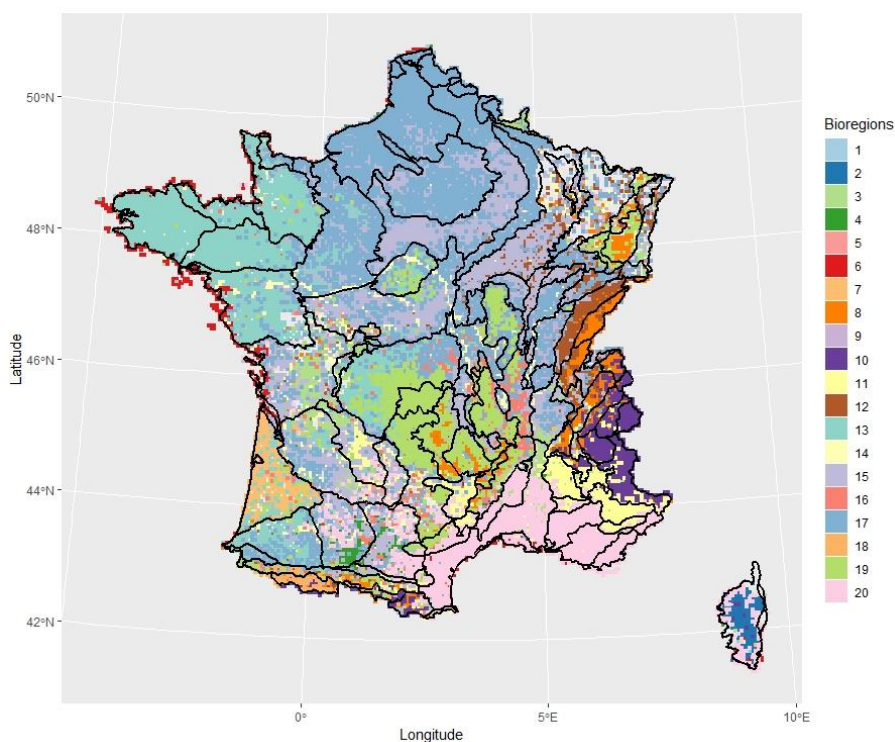


Figure 5 : Superposition des zones floristiquement homogènes identifiées ainsi que des hydro-écorégions. Les zones floristiques apparaissent en couleur tandis que les hydro-écorégions sont délimitées en noir.

Le recoupement de ces méthodes atteste d'un découpage différent du territoire. Ainsi, certaines hydro-écorégions peuvent abriter plusieurs zones phytogéographiques. Le nombre médian de zones phytogéographiques par hydro-écorégion est de 6 et atteint un maximum de 18 ensembles floristiques pour les hydro-écorégions correspondant aux coteaux molassiques du centre et de l'est de l'Aquitaine. De même, pour chacune des zones phytogéographiques identifiées correspondent plusieurs hydro-écorégions, le nombre médian étant de 47 hydro-écorégion par ensemble phytogéographique. Les deux zonations révèlent ainsi des zones de congruence mais apportent chacune une information complémentaire et une zonation propre du territoire.

5. INTERFACE SHINY

Une interface web a été réalisée afin de visualiser l'ensemble des résultats obtenus à partir des zonations en hydro-écorégions ou ensembles phytogéographiques. Cette interface est hébergée sur le serveur Shiny de l'UMR TETIS et est disponible à l'adresse suivante : **shiny.umr-tetis.fr/CarHab**. Elle contient différents onglets présentant les données traitées ainsi que les résultats obtenus avec la méthode OSLOM. Ci-après figurent une série d'impressions d'écran illustrant le contenu de l'interface.

La figure 7 illustre les vingt zones phytogéographiques identifiées par la méthode OSLOM. Dans ce premier onglet, les dix espèces les plus contributrices, ainsi que leur pourcentage de contribution, d'une région d'intérêt peuvent apparaître en cliquant dessus (figure 8).

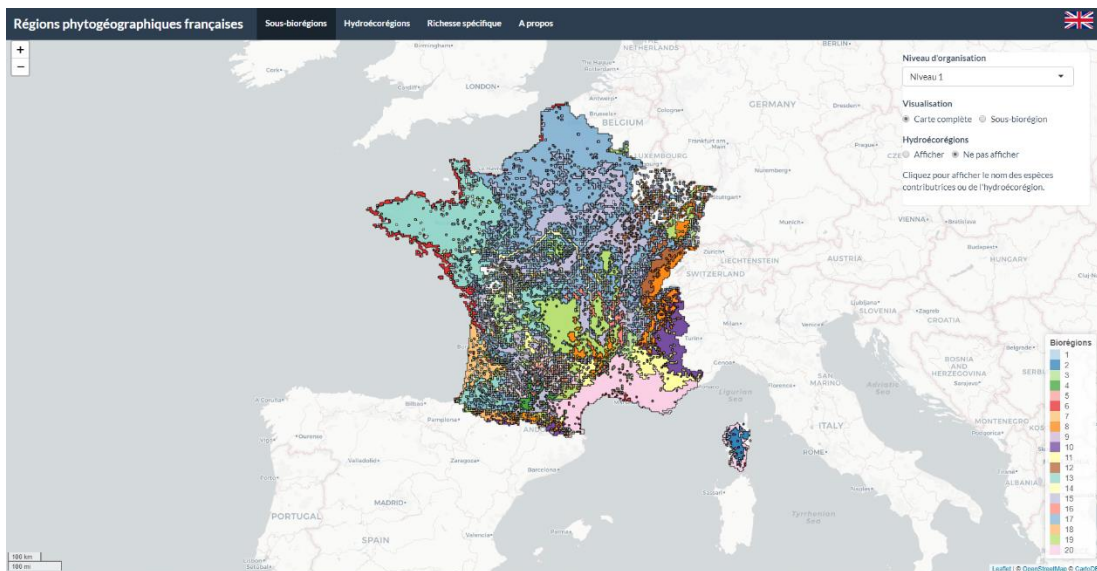


Figure 7 : Onglet avec les différentes régions phytogéographiques.

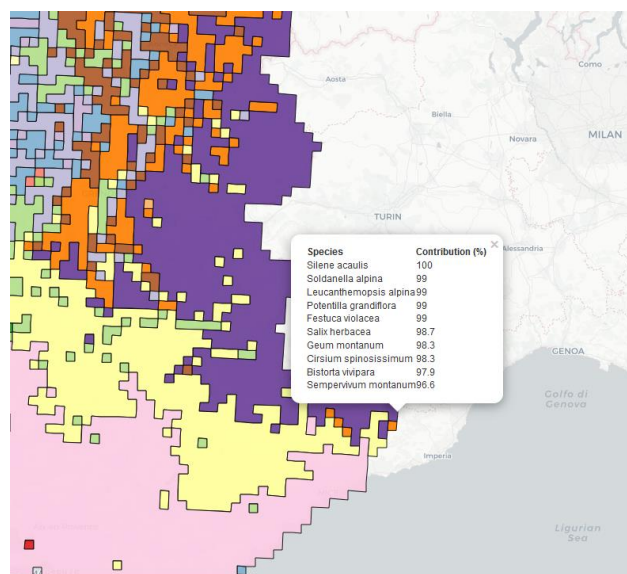


Figure 8 : Espèces contributrices d'une zone phytogéographique.

La possibilité de superposer les hydro-écorégions est également laissée. Ces dernières apparaissent alors en surbrillance lorsqu'on les survole (figure 9).

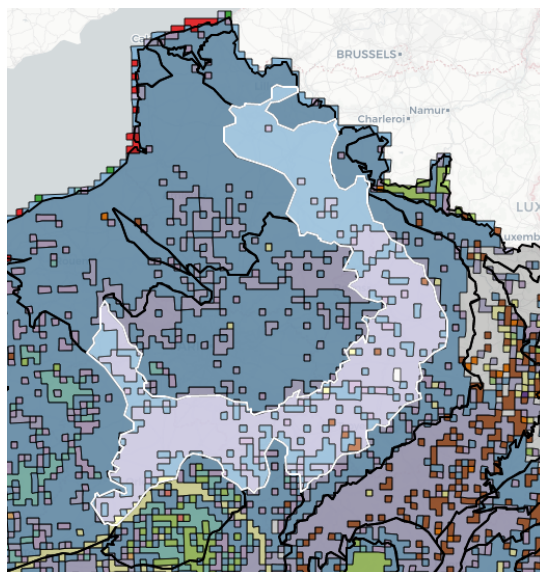


Figure 9 : Hydro-écorégion d'intérêt en surbrillance.

Un deuxième onglet présente plus en détail les hydro-écorégions (figure 10). Un menu déroulant permet de choisir une hydro-écorégion d'intérêt pour laquelle apparaissent ensuite sa position et les ensembles phytogéographiques qu'elle contient. La légende indique alors quel pourcentage de carreaux est associé à chaque ensemble phytogéographique contenu.

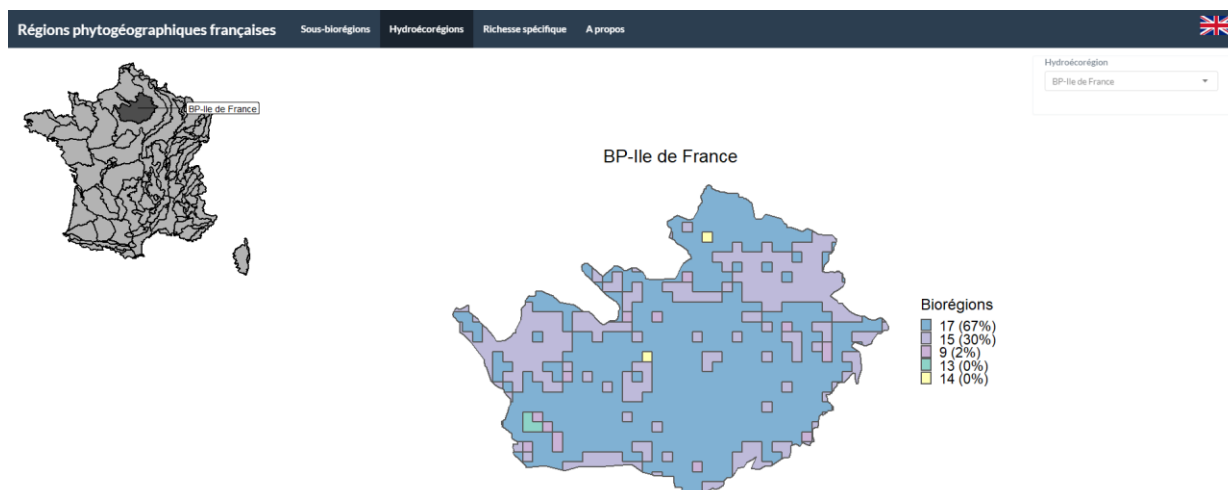


Figure 10 : Onglet hydro-écorégion.

6. LIMITES DE L'APPROCHE

La méthode OSLOM a déjà été utilisée en région méditerranéenne et a permis de délimiter plusieurs zones homogènes du point de vue de la flore qui les compose (Lenormand *et al.* 2019). Ces zones étaient fortement congruentes avec des limites définies par différents botanistes de haute renommée. À l'échelle nationale, cette zone correspond à la zone phytogéographique numéro 20. Ainsi, à partir de données similaires, les zonations obtenues peuvent différer selon les échelles d'étude. Nous proposons donc un deuxième niveau d'analyse visualisable dans l'interface web présentée précédemment. Ce deuxième niveau correspond à une analyse suivant la méthodologie OSLOM au sein des carreaux de chaque ensemble phytogéographique. Ce second niveau d'analyse a permis d'affiner les ensembles obtenus en première instance mais n'aboutit cependant pas à une zonation aussi fine que celle observée par Lenormand et al. (2019) en région Méditerranéenne.

La résolution des données, i.e. 25km², est également limitante dans la mesure où elle aboutit à une zonation à une échelle spatiale assez large. L'approche bénéficierait de données à résolutions plus fines et permettrait détailler davantage les ensembles identifiés.

Enfin, les approches de délimitation de zones homogènes du point de vue de la flore sont relativement diverses et vont faire l'objet d'une étude plus systématique.

7. RÉFÉRENCES

- Just A, Gourvil J, Millet J, Boulet V, Milon T, Mandon I, Dutrève B (2015) SIFlore, a dataset of geographical distribution of vascular plants covering five centuries of knowledge in France: Results of a collaborative project coordinated by the Federation of the National Botanical Conservatories. *PhytoKeys* 56: 47-60. <https://doi.org/10.3897/phytokeys.56.5723>
- Lancichinetti, A., Radicchi, F., Ramasco, J. J., & Fortunato, S. (2011). Finding statistically significant communities in networks. *PLoS ONE*, 6, e18961. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0018961>
- Lenormand, M, Papuga, G, Argagnon, O, et al (2019). Biogeographical network analysis of plant species distribution in the Mediterranean region. *Ecology and Evolution*. 2019; 9: 237– 250. <https://doi.org/10.1002/ece3.4718>**
- Simpson, G.G. Mammals and the nature of continents. *American Journal of Science*. 1943;, 241, 1–31.
- Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H. and Blanc, L. (2002). Les hydro-écorégions de France métropolitaine. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Ministère de l'Écologie et du Développement durable, Cemagref BEA/LHQ. 190 p.

8. CONFÉRENCES ASSOCIEES A CE TRAVAIL

- Argagnon O, Papuga G & Lenormand M (2019) Identification de bio-régions par l'analyse des réseaux dans le sud-est de la France La cartographie de la flore, un outil au service des politiques publiques de la biodiversité, 7-8 June 2019, Nantes, France.
- Lenormand M & Argagnon O (2018) Biogeographical network analysis of plant species distribution. NetSci 2018, 15 June 2018, Paris, France.

Irstea – Direction Générale
1, rue Pierre-Gilles de Gennes
CS 10030
92761 Antony Cedex
tél. +33 (0)140966121
fax +33 (0)140966225
www.irstea.fr