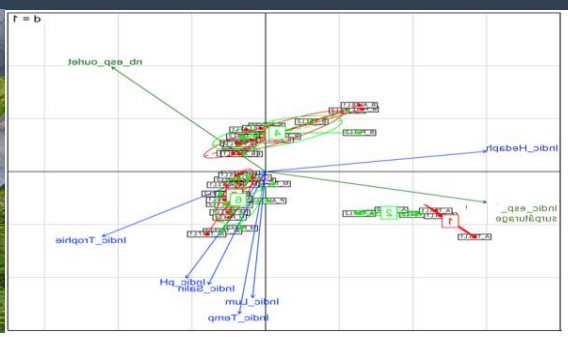
SURVEILLANCE 2022

CONSERVATOIRE BOTANIQUE NATIONAL SUD-ATLANTIQUE

EVALUATION ET SUIVI DE L'ETAT DE CONSERVATION DE L'HABITAT D'INTERET COMMUNAUTAIRE 1410-3 « PRAIRIES SUBHALOPHILES THERMOATLANTIQUES » EN NOUVELLE-AQUITIANE

Relecture des placettes de 2016, analyse diachronique et extension du réseau à la Charente maritime



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
NOUVELLE-AQUITAINE

NATURA 2000

EVALUATION ET SUIVI DE L'ETAT DE CONSERVATION DES PRAIRIES SUBHALOPHILES THERMOATLANTIQUES EN NOUVELLE-AQUITAINE

REDACTION
Emeline BARRÈS

INVENTAIRE DE TERRAIN CBNSA
Emeline BARRÈS, Thomas BEUDIN, Emilie BERNARD, Anthony LE FOULER

ANALYSE STATISTIQUES
Emeline BARRÈS, Kévin ROMEYER, Rémi DAVID

COORDINATION ET VALIDATION SCIENTIFIQUE
Anthony LE FOULER

DIRECTION SCIENTIFIQUE
Grégory CAZE

SAISIE DES DONNEES
Maria PEDEMAY

Remerciements
Nos remerciements s'adressent en premier lieu à La DREAL Nouvelle-Aquitaine, en particulier Luc Albert et Alain Verot pour avoir soutenu et suivi la mise en œuvre de cette étude. Nos remerciements s'adressent également à l'ensemble des partenaires qui ont contribué à cette étude. Nous remercions particulièrement les animateurs Natura 2000 Alexis Bataille (Syndicat Mixte du Pays Médoc), Maureen Baudier (Communauté de Communes Bassin de Marennes), Léa Goutaudier, Béatrice Ducout, Frédéric Cazaban, Alicia Beylac (CPIE Seignanx-Adour), Marion Jansana (LPO), Julie Laudoyer (Communauté de communes de Montesquieu), François Léger (Agence MTDA), Margaux Nicou (Communauté d'Agglomération Rochefort Océan), Clément Pigon (Communauté de Communes de l'estuaire), Léna Rabin (Communauté d'Agglomération de Rochefort Océan), Leila Renon (Communauté d'agglomération Royan Atlantique), Yves Suffran (Bordeaux Métropole). Nous remercions aussi l'ensemble des propriétaires ayant accepté le passage des agents sur leurs terrains pour la relecture des placettes installées en 2016. Merci également à Guillaume Malfait, de la Direction Départementale des Territoires et de la Mer de Charente-Maritime pour ses conseils.

Référencement bibliographique
BARRES E., BEDIN T., BERNARD E., ROMYER K., DAVID R. & LE FOULER A., 2022 – Evaluation et suivi de l'état de conservation de l'habitat d'intérêt communautaire 1410-3 « Prairies subhalophiles thermoatlantiques » en Nouvelle-Aquitaine – Relecture des placettes de 2016, analyse diachronique et extension du réseau à la Charente Maritime – Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique : 67 pages+ annexes.

Crédits photos
Couverture : CBNSA-A.LE FOULER. Sauf mention contraire, les photographies utilisées sont de Emeline Barrès (CBNSA).

PARTENAIRES FINANCIERS
Ce travail a été financé par la DREAL Nouvelle-Aquitaine dans le cadre de la politique Natura 2000.

Partenaires financiers du syndicat mixte CBNSA

SOMMAIRE

I INTRODUCTION 4

II CONTEXTE DE L'ETUDE 5

2.1 Contexte réglementaire 5
2.1.1 Directive Habitat et surveillance des Habitats d'Intérêt Communautaire : un enjeu européen 5
2.2.2 L'approche biogéographique de la DHFF 6
2.2 État de conservation : définition et évaluation 7
2.2.1 État de conservation et état de référence 7
2.2.2 Évaluation et suivi de l'état de conservation 9
2.3 Suivi des HIC en Nouvelle-Aquitaine 14
2.3.1 Suivis des HIC par le CBNSA 14
2.3.2 Les suivis des habitats prairiaux 16

III OBJECTIFS ET CADRE DE L'ETUDE 18

3.1 Objectifs et problématique de l'étude 18
3.2 Les HIC prairiaux en Nouvelle-Aquitaine 18

IV MATERIEL ET METHODES 24

4.1 Choix des indicateurs 24
4.2 Plan d'échantillonnage 25
4.3 Protocole de suivi 31
4.3.1 Calibration du mode de collecte de la donnée 31
4.3.2 Protocole de suivi et phase de terrain 35
4.3.3 Étude statistique diachronique des données de suivi 37

V RESULTATS 39

5.1 Résultats de la calibration 39
5.1.1 Description des parcelles de calibration 39
5.1.2 Réalisation d'une courbe d'optimisation de l'effort d'échantillonnage 40
5.2 Exploitation des données de suivi des prairies 43
5.2.1 Phase de terrain et données obtenues 43
5.2.2 Étude diachronique 2016-2022 47
5.2.3 Comparaison des résultats obtenus aux végétations contacts du 1410-3 55

V DISCUSSION 57

5.1 Perspectives sur la calibration 57
5.2 Les limites du suivi 59

VI CONCLUSION 64

VII BIBLIOGRAPHIE 65

VIII ANNEXES 68

I Introduction

Dans le cadre de la Directive Habitat Faune Flore[1], la France, comme les autres États membres de l'Union Européenne, s'est engagée à maintenir ou à rétablir dans un état de conservation favorable les espèces et les habitats d'intérêt communautaire présents sur son territoire. La liste des espèces et habitats concernés est disponible dans l'Annexe 1 de la Directive Habitat. La Directive impose également aux États membres de réaliser un rapportage tous les 6 ans à la Commission Européenne de l'état de conservation des habitats et des espèces concernés par la Directive. Ce rapportage, effectué en France par les Conservatoires Botaniques Nationaux (CBN), a longtemps été basé à dire d'experts.

En Nouvelle-Aquitaine, le Conservatoire Botanique National Sud Atlantique (CBN SA) est responsable de l'évaluation et du rapportage pour les habitats d'intérêt communautaires (HIC) sur son territoire d'agrément. Pour permettre une évaluation plus objective, le CBN SA a mis en place dès 2011, avec l'appui de la DREAL, un réseau pérenne de surveillance sur les HIC, revisité tous les six ans. Compte tenu du grand nombre d'HIC sur le territoire d'agrément du CBNSA, le déploiement de ce réseau a été planifié sur plusieurs années, selon un schéma pluriannuel[2]. Suite à la fusion des régions Aquitaine, Poitou-Charentes et Limousin, le réseau est désormais déployé à l'échelle de la Nouvelle-Aquitaine, en collaboration avec les CBN Massif Central (CBN MC) et Pyrénées Midi-Pyrénées (CBN PMP).

De plus, une récente initiative nationale portée par l'UMS PatriNat du Museum National d'Histoire Naturelle (MNHN) vise à mettre en place un programme national de surveillance des HIC. Elle est complétée par le projet PréSur issu d'un Appel à Manifestations d'Intérêt « Amélioration de la surveillance terrestre des espèces et habitats à enjeux de conservation », qui est porté par le CBN Méditerranéen de Porquerolles et associe un consortium composé des autres CBNs et de l'INRAE. Il a pour objectif la préfiguration d'un réseau de surveillance de l'état de conservation des habitats agro-pastoraux de France métropolitaine. Il est donc fondamental d'intégrer à la démarche régionale ces deux initiatives et, réciproquement, que ces programmes nationaux puissent être alimentés par la démarche entreprise en Nouvelle-Aquitaine.

Le premier cycle de surveillance en Nouvelle-Aquitaine s'est terminé en 2016, avec pour les HIC prairiaux l'installation de placettes sur les prairies du HIC 1410-3, prairies subhalophiles thermo-atlantiques.

En 2022, les objectifs de l'étude sont :

- **Améliorer le protocole utilisé en 2016 et notamment le rendre compatible aux autres HIC agro-pastoraux ;**
- **Relire les placettes implantées en 2016 en ex-Aquitaine ;**
- **Etendre le réseau de surveillance à l'échelle de la Nouvelle-Aquitaine (et notamment en Charente-Maritime) ;**
- **Analyser l'évolution de l'état de conservation entre 2016 et 2022 en ex-Aquitaine.**

[1] Directive 92/43/CEE du Conseil, du 21 mai 1002, concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages (JOUE L206 du 22/07/11992, p7-50)

[2] LE FOULER, A., CAZE, G. 2012. *Schéma pluriannuel de suivi de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaires d'Aquitaine*. Audenge : Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique ; Bordeaux : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement, Nouvelle-Aquitaine, 12p + annexes.

II Contexte de l'étude

2.1 Contexte réglementaire

2.1.1 Directive Habitat et surveillance des Habitats d'Intérêt Communautaire : un enjeu européen

La Directive 92/43/CEE du Conseil, du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages, souvent appelée « Directive Habitats Faune Flore » (DHFF) ou « Directive Habitats » (DH), impose aux États membres le maintien dans un bon état de conservation des espèces et habitats remarquables inscrits à l'Annexe I de la Directive. En cas de dégradation ou de mauvais état de conservation, les États membres sont tenus d'agir pour améliorer cet état de conservation, par des mesures réglementaires ou de gestion.
Depuis 1992, chaque État membre a établi la liste des habitats et espèces présents sur son propre territoire et doit maintenant assurer le suivi de leur état de conservation.

La DHFF définit la notion d'habitat naturel comme des « *zones terrestres ou aquatiques se distinguant par leurs caractéristiques géographiques, abiotiques et biotiques, qu'elles soient entièrement naturelles ou semi-naturelles* ». Un habitat naturel devient Habitat d'Intérêt Communautaire lorsqu'il est « *en danger de disparition dans leur aire de répartition naturelle* », ou avec « *une aire de répartition naturelle réduite par suite de leur régression ou en raison de leur aire intrinsèquement restreinte* », ou encore car l'habitat constitue « *des exemples remarquables de caractéristiques propres à l'une ou à plusieurs des cinq régions biogéographiques* ».

La DHFF est également à l'origine de la mise en place d'un réseau de sites cohérent à l'échelle européenne, appelés sites Natura 2000, qui vont abriter des HIC, ou l'habitat d'Espèces d'Intérêt Communautaire. La liste de ces sites a été établie par chaque État membre et fournie à la Commission européenne. La mise en place de ce réseau a pour objectif de maintenir sur leur aire de répartition les HIC et des espèces concernées par la DHFF.

En France, plus de 7 millions d'hectares terrestres sont couverts par des sites Natura 2000, soit presque 13% du territoire, dont 880 000 hectares en Nouvelle-Aquitaine.[3] Ces sites abritent 132 HIC sur les 232 HIC reconnus à l'échelle européenne et 308 espèces animales et végétales.[4]

[3] MNHN & OFB [Éd]. 2003-2022. *Inventaire national du patrimoine naturel (INPN).* Consulté le 24/06/2022, disponible sur http://inpn.mnhn.fr
[4] BENSETTITI F., PUISSANCE, R., LEPAREUR, F., TOUROULT, J. & MACIEJEWSKI, L., 2012. *Évaluation de l'état de conservation des habitats et des espèces d'intérêt communautaire – Guide méthodologique – DHFF article 17, 2077 – 2012. Version 1 – Février 2012.* Rapport SPN 2012-27, Service du patrimoine naturel, MNHN, Paris, 76p + annexes.

2.2.2 L'approche biogéographique de la DHFF

La notion d'HIC telle que définie dans la DHFF prend en compte la notion de région biogéographique.

La France est concernée par quatre régions biogéographiques terrestres sur les neuf définies par l'Agence Européenne pour l'Environnement et utilisées dans la DHFF. Ces régions biogéographiques sont visibles dans la Figure 1. Chaque région biogéographique représente un espace géographique caractérisé par une certaine homogénéité, qui se traduit par des végétations et des espèces particulières, ainsi que des conditions climatiques et géomorphologiques spécifiques dont la répartition permet la délimitation des différentes régions.[5,6]
L'état de conservation de chaque HIC doit être évalué dans chacune des régions biogéographiques dans lesquelles il est présent.

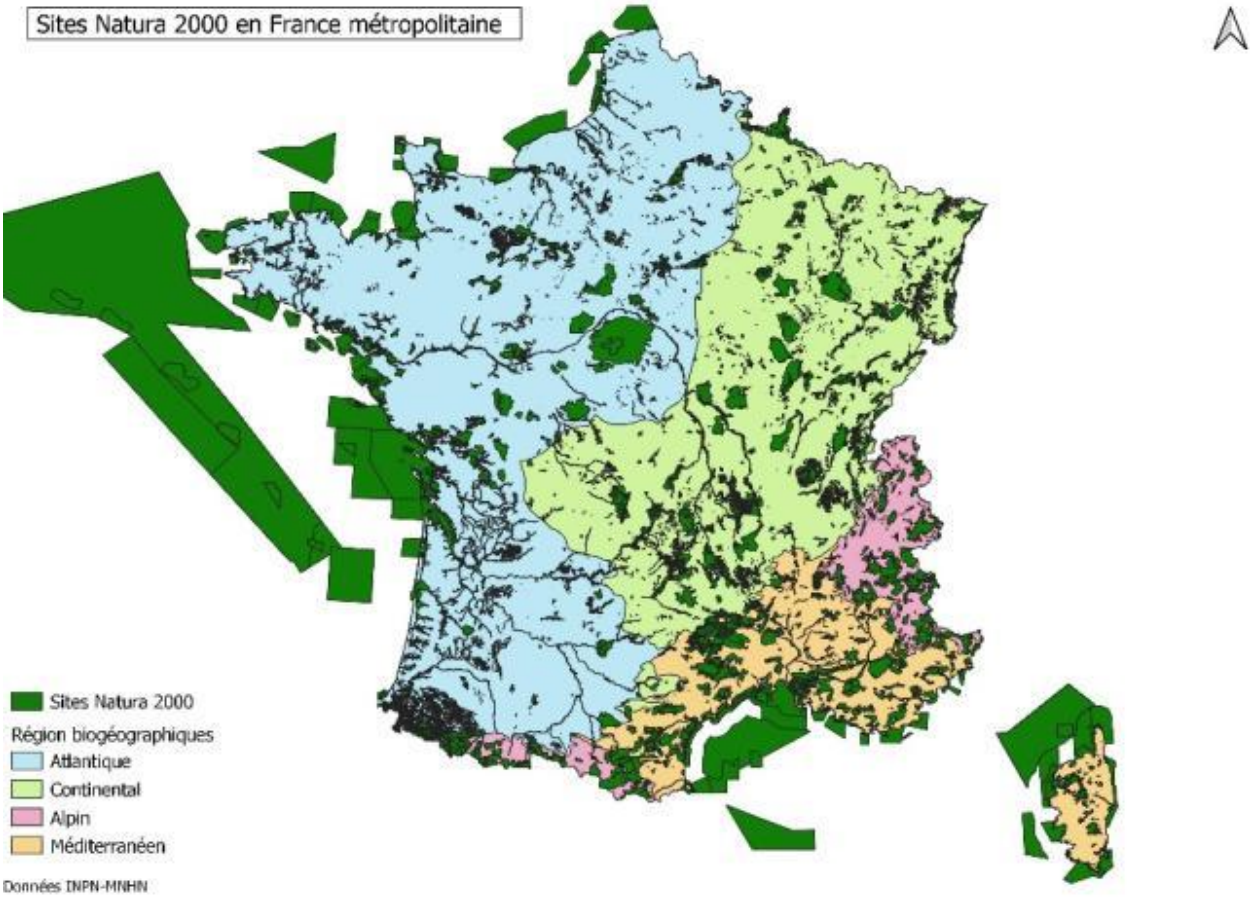


Figure 1. Sites Natura 2000 et régions biogéographiques terrestres en France métropolitaine. (données : INPN-MNHN)

[5] ROEKAERTS, M., 2002. *The biogeographical regions map of Europe – Basic principles of its creation and overview of its development*. European Environment Agency, 17p.
[6] BENSETTITI, F., COMBROUX, I., DASZKIEWICZ, P., 2006. *Évaluation de l'État de conservation des Habitats et Espèces d'intérêt communautaire – 2006-2007. Document 2 – Guide méthodologique. Version 4.* Service du Patrimoine Naturel, MNHN, Paris, 58p + annexes

2.2 État de conservation : définition et évaluation

2.2.1 État de conservation et état de référence

La notion d'état de conservation est une notion clé dans la politique de protection européenne telle que construite par la DHFF.

L'état de conservation d'un habitat naturel peut être défini comme « *l'effet de l'ensemble des influences agissant sur un habitat naturel ainsi que sur les espèces typiques qu'il abrite, qui peuvent affecter à long terme sa répartition naturelle, sa structure et ses fonctions ainsi que la survie à long terme de ses espèces typiques.* » (Art. 1, DHFF)

Trois classes d'état de conservation sont définies par la DHFF et sont reprises par la suite dans l'évaluation et le rapportage de l'état de conservation (cf. *infra*.) :

- État de conservation favorable (**FV**)
- État de conservation défavorable inadéquat (**U1**)
- État de conservation défavorable mauvais (**U2**)

C'est la notion des « feux tricolores » de la DHFF. Lorsque les données sont insuffisantes pour l'évaluation de l'état de conservation, l'état de conservation est alors noté « inconnue » (pas de couleur).

L'objectif de la DHFF est que les habitats et les espèces d'intérêt communautaire atteignent ou conservent le statut d'état de conservation favorable, soit une aire de répartition naturelle stable ou en expansion et des perspectives futures favorables en ce qui concerne la dynamique de population ou les structures et fonctions nécessaires au fonctionnement des habitats.[7,8].

Pour pouvoir tirer une conclusion sur l'état de conservation d'un habitat, il faut pouvoir comparer cet état de conservation observé à un état dit de référence. Mais la définition de cet état de référence va souvent poser des difficultés aux évaluateurs. [9]

En fonction du type d'habitat, cet état de référence peut correspondre à un état « originel », non perturbé par les activités humaines (soit presque un état théorique), mais il peut aussi être défini comme le meilleur état atteignable, en prenant en compte l'impact des activités humaines, qui pour certains habitats sont mêmes essentielles à son maintien (habitats agro-pastoraux). Afin d'homogénéiser ses travaux qui concernent de nombreux habitats, le MNHN définit l'état de référence comme l'« *état optimal souhaité* », soit l'état visé au très long terme. C'est l'état correspondant soit à un équilibre avec les activités humaines (habitats agro-pastoraux) ou un état naturel ou semi-naturel peu ou pas perturbé pour les autres habitats. En introduisant la notion « *souhaitée* » dans sa définition, le MNHN inclut ici la notion de choix dans les objectifs de conservation. L'état de référence devient alors fixé en fonction des objectifs au long terme pour l'habitat, ainsi que de la cible opérationnelle du gestionnaire et peut être adapté.[10]

---

[7] Directive 92/43/CEE du Conseil, du 21 mai 1002, concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages (JOUE L206 du 22/07/11992, p7-50)

[8] BENSETTITI F., PUISSANCE, R., LEPAREUR, F., TOUROULT, J. & MACIEJEWSKI, L., 2012. *Évaluation de l'état de conservation des habitats et des espèces d'intérêt communautaire – Guide méthodologique – DHFF article 17, 2077 – 2012. Version 1 – Février 2012.* Rapport SPN 2012-27, Service du patrimoine naturel, MNHN, Paris, 76p + annexes.

[9] DELBOSC, P. et al. *Assessing the conservation status of coastal habitats under Article 17 of the EU Habitats Directive.* Biol. Conserv. 254 (2021) 108935.

[10] MACIEJEWSKI, L., 2016. *État de conservation des habitats forestiers d'intérêt communautaire, Évaluation à l'échelle du site Natura 2000, Version 2. Tome 1 : définitions, concepts et éléments d'écologie*. Mars 2016. Rapport SPN 2016-75, Service du patrimoine naturel, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. 82p.

L'état de conservation d'un habitat, comme tout état biologique, peut s'inscrire sur un gradient, allant du mauvais état de conservation au bon état de conservation comme illustré sur la Figure 2. C'est sur ce gradient qu'est placé l'état de référence.

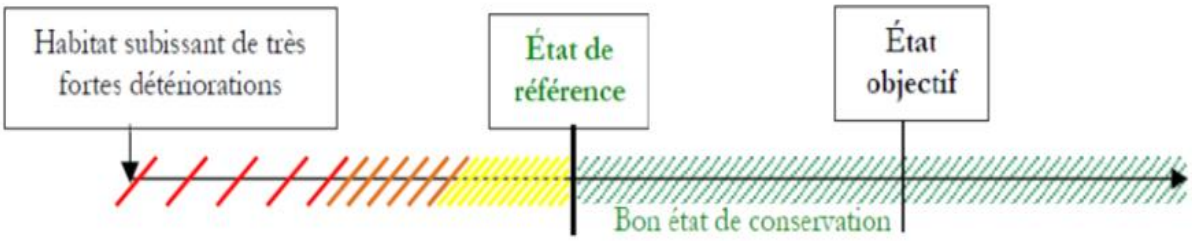


Figure 2. Gradient de l'état de conservation, tiré de MACIEJEWSKI, 2012.

Toutefois, il est souvent nécessaire de déterminer des valeurs de références pour savoir dans quelle classe d'état de conservation se trouve l'habitat observé. Une valeur de référence se définit comme « *une valeur seuil au-delà de laquelle l'habitat ou l'espèce est considéré comme en état de conservation favorable au regard du paramètre considéré* ».[11] Les discussions autour de ces valeurs-seuils sont tout aussi difficiles que celles autour de la définition d'état de référence. Elles peuvent en effet se baser sur une valeur historique (qui ne correspond pas à la situation actuelle et peut elle-même correspondre à une période où l'habitat était déjà dégradé), une valeur potentielle ou idéale (mais qui peut davantage correspondre à une valeur maximale ou idéalisée qu'à l'état de référence), des modélisations, ou encore en étudiant leur variabilité spatiale et temporelle vis-à-vis d'un certain nombre de paramètres et dont les bornes pourront servir pour définir les valeurs de référence.[12]

Néanmoins, cet état de référence ainsi que les valeurs de références associées reste très difficile à appréhender et à fixer à l'échelle de l'habitat tout entier, ou même à l'échelle d'une région biogéographique. Il est donc plutôt déterminé à l'échelle d'un site, ou de quelques sites.

De plus, par manque de données, ces valeurs de références sont souvent déterminées à dire d'experts, ce qui peut poser des problèmes de répétabilité et d'objectivité.

État de référence et valeurs de références sont donc des notions essentielles pour permettre l'évaluation et le suivi de l'état de conservation d'un habitat.

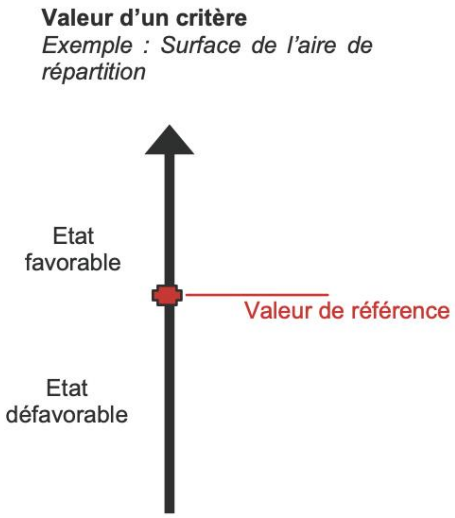


Figure 3. Représentation schématique d'une valeur de référence, tiré de BENSETTITI, 2006.

[11] BENSETTITI, F., COMBROUX, I., DASZKIEWICZ, P., 2006. *Évaluation de l'État de conservation des Habitats et Espèces d'intérêt communautaire – 2006-2007. Document 2 – Guide méthodologique. Version 4.* Service du Patrimoine Naturel, MNHN, Paris, 58p + annexes

[12] STODDARD et al., 2006. *Setting expectations for the ecological condition of streams: the concept of reference condition.* Ecol. Appl. 16(4) pp.1267-1276.

2.2.2 Évaluation et suivi de l'état de conservation

Évaluation de l'état de conservation à l'échelle nationale et européenne

L'Union Européenne (UE) impose un rapportage tous les six ans de l'état de conservation des espèces et des habitats concernés par la DHFF (Article 17). Chaque État membre réalise un rapportage national, qui est ensuite transmis à la Commission Européenne.
Lors de ce rapportage pour les HIC, quatre paramètres, qui entrent dans la définition de l'état de conservation, doivent être évalués :

- Aire de répartition : limites spatiales sur lesquelles est présent l'habitat ;
- Surface occupée ;
- Structure et fonctions : structure et fonctions qui sont nécessaires au maintien de l'habitat sur le long terme ainsi qu'un statut de conservation favorable pour ses espèces typiques ;
- Perspectives futures.

L'état favorable (indicateur vert), défavorable insuffisant (indicateur orange), défavorable mauvais (indicateur rouge) ou inconnu est attribué à chaque paramètre pour l'HIC évalué. La combinaison des résultats de ces paramètres permet de déterminer le statut de l'état de conservation de l'HIC. Le détail de la matrice d'évaluation est disponible en ANNEXE 1.

L'étude de chacun de ces quatre paramètres nécessite des méthodes adaptées et différentes approches et méthodes ont été développées pour étudier ces paramètres.

En France, ce sont les Conservatoires Botaniques Nationaux qui sont chargés d'évaluer l'état de conservation des HIC, sous la coordination du Museum National d'Histoire Naturelle.

Mais la connaissance de l'état de conservation des habitats ne se limite pas au rapportage imposé par l'article 17 de la DHFF. Elle est également inscrite au Document d'Objectifs établi pour chaque site Natura 2000, conformément aux objectifs de la DHFF tels que retranscris dans la loi française.[13] Les animateurs des sites Natura 2000 doivent donc assurer la surveillance et l'évaluation de l'état de conservation des habitats et espèces d'Intérêt Communautaires présents sur les sites.

Évaluation de l'état de conservation à l'échelle des sites Natura 2000

Pour répondre aux objectifs de la DHFF, les gestionnaires doivent être capables de connaitre l'état de conservation des sites Natura 2000.
Afin de faire la différence avec l'évaluation de l'état de conservation à l'échelle de la région biogéographique, le terme « statut de conservation » est remplacé par « degré de conservation » dans les Formulaires Standards de Données, et le statut de chaque HIC ou EIC est décrit selon les classes « excellent », « bon » ou « moyen ».[14]

L'évaluation (ou « *assessment* ») de l'état de conservation doit permettre d'apporter une réponse à une question spécifique et d'apporter un jugement d'ensemble, à l'échelle d'un site ou d'une parcelle.

[13] Articles L.414-1 à L.414-3 et R.414-11 du Code de l'Environnement.
[14] BENSETTITI F., PUISSANCE, R., LEPAREUR, F., TOUROULT, J., MACIEJEWSKI, L., 2012. *Évaluation de l'état de conservation des habitats et des espèces d'intérêt communautaire – Guide méthodologique – DHFF article 17, 2077 – 2012. Version 1 – Février 2012.* Rapport SPN 2012-27, Service du patrimoine naturel, MNHN, Paris, 76p + annexes.

Le MNHN a développé un guide méthodologique pour l'évaluation des HIC[15] et des espèces d'Intérêt Communautaire à l'échelle des sites Natura 2000, ainsi que plusieurs grilles d'évaluations de l'état de conservation pour divers HIC, comme les habitats agro-pastoraux, les habitats forestiers, etc.[16,17].

Ces outils permettent d'évaluer l'état de conservation d'un HIC sur un site et à un instant t.

Il est intéressant de disposer ainsi d'une base méthodologique solide et homogène, permettant d'évaluer selon des principes méthodologiques communs de nombreux habitats.

Cependant, ces méthodes ne sont pas toujours adaptées aux besoins des évaluateurs. Tout d'abord, la portée nationale de ces grilles d'évaluations rend leur application régionale peu pertinente. Les listes floristiques et les critères n'étant pas régionalisés, des particularités locales dans la végétation peuvent impacter les évaluations, ou au contraire ne pas être prises en compte quand elles le devraient.

Et surtout, si cette méthodologie permet d'évaluer l'état de conservation d'un site à un instant t, elle ne répond pas à toutes les exigences du rapportage exigé par la Commission Européenne.[18]

En particulier, le paramètre « structure et fonctions » est difficile à évaluer par une analyse à un instant T. Certains paramètres des grilles d'évaluation visent à l'appréhender (par exemple, paramètre « composition floristique » avec présence du cortège d'espèces de fauches ou d'espèces eutrophiles dans la grille d'évaluation des habitats agro-pastoraux du MNHN[19], ou dans les grilles d'évaluation de l'HIC 1410-3 du CBN SA[20]). Néanmoins, son évaluation fine nécessite une analyse de l'évolution de la végétation, réalisée avec un suivi sur le long terme.

[15] BENSETITTI F. et al. 2012. Cf. note de bas de page 15.
[16] MACIEJEWSKI, L. 2012. *État de conservation des habitats agropastoraux d'intérêt communautaire – Méthode d'évaluation à l'échelle du site Natura 2000*. Rapport d'étude, V1. Service du Patrimoine Naturel, MNHN. 120p
[17] MACIEJEWSKI, L., 2016. *État de conservation des habitats forestiers d'intérêt communautaire, Évaluation à l'échelle du site Natura 2000, Version 2. Tome 1 : définitions, concepts et éléments d'écologie*. Mars 2016. Rapport SPN 2016-75, Service du patrimoine naturel, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. 82p.
[18] CLERO, C., ROMEYER, K., LE FOULER, A., 2020 (non publié). *Suivi et évaluation de l'état de conservation des habitats communautaires des pelouses calcaires – Méthodologie, grille d'évaluation et analyse diachronique 2013-2019*. Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique, 74p + annexes.
[19] MACIEJEWSKI, L. 2012. *État de conservation des habitats agropastoraux d'intérêt communautaire – Méthode d'évaluation à l'échelle du site Natura 2000*. Rapport d'étude, V1. Service du Patrimoine Naturel, MNHN. 120p
[20] BEUDIN, T., LAFON, P., LE FOULER, A., 2016. *Évaluation et suivi de l'état de conservation des prairies alluviales d'Aquitaine*. Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique. 23p + annexes.

ENCADRÉ 1. RAPPORTAGE A LA COMMISSION EUROPEENNE SUR LA PÉRIODE 2013-2018 [21]

Le dernier rapportage couvre la période 2013-2018. Près de 818 rapports d'état de conservation à l'échelle de l'Union Européenne ont été analysés.[22]

Les prairies, qui représentent 15% des HIC en Union Européenne, font parties des habitats jugés les plus dégradés, avec 49% en statut de conservation mauvais et plus de 30% en état de conservation insuffisant.

De plus, la région biogéographique Atlantique, dont la partie française couvre environ un tiers, correspond à la région avec la plus faible proportion d'habitats en bon état de conservation (soit 4 %) et le plus fort taux d'habitats en mauvais état de conservation (plus de 50%), tout particulièrement au niveau des *prairies*, des forêts et des habitats côtiers.

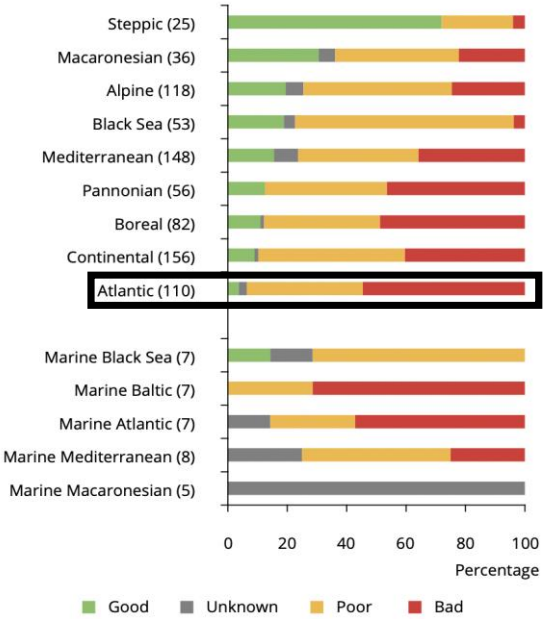


Figure 4.Etats de conservation des HIC pour chaque région biogéographique sur la période 2013-2018 (tiré de EEA, 2020)

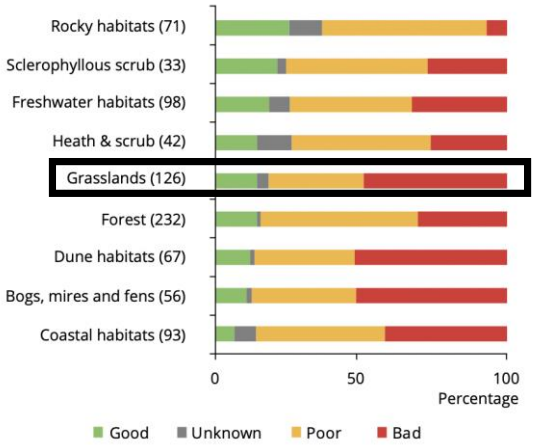


Figure 5. Etats de conservation des HIC sur la période 2013-2018 (tiré de EEA, 2020)

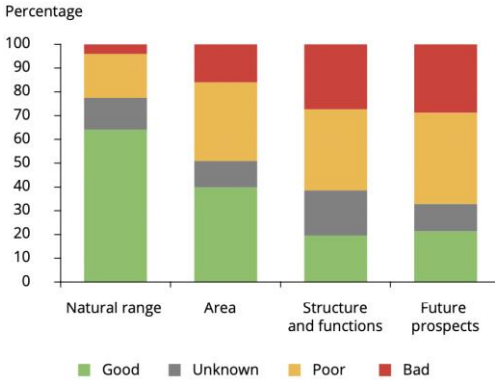


Figure 6. Etats de conservation pour chaque paramètre de l'Article 17 de la DHFF pour les HIC sur la période 2013-2018 (tiré de EEA, 2020)

<u>*Remarque*</u> : Les données issues des rapportages du Royaume-Uni sont incluses dans le rapport et les analyses. En conséquence, l'évolution entre les rapportages 2013-2018 et 2019-2025 sera à analyser avec précaution pour tous les HIC présents au Royaume-Uni. Néanmoins, dans le cadre des HIC prairiaux d'intérêt dans cette étude, l'HIC 1410 n'est pas présent au Royaume-Uni.[23] et le 6510 est rare (moins de 1500 ha).[24] Le départ du Royaume-Uni de l'Union Européenne n'influencera donc pas les rapportages de l'état de conservation de ces deux habitats

[21] European Environment Agency, 2020. *State of nature in the EU – Results from reporting under the nature directives 2013-2018*. EEA Report, No10/2020, 142p.

[22] Un rapport correspond au rapportage par un État membre du statut d'un habitat, dans une région biogéographique. 828 rapports ont été soumis à la Commission dont 818 ont été inclus dans les analyses.

[23] *1330 Atlantic salt meadows (*Glauco-Puccinellietalia maritimae*).* Joint Nature Conservation Committee (JNCC). Consulté le 30/06/2022, disponible sur http://sac.jncc.gov.uk/habitat/H1330/

[24] *6510 Lowland hay meadows (*Alopecurus pratensis, Sanguisorba officinalis*).* Joint Nature Conservation Committee (JNCC). Consulté le 30/06/2022, disponible sur http://sac.jncc.gov.uk/habitat/H6510/

Suivi de l'état de conservation

Principe de la surveillance des habitats

Le suivi (ou « *monitoring* ») d'un habitat consiste à vérifier le niveau de conformité d'une entité par rapport à un état donné, ou recherché, au cours du temps.[25]

Il est alors possible **d'évaluer l'évolution de l'état de conservation d'un HIC à l'échelle du site Natura 2000 mais aussi à l'échelle biogéographique et sur un pas de temps long.**

Ce suivi impose la plupart du temps une collecte de données sur le long terme sur des sites/parcelles dont la localisation est fixe, afin de pouvoir détecter une évolution de l'habitat présent. Pour cela, la végétation est un excellent intégrateur de l'état de conservation d'un habitat[26], car elle permet d'intégrer des éléments comme le climat et le type de sol et est sensible à la gestion (pâturage, fauche) ou absence de gestion (fermeture des milieux). L'évolution de la végétation va permettre de mettre en évidence une évolution de l'état de conservation de l'habitat. L'utilisation de la faune et des paramètres du sol peuvent être associés à l'étude de la végétation pour étudier les HIC, mais ces méthodes ne sont pas employées au CBN SA.

En règle générale, pour réaliser un suivi de végétation, un quadrat, un transect de taille fixe ou tout autre dispositif de suivi est repéré de la façon la plus précise possible (piquets, cartographie, photographies, coordonnées GPS, etc.) puis la végétation est relevée.
Les protocoles de relevé peuvent varier en fonction des évaluateurs et des milieux (surface intégralement ou partiellement relevée, relevé en présence/absence ou indices de recouvrement, transects ou quadrats, etc.) mais l'objectif est de réaliser ce relevé sur le même espace à intervalles de temps réguliers, afin de détecter une évolution de la végétation.[27,28]

Ces dispositifs de suivi visent en particulier l'évaluation du paramètre « structure et fonctions » de la DHFF et permettent une évaluation sur le long terme de l'habitat et de son état de conservation.

La mise en place de dispositifs de suivi permet de ne pas recourir au dire d'experts, méthode très fréquente pour l'évaluation du paramètre « structure et fonctions », en raison de la difficulté de son évaluation. Pourtant, le mauvais état général des habitats observé lors des derniers rapportages et rapporté dans l'ENCADRÉ 1, en particulier dans la région biogéographique Atlantique et sur les habitats agro-pastoraux, doit encourager les évaluateurs à recourir à des protocoles de suivi objectifs et bien construits.

---

[25] BENSETTITI F., PUISSANCE, R., LEPAREUR, F., TOUROULT, J., MACIEJEWSKI, L., 2012. *Évaluation de l'état de conservation des habitats et des espèces d'intérêt communautaire – Guide méthodologique – DHFF article 17, 2077 – 2012. Version 1 – Février 2012*. Rapport SPN 2012-27, Service du patrimoine naturel, MNHN, Paris, 76p + annexes.
[26] ALARD, D. 2001. *Suivi scientifique des habitats calcicoles*. Programme Life-Nature « Espèce prioritaires, pelouses et éboulis du bassin aval de la Seine ».17p
[27] ALARD, D. 2001. Cf note de bas de page 23.
[28] ANGELINI, P., CASELLA, L, GRIGNETTI, A., GENOVESI, P. (ed), 2016. *Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) in Italia : habitat*. ISPRA, Serie Manuali e linee guida, 142/2016, 280p.

Programmes nationaux

Deux programmes nationaux ont récemment été engagés sur la problématique du suivi au long terme de l'état de conservation des habitats :

- *Programme national de surveillance de la biodiversité terrestre*[29],[30]

Le programme national de surveillance de la biodiversité terrestre doit permettre de mettre en place un réseau de surveillance de la biodiversité sur le territoire national, sur le long terme, afin de connaitre son état de conservation et ses menaces. Ce programme a été formalisé dans le Plan biodiversité adopté le 4 juillet 2018. Ce programme est géré par l'unité PatriNat du MNHN et a été lancé en 2021.

L'objectif est de disposer d'un dispositif opérationnel de surveillance pour répondre à des besoins de suivi robustes et sur le long terme. Les dispositifs de surveillance existants sont revus et rassemblés dans un ensemble cohérent et de nouveaux dispositifs complémentaires sont conçus et déployés, suivant une logique état-pressions-menaces et avec un emboitement des suivis.

Plusieurs groupes de travail travaillent actuellement au recensement et à l'amélioration des dispositifs de suivis existants et mènent une réflexion sur les méthodes statistiques et stratégies d'échantillonnage à employer.

- *Préfiguration d'un réseau de Surveillance de l'état de conservation des habitats agro-pastoraux de France métropolitaine* (PréSur)

Ce programme résulte d'un Appel à Manifestations d'Intérêt de l'Office Français de la Biodiversité (OFB) auquel a répondu le réseau des CBN sur le thème « Amélioration de la surveillance terrestre des espèces et habitats à enjeux de conservation » au printemps 2021.

Il est porté par le CBN Méditerranéen de Porquerolles intégré à un consortium formé des CBN de France métropolitaine, du MNHN et de l'INRAE.

Les objectifs sont de produire un état des lieux des indicateurs, des données et méthodes de collecte ainsi qu'un plan d'échantillonnage permettant de déployer un réseau opérationnel de surveillance de l'état de conservation des habitats agro-pastoraux.

Le consortium doit rendre ses conclusions pour l'automne 2023.

[29] *Surveillance de la biodiversité terrestre*. PatriNat, MNHN. Disponible sur https://www.patrinat.fr/fr/surveillance-de-la-biodiversite-terrestre-6806, consultée le 17/07/2022

[30] LEVEQUE, A., 18/062021. *Réunion de lancement – Programme national de surveillance de la biodiversité terrestre, présentation générale et gouvernance*. [présentation Power-Point]. Unité PatriNat, MNHN, Paris.

2.3 Suivi des HIC en Nouvelle-Aquitaine

2.3.1 Suivis des HIC par le CBNSA

Le suivi de l'état de conservation des habitats communautaires à travers des dispositifs de suivi statistiquement robustes et produisant des données quantitatives est donc désormais un point clé dans l'évaluation et le suivi de la biodiversité en France et en particulier dans le suivi des HIC.
Ces dispositifs sont déjà employés depuis maintenant plus de 10 ans par le CBN SA en ex-Aquitaine et ex-Poitou-Charente et depuis 2019 dans toute la Nouvelle-Aquitaine avec le concours des CBN MC et CBN PMP.

Le CBN SA (présenté dans l'**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**[31]), comme tous les CBN en France, a pour mission statutaire de participer à l'élaboration et à la mise en œuvre de l'inventaire du patrimoine naturel mentionné à l'article L.411-1 A du Code de l'Environnement, en ce qui concerne les éléments de la flore, de la fonge, des végétations et des habitats. A ces fins, il contribue au développement de méthodes et de protocoles d'acquisition de données en appui aux programmes d'inventaire, de surveillance, de suivi et de cartographie. A ce titre, le CBN SA coordonne l'évaluation de l'état de conservation des HIC sur son territoire d'agrément et doit faire remonter ses évaluations pour le rapportage à l'UE tous les six ans. Il a participé aux rapportages de 2006, 2012 et 2018. Ces évaluations doivent inclure les conclusions liées au paramètre « structure et fonctions » pour lesquelles le CBN a eu recours au dire d'experts lors des deux premières campagnes de rapportage.

Depuis 2011 et avec l'appui de la DREAL Aquitaine puis Nouvelle-Aquitaine, le CBN SA a développé un dispositif de suivi des HIC à l'aide d'un réseau de placettes permanentes déployées sur un grand nombre d'HIC de son territoire selon un schéma pluriannuel[32] (SPA), afin de pallier au dire d'experts et de construire un observatoire des HIC.

Le SPA planifie les études d'amélioration des connaissances sur les végétations ainsi que le déploiement et la lecture/relecture des dispositifs de suivi sur les six ans d'un cycle de rapportage, les HIC du territoire étant regroupés en six grands ensembles d'habitat. Ces ensembles et la planification du suivi pour les premiers cycles de rapportage sont disponibles en Figure 7.

Ces dispositifs de suivi prennent la forme de quadrats dont la taille et la forme ont évolué en fonction des retours d'expérience et des HIC visés. Ils doivent être relus tous les 6 ans.

En 2022, la région Nouvelle-Aquitaine compte 2084 placettes de surveillance d'habitats. Ce chiffre inclut les placettes installées dans le cadre de l'Observatoire des HIC, les placettes installées dans le cadre du programme « Sentinelles du Climat » qui, dans de nombreux cas, collecte ses données sous le même format que pour les HIC et enfin les placettes mises en place par l'Office National des Forêts (ONF) sur les dunes.

[31] Site du Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique. Disponible sur www.cbnsa.fr, consultée le 16/07/2022
[32] LE FOULER, A., CAZE, G. 2012. *Schéma pluriannuel de suivi de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaires d'Aquitaine*. Audenge : Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique ; Bordeaux : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement, Nouvelle-Aquitaine, 12p + annexes.

		PLANIFICATION DES SUIVIS DES HIC		
		1er cycle (Aquitaine)	**2e cycle (Nouvelle-Aq.)**	**3e cycle (Nouvelle-Aq.)**
		2011-2016	*2017-2022*	*2023-2028*
Milieux amphibies oligotrophiles	Lagunes du plateau landais	2011	2017	2023-2024
	Etangs arrière-littoraux landais	2012	2018	
Milieux agropastoraux calcicoles	Prairies maigres de fauche	-	2022 ?	2028
	Pelouses calcicoles et milieux associés (ourlets, landes et fourrés)	2011-2013 en P.-Ch. 2013 en Aq.	2019-2021 (SA : 2019 et 2020, PMP : 2021)	2025-2026
	Tourbières et prés paratourbeux alcalins	-	-	
Milieux agropastoraux acidiphiles	Pelouses acidiphiles	-	-	2026 ?
	Landes	2014	2020 SA et MC 2021 PMP	2026
	Tourbières acidiphiles			
Milieux littoraux ouverts	Dunes	2015	2021	2027
	Vases salées	-	-	2027 ?
	Falaises maritimes	-	2017	2023
Milieux alluviaux ouverts	Prairies humides	2016 en Aq.	2022	2028
	Roselières, cariçaies et mégaphorbiaies	-	-	-
	Herbiers aquatiques (rivières, plans d'eau…)	-	-	-
Milieux forestiers	Hêtraies	-	2017-2019 (SdC)	2024 ?
	Forêts sèches et mésophiles	-	-	-
	Forêts alluviales	-	PMP : 2021-2022	-
	Forêts marécageuses	-	-	-
Milieux montagnards (cf. CBNPMP)	6140	-	PMP : 2021	-
	3220, 3230, 3240	-	PMP : 2021	-
Milieux anthropogènes ouverts	Végétations rudérales	*Non ciblées dans la planification N2000 (absence d'HIC)*		
	Végétations des milieux agricoles			

Figure 7. Grands ensembles d'habitats et planification des suivis d'après le Schéma pluriannuel du CBNSA (Le Fouler & Caze, 2011)

2.3.2 Les suivis des habitats prairiaux

Dans le cadre du Schéma pluriannuel, le premier déploiement du système de suivi des prairies alluviales a été prévu en 2016, avec en particulier une étude prévoyant l'installation de placettes sur ces prairies, en visant particulièrement l'habitat 1410-3 prairies subhalophiles thermo-atlantique.[33]

Dans le cadre de cette étude, 31 placettes ont été installées en Aquitaine. Leur localisation est visible sur la Carte 1. Parmi ces placettes, une dizaine sont rattachables au 1410-3 et une dizaine d'autres à l'HIC 6510 – prairies maigres de fauche. Les autres sont rattachables au *Bromion racemosi* Tüxen in Tüxen & Preising 1951, qui sont des prairies humides à forte patrimonialité mais sans être des HIC.

La placette était représentée par un quadrat de 4 mètres de côté, pour une surface totale de 16 m^2. Le quadrat était orienté (un côté vers le nord) et matérialisé par 4 piquets métalliques disposés aux quatre coins. Cinq sous-quadrats ont été disposés dans le quadrat comme illustré sur la Figure 8.

Pour chaque sous-quadrat, un relevé floristique exhaustif a été réalisé. L'abondance de chaque espèce a été relevée avec les coefficients de Braun-Blanquet (+, 1, 2, 3, 4, 5). Les espèces présentes dans le grand quadrat mais absentes de l'ensemble des sous-quadrats étaient également inventoriées.

Des informations sur la structure de la végétation et sur le suivi dans son ensemble ont été notées (gestion, paramètres écologiques, propriétaire/gestionnaire etc.)

Afin de pouvoir retrouver ces placettes pour les futures relectures, les piquets métalliques ont été enfoncés dans le sol et laissés sur place et leurs coordonnées GPS ont été relevées, avec des photographies de chaque côté du quadrat.

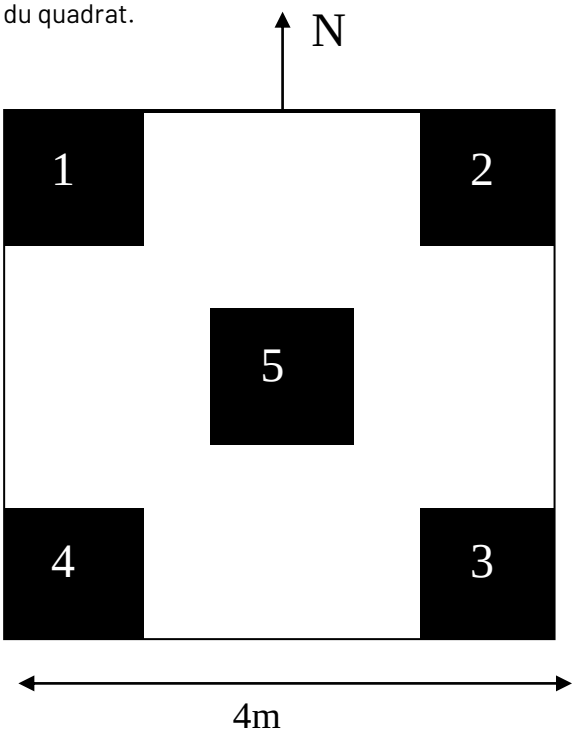
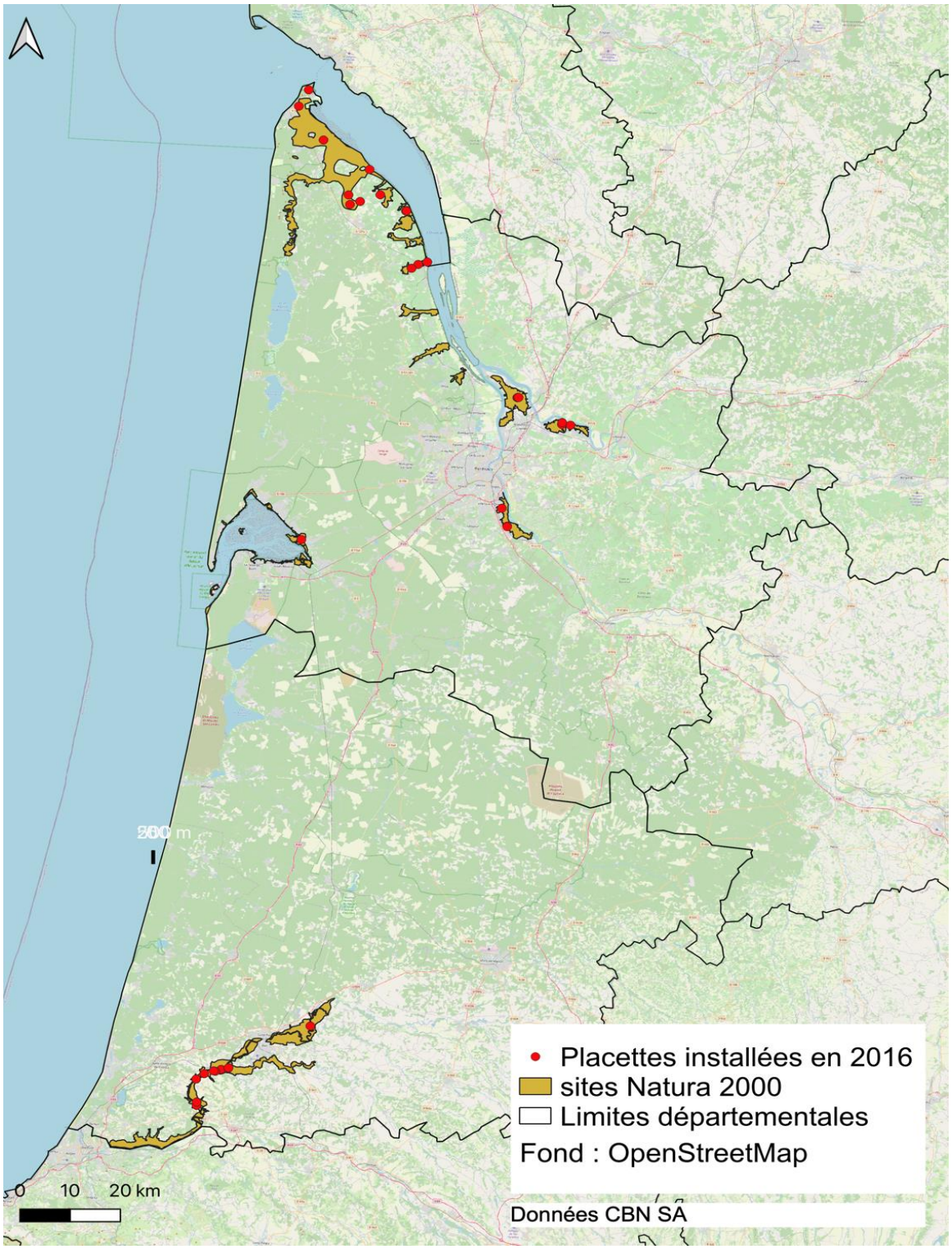


Figure 8. Installation d'un quadrat pour le suivi des prairies alluviales (d'après BEUDIN, 2016)

[33] BEUDIN, T., LAFON, P., LE FOULER, A., 2016. *Évaluation et suivi de l'état de conservation des prairies alluviales d'Aquitaine*. Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique. 23p + annexes.



Carte 1. Localisation des placettes installées lors de l'étude de 2016 (d'après BEUDIN et al, 2016).

III Objectifs et cadre de l'étude

3.1 Objectifs et problématique de l'étude

L'étude porte essentiellement sur l'habitat d'intérêt communautaire 1410-3– prairies subhalophiles thermo-atlantiques et dans une moindre mesure sur le 6510 – prairies de fauche. Elle s'inscrit aussi dans un cadre plus large du suivi des habitats agro-pastoraux de Nouvelle-Aquitaine.

Elle a pour but de reprendre et d'étendre l'étude réalisée par le CBN SA en 2016, afin de réaliser une première étude diachronique de l'état de conservation de l'HIC 1410-3 en ex-Aquitaine pour contribuer au prochain rapportage à la Commission Européenne. Elle cherche aussi à assurer une meilleure représentation de l'habitat 1410-3 lors des futurs rapportages et de préparer les travaux qui seront réalisés sur les autres habitats agro-pastoraux présents en Nouvelle-Aquitaine.

Les objectifs opérationnels de cette étude sont multiples :

- Améliorer le protocole existant pour le 1410-3 qui date de 2016 et le rendre compatible pour les HIC 6510 et 6520 ;

- Relire les 31 placettes implantées en 2016 en ex-Aquitaine ;

- Étendre le réseau de surveillance du HIC 1410-3 (en Aquitaine et surtout en Charente-Maritime) ;

- Analyser l'évolution de l'état de conservation de l'HIC 1410-3 entre 2016 et 2022 en ex-Aquitaine.

Les HIC 6510 et 6520 font partie des HIC inclus dans le programme PréSur (cf. *supra*). En conséquence, le déploiement du dispositif de suivi de ces HIC sur le terrain aura lieu en 2023 pour inclure les contributions du programme.

3.2 Les HIC prairiaux en Nouvelle-Aquitaine

L'étude concerne trois Habitats d'Intérêt Communautaire prairiaux présents sur le territoire d'agrément du CBNSA : 1410-3, 6510 et 6520, avec un intérêt particulier pour le 1410-3.

Les habitats et les syntaxons présentés sont uniquement ceux présents en ex-Aquitaine et en ex-Poitou-Charentes, dont la répartition est tirée du Catalogue des végétations de Nouvelle-Aquitaine.[34]

[34] LAFON et al., 2021. *Catalogue des végétations de Nouvelle-Aquitaine*. Version 6.0 du 08/04/2021. Conservatoire botanique National Sud-Atlantique. Base de données interne non publiée.

1410-3 prairies subhalophiles thermo-atlantiques[35,36]

Tableau 1. Syntaxons (associations) rentrant dans l'HIC 1410-3 et synsytème associé

Rang	Syntaxon	Synthèse écologique
CL	*Agrostietea stoloniferae* Oberd. 1983	Prairies hygrophiles à mésohygrophiles, mésotrophiles à eutrophiles, des sols engorgés ou inondables, essentiellement minéraux
ORD	*Deschampsietalia cespitosae* Horvatić 1958	Prairies longuement inondables, méso-eutrophiles à eutrophiles, eurosibériennes à méditerranéennes
ALL	*Ranunculo ophioglossifolii-Oenanthion fistulosae* B. Foucault *in* B. Foucault & Catteau 2012	Prairies longuement inondables, sur substrats minéralisés, méditerranéo-atlantiques
ASS	*Ranunculo ophioglossifolii-Oenanthetum fistulosae* B. Foucault 2008	Prairie longuement inondable de fauche ou pâturée extensivement, subhalophile à plus rarement glycophile, thermo-atlantique
GPT	Groupement à *Scorzonera humilis* et *Carex divisa* Bissot, Gouel & P. Lafon 2019 *nom. ined.* (art. 1) et nom. inval. (art. 2d, 3c)	Prairie hygrophile oligohalophile, mésotrophile à eutrophile, des bas niveaux topographiques, longuement inondables, du lit majeur de la basse vallée de la Charente
ALL	*Potentillion anserinae* Tüxen 1947	Prairies mésohygrophiles à inondations de courte durée, eutrophiles, surpiétinées
ASS	*Ranunculo ophioglossifolii-Menthetum pulegii* B. Foucault 2008	Prairie inondable, piétinée, subhalophile, thermo-atlantique
ASS	*Plantagini majoris-Trifolietum resupinati* B. Foucault 2008	Prairie méso-hygrophile de niveau topographique moyen, piétinée, subhalophile, thermo-atlantique
ALL	*Trifolion maritimi* Braun-Blanq *ex* Braun-Blanq., Roussine & Nègre 1952	Prairies à inondations de courte durée, plus ou moins subhalophiles, méditerranéo-atlantiques
ASS	*Trifolio maritimi-Oenanthetum silaifoliae* P. Dupont *ex* B. Foucault 2008	Prairie mésohygrophile, subhalophile, de fauche à légèrement pâturée, sur substrat plus ou moins argileux pouvant s'assécher fortement en été, thermo-atlantique
ASS	*Carici divisae-Lolietum perennis* B. Foucault 2008	Prairie mésohygrophile, subhalophile, pâturée, sur substrat plus ou moins argileux pouvant s'assécher fortement en été, thermo-atlantique

Description

Ces prairies se développent sur des sols d'anciens schorres colmatés et avec présence plus ou moins importante de débris coquilliers marins, dans les systèmes alluviaux des grandes et moyennes vallées sous climat thermo-atlantique. Le substrat est plus ou moins riche en sel et est régulièrement inondé l'hiver sur une durée plus ou moins longue. Le sol est engorgé en hiver et peut présenter des fentes de dessication en été. Lorsqu'elles se situent dans les parties aval des estuaires, ces prairies peuvent subir des inondations par de l'eau salée à saumâtre lors des périodes de grande marée.
Elles peuvent être pâturées ou fauchées.

Physionomie

Elles sont dominées par les Graminées, les Joncacées et de petites Cypéracées.

Les végétations du *Ranunculo - Oenanthion* correspondent à des végétations hydrophiles, celles du *Trifolion maritimi* à des végétations hygrophiles et celles du *Potentillion anserinae* à des végétations piétinées.

[35] BENSITITTI et al., 2004. *« Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 2 – Habitats côtiers*. MEDD/MAAPAR/MNHN. Ed. La Documentation française, Paris, 399p. + cédérom.
[36] BISSOT, R., GOUEL, S., LAFON, P., 2019. *Les prairies alluviales d'Aquitaine et de Poitou-Charentes. Typologie, répartition, écologie, dynamique et gestion*. Conservatoire botanique national Sud-Atlantique. 75p. + annexes.

Dynamique

Des opérations de gestion sont nécessaires à leur maintien (pâturage ou fauche). En l'absence d'entretien ou d'exploitation, ces végétations évoluent vers des cariçaies ou des mégaphorbiaies. La suite de la dynamique est mal connue (aucune végétation arbustive ou arborescente n'est connue sur substrat subhalophile sur le territoire d'agrément du CBN SA).

Condition d'éligibilité à la Directive

La végétation et la localisation de ces prairies est caractéristique. Toutefois, les mêmes végétations peuvent se retrouver sur des sols minéralisés à l'intérieur des terres, hors influence maritime, et ne sont alors pas éligibles au 1410-3.

Patrimonialité et menaces

Les végétations du 1410-3 abritent de nombreuses espèces à forte valeur patrimoniale : *Ranunculus ophioglossifolius*, *Lathyrus palustris*, *Pulicaria vulgaris* etc. et de nombreuses espèces d'Orchidées comme *Orchis laxiflora*.

Il s'agit probablement de prairies primaires (parcelles n'ayant jamais connu le stade boisé), avec également une forte valeur paysagère en raison de leur participation aux paysages des marais maritimes et prairies inondées régulièrement.

En raison de leur position sur le littoral, ces prairies risquent d'être détruites pour des aménagements littoraux touristiques ou urbains. Elles sont aussi soumises au surpâturage, à l'eutrophisation et au retournement pour maïsiculture.

6510 – prairies maigres de fauche de basse altitude[37]

Tableau 2. Syntaxons (associations) rentrant dans l'HIC 1410-3 et synsytème associé

Rang	Syntaxon	Synthèse écologique
CL	*Arrhenatheretea elatioris* Braun-Blanq. *ex* Braun-Blanq., Roussine & Nègre 1952	Végétations prairiales, plus rarement de pelouses, mésohygrophiles à mésoxérophiles, mésotrophiles à eutrophiles
ORD	*Arrhenatheretalia elatioris* Tüxen 1931	Prairies mésohygrophiles à mésoxérophiles, mésotrophiles à eutrophiles, principalement fauchées
ALL	*Arrhenatherion elatioris* W. Koch 1926	Prairies fauchées collinéennes à submontagnardes
S-ALL	*Colchico autumnalis-Arrhenatherenion elatioris* B. Foucault 1989	Prairies mésothermophiles mésohygrophiles
ASS	*Hordeo secalini-Arrhenatheretum elatioris* Frileux, B. Foucault & Roy 1989	Prairie de fauche de grande vallée fluviale, mésohygrophile, nord- et subatlantique, basiphile
ASS	*Arrhenathero elatioris-Filipenduletum vulgaris* Billy *ex* Thébaud, C. Roux, C.-E. Bernard & Delcoigne 2014	
S-ALL	*Rumici obtusifolii-Arrhenatherenion elatioris* B. Foucault 2016	Prairies mésothermophiles eutrophiles
ASS	*Heracleo sphondylii-Brometum hordeacei* B. Foucault (1989) 2008	Prairie mésophile, eutrophile, de convergence trophique
S-ALL	*Trifolio montani-Arrhenatherenion elatioris* Rivas Goday & Rivas Mart. 1963	Prairies mésothermophiles mésophiles, mésotrophiles
ASS	*Knautio arvernensis-Arrhenatheretum elatioris* Billy *ex* Thébaud, C. Roux, C.-E. Bernard & Delcoigne 2014	
	Agrostio capillaris-Saxifragetum granulatae Billy *ex* Thébaud, C. Roux, C.-E. Bernard & Delcoigne 2014	

[37] BENSETITTI et al., 2005. *« Cahiers d'Habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'Intérêt Communautaire. Tome 4 – Habitats agropastoraux. Volume 2*. MEDD/MAAPAR/MNHN. Ed. La Documentation française, Paris, 487p. + cédérom.

S-ALL	*Rhinantho pumili-Arrrhenatherenion elatioris* B. Foucault & Corriol *in* B. Foucault 2016	
ASS	*Heracleo setosi-Arrhenatheretum elatioris* Corriol 2013 *nom. inval.* (art. 3b)	Prairie collinéenne, mésophile, eutrophile, neutrocline, de fauche, des vallées centro-nord-pyrénéennes
ALL	*Brachypodio rupestris-Centaureion nemoralis* Braun-Blanq. 1967	Prairies fauchées thermo-atlantiques et supraméditerranéennes
S-ALL	*Lino angustifolii-Oenanthenion pimpinelloidis* B. Foucault 2016	Prairies mésohygroclinophiles, fauchées, thermo-atlantiques
ASS	*Lino biennis-Cynosuretum cristati* P. Allorge *ex* Tüxen & Oberd. 1958	Prairie mésohygrophile, neutrophile, mésotrophile, de fauche, thermo-atlantique
ASS	*Lino angustifolii-Brometum hordeacei* B. Foucault 2016	Prairie mésohygrophile, eutrophile, de fauche, thermo-atlantique
ASS	*Centaureo nemoralis-Schedonoretum arundinaceae* M. Gruber *ex* B. Foucault 2016	Prairie mésohygrophile, neutrophile, mésotrophile, collinéenne, de fauche des sols alluviaux, sous climat atlantique
ASS	*Carici divisae-Trisetetum flavescentis* F. Hardy 2011	Prairie mésohygrophile, fauchée ou pâturée, thermo-atlantique
GPT	Groupement à *Stellaria graminea* et *Anthoxanthum odoratum* P. Lafon 2019 *nom. ined.* (art. 1) et *nom. inval.* (art. 2d, 3c)	Prairie mésophile à engorgement hivernal, acidiclinophile, mésotrophile à méso-eutrophile, fauchée ou patûrée extensivement, sur substrat sableux riche en matière organique
GPT	Groupement à *Oenanthe pimpinelloides* et *Anthoxanthum odoratum* Bissot, Gouel & P. Lafon 2019 *nom. ined.* (art. 1) et *nom. inval.* (art. 2d, 3c)	
GPT	Groupement à *Gaudinia fragilis* et *Galium verum* Bissot, Gouel & P. Lafon 2019 *nom. ined.* (art. 1) et *nom. inval.* (art. 2d, 3c)	
S-ALL	*Brachypodio rupestris-Gaudinienion fragilis* B. Foucault 2016	Prairies fauchées thermo-atlantiques mésophiles
ASS	*Luzulo campestris-Brometum hordeacei* B. Foucault (1981) 2008	Prairie fauchée à sous-pâturée, mésophile, mésotrophile, acidiphile à acidiclinophile, eu- à subatlantique
GPT	Groupement à *Malva moschata* et *Bromus hordeaceus* Baranger 1978 *nom. ined.* (art. 1) et *nom. prov.* (art. 3b)	
ASS	*Orchido morionis-Saxifragetum granulatae* Gaume *ex* B. Foucault 1989	
GPT	Groupement à *Linum usitatissimum* subsp. *angustifolium* et *Avenula pubescens* P. Lafon 2019 *nom. ined.* (art. 1) et *nom. inval.* (art. 2d, 3c)	Prairie mésophile, basiphile à neutrophile, mésotrophile, fauchée ou patûrée extensivement, thermophile
GPT	Groupement à *Knautia arvensis* et *Bromopsis erecta* subsp. *erecta* Mady 2020 *nom. ined.* (art. 1) et *nom. inval.* (art. 2d, 3c)	Prairie mésophile à hygroclinophile, neutro-basiphile, mésotrophile, fauchée ou patûrée extensivement, thermophile, des fonds de petites et moyennes vallées alluviales

Description

Cet habitat rassemble l'ensemble des prairies de fauche planitiaires, collinéaires à submontagnardes, très répandues en France. Ces végétations, toujours sur sol assez fertile, couvrent un large spectre de niveaux trophiques (méso-oligotrophe à l'eutrophe), hydriques (fraiches à semi-sèches) et chimiques (neutrophile, neutrocalcicole, acdiphile)

Physionomie

Ces prairies présentent une biomasse relativement élevée, dominée par des hémicryptophytes graminéennes (*Arrhenatherum elatius, Bromus hordeaceus, Gaudinia fragilis* etc.). L'abondance et la diversité des dicotylédones diminuent quand le niveau trophique augmente, jusqu'à atteindre des faciès graminéens paucispécifiques.

Dynamique

Ces végétations suivent une dynamique classique des prairies, avec une ourlification, suivie par l'installation de fourrés évoluant vers un boisement. En raison de sa large répartition en France, la dynamique forestière varie avec la régionalité.

Condition d'éligibilité à la Directive

L'ensemble des prairies rattachables à l'ordre des *Arrhenetheretalia elatioris* sont éligibles au 6510, avec des états de conservation très variables.

Patrimonialité et menaces

Ces prairies présentent une structure et une diversité floristique spécifique, en particulier sur les prairies des niveaux trophiques les plus pauvres marquées par une structuration complexe et une forte abondance de dicotylédones.

Comme sur la plupart des prairies, une des principales menaces est l'appauvrissement du cortège floristique par eutrophisation. C'est particulièrement vrai sur cette végétation prairiale dont la forte biomasse peut permettre une fauche multiple ou un pâturage sur regain. Le retournement et le sursemage sont également des facteurs de menace pour ces prairies.

6520 – Prairies de fauche de montagne[38]

Tableau 3. Syntaxons (associations) rentrant dans l'HIC 6520 et synsytème associé

Rang	Syntaxon	Synthèse écologique
CL	*Arrhenatheretea elatioris* Braun-Blanq. *ex* Braun-Blanq., Roussine & Nègre 1952	Végétations prairiales, plus rarement de pelouses, mésohygrophiles à mésoxérophiles, mésotrophiles à eutrophiles
ORD	*Arrhenatheretalia elatioris* Tüxen 1931	Prairies mésohygrophiles à mésoxérophiles, mésotrophiles à eutrophiles, principalement fauchées
ALL	*Triseto flavescentis-Polygonion bistortae* Braun-Blanq. & Tüxen *ex* Marschall 1947	Végétations fauchées montagnardes et subalpines
ASS	*Campanulo patulae-Violetum cornutae* Nègre 1972	Prairie de fauche mésohygrophile des fonds de vallées et versants irrigués de montagne pyrénéenne
ASS	*Geranio phaei-Trisetetum flavescentis* B. Foucault & M. Gruber *in* B. Foucault 2016	

Description

Cet habitat rassemble les prairies de fauche mésophiles avec de nombreuses espèces des étages montagnards et subalpins, retrouvées en général au-dessus de 600 mètres d'altitude, en fond de vallon et sur sol modérément fertile.

Physionomie

Ces prairies présentent une végétation haute et une biomasse relativement élevée, avec une grande diversité d'espèces hémicryptophytes et géophytes associée à une abondance de dicotylédones.

La physionomie et la liste floristique va ensuite varier avec les modalités du pâturage mixte souvent mis en place dans ces prairies (charge, durée de pâturage, fauches).

[38] BENSETITTI et al., 2005. *« Cahiers d'Habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'Intérêt Communautaire. Tome 4 – Habitats agropastoraux. Volume 2*. MEDD/MAAPAR/MNHN. Ed. La Documentation française, Paris, 487p. + cédérom.

Dynamique

Ces végétations suivent une dynamique classique des prairies, avec une ourlification, suivie par l'installation de fourrés évoluant vers un boisement. Certaines formes de cet habitat peuvent évoluer vers une hêtraie montagnarde.

Condition d'éligibilité à la Directive

Ces prairies sont éligibles à la Directive sur la base de leur composition floristique, mais les variations liées au mode de gestion mixte peuvent rendre délicate la distinction entre ces prairies et les prairies mésotrophes de montagne (*Cynosurion cristati* Tüxen 1947) qui ne sont pas éligibles à la Directive.

Patrimonialité et menaces

En raison de sa richesse en dicotylédones, cet habitat est considéré comme ayant un fort intérêt entomologique malgré l'absence d'espèces floristiques protégées au niveau national. Elles ont également un grand intérêt paysager.

Historiquement utilisés pour le fourrage des élevages en montagne, cet habitat est en régression. Il souffre d'une fertilisation trop importante entrainant une banalisation du cortège floristique avec dominance des graminées, mais également de la déprise pastorale car il dépend d'une gestion mixte par fauches régulières et retardées pouvant être associées à un pâturage de printemps ou de regain en automne.

IV MATERIEL ET METHODES

4.1 Choix des indicateurs

De nombreux indicateurs peuvent être utilisés pour évaluer l'état de conservation d'un habitat. Il est donc nécessaire de faire des choix afin d'optimiser le temps de collecte et d'analyse des données.

Le programme PréSur s'est défini comme objectif premier de développer une liste d'indicateurs adaptés aux habitats agro-pastoraux. Il est tout à fait envisageable d'utiliser cette liste dans le cadre de la surveillance des prairies de Nouvelle-Aquitaine.[39]

Cependant, cette liste n'étant pas encore finalisée, il a donc été décidé d'utiliser les indicateurs classiquement utilisés au CBN SA pour le suivi des HIC.

Ces indices seront utilisés :

- En tant que variables illustratives, pour pouvoir interpréter les axes des analyses multivariées et la répartition des placettes selon ces axes ;
- En tant qu'indicateurs pour réaliser l'étude diachronique et étudier l'évolution des placettes entre 2016 et 2022.

Indices biologiques de Baseflor[40]

La valeur d'un indice biologique pour une espèce se réfère à son écologie et sa biologie, et cherche à caractériser ses conditions optimales de croissance.[41]
Les indices biologiques de Baseflor ont été adaptés à la flore française par Philippe JULVE à partir des valeurs biologiques d'ELLENBERG. Baseflor comporte dix indices : **luminosité, température**, continentalité, humidité atmosphérique, **humidité édaphique**, **matière organique**, réaction du sol (pH), **niveau trophique**, **salinité** et texture du sol.

Les indices biologiques de texture du sol, de pH, de continentalité et d'humidité atmosphérique n'ont pas été retenus pour les analyses, car ces paramètres ont été jugés stables sur l'ensemble de l'aire de répartition de l'HIC étudié.
La luminosité a été dans un premier temps exclue puis a finalement été conservée car cet indice pourrait servir de *proxi* pour évaluer le niveau de colonisation par les ligneux.

Les types biologiques et la chorologie ne sont pas non plus conservés, car ils ont été jugés stables dans les systèmes prairiaux analysés.

La grande majorité des 218 taxons de la base de données de surveillance des prairies de Nouvelle-Aquitaine possède dans Baseflor une valeur pour chacun de ces indicateurs. Pour les quelques taxons sans valeur, une valeur leur a été attribuée au dire d'experts.

Chaque taxon possédant un pouvoir indicateur pour un paramètre, il est possible de calculer un indicateur global par placette à partir de l'ensemble des taxons présents dans le quadrat de suivi.

---

[39] Travaux internes au groupe de travail du programme PréSur. Publication à venir (automne 2022).
[40] JULVE, P., 1998 ff. – *Baseflor. Index botanique, écologique et chorologique de la flore de France*. Version : « mai 2022 ». Programme Catminat. Disponible sur http://philippe.julve.pagesperso-orange.fr/catminat.htm
[41] LANDOLT et al., 2010. *Flora Indicativa – Ecological indicator values and biological attributes of the Flora of Switzerland and the Alps.* Haupt. Verlag. 373p.

- **Indices des processus de dérive trophique, de perturbations et de fermeture du milieu** (repris de la grille d'évaluation de l'HIC 1410-3 élaborée en 2016[42])
  - Nombre de taxons indicateurs d'une dynamique de fermeture (ourlet, mégaphorbiaie, roselière)
  - Nombre de taxons indicateurs d'un niveau trophique élevé
  - Nombre de taxons indicateurs d'une perturbation
  - Nombre de taxons indiquant un surpâturage

- **Indices de typicité** (repris de la grille d'évaluation de l'HIC 1410-3 élaborée en 2016)
  - Nombre de taxons subhalophiles
  - Nombre de taxons nettement hygrophiles ou hydrophiles

Les listes de taxons correspondant à ces indices ont été déterminées à partir de Baseflor, du Catalogue des végétations de Nouvelle-Aquitaine[43] et à dire d'expert (listes construites collégialement) et sont disponibles en ANNEXE 2. A noter que ces listes incluent uniquement les taxons détectés en 2016 ou en 2022.

- **Richesse spécifique**

La richesse spécifique, correspondant ici au nombre d'espèces présentes sur le quadrat de suivi, est fréquemment employée pour évaluer la qualité d'un milieu.
Cet indice peut être mal interprété car l'évolution de la richesse spécifique peut être due par exemple à des végétations contact, traduisant alors un risque de basculement vers un autre habitat et donc un mauvais état de conservation.[44] Il est par contre plus aisé d'interpréter cet indice en cas de baisse car il est fort probable qu'il s'agisse d'une dégradation de l'état de conservation par banalisation/ perte de typicité du cortège. Cet indice sera utilisé, mais interprété avec beaucoup de précautions.

4.2 Plan d'échantillonnage

Dans le cadre de ce protocole de suivi, les analyses étant répétées dans le temps et sur le même pool d'échantillons, il est essentiel que ce pool soit suffisamment important pour que les analyses statistiques soient réalisées dans de bonnes conditions et que les résultats soient fidèles à la réalité du terrain.

Il doit être possible de pouvoir comparer sur le même réseau de placettes l'évolution d'indicateurs précis et de pouvoir mettre en évidence une dégradation de l'état de conservation, une stagnation ou une amélioration de l'état de conservation de l'habitat à l'échelle régionale. Chaque association végétale va présenter une variabilité dans sa composition floristique liée à son état de conservation, mais aussi à des particularités locales, au climat de l'année écoulée et à divers autres paramètres qui peuvent influencer les taxons présents à un endroit. En conséquence, pour construire le plan d'échantillonnage, il est essentiel de connaitre la variabilité intrinsèque de l'HIC étudié, c'est-à-dire dans quelle mesure, pour les indices étudiés, les moyennes de ces indices vont pouvoir varier sans pour autant traduire un changement d'habitat.

[42] BEUDIN, T., LAFON, P., LE FOULER, A., 2016. *Évaluation et suivi de l'état de conservation des prairies alluviales d'Aquitaine*. Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique. 23p + annexes.
[43] LAFON, P. (coord.), MADY, M., CORRIOL, G., BISSOT, R., GOUEL, S., LEVY, W., AIRD, A., BEUDIN, T., GUISIER, R., HENRY, E., LE FOULER, A., ROMEYER, K., BELAUD, A., CAZE, G., 2021. *Catalogue des végétations de Nouvelle-Aquitaine*. Version 6.0 du 08/04/2021. Conservatoire botanique National Sud-Atlantique. Base de données interne non publiée.
[44] HILLEBRAND et al., 2018. *Biodiversity change is uncoupled from species richness trends: Consequences for conservation and monitoring.* J. Appl. Ecol., 55:169-184.

Détermination du nombre d'échantillons

Lorsque la variabilité intrinsèque des indicateurs sélectionnés dans l'HIC étudié est connue, il est possible, à l'aide de tests de puissance, de déterminer, avant la campagne de terrain ,le nombre minimum de placettes nécessaire pour être en capacité de mettre en évidence un réel changement dans la composition floristique entre les deux périodes étudiées.

Le nombre de placettes nécessaire pour suivre l'évolution de l'état de conservation d'une végétation est déterminé à partir de l'indicateur présentant la plus grande variabilité « normale » pour l'HIC étudié. Un HIC étant généralement constitué de plusieurs syntaxons (associations et mêmes souvent alliances), cette variabilité des indicateurs est étudiée pour chaque syntaxon ainsi que pour l'HIC au global. La représentation des différentes alliances sur le territoire étudié sera prise en compte, afin de ne pas prendre pour référence un indicateur très variable mais sur une alliance peu représentée.

Les données de suivi des prairies de 2016 n'étant pas assez nombreuses, et la base de données finale avec les résultats des suivis n'étant pas encore disponible, la variabilité de chacun de ces indicateurs par syntaxon a été déterminée à partir des relevés phytosociologiques disponibles dans la base de données de l'Observatoire de la biodiversité végétale de Nouvelle-Aquitaine[45] (OBV-NA).

L'étude de la variabilité est réalisée pour les indices biologiques, en associant à chaque taxon la valeur de l'indice biologique correspondant dans Baseflor[46], pour chaque relevé disponible pour l'alliance considérée. La variabilité est obtenue en calculant la moyenne et l'écart-type de l'indice choisi à partir des valeurs de l'indice de chaque taxon de chaque relevé rattachable à l'alliance considérée.
749 relevés rattachables au 6510 et 357 relevés rattachables au 1410 ont été analysés pour obtenir la variabilité de chaque HIC.

Les résultats obtenus sont disponibles en ANNEXE 3.

Des tests de puissance sont ensuite réalisés sur le logiciel R©. Les tests sont réalisés pour des échantillons appariés (le même lot de placette étant relu à deux intervalles de temps), une erreur de type 1 de 0,05 et une erreur de type 2 de 0,8. L'écart-type renseigné est celui de l'indicateur présentant le plus de variabilité : le niveau trophique, que ce soit pour le 1410-3 ou le 6510. Deux variations à la moyenne à mettre en évidence sont testées par les tests : 0,4 et 0,5. Ces variations ont été fixées à dire d'expert et doivent être confirmées par comparaison avec les végétations contact (cf.*infra*).
Les tests de puissance permettent de conclure que, pour mettre en évidence un écart de 0,5 entre les moyennes de deux relectures, 76 placettes sont nécessaires. Pour mettre en évidence un écart de 0,4, 117 placettes sont nécessaires.

Le plan d'échantillonnage est donc fixé à 120 placettes (80 au minimum), pour tenir compte des éventuelles pertes au cours du temps (placette détruite, non retrouvée etc.)

Localisation du 1410-3 en Nouvelle-Aquitaine

Pour pouvoir mettre en application un plan d'échantillonnage, il faut disposer d'une carte précise de la localisation du 1410-3 en Nouvelle-Aquitaine. Cette carte n'existant pas, il a fallu l'élaborer.

Pour réaliser cette carte, plusieurs sources d'information ont été compilées :

[45] Observatoire de la Biodiversité Végétale de Nouvelle-Aquitaine. Disponible sur http://obv-na.fr.
[46] JULVE, P., 1998 ff. – *Baseflor. Index botanique, écologique et chorologique de la flore de France*. Version : « mai 2022 ». Programme Catminat. Disponible sur http://philippe.julve.pagesperso-orange.fr/catminat.htm

- La carte des relevés phytosociologiques géolocalisés rattachés au 1410-3, tirés de l'OBV-NA et réalisés dans leur très grande majorité par les experts du CBN SA ;
- Les cartes de répartition des espèces caractéristiques du 1410-3, tirées de l'OBV-NA suite à des pointages par les experts du CBN SA et les différents acteurs de la biodiversité en Nouvelle-Aquitaine : *Ranunculo ophioglossifolii*, *Trifolium michaelianum*, *Carex divisa*, *Trifolium squamosum*, *Alopecurus bulbosus* et *Trifolium resupinatum* ;
- La photo interprétation.

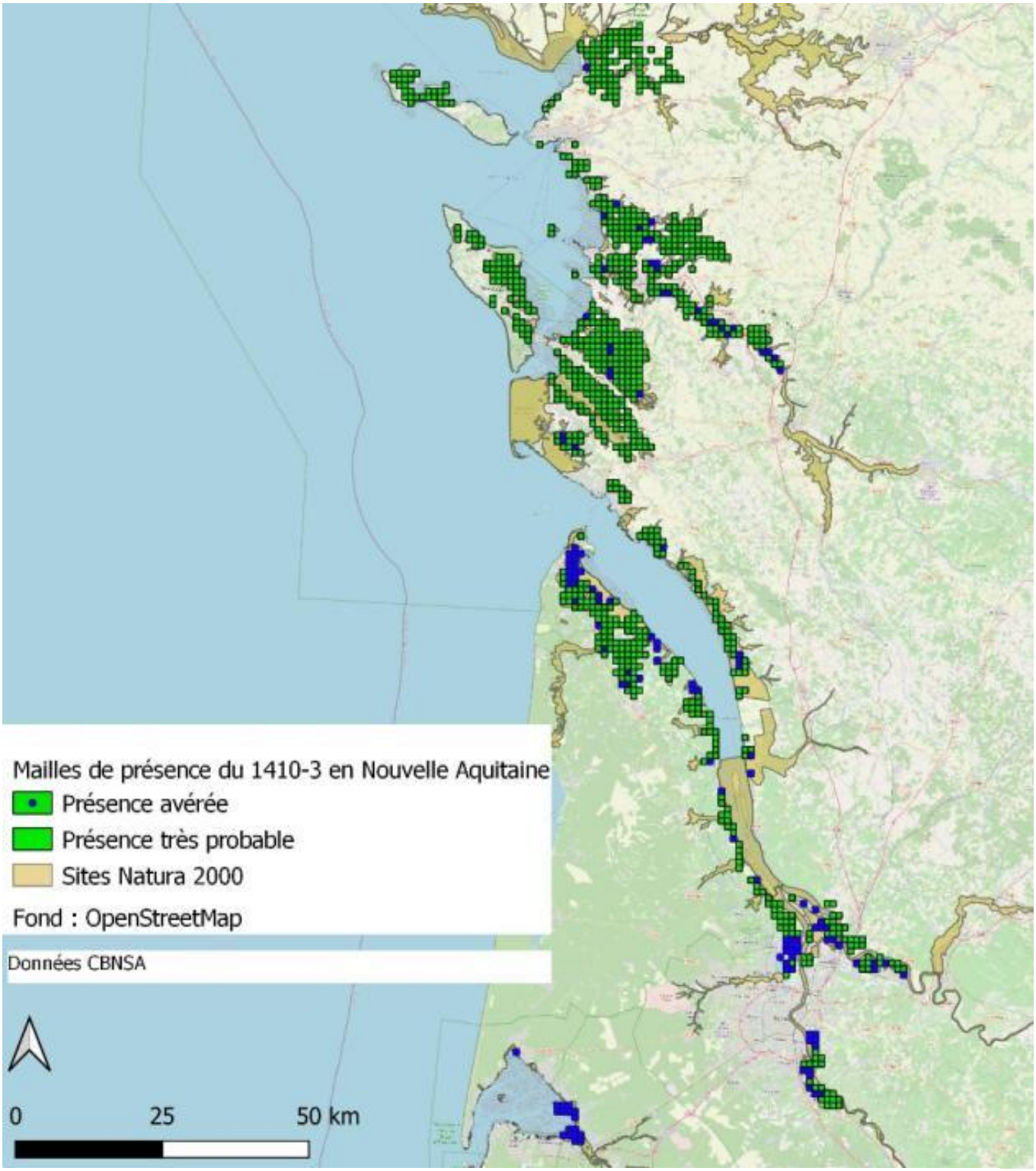
L'analyse de ces données a permis d'établir une carte du 1410-3 à la maille 1 km^2 en Nouvelle-Aquitaine. Cette carte est disponible en ANNEXE 4.

Les données affichées présentent différents niveaux de fiabilité :

- **Présence avérée** : présence d'un relevé phytosociologique dans la maille ;
- **Présence très probable** : présence d'un cortège d'espèces (données OBV-NA) ou dire d'expert ;
- Présence probable : pas d'informations particulières, bien que les informations disponibles rendent probable la présence de 1410-3 ;
- Présence douteuse liée à la présence de *Ranunculus ophioglossifolius*, mais sans la présence associée du cortège du *Trifolion maritimi* (suspicion *d'Oenanthion fistulosae*) ;
- Présence douteuse liée à la présence uniquement de *Trifolium resupinatum*, sans autres espèces du cortège.

Seules les mailles où la présence du 1410-3 est avérée ou très probable ont été conservées pour construire le plan d'échantillonnage, afin de s'assurer de la présence de l'habitat ciblé dans les mailles sélectionnées.

La carte du plan d'échantillonnage est disponible sur la Carte 2.



Carte 2. Mailles de présence du 1410-3 formant la base du plan d'échantillonnage. (données CBN SA)

Distribution spatiale des échantillons

Dans un premier temps, un tirage aléatoire des 120 mailles a été réalisé à l'échelle régionale (une numérotation de 1 à n a été attribuée de façon automatisée à chacune des mailles et les 120 premières ont été retenues). Cependant, avec cette méthode, un certain nombre de sites Natura 2000 se sont retrouvés exempts d'échantillons.

Afin que le plan d'échantillonnage soit représentatif du 1410-3 et de sa répartition en Nouvelle-Aquitaine, le tirage des mailles à échantillonner a alors été réalisé non pas à l'échelle régionale mais à l'échelle du site Natura 2000, en fonction du taux de représentation de l'habitat dans le site. Les sites avec une forte présence du 1410-3 ont donc plus de poids dans le plan d'échantillonnage final.

Une numérotation entre 1 et n est attribuée de façon automatisée à chacune des mailles de présence de chaque site Natura 2000. Puis les premières mailles de chaque site sont sélectionnées pour former les 120 mailles à échantillonner, le nombre de mailles sélectionnées par site dépendant de la surface couverte par l'HIC sur ce site.

L'essentiel du 1410-3 étant compris dans un site Natura 2000, les mailles hors site (soit environ 107 mailles sur les 1030 du plan d'échantillonnage), sont traitées comme un site à part entière.

Le plan d'échantillonnage est disponible sur la Carte 3.

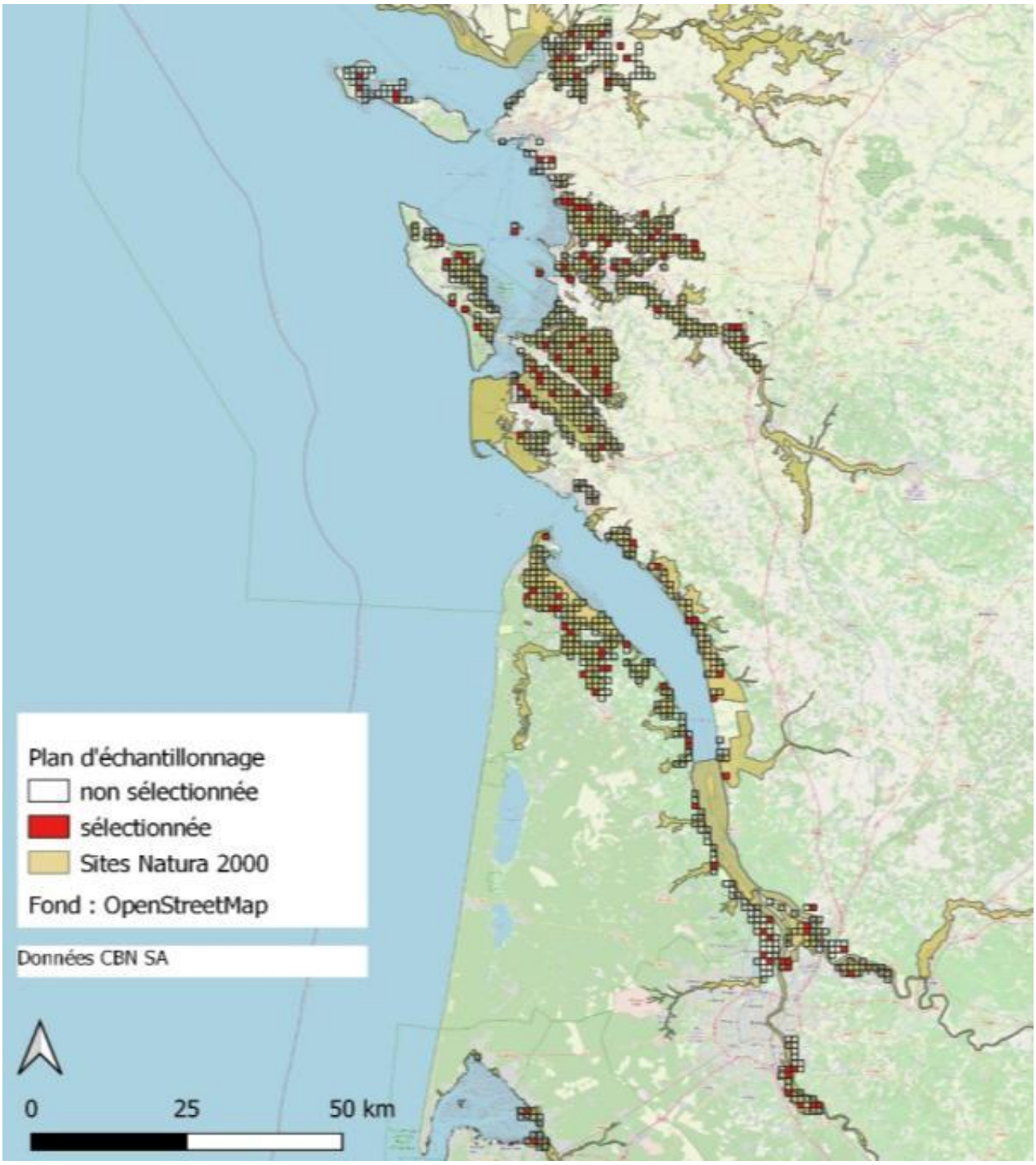
Distribution syntaxonomique des échantillons

Pour rappel, le 1410-3 comporte 3 alliances, 5 associations végétales et un groupement. Compte tenu du niveau de connaissances de la distribution de ses syntaxons, il n'est actuellement pas possible de créer un plan d'échantillonnage stratifié selon les syntaxons. Par contre, la représentativité surfacique de chaque syntaxon peut être estimée à dire d'experts (cf. Tableau 4), ce qui a conduit à un nombre de placettes par syntaxon.

Tableau 4. Répartition des placettes du plan d'échantillonnage dans les différentes alliances.

Alliance	Proportion en % (dire d'experts)	Nombre de placettes
Trifolion maritimi	88	105
Ranunculo - Oenanthion	10	12
Végétations piétinées (*Ranunculo-Menthetum* et *Plantagini-Trifolietum*)	2	3
TOTAL	100	120

L'installation des placettes sur les différentes alliances se fera en fonction des végétations observées sur le terrain.



Carte 3. Plan d'échantillonnage pour le suivi du 1410-3 (données CBNSA)

4.3 Protocole de suivi

L'objectif est ici de suivre sur le très long terme l'évolution qualitative et quantitative des espèces au sein d'un réseau de placettes permanentes pour suivre l'évolution d'indicateurs d'état de conservation des prairies. L'utilisation d'un quadrat, d'une forme et d'une surface déterminée délimité par un cordage et par des piquets géoréférencés avec des coordonnées prises au GPS submétrique, permet de créer une entité qui restera fixe dans le temps et dont la relecture pourra être statistiquement solide (répétabilité de la mesure).

Mais les caractéristiques du quadrat et de l'ensemble du mode de collecte de la donnée doivent être clairement définies dès le départ et bien adaptées à l'objet d'étude. Une modification du protocole en cours de suivi est susceptible d'engendrer des problèmes d'interprétation des résultats.

Pourtant, les retours d'expérience du terrain de 2016 ont conduit à envisager cette année une adaptation du protocole. En effet, la surface du quadrat de 16 m^2 (cf. *supra*), qui est inférieure à l'aire minimale des communautés prairiales (25 m^2), apparait aujourd'hui comme potentiellement insuffisante pour assurer un suivi de qualité. De plus, le nombre de sous-quadrats (5) semble insuffisant pour atteindre un niveau de précision nécessaire pour observer des changements sur un pas de temps de 6 à 12 ans.
Il reste donc préférable d'adapter le protocole dès sa deuxième lecture plutôt que de collecter des données non optimales sur la durée.

4.3.1 Calibration du mode de collecte de la donnée

Le mode de collecte de la donnée restera dans son principe similaire à tous les autres suivis de conservation réalisés en Nouvelle-Aquitaine. Un quadrat permanent d'une surface fixe est géolocalisé précisément pour permettre une relecture exactement au même endroit. Il comporte des sous-quadrats, en nombre et taille déterminés dans lesquels un inventaire exhaustif est réalisé. Il est alors possible d'obtenir une fréquence de chaque taxon au sein du quadrat.

Le quadrat de suivi utilisé dans cette étude doit répondre aux conditions suivantes :

Condition 1 : Collecter la donnée dans une communauté la moins fragmentaire possible
Condition 2 : Le quadrat employé doit pouvoir être utilisé à la fois pour le 1410, le 6510 et le 6520
Condition 3 : Ne pas avoir une surface trop grande en raison de l'hétérogénéité topographique sur le terrain
Condition 4 : Obtenir une donnée quantitativement exacte et suffisamment précise de chaque espèce
Condition 5 : Ne pas collecter de la donnée inutile
Condition 6 : Ne pas y passer trop de temps

La calibration doit donc permettre de :

- Fixer la surface du quadrat ;
- Fixer la taille des sous-quadrats ;
- Fixer le nombre des sous-quadrats.

Forme et taille du quadrat

Afin de permettre une analyse statistique de l'évolution de la composition floristique au sein du quadrat au cours du temps, la zone de relevé de l'information botanique doit être fixe et ses caractéristiques (forme, taille) clairement définies.

La forme retenue est celle du carré car elle est simple à matérialiser sur le terrain, contrairement par exemple à un cercle. Un carré quasiment parfait est obtenu grâce à un cordage marqué aux quatre coins et prolongé par une longueur égale à l'hypoténuse (diagonale du carré) pour former les angles droits.

L'aire de collecte de la donnée botanique doit être suffisamment grande pour capter une communauté suffisamment saturée en espèces. Il faut éviter de travailler sur une communauté fragmentaire. Cette aire doit également ne pas être d'une taille trop grande, au risque de perdre du temps à installer le dispositif et surtout pour limiter le risque d'hétérogénéité écologique au sein du quadrat. Le juste milieu doit être trouvé.

Pour déterminer cette aire de collecte, il est possible de l'assimiler à un relevé phytosociologique. Les phytosociologues de l'école sigmatiste décrivent une communauté végétale en réalisant la liste exhaustive des taxons présents dans une zone supérieure ou égale à son aire minimale.

L'aire minimale peut être définie comme la surface à partir de laquelle le nombre de taxons relevés n'augmente plus ou quasiment plus. Elle doit impérativement s'inscrire dans une surface de végétation homogène, c'est-à-dire une surface floristiquement, physionomiquement mais aussi et surtout écologiquement homogène (pente, luminosité, humidité édaphique etc.) Cette aire peut être contenue sur une surface d'un seul tenant, ou (situation à éviter) répartie sur plusieurs espaces peu éloignés et homogènes, mais où l'aire relevée totale après addition des fragments est supérieure à l'aire minimale (cas d'une végétation en mosaïque)[47,48].

Si cette aire minimale n'est pas atteinte, alors seule une partie du cortège floristique de la communauté végétale sera relevée. Ce relevé est alors dit fragmentaire et non représentatif. Par exemple, des espèces disséminées, mais caractéristiques ou différentielles peuvent en être absentes[49]. L'utilisation de la courbe aire –espèce est une méthode classique mais discutée pour obtenir cette aire minimale.[50,51].

L'aire minimale de relevé dans une communauté végétale de prairie est assez bien documentée dans la bibliographie, avec des surfaces allant de 16 à 50 m^2, voire même 100 m^2[52], avec en général 20-25 m^2[53].

C'est une méthode adaptée de la courbe aire/espèce qui a été adoptée pour déterminer l'aire de collecte du quadrat de suivi. Un quadrat d'une taille similaire à l'aire minimale prairiale est analysé dans son intégralité pour établir une courbe aire/espèce. La surface choisie est de 50 m^2, traduite par un quadrat de 7 mètres de côté (soit une surface de 49 m^2). Le protocole adopté est disponible dans l'ENCADRÉ 2.

---

[47] GILLET, F. 2000. *La phytosociologie synusiale intégrée – Guide méthodologique*. Laboratoire d'écologie végétale et de phytosociologie, Université de Neuchâtel. 67p.
[48] MEDDOUR, R. 2011. *La méthode phytosociologique sigmatiste ou Braun-Blanqueto-Tüxenienne*. Département des Sciences agronomiques, Université Moulous Mammeri de Tizi Ouzou. 40p.
[49] CORRIOL, G. 2003. *Méthodologie pour la réalisation de relevés phytosociologiques*. Conservatoire Botanique national des Pyrénées et Midi Pyrénées. 4p.
[50] MEDDOUR, R. 2011. Cf. note de bas de page n°49.
[51] GILLET, F. 2000. Cf.note de bas de page n° 48
[52] CORRIOL, G. 2003. Cf. note de bas de page n°50.
[53] MEDDOUR, R. 2011. Cf. note de bas de page n° 49.

ENCADRÉ 2. Protocole de calibration du Trifolion maritimi.

Deux quadrats (un grand quadrat de 7 m de côté intégrant un petit quadrat de 4 mètres de côté) sont matérialisés à l'aide d'une corde marquée et de piquets métalliques. La figure 9 illustre la disposition de ces quadrats. Les quadrats sont situés dans une zone homogène sur les plans écologiques, floristiques et physionomiques.

Le petit quadrat de 16 m² est divisé en 64 sous quadrats de 50 cm de côté, analysés individuellement. Le reste du grand quadrat est analysé à l'aide de 33 sous-quadrats de 1 m de côté.

Un relevé floristique exhaustif est réalisé pour chaque sous-quadrat, chaque taxon étant relevé sous la forme « présence/absence ».

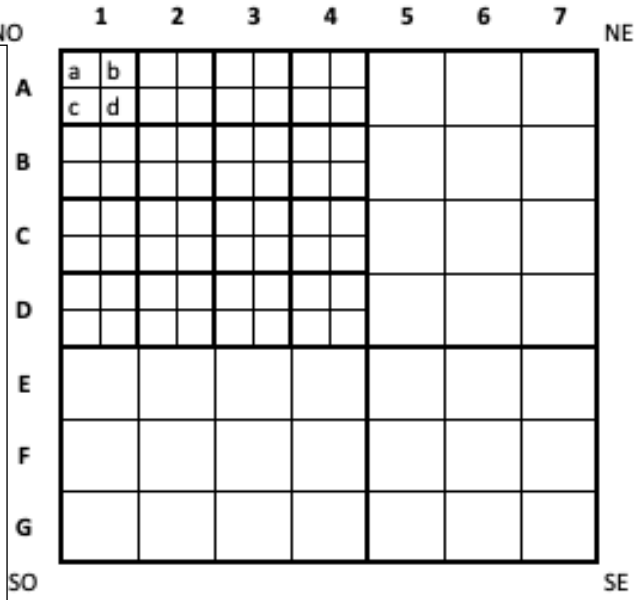


Figure 9. Quadrat de calibration du Trifolion maritimi

Les données recueillies sont analysées sur le logiciel R©. Le package « SSP – *simulation-based sampling protocol* » est utilisé pour créer une modélisation de l'optimisation de l'effort d'échantillonnage qui permet d'obtenir une évaluation statistique du nombre de nouvelles espèces obtenues par mètre carré analysé supplémentaire, sous la forme d'une courbe « % du cortège capté par mètre carré analysé supplémentaire ».
Le script R correspondant à cette analyse est disponible en ANNEXE 5.

La surface du quadrat de suivi est déterminée par le pourcentage d'espèces qu'on accepte de ne pas capter pour gagner du temps de terrain et ne pas risquer de capter plusieurs communautés végétales.

L'objectif n'est pas de déterminer la surface idéale pour chaque type de prairie, mais d'essayer d'obtenir une surface qui pourrait convenir pour la plupart des types prairiaux et au minimum pour les HIC 1410-3 et 6510.

Taille et nombre des sous-quadrats

Les sous-quadrats vont permettre d'obtenir une mesure quantitative des espèces au sein du quadrat (fréquence) en évitant d'avoir recours à une estimation visuelle (comme dans le cas du relevé phytosociologique) sujette au biais observateur. Mais cette mesure quantitative doit être calibrée car, en fonction de la taille et du nombre de sous-quadrats, elle peut être plus ou moins précise et exacte.

La difficulté dans le choix de la surface et du nombre des sous-quadrats est qu'il faut que les données quantitatives obtenues soient les plus représentatives possible de la réalité du terrain, et suffisamment précises pour montrer les changements, tout en limitant le temps de terrain de l'observateur.

La courbe établie pour la détermination de la taille du grand quadrat est réutilisée. La surface couverte par l'ensemble des sous-quadrats est déterminée en fixant le pourcentage d'espèces pour lesquelles on accepte de ne pas avoir de données quantitatives, mais qui seront simplement signalées à l'échelle du grand quadrat.
Cette surface est ensuite subdivisée en un certain nombre de sous-quadrats d'une taille fixée.

Si la surface totale à analyser par les sous-quadrats peut être établie et confortée par la modélisation statistique, il n'existe par contre actuellement et à notre connaissance aucun moyen statistique permettant de décider comment diviser cette surface en sous-quadrats (taille et nombre). Cette décision est donc à prendre en fonction des objectifs de précision (fréquence) et de temps de terrain (surface analysée).

Nombre de sous-quadrats

Le nombre des sous-quadrats affecte la précision de la donnée quantitative. Plus le nombre de sous-quadrats est important, plus la fréquence sera précise, comme illustré sur la Figure 10.

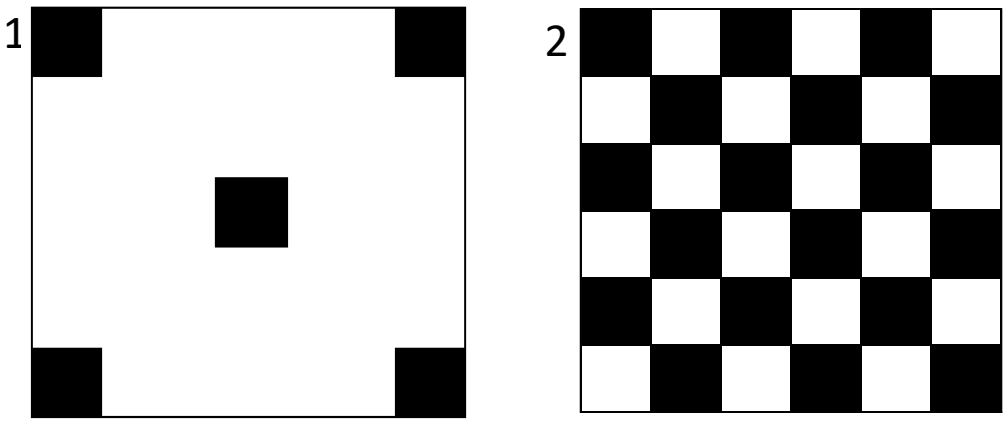


Figure 10. Évolution du nombre de sous-quadrats. 1- fréquence de 0 à 5 ; 2- fréquence de 0 à 18

Taille des sous-quadrats

Deux tailles de sous-quadrats sont envisagées : 1 m^2 (1 m sur 1 m) ou 0,25 m^2 (50 cm sur 50 cm). Une taille supérieure à 1 m^2 compromet la capacité de l'observateur à réaliser une liste exhaustive de la végétation ainsi que la précision de la donnée quantitative. Et une taille inférieure à 0.25 m^2 ne permet pas d'implanter sur le terrain un sous-quadrat, compte tenu de la taille relativement élevée des végétations prairiales.

Répétabilité de la calibration

La calibration est à répéter dans l'idéal pour chaque alliance des HIC à tester, afin de s'assurer que la surface choisie pour le protocole de terrain soit compatible avec chacune de ces alliances. Au moins trois quadrat de calibrations par alliance serait nécessaire pour obtenir des données fiables.

Cependant, certaines de ces alliances, comme le *Ranunculo ophioglossifolii – Oenanthion fistulosae*, couvrent des surfaces réduites. Un quadrat de calibration couvrant l'aire minimale des prairies risque donc de couvrir plusieurs communautés végétales et de fausser les analyses. Il a donc été décidé, pour ces alliances, de réduire la taille du quadrat de calibration, avec un quadrat de 25 m^2 et non de 49 m^2.

Malheureusement, une fois sur le terrain, la calibration de ces végétations particulières n'a pas pu être réalisée, en raison de la période caniculaire qui a empêché la sortie de nombreuses espèces caractéristiques de ces végétations.

C'est donc uniquement la calibration pour le *Trifolion maritimi* qui a pu être réalisée. Le protocole est présenté dans l'ENCADRÉ 2.

4.3.2 Protocole de suivi et phase de terrain

La phase de terrain s'est divisée en deux phases : la relecture des placettes installées en 2016 en Aquitaine et l'installation de nouvelles placettes.

Accès et choix des parcelles

Les propriétaires des parcelles dans lesquelles des placettes ont été implantées en 2016 ont été contactés par les animateurs Natura 2000 des sites concernés. Dans la grande majorité des cas, les placettes ont été relues par les mêmes observateurs qu'en 2016 afin de diminuer le biais observateur. Des autorisations d'accès par mails ont été obtenues pour la plupart des propriétaires.

L'effort d'échantillonnage pour l'installation de nouvelles placettes a été priorisé sur la Charente-Maritime, en raison de la présence importance du 1410-3 dans ce département et de l'absence de dispositifs de suivis.
Toutefois, les contacts des propriétaires des parcelles des sites Natura 2000 de ce département étant très difficiles à obtenir, il n'a pas été possible de recueillir des autorisations d'installation de placettes dans les mailles à échantillonner dans les délais disponibles. De plus, l'arrêté préfectoral d'autorisation d'accès aux propriétés privées a été obtenu après la phase de terrain. En conséquence, seules les parcelles accessibles et non closes ont été prospectées.

Les parcelles sont choisies sur la base de la présence du 1410-3 et non de son bon état, afin d'avoir la meilleure représentation possible de l'habitat. En cas d'absence de l'habitat sur la maille (disparition de l'habitat, fauche de toutes les parcelles accessibles), une nouvelle maille est sélectionnée de façon aléatoire dans le site Natura 2000 prospecté.

Protocole

Première installation du quadrat

Le quadrat est disposé dans la zone représentative de l'alliance visée, en l'orientant vers le Nord et en évitant les effets de bordure.

Un quadrat de 5 mètres de côté[54] est matérialisé par un cordage tendu sur quatre piquets comme illustré sur la Figure 11, l'utilisation de l'hypoténuse permettant d'obtenir un carré régulier. Les quatre coins sont repérés et enregistrés grâce à un GPS submétrique. Lorsque l'autorisation du propriétaire est disponible, quatre piquets en inox sont complètement enfoncés dans le sol aux quatre coins du quadrat.

Relecture d'un quadrat

Figure 11. Matérialisation du quadrat (à gauche) et visualisation du sous-quadrat d'1 m² (à droite), Marais de Rochefort. Crédit photographique : E. Barrès. Le sous-quadrat de 1 m² est encore subdivisé pour améliorer l'inventaire exhaustif des espèces.

Dans le cadre d'une relecture, le quadrat est repéré dans la parcelle grâce aux coordonnées GPS recueillies en 2016, puis une localisation précise des piquets est réalisée grâce à un détecteur de métaux. Le piquet Sud-Ouest est conservé et le quadrat initial de 4*4 mètres est étendu pour former un quadrat de 5*5 mètres, à condition que l'homogénéité écologique soit respectée. Un nouveau repérage au GPS submétrique est alors réalisé.

[54] Pour des raisons de temps de terrain, cette surface a dû être fixée à dire d'expert et confirmée par la suite par l'analyse des résultats de la calibration.

Recueil des données

La structure de la végétation est enregistrée grossièrement grâce à des photographies prises des quatre côtés du quadrat et plus précisément par une estimation de la hauteur de la végétation et du recouvrement des différentes strates. Neuf sous-quadrats dont la disposition est disponible en Figure 12 sont relevés l'un après l'autre toujours dans le même sens selon la numérotation indiquée, à l'aide d'un sous-quadrat en bois ou PVC d'1 m². Des repères placés sur la corde permettent une disposition fiable et répétable des sous-quadrats. Pour chaque sous-quadrat, une liste exhaustive des espèces présentes est réalisée. Une fois les 9 sous-quadrats relevés, les espèces présentes dans le quadrat mais non relevées dans les sous-quadrats sont notées.

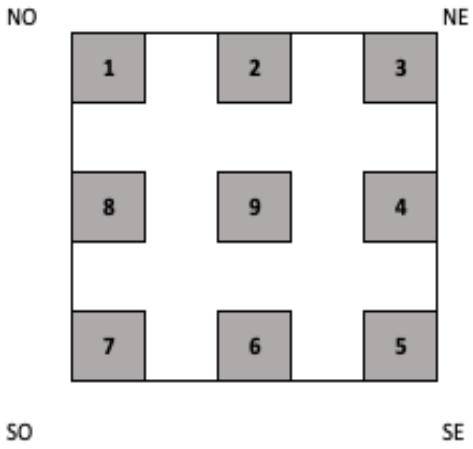


Figure 12. Repérage des sous-quadrats.

Le bordereau de relevé est disponible en ANNEXE 6

4.3.3 Étude statistique diachronique des données de suivi

L'objectif de l'étude diachronique réalisée est de mettre en évidence une éventuelle évolution de l'état de conservation des habitats au travers des placettes installées en 2016.

Quelques analyses exploratoires à but descriptif pourront être réalisées sur les placettes installées en 2022, mais seules les placettes installées en 2016 et relues en 2022 pourront faire l'objet d'une étude diachronique.

Traitement de la base de données

Pour faciliter l'exploitation statistique des données, la liste d'espèce obtenue est ajustée sur avis d'expert :

- Regroupement de *Galium debile, Galium palustre* et *Galium* groupe *palustre* en raison des difficultés de différenciation de ces espèces. Les indices biologiques conservés correspondent à la moyenne entre *G. palustre* et *G. debile* ;
- Regroupement de *Jacobea erratica* (une seule occurrence) avec *Jacobea aquatica* en raison des difficultés de différenciation de ces espèces ;
- *Leontodon* sp. (une seule occurrence) est transformé en *Leontodon* cf. *saxatilis* ;
- *Bolboschoenus* sp. est transformé en *Bolboschoenus maritimus.*

Les données relevées en « Genre cf. espèce » ou « cf. Genre espèce » ont été retranscrites dans la base de données brutes, mais sont considérées valides et intégrées aux analyses.

La présence/ absence de chaque espèce dans chaque sous-quadrat permet de leur attribuer une fréquence. Une espèce présente dans chacun des 9 sous quadrats aura une fréquence de 100, une espèce présente dans un seul sous-quadrat aura une fréquence de 11.
Par convention, une espèce relevée dans le grand quadrat mais absente des sous-quadrats se verra attribuer une fréquence de 6.
Afin de pouvoir réaliser une étude diachronique en comparant les fréquences de présence entre 2016 et 2022, les fréquences de 2016 (0 à 50) sont doublées.

Analyses multivariées

Une première exploration des données de relecture sera réalisée à l'aide d'analyses multivariées. En raison du grand nombre de « zéros » dans la base de données, les données seront analysées par Analyse Factorielle des Correspondances (AFC). Cela permettra d'obtenir un rapprochement des placettes uniquement sur la base de la présence des espèces et non sur l'absence d'une espèce, comme ça serait le cas avec une Analyse en Composante Principale (ACP).

L'objectif de cette analyse est principalement descriptif, et permettra d'identifier d'éventuels sous-groupes au sein du lot de placettes à relire. En effet, ces placettes ayant été installées dans différents habitats et différentes zones géographiques, il est probable que leur composition floristique diffère suffisamment pour qu'une analyse par région/habitat soit nécessaire pour pouvoir exploiter les données.

Il est important de noter que le nombre de placettes installées en 2016 est relativement peu important, en particulier si une analyse par sous-groupe est mise en place. Toutefois, la méthodologie d'exploitation des données doit être déterminée dès la phase de conception du suivi diachronique. Les conclusions éventuelles tirées cette année pourront être confirmées lors de futures lectures, en particulier si d'autres placettes sont ajoutées dans ces sous-groupes dans le futur. Pour rappel, ces suivis ont vocation à être menés sur plusieurs décennies.

Les variables illustratives décrites précédemment seront projetées sur l'AFC pour interpréter les axes et illustrer les paramètres régissant la répartition des placettes. Il s'agit purement d'un rôle illustratif et non explicatif. En effet, ces variables sont :

- Soit directement tirées des listes floristiques des placettes (nombre de taxons) ;
- Soit, dans le cas des indices biologiques, elles sont directement tirées de l'écologie des espèces. Ce ne sont pas des paramètres environnementaux prélevés indépendamment (ex : mesure physique du pH ou de l'humidité du sol), qui permettraient de fournir une explication de la présence de l'espèce à tel endroit.

Le script R correspondant à cette analyse est disponible en ANNEXE 7.

Exploitation des indicateurs

L'évolution de l'état de conservation de l'HIC 1410-3 sera suivie à travers l'évolution des indicateurs sélectionnés pour cet HIC.

La valeur utilisée pour une placette dans les analyses correspond à la **moyenne des valeurs de l'indice écologique de chacun des taxons relevés dans la placette, pondérée par sa fréquence dans le quadrat**, le calcul étant réalisé pour chaque année de lecture.
Puis une **moyenne pour chaque indice et chaque sous-groupe de placette** est réalisée pour chaque année de lecture.

Les moyennes des valeurs de chaque indicateur pour 2016 et 2022 seront comparées à l'aide d'un test statistique (test de Student ou test de Wilcoxon). Une évolution significative de la valeur de l'indicateur va mettre en évidence une évolution de la végétation présente sur la placette entre 2016 et 2022.

Le script R correspondant à cette analyse est disponible en ANNEXE 8.

V Résultats

5.1 Résultats de la calibration

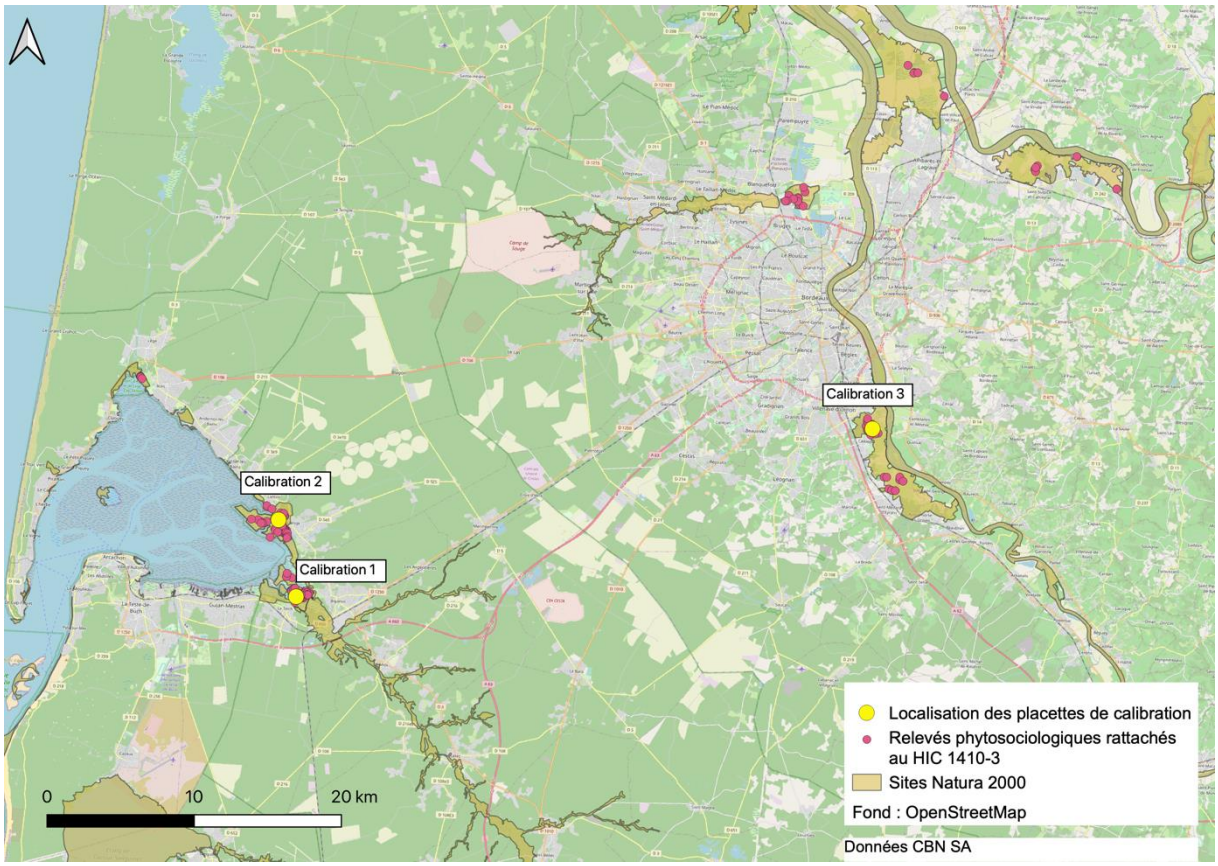
En raison du temps restreint de terrain disponible, de l'avance exceptionnelle de la végétation en 2022 et du temps nécessaire à la préparation du terrain, la calibration n'a pu être effectuée que sur le *Trifolion maritimi*, sur trois parcelles où la présence de cette alliance était confirmée par des relevés phytosociologiques datant de 2013 et 2006 et lors du passage sur le terrain.

Pour ces mêmes raisons, l'exploitation des données de la calibration a été réalisée après la phase de terrain. Le protocole de suivi a donc dû être élaboré à dire d'expert, et sa validation statistique n'a pu se faire qu'à posteriori.
Toutefois, l'intérêt de la démarche de calibration va au-delà de la phase terrain immédiate, et fournit d'une part une validation globale d'un protocole qui sera appliqué pendant de nombreux cycles de rapportage, et d'autre part un protocole de validation transposable à d'autres habitats prairiaux (par exemple dans le cadre de PréSur) ou d'autres HIC suivis.

5.1.1 Description des parcelles de calibration

Les placettes de calibrations ont été installées sur des parcelles où de nombreux relevés phytosociologiques réalisés par des agents du CBNSA ont été rattaché au *Trifolion maritimi*.

La description des placettes est disponible dans le Tableau 5 et leur localisation est précisée sur la Carte 4.



Carte 4. Localisation des placettes de calibration du Trifolion maritimi *(données CBN SA)*

Tableau 5. Description des placettes de calibration du Trifolion maritimi

Identifiant	Localisation	Site Natura 2000	Richesse spécifique	Mode de gestion	Propriétaire
Calibration 1	Delta de la Leyre	FR7200679 – Bassin d'Arcachon et Cap Ferret	21	Pâturage équin extensif	Conseil départemental de la Gironde
Calibration 2	Domaine de Certes	FR7200679 – Bassin d'Arcachon et Cap Ferret	30	Pâturage extensif bovin	Conservatoire du Littoral
Calibration 3	Bocage nord de Cadaujac	FR7200688 – Bocage humide de Cadaujac	38	Fauche exportatrice	Mairie de Cadaujac

5.1.2 Réalisation d'une courbe d'optimisation de l'effort d'échantillonnage

Le package *SSP* (*simulated-based sampling protocol*) utilise des simulations de données écologiques à partir de données « pilotes » et de l'écart-type multivarié basé sur la dissimilarité (MultSE) pour évaluer la précision et la pertinence de différents efforts d'échantillonnage pour une étude.[55,56]

Le package peut gérer et simuler deux types de jeu de données :

- Jeu de donnée *mono-site* : l'effort d'échantillonnage est calculé pour un seul site. Le nombre d'échantillons doit donc permettre d'obtenir un effort d'échantillonnage optimal pour un site. Il peut aussi être utilisé si l'étude comporte plusieurs sites qui doivent pouvoir être analysés séparément. C'est le cas de figure utilisé au CBN SA. En effet, bien que les conclusions sur l'état de conservation des habitats soient à rapporter à l'échelle régionale, l'étude cherche à suivre chaque placette individuellement dans le temps. Les données recueillies doivent donc être les plus complètes possible à l'échelle du site, soit ici la placette.
- Jeu de données *multi-site* : les données fournies dans le jeu de données pilote concernent plusieurs sites (par exemple toutes les données des trois calibrations). Les conclusions rendues par le package *SSP* fournissent le nombre optimal de sites à étudier et d'échantillons à réaliser par site pour obtenir une liste d'espèces la plus complète possible. Ce jeu de données permet de calculer l'effort d'échantillonnage nécessaire pour étudier une population à l'échelle d'une région, lorsque la population couvre plusieurs sites. Cependant, les résultats obtenus par l'échantillonnage, ici la liste d'espèces, n'est complète qu'à l'échelle de la région étudiée, chaque site étudié seul ne fournissant qu'une partie de la liste. Cette méthode n'est donc pas adaptée pour réaliser une étude diachronique.

Quel que soit le cas de figure, le package assume que les conditions environnementales sont identiques quel que soit l'échantillon. Si ces conditions varient, par exemple une étude multi-habitats, ou avec des quadrats dans différentes strates de végétation, alors les simulations doivent être renouvelées et seront indépendantes pour chaque habitat ou chaque strate.

Le package va utiliser des données sources dites « pilotes », correspondant aux données récoltées sur un ou plusieurs sites via un certain nombre d'échantillons. Ces données sont utilisées pour créer un ou

[55] GUERRA-CASTRO et al., 2021. *SSP : an R package to estimate sampling effort in studies of ecological communities.* Ecography, 44:561-573.
[56] GUERRA-CASTRO et al. 2021. *Estimation of sampling effort in community ecology with SSP*. Cran.r-project.org. Disponible sur https://cran.r-project.org/web/packages/SSP/vignettes/SSP-guide.html, consulté le 24/07/2022.

plusieurs jeu(x) de données virtuelles similaires aux données pilotes. Ce(s) jeu(x) de données virtuelles comportent un nombre X de sites potentiels comprenant chacun N lieux d'échantillonnage potentiels. Des efforts d'échantillonnages sont ensuite réalisés pour déterminer le meilleur effort d'échantillonnage au sein de ce(s) jeu(x) de données virtuelles, avec calcul des MultSE. Le code permet de renseigner le nombre maximal de sites à échantillonner (égal à 1 lors d'un fonctionnement en monosite), et le nombre d'échantillons maximal à réaliser.

Lors de l'intégration du jeu de données pilote, le nombre théorique d'espèces attendu est calculé. Dans ce package, ce nombre est estimé grâce à l'indice Chao1. En effet, lors de l'utilisation classique de ce package, les données pilotes sont rarement relevées de façon exhaustive. Cela a pour conséquence de fournir une courbe pour laquelle le pourcentage maximal d'espèces captées est de 80%.
Dans le cas de notre calibration, notre pourcentage capté est bien meilleur, proche des 100%, un relevé exhaustif ayant été effectué. Dans l'état actuel des choses, il n'est pas possible de supprimer cette approche du package *SSP*, mais cela a simplement pour conséquence que, pour une surface donnée, nous pouvons nous attendre à un meilleur pourcentage de captation que dans la simulation fournie par la courbe.

Calibration du *Trifolion maritimi* :

Le package est utilisé en format mono-site et les données de chaque calibration ont été simulés individuellement.

Pour appliquer ce package aux données de calibration, il est considéré que :
- le « site » est un quadrat de calibration ;
- les lieux d'échantillonnage potentiels correspondent à l'ensemble des sous-quadrats potentiels de 1 m^2, soit 49 ;
- le nombre maximal d'échantillons à réaliser reste égal à 49 pour pouvoir observer l'évolution du pourcentage de la liste d'espèces recueillies en fonction du nombre d'échantillons, c'est-à-dire ici de la surface analysée.

Le package affiche également trois « *cut-off points* », illustrés en gris et gris foncé sur la Figure 13. Avant la zone grise, chaque échantillon réalisé supplémentaire permet d'obtenir 5% de données supplémentaires, soit ici de nouvelles espèces. La zone grise correspond à un effort d'échantillonnage où chaque échantillon supplémentaire permet d'obtenir 2,5% de données supplémentaires. Dans la zone gris foncé, considérée comme la zone optimale d'échantillonnage par les créateurs du package, chaque échantillon supplémentaire fournit 1% d'information supplémentaire. Au-delà, ils considèrent que l'effort d'échantillonnage et les moyens nécessaires ne se justifient plus par l'information supplémentaire obtenue.
Ces valeurs sont ajustables et sont intéressantes dans le cadre de notre étude. Néanmoins, l'objectif de la calibration étant de connaitre la surface qui permet d'obtenir une liste d'espèce la plus exhaustive possible, il n'est pas forcément nécessaire de stopper l'effort d'échantillonnage simplement parce que chaque mètre supplémentaire apportera moins de 1% d'information supplémentaire. Il est possible qu'une espèce rare mais très indicatrice se trouve en effet dans ces échantillons supplémentaires.

Par contre, cela peut servir comme aide à la décision pour :
- choisir la surface analysée par les sous-quadrats, qui est inférieure à la surface totale du quadrat de suivi ;
- justifier d'une augmentation de la surface du quadrat de suivi par rapport à 2016 si l'effort d'échantillonnage optimal se situe au-delà des 16 m^2.

Les courbes obtenues pour les deux premières calibrations sont disponibles en Figure 13. La courbe de la troisième calibration, similaire à la première, est disponible en ANNEXE 9.

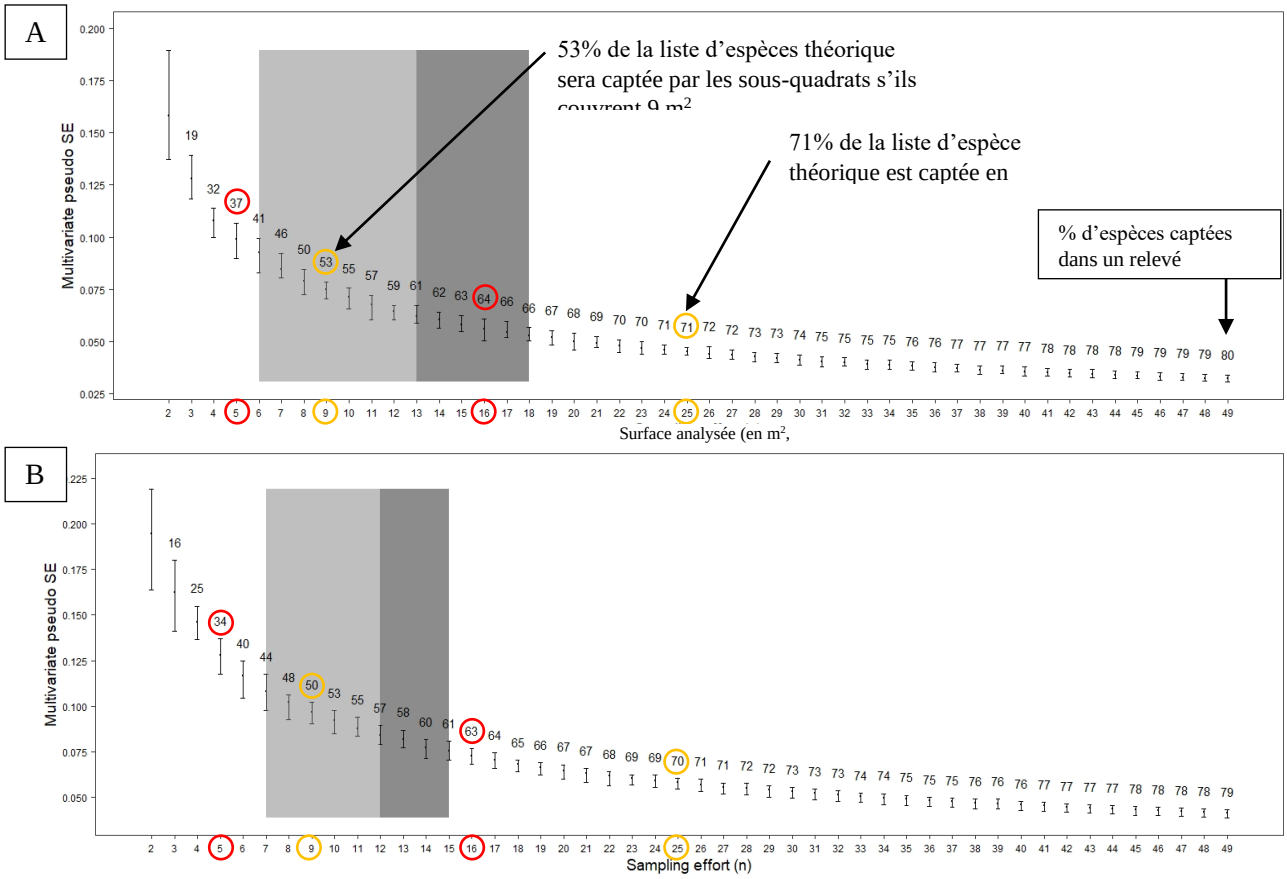


Figure 13. Courbe d'optimisation de l'effort d'échantillonnage – A. Calibration 1 ; B. Calibration 2. Encadré rouge : surfaces quadrat/sous-quadrat de l'étude de 2016. Encadré orange : surfaces quadrat/sous-quadrats sélectionnée en 2022

L'observation des courbes obtenues permet de constater que malgré les différents faciès des trois calibrations qui présentaient un nombre d'espèces varié (respectivement 21, 30 et 38 espèces) **il est possible de capter environ 70% du cortège d'espèces en analysant une surface entre 22 et 25 m²**, ce qui correspondrait à un quadrat de 5x5 mètres de côté et 25 m² de surface pour respecter la forme des quadrats de suivi au CBN SA.

Cette surface semble un bon compromis entre un pourcentage de captation des espèces élevé et un effort de terrain qui doit rester raisonnable. Elle est également au-delà de la zone gris foncé, soit un effort d'échantillonnage déjà considéré optimal par le package *SSP*.

Ces données viennent conforter la décision prise sur avis d'expert d'augmenter la surface du quadrat de suivi de 2016, en passant de 16 m² à 25 m² pour la saison de terrain 2022.

La surface totale à analyser par les sous-quadrats a été fixée à 9 m² pour la saison 2022. En observant les courbes, on constate que cela permet théoriquement de capter 52-53% du cortège d'espèces, soit une « perte » de 17-18% du cortège d'espèces. Considérant qu'en moyenne, sur 2016 et 2022, les relevés comportent environ 20 espèces, cela revient à considérer qu'environ 4 espèces potentielles par quadrat n'auront pas de données quantitatives associées. Elles seront uniquement présentes dans les analyses avec une fréquence attribuée par défaut de 6%.

En raison du temps de terrain limité, il est difficile d'augmenter la surface analysée par les sous-quadrats. C'est donc cette surface qui est conservée.

De plus, la phase terrain a permis de constater qu'un sous-quadrat de taille inférieure à 1 m^2 n'est pas faisable sur le terrain, en raison de la morphologie de la végétation (par exemple présence de mottes de fétuque couvrant l'intégralité d'un sous-quadrat de 50 cm de côté soit 0,25 m^2).

En conséquence, la calibration conforte le protocole utilisé en 2022 et basé sur dire d'expert d'utiliser dans le suivi de la végétation prairiale du *Trifolion maritimi* des **quadrats de suivi de 25 m^2 avec 9 sous-quadrats de 1 m^2.**

Pour pouvoir conclure sur les autres alliances du 1410-3 ainsi que sur les autres habitats (6510 et 6520), les données de calibration de ces végétations seront à intégrer dans le script disponible en ANNEXE 5 (données pilotes) une fois recueillies sur le terrain en début de saison de terrain 2023.

5.2 Exploitation des données de suivi des prairies

5.2.1 Phase de terrain et données obtenues

Comme pour la calibration, les très faibles précipitations depuis le mois de janvier et l'avancement de la végétation a beaucoup joué sur le temps terrain disponible pour installer de nouvelles placettes et relire les placettes de 2016. De plus, les agriculteurs n'étant pas sous contrainte réglementaire de retarder leur période de fauche (MAE) ont fauché les prairies précocement.

Relecture des placettes installées en 2016

Il était initialement prévu de relire les placettes autour des mêmes dates que 2016 (soit entre le 15 et le 30 juin). Avec les conditions météorologiques de 2022, ces relectures ont dû être avancées de 15 jours, limitant ainsi les démarches de calibration du protocole.
Quatre des 32 placettes n'ont pas pu être relues, car elles étaient fauchées ou non accessibles lors du passage des observateurs (dernières placettes relues sur la période de terrain).

Les deux observateurs ayant effectué les relectures avaient participé à la campagne de 2016.

Les placettes et leur statut de relecture sont disponibles sur la Carte 5.

Installation de nouvelles placettes

Avec la fauche précoce observée, il a fallu adapter le plan d'échantillonnage initialement prévu car l'objectif initial de 120 placettes s'est rapidement avéré inatteignable.

Deux options ont été envisagées :

- Diminuer le nombre de placettes à installer, et retirer des mailles sur l'ensemble des sites pour répartir les placettes installées sur le territoire d'étude envisagé initialement ;
- Conserver le plan d'échantillonnage initial (120 placettes) et étaler sur deux ans l'implantation des placettes, en assurant tant que possible une complétude des placettes pour certains sites Natura 2000 dès 2022.

C'est la seconde option qui a été retenue.

Les végétations mésohydrophiles situées à l'Est des sites ont été visitées en priorité, ces parcelles étant susceptibles d'être sèches et fauchées les premières. Toutefois, l'état de sécheresse avancé a provoqué un asséchement des végétations hygrophiles proches des estuaires bien plus précocement qu'attendu, ce qui a compliqué la logistique des visites de mailles.

Un site Natura 2000 a été complètement couvert d'échantillons :

FR5400429 - Marais de Rochefort : 17 placettes sur 17 mailles sélectionnées

Un site Natura 2000 est quasiment intégralement couvert en échantillons :

FR5400431 – Marais de Brouage et Nord Oléron : 14 placettes sur 15 mailles sélectionnées (exclusion de la maille sur l'île Madame)

Le site FR5400430 – Vallée de la Charente (Basse vallée) n'a été que partiellement couvert d'échantillons : 4 placettes sur 9 mailles sélectionnées. Ce site ayant été réalisé en dernier, les secteurs les plus mésotrophes étaient déjà complètement fauchés, et peu de parcelles restaient disponibles même sur les secteurs les plus humides. Ce dernier site a marqué la fin de la période de terrain.

Pour les autres sites, les échantillons devront être implantés ultérieurement, idéalement en 2023 et impérativement avant la relecture des placettes de 2022 (c'est-à-dire en 2028) afin de pouvoir réaliser des analyses par cycle de rapportage de six ans.

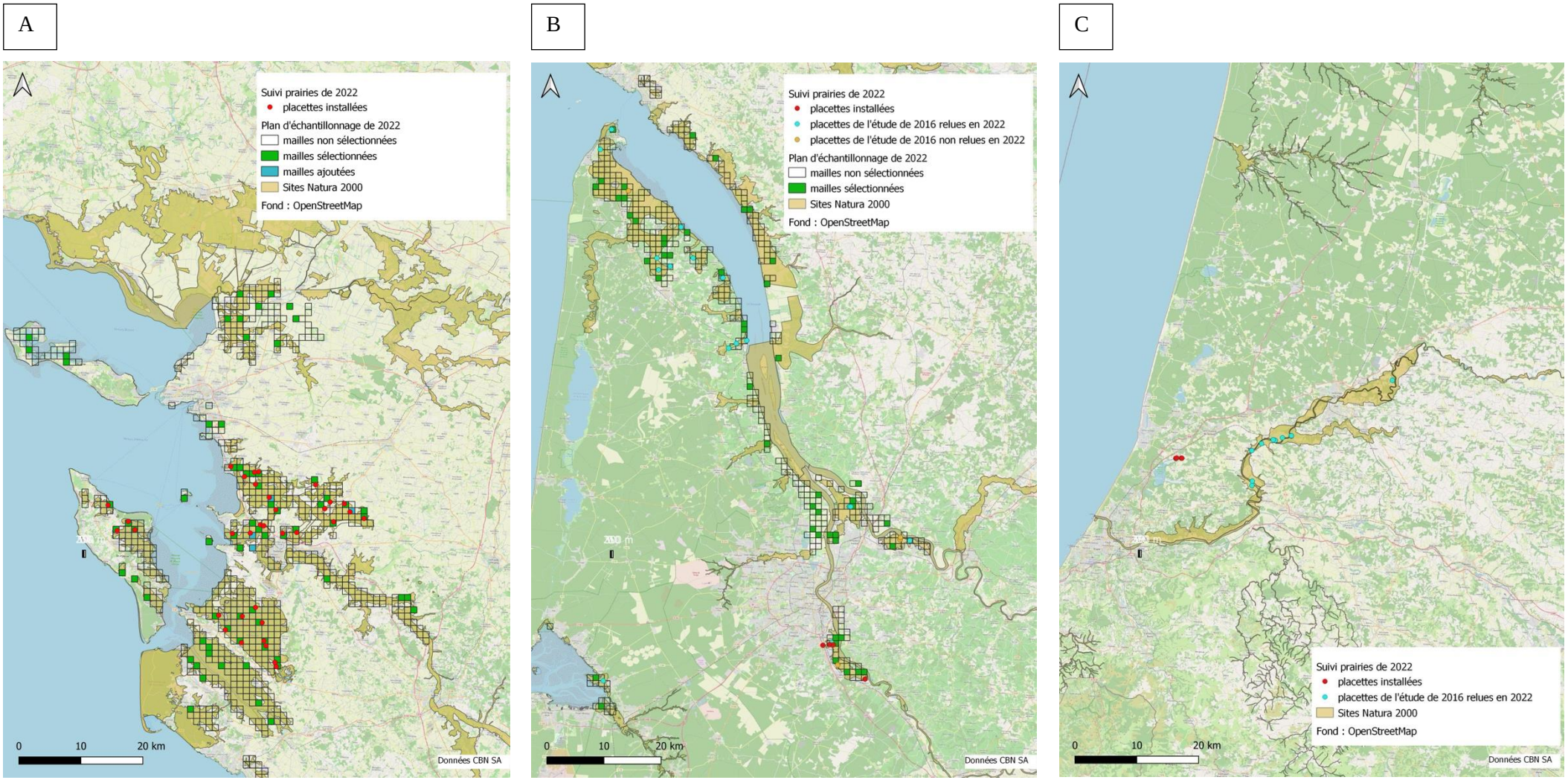
Il n'a pas toujours été possible d'installer une placette sur les mailles initialement sélectionnées :

- Soit parce que l'ensemble des parcelles étaient fauchées, ou occupées par de gros troupeaux bovins perturbant les lectures au sol ;
- Soit parce qu'aucune des parcelles n'était accessible légalement ;
- Soit une combinaison des deux facteurs.

En effet, l'arrêté préfectoral d'autorisation d'accès aux propriétés privées en Charente-Maritime ayant été obtenu seulement après la phase de terrain, il n'a pas toujours été possible de tout prospecter.

Dans ce cas, soit une parcelle adjacente présentait une parcelle favorable à l'implantation d'une placette, soit une nouvelle placette était tirée au sort sur le site.

Les placettes installées en 2022 sont disponibles sur la Carte 5.



Carte 5. Répartition des placettes installées, relues, et non relues en 2022 en Nouvelle-Aquitaine. A : secteur Charente-Maritime. B : Secteur estuaire de la Gironde et Bassin d'Arcachon. C : secteur Barthes de l'Adour

5.2.2 Étude diachronique 2016-2022

Ajustement de la base de données

Chaque placette possède un code unique, conservé tout au long de ses relectures et associé à un numéro de lecture. Pour simplifier les analyses et la lecture des graphes, un code plus court a été associé à chaque placette pour la phase d'analyse. Les correspondances sont disponibles en ANNEXE 10.

Les placettes n'ayant pas pu être relues en 2022 ont été retirées de la base de données de 2016 pour les analyses :

- FR7200680 - Marais du Bas Médoc : 20160601-PL6 ;
- FR7200682 - Palus de Saint Loubès et Yzons : 20160609-ALF4 et 20160609-ALF5 ;
- FR7200688 - Bocage humide de Cadaujac : 20160608-ALF1.

Pour chaque placette restante et pour chaque année de lecture, un calcul des indicateurs a été effectué (méthodologie : cf. *supra*).
Des extraits des différentes bases de données utilisées pour l'AFC, la projection des indicateurs et la comparaison des indices entre 2016 et 2022 sont disponibles en ANNEXE 11.

Analyse Factorielle par Correspondance

La première AFC réalisée a mis en évidence des placettes « extrêmes », qui vont forcer le rapprochement graphique des autres placettes et gêner l'interprétation de l'AFC :

- 20160623-PL5 : placette installée sur une prairie de la commune de LE-VERDON-SUR-MER (33123), située hors site Natura 2000 et très fortement dégradée par le surpâturage ;
- 20160622-TB16 : placette installée dans une mégaphorbiaie subhalophile.

Ces placettes n'étant pas directement rattachables au 1410-3 ou au 6510, elles sont exclues de l'analyse.

L'objectif principal de l'AFC dans cette étude est de permettre une visualisation graphique des sous-groupes suspectés en raison des différences de localisation et d'HIC des placettes installées en 2016 (cf. *supra*).

Les indicateurs sélectionnés sont projetés sur l'AFC des placettes afin d'illustrer et d'interpréter la répartition des quadrats. Cette AFC est visible sur la Figure 14.

Le pourcentage de variance de cette AFC est faible (18.53% sur les deux premiers axes), ce qui est très généralement le cas en écologie végétale. Cela pourrait être lié à la relative hétérogénéité des végétations échantillonnées, à la diversité des facteurs qui les conditionnent et à leurs divers états de conservation.[57]

[57] CLERO, C., ROMEYER, K., LE FOULER, A., 2020 (non publié). *Suivi et évaluation de l'état de conservation des habitats communautaires des pelouses calcaires – Méthodologie, grille d'évaluation et analyse diachronique 2013-2019*. Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique, 74p + annexes.

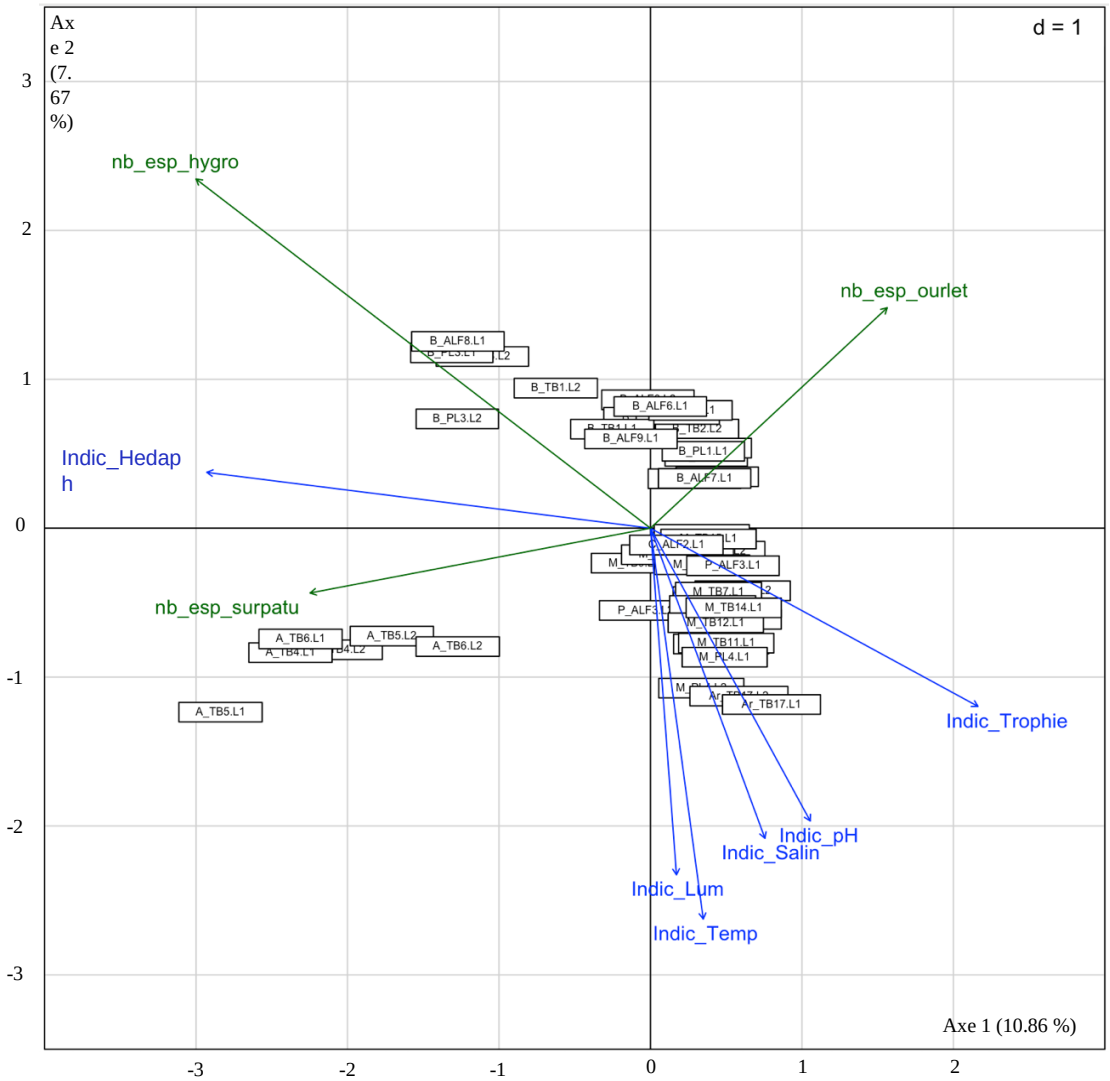


Figure 14. Ordination des placettes par AFC sur les deux premières dimensions

Les quadrats situés à gauche de l'axe étant plus riches en taxons hygrophiles et hydrophiles (*Oenanthe fistulosa*, *Eleocharis palustris*, *Ranunculus flammula* etc. (en bleu sur la Figure 15)) que ceux à droite, associés au surpâturage pour les placettes du Bec d'Ambès (quart en bas à gauche de l'AFC) avec des taxons comme *Plantago major*, *Argentina anserina* et *Juncus effusus* (en orange sur la Figure 15).
La dimension 1 traduit donc un gradient lié à l'humidité édaphique et à la pression de pâturage.

Les quadrats du nord de l'Aquitaine, exposés à un climat plus sec et plus chaud que les quadrats du sud proches du pays basque, sont situés dans le plan inférieur de l'AFC, ceux du Sud étant dans le plan supérieur. Les quadrats du nord semblent également associés à une végétation plus subhalophile (*Polypogon maritimus*, *Elytrigia acuta*, *Hordeum marinum* etc. [en vert sur la Figure 15]) et rattachables au 1410-3.
La dimension 2 traduit donc un gradient lié à la latitude, illustrée par la température et la luminosité.

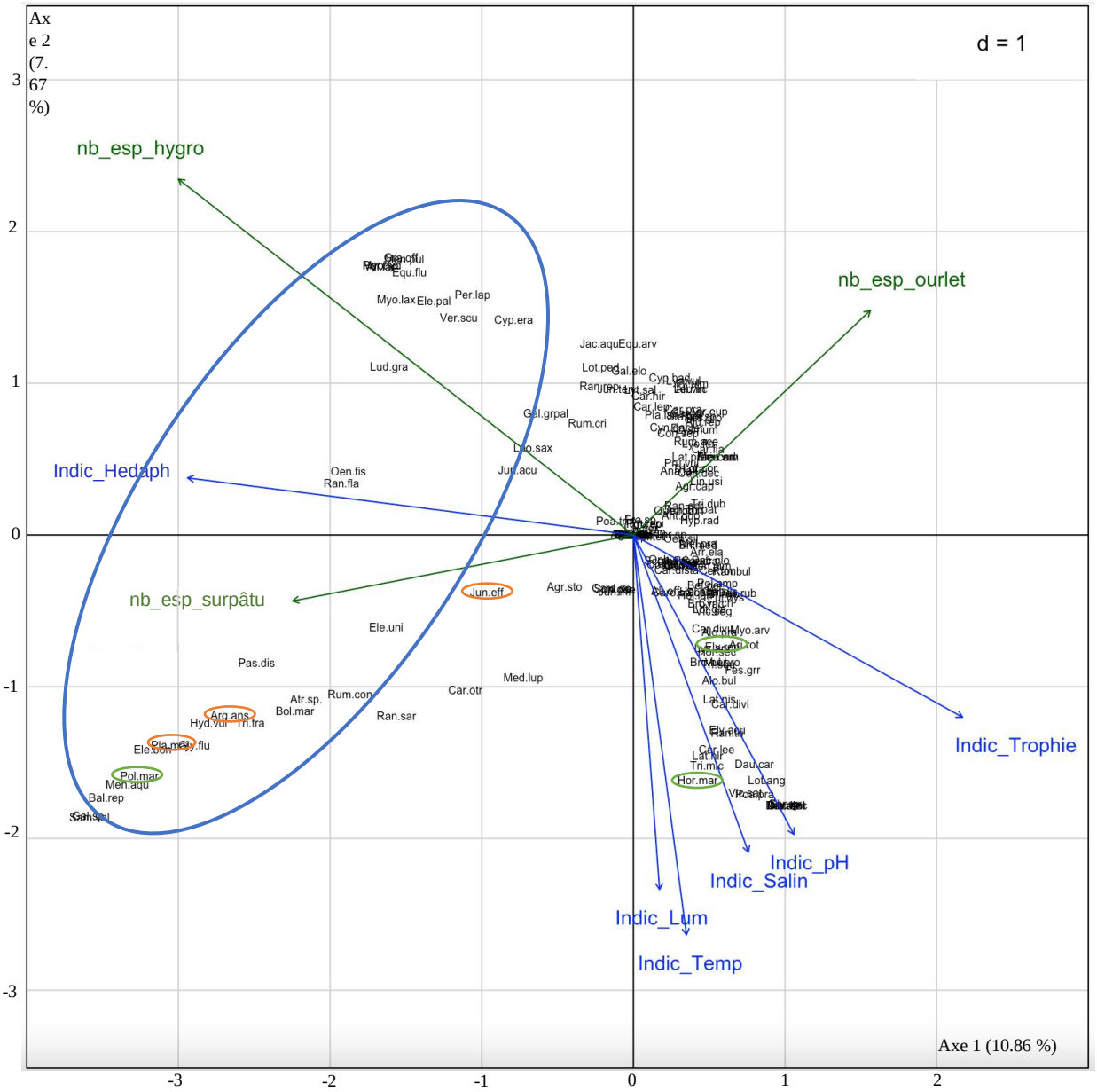


Figure 15. Ordination des taxons par AFC sur les deux premières dimensions.

Enfin, la dimension 3 est plus difficile à interpréter (projection disponible en ANNEXE 12), avec une faible différenciation des placettes selon cet axe.

Les quadrats semblent se diviser en trois groupes, selon une tendance régionale. Une clustérisation par classification automatique (CAH) est utilisée pour confirmer ces groupes. Elle est réalisée sur le jeu de données des relectures avec et sans exclusion des placettes PL5 et TB16 ce qui confirme la position à part de ces deux placettes (cf. ANNEXE 13 pour la version avec ces placettes).

La clustérisation effectuée (cf. Figure 16), associée à la projection des indices sur l'AFC, permet de définir trois sous-groupes régionalisés (cf. Carte 6) :

- **Groupe des placettes des Barthes de l'Adour** (10 placettes) : sur le terrain, ces placettes semblaient être installées sur une communauté basale du 1410-3, ayant dérivé vers des prairies du *Bromion racemosi* Tüxen ex B. Foucault 2008. Elles sont séparées des prairies du Médoc par une végétation moins thermophile et une perte des espèces subhalophiles et semblent plus fermées (présence d'espèces d'ourlet, à l'opposé du gradient de luminosité). Certaines de ces placettes sont également plus humides que le reste des placettes de Barthes et du Médoc, et forment un sous-groupe du groupe Barthes lorsque la clustérisation est plus fine.
- **Groupe des placettes du Marais du Bec d'Ambès** (3 placettes) **:** ce groupe n'était pas pressenti au début des analyses, mais diffère fortement des autres placettes de la région. Ces prairies sont plus humides, et semblent soumises à une gestion par pâturage entrainant la présence de plus d'espèces de surpâturage que les autres placettes.
  Remarque : quel que soit la région prospectée en 2016 ou 2022, au moins une partie des parcelles avec placette de suivi est pâturée. L'augmentation des taxons indicateurs de surpâturage va donc bien indiquer du surpâturage et non simplement une gestion par pâturage à l'opposé d'une gestion par fauche.
- **Groupe des placettes de la région du Médoc** (13 placettes), réparties sur 5 sites Natura 2000 : « Marais du Bas Médoc », « Marais du Haut Médoc », « Bocage humide de Cadaujac », « Palus de Saint Loubès et Yzons » et « Bassin d'Arcachon et Cap Ferret » : d'après les relevés effectués, ces placettes correspondent directement à l'habitat 1410-3, ce qui se traduit bien sur l'AFC par une forte corrélation à l'indice biologique Salinité.

Pour préparer l'étude diachronique sur la base des indices biologiques et obtenir une vision graphique des deux années de lecture, une projection des deux lectures regroupées par sous-groupe a été réalisée sur l'AFC. Cette projection est visible sur la Figure 17.

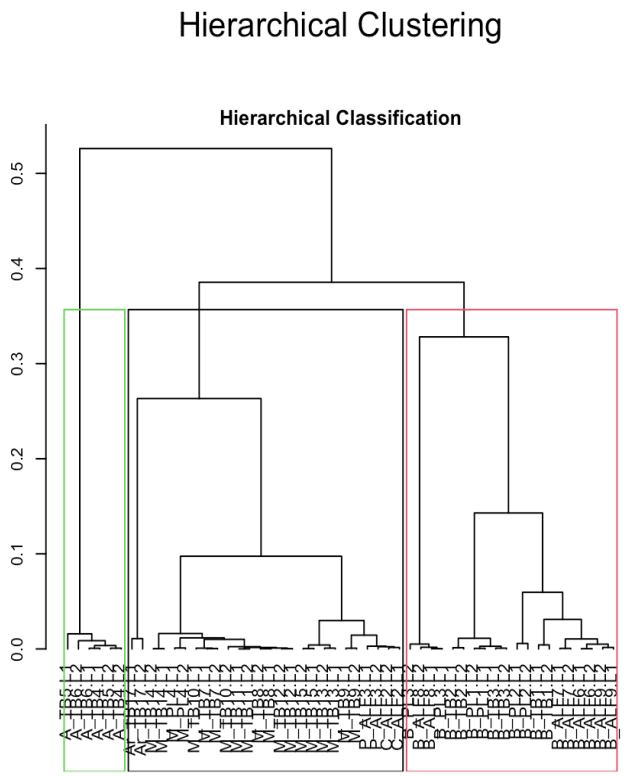
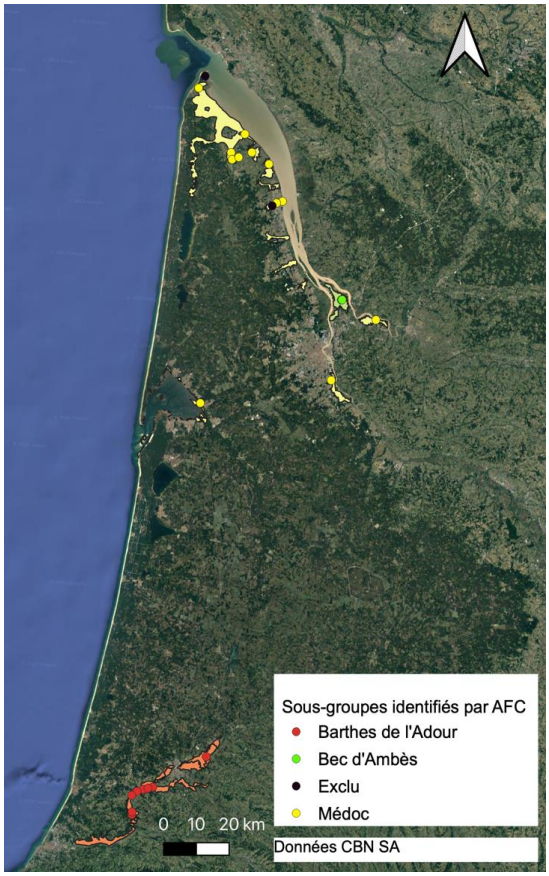


Figure 16. Dendrogramme d'après la CAH après ordination par l'AFC en excluant les placettes extrêmes. En vert : placettes du Marais du Bec d'Ambès ; en noir : placettes de la région du



Carte 6. Localisation des trois sous-groupes identifiés par AFC

Très peu de différences sont visibles entre les deux lectures, à l'exception des lectures du Bec d'Ambès. Toutefois, au vu du très faible nombre de placettes dans ce sous-groupe, il parait difficile de porter une conclusion statistiquement fiable, et surtout valable pour l'ensemble du territoire. Une vision plus fine pour chaque groupe de placettes avec une AFC par sous-groupe est disponible en ANNEXE 14, où la principale observation consiste en **une légère augmentation de l'indice d'humidité édaphique en 2022 dans les Barthes de l'Adour.**

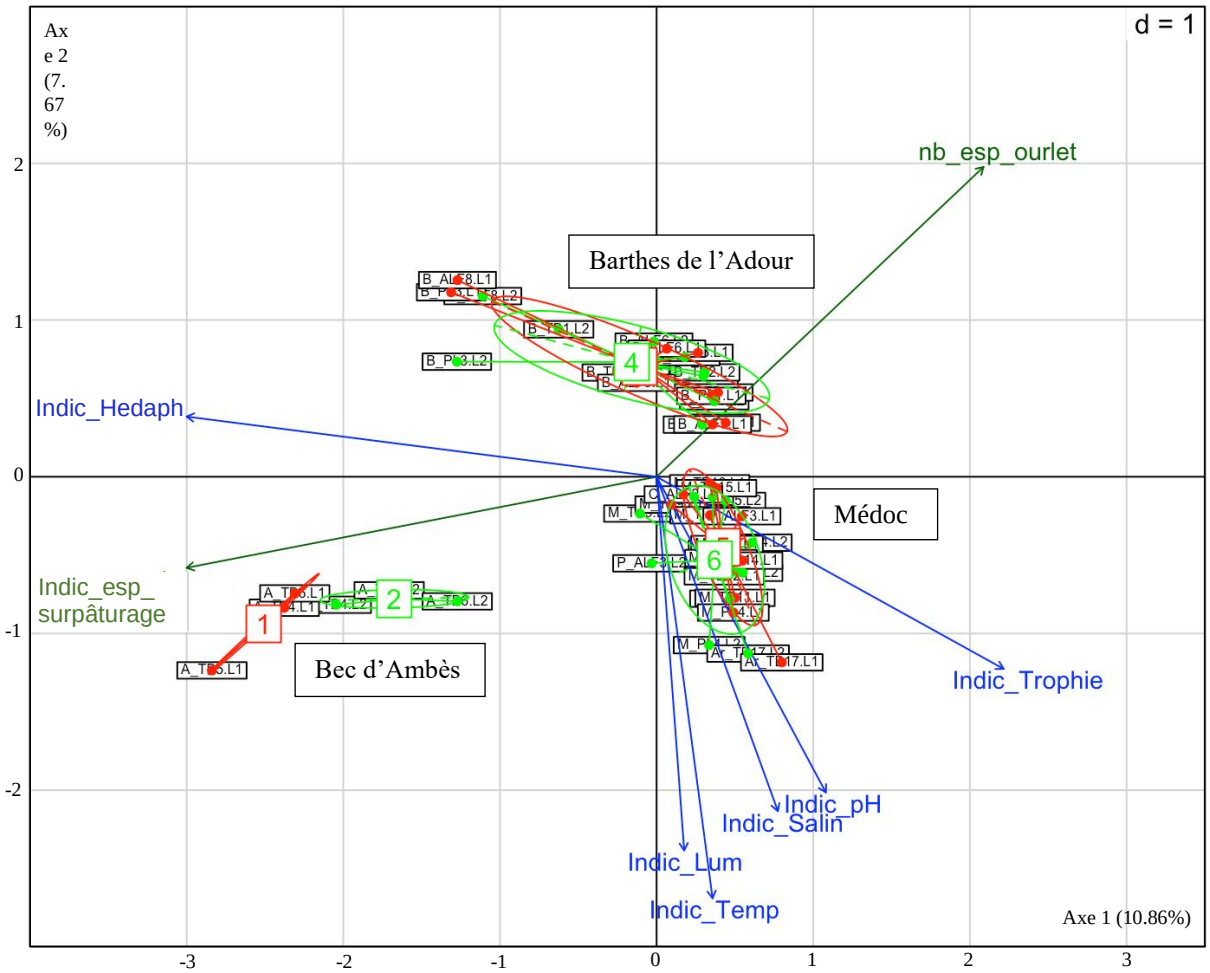


Figure 17. Projection des deux lectures pour chaque sous-groupe sur l'AFC. En rouge : lecture de 2016 ; en vert : lecture de 2022

Indices d'état de conservation

L'état de conservation de ces végétations, évaluées à travers leur composition floristique, semble d'après l'analyse multivariée être restée stable au cours de ces 6 dernières années.

Afin de s'en assurer et d'avoir une confirmation statistique de ces conclusions graphiques, la comparaison des moyennes de chaque indicateur entre les deux lectures a été réalisée. Cette analyse est réalisée pour chacun des trois sous-groupes identifiés. L'ensemble des valeurs obtenues est rassemblé dans le Tableau 6.

Comme l'AFC le laissait suspecter, très peu de différences sont significatives. Les différences entre les moyennes des deux lectures sont très faibles, et le nombre de placettes nécessaires pour mettre en

évidence une différence, compte tenu de l'écart entre les moyennes et l'écart -type observé, dépasse largement le nombre d'échantillons disponibles.

Dans les Barthes de l'Adour, seule la différence du nombre d'espèces hygrophiles change entre les deux lectures (p-value de 0.038), avec une augmentation en 2022 comme illustré sur la Figure 18). Cependant, l'indice d'humidité édaphique n'ayant lui pas subi d'évolution significative, il est difficile d'estimer le véritable impact de cette différence sur l'état de conservation, en particulier car la différence ne porte que sur une augmentation de 1.8 espèces entre 2016 et 2022 (le nombre d'espèces variant entre 4 et 15 espèces en 2016, 8 et 17 en 2022).

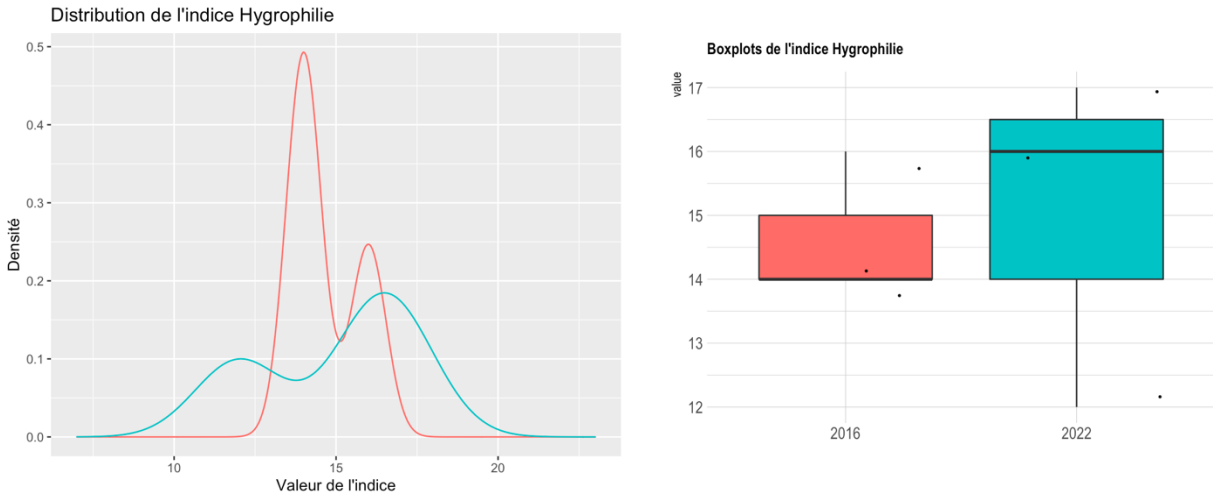


Figure 18. Distribution de l'indice "Nombre d'espèces hygrophiles" et boxplot associée pour le groupe "Barthes de l'Adour".

Tableau 6. Tableau des analyses réalisées pour l'analyse diachronique pour chaque cluster

			COMPARAISON DES MOYENNES						
Cluster	**Groupes d'indices**	**Indices**	**Nombre de placettes**	**Test de comparaison utilisé**	**Moyenne de l'indice pour L1**	**Moyenne de l'indice pour L2**	**Différence entre les moyennes**	**Erreur standard**	**Significativité de la différence (p-value)**
Cluster 1 : Barthes de l'Adour	Indicateurs biologiques sélectionnés	Luminosité	10	Student	7,216	7,169	-0.04666	0.1881	0.3903
		Température		Student	5,348	5,297	-0.05050	0.1067	0.1616
		Humidité édaphique		Student	6,579	6,649	0.07060	0.9474	0.5347
		niveau trophique		Wilcoxon	5,233	5,281	0.04893	0.3779	0.375
		salinité		Wilcoxon	1,142	1,157	0.015235	0.2335	0.5839
		MO		Student	5,656	5,724	0.068416	1.2263	0.7402
	indicateurs supplémentaires (cf. grille d'évaluation)	nb de taxons indicateurs de dynamique		Student	1,9	1,7	-0.2	1.7158	0.5086
		nb de taxons indicateurs de nv trophique élevé		Wilcoxon	0,7	1	0.3	0.8645	0.233
		nb de taxons indicateurs de perturbation		NA	0,1	0,1	0	0.3162	NA
		nb de taxons indicateurs de surpâturage		Wilcoxon	0,6	0,7	0.1	0.9513	0.7728
		nb de taxons subhalophiles		NA	NA	NA	NA	NA	NA
		nb de taxon nettement hygrophiles ou hydrophiles		Student	11	12,8	1.8	3.3796	0.03832
		Richesse spécifique		Student	22,4	24,3	1.9	5.3604	0.1659
Cluster 2 : Marais du Bec d'Ambès	Indicateurs biologiques sélectionnés	Luminosité	3	Student	7,480	7,406	-0.07349	0.1417	0.5569
		Température		Student	5,756	5,549	-0.2076	0.05081	0.06533
		Humidité édaphique		Student	8,093	7,639	-0.4542	0.3414	0.3261
		niveau trophique		Student	4,730	5,295	0.5649	0.2036	0.123
		salinité		Student	1,445	1,484	0.03845	0.1799	0.6948
		MO		Student	7,744	6,771	-0.9729	0.5692	0.2731
	indicateurs supplémentaires (cf. grille d'évaluation)	nb de taxons indicateurs de dynamique		Student	0,333	1,333	1	1.0524	0.2254
		nb de taxons indicateurs de nv trophique élevé		NA	NA	NA	NA	NA	NA
		nb de taxons indicateurs de perturbation		Wilcoxon	0,000	0,333	0.3333	0.2886	1
		nb de taxons indicateurs de surpâturage		Student	1,667	1,667	0	1.3411	1
		nb de taxons subhalophiles		NA	NA	NA	NA	NA	NA
		nb de taxon nettement hygrophiles ou hydrophiles		Student	14,667	15,000	0.3333	1.9002	0.8399
		Richesse spécifique		Student	17,000	20,000	3	2.8228	0.3555
Cluster 3 : Bas et Haut Médoc, Bocage humide de Cadaujac, Palus de St Loubes et Yzons	Indicateurs biologiques sélectionnés	Luminosité	13	Student	7,453	7,537	0.08356	0.1937	0.07335
		Température		Wilcoxon	5,697	5,748	0.05139	0.2716	0.05737
		Humidité édaphique		Student	6,342	6,387	0.04480	0.4750	0.609
		niveau trophique		Student	5,586	5,654	0.06837	0.2174	0.4693
		salinité		Student	1,647	1,741	0.09372	0.3286	0.4389
		MO		Student	5,122	5,174	0.05258	0.7188	0.6682
	indicateurs supplémentaires (cf. grille d'évaluation)	nb de taxons indicateurs de dynamique		Student	1,923	1,692	-0.2307	1.3783	0.4608
		nb de taxons indicateurs de nv trophique élevé		Wilcoxon	0,308	0,615	0.3076	0.6241	0.1294
		nb de taxons indicateurs de perturbation		Wilcoxon	0,154	0,385	0.2307	0.5129	0.3741
		nb de taxons indicateurs de surpâturage		Wilcoxon	0,462	0,462	0	0.7182	1
		nb de taxons subhalophiles		Wilcoxon	1,308	1,538	0.2307	1.0407	0.3447
		nb de taxon nettement hygrophiles ou hydrophiles		Student	9,231	9,615	0.3846	3.6706	0.7865
		Richesse spécifique		Student	20,769	22,462	1.6923	5.5281	0.09798

Dans le groupe de placettes du Médoc, les indices Lumière et Température sont à la limite de la significativité (p-values de 0.073 et 0.057, significatives en acceptant un risque alpha de 10% au lieu de 5%). La distribution de ces indices est disponible en Figure 19.

L'augmentation reste très modérée. Il faudra confirmer cette tendance dans 6 ans pour constater s'il s'agit d'une évolution du cortège floristique liée à une augmentation durable des températures (mais le pas de temps de 6 ans semble réduit pour ce type d'évolution) ou si elle traduit la météo particulièrement chaude de 2022, avec une disparition précoce ou l'absence de sortie des espèces les moins résistantes aux fortes températures.

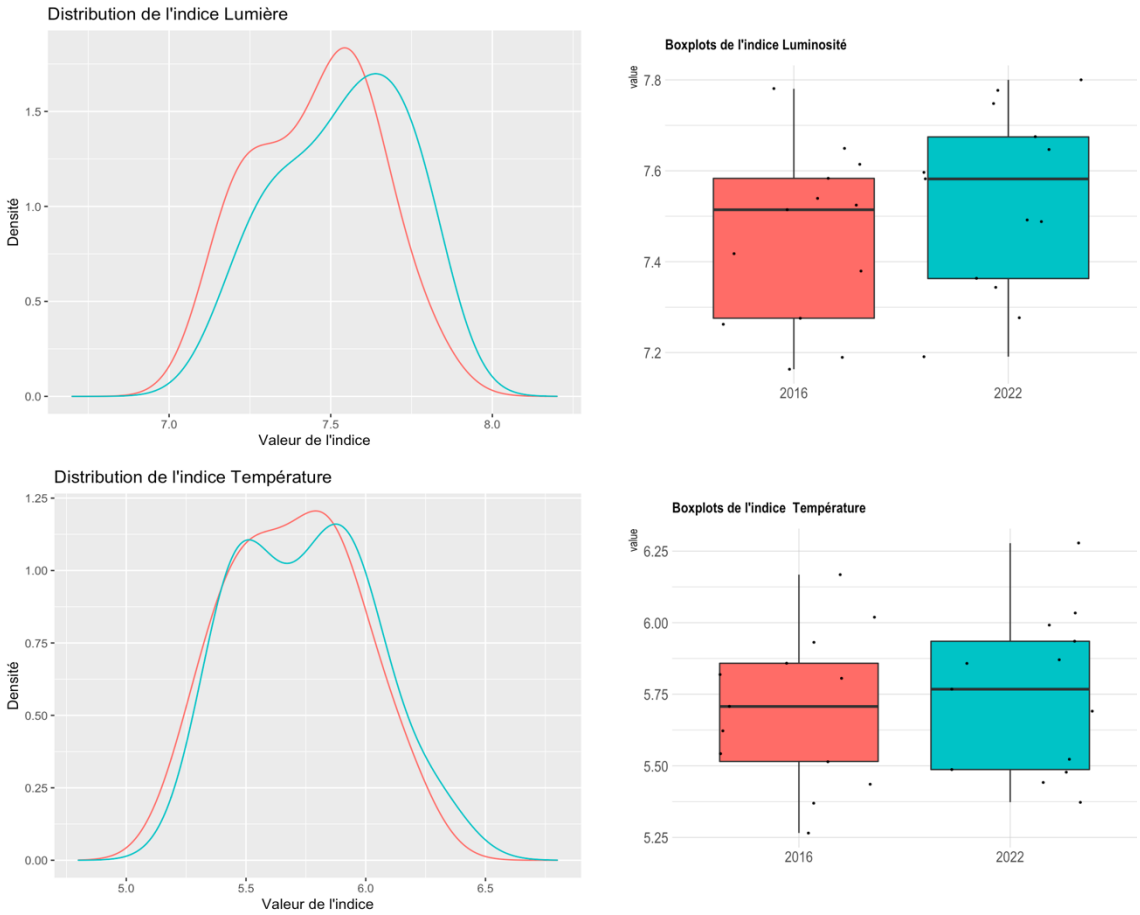


Figure 19. Distribution des indices « Luminosité » et « Température » et boxplots associées pour le groupe « Médoc ».

En ce qui concerne les placettes du Marais du Bec d'Ambès, l'interprétation est encore plus délicate. Seules trois placettes sont présentes sur le site, ce qui en statistiques ne sera pas significatif. On constate néanmoins une forte différence entre les moyennes des deux années de lecture pour chaque placette individuelle. A l'échelle de la placette, il est possible d'observer que la végétation, initialement située sur un substrat plus humide que le reste des placettes du Médoc, fait l'objet un pâturage assez intensif, avec une augmentation du niveau trophique et une baisse de l'humidité édaphique entre 2016 et 2022.

En conséquence, même si ces observations ne sont pas extrapolables à l'ensemble du Bec d'Ambès en raison du faible nombre d'échantillons, il sera très intéressant de suivre l'évolution de la végétation dans le marais, avec des conclusions portées à l'échelle du site Natura 2000.

Enfin, la différence de richesse spécifique entre les deux lectures n'est pas jugée significative, dans aucun des groupes (p-values de 0.16, 0.39 et 0.09). Il est toutefois possible de noter que le nombre

d'espèces relevées en 2022 était en général supérieur au nombre d'espèces relevé en 2016 pour la grande majorité des quadrats, ce qui pourrait être attribué à l'effet biais observateur conduisant à une augmentation de la richesse spécifique lors des premières relectures de dispositifs de suivis. (cf. *supra*.[58, 59])

Toutefois, l'objectif principal du dispositif de suivi étant de mettre en évidence une évolution de l'état de conservation, et tout particulièrement, dans le cas des prairies, de détecter une dérive vers un état de fermeture du milieu ou d'eutrophisation de la prairie, il n'est pas forcément nécessaire d'être capable de mettre en évidence des variations aussi faibles. L'essentiel est de pouvoir détecter des variations indiquant le basculement, ou tout du moins le rapprochement, dans une végétation-contact. Pour cela, il est nécessaire de connaitre quelles sont les différences à mettre en évidence au niveau des indicateurs pour distinguer la végétation suivie de la végétation contact.

5.2.3 Comparaison des résultats obtenus aux végétations contacts du 1410-3

La dynamique des prairies du 1410-3 reste encore assez mal connue en Nouvelle-Aquitaine, car elle est assez rarement observée. En effet, ces prairies sont encore très exploitées, majoritairement en pâturage et parfois en tant que prairie de fauche et sont très rarement en déprise.

Pour tester cette approche, les résultats des suivis ont été comparés à une végétation observée au contact du 1410-3 en Nouvelle-Aquitaine, le *Calystegio sepium – Althaeion officinalis* B. Foucault, 2011[60] afin de détecter des seuils et valeurs de référence qui pourraient nous permettre de détecter le basculement des végétations du 1410-3 suivies vers la série dynamique.

Pour cela, les relevés rattachés à l'alliance du *Calystegio sepium – Althaeion officinalis* ont été tirés de l'OBV-NA et leurs données floristiques ont été traitées comme celles des relevés de suivi. Cependant, comme la méthodologie des relevés ne correspond pas à celle des suivis, deux approches ont été utilisées pour essayer de rendre la comparaison possible.

Pour essayer de comparer la végétation contact aux moyennes des indices pondérées par les fréquences de présence, les indices d'abondance-dominance recueillis lors des relevés ont été transformés en fréquences de présence[61] (correspondances disponibles en ANNEXE 15), puis une moyenne pondérée par ces fréquences a été calculée pour chaque indice et chaque relevé. Cette approximation reste perfectible (manque d'objectivité des coefficients d'abondance -dominances initialement rejetés pour le suivi, peu de coefficients élevés dans les relevés en comparaison aux fréquences de présence dans les quadrats de suivi, etc.) mais elle permet une première approche quantitative.

Les résultats obtenus avec pondération par les fréquences sont visibles dans le Tableau 7.

---

[58] ARCHAUX, F., BOULANGER, V., CAMARET, S., CORCKET, E., DUPOUEY, J.L. et al. 2009. *RENECOFOR. Dix ans de suivi de la végétation forestière : aspects méthodologiques et évolution temporelle de la flore (1994/1995-2005).* Office National des Forêts, 474p.

[59] DAVID, R., ROMEYER, K., 2019. *Chapitre 1. Communautés végétales de plaine et de montagne*. 60p. *In* MALLARD, F. *Programme les sentinelles du climat – Tome VIII : Écologie du changement climatique en région Nouvelle-Aquitaine*. C. Nature, Le Haillon, Gironde, 605p.

[60] Mégaphorbiaie oligohalophile de zones subesttuariennes, du cours inférieur des fleuves soumis aux marées d'eau douce et de salines intérieures.

[61] *Bordereau d'inventaire phytosociologique - CBNSA*, OBV-NA. Disponible sur https://obv-na.fr/ressources#terrain, consulté le 4/08/2022

Tableau 7. Comparaison des indicateurs biologiques entre le Calystegio-Althaeion *et les placettes du 1410-3 (Cluster 3)*

LECTURE 1 (2016)

Cluster	Groupes d'indices	Indices	Nombre de placettes	COMPARAISON DES MOYENNES: Test de comparaison utilisé	Moyenne de l'indice pour L1 des placettes	Moyenne de l'indice pour Calystegio-Althaeion	Valeur de la p-value
Cluster 3 : Médoc, Cadaujac, Palus	Indicateurs biologiques sélectionnés	Luminosité	10 relevés 13 placettes	Student	7.4533	6.7635	0.01392
		Température		Student	5.6969	5.1141	0.005356
		Humidité édaphique		Student	6.3420	5.2153	0.002415
		niveau trophique		Student	5.5855	6.8682	0.002512
		salinité		Wilcoxon	1.6473	0.1210	0.000062
		MO		Student	5.1216	4.4587	0.2226

LECTURE 2 (2022)

Cluster	Groupes d'indices	Indices	Nombre de placettes	COMPARAISON DES MOYENNES: Test de comparaison utilisé	Moyenne de l'indice pour L2 des placettes	Moyenne de l'indice pour Calystegio-Althaeion	Valeur de la p-value
Cluster 3 : Médoc, Cadaujac, Palus	Indicateurs biologiques sélectionnés	Luminosité	10 relevés 13 placettes	Student	7.5369	6.7635	0.07557
		Température		Student	5.7483	5.1141	0.003087
		Humidité édaphique		Student	6.3868	5.2153	0.001853
		niveau trophique		Student	5.6639	6.8682	0.00363
		salinité		Wilcoxon	1.7410	0.1210	0.00006226
		MO		Student	5.1742	4.4587	0.1827

Une différence significative et parfois marquée peut être mise en évidence entre les moyennes calculées pour le *Calystegio-Althaeion* et les placettes du 1410-3, avec en particulier :

- La salinité : le *Calystegio-Althaeion* étant une végétation oligohalophile, il est normal de retrouver cette différence ;
- Le niveau trophique : le seuil pour le niveau trophique est un des éléments les plus intéressants, l'eutrophisation des prairies du 1410-3 étant le principal élément conduisant à leur dégradation et favorisant leur fermeture ;
- L'humidité édaphique : l'indice d'humidité édaphique est en diminution dans la mégaphorbiaie, ce qui peut être lié soit à une véritable diminution de l'humidité dans le milieu, soit par une présence dans la mégaphorbiaie d'espèces plus tolérantes au niveau d'humidité et dont l'indice plus bas fait baisser la moyenne pour le *Calystegio-Althaeion*.

Les conclusions tirées de ces approximations sont vérifiées en réalisant une moyenne sans pondération quantitative des taxons, uniquement basée sur la présence-absence du taxon au sein du relevé. Pour pouvoir comparer cette valeur aux données de suivi, un calcul des moyennes des indicateurs pour ces données a été également effectué sans pondération par les fréquences de présence des taxons. Cette méthode permet de comparer directement les deux listes floristiques. L'approche quantitative est perdue, mais cela efface également le biais lié à la différence entre indices d'abondances et fréquences estimées sur les sous-quadrats.

Les résultats sans pondération par les fréquences sont disponibles en ANNEXE 16. Les mêmes différences significatives sont observées, avec des p-values encore plus basses.

Ce travail serait à reproduire pour l'ensemble des végétations-contact des alliances appartenant au 1410-3, afin de disposer d'une série de valeurs-seuils permettant d'analyser finement l'évolution des végétations des placettes suivies et leur état de conservation.

V Discussion

5.1 Perspectives sur la calibration

Le protocole de suivi des prairies de l'HIC 1410-3 fait partie d'une des premières études au CBN SA à faire l'objet d'un processus de calibration, l'autre étant l'étude des communautés bryolichéniques des dunes de Nouvelle-Aquitaine (en cours).

Il apporte une confortation statistique très intéressante à l'avis d'expert, en permettant d'adapter les surfaces étudiées aux objectifs de l'étude en amont de la période de terrain. Bien que la phase de terrain de calibration soit assez chronophage (relevé exhaustif de la végétation), la phase d'exploitation une fois maitrisée peut être très rapide. De plus, le package utilisé étant prévu pour un import de données pilotes non exhaustif, il pourrait être intéressant de tester les prédictions de ce modèle en fournissant des données non exhaustives (par exemple uniquement les données des neuf sous-quadrats) et de comparer la courbe obtenue à celle de l'ensemble des sous-quadrats relevés de façon exhaustive. Si les courbes sont comparables, l'effort d'échantillonnage terrain nécessaire pour réaliser une calibration serait bien moins important, et donc applicable à un plus grand nombre d'études.

Toutefois, plusieurs limites peuvent être soulevées par rapport au travail réalisé.

Processus de calibration non appliqué à tous les HIC initialement prévus

Le temps de terrain très limité cette année (moins de 30 jours répartis sur 4 agents), associé à l'absence d'observation du *Ranunculo-Oenanthion* en état favorable à son observation sur le territoire de Charente-Maritime prospecté en 2022 (probablement liée à la météo et l'état de sécheresse avancé observé sur la plupart des prairies prospectées) n'a pas permis de réaliser une calibration de l'alliance du *Ranunculo ophioglossifolii – Oenanthion fistulosae* ou des végétations piétinées du 1410-3 (*Ranunculo ophioglossifolii – Menthetum pulegii / Plantagini majoris – Trifolietum resupinati*).
Toutefois, l'aire minimale de ces végétations est en général inférieure à celle du *Trifolion maritimi* et donc du quadrat de suivi (présence du *Ranunculo-Oenanthion* dans les dépressions prairiales sur quelques mètres carrés, présence des végétations piétinées en entrée de champs). De plus, elles sont en général moins variables que le *Trifolion maritimi*. Il ne sera donc pas forcément nécessaire de compléter la calibration sur ces alliances, la surface du quadrat couvrant déjà en général la surface occupée par la communauté végétale.

Les calibrations du 6510 et du 6520 n'ont pas non plus pu être réalisées, les prairies du 6510 ayant été fauchées très précocement cette année (début des fauches fin avril) avant la construction du protocole de calibration, et le déplacement sur du 6520 n'ayant pas pu s'organiser dans les délais d'expression de la végétation (faible présence de l'habitat en Nouvelle-Aquitaine). Ces calibrations devront être réalisées avant le déploiement du réseau de suivi sur ces habitats, prévu en 2023. Il sera alors intéressant de comparer les surfaces de suivi obtenues lors de la calibration aux surfaces proposées par le programme PréSur, qui doit donner ses conclusions sur la mise en place du réseau de suivi des habitats agro-pastoraux, incluant ces HIC, pour la saison de terrain 2023.

Toutefois, le protocole de calibration et surtout d'exploitation des données ayant été validé cette année, les conclusions de la calibration en 2023 devraient être disponibles beaucoup plus rapidement qu'en 2022.

Limites de la méthode

La méthodologie de relevé partiel d'un quadrat de suivi par des sous-quadrats adoptée par le CBN SA depuis plus de dix ans a l'avantage de permettre de couvrir une surface représentative d'un habitat en ne réalisant un inventaire exhaustif que sur une fraction de cet habitat. De plus, l'expérience des agents du CBN SA montre qu'un relevé exhaustif sur une grande surface conduit à manquer beaucoup plus d'espèces que lors d'un relevé sur une petite surface (par exemple 1 mètre carré). En conséquence, répéter un relevé exhaustif sur plusieurs sous-quadrats peut conduire à une liste d'espèces plus complète que lors d'un relevé « exhaustif » sur un quadrat de plusieurs mètres carrés de côté.

Toutefois, il peut être reproché à la méthode des sous-quadrats un décalage de représentation de la réalité du terrain, et son caractère relativement chronophage.

Représentativité du terrain

La représentation correcte de la réalité du terrain est un caractère important dans la réalisation des suivis. Il est nécessaire de collecter une donnée représentative de la réalité à un instant t, afin de pouvoir constater une évolution de celle-ci lors des relevés suivants. L'instauration des sous-quadrats dans la méthodologie de suivi avait pour objectif d'assurer l'exhaustivité des relevés, mais aussi et surtout de permettre une évaluation quantitative de la présence des taxons, de façon moins subjective qu'avec les coefficients d'abondance-dominance.

Mais il reste un angle mort dans l'évaluation quantitative des taxons : la présence de l'espèce dans un quadrat compte de la même manière pour un ou cent pieds présents. L'utilisation de coefficients d'abondance pour chaque sous-quadrat avait été employée en 2016 pour pallier à ce biais, mais cette méthodologie est vraiment très chronophage, fait perdre l'objectivité de la donnée et surtout à ce jour n'est pas exploitable statistiquement.

Caractère chronophage

L'intérêt de l'utilisation des sous-quadrats peut parfois être remis en question lors de discussions entre agents des CBN, pour les raisons présentées ci-dessus : chronophage, représentation de la réalité etc.
La lecture d'un quadrat de calibration en 2022 a duré entre 1h30 et 2h30, en fonction de la diversité de la végétation et en incluant l'installation et le retrait du dispositif.

Afin d'avoir des éléments de discussion et de comparaison, des tests ont été réalisés sur le jeu de données disponible pour les relectures 2016-2022 afin de comparer les résultats obtenus pour une analyse diachronique réalisée sur la base uniquement de la présence-absence des espèces sur le grand quadrat, sans aucune pondération par des fréquences d'une part, et les résultats avec pondération par les fréquences d'autre part.
La comparaison des indices avec et sans pondération est disponible en ANNEXE 17.

Il est difficile de tirer des conclusions sur l'influence de ce changement de méthode pour le suivi des indicateurs, peu de tests étant significatifs même avec les fréquences. Il serait donc intéressant de reproduire cette comparaison sur un jeu de données aux contrastes plus marqués.

Toutefois, il est déjà possible de noter que l'AFC réalisée ne permet pas d'exclure les mêmes placettes, les deux placettes précédemment exclues (PL5 prairies très dégradée et TB16 mégaphorbiaie subhalophile) retournant dans le groupe des prairies du Médoc, et la placette TB17 étant cette fois décalée selon un gradient de luminosité. Une fois cette placette exclue, des clusters différents se dégagent, selon un gradient d'humidité. L'AFC est disponible en ANNEXE 18.

Dans une étude[62] réalisée par le CBN PMP et l'UMR IMBE[63] pour recalculer une série d'indices écologiques adaptés à la flore méditerranéenne, la moyenne des indicateurs par relevés a été calculée selon trois modalités puis corrélée aux valeurs environnementales mesurées : présence/absence, pondération par les coefficients d'abondance, et pondération par la niche écologique. Cette dernière méthode propose de donner un poids plus important aux espèces ayant une niche écologique spécialisée, ces espèces étant considérées plus indicatrices du milieu, en utilisant l'inverse de la variance. Bien que chaque méthode semble particulièrement bien corrélée pour un ou deux indice(s), aucune des trois méthodes n'est plus corrélée que les autres si l'ensemble des indices est pris en compte. La pondération par la niche écologique semble particulièrement bien corrélée à l'humidité édaphique et la température, tandis que l'approche par pondération par l'abondance est bien corrélée à la productivité.

La prise en compte de l'amplitude de la niche écologique avait été envisagée lors de la préparation du plan d'échantillonnage, comme indiqué dans l'ANNEXE 3, en excluant les taxons ayant une large niche écologique des calculs pour vérifier l'impact de ces taxons sur la moyenne et l'écart-type des indices. Cette méthode n'avait pas été conservée, l'impact semblant négligeable et les manipulations chronophages. Toutefois, il pourrait être intéressant de reprendre l'étude de l'impact de ces niches sur le calcul des indicateurs, avec une autre méthode (par exemple sans exclure ces taxons mais en donnant un poids aux taxons à niche étroite). Cette approche aurait l'avantage de combiner l'approche en présence absence sur le terrain sans l'approche sous-quadrats et une pondération des taxons par leur niche écologique dans un second temps (sous réserve de réussir à réaliser une véritable approche exhaustive sur les quadrats sans utiliser de sous-quadrats). De plus, puisqu'elle ne demande pas particulièrement d'approche terrain, elle pourrait être testée sur des jeux de données déjà existants pour comparer les résultats avec ceux de la méthode par pondération par les fréquences.

5.2 Les limites du suivi

Changement de protocole

Il a été décidé cette année de revoir le protocole utilisé en 2016 pour l'améliorer. En effet, le CBN SA adapte désormais systématiquement la taille de ses quadrats à l'HIC suivi, ce qui n'était pas le cas lors de l'étude de 2016.
Le raisonnement et les données brutes tirées de la calibration, obtenus en amont de la période de terrain, ont conduit les experts à proposer d'augmenter la surface du quadrat de suivi ainsi que le nombre de sous-quadrats à relever.

Mais pour pouvoir exploiter les résultats de la relecture entre 2016 et 2022, il a fallu adapter les résultats obtenus en 2016 (fréquences de 0 à 5 recueillies sur une surface de 16 m^2) pour les rendre compatibles avec les résultats de 2022 (fréquences de 0 à 9 sur une surface de 25 m^2). La décision de passer toutes les fréquences sur 100, ce qui résulte à doubler les fréquences de 2016, peut nécessairement avoir un impact sur l'interprétation des doubles lectures. Toutefois, il a été jugé préférable d'accepter une modification du protocole plutôt que de maintenir un protocole sans validité statistique.

De plus, il a été constaté que malgré cette adaptation, le *clustering* est resté logique (régionalisation) avec des positions des deux lectures cohérentes pour la plupart des placettes.
Avec les relectures suivantes, le poids des résultats de 2016 sera moins important et il pourra même être justifié d'exclure ces premières données des analyses si l'impact de cette différence de protocole est jugé trop important.

[62] SAATKAMP, A., FALZON, N., ARGAGNON, O., NOBLE, V., DUTOIT, T., MEINERI, E., 2022. *Calibrating ecological indicator values and niche width for a Mediterranean flora*. Plant Biosyst. DOI: 10.1080/11263504.2022.2104399.
[63] Unité mixte de recherche IMBE - Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Écologie marine et continentale

Biais observateur[64]

Le biais observateur et sa prise en compte reste un autre point délicat du protocole mis en place. Il est particulièrement important de le prendre en compte lors de protocoles de suivi, en raison de la vision à long terme de ces études impliquant l'intervention de nombreux observateurs différents au cours du temps.

Deux biais doivent être pris en compte :

- Biais lors de la relecture d'une placette par deux équipes différentes. Ce biais peut conduire à une modification de la liste d'espèces de la placette si deux personnes aux compétences botaniques différentes relisent la même placette et n'identifient pas les espèces de la même manière. Il est très difficile de maitriser le biais entre les différentes lectures en raison du pas de temps de 6 ans entre chaque suivi, les observateurs ne restant pas toujours aussi longtemps dans la structure. Cette année, il a été possible de conserver le même observateur sur une très grande partie des placettes.
- Biais lié aux compétences de l'observateur. Ce biais peut conduire à des listes d'espèces erronées ou incomplètes pour différentes placettes sur la même saison de terrain. Il peut être maitrisé en réalisant des doubles lectures sur les premières placettes installées (lecture indépendante de la placette à 24 ou 48 h d'intervalle) afin de mettre à niveau les observateurs et de confirmer les identifications délicates. Toutefois, en raison du raccourcissement de la saison de terrain, de l'étendue géographique à prospecter (relectures sur toute l'Aquitaine, nouvelles installations en Charente-Maritime) et du nombre d'observateurs (4 observateurs différents), cette double lecture n'a pas pu être réalisée cette année.

Les exercices de double lecture et de contrôle du biais observateur sont rarement réalisés car le temps de terrain est souvent limité et réservé au cœur de l'étude. Pourtant, la multiplicité des observateurs sur les études de suivi, y compris avec l'intervention de nouveaux collaborateurs ou de stagiaires, multiplie le risque de modifier artificiellement les listes de taxons entre deux suivis, modifiant ainsi les conclusions des études.

ARCHAUX et al, 2009, dans le cadre du programme RENECOFOR, propose des exercices d'intercalibration en début de terrain, où plusieurs placettes sont lues le même jour par l'ensemble des équipes de façon indépendante, avec ensuite un débriefing et un relevé commun pour chaque placette, les équipes retournant ensemble sur chaque dispositif pour discuter des espèces mal identifiées ou non observées. Une variante de cet exercice pourrait être utilisée en début de saison de terrain pour un HIC précis. L'ensemble des espèces qui seront rencontrées au cours du terrain ne peut pas être abordé, mais le biais observateur serait en partie diminué.

Ces biais ont également un effet indirect noté par les agents en charge de dispositifs de suivi : lors des premières lectures d'un dispositif, la liste complète des taxons présents peut mettre plusieurs relectures avant d'être complète.[65,66], ce qui va impacter l'évolution des indicateurs entre les premières lectures.

---

[64] ARCHAUX, F., BOULANGER, V., CAMARET, S., CORCKET, E., DUPOUEY, J.L. et al. 2009. *RENECOFOR. Dix ans de suivi de la végétation forestière : aspects méthodologiques et évolution temporelle de la flore (1994/1995-2005).* Office National des Forêts, 474p.

[65] ARCHAUX, F., BOULANGER, V., CAMARET, S., CORCKET, E., DUPOUEY, J.L. et al. 2009. *RENECOFOR. Dix ans de suivi de la végétation forestière : aspects méthodologiques et évolution temporelle de la flore (1994/1995-2005).* Office National des Forêts, 474p.

[66] DAVID, R., ROMEYER, K., 2019. *Chapitre 1. Communautés végétales de plaine et de montagne*. 60p. *In* MALLARD, F. *Programme les sentinelles du climat – Tome VIII : Écologie du changement climatique en région Nouvelle-Aquitaine*. C. Nature, Le Haillon, Gironde, 605p.

Impact de la phénologie

La phénologie peut également avoir un impact sur la liste floristique et donc l'ensemble des indicateurs analysés. En effet, une relecture plus précoce ou plus tardive par rapport aux lectures précédentes peut potentiellement modifier la liste d'espèces détectées. Cependant, il ne s'agit pas ici de relire les dispositifs aux mêmes dates que la lecture précédente, mais aux mêmes stades de végétation, en s'adaptant à la météo. C'est pour cela que cette année, les relectures ont été réalisées début juin, alors qu'elles avaient été installées fin juin en 2016.

Application du plan d'échantillonnage

Le choix des parcelles sur lesquelles installer une placette de suivi a fortement été impacté par l'absence d'arrêté préfectoral d'accès aux propriétés privées en Charente-Maritime, et par la météo. En effet, l'absence d'arrêté a limité le nombre de parcelles pâturées accessibles, la plupart de ces parcelles étant fermées et la météo a provoqué une fauche précoce par rapport aux dates de terrain prévues.

Cela a eu pour conséquences une modification du plan d'échantillonnage (déplacement sur des mailles non tirées aléatoirement) et un choix parfois très restreint de parcelles à prospecter. Il risque donc d'y avoir un biais lors des prochaines relectures, avec des placettes installées majoritairement sur des parcelles soit fauchées, soit en pâturage mixte, soit surpâturées (départ très récent des animaux) avec des fauches tardives et un habitat parfois assez dégradé (absence d'alternative).

Ces éléments sont à prendre en compte si des campagnes de terrain sont mises en place pour compléter le plan d'échantillonnage afin de ne pas renforcer ces biais, en recherchant un échantillonnage équilibré sur les modes de gestion.

De plus, aucune placette n'a été installée sur le *Ranunculo- Oenanthion* ou sur les végétations piétinées du 1410-3 en Charente-Maritime, ces végétations n'ayant pas été observables en raison de la météo (les zones de présence de cette alliance ont été observées dans les prairies, mais la végétation n'est pas sortie). Ce biais de l'échantillonnage devra lui aussi être corrigé lors d'une future saison de terrain.

Exploitation des résultats

Le faible nombre de placettes installées en 2016, lié aux objectifs multiples de l'étude (prospection et caractérisation de l'HIC 1410-3 en Aquitaine avec de très nombreux relevés phytosociologiques réalisés, installation de placettes sur différents HIC prairiaux, etc.) a eu un impact marqué sur la fiabilité et la significativité des résultats obtenus dans l'étude diachronique. La séparation en sous-groupes régionaux, justifiée par une composition floristique et des caractéristiques environnementales différentes, diminue encore le nombre d'échantillons. Cela limite fortement la significativité des tests (même si les faibles variations entre moyennes constatées auraient nécessité un nombre important de placettes pour mettre en évidence une différence significative).
Néanmoins, au vu de la très faible amplitude des différences mises en évidence entre 2016 et 2022 sur les indicateurs de tous les sous-groupes, il semble peu probable qu'une évolution de grande ampleur ait pu être manquée par le dispositif de suivi. En conséquence, bien que le dire d'expert soit pour encore un cycle la source d'information du prochain rapportage, il devrait pouvoir en partie s'appuyer sur ces observations pour suivre l'évolution de l'état de conservation du 14010-3 en Nouvelle-Aquitaine.

De plus, si les placettes installées en 2022 ne forment pas un nouveau sous-groupe mais peuvent s'ajouter au groupe des placettes du Médoc, la capacité de constater une différence entre deux lectures pour l'HIC 1410-3 devrait s'améliorer lors de la relecture de 2028.

Végétations-contact

Il aurait été intéressant de réaliser dès la phase de préparation du plan d'échantillonnage, une comparaison entre les indices calculés pour les relevés des végétations contacts du 1410-3 et les relevés du 1410-3 disponibles dans l'OBV-NA, pour incorporer ces résultats dans les calculs des tests de puissances ayant permis de décider du nombre de placettes nécessaires pour obtenir des résultats significatifs. En effet, connaitre la différence entre les moyennes de ces deux bases de données aurait permis de déterminer quelles différences on cherche à mettre en évidence entre les végétations suivies et les végétations contacts. C'est cette différence qui pourrait ensuite être injectée dans les tests de puissance.

Il est important dans le cadre des suivis de végétation de connaitre les végétations contact de l'HIC visé et de disposer de relevés en nombre suffisant pour permettre l'élaboration de valeurs seuils. Il est alors possible de déterminer quand une végétation sort de l'HIC pour basculer dans la végétation contact. Cela permet une évaluation fiable de l'état de conservation d'un habitat, à l'échelle de la communauté végétale et lors de l'évaluation régionale.

La comparaison des données recueillies avec les relevés du *Calystegio sepium – Althaeion officinalis* B. Foucault, 2011 a tout de même été réalisée, après la saison de terrain. Malgré le faible nombre de relevés, cette analyse permet de débuter la détermination des valeurs seuils permettant de suivre l'évolution de la végétation. Une évolution significative entre les différentes lectures associées à un décalage des moyennes des indices vers celles des végétations contact permet de mettre en évidence non seulement une évolution de la végétation des placettes, qui peut être liée à des fluctuations des communautés végétales intra HIC, mais aussi une dégradation de la communauté et son entrée dans une dynamique de fermeture, traduisant un mauvais état de conservation de l'habitat pour les habitats agro-pastoraux.
Cependant, étant donné que seuls 7 relevés de la base de l'OBV-NA était rattachés au *Calystegio-Althaeion*, il faudra compléter ces calculs avec d'autres relevés de cette alliance afin de confirmer les valeurs-seuils calculées.

Une liste de végétations contact a bien été établie pendant la phase de préparation du terrain. Cependant, le nombre de relevés rattachables à chaque syntaxon était trop bas (voire nul) pour permettre de tirer des conclusions fiables pour l'élaboration du plan d'échantillonnage.

En effet, ces végétations contacts sont rarement des végétations d'intérêt patrimonial (à l'exception du *Calystegio Althaeion* qui appartient à l'HIC 6430 Mégaphobiaies hygrophiles d'ourlets planitiaires et des étages montagnard à alpin) et donc font moins l'objet d'études et de relevés que des végétations plus rares/patrimoniales. Pourtant, leur connaissance est essentielle au suivi des végétations d'intérêt. Il sera donc intéressant de développer les bases de données de ces végétations contacts. C'est d'ailleurs l'approche adoptée par le programme PréSur pour construire les valeurs seuils de ses indicateurs.

Description des évolutions

Il faut également signaler que les indicateurs suivis ici correspondent au volet « State » de l'approche DPSIR. Cette approche, employée par PréSur[67], qui correspond au « Drivers, Pressures, State, Impact and Response model », utilisé pour comprendre les interactions entre ces cinq compartiments. Il permet de

[67] Travaux internes au groupe de travail du programme PréSur. Publication à venir (automne 2022).

prendre en compte les acteurs, les pressions exercées par ces acteurs sur l'environnement, les modifications de l'état de l'environnement et les impacts de ces modifications.
Les indicateurs de l'étude ne font que décrire les évolutions observées (ou du moins observables) sur l'habitat. En effet, les indices projetés sur l'AFC, particulièrement les indices biologiques, sont directement tirés de l'écologie des plantes. Il n'est donc par exemple pas possible d'expliquer la présence d'un taxon par le niveau d'humidité du sol localement quand ce niveau d'humidité est lui-même tiré de l'indice d'humidité édaphique du taxon en question. Il s'agit alors d'un raisonnement circulaire. Il est simplement possible de constater la présence du taxon, et d'en déduire que le niveau d'humidité édaphique probable du sol.

Pour dépasser ces limitations, Didier ALARD, de l'Université de Bordeaux[68], a suggéré, lors du Comité technique organisé avec les animateurs Natura 2000 en mai 2022, d'organiser en parallèle du réseau de suivi des prairies un réseau de sites pilotes. Le suivi sur ces sites serait organisé sur l'ensemble des habitats présents sur le site, avec en parallèle des suivis botaniques des analyses physico-chimiques et pédologiques ainsi que des suivis faune. Il serait également possible de prendre en compte les mesures de gestion à cette échelle, ce qui est plus facile à exploiter qu'à l'échelle d'un territoire, en particulier à cause des gestions mixtes et du pas de temps de six ans.
Ces sites pilotes pourraient être relus à des intervalles plus courts que le pas de temps de six ans, permettant ainsi de prendre en compte les évolutions rapides dont peuvent faire l'objet les végétations prairiales. La faisabilité de cette approche est actuellement étudiée au CBN SA.

[68] Directeur de l'Observatoire de la faune sauvage de Nouvelle-Aquitaine, ancien Directeur-adjoint de l"UMR BIOGECO (BIOdiversité, GÈnes et COmmunautés)

VI Conclusion

La Directive Habitats-Faune-Flore exige un rapportage sur l'évolution de l'état de conservation des habitats et espèces d'intérêt communautaire pour chaque État membre. Toutefois, pour le paramètre « structures et fonctions », ces rapportages ont très majoritairement été renseignés à dire d'experts, en raison de la complexité de ce paramètre et de l'absence de méthodologie adaptée à l'échelle régionale.

Le CBN Sud-Atlantique, en charge de l'évaluation de l'état de conservation des HIC de Nouvelle-Aquitaine avec le CBN du Massif central et le CBN des Pyrénées et de Midi-Pyrénées, a développé et déployé depuis 2011 un réseau de suivi basé sur l'installation de placettes permanentes. Ce réseau est en constante expansion, l'expérience acquise à chaque saison de terrain permettant d'adapter et d'étendre ces suivis. Des études cartographiques sont aussi engagées pour mieux connaitre la répartition et les surfaces couvertes par les différents habitats.

L'étude réalisée cette année a permis d'intégrer ces retours d'expérience dans la relecture des placettes installées sur les prairies des marais littoraux et des basses vallées des grands fleuves en 2016 tout en améliorant les connaissances sur les méthodologies d'aide statistique à l'élaboration des plans d'échantillonnages. En combinant ces méthodologies et le dire d'expert, le protocole a pu être calibré pour répondre précisément aux objectifs de l'étude tout en respectant un temps de terrain raisonnable.

La relecture des placettes installées en 2016 n'a pas mis en évidence d'évolution significative des végétations et donc de l'état de conservation des habitats concernés sur le pas de temps de 6 ans étudié. Ce réseau de suivi ayant pour objectif de continuer à être relu sur plusieurs décennies, cette tendance va pouvoir être surveillée et suivie sur le long terme. De plus, l'installation de placettes supplémentaires sur l'HIC 1410-3 en Charente-Maritime devrait permettre d'augmenter la fiabilité et le pouvoir prédictif du réseau.

Le manque de temps et les aléas météorologiques n'ont cependant pas permis de développer l'étude des HIC 6510 et 6520. Il aurait été particulièrement intéressant de réaliser la calibration de ces habitats cette année, afin de pouvoir directement mettre au point un protocole de suivi valide pour les HIC prairiaux de Nouvelle-Aquitaine. Néanmoins, la méthodologie employée cette année permettra un déploiement rapide de cette calibration et pourra être intégrée aux discussions dans le cadre du programme PréSur.

VII BIBLIOGRAPHIE

LITTERATURE SCIENTIFIQUE

ALARD, D. 2001. *Suivi scientifique des habitats calcicoles*. Programme Life-Nature « Espèce prioritaires, pelouses et éboulis du bassin aval de la Seine ».17p

ANGELINI, P., CASELLA, L, GRIGNETTI, A., GENOVESI, P. (ed), 2016. *Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) in Italia : habitat*. ISPRA, Serie Manuali e linee guida, 142/2016, 280p.

ARCHAUX, F., BOULANGER, V., CAMARET, S., CORCKET, E., DUPOUEY, J.L. et al. 2009. *RENECOFOR. Dix ans de suivi de la végétation forestière : aspects méthodologiques et évolution temporelle de la flore (1994/1995-2005).* Office National des Forêts, 474p.

BENSITITTI, F., BIORET, F., ROLAND, J., LACOSTE, J.-P. (coord.), 2004. *« Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 2 – Habitats côtiers*. MEDD/MAAPAR/MNHN. Paris : Ed. La Documentation française, 399p. + cédérom.

BENSETITTI, F., BOULLET, V., CHAVAUDRET-LABORIE C., DENIAUD, J. (coord), 2005. *« Cahiers d'Habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'Intérêt Communautaire. Tome 4 – Habitats agropastoraux. Volume 2*. MEDD/MAAPAR/MNHN. Paris :Ed. La Documentation française, 487p. + cédérom.

BENSETTITI, F., COMBROUX, I., DASZKIEWICZ, P., 2006. *Evaluation de l'Etat de conservation des Habitats et Espèces d'intérêt communautaire – 2006-2007. Document 2 – Guide méthodologique. Version 4*. Paris :Service du Patrimoine Naturel, MNHN, 58p + annexes

BENSETTITI F., PUISSANCE, R., LEPAREUR, F., TOUROULT, J., MACIEJEWSKI, L., 2012. *Evaluation de l'état de conservation des habitats et des espèces d'intérêt communautaire – Guide méthodologique – DHFF article 17, 2077 – 2012. Version 1 – Février 2012*. Rapport SPN 2012-27, Service du patrimoine naturel, MNHN, Paris, 76p + annexes.

BEUDIN, T., LAFON, P., LE FOULER, A., 2016. *Evaluation et suivi de l'état de conservation des prairies alluviales d'Aquitaine*. Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique. 23p + annexes.

BISSOT, R., GOUEL, S., LAFON, P., 2019. *Les prairies alluviales d'Aquitaine et de Poitou-Charentes. Typologie, répartition, écologie, dynamique et gestion*. Conservatoire botanique national Sud-Atlantique. 75p. + annexes.

CLERO, C., ROMEYER, K., LE FOULER, A., 2020 (non publié). *Suivi et évaluation de l'état de conservation des habitats communautaires des pelouses calcaires – Méthodologie, grille d'évaluation et analyse diachronique 2013-2019*. Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique, 74p + annexes.

Commission Européenne, 2011. *Reporting Format for the 3rd report under Article 17 of the Habitats Directive for the period 2007 to 2012 (Doc.Hab.-11-05/03).* Bruxelles: European Commission. 19p.

CORRIOL, G. 2003. *Méthodologie pour la réalisation de relevés phytosociologiques*. Conservatoire Botanique national des Pyrénées et Midi Pyrénées. 4p.

DAVID, R., ROMEYER, K., 2019. *Chapitre 1. Communautés végétales de plaine et de montagne*. 60p. *In* MALLARD, F. *Programme les sentinelles du climat – Tome VIII : Ecologie du changement climatique en région Nouvelle-Aquitaine*. Le Haillan : Cistude Nature, Gironde, 605p.

European Environment Agency, 2020. *State of nature in the EU – Results from reporting under the nature directives 2013-2018*. EEA Report, No10/2020, 142p.

GILLET, F., FOUCAULT, B. JULVE, Ph. 1991. *La phytosociologie synusiale intégrée : objets et concepts*. Candollea, 46:315-340

GILLET, F. 2000. *La phytosociologie synusiale intégrée – Guide méthodologique*. Laboratoire d'écologie végétale et de phytosociologie, Université de Neuchâtel. 67p.

GUERRA-CASTRO, E. J., CAJAS, J. C., SIMÕES, N., CRUZ-MOTTA, J. J., MASCARÓ, M., 2021. *SSP : an R package to estimate sampling effort in studies of ecological communities.* Ecography, 44:561-573.

GUERRA-CASTRO, E. J., CAJAS, J. C., SIMÕES, N., CRUZ-MOTTA, J. J., MASCARÓ, M. 2021. *Estimation of sampling effort in community ecology with SSP*. Cran.r-project.org. Disponible sur https://cran.r-project.org/web/packages/SSP/vignettes/SSP-guide.html, consulté le 24/07/2022.

HEINK, U., KOWARIK, I. 2010. *What are indicators ? On the definition of indicators in ecology and environmental planning*. Ecol Indic 10:584-593

HILLEBRAND, H., BERND, B., BORER, E. T., CHASE, J. C., DOWNING, J. A., KLEMENS ERIKSSON, B., FILSTRUP, C. T., STANLEY HARPOLE, W., HODAPP, D., LARSEN, S., LEWANDOWSKA, A., SEABLOOM, E. W., VAN DE WAAL, D. B., RYABOV, A. B., 2018. *Biodiversity change is uncoupled from species richness trends: Consequences for conservation and monitoring.* J. Appl. Ecol., 55:169-184.

JULVE, P., 1998 ff. – *Baseflor. Index botanique, écologique et chorologique de la flore de France*. Version : «mai 2022 ». Programme Catminat. Disponible sur http://philippe.julve.pagesperso-orange.fr/catminat.htm

LAFON, P. (coord.), MADY, M., CORRIOL, G., BISSOT, R., GOUEL, S., LEVY, W., AIRD, A., BEUDIN, T., GUISIER, R., HENRY, E., LE FOULER, A., ROMEYER, K., BELAUD, A., CAZE, G., 2021. *Catalogue des végétations de Nouvelle-Aquitaine*. Version 6.0 du 08/04/2021. Conservatoire botanique National Sud-Atlantique. Base de données interne non publiée.

LANDOLT et al., 2010. *Flora Indicativa – Ecological indicator values and biological attributes of the Flora of Switzerland and the Alps.* Bern : Haupt. Verlag. 373p.

LE FOULER, A., CAZE, G. 2012. *Schéma pluriannuel de suivi de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaires d'Aquitaine*. Audenge : Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique ; Bordeaux : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement, Nouvelle-Aquitaine, 12p + annexes.

LEVEQUE, A., 18/062021. *Réunion de lancement – Programme national de surveillance de la biodiversité terrestre, présentation générale et gouvernance*. [présentation Power-Point]. Paris : Unité PatriNat, MNHN.

MACIEJEWSKI, L. 2012. *Etat de conservation des habitats agropastoraux d'intérêt communautaire – Méthode d'évaluation à l'échelle du site Natura 2000. Rapport d'étude, V1.* Paris : Service du Patrimoine Naturel, MNHN. 120p

MACIEJEWSKI, L., 2016. *Etat de conservation des habitats forestiers d'intérêt communautaire, Evaluation à l'échelle du site Natura 2000, Version 2. Tome 1 : définitions, concepts et éléments d'écologie*. Mars 2016. Rapport SPN 2016-75, Paris : Service du patrimoine naturel, Muséum national d'Histoire naturelle, 82p.

MEDDOUR, R. 2011. *La méthode phytosociologique sigmatiste ou Braun-Blanqueto-Tüxenienne*. Département des Sciences agronomiques, Université Moulous Mammeri de Tizi Ouzou. 40p.

ROEKAERTS, M., 2002. *The biogeographical regions map of Europe – Basic principles of its creation and overview of its development*. European Environment Agency, 17p.

STODDARD et al., 2006. *Setting expectations for the ecological condition of streams: the concept of reference condition.* Ecol. Appl. 16(4) pp.1267-1276.

SAATKAMP, A., FALZON, N., ARGAGNON, O., NOBLE, V., DUTOIT, T., MEINERI, E., 2022. *Calibrating ecological indicator values and niche width for a Mediterranean flora*. Plant Biosyst. DOI: 10.1080/11263504.2022.2104399.

SITES INTERNETS

1330 Atlantic salt meadows (Glauco-Puccinellietalia maritimae*).* Joint Nature Conservation Committee (JNCC). Consulté le 30/06/2022, disponible sur http://sac.jncc.gov.uk/habitat/H1330/

6510 Lowland hay meadows (Alopecurus pratensis, Sanguisorba officinalis*).* Joint Nature Conservation Committee (JNCC). Consulté le 30/06/2022, disponible sur http://sac.jncc.gov.uk/habitat/H6510/
MNHN & OFB [ed]. 2003-2022. *Inventaire national du patrimoine naturel (INPN).* Consulté le 24/06/2022, disponible sur http://inpn.mnhn.fr

Bordereau d'inventaire phytosociologique - CBNSA, OBV-NA. Disponible sur https://obv-na.fr/ressources#terrain, consulté le 4/08/2022

Observatoire de la Biodiversité Végétale de Nouvelle-Aquitaine. Disponible sur http://obv-na.fr.

Site du Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique. Disponible sur www.cbnsa.fr, consultée le 16/07/2022

Surveillance de la biodiversité terrestre. PatriNat, MNHN. Disponible sur https://www.patrinat.fr/fr/surveillance-de-la-biodiversite-terrestre-6806, consultée le 17/07/2022

REGLEMENTATION

Directive 92/43/CEE du Conseil du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvage (JOUE L206 du 22 juillet 1992)

C. envir., art. L.411-1 A
C. envir., art. L.414-1 à L.414-3
C. envir, art. R.414-11

VIII ANNEXES

ANNEXE 1. Matrice d'évaluation de l'état de conservation d'un habitat ou d'une espèce d'intérêt communautaire. Tiré de l'Annexe C du Document "Reporting format for the 3rd report under Article 17 of the Habitats Directive for the period 2007 to 2012).

General evaluation matrix (per biogeographical/marine region within a MS)

Parameter	Conservation Status			
	Favourable ('green')	**Unfavourable – Inadequate ('amber')**	**Unfavourable - Bad ('red')**	***Unknown (insufficient information to make an assessment)***
Range (within the biogeographical/marine region concerned)	Stable (loss and expansion in balance) or increasing AND not smaller than the 'favourable reference range'	Any other combination	Large decrease: Equivalent to a loss of more than 1% per year within period specified by MS OR More than 10% below 'favourable reference range'	*No or insufficient reliable information available*
Area covered by habitat type within range[4]	Stable (loss and expansion in balance) or increasing AND not smaller than the 'favourable reference area' AND without significant changes in distribution pattern within range (if data available)	Any other combination	Large decrease in surface area: Equivalent to a loss of more than 1% per year (indicative value MS may deviate from if duly justified) within period specified by MS OR With major losses in distribution pattern within range OR More than 10% below 'favourable reference area'	*No or insufficient reliable information available*
Specific structure and functions (including typical species[5]**)**	Structures and functions (including typical species) in good condition and no significant deteriorations / pressures	Any other combination	More than 25% of the area is unfavourable as regards its specific structures and functions (including typical species)[6]	*No or insufficient reliable information available*
Future prospects (as regards range, area covered and specific structures and functions)	The habitats prospects for its future are excellent / good, no significant impact from threats expected; long-term viability assured	Any other combination	The habitats prospects are bad, severe impact from threats expected; long-term viability not assured.	*No or insufficient reliable information available*
Overall assessment of CS	All 'green' OR three 'green' and one 'unknown'	One or more 'amber' but no 'red'	One or more 'red'	Two or more 'unknown' combined with green or all 'unknown'

ANNEXE 2. Listes des taxons correspondant aux indices environnementaux

Cd_ref	Liste taxonomique	Dynamique de fermeture	Trophie élevée	Perturbation	Surpâturage	Hygrophilie	Subhalophilie	Lumière	Température	Humidité édaphique	Niveau trophique	salinité	Matière organique
80410	*Agrimonia eupatoria* L., 1753	X						6	5	4	4	0	2
80591	*Agrostis capillaris* L., 1753							7	5	5	4	0	3
80759	*Agrostis stolonifera* L., 1753					X		8	5	9	5	1	8
80819	*Agrostis x murbeckii* Fouill. [Agrostis capillaris L. subsp. capillaris x Agrostis stolonifera L.]							NA	NA	NA	NA	NA	NA
80990	*Ajuga reptans* L., 1753							5	5	6	6	0	3
81263	*Alisma lanceolatum* With., 1796					X		7	5	8	5	0	8
81272	*Alisma plantago-aquatica* L., 1753					X		7	5	8	7	0	8
81544	*Allium vineale* L., 1753			X				7	5	4	7	0	3
81624	*Alopecurus bulbosus* Gouan, 1762					X	X	8	7	7	6	3	8
81656	*Alopecurus pratensis* L., 1753					X		7	5	7	7	0	8
81856	*Althaea officinalis* L., 1753	X				X		7	6	7	5	2	8
82283	*Anacamptis laxiflora* (Lam.) R.M.Bateman, Pridgeon & M.W.Chase, 1997					X		8	7	8	5	0	8
82750	*Anisantha diandra* (Roth) Tutin ex Tzvelev, 1963			X				8	6	3	7	0	3
82922	*Anthoxanthum odoratum* L., 1753							7	5	5	4	0	4
83793	*Aristolochia rotunda* L., 1753							8	8	4	5	0	2
83714	*Argentina anserina* (L.) Rydb., 1899				X	X		6	5	7	7	2	8
83912	*Arrhenatherum elatius* (L.) P.Beauv. ex J.Presl & C.Presl, 1819							8	5	3	7	0	3
85112	*Atriplex prostrata* Boucher ex DC., 1805			X		X		8	5	7	7	1	3
189627	*Atriplex* L., 1753			X									
85208	*Avena barbata* Pott ex Link, 1799			X				8	8	2	5	0	3
85439	*Avenula pubescens* (Huds.) Dumort., 1868							7	5	4	3	0	3
718211	*Baldellia repens* subsp. *cavanillesii*					X		8	6	9	3	1	9
85474	*Baccharis halimifolia* L.	X						8	7	8	7	6	2
85740	*Bellis perennis* L., 1753				X			7	5	5	6	0	3
85957	*Bidens frondosa* L., 1753		X	X		X		8	6	7	7	0	3
86131	*Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla, 1905	X				X		8	6	8	6	1	8
86490	*Briza media* L., 1753							8	5	4	2	0	2
86571	*Bromus commutatus* Schrad., 1806			X				7	7	4	6	0	2
86634	*Bromus hordeaceus* L., 1753							7	6	4	6	0	3
86732	*Bromus racemosus* L., 1762					X		8	6	8	6	0	8
190057	*Bromus* L., 1753							NA	NA	NA	NA	NA	NA
87964	*Cardamine pratensis* L., 1753					X		6	4	8	5	0	8
190341	*Cardamine* L., 1753							NA	NA	NA	NA	NA	NA
88477	*Carex distans* L., 1759					X		8	6	8	4	5	8
88478	*Carex disticha* Huds., 1762					X		8	5	8	5	0	8
88482	*Carex divisa* Huds., 1762					X	X	8	7	7	6	0	8
88483	*Carex divulsa* Stokes, 1787	X						6	6	5	6	0	3

Cd_ref	Liste taxonomique	Dynamique de fermeture	Trophie élevée	Perturbation	Surpâturage	Hygrophilie	Subhalophilie	Lumière	Température	Humidité édaphique	Niveau trophique	salinité	Matière organique
88510	*Carex flacca* Schreb., 1771							NA	NA	NA	NA	NA	NA
88569	*Carex hirta* L., 1753					X		7	5	7	7	0	8
88622	*Carex leersii* F.W.Schultz, 1870	X						6	6	5	6	0	3
88626	*Carex leporina* L., 1753					X		7	5	6	3	0	5
88741	*Carex otrubae* Podp., 1922					X		7	6	8	6	1	8
88833	*Carex riparia* Curtis, 1783					X		7	5	8	6	0	8
190355	*Carex* L., 1753							NA	NA	NA	NA	NA	NA
88916	*Carex tomentosa* L., 1767					X		7	5	8	2	0	9
89579	*Centaurea decipiens* Thuill., 1799							8				0	2
20000206	*Centaurea* sect. *Jacea* (Mill.) Pers. Ex Dumort.							8	4	5	5	0	2
89840	*Centaurium erythraea* Rafn, 1800							8	5	7	5	0	3
133108	*Cerastium fontanum* subsp. *vulgare* (Hartm.) Greuter & Burdet							7	5	5	6	1	3
91289	*Cirsium arvense* (L.) Scop., 1772	X						7	5	5	7	0	3
91322	*Cirsium dissectum* (L.) Hill, 1768					X		8	6	8	3	0	9
91382	*Cirsium palustre* (L.) Scop., 1772					X		7	4	8	6	0	8
91430	*Cirsium vulgare* (Savi) Ten., 1838			X				8	5	4	8	0	2
190854	*Cirsium* Mill., 1754							NA	NA	NA	NA	NA	NA
91422	*Cirsium tuberosum* (L.) All., 1785					X		7	5	7	3	0	9
92302	*Convolvulus arvensis* L., 1753			X				7	5	4	6	0	3
92353	*Convolvulus sepium* L., 1753	X	X			X		8	5	8	9	0	8
96749	*Erigeron canadensis* L., 1753			X				8	5	4	7	0	3
93015	*Crepis biennis* L., 1753							8	5	5	6	0	2
93803	*Cynodon dactylon* (L.) Pers., 1805				X	X		8	7	7	5	1	8
93860	*Cynosurus cristatus* L., 1753							8	5	5	5	0	3
93898	*Cyperus badius* Desf., 1798					X		9	8	8	6	0	8
93923	*Cyperus eragrostis* Lam., 1791					X		8	7	8	5	0	8
94207	*Dactylis glomerata* L., 1753							7	5	5	7	0	3
94402	*Danthonia decumbens* (L.) DC., 1805							7	6	4	2	0	4
94503	*Daucus carota* L. s							8	5	5	6	0	2
94693	*Dianthus armeria* L., 1753							6	5	5	3	0	3
95149	*Dipsacus fullonum* L., 1753	X	X			X		8	6	7	8	0	8
95895	*Eleocharis bonariensis* Nees, 1840					X		8	7	8	5	0	8
95922	*Eleocharis palustris* (L.) Roem. & Schult., 1817					X		8	5	9	5	1	8
95933	*Eleocharis uniglumis* (Link) Schult., 1824					X		8	5	8	5	0	8
96025	*Elytrigia acuta* (DC.) Tzvelev, 1973	X						9	6	6	8	5	3
96046	*Elytrigia repens* (L.) Desv. ex Nevski, 1934	X						7	5	5	7	1	2
192126	*Elytrigia* Desv., 1810	X						NA	NA	NA	NA	NA	NA

Cd_ref	Liste taxonomique	Dynamique de fermeture	Trophie élevée	Perturbation	Surpâturage	Hygrophilie	Subhalophilie	Lumière	Température	Humidité édaphique	Niveau trophique	salinité	Matière organique
192232	*Epilobium* L., 1753							NA	NA	NA	NA	NA	NA
96271	*Epilobium tetragonum* L., 1753	X				X		6	5	7	6	0	8
96508	*Equisetum arvense* L., 1753							7	5	4	6	0	3
96519	*Equisetum fluviatile* L., 1753	X				X		7	5	9	5	0	9
192282	*Erigeron* L., 1753			X				NA	NA	NA	NA	NA	NA
97084	*Ervilia hirsuta* (L.) Opiz, 1852							6	6	5	5	0	4
97128	*Ervum tetraspermum* L., 1753							6	6	5	5	0	2
97434	*Eupatorium cannabinum* L., 1753	X	X			X		5	5	8	7	0	8
98756	*Foeniculum vulgare* Mill., 1768	X						7	7	4	8	1	2
20000141	*Festuca* sect. *Festuca* Hackel, 1882							NA	NA	NA	NA	NA	NA
20000142	*Festuca* sect. *Aulaxyper* Dumort.							NA	NA	NA	NA	NA	NA
98512	*Festuca rubra* L., 1753							7	5	5	5	0	3
192551	*Festuca* L. 1753							NA	NA	NA	NA	NA	NA
98717	*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., 1879	X				X		7	4	8	6	0	8
98921	*Fraxinus excelsior* L., 1753	X				X		7	5	7	6	0	3
192622	*Fraxinus* L., 1753	X				X		NA	NA	NA	NA	NA	NA
99260	*Galega officinalis* L., 1753	X	X			X		8	6	7	7	0	8
99366	*Galium album* Mill., 1768	X						6	5	5	5	0	2
99373	*Galium aparine* L., 1753	X	X					6	5	5	8	0	3
99418	*Galium elongatum* C.Presl, 1822					X		5	5	9	5	0	8
99473	*Galium mollugo* L., 1753							8	5	5	6	0	2
20000040	*Galium palustre* [groupe]					X		8	6	8	4	1	9
192690	*Galium* L., 1753							NA	NA	NA	NA	NA	NA
99582	*Galium verum* L., 1753							7	5	4	3	0	2
99683	*Gaudinia fragilis* (L.) P.Beauv., 1812							8	7	5	6	0	3
100052	*Geranium dissectum* L., 1755							7	5	5	6	0	2
100387	*Glyceria fluitans* (L.) R.Br., 1810					X		7	5	9	4	0	9
100576	*Gratiola officinalis* L., 1753					X		8	7	8	5	0	8
101210	*Helminthotheca echioides* (L.) Holub, 1973			X				8	7	3	6	0	1
102900	*Holcus lanatus* L., 1753							7	5	5	6	1	3
102968	*Hordeum marinum* Huds., 1778					X		9	6	7	6	6	1
102990	*Hordeum secalinum* Schreb., 1771					X		8	7	8	6	0	8
103142	*Hydrocotyle vulgaris* L., 1753					X		7	6	8	2	0	9
103375	*Hypochaeris radicata* L., 1753							8	5	4	3	0	1
103772	*Iris pseudacorus* L., 1753	X				X		7	5	8	7	0	8
103987	*Jacobaea aquatica* (Hill) G.Gaertn., B.Mey. & Scherb., 1801					X		8	4	8	5	0	8
104101	*Juncus acutiflorus* Ehrh. ex Hoffm., 1791					X		8	5	8	3	0	9

Cd_ref	Liste taxonomique	Dynamique de fermeture	Trophie élevée	Perturbation	Surpâturage	Hygrophilie	Subhalophilie	Lumière	Température	Humidité édaphique	Niveau trophique	salinité	Matière organique
104144	*Juncus bufonius* L., 1753					X		7	5	8	5	0	3
104160	*Juncus conglomeratus* L., 1753					X		8	5	8	3	0	9
104173	*Juncus effusus* L., 1753				X	X		7	5	8	4	0	9
104196	*Juncus gerardi* Loisel., 1809					X		8	5	6	5	6	3
104214	*Juncus inflexus* L., 1753					X		8	5	8	6	0	8
104246	*Juncus maritimus* Lam., 1794					X		8	6	6	6	6	3
104353	*Juncus tenuis* Willd., 1799				X			4	5	5	6	0	3
193786	*Lactuca* L., 1753			X				NA	NA	NA	NA	NA	NA
105201	*Lathyrus hirsutus* L., 1753							7	6	5	6	0	2
105232	*Lathyrus nissolia* L., 1753							7	7	5	6	0	2
105239	*Lathyrus palustris* L., 1753	X				X		8	5	9	6	0	9
105247	*Lathyrus pratensis* L., 1753	X						6	5	5	5	0	3
193884	*Lathyrus* L., 1753							NA	NA	NA	NA	NA	NA
105521	*Leontodon saxatilis* Lam., 1779							8	5	4	4	1	1
105817	*Leucanthemum vulgare* Lam., 1779							8	5	5	5	0	3
105795	*Leucanthemum ircutianum* DC., 1838	X						7	5	5	6	0	2
106349	*Linum usitatissimum* L., 1753							7	6	5	6	0	2
106499	*Lolium perenne* L., 1753							7	5	5	6	0	3
106634	*Lotus angustissimus* L., 1753					X		8	7	7	3	0	4
106653	*Lotus corniculatus* L., 1753							7	5	4	3	0	2
106670	*Lotus glaber* Mill., 1768					X		8	6	8	5	4	8
106698	*Lotus pedunculatus* Cav., 1793					X		7	5	8	4	0	9
106742	*Ludwigia grandiflora* (Michx.) Greuter & Burdet, 1987					X		7	6	9	6	0	8
106918	*Lychnis flos-cuculi* L., 1753					X		7	5	8	4	0	8
107038	*Lycopus europaeus* L., 1753	X				X		7	5	8	6	0	8
610909	*Lysimachia arvensis* (L.) U.Manns & Anderb., 2009			X				7	5	5	7	0	3
107073	*Lysimachia nummularia* L., 1753					X		5	5	7	6	0	8
107090	*Lysimachia vulgaris* L., 1753	X				X		7	5	8	6	0	8
107117	*Lythrum salicaria* L., 1753	X				X		7	5	8	6	0	8
194445	*Malva* L., 1753			X				NA	NA	NA	NA	NA	NA
107649	*Medicago lupulina* L., 1753							7	5	4	3	0	2
107689	*Medicago polymorpha* L., 1753				X			9	8	3	5	0	3
107795	*Melampyrum pratense* L., 1753	X						6	5	4	2	0	5
108027	*Mentha aquatica* L., 1753					X		5	5	9	6	2	8
108029	*Mentha arvensis* L., 1753					X		8	5	8	6	0	8
108138	*Mentha pulegium* L., 1753				X	X		8	7	8	7	1	8
108996	*Myosotis arvensis* (L.) Hill, 1764	X		X				6	4	5	6	0	3

Cd_ref	Liste taxonomique	Dynamique de fermeture	Trophie élevée	Perturbation	Surpâturage	Hygrophilie	Subhalophilie	Lumière	Température	Humidité édaphique	Niveau trophique	salinité	Matière organique
137914	*Myosotis laxa* subsp. *cespitosa* (Schultz) Hyl. ex Nordh. 1940					X		8	6	8	5	1	3
195001	*Myosotis* L., 1753							NA	NA	NA	NA	NA	NA
109869	*Oenanthe fistulosa* L., 1753					X		8	6	9	5	0	8
109893	*Oenanthe pimpinelloides* L., 1753							8	7	5	5	0	3
109898	*Oenanthe silaifolia* M.Bieb., 1819					X		8	7	8	6	0	8
110313	*Ophioglossum vulgatum* L., 1753					(X)		7	5	8	2	1	9
112483	*Paspalum distichum* L., 1759					X		8	7	8	5	0	8
112741	*Persicaria lapathifolia* (L.) Delarbre, 1800		X			X		7	5	8	8	0	3
112739	*Persicaria hydropiper* (L.) Spach, 1841		X			X		5	5	8	7	0	3
112727	*Persicaria amphibia* (L.) Gray, 1821					X		6	5	9	5	0	9
112975	*Phalaris arundinacea* L., 1753	X				X		8	5	7	7	0	8
113221	*Phleum pratense* L., 1753							7	5	5	5	0	3
113260	*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., 1840	X				X		7	5	8	7	3	8
113842	*Plantago coronopus* L., 1753				X			8	7	5	4	4	1
113893	*Plantago lanceolata* L., 1753							7	5	4	6	0	3
113904	*Plantago major* L., 1753				X			5	5	5	6	0	3
114332	*Poa pratensis* L., 1753							8	5	5	6	0	3
114416	*Poa trivialis* L., 1753							5	5	7	7	0	3
115025	*Polypogon maritimus* Willd., 1801							9	8	6	7	6	1
115027	*Polypogon monspeliensis* (L.) Desf., 1798			(X)		X		8	7	8	6	0	3
115624	*Potentilla reptans* L., 1753					X		7	5	7	6	0	8
116012	*Prunella vulgaris* L., 1753							5	5	5	6	0	3
116142	*Prunus spinosa* L., 1753	X						7	5	5	5	0	3
116392	*Pulicaria dysenterica* (L.) Bernh., 1800					X		8	6	8	6	0	8
116704	*Quercus ilex* L., 1753	X						7	7	4	5	0	4
116759	*Quercus robur* L., 1753	X						7	6	5	5	0	4
116903	*Ranunculus acris* L., 1753							7	5	5	6	0	3
116952	*Ranunculus bulbosus* L., 1753							8	5		3	0	2
117025	*Ranunculus flammula* L., 1753					X		7	5	8	2	1	9
117201	*Ranunculus repens* L., 1753					X		5	5	8	7	1	8
117221	*Ranunculus sardous* Crantz, 1763					X		8	6	8	7	1	3
117224	*Ranunculus sceleratus* L., 1753		X			X		8	6	8	8	1	4
117257	*Ranunculus trilobus* Desf., 1798					X		9	7	8	3	0	4
197047	*Ranunculus* L., 1753							NA	NA	NA	NA	NA	NA
117860	*Robinia pseudoacacia* L., 1753	X	X					8	6	4	8	0	3
197281	*Rubus* L., 1753		X					NA	NA	NA	NA	NA	NA
119418	*Rumex acetosa* L., 1753							8	5	5	6		3

Cd_ref	Liste taxonomique	Dynamique de fermeture	Trophie élevée	Perturbation	Surpâturage	Hygrophilie	Subhalophilie	Lumière	Température	Humidité édaphique	Niveau trophique	salinité	Matière organique
119471	*Rumex conglomeratus* Murray, 1770					X		8	5	8	7	0	8
119473	*Rumex crispus* L., 1753		X			X		7	5	8	8	0	8
119948	*Salix atrocinerea* Brot., 1804	X				X		7	6	5	5	0	4
120732	*Samolus valerandi* L., 1753					X		8	6	8	4	4	9
717533	*Schedonorus arundinaceus (* Schreb.) Dumort., 1824					X		8	6	8	6	2	8
121479	*Schedonorus pratensis* (Huds.) P.Beauv., 1812							8	5	5	5	0	3
121555	*Schoenoplectus tabernaemontani* (C.C.Gmel.) Palla, 1888	X				X		8	5	8	6	3	8
121960	*Scorzonera humilis* L., 1753					X		7	5	8	4	0	9
124034	*Solanum dulcamara* L., 1753	X				X		6	5	8	7	0	8
124233	*Sonchus asper (* L.) Hill, 1769			X				7	5	5	7	1	2
124261	*Sonchus oleraceus* L., 1753			X				7	6	5	8	1	2
125000	*Stellaria graminea* L., 1753							6	5	5	4	0	4
198226	*Taraxacum* F.H.Wigg., 1780				X			NA	NA	NA	NA	NA	NA
126124	*Thalictrum flavum* L., 1753	X				X		7	5	8	6	0	8
126846	*Torilis arvensis* (Huds.) Link, 1821			X				7	7	4	7	0	2
127222	*Trifolium angulatum* Waldst. & Kit., 1802							7	6	6	5	0	2
127294	*Trifolium dubium* Sibth., 1794							6	5	5	5	0	3
127314	*Trifolium fragiferum* L., 1753					X		7	7	8	7	3	8
127337	*Trifolium hybridum* L., 1753					X		8	5	7	6	0	8
127386	*Trifolium michelianum* Savi, 1798					X		8	7	7	7	0	3
127429	*Trifolium patens* Schreb., 1804					X		8	6	7	6	0	8
127439	*Trifolium pratense* L., 1753							7	5	5	6	0	3
127454	*Trifolium repens* L., 1753							7	5	5	6	1	3
127457	*Trifolium resupinatum* L., 1753					X	X	8	7	7	7	1	3
160269	*Trifolium squamosum* L., 1759					X	X	8	7	7	6	1	8
198631	*Trifolium* L., 1753							NA	NA	NA	NA	NA	NA
128792	*Veronica anagallis-aquatica* L., 1753					X		8	5	9	6	0	8
129000	*Veronica scutellata* L., 1753					X		8	5	8	2	0	9
129298	*Vicia sativa* L., 1753				X			6	5	6	7	0	3
129302	*Vicia segetalis* Thuill., 1799							8	6	5	8	0	2
129207	*Vicia lathyroides* L., 1753							8	7	4	2	0	4
129997	*Vulpia bromoides* (L.) Gray, 1821							9	7	3	5	0	1

ANNEXE 3. Étude de la variabilité des HIC 1410 et 6510. (données Baseflor, *Flora Indicativa* et CBN SA)

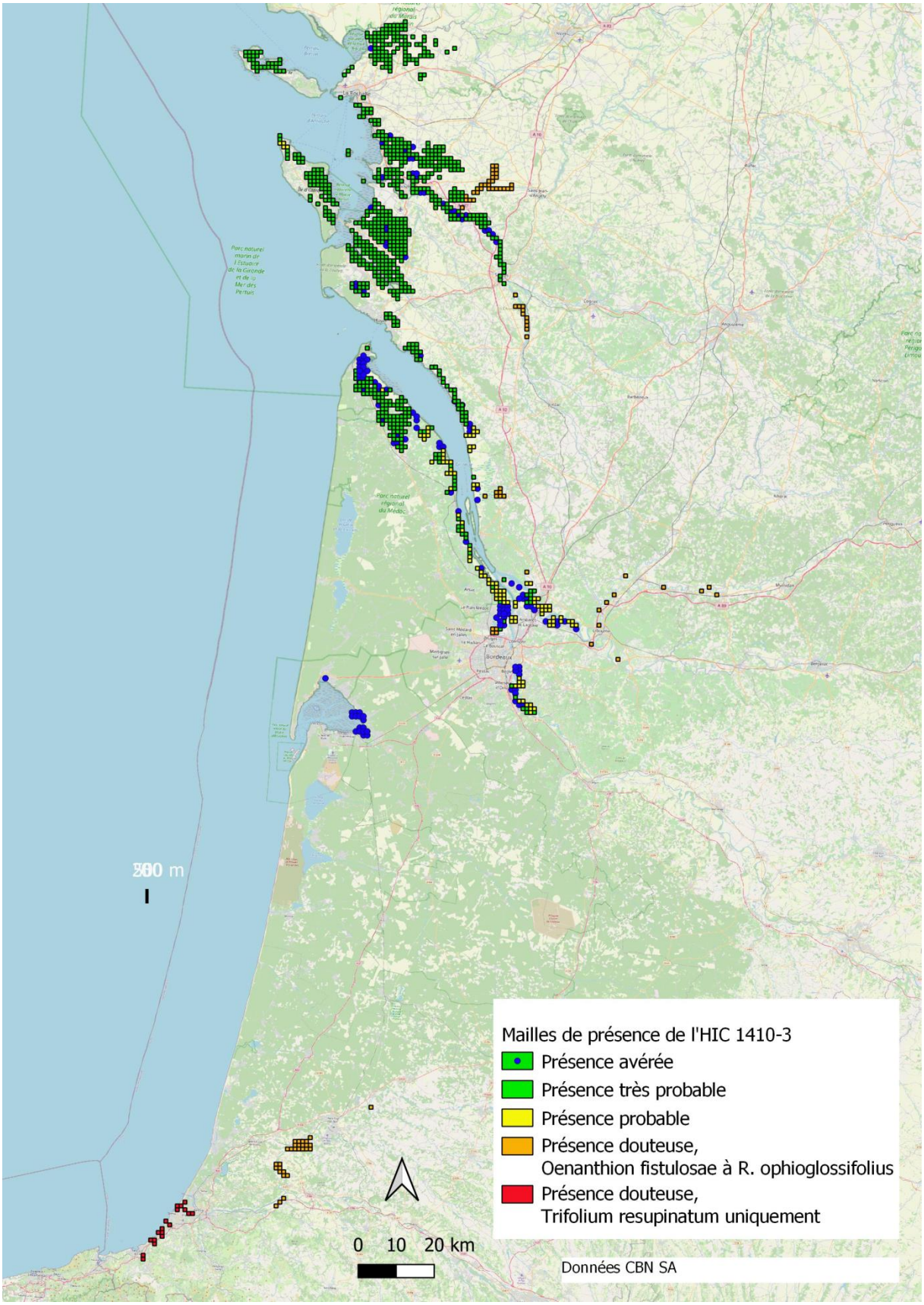
		pH						humidité édaphique						continentalité					
		Données brutes			Données triées			Données brutes			Données triées			Données brutes			Données triées		
		nbval	moy	sd	nbval tri	moy tr	sd trié	nbval	moy	sd	nbval tr	moy t	sd trié	nbval	moy	sd	nbval tr	moy t	sd trié
6510	***Arrhenatheretalia***	17013	5,73	1,31	10629	5,95	1,3	16686	5,20	1,11	12969	5,21	1,1	17012	4,64	0,70	16899	4,64	0,7
	Arrhenatherion	810	5,83	1,28	478	5,98	1,3	794	5,02	1,01	603	5,00	1	809	4,76	0,61	794	4,76	0,6
	Brachypodio centaureion	15862	5,73	1,31	9973	5,96	1,3	15555	5,21	1,11	12108	5,22	1,1	15862	4,64	0,71	15764	4,63	0,7
1410	***Relevés du 1410***	6132	5,79	1,19	4325	6,01	1,2	6094	6,56	1,46	5017	6,51	1,4	6132	4,19	0,96	6096	4,18	1
	Trifolion maritimi	4553	5,80	1,19	3209	6,02	1,2	4517	6,22	1,40	3731	6,16	1,4	4553	4,21	0,95	4521	4,21	0,9
	Ranunculo - Oenanthion	1492	5,74	1,19	1058	5,99	1,1	1491	7,59	1,16	1213	7,61	1,1	1492	4,12	1,00	1488	4,12	1
	Ranunculo menthetum	21	5,81	1,25	12	6,58	0,8	20	7,25	1,41	15	7,27	1,5	21	3,95	0,86	21	3,95	0,9
	Plantagini Trifolietum	66	5,92	0,93	46	6,11	1	66	6,15	1,24	58	6,05	1,1	66	4,14	1,07	66	4,14	1,1

		température						lumière						niveau trophique					
		Données brutes			Données triées			Données brutes			Données triées			Données brutes			Données triées		
		nbval	moy	sd	nbval tri	moy tr	sd trié	nbval	moy	sd	nbval tr	moy t	sd trié	nbval	moy	sd	nbval tr	moy t	sd trié
6510	***Arrhenatheretalia***	17034	5,30	0,67	10488	5,46	0,8	17410	7,22	0,82	14451	7,30	0,8	16843	5,32	1,51	14081	5,25	1,5
	Arrhenatherion	810	5,14	0,57	474	5,20	0,7	824	7,06	0,90	655	7,20	0,8	801	5,56	1,50	662	5,42	1,4
	Brachypodio centaureion	15883	5,31	0,67	9819	5,47	0,8	16244	7,23	0,81	13518	7,30	0,8	15708	5,30	1,51	13153	5,23	1,5
1410	***Relevés du 1410***	6136	5,68	0,87	4472	5,82	0,9	6152	7,46	0,80	5466	7,46	0,8	6104	5,65	1,25	5438	5,70	1,2
	Trifolion maritimi	4557	5,70	0,88	3263	5,85	0,9	4572	7,46	0,77	4076	7,49	0,8	4532	5,64	1,22	4004	5,70	1,2
	Ranunculo - Oenanthion	1492	5,63	0,83	1148	5,71	0,8	1493	7,46	0,87	1311	7,49	0,9	1487	5,66	1,33	1357	5,67	1,3
	Ranunculo menthetum	21	5,86	0,96	15	5,93	1	21	7,52	0,75	19	7,53	0,8	21	5,86	1,53	19	6,00	1,5
	Plantagini Trifolietum	66	5,85	0,90	46	5,83	0,9	66	7,35	0,92	60	7,48	0,7	64	6,19	0,94	58	6,22	1

sd entre 1,3 et 1,39 — sd entre 1,4 et 1,49 — sd entre 1,5 et 1,59

Les « données triées » correspondent à un tri des données disponibles, en retirant pour chaque calcul d'indice les taxons dont la tolérance aux conditions du milieu est la plus grande, c'est-à-dire les taxons pouvant potentiellement augmenter la variabilité des HIC en présentant des valeurs des indices pouvant être en décalage avec les espèces caractéristiques de l'HIC. Ce calcul cherche d'une part à vérifier si ce tri permet de diminuer l'écart type de l'HIC et d'autre part à proposer une méthodologie permettant d'exclure les espèces trop tolérantes aux variations de milieu, pouvant masquer une évolution du milieu par le maintien de l'espèce.
Cette tolérance aux conditions du milieu a été mise en évidence grâce aux facteurs de variations de *Flora Indicativa*. Les espèces avec un facteur de II ont été exclues du calcul.
En raison de la faible différence d'écart type entre les deux méthodes et du temps nécessaire à la réalisation de la méthode triée, ce tri n'a pas été employé sur les données des relectures.

ANNEXE 4. Répartition de l'HIC 1410-3 prairies subhalophiles thermo-atlantiques en Nouvelle-Aquitaine. (données : CBN SA)



ANNEXE 5. Script R – Calibration du protocole de suivi des prairies

```
#Utilisation du package SSP pour réaliser une courbe d'optimisation de l'effort d'échantillonnage
pacman::p_load(SSP)

# charger les données → jeu de données pilote correspondant aux résultats de la calibration d'un site
quadrat1 <- read.delim2("/Users/emelinebarres/Documents/Boulot - livres/ETUDES/Master EO/M2EO/STAGE/Résultats/statistiques/calibration/BDD/Tab_stats_EBA003C_tri.txt")

#Estimation of parameters → description des données pilotes : données en présence/absence (P/A), le nombre d'espèces théorique correspond à la moyennes des différentes méthodes (Chao, Jacknife, etc)
par.mic <- assempar(data = quadrat1, type = "P/A", Sest.method = "average")
par.mic
#EBA001C : 20 espèces observes, 22 espèces théoriques estimées
#EBA002C : 29 espèces observes, 32 espèces théoriques estimées
#EBA003C : 37 espèces observes, 53 espèces théoriques estimées

#Simulation of data --> simulation de 10 jeux de données (cases) composés d'un site avec 49 lieux d'échantillonnages potentiels (N) à partir de notre jeu de données pilote
sim.mic <- simdata(Par = par.mic, cases = 10, N = 49, sites = 1)

# Quality of simulated data
qua.mic <- datquality(data = quadrat1, dat.sim = sim.mic, Par = par.mic, transformation = "none", method = "jaccard")

#Sampling and estimation of MultSE --> échantillonnage des données simulées. Les 49 lieux d'échantillonnages doivent être analysés pour le site. Cette simulation de l'échantillonnage doit être réalisée 10 fois (k) dans chacun des dix jeux de données simulés précédemment.
samp.mic <- sampsd(sim.mic, par.mic, transformation = "P/A", method = "jaccard", n = 49, m = 1, k = 10)

#Summarizing results
sum.mic <- summary_ssp(results = samp.mic, multi.site = FALSE)

#Identification of optimal effort --> cut-off points, illustrés sur la courbe par les zones grisées.
opt.mic <- ioptimum(xx = sum.mic, multi.site = FALSE, c1 = 5, c2 =2, c3= 1)

#plot --> représentation graphique de la courbe
plot_ssp(xx = sum.mic, opt = opt.mic, multi.site = FALSE)
```

ANNEXE 6. Bordereau de relevé pour le suivi de l'état de conservation des prairies.

Conservatoire Botanique National
SUD-ATLANTIQUE

Fiche suivi état de conservation des prairies

Aquitaine / Poitou-Charentes

Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique
Domaine de Certes – 33980 AUDENGE – Tél. 05 57 76 18 07 – Courriel : contact@cbnsa.fr
Site de l'Observatoire de la Biodiversité Végétale de Nouvelle-Aquitaine : www.obv-na.fr

Nom(s) (Organisme) : ..... Date : ..... / ..... / .....
..... Numéro (PN00x) : ..... S
Programme (sous-programme) : .....

Nom(s) propriétaire (organisme) : ..... Contact : .....
Nom(s) gestionnaire (organisme) : ..... Contact : .....

Département : ..... Commune : ..... Lieu-dit : .....
Code site Natura 2000 : FR..... Nom site Natura 2000 :.....
Précisions géographiques : .....
Si relecture : N° de suivi précédent : .....

	Coordonnées GPS (WGS 84 degrés décimaux)			Distance et cap / au repère naturel 1		Distance et cap / au repère naturel 2	
	X	Y	Précision (+/- mètres)				
Coin Nord-Ouest							
Coin Nord-Est							
Coin Sud-Est							
Coin Sud-Ouest							
Repère naturel 1							
Repère naturel 2							
Piquets métalliques implantés	Oui / Non						

Pente de la station : ☐ < 1° ☐ 1 à 6° ☐ 6 à 27° ☐ 27 à 45° ☐ 45 à 70° ☐ > 70°
Exposition: ☐ Nord ☐ Nord-Est ☐ Est ☐ Sud-Est ☐ Sud ☐ Sud-Ouest ☐ Ouest ☐ Nord-Ouest ☐ Nulle
Altitude :.....

Texture (trois choix max. à numéroter) : ☐ Tourbeuse ☐ Vaseuse ☐ Argileuse ☐ Limoneuse ☐ Sableuse ☐ Graveleuse ☐ Caillouteuse ☐ Rocheuse
Hydromorphie : ☐ Sec ☐ Humide ☐ Engorgé ☐ Inondé (☐ Trace d'hydromorphie) Niveau d'eau :.....
Fréquence d'immersion : ☐ Absente ☐ Indéterminée ☐ Occasionnelle ☐ Périodique ☐ Permanente ☐ Inconnue
Eclairement : ☐ Ombre ☐ Demi-ombre ☐ Lumière

Surface de la parcelle (m²) :..... Surface de l'habitat dans la parcelle (m²) :.....

Type de gestion : ☐ Fauche ☐ Fauche exportatrice ☐ Pâturage ☐ Pâturage extensif ☐ Pâturage intensif ☐ Gyrobroyage
Type d'élevage : ☐ Bovin ☐ Equin ☐ Caprin ☐ Ovin ☐ Autre : .....
Chargement : UGB/ha : ..... ou nombre de tête :..... Période de mise en pâturage :.....
Nombre de fauche annuelle : ..... Date(s) de fauche : .....

Historique de gestion : .....
.....
.....

Trace de dégradation :
☐ Présence de trace de drainage ☐ Trace de labour/ retournement
☐ Ensemencement ☐ Antidicotylédone ☐ Amendements ☐ Autres : .....

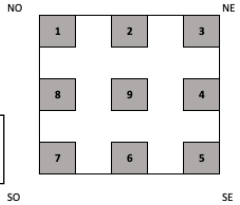
Facteur(s) de menace : .....

Zone du quadrat										
Identifiant de la photo										
Recouvrement total (%)										
Sol nu sans végétation (%)										
Litière (%)										
Recouvrement des graminées (%)										
Recouvrement des dicotylédones (%)										
Recouvrement bryolichénique (%)										
Hauteur moyenne (m)										
Hauteur moyenne de la strate haute (m)										
Hauteur moyenne de la strate basse (m)										
Taxons										

Commentaires :

……
……
……
……
……
……

Sens d'orientation à suivre pour chaque placette



ANNEXE 7. Script R - Exploitation des données de suivi - réalisation de l'AFC

```
library(vegan)
library(ade4)
library(FactoMineR)
library (explor)


#importation des données de relecture
freqrelecture=read.table("/Users/emelinebarres/Documents/Boulot - livres/ETUDES/Master EO/M2EO/STAGE/Résultats/Base de données suivi/Tab_freq_relectures.csv", header=TRUE, sep = ";")

#préparation des données pour l'AFC
rownames(freqrelecture)=freqrelecture[,1]        #première colonne = nom des lignes
freqrelecture2=freqrelecture[,-1] #à retirer pour les analyses

#la première réalisation de l'AFC a amené à une version très écrasée par deux placettes très différentes du reste : retrait des relevés extrêmes du jeu de données : placette M-PL05S (marais du Logit sur la commune du Verdon, prairie en mauvais état) et M-TB16S (mégaphorbiaie subhalophile au Château Lafite-Rothschild)
freqrelecturecorr<-freqrelecture[-(53:56),] #retrait de PL05S_L1,PL05S_L2, TB16S_L1 et TB16S_L2
freqrelecturecorr2<-freqrelecturecorr[,-1] #retrait de la première colonne pour les analyses avec FactoMineR

#et on refait l'AFC
coacorr <- dudi.coa(freqrelecturecorr, nf = 5, scannf = FALSE)
str(coacorr)
summary(coacorr, file ="summary de AFC coacorr")
explor(coacorr)

# Représentation graphique
X11()
plot(coacorr$eig,type="b",main="Eboulis des valeurs propres", xlab="Nb d'axes factoriels",ylab="valeurs propres") # graphique de l'eboulis des valeurs propres
scatter(coacorr) # Afficher les plans factoriels avec espèces et relevés sur le meme graphe
scatter(coacorr,xax=1,yax=2,posieig="none",sub="AFC tous relevés",clabel=0.3 )
s.label(coacorr$co,sub="AFC sur especes",clabel=0.5, cpoint = 1, pch = 20, xlim = c(-4,3)) # Plans factoriels pour especes seulement
s.label(coacorr$li,sub="AFC sur quadrats",clabel=0.5) )) # Plans factoriels pour relevés seulement

#mise en forme
s.label(coacorr$li,clabel=0.5, xlim=c(-3.5,3), ylim=c(-3,3)) #version sans titre pour le rapport



####### projection des variables illustratives (variables environnementales) sur l'AFC
library(vegan)

#importation des variables environnementales
```

```
env <- read.table("/Users/emelinebarres/Documents/Boulot - livres/ETUDES/Master EO/M2EO/STAGE/Résultats/Base de données suivi/env_diachro_prairies.txt",h=T,row.names=1,sep="\t",dec=",")
env2 <- env[-(53:56),] #retrait de PL05S_L1,PL05S_L2, TB16S_L1 et TB16S_L2

# Ajouter les indices biologiques sélectionnés sur la carte factorielle
prairie.ca.env <- envfit(coacorr ~ Indic_Lum + Indic_Temp + Indic_Hedaph + Indic_pH + Indic_Trophie + Indic_Salin, env2, na.rm=T, choices=c(1,2), p.max = 0.05)
# projection sur AFC
X11()
s.label(coacorr$li,clabel=0.5, xlim=c(-3.5,3), ylim=c(-3,3)) #si besoin de relancer AFC
plot(prairie.ca.env,cex=0.9, col = "blue")

###projection des autres indices sélectionnés sur l'AFC (surpaturage, dynamique etc.)
indicessupp.ca.env <- envfit(coacorr ~ nb_esp_ourlet + nb_esp_surpatu + nb_esp_hygro, env2, na.rm=T, choices=c(1,2), p.max = 0.05) # exemple avec indices de temperature et pH seuls
plot(indicessupp.ca.env,cex=0.9, col = "darkgreen")

# Courbes de réponses des variables environnementales modélisées par GAM (generalized additive models) : donne les courbes d'intensité des variables
ordisurf(coacorr,envsupp2$nb_esp_surpatur, add=T, col="darkgreen")
ordisurf(coacorr,env2$Indic_Trophie, add=T,col="blue")

#recherche des sous-groupes dans le jeu de données en utilisant la fonction HCPC du package FactoMineR. Ce package permet de réaliser une AFC et la clustérisation, mais pas de projeter des variables illustratrices, c'est pourquoi il est uniquement utilisé ici pour obtenir les clusters.
library(FactoMineR)
res <- CA(freqrelecturecorr2, ncp = 5, row.sup = NULL, col.sup = NULL, graph = FALSE)
res.hcpc <- HCPC(res2, nb.clust = 3, consol = FALSE, min = 2, max = 10, cluster.CA = "rows", cex=0.5, graph = TRUE) #obtention d'un arbre illustrant les différents clusters identifiés dans le jeu de données

#projection des groupes de la CAH sur la carte factorielle avec double barycentre Lecture 1/Lecture 2
#importation du fichier attribuant à chaque placette un numéro de cluster, d'après les clusters identifiés avec la fonction HCPC
grp<-read.table("/Users/emelinebarres/Documents/Boulot - livres/ETUDES/Master EO/M2EO/STAGE/Résultats/Base de données suivi/Clust_regio-lect_diachro.txt", header=TRUE,sep="\t")
grp2<-grp[,-(53:56)] #retrait de PL5 et TB16
s.class(dfxy=coacorr$li,fac=factor(grp2),add.plot=TRUE, xax=1, yax=2,col=c("red","green","red","green","red","green")) # projection des groupes sur l'AFC

#Ces mêmes analyses ont été déclinées pour chaque sous-groupe : les 10 placettes des Barthes de l'Adour, les 3 placettes du Marais du Bec d'Ambès, et les 13 placettes restantes.
```

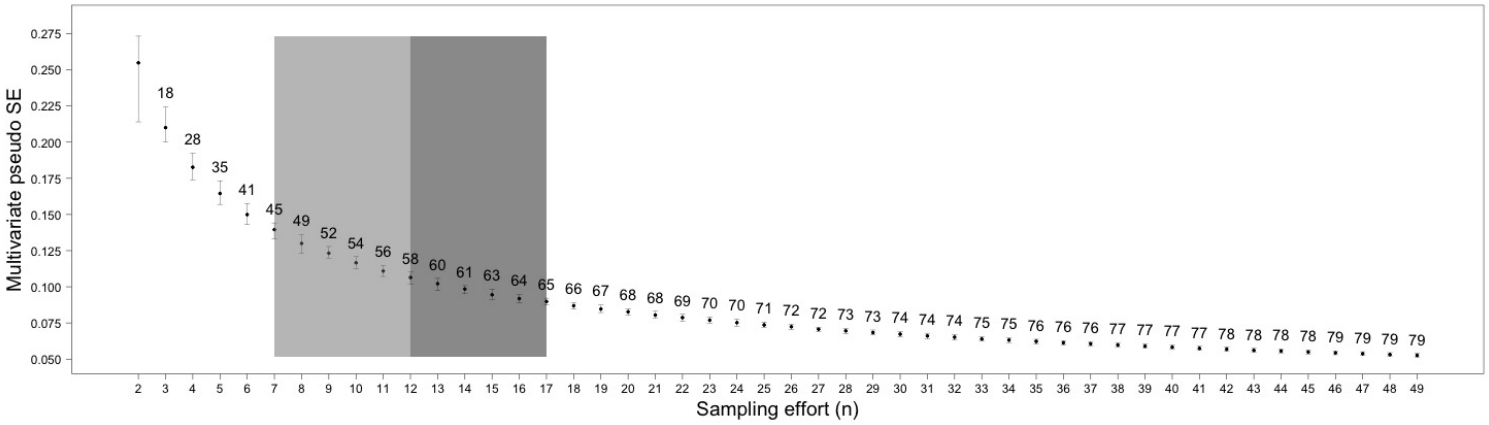
ANNEXE 8. Script R - exploitation des données de suivi – évolution des indicateurs entre 2016 et 2022

```
library(ggplot2)
library(dplyr)
library(hrbrthemes)
library(ggthemes)
library(tidyverse)
library(viridis)
library(rquery)
library(wesanderson)
library(gridExtra)


#importation des jeux de données pour chaque sous-groupe identifié
indicAmbessansponder<-read.table("/Users/emelinebarres/Documents/Boulot - livres/ETUDES/Master EO/M2EO/STAGE/Résultats/Base de données suivi/BDD comparaison indicateurs/Version sans ponderation par frequence/Version sans ponderation des anciens clusters pour comparaison/Stats_indic_diachro_sansponder_Ambes.txt", header=TRUE, dec = ",")
indicBarthessansponder<-read.table("/Users/emelinebarres/Documents/Boulot - livres/ETUDES/Master EO/M2EO/STAGE/Résultats/Base de données suivi/BDD comparaison indicateurs/Version sans ponderation par frequence/Version sans ponderation des anciens clusters pour comparaison/Stats_indic_diachro_sansponder_Barthes.txt", header=TRUE, dec = ",")
indicrestesansponder<-read.table("/Users/emelinebarres/Documents/Boulot - livres/ETUDES/Master EO/M2EO/STAGE/Résultats/Base de données suivi/BDD comparaison indicateurs/Version sans ponderation par frequence/Version sans ponderation des anciens clusters pour comparaison/Stats_indic_diachro_sansponder_reste.txt", header=TRUE, dec = ",")


indic<-indicrestesansponder #importer le bon jeu de données pour éviter de réécrire trois fois le script.


#########################
### Réalisation de tests de puissance pour chaque indicateur ###
#cela permet d'avoir une idée de la puissance prédictrice des comparaisons effectuées

#Lumière
# Calcul des paramètres nécessaires :
n_lum<-length(indic$Indic_Lum_L1) #nombre de mesures dans l'échantillon
diff_mean_lum<-mean(indic$Indic_Lum_L1)-mean(indic$Indic_Lum_L2) #différence entre les moyennes
Xlum=c(sd(indic$Indic_Lum_L1), sd(indic$Indic_Lum_L2))
sd_mean_lum<-mean(Xlum) #déviation standard autour des moyennes des années 1 et 2 (moyenne générale pour les deux années)

# Test de puissance en vue d'effectuer un test de Student ensuite, sur des échantillons appariés. On veut connaitre "power", soit la puissance prédictive du test avec nos résultats (nombre d'échantillons, moyenne, écart-type)
power.t.test(n_lum,delta=diff_mean_lum,sd=sd_mean_lum,sig.level=0.05, type = "paired")
# Calcul de la quantité de mesures théoriquement nécessaires pour avoir une puissance prédictive de 80% :
power.t.test(power=0.8,delta=diff_mean_lum,sd=sd_mean_lum,sig.level=0.05, type = "paired")
```

```
#A REPETER POUR CHAQUE INDICATEUR

#####################################
#Réalisation des représentations graphiques : courbes des densités et boxplots

#création des bases de données nécessaires pour réalisation des graphes avec le package ggplot2
data_Lum <- data.frame(name=c(rep("2016",13), rep("2022",13)),
                value=c(indic$Indic_Lum_L1, indic$Indic_Lum_L2)) #modifier le nombre de placettes (« 13 ») en fonction du jeu de données analysé
data_Temp <- data.frame(name=c(rep("2016",13), rep("2022",13)),
                 value=c(indic$Indic_Temp_L1, indic$Indic_Temp_L2))
data_Hedaph <- data.frame(name=c(rep("2016",13), rep("2022",13)),
                  value=c(indic$Indic_Hedaph_L1, indic$Indic_Hedaph_L2))
data_Troph <- data.frame(name=c(rep("2016",13), rep("2022",13)),
                 value=c(indic$Indic_Troph_L1, indic$Indic_Troph_L2))
data_Sali <- data.frame(name=c(rep("2016",13), rep("2022",13)),
                 value=c(indic$Indic_Sali_L1, indic$Indic_Sali_L2))
data_MO <- data.frame(name=c(rep("2016",13), rep("2022",13)),
                value=c(indic$Indic_MO_L1, indic$Indic_MO_L2))
data_ourlet <- data.frame(name=c(rep("2016",13), rep("2022",13)),
                  value=c(indic$nb_esp_ourlet_L1, indic$nb_esp_ourlet_L2))
data_esptroph<- data.frame(name=c(rep("2016", 13), rep("2022",13)),
                   value=c(indic$nb_esp_troph_L1, indic$nb_esp_troph_L2))
data_subhalo<- data.frame(name=c(rep("2016",13), rep("2022",13)),
                  value=c(indic$nb_esp_subhalo_L1, indic$nb_esp_subhalo_L2))
data_pert<- data.frame(name=c(rep("2016",13), rep("2022",13)),
                value=c(indic$nb_esp_pertur_L1, indic$nb_esp_pertur_L2))
data_patu<- data.frame(name=c(rep("2016",13), rep("2022",13)),
                value=c(indic$nb_esp_surpatu_L1, indic$nb_esp_surpatu_L2))
data_hygro<- data.frame(name=c(rep("2016",13), rep("2022",13)),
                 value=c(indic$nb_esp_hygro_L1, indic$nb_esp_hygro_L2))
data_rich<- data.frame(name=c(rep("2016",13), rep("2022",13)),
                 value=c(indic$Rich_spe_L1, indic$Rich_spe_L2))

####réalisation des graphes des densités avec ggplot2
x11()
lum_plot <-
  ggplot(data_Lum, aes(x=value, color=name)) +
  geom_density() +
  theme(legend.position = 'none') +
  labs(title="Distribution de l'indice Lumière",x="Valeur de l'indice", y = "Densité") +
  scale_x_continuous (limits = c(6.7,7.8))  #il faut ajuster les limites pour chaque indicateur et chaque sous-groupe
lum_plot

#A REPETER POUR CHAQUE INDICATEUR


###réalisation des boxplots avec ggplot2
###lumière
```

```
X11()
Lum_boxplot<-
 ggplot(data_Lum,aes(x=name,y=value, fill=name)) +
 geom_boxplot()+
 geom_jitter(color="black", size=0.4, alpha=0.9) +
 theme_ipsum() +
 theme(
  legend.position="none",
  plot.title = element_text(size=11)
 ) +
 ggtitle("Boxplots de l'indice Luminosité") +
 xlab("")

#A REPETER POUR CHAQUE INDICATEUR

###Synthèse graphique courbe des densités et boxplot
X11()
grid.arrange(lum_plot, Lum_boxplot, ncol = 2, nrow = 1) #à répéter pour chaque indicateur


#######################
#Comparaison de moyennes entre les 2 années :

#choix du test de Student (test paramétrique) ou du test de Wilcoxon (test non paramétrique)
#dans le cadre d'échantillons appariés, il faut simplement vérifier la normalité des différences entre L1 et
L2
###Lumière
# Calcul de la différence entre années 1 et 2 :
diff_lum<-indic$Indic_Lum_L1-indic$Indic_Lum_L2
# test de normalité de la distribution des différences :
shapiro.test(diff_lum)

#A REPETER POUR CHAQUE INDICATEUR


#réalisation des tests de comparaison (changer la ligne de code en fonction des résultats de normalité)
#si le test de shapiro est négatif (p-value>0.05) on passe au test de Student:
t.test(indic$Indic_Troph_L1, indic$Indic_Troph_L2,paired=TRUE)

#si le test est positif (p-value<0.05) on passe au test de Wilcoxon:
wilcox.test(indic$Indic_Sali_L1,indic$Indic_Sali_L2, paired = TRUE)
```

ANNEXE 9. Courbe d'optimisation de l'effort d'échantillonnage de la parcelle de calibration 3



ANNEXE 10. Correspondances des identifiants et des codes des placettes relues en 2022

Code de la placette	Identifiant de la placette	Site Natura 2000	Année/ numéro de lecture	Taille	Surface (m2)	Nombre de sous-quadrats	Surface des sous-quadrats (m2)	Département
B_TB1.L1	20160607-TB01S	Barthes de l'Adour	2016.L1	4x4	16	5	1	40
B_TB2.L1	20160607-TB02S	Barthes de l'Adour	2016.L1	4x4	16	5	1	40
B_TB3.L1	20160607-TB03S	Barthes de l'Adour	2016.L1	4x4	16	5	1	40
B_PL1.L1	20160614-PL01S	Barthes de l'Adour	2016.L1	4x4	16	5	1	40
B_PL2.L1	20160614-PL02S	Barthes de l'Adour	2016.L1	4x4	16	5	1	40
B_PL3.L1	20160614-PL03S	Barthes de l'Adour	2016.L1	4x4	16	5	1	40
B_ALF6.L1	20160622-ALF06S	Barthes de l'Adour	2016.L1	4x4	16	5	1	40
B_ALF7.L1	20160622-ALF07S	Barthes de l'Adour	2016.L1	4x4	16	5	1	40
B_ALF8.L1	20160629-ALF08S	Barthes de l'Adour	2016.L1	4x4	16	5	1	40
B_ALF9.L1	20160629-ALF09S	Barthes de l'Adour	2016.L1	4x4	16	5	1	40
Ar_TB17.L1	20160629-TB17S	Bassin d'Arcachon et Cap Ferret	2016.L1	4x4	16	5	1	33
C_ALF2.L1	20160608-ALF02S	Bocage humide de Cadaujac	2016.L1	4x4	16	5	1	33
M_TB7.L1	20160620-TB07S	Marais du Bas Médoc	2016.L1	4x4	16	5	1	33
M_TB8.L1	20160620-TB08S	Marais du Bas Médoc	2016.L1	4x4	16	5	1	33
M_TB9.L1	20160620-TB09S	Marais du Bas Médoc	2016.L1	4x4	16	5	1	33
M_TB10.L1	20160620-TB10S	Marais du Bas Médoc	2016.L1	4x4	16	5	1	33
M_PL4.L1	20160623-PL04S	Marais du Bas Médoc	2016.L1	4x4	16	5	1	33
M_PL5.L1	20160623-PL05S	Marais du Bas Médoc	2016.L1	4x4	16	5	1	33
A_TB4.L1	20160617-TB04S	Marais du Bec d'Ambès	2016.L1	4x4	16	5	1	33
A_TB5.L1	20160617-TB05S	Marais du Bec d'Ambès	2016.L1	4x4	16	5	1	33
A_TB6.L1	20160617-TB06S	Marais du Bec d'Ambès	2016.L1	4x4	16	5	1	33
M_TB11.L1	20160621-TB11S	Marais du Haut Médoc	2016.L1	4x4	16	5	1	33
M_TB12.L1	20160621-TB12S	Marais du Haut Médoc	2016.L1	4x4	16	5	1	33
M_TB13.L1	20160621-TB13S	Marais du Haut Médoc	2016.L1	4x4	16	5	1	33
M_TB14.L1	20160622-TB14S	Marais du Haut Médoc	2016.L1	4x4	16	5	1	33
M_TB15.L1	20160622-TB15S	Marais du Haut Médoc	2016.L1	4x4	16	5	1	33
M_TB16.L1	20160622-TB16S	Marais du Haut Médoc	2016.L1	4x4	16	5	1	33
P_ALF3.L1	20160609-ALF03S	Palus de St Loubès et Yzons	2016.L1	4x4	16	5	1	33
B_TB1.L2	20160607 - TB01S	Barthes de l'Adour	2022.L2	5x5	25	9	1	40
B_TB2.L2	20160607 - TB02S	Barthes de l'Adour	2022.L2	5x5	25	9	1	40
B_TB3.L2	20160607-TB03S	Barthes de l'Adour	2022.L2	5x5	25	9	1	40
B_PL1.L2	20160614-PL01S	Barthes de l'Adour	2022.L2	5x5	25	9	1	40
B_PL2.L2	20160614-PL02S	Barthes de l'Adour	2022.L2	5x5	25	9	1	40
B_PL3.L2	20160614-PL03S	Barthes de l'Adour	2022.L2	5x5	25	9	1	40
B_ALF6.L2	20160622-ALF06S	Barthes de l'Adour	2022.L2	5x5	25	9	1	40
B_ALF7.L2	20160622-ALF07S	Barthes de l'Adour	2022.L2	5x5	25	9	1	40
B_ALF8.L2	20160629 - ALF08S	Barthes de l'Adour	2022.L2	5x5	25	9	1	40
B_ALF9.L2	20160629-ALF09S	Barthes de l'Adour	2022.L2	5x5	25	9	1	40
Ar_TB17.L2	20160629-TB17S	Bassin d'Arcachon et Cap Ferret	2022.L2	5x5	25	9	1	33
C_ALF2.L2	20160608-ALF02S	Bocage humide de Cadaujac	2022.L2	5x5	25	9	1	33
M_TB7.L2	20160620-TB07S	Marais du Bas Médoc	2022.L2	5x5	25	9	1	33
M_TB8.L2	20160620-TB08S	Marais du Bas Médoc	2022.L2	5x5	25	9	1	33
M_TB9.L2	20160620-TB09S	Marais du Bas Médoc	2022.L2	5x5	25	9	1	33
M_TB10.L2	20160620-TB10S	Marais du Bas Médoc	2022.L2	5x5	25	9	1	33
M_PL4.L2	20160623-PL04S	Marais du Bas Médoc	2022.L2	5x5	25	9	1	33
M_PL5.L2	20160623-PL05S	Marais du Bas Médoc	2022.L2	5x5	25	9	1	33
A_TB4.L2	20160617-TB04S	Marais du Bec d'Ambès	2022.L2	5x5	25	9	1	33
A_TB5.L2	20160617-TB05S	Marais du Bec d'Ambès	2022.L2	5x5	25	9	1	33
A_TB6.L2	20160617-TB06S	Marais du Bec d'Ambès	2022.L2	5x5	25	9	1	33
M_TB11.L2	20160621-TB11S	Marais du Haut Médoc	2022.L2	5x5	25	9	1	33
M_TB12.L2	20160621-TB12S	Marais du Haut Médoc	2022.L2	5x5	25	9	1	33
M_TB14.L2	20160621-TB13S	Marais du Haut Médoc	2022.L2	5x5	25	9	1	33
M_TB13.L2	20160622-TB14S	Marais du Haut Médoc	2022.L2	5x5	25	9	1	33
M_TB15.L2	20160622-TB15S	Marais du Haut Médoc	2022.L2	5x5	25	9	1	33
M_TB16.L2	20160622-TB16S	Marais du Haut Médoc	2022.L2	5x5	25	9	1	33
P_ALF3.L2	20160609-ALF03S	Palus de St Loubès et Yzons	2022.L2	5x5	25	9	1	33

ANNEXE 11. Extraits des bases de données utilisées dans l'étude diachronique

Code espèce : ***Agr**ostis **sto**lonifera*

Présence dans 9/9 sous-quadrats de TB9 en 2022

Présence dans 6/9 sous-quadrats de TB10 en 2022

Code_stat	Agr.eup	Agr.cap	Agr.sto	Agr.xmur	Aju.rep	Ali.lan	Ali.pla	All.vin	Alo.bul	Alo.pra	Alt.off	Ana.lax	Ant.odo	Ari.rot	Arg.ans	Arr.ela	Atr.pro	...
A_TB4.L2	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	...
A_TB5.L2	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...
A_TB6.L2	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	22	0	0	...
M_TB7.L2	0	0	100	0	0	0	0	0	78	0	0	0	100	0	0	0	0	...
M_TB8.L2	0	0	100	0	0	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0	0	...
M_TB9.L2	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...
M_TB10.L2	0	0	100	0	0	0	0	0	67	0	0	0	100	0	0	0	0	...
M_TB11.L2	0	0	100	0	0	0	0	0	89	0	0	0	100	0	0	0	0	...
M_TB12.L2	0	100	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	56	0	0	0	0	...
M_TB13.L2	0	0	100	0	0	0	0	0	56	0	0	0	44	0	0	0	0	...
M_TB14.L2	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	89	0	0	0	...
M_TB15.L2	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	100	0	0	0	0	...
B_ALF6.L2	0	100	78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	...
B_ALF7.L2	0	100	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78	0	0	0	0	...
B_ALF8.L2	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56	0	0	0	0	...
B_ALF9.L2	0	89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	...
B_PL1.L2	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	89	0	0	0	0	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

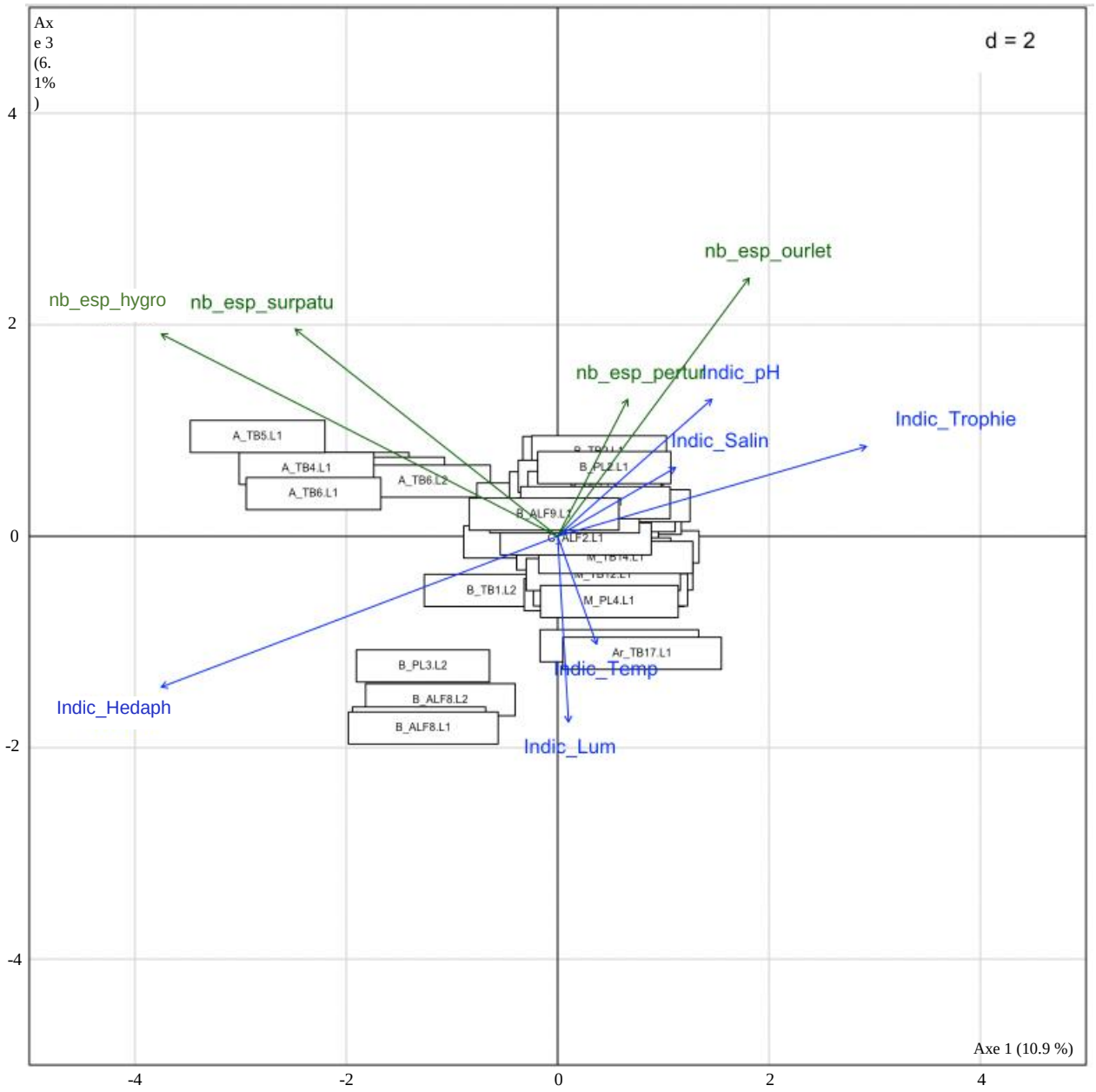
Extrait de la base de données intégrant les fréquences de présence dans les quadrats de suivi utilisé dans l'AFC

Moyenne de l'indice biologique « luminosité », pondéré par la fréquence des taxons présents sur la placette B_ALF6 lors de la lecture 1

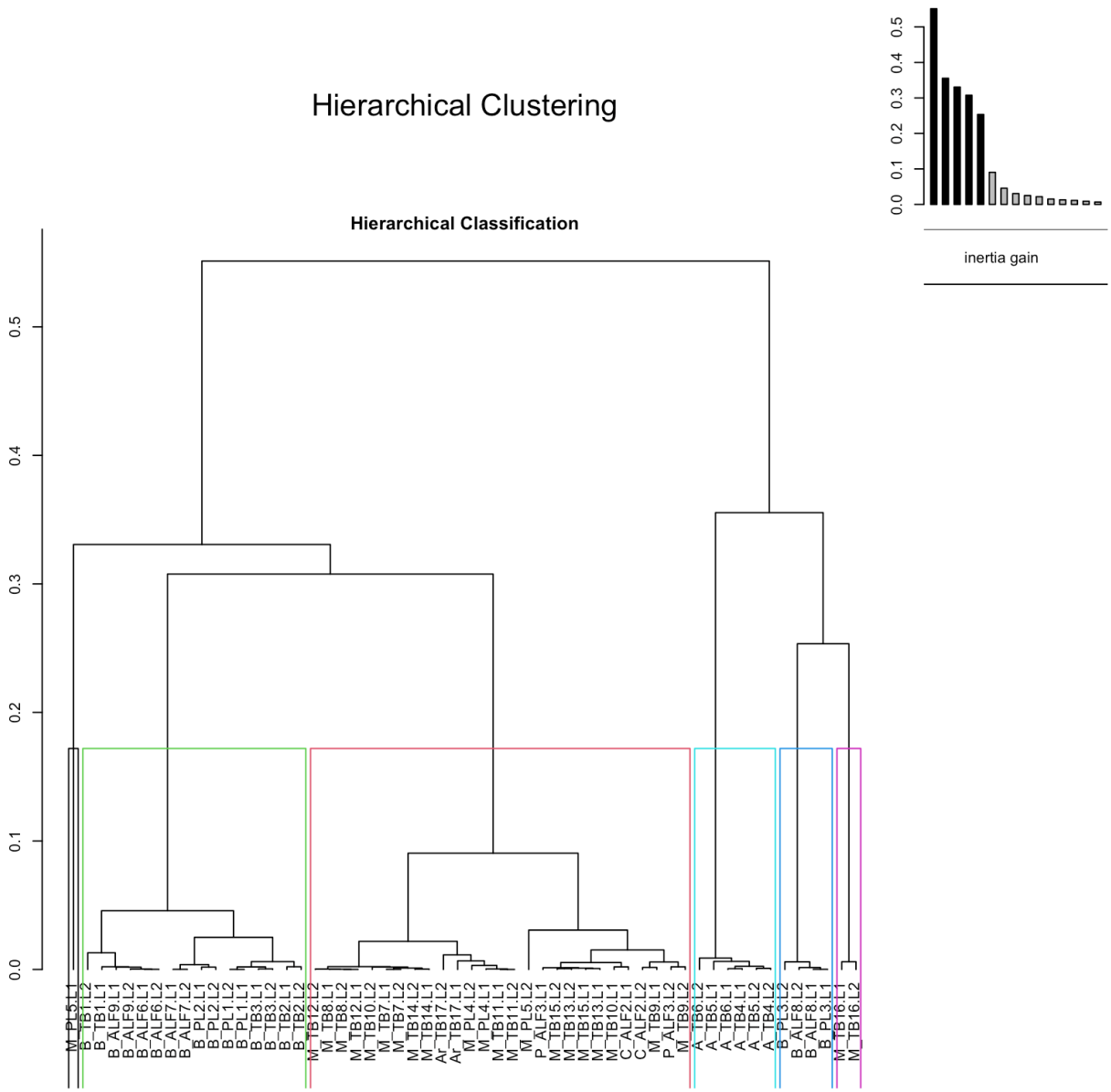
Code_stats	Indic_Lum_L1	Indic_Lum_L2	Indic_Temp_L1	Indic_Temp_L2	Indic_Hedaph_L1	Indic_Hedaph_L2	...	Rich_spe_L1	Rich_spe_L2	nb_esp_ourlet_L1	nb_esp_ourlet_L2	nb_esp_surpatu_L1	nb_esp_surpatu_L2	...
B_ALF6	7,358974359	7,274074074	5,402597403	5,259259259	6,246753247	6,414814815	...	25	23	1	1	0	0	...
B_ALF7	7,333333333	7,301204819	5,529411765	5,426751592	5,388235294	5,789808917	...	24	27	1	0	0	1	...
B_ALF8	7,441441441	7,2734375	5,477477477	5,328125	8,198198198	7,921875	...	16	19	1	1	1	1	...
B_ALF9	6,929411765	6,853788091	5,329411765	5,272574783	6,235294118	6,18660889	...	25	23	1	0	2	3	...
B_PL1	7,257575758	7,243478261	5,327868852	5,359649123	6,147540984	5,956140351	...	23	20	3	1	0	0	...
B_PL2	7,413793103	7,061981758	5,494117647	5,330121491	5,3375	5,695852535	...	28	34	0	1	2	2	...
B_PL3	7,4	7,404040404	5,24	5,424242424	8,32	7,95959596	...	13	15	0	1	0	0	...
B_TB1	6,84375	7,134344871	5,238095238	5,165955429	7,095238095	7,58416311	...	22	20	3	3	1	0	...
B_TB2	7,030769231	7,08830579	5,230769231	5,210808739	6,030769231	6,507601891	...	24	32	5	5	0	0	...
B_TB3	7,147058824	7,054794521	5,205882353	5,193103448	6,786764706	6,475862069	...	24	30	4	4	0	0	...

Extrait de la base de données permettant la comparaison des moyennes des indicateurs entre 2016 et 2022 – BDD régionale Barthes de l'Adour

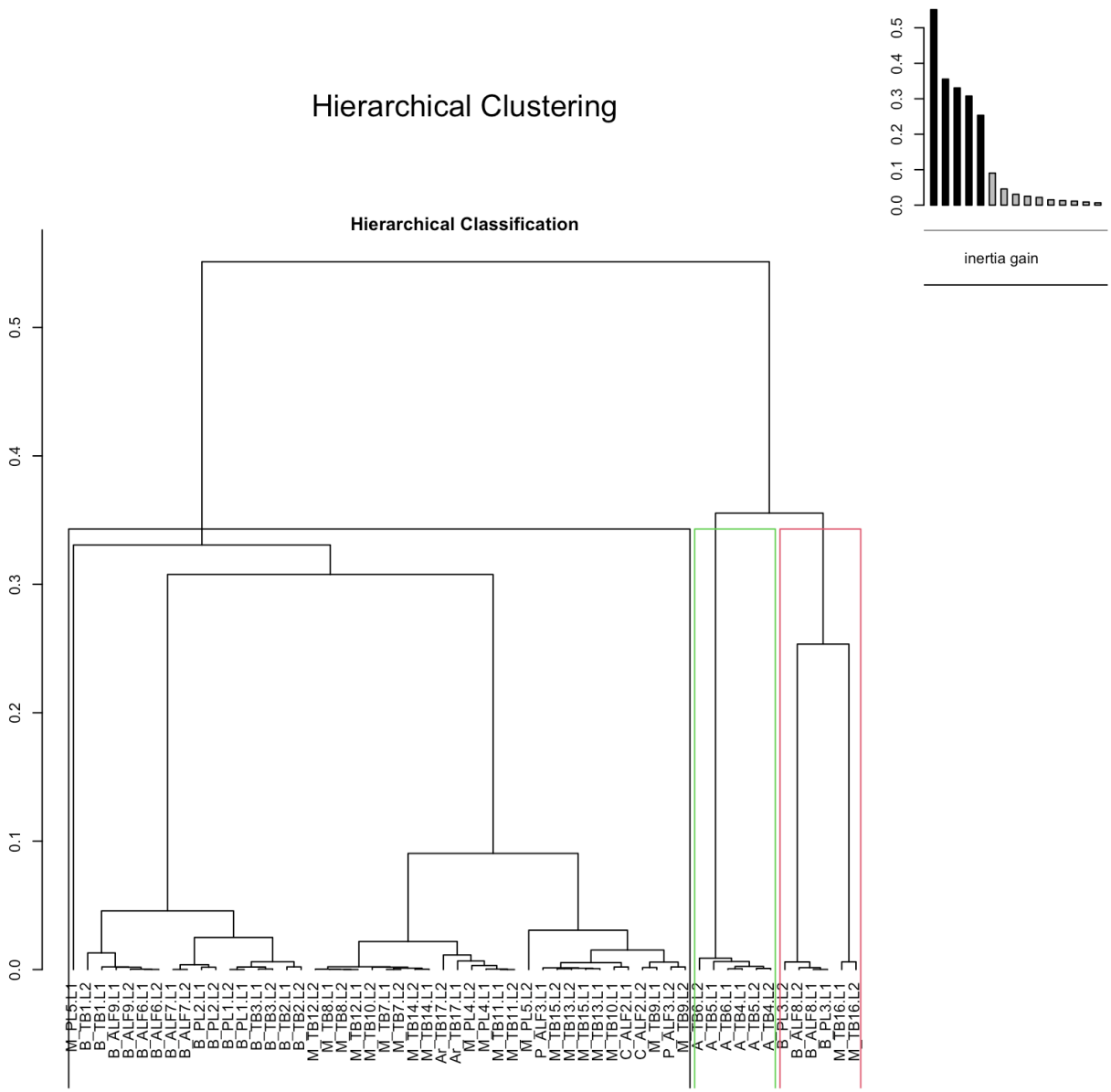
ANNEXE 12. Ordination des placettes par AFC pour la première et la troisième dimension



ANNEXE 13. Classification par CAH des placettes avec les individus extrêmes TB16 et PL5

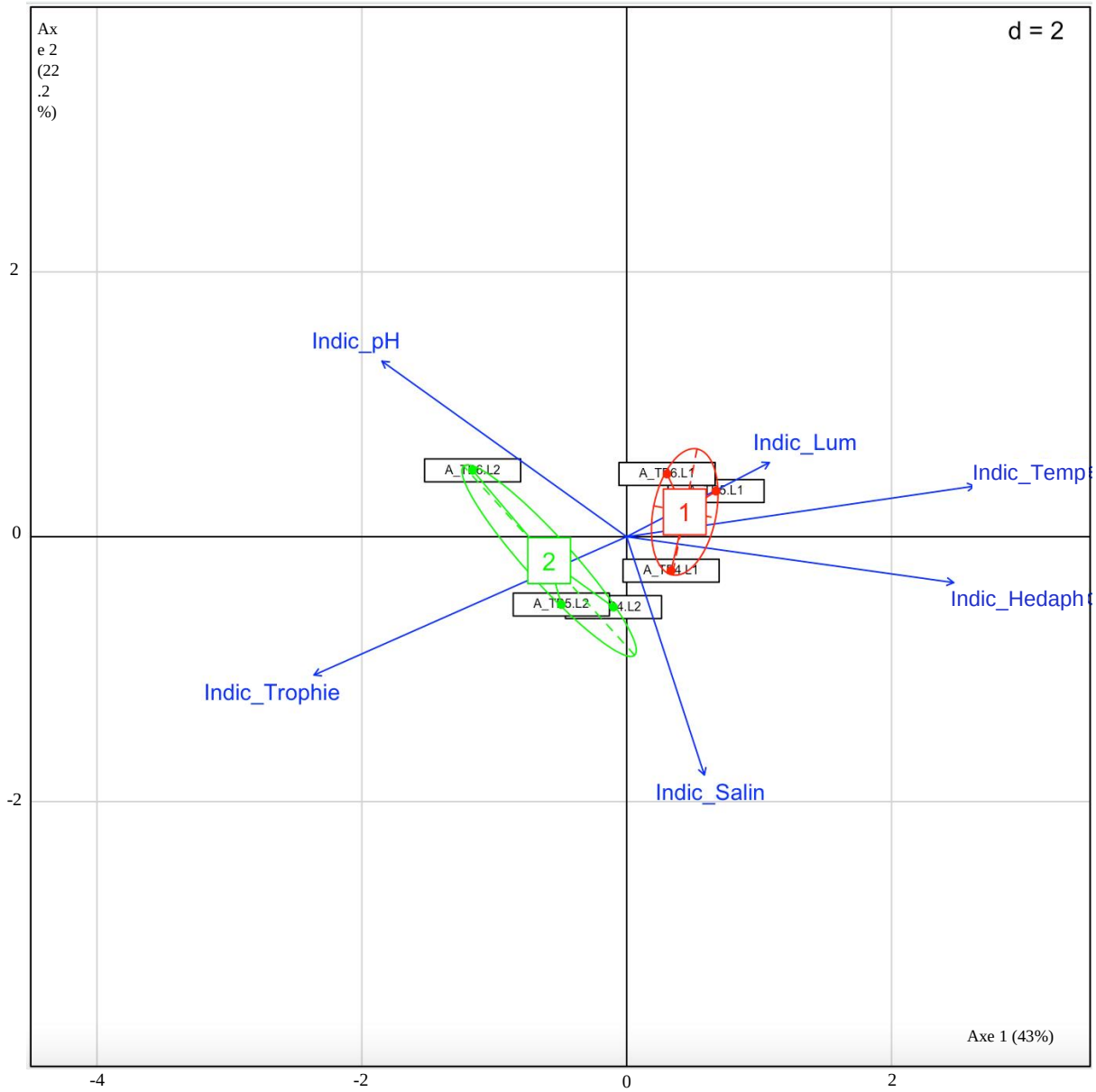


Clustérisation avec un nombre libre de clusters, avec un isolement de TB16 et PL5-L1.



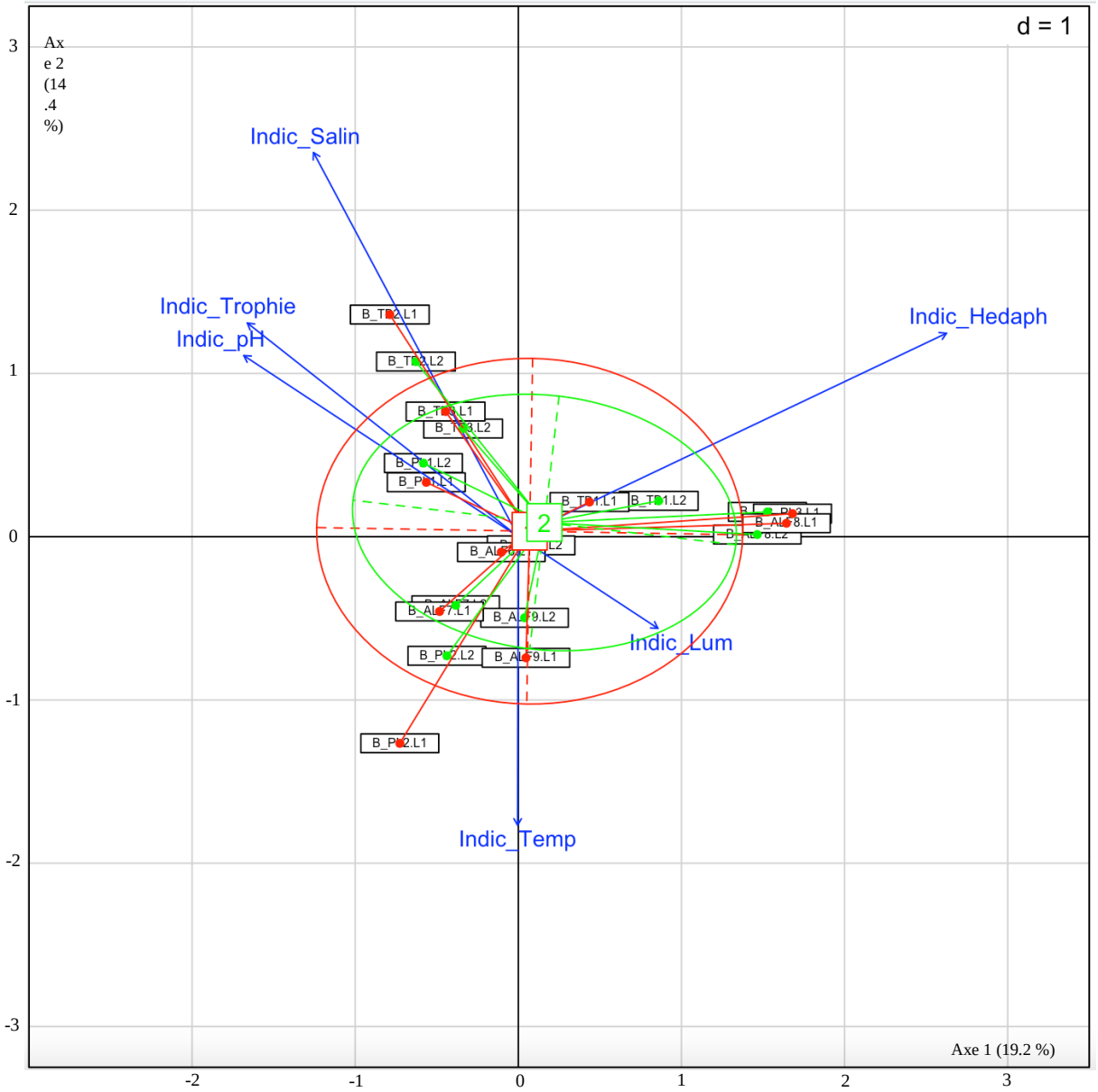
Clustérisation avec un nombre cluster imposé à 3. Obtention d'un grand groupe composé de plusieurs régions et de plusieurs HIC ensembles (groupe noir).

ANNEXE 14. Visualisation des AFC réalisées par sous-groupe régional.



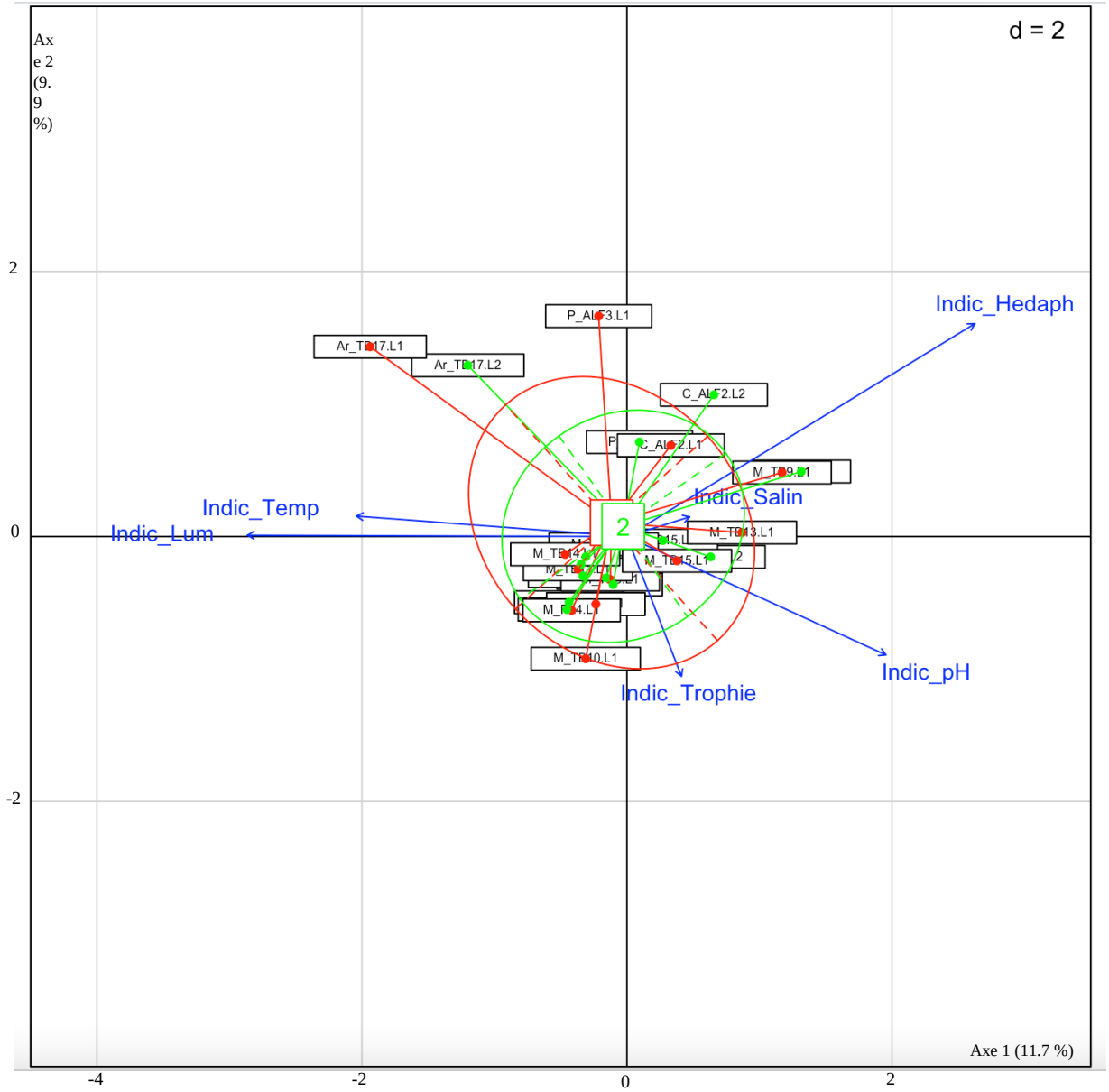
Groupe des placettes du Bec d'Ambès.

Un vrai décalage est constaté entre les deux lectures des placettes, qui ont été réalisées par la même personne (Thomas BEUDIN) en 2016 et 2022. Cependant, étant donné le faible nombre d'échantillons, il sera difficile d'extrapoler ces observations. Il semble toutefois qu'entre 2016 et 2022, la composition floristique ait évolué vers des taxons plus eutrophiles et moins hygrophiles.



Groupe des placettes des Barthes de l'Adour.

Un très léger décalage est observé en 2022 vers une augmentation de l'indice d'humidité édaphique, apparente malgré les conditions climatiques de 2022 qui étaient peu favorables à la sortie et au maintien des espèces hygrophiles. Il est également possible de noter que certaines placettes semblent avoir conservé un caractère subhalophile plus marqué (TB2, TB3, PL1). Il sera intéressant d'observer leur évolution sur les prochaines lectures et de noter si elles perdent leurs taxons subhalophiles pour rejoindre le *Bromion racemosi*, ou si ces taxons se maintiennent.



Groupe des placettes du Médoc.

Ce groupe constitue le principal échantillonnage du 1410-3 en Aquitaine dans le réseau de suivi. Le décalage des barycentres est ici à peine visible, ce qui semble traduire une absence d'évolution de la végétation.

ANNEXE 15. Tableau de correspondance des coefficients de recouvrement et des fréquences utilisées pour les végétations contacts

Indices d'abondance/dominance	**Fréquence sur 100**
r	0.1
+	1
1	5
2	25
3	50
4	75
5	100

ANNEXE 16. Comparaison des moyennes des indices biologiques des placettes relues en 2016 et 2022 avec le *Calystegio-Althaeion* - Version sans pondération par les fréquences de présence.

LECTURE 1 (2016)

			COMPARAISON DES MOYENNES				
Cluster	**Groupes d'indices**	**Indices**	**Nombre de placettes**	**Test de comparaison utilisé**	**Moyenne de l'indice pour L1 des placettes**	**Moyenne de l'indice pour Calystegio-Althaeion**	**Valeur de la p-value**
Cluster 3 : Médoc, Cadaujac, Palus	Indicateurs biologiques sélectionnés	Luminosité	10 relevés 13 placettes	Student	7.3893	7.0870	0.1006
		Température		Student	5.6662	5.4471	0.0607
		Humidité édaphique		Student	6.2818	5.5227	0.0003337
		niveau trophique		Student	5.5532	6.9357	0.000000044
		salinité		Wilcoxon	1.6562	0.1271	0.00006122
		MO		Student	5.03952	4.4264	0.126

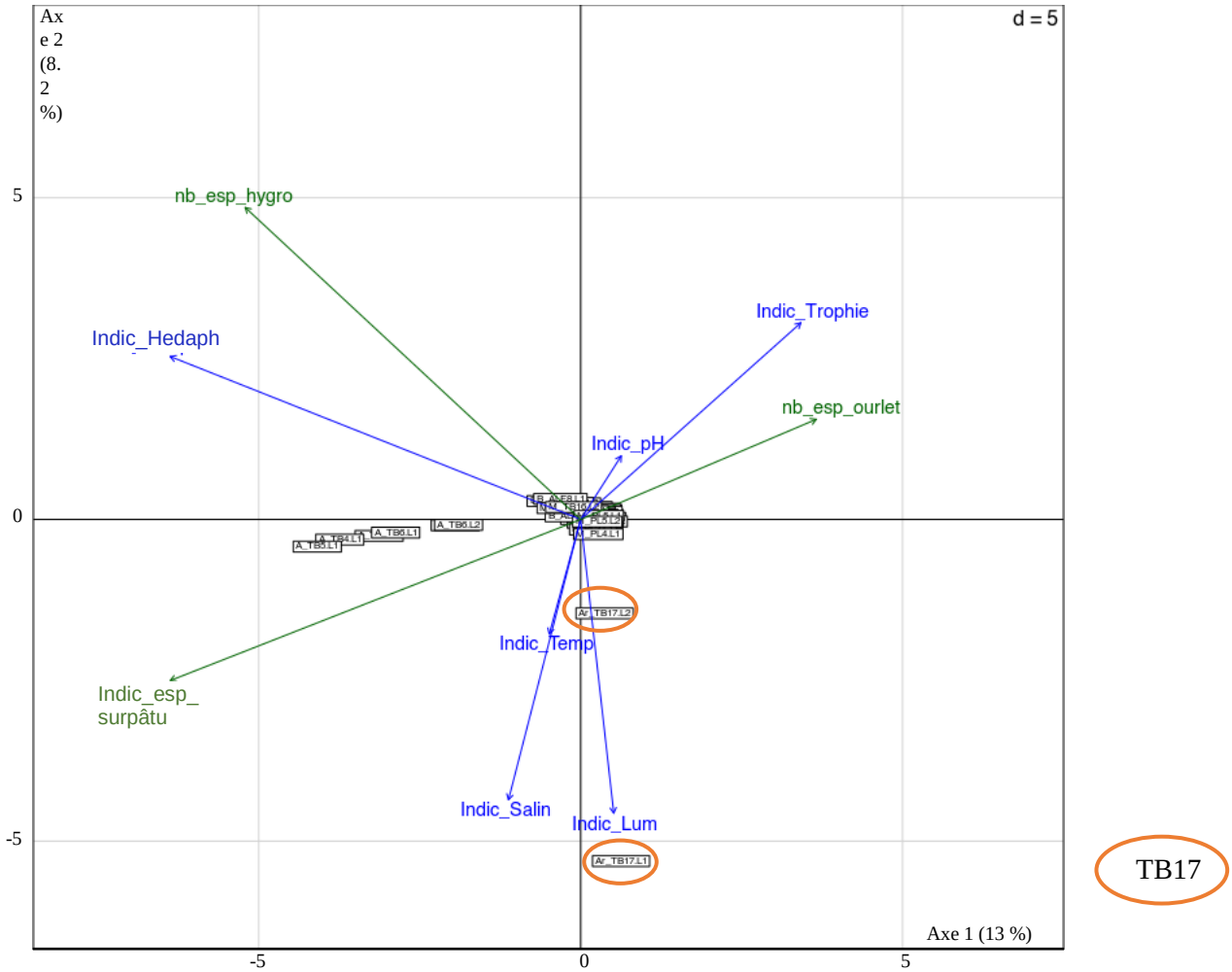
LECTURE 2 (2022)

			COMPARAISON DES MOYENNES				
Cluster	**Groupes d'indices**	**Indices**	**Nombre de placettes**	**Test de comparaison utilisé**	**Moyenne de l'indice pour L2 des placettes**	**Moyenne de l'indice pour Calystegio-Althaeion**	**Valeur de la p-value**
Cluster 3 : Médoc, Cadaujac, Palus	Indicateurs biologiques sélectionnés	Luminosité	10 relevés 13 placettes	Student	7.4502	7.0870	0.002807
		Température		Student	5.7208	5.4471	0.02085
		Humidité édaphique		Student	6.2198	5.5227	0.0007398
		niveau trophique		Student	5.6671	6.9357	0.00000060
		salinité		Student	1.8624	0.1271	0.0000000006
		MO		Student	4.9180	4.4264	0.1937

ANNEXE 17. Comparaison du suivi des indicateurs avec et sans pondération par la fréquence

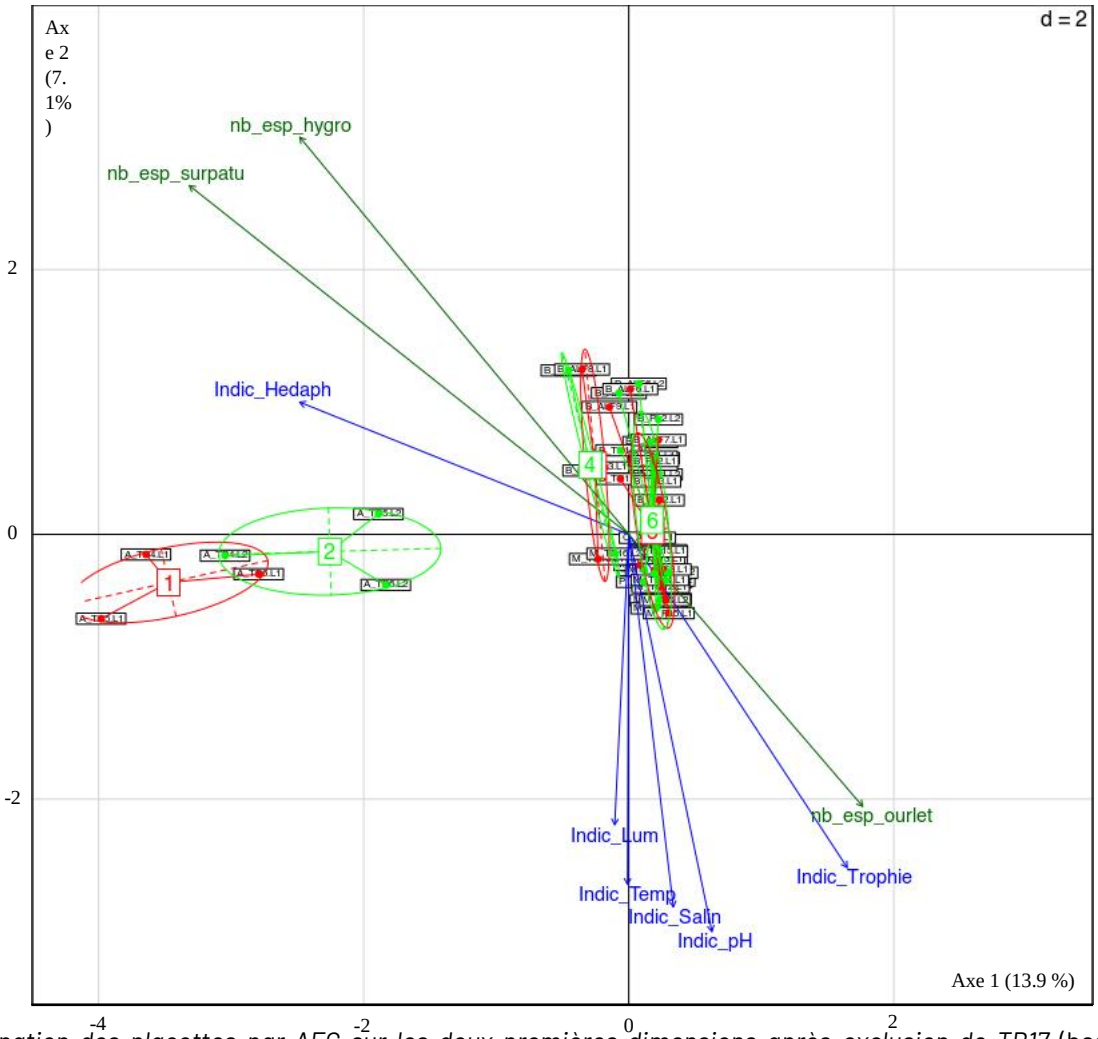
				COMPARAISON DES MOYENNES											
				AVEC PONDERATION						SANS PONDERATION					
	Groupes d'indices	Indices	Nombre de placettes	Test de comparaison utilisé	Moyenne de l'indice pour L1	Moyenne de l'indice pour L2	Différence entre les moyennes	Erreur standard	Significativité de la différence (p-value)	Test de comparaison utilisé	Moyenne de l'indice pour L1	Moyenne de l'indice pour L2	Différence entre les moyennes	Erreur standard	Significativité de la différence (p-value)
Cluster 1 : Barthes de l'Adour	Indicateurs biologiques sélectionnés	Luminosité	10	Student	7,216	7,169	-0.04666	0.1881	0.3903	Student	7.171	7.199	0.01814	0.1537	0.7682
		Température		Student	5,348	5,297	-0.05050	0.1067	0.1616	Student	5.312	5.311	-0.00185	0.1199	0.9634
		Humidité édaphique		Student	6,579	6,649	0.07060	0.9474	0.5347	Student	6.611	6.743	0.132	0.821	0.2251
		niveau trophique		Wilcoxon	5,233	5,281	0.04893	0.3779	0.375	Student	5.270	5.288	0.0181	0.301	0.8206
		salinité		Wilcoxon	1,142	1,157	0.015235	0.2335	0.5839	Student	1.116	1.128	0.0116	0.166	0.7948
		MO		Student	5,656	5,724	0.068416	1.2263	0.7402	Student	5.665	5.805	0.139	1.062	0.401
Cluster 2 : Marais du Bec d'Ambès	Indicateurs biologiques sélectionnés	Luminosité	3	Student	7,480	7,406	-0.07349	0.1417	0.5569	Student	7.379	7.2275	-0.1516	0.1215	0.1401
		Température		Student	5,756	5,549	-0.2076	0.05081	0.06533	Student	5.7494	5.4416	-0.3077	0.0836	0.07862
		Humidité édaphique		Student	8,093	7,639	-0.4542	0.3414	0.3261	Student	7.8934	7.4264	-0.4669	0.1886	0.164
		niveau trophique		Student	4,730	5,295	0.5649	0.2036	0.123	Student	5.044	5.3925	0.348	0.127	0.1222
		salinité		Student	1,445	1,484	0.03845	0.1799	0.6948	Wilcoxon	1.917	1.6	-0.317	0.4257	1
		MO		Student	7,744	6,771	-0.9729	0.5692	0.2731	Student	7.486	6.719	-0.766	0.431	0.2222
Cluster 3 : Marais du Bas et Haut Médoc, Bocage humide de Cadaujac, Palus de St Loubes et Yzons	Indicateurs biologiques sélectionnés	Luminosité	13	Student	7,453	7,537	0.08356	0.1937	0.07335	Student	7.3893	7.4502	0.0609	0.1516	0.1002
		Température		Wilcoxon	5,697	5,748	0.05139	0.2716	0.05737	Wilcoxon	5.666	5.7208	0.05464	0.2285	0.03979
		Humidité édaphique		Student	6,342	6,387	0.04480	0.4750	0.609	Student	6.2818	6.2198	-0.06201	0.3566	0.2749
		niveau trophique		Student	5,586	5,654	0.06837	0.2174	0.4693	Student	5.5532	5.6671	0.1139	0.2476	0.2535
		salinité		Student	1,647	1,741	0.09372	0.3286	0.4389	Student	1.6562	1.8624	0.2061	0.4034	0.1917
		MO		Student	5,122	5,174	0.05258	0.7188	0.6682	Student	5.0395	4.9180	-0.1214	0.7063	0.3793

ANNEXE 18. Résultat de l'étude diachronique sans utilisation des fréquences de présence.



Ordination des placettes par AFC sur les deux premières dimensions.

Chaque taxon est mentionné présent (1) ou absent (0) pour chaque quadrat, sans notion de fréquence.



Ordination des placettes par AFC sur les deux premières dimensions après exclusion de TB17 (base de données sans fréquences).

La clustérisation utilisée a été réalisée selon les mêmes modalités que pour la base de données avec fréquences, mais ne rapproche pas les mêmes placettes. Le Bec d'Ambès est toujours différencié, mais les deux autres clusters rassemblent chacun des placettes des Barthes de l'Adour et du Médoc : les placettes ALF8, PL3 (Barthes) et TB16 (mégaphorbiaie du Médoc) d'une part, les 21 autres placettes d'autre part.

RESUME

La Directive Habitats Faune Flore (DHPP) impose à chaque État membre de l'Union Européenne de suivre et améliorer l'état de conservation des Habitats et Espèces d'Intérêts Communautaires (HIC/EIC) présents sur leur territoire, et d'en faire un rapportage tous les six ans. Afin de répondre aux exigences de la DHPP, le Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique a mis en place depuis plus de 10 ans un réseau de suivi des HIC par placettes permanentes sur son territoire d'agrément. Depuis la fusion des régions, ce réseau est déployé à l'ensemble de la Nouvelle-Aquitaine en partenariat avec les CBN Massif Central et CBN Pyrénées Midi-Pyrénées, selon un schéma pluriannuel. En 2022, le réseau de surveillance des prairies alluviales installé en 2016 doit être relu, et la surveillance de l'habitat 1410-3 – Prairies subhalophiles thermo-atlantiques doit être renforcé en ex-Aquitaine et étendu à la Charente-Maritime.

Un processus de calibration du dispositif de collecte de la donnée a été élaboré et appliqué pour revoir et valider le protocole utilisé en 2016. Un plan d'échantillonnage pour le 1410-3 a été élaboré pour planifier l'installation des dispositifs de suivi sur les sites Natura 2000 à l'échelle de la Nouvelle-Aquitaine.

28 des 32 placettes installées en 2016 ont pu être relues, et 37 nouvelles placettes ont été installées sur l'HIC 1410-3. Une étude diachronique 2016-2022 a été réalisée à l'aide d'analyses multivariées et d'un suivi de l'évolution d'indicateurs biologiques entre les deux lectures, sur les trois sous-groupes identifiés parmi les placettes relues. Aucun changement significatif n'a été mis en évidence sur ce court laps de temps, ce qui semble traduire un état stable de l'état de conservation des habitats suivis sur la période étudiée.

Cependant, en raison de l'évolution du protocole entre 2016 et 2022 et du traitement des données par région conduisant à un faible nombre d'échantillons, ces conclusions devront être suivies et confirmées lors des prochaines relectures.

Mots-clés : prairies subhalophiles ; Trifolion maritimi ; suivi de végétation ; état de conservation ; étude diachronique

ABSTRACT

The Habitat Directive (HD) is expecting each Member State to study and improve the conservation status of all the natural habitat types and species of Community interest and to report on their status every six years. For more than ten years, the "*Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique*" has designed and implemented a monitoring network for the natural habitat types in the France region of Nouvelle-Aquitaine, in partnership with the "*CBN Massif Central*" and "*CBN Pyrénées Midi Pyrénées*", following a pluri-annual plan. In 2022, the monitoring network surveying the natural habitat types in alluvial meadows will be re-read, and the monitoring of the natural habitat type 1410-3 – Mediterranean Salt Meadows will be extended into the French department of Charente-Maritime.

A calibrating process was used to reassess the 2016 protocol and the planification of the deployment of the monitoring plots in the Natura 2000 sites in Charente-Maritime was prepared with a sampling plan.

28 out of the 32 plots installed in 2016 were reread and 37 new plots were installed on the 1410-3 habitat. The evolution of the plots was assessed with a diachronic study based on multivariate analysis and the comparison of several biological indicators between 2016 and 2022. This study showed no significant variations between 2016 and 2022. In consequence, it seems the vegetation stayed in a stable conservation state during this period.

However, because data treatment had to be adapted due to protocol changes between 2016 and 2022 and because data had to be analyzed regionally, thus resulting in a small number of samples for each understudy, these conclusions will have to be followed up and confirmed during the next readings.

Keywords : Salt meadows ;Trifolion maritimi; plot monitoring ; conservation status ; diachronic stud.