

SUIVI ET EVALUATION DE L'ETAT DE CONSERVATION DES HABITATS D'INTERET COMMUNAUTAIRE DES PELOUSES CALCICOLES DE NOUVELLE-AQUITAINE

Méthodologie, grille d'évaluation
et analyse diachronique 2011-2019



SUIVI ET EVALUATION DE L'ETAT DE CONSERVATION DES HABITATS D'INTERET COMMUNAUTAIRE DES PELOUSES CALCICOLES DE NOUVELLE-AQUITAINE

Méthodologie, grille d'évaluation et analyses diachroniques 2011-2019

REDACTION : CLERO Clément, ROMÉYER Kévin et LE FOULER Anthony

INVENTAIRE DE TERRAIN : CLERO Clément ¹, EMERIAU Théo ¹, FY Frédéric ¹, LEFORT Thibault ², LE FOULER Anthony ¹, ROMÉYER Kévin ¹, AIRD Adeline ¹, MADY Mickaël ³, NAWROT Olivier ³, MALCOSTE Victor ³ (stagiaire) et BULTÉ Sandy ⁴. Organisme de rattachement : ¹ CBN SA ; ² LPO France ; ³ CBN MC ; ⁴ Cistude Nature

ANALYSES STATISTIQUES : CLERO Clément, DAVID Rémi, LE FOULER Anthony, ROMÉYER Kévin

SAISIE ET GESTION DES DONNEES : CLERO Clément, BELAUD Aurélien, ROMÉYER Kévin

DIRECTION SCIENTIFIQUE : CAZE Grégory

RELECTURE : PONTAGNIER Cécile, PRUD'HOMME François.

Remerciements

Nous remercions particulièrement :

- les partenaires qui se sont impliqués dans le programme ainsi que ceux qui ont participé au Comité technique qui s'est tenu le 07/05/2019 (voir liste des participants et compte rendu succinct en annexe I) ;
- les personnes qui nous ont accompagnés et aidés lors des lectures de quadrats sur leurs sites respectifs, à savoir : Mélanie Adam, Maguelone Pedeches (stagiaire), Amandine Vallée, Jean-Christophe Bartolucci, Matthieu Duffau, Nolwenn Quérou, Florent Hervou et Jérémie Pratviel du Conservatoire d'espaces naturels de Nouvelle-Aquitaine (CEN NA) ; Marion Jansana de la LPO, Mélanie Gautier de l'Agglomération de Royan, Cédric Devilleger et Cécilia Rouaud du Parc Naturel Régional Périgord-Limousin ; Suzy Lemoine de Landes Nature ; Leïla Renon de la Communauté d'Agglomération de Royan Atlantique et Jean-François Decroix propriétaire d'un site ;
- la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) de Nouvelle-Aquitaine, en particulier Alexandre Dumaître et Olivier Gouet, pour avoir soutenu et suivi la mise en œuvre de ce travail.

Référencement bibliographique

CLERO C., ROMÉYER K., LE FOULER A., 2020. *Suivi et évaluation de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire des pelouses calcaires - Méthodologie, grille d'évaluation et analyse diachronique 2013-2019*. Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique, 74 p. + annexes.

Crédits photos de couverture : Photo 1 : *Leuzea conifera* (A. Le Fouler - CBN SA) ; Photo 2 : Coteau en cours de fermeture sur Daglan (A. Le Fouler - CBN SA) ; Photo 3 : *Pistacia terebinthus*, espèce des fourrés subméditerranéens (A. Le Fouler - CBN SA) ; Photo 4 : Pelouse méso-xérophile calcicole de Penne d'Agenais (A. Le Fouler - CBN SA).

PARTENAIRES FINANCIERS

Ce programme est financé par la DREAL Nouvelle-Aquitaine dans le cadre de la politique Natura 2000.



Partenaires financiers du syndicat mixte du CBN Sud-Atlantique



Sommaire

I.	Contexte et objectifs	3
II.	Etat de conservation : définition, évaluation, rapportage	8
1.	Au niveau national	6
2.	Au niveau européen	6
3.	Au niveau des sites Natura 2000	9
4.	Contribution du CBNSA	7
5.	Etat de conservation favorable, état de référence, état optimal	8
6.	Paramètres, critères, indicateurs et notation	10
7.	Echelles d'évaluation.....	11
III.	Cadre de l'étude.....	13
IV.	Les habitats d'intérêt communautaire ciblés	15
V.	Référentiels utilisés.....	20
VI.	Suivi de l'état de conservation.....	21
1.	Protocole.....	21
1.1	La méthode des quadrats permanents.....	21
1.2	La méthode des relevés paysagers	24
2.	Etat du réseau de surveillance et plan d'échantillonnage	25
2.1	Etat du réseau de suivi avant la campagne de 2019	25
2.2	Stratégie d'échantillonnage.....	26
2.3	Etat du réseau de suivi après la campagne de 2019 et perspective 2020	27
3.	Analyses et résultats du suivi.....	31
3.1	Sélection des variables actives	31
3.2	Sélection des variables illustratives	31
3.3	Exploration du jeu de données.....	34
3.4	Analyses diachroniques	40
4.	Discussion et pistes d'amélioration.....	57
VII.	Grille d'évaluation de l'état de conservation	60
1.	Méthode et élaboration de la grille d'évaluation.....	60
1.1	Composition de la « grille d'évaluation »	60
1.2	Notation.....	61
1.3	Stratégie d'échantillonnage.....	62
2.	Bordereau et grille d'évaluation	63
2.1	Matériel et méthodes de collecte de la donnée	63
2.2	Choix des indicateurs et des valeurs seuils.....	63
VIII.	Conclusion et perspectives	65
IX.	Bibliographie	67
X.	Annexes.....	I

I. Contexte et objectifs

La France, comme l'ensemble des États membres de la Communauté européenne, s'est engagée, dans le cadre de la Directive « Habitats-Faune-Flore » (DHFF), à assurer le maintien ou le rétablissement dans un état de conservation favorable des habitats naturels et des espèces d'intérêt communautaire.

L'annexe I de la Directive Habitats liste les habitats naturels d'intérêt communautaire jugés en « danger dans son aire de répartition naturelle, si son aire de répartition est réduite suite à une régression (ou en raison de son aire de répartition intrinsèquement réduite) ou s'il constitue un exemple remarquable de caractéristiques propres à l'une ou plusieurs des cinq régions biogéographiques » (Commission Européenne, 1992, Article 1).

La Directive « Habitats-Faune-Flore » impose aussi aux États membres de réaliser une surveillance de l'état de conservation des habitats et des espèces listés dans cette directive (art. 11) et d'en rendre compte avec une périodicité de 6 ans à la Commission européenne (art. 17). Pendant longtemps, du moins en Nouvelle-Aquitaine, cette surveillance n'était basée que sur du dire d'expert. Pour y remédier, le CBN Sud-Atlantique, avec le soutien de la DREAL, a amorcé dès 2011 la mise en place d'un réseau pérenne de surveillance des habitats d'intérêt communautaire (HIC) et ce dans un premier temps dans l'ex-région Aquitaine. Son rôle est d'améliorer la qualité des évaluations d'état de conservation des habitats ayant lieu tous les six ans. Compte-tenu du très grand nombre d'HIC en ex-Aquitaine, la mise en place par habitat a été planifiée sur plusieurs années, donnant lieu à un schéma pluriannuel (Le Fouler & Caze, 2012). Chaque année est alors consacrée à l'élaboration et à la mise en place d'un suivi pour un groupe d'HIC présentant des spécificités de suivi et d'évaluation similaires (tableau 1). A terme, l'ensemble des HIC devrait bénéficier de dispositifs de surveillance. Ce dispositif de surveillance, basé en Nouvelle-Aquitaine sur des analyses diachroniques de placettes permanentes, ne doit pas être confondu avec la démarche d'évaluation à l'échelle d'un site Natura 2000 pour laquelle le MNHN produit régulièrement des grilles d'évaluation. A notre connaissance, il n'existe pas en France de méthode de surveillance des habitats d'intérêt communautaire.

En ex-Aquitaine, des dispositifs de suivi de l'état de conservation existent désormais pour les lagunes intérieures (Le Fouler & Blanchard, 2011), les rives des étangs arrière-littoraux (Le Fouler, 2012 ; Caillaud & Le Fouler, 2018), les pelouses calcicoles (Le Fouler, 2013), les landes et tourbières (Lafon & Le Fouler, 2014), les dunes ouvertes littorales (Lafon *et al.*, 2015) et les prairies subhalophiles (Beudin *et al.*, 2016) et couvrent ainsi un grand nombre d'habitats d'intérêt communautaire. En Poitou-Charentes, un dispositif particulièrement conséquent a été mis en place entre 2011 et 2014 sur les pelouses calcicoles (Fy & Bissot, 2014).

En complément de cette approche de surveillance technique et scientifique des HIC, des grilles d'évaluation sont régulièrement élaborées, adaptées localement à partir des grilles nationales. Il s'agit d'outils conçus pour les gestionnaires. Moins lourdes techniquement et nécessitant moins d'expertise botanique que les suivis, les grilles se composent de critères et d'indices qui se veulent les plus simples possibles à relever pour des personnes toutefois formées ou compétentes pour la reconnaissance des habitats et des espèces qui les caractérisent. Les formations consistent à transmettre les outils développés par les CBN (guides et clés de détermination des végétations). Ces grilles doivent servir aux gestionnaires pour évaluer l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire de leur(s) site(s) Natura 2000. Mais elles serviront aussi aux Conservatoires Botaniques Nationaux dans leur mission de rapportage qui a lieu tous les 6 ans. Des fiches ont été élaborées pour les principaux HIC des lagunes et des étangs arrière-littoraux (3110, 3130, 3140,

3150, 3160, 4020, 4030, 6410, 7110, 7150, 7210) et deux spécifiques au 1410 (Le Fouler & Blanchard, 2011 ; Caillaud & Le Fouler, 2018).

Le premier cycle pluriannuel engagé en 2011 pour une durée de 6 ans (période entre deux rapportages) s'est achevé fin 2016. Un second cycle est désormais engagé et vise d'une part à optimiser et compléter si besoin les méthodes, d'autre part à relire les dispositifs existants. Suite à la fusion des 3 ex-régions Aquitaine, Poitou-Charentes et Limousin, le dispositif de surveillance des HIC est maintenant déployé à l'échelle de la grande région Nouvelle-Aquitaine avec la coopération du CBN Pyrénées-Midi-Pyrénées et du CBN Massif Central, antenne Limousin. Le schéma pluriannuel doit être révisé afin de prendre en compte les HIC du Limousin et ceux de la partie montagne de la Nouvelle-Aquitaine, territoire sous compétence du CBN Pyrénées-Midi-Pyrénées. Ainsi, l'année 2019 est ciblée sur les pelouses calcicoles et habitats associés.

L'objectif est donc d'assurer en deux ans (2019 et 2020), le déploiement régional du réseau d'observation des pelouses calcicoles. De nouveaux dispositifs ont été implantés dès 2019 en Limousin et le seront si possible dès 2020 sur la partie montagnarde de la Nouvelle-Aquitaine. Aussi, une grille d'évaluation sera élaborée par les trois CBN.

L'évaluation et le suivi de l'état de conservation des pelouses calcicoles de Nouvelle-Aquitaine n'est que l'un des trois axes d'un plus vaste programme d'étude des végétations calcicoles de Nouvelle-Aquitaine engagé par les Conservatoires botaniques nationaux (CBN) et leurs partenaires en 2019-2021. Les deux autres axes sont :

- 1) La cartographie par télédétection des pelouses calcicoles de Nouvelle-Aquitaine. Elle est réalisée par le pôle géomatique du CBN Sud-Atlantique en lien étroit avec l'équipe de terrain des CBN et vise à obtenir des informations sur la répartition et les surfaces occupées par les pelouses calcicoles de Nouvelle Aquitaine et à en assurer la surveillance par la suite ;
- 2) L'amélioration des connaissances sur les végétations calcicoles. En parallèle des suivis mis en œuvre dans le cadre du schéma pluriannuel, une étude d'amélioration des connaissances phytosociologiques est désormais systématiquement menée selon la même planification pluriannuelle car il est nécessaire de bien connaître les habitats à évaluer. Cette étude vise à combler les problèmes récurrents de reconnaissance de certains habitats d'intérêt communautaire et à fournir les éléments utiles pour la caractérisation des états de référence de l'état de conservation. L'objectif est aussi de constituer le référentiel typologique actualisé de ces végétations afin notamment de permettre *in fine* la révision ou l'actualisation des cartographies de sites Natura 2000 par les animateurs. Les HIC étudiés sont nombreux : 6210, 6220, 6110, 5110, 5130, 8210, 8130, 9340 ainsi que tous les habitats non d'intérêts communautaires associés. Une approche symphytosociologique (phytosociologie paysagère) est également entreprise sur les végétations xérophiiles des systèmes de plaines et coteaux calcaires afin de caractériser les séries et géoséries de végétations calcicoles.

Tableau 1 : SCHEMA PLURIANNUEL DE SUIVI DE L'ETAT DE CONSERVATION DES HABITATS D'AQUITAINE
(LE FOULER & CAZE, 2012, MODIFIE)
(TABLEAU PROGRAMMATIQUE SUSCEPTIBLE D'EVOLUER)

		1 er cycle (Aquitaine)	2e cycle (Nouvelle Aq.)	3e Cycle (Nouvelle Aq.)
		2011-2016	2017-2022	2023-2028
Milieux amphibiens oligotrophes	Lagunes du plateau landais	2011	2017	2023-2024
	Etangs arrière-littoraux landais	2012	2018	
	Autres systèmes de Nouvelle-Aquitaine	-	-	
Milieux agropastoraux calcicoles	Prairies maigres de fauche	-	?	?
	Pelouses calcicoles et milieux associés (ourlets, landes et fourrés)	2011-2013 en PC 2013 en Aq	2019-2020 (+ teledetection)	2025-2026
	Bas-marais et prés paratourbeux alcalins	-		
Milieux agropastoraux acidiphiles	Pelouses acidiphiles	-	2020 ?	2026 ?
	Landes	2014	2020	2026
	Bas-marais et tourbières			
Milieux littoraux ouverts	Dunes	2015	2021	2027
	Vases salées	-	2021	2027
	Rochers littoraux	-	-	-
	Eaux marines et saumâtres	-	-	-
Milieux alluviaux ouverts	Prairies humides et mégaphorbiaies	2016 : prairies de grandes vallées	2022	2028
	Roselières et cariçaies	-	-	-
	Herbiers aquatiques (rivières, plan d'eau...)	-	-	-
Milieux anthropogènes ouverts	Végétations rudérales	-	-	-
	Végétations des milieux agricoles	-	-	-
Milieux forestiers	Forêts dunaires	-	-	-
	Hêtraies	-	2017-2019 (SdC)	2024 ?
	Forêts sèches et mésophiles	-	-	-
	Forêts alluviales	-	-	-
	Forêts marécageuses	-	-	-
Milieux montagnards	Pelouses alpines et subalpines	-	-	-
	...	-	-	-

II. Etat de conservation : définition, évaluation, rapportage

Mesurer l'évolution de l'état de conservation et diagnostiquer les différentes composantes de ces HIC orientent les politiques de gestion et de conservation de chacun des sites Natura 2000 les hébergeant. **L'évaluation de l'état de conservation des HIC se décline en différents niveaux : européen, national par zone biogéographique et site Natura 2000.**

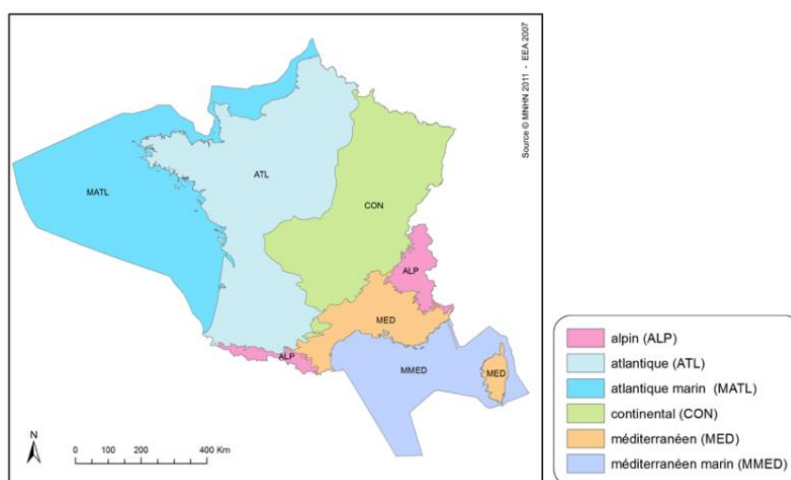


FIGURE 1 : RÉGIONS BIOGÉOGRAPHIQUES POUR L'ÉVALUATION DE L'ÉTAT DE CONSERVATION DES HIC EN FRANCE (INPN.MNHN.FR)

1. Au niveau national

Les Etats membres doivent entreprendre une évaluation régulière, à intervalle de 6 ans, de l'état de conservation de ces HIC et rapporter leurs conclusions à la Commission Européenne (1992, Article 17). Cet exercice national est appelé « rapportage art.17 » (Bensettiti *et al.*, 2012). Le suivi de l'état de conservation doit s'opérer sur tout le territoire national par aire biogéographique (Figure 1), **dans et hors des sites Natura 2000**. Elle s'applique à 132 HIC (sur une totalité de 216 HIC recensés en Europe) répartis sur quatre domaines biogéographiques terrestres - alpin, atlantique, méditerranéen, continental - et marins - atlantique et méditerranéen (Figure 1). Le **domaine biogéographique atlantique inclut le territoire d'agrément des CBN Sud-Atlantique**, de Brest, du Bassin Parisien, de Bailleul et Pyrénéen et de Midi-Pyrénées et regroupe 83 HIC (hors massif pyrénéen).

Les CBN sont en charge d'évaluer les HIC. Le MNHN, au travers de la cellule UMS PatriNat, est en charge de coordonner ce travail et de valider les évaluations après échange avec les évaluateurs. Les données recueillies à l'échelle de chaque site alimentent l'évaluation de l'état de conservation de chaque habitat réparti sur l'ensemble des quatre régions biogéographiques terrestres et des deux régions biogéographiques marines (Bensettiti & Puissauve, 2015).

2. Au niveau européen

A la suite du rapportage national, les résultats de chaque pays sont remontés à l'Europe. Un rapport à l'échelle européenne est réalisé.

3. Au niveau des sites Natura 2000

En France, la DHFF est retranscrite au Code de l'environnement, où les articles R414-11 et R414-18 (legifrance.gouv.fr) notifient le suivi et l'évaluation de l'état de conservation des HIC et EIC à l'échelle des sites Natura 2000. Cet état doit être inscrit dans les Documents d'Objectifs (DocObs) de chacun de ces sites et une évaluation et une surveillance doit être assurée par les animateurs à l'aide des outils éventuellement disponibles. Afin de répondre au besoin d'outils d'évaluation, le MNHN est chargé, par le Ministère de la transition écologique et solidaire, d'élaborer une méthodologie standardisée pour l'évaluation de l'état de conservation des différents HIC à l'échelle des sites Natura 2000. Au sein du MNHN, l'Unité Mixte du Service Patrimoine Naturel (UMS PatriNat) est mandatée depuis 2008 pour développer ce cadre factuel. Plusieurs grilles d'évaluation ont été proposées, telles que celles dédiées aux lagunes côtières (Lepareur *et al.*, 2013), aux dunes non boisées (Goffé, 2011), aux eaux dormantes (Mistarz, 2016) et aux habitats agropastoraux au sein desquels le 6210 est abordé (Maciejewski, 2012). Mais la portée nationale de ces méthodologies n'est pas adaptée à une échelle régionale. Le système de notation est aussi différent de celui employé dans la région et à l'échelle européenne. Ces travaux du MNHN ont toutefois fourni une base solide et référencée sur laquelle s'appuie l'essentiel de la méthodologie d'évaluation par indices présentement développée pour l'échelle des complexes calcicoles de Nouvelle-Aquitaine.

Aussi, le MNHN ne répond pas à ce jour au besoin de surveillance. Aucune méthode nationale n'existe pour le suivi scientifique de l'état de conservation des HIC.

4. Contribution du CBNSA

Le CBNSA a participé aux trois rapportages nationaux de 2006, 2012 et 2018 pour des évaluations en 2007, 2013 et 2019 (Figure 2). Les deux premières campagnes ont été réalisées quasi exclusivement sur la base du dire d'expert (Le Fouler, 2012).

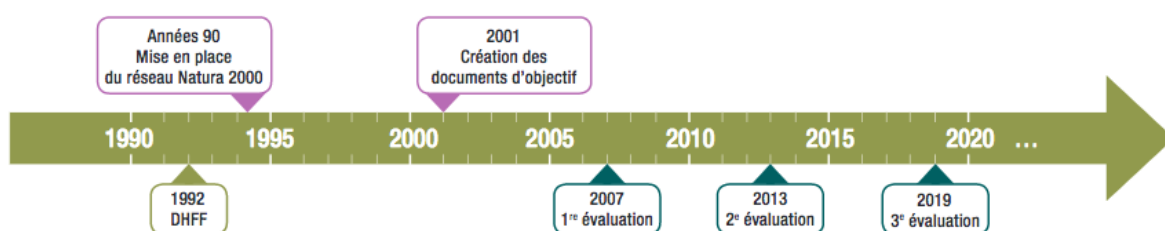


FIGURE 2 : ÉTAPES DE LA MISE EN ŒUVRE DE LA DHFF EN FRANCE (PÉNIL & MICHON, 2017)

Cette évaluation s'appuie de plus en plus, pour le territoire d'agrément du CBNSA, sur les résultats du réseau mis en place pour la « surveillance de l'état de conservation des espèces et des habitats naturels visés par l'article 2, en tenant particulièrement compte des types d'habitats naturels prioritaires et des espèces prioritaires » (Commission Européenne, 1992, article 11 ; Bensettiti & Puissauve, 2015). Elle tend à pallier le dire d'expert et à suivre plus précisément les HIC par la **mise en place de dispositifs de suivis**.

Depuis 2011, dans le cadre de la politique Natura 2000, le CBNSA est appuyé par la DREAL Aquitaine puis la DREAL Nouvelle-Aquitaine afin de mettre en place et entretenir un réseau de dispositifs de suivi de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire (HIC).

Le CBNSA a choisi de scinder l'évaluation de son territoire d'agrément en **six grands ensembles d'habitats**, lui permettant d'en cibler en moyenne un par année (Le Fouler & Caze, 2012) :

- Les milieux amphibies oligotrophes (sur deux années) : lagunes du plateau landais, étangs arrière-littoraux et autres systèmes marneux oligotrophes ;
- Les milieux agropastoraux calcicoles : prairies maigres de fauche, pelouses calcicoles et végétations associées, bas-marais, sources et prés tourbeux alcalins, etc. ;
- Les milieux agropastoraux acidiphiles : pelouses acidiphiles, landes, bas-marais et tourbières, etc. ;
- Les milieux ouverts littoraux : dunes, vases salées, rochers littoraux, eaux saumâtres et marines, etc. ;
- Les milieux alluviaux ouverts : prairies humides, roselières, cariçaies, mégaphorbiaies, etc. ;
- Les milieux forestiers.

Cet observatoire des HIC se compose à l'heure actuelle de 982 quadrats (y compris les quadrats implantés cette année en Limousin). De surcroît, il est complété significativement par le programme « les Sentinelles du Climat » (294 quadrats implantés) qui, pour répondre à certains de ces objectifs, collecte une partie de ses données sur le même type de dispositif de suivi des habitats (sentinelles-climat.org). **Le nombre total de placettes permanentes sur la région Nouvelle-Aquitaine s'élève donc à ce jour à 1276.**

5. Etat de conservation favorable, état de référence, état optimal

Une des problématiques principales de l'évaluation de l'état de conservation est l'identification en amont du concept central d'état de conservation favorable. Ce concept se rattache également aux notions d'état de référence et d'état optimal. La définition de ces états est inhérente à l'évaluation d'un HIC.

Selon la DHFF, **l'état de conservation** d'un habitat naturel procède de « l'effet de l'ensemble des influences agissant sur un habitat naturel ainsi que sur les espèces typiques qu'il abrite, et qui peuvent affecter à long terme sa répartition naturelle, sa structure et ses fonctions ainsi que la survie à long terme de ces espèces typiques sur le territoire européen des Etats membres » (Commission Européenne, 1992, article 1). Evaluer l'état de conservation d'un habitat naturel implique de le comparer à une entité de référence.

Aucun cadre formel ne définit **l'état de référence** dans la DHFF (Carnino, 2009) ; il incombe aux Etats membres de le définir. La littérature est partagée sur la définition de cet état de référence. Bouzillé (2007) avance qu'il est impossible, dans l'état actuel de la recherche et des connaissances, de définir selon des modèles mathématiques des systèmes de références fiables et prédictifs appliqués à chaque habitat naturel soumis à une gestion. Hobbs & Norton (cités par Alfonsi, 2016) abondent dans ce sens en expliquant que « se baser uniquement sur la définition de conditions statiques de référence est irréalisable si ce système de référence lui-même est soumis à des conditions de gestion ». De plus, comme le souligne Carnino (2009), la DHFF « vise à assurer la conservation de la biodiversité, tout en permettant, dans les zones Natura 2000, les activités durables qui soutiennent un tel objectif de conservation et ne vise pas le retour complet à la libre évolution des habitats ». La définition d'un état de référence naturel et statique ne serait donc ni possible à atteindre dans le cadre actuel des connaissances et des outils, ni concevable dans le cadre de la politique Natura 2000.

Cependant, l'idée que le **bon état de conservation** d'un habitat peut être envisagé comme **l'état optimal** souhaité recueille un large consensus. Il peut être envisagé selon des objectifs d'état

écologique d'habitats ou de complexes d'habitats fixés, « en s'attachant cependant à tenir compte des critères qui paraissent les plus pertinents » (Bouzillé, 2007). L'état optimal étant l'état d'un habitat « où les perspectives futures quant à la vitalité des populations ou des structures pour les habitats sont favorables et où les éléments écologiques intrinsèques des écosystèmes d'accueil ou des conditions géo-climatiques pour les habitats sont propices » (Bensettiti et al., 2012). Le concept d'état optimal inclut donc des états naturels peu perturbés par l'Homme ou des habitats dits semi-naturels maintenus en équilibre par les activités anthropiques.

L'état optimal (ou état de référence) d'un habitat peut être défini, malgré toutes les difficultés citées précédemment, par différents procédés (Stoddard et al., 2006). La modélisation des données actuelles combinées aux données historiques d'un site bien documenté est une méthode largement usitée pour définir les conditions d'état optimal préalables à une perturbation (Andersen et al., 2004). Une autre méthode couramment pratiquée propose une analyse statistique des données des sites à évaluer avec d'autres sites proches géographiquement, considérés comme non-perturbés et qui présentent des conditions stationnelles similaires. Le jugement d'expert, par la confrontation des états observés sur le terrain, est cependant encore très largement utilisé aujourd'hui. Les faibles disponibilités de données brutes, de retours d'expériences, de bibliographie et d'études à ce propos rendent en effet cet avis d'expert essentiel pour définir cet état optimal. Enfin, après une étude dédiée, le phytosociologue cerne suffisamment la typicité et la variabilité d'un habitat pour détecter et expliciter les changements observables dans la composition floristique de celui-ci. Ces changements conduisent soit à une banalisation du cortège, soit à un autre habitat, à une autre branche de la systématique selon des trajectoires relativement prévisibles et quantifiables.

L'état de conservation d'un habitat se définit alors selon un **gradient** mené d'un état jugé défavorable à un état jugé favorable (Figure 3), « **l'état optimal** souhaité étant l'état vers lequel on veut tendre à **long terme** [...] et **l'état favorable choisi**, la **cible opérationnelle du gestionnaire** » (Maciejewski, 2016).



FIGURE 3 : GRADIENT D'ÉTAT DE CONSERVATION (D'APRÈS MACIEJEWSKI, 2016)

L'objectif de gestion détermine donc le seuil de cet **état favorable** choisi parmi les différents états favorables possibles. L'écosystème de référence y est ainsi défini comme un « **objectif mobile** » (Kirdman et al., 2013).

Cependant, l'état de conservation favorable est, malgré l'approche phytosociologique, actuellement peu étudié pour chaque habitat, contrairement aux états défavorables mieux connus (pour des motifs notamment exposés plus haut). Une évaluation basée sur les dégradations est donc actuellement largement utilisée dans les méthodologies (Bensettiti et al., 2012, Carnino, 2009 ; Charles & Viry, 2015 ; Goffé, 2011 ; Lepareur et al., 2013 ; Maciejewski, 2012 & 2016 ; Mistarz, 2016). Selon Carnino (2009), cette comparaison est opérée par « l'étude de diverses caractéristiques de l'habitat (critères) à l'aide d'indicateurs (variables qualitatives ou quantitatives à mesurer) pertinents, simples et pragmatiques », regroupés en paramètres.

6. Paramètres, critères, indicateurs et notation

Les méthodologies communautaire et nationale définissent l'évaluation de l'état de conservation d'un habitat à l'échelle biogéographique selon trois possibilités : « favorable, défavorable inadéquat, défavorable mauvais » ; auxquelles s'ajoute un état inconnu s'il s'avère impossible d'établir une évaluation (Commission Européenne, 1996). A chacun de ces trois états est attribuée par convention une couleur respective (Annexe II). Cette évaluation se nomme parfois « feux tricolore » (Bensettiti *et al.*, 2012).

L'évaluation de l'état de conservation d'un HIC se structure selon quatre grands **paramètres** (Bensettiti *et al.*, 2012) : « l'aire de répartition, la surface de l'habitat, la structure et le fonctionnement de l'habitat, les perspectives futures ». La note globale est définie en sommant les notes des paramètres obtenues (Carnino, 2009). L'état de conservation de l'HIC au niveau biogéographique est ainsi considéré favorable quand tous les paramètres sont favorables - ou avec un seul paramètre dont l'état est inconnu. Il est « défavorable inadéquat » lorsqu'il y a au minimum un paramètre « défavorable inadéquat » sur les quatre paramètres et sans aucun « défavorable mauvais ». Enfin, l'HIC est considéré « défavorable mauvais » quand un paramètre sur les quatre est noté « défavorable mauvais ».

Un HIC est déterminé dans un état de conservation favorable si :

- Son aire de répartition est « stable et en augmentation et supérieure ou égale à l'aire de répartition favorable » ;
- Sa surface dans son aire de répartition est « stable et en augmentation, supérieure ou égale à la surface favorable et sans changements significatifs de la distribution dans son aire de répartition » ;

On comprend bien ici l'intérêt de développer des méthodes semi-automatiques et reproductibles de télédétection des HIC.

Il est considéré comme favorable également :

- Si la structure et les fonctions « sont en bon état et ne subissent pas de pression engendrant une détérioration significative » ;

Ce paramètre est difficilement appréhendable via les grilles d'évaluation. Il s'agit par contre de la cible du système de surveillance qui est en mesure d'observer des dysfonctionnements au sein des processus écologiques intrinsèques des HIC.

- Si les « perspectives sont excellentes/bonnes » et si les « menaces n'engendrent aucun impact significatif [avec] une viabilité à long terme assurée » (Bensettiti *et al.*, 2012).

Ce dernier paramètre est particulièrement visé par les grilles d'évaluation.

Chaque paramètre est décliné en critères qui regroupent eux-mêmes plusieurs indicateurs mesurables. Un **critère** est « une composante de l'habitat qui permet la mise en place d'indicateurs de fonctionnement » (Maciejewski, 2012). En d'autres termes, il permet de distinguer un caractère sur lequel se fonde l'évaluation de l'état de conservation. Un **indicateur** est une variable quantitative ou qualitative qui permet d'évaluer, mesurer un élément. Ainsi, dans l'exemple du tableau 2, étudier le recouvrement des espèces exotiques envahissantes (indicateur) contribue à déterminer l'état de sa composition floristique (critère), qui contribue lui-même à évaluer l'état de ses structures et ses fonctions (paramètre).

TABLEAU 2 : EXEMPLE DE HIERARCHISATION DES INFORMATIONS D'ÉVALUATION

Paramètre	Critère	Indicateur
Structures et fonctions	Composition floristique	Recouvrement des espèces exotiques envahissantes

A l'échelle du site Natura 2000, la méthodologie nationale préconise l'attribution d'une note pour chaque donnée relevée sur le terrain, répondant à la définition d'un indicateur précis. A chaque indicateur sont associées des valeurs-seuils pré-établies selon des entités de référence, chacune étant liée à une note de l'état de conservation. Suite aux relevés de terrain, le MNHN préconise de réaliser la somme globale de toutes les valeurs des indicateurs et de l'ôter de 100 (Maciejewski, 2016 ; Annexe II). La note finale correspond à un état de conservation global de l'habitat positionné sur un axe de graduation d'état de conservation (Annexe II). Comme nous le verrons plus loin, la « grille d'évaluation » des systèmes calcicoles s'inspire de cette méthodologie de valeurs-seuils mais ne retient pas ce type de notation par système de points. Le choix a été fait de développer un système d'évaluation s'inspirant du fonctionnement des Listes Rouges et du rapportage national qui se base sur le principe de précaution. Si l'un des critères est mauvais, alors l'habitat sera considéré en mauvais état de conservation.

Les quatre paramètres cités sont imposés par la DHFF. Les indicateurs sont, quant à eux, définis selon les caractéristiques de chaque habitat ou type d'habitats. Ils doivent être tout d'abord choisis selon leur simplicité d'utilisation, leur coût modéré en temps et en compétences. Ils doivent être reliés au « maintien des processus environnementaux et des fonctions écosystémiques de l'habitat » (Woodley & Kay, 1993) et doivent répondre à un facteur de dégradation (Mistarz, 2016). La « grille d'évaluation » des systèmes calcicoles, explicitée plus loin, reprend ces principes en développant ses propres indicateurs adaptés aux conditions locales car, comme le précise le guide d'application de la méthode d'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000 de l'état de conservation des habitats agropastoraux d'intérêt communautaire produit par le MNHN : « Il existe une forte variabilité des habitats génériques sur le territoire, néanmoins un outil commun d'évaluation a été élaboré qui doit pouvoir s'appliquer sur toutes les situations. Mais pour correspondre au mieux à chaque contexte, il est possible d'adapter la méthode. Cela concerne surtout les listes d'espèces qui accompagnent les indicateurs, mais cela est aussi envisageable pour les différentes modalités ».

7. Echelles d'évaluation

Les données à relever doivent se faire à l'échelle de la station d'échantillonnage sur un site Natura 2000 (Lepareur, 2013). Les informations stationnelles alimentent ainsi l'évaluation à l'échelle du site. L'évaluation de l'état de conservation de l'HIC à l'échelle de tous les sites constitue le socle de l'évaluation à l'échelle biogéographique (Maciejewski, 2016). Or, il existe de grandes surfaces d'HIC visés par le rapportage qui sont hors des sites Natura 2000. Il semble important, pour davantage d'objectivité à l'échelle du territoire, d'appliquer également ces évaluations hors des sites Natura 2000 (Figure 4). Il est aussi complexe d'évaluer au niveau géographique l'état de conservation des HIC à partir des seules données des sites Natura 2000. En effet, la moyenne de l'état de conservation des HIC des sites Natura 2000 traduit un état de conservation à l'échelle biogéographique mais néglige les évaluations des HIC hors sites Natura 2000. Les évaluations des HIC des sites Natura 2000 sont ainsi surreprésentées. Il est donc primordial de développer une méthode d'évaluation statistiquement solide à l'échelle régionale, à défaut d'une méthodologie complexe à l'échelle biogéographique.

Le procédé d'échantillonnage préconisé par le MNHN est développé à travers ces méthodologies afin d'évaluer les HIC à l'échelle d'un site Natura 2000, à l'échelle des grands

systèmes (systèmes calcicoles, forestiers, eaux dormantes, etc.) et aux échelles biogéographiques. Elles n'ont pas vocation à être applicables à l'échelle des écosystèmes ni à l'échelle de l'unité de gestion. C'est pourquoi une méthodologie spécifique est développée par le CBNSA en ce sens avec l'appui d'un comité technique composé d'universitaires, d'animateurs Natura 2000 et de gestionnaires de réserves notamment (liste des participants au Comité technique sur les pelouses calcicoles disponible dans l'annexe I). Tout en s'inscrivant dans une cohérence et une harmonisation des méthodologies exposées plus haut, cette « grille d'évaluation » de l'état de conservation des HIC est conçue selon un protocole original et une approche écosystémique à destination des animateurs et gestionnaires Natura 2000.

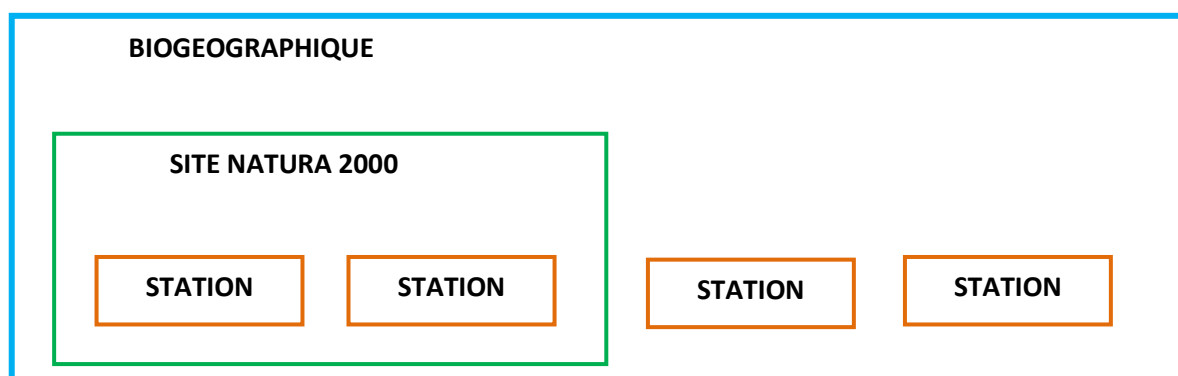


FIGURE 4 : HIÉRARCHISATION DES DIFFÉRENTES ÉCHELLES D'ÉVALUATION D'UN HIC

III. Cadre de l'étude

L'étude porte sur l'ensemble du système thermophile calcicole ouvert de la région Nouvelle-Aquitaine qui abrite les habitats 6210, 6110, 6220. La répartition de ces milieux sur le territoire est conditionnée par différents paramètres tels que la météorologie, la pédologie, la thermophilie, la topographie.

Les systèmes calcicoles thermophiles sont caractérisés par des substrats carbonatés ou basiques, peu profonds, oligotrophes et subissant des périodes de fortes sécheresses, généralement en situation de fortes pentes, appelés coteaux calcicoles. Ces milieux complexes abritent une faune et une flore particulières, adaptées à ces conditions extrêmes ainsi qu'aux perturbations répétées (Maubert et Dutoit, 1995). Ces cortèges d'espèces sont la résultante du mélange entre un contingent méridional subméditerranéen et un contingent steppique d'influence atlantique. Différentes formations végétales s'y juxtaposent (Figure 5). Les pelouses représentent les stades les plus pionniers et sont issues pour la majeure partie d'une ancienne déforestation (ou d'une forte perturbation, par exemple feu, éboulis, etc.) suivie d'une exploitation par le pâturage. Elles sont constituées d'une végétation plutôt rase, peu dense, annuelle ou vivace avec parfois une forte proportion de roche à nu (Dutoit et Alard, 1996). Vient éventuellement un stade intermédiaire appelé la pelouse-ourlet qui forme une végétation de pelouse à tendance plus mésophile, plus haute et plus dense, structurée et dominée par des graminées dites sociales (Bromes, Sésélières, Brachypodes, ...) issues des cortèges d'ourlet mais en contexte paysager ouvert. L'ourlet à proprement parler se retrouve en lisière ou en situation interstitielle des fourrés ou jeunes boisements calcaires, excluant par compétition les espèces typiques de pelouses de par sa forte densité de végétation. Le stade de fourré est constitué d'arbustes ou de jeunes arbres en mélange, plus ou moins haut, et souvent dominé par le Genévrier. Le dernier stade est celui des boisements calcaires ; ils sont de composition floristique variable selon les conditions locales, comme par exemple les chênaies pubescentes, les chênaies vertes, les bois mixte de frênes...

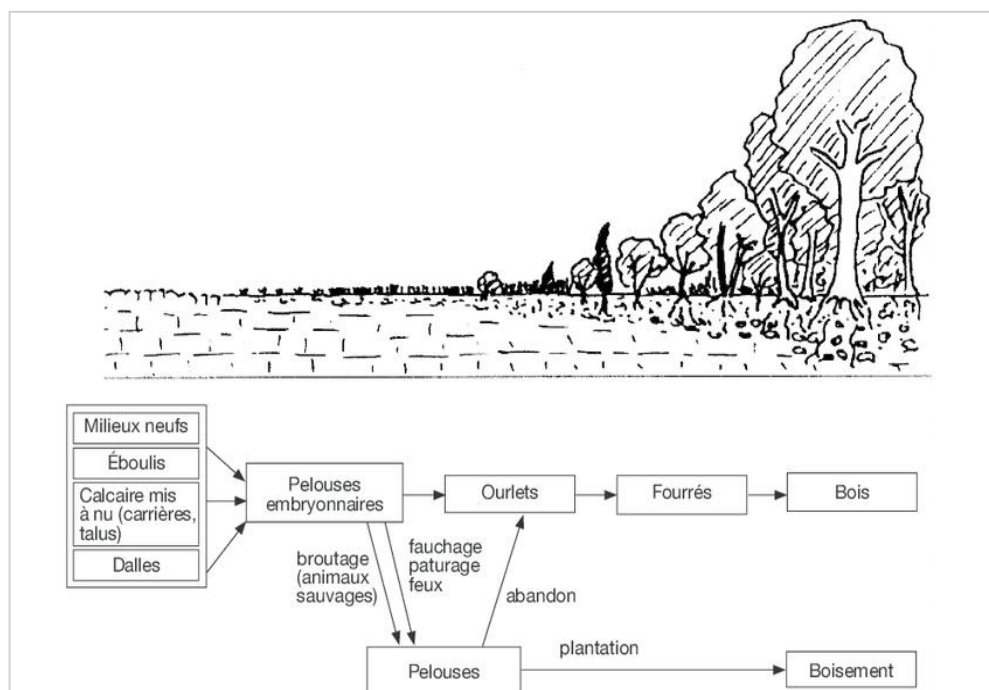


FIGURE 5 : DYNAMIQUE DES VEGETATIONS CALCICOLES D'EUROPE OCCIDENTALE (MODIFIE PAR POIREL A., 2013, D'APRES MAUBERT ET AL., 1995)

Le volet cartographie par télédétection spatiale des pelouses calcicoles de Nouvelle-Aquitaine a permis de dresser la répartition des systèmes calcicoles thermophiles ouverts et plus précisément la cellule paysagère de la pelouse ouverte parfois piquetée de fourrés (6210, 6220, 6110) et d'estimer leur surface à 3877 hectares (Bouscary, 2019) (Figure 6).

Les plus fortes concentrations de pelouse sont localisées sur les départements de la Dordogne, la Charente et le Lot-et-Garonne. Certains départements en sont quasiment dépourvus en raison de leur socle géologique à dominance acide.

Sur les 217 Zones Spéciales de Conservation (ZSC) présentes en Nouvelle-Aquitaine, 57 d'entre elles abritent le tiers des surfaces de pelouses calcicoles de la région (environ 1000 ha soit ¼ de la superficie régionale).

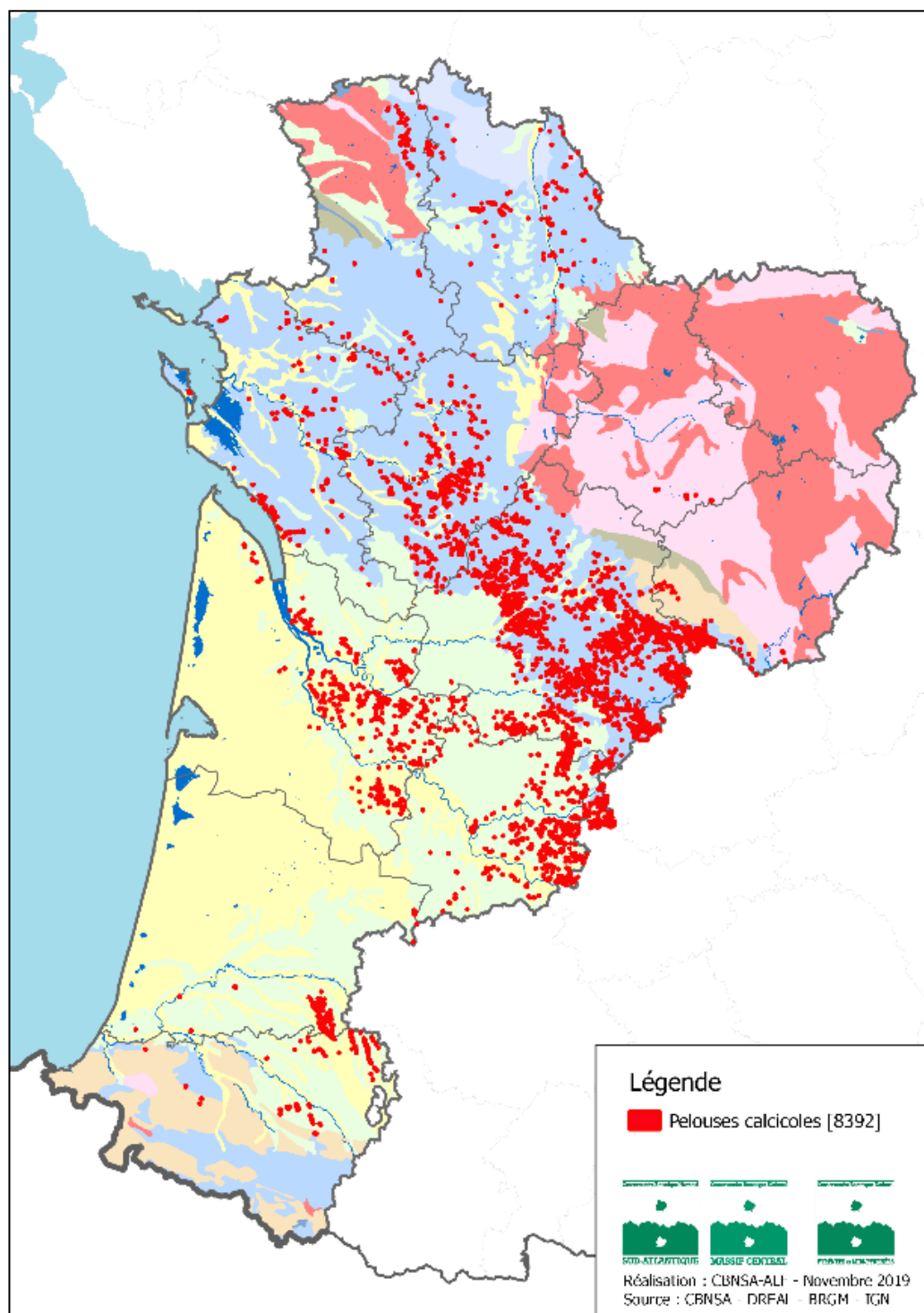


Figure 6 : LOCALISATION PAR TELEDETECTION DES PELOUSES CALCICOLES EN NOUVELLE-AQUITAINE

IV. Les habitats d'intérêt communautaire ciblés

Cette étude se concentre sur trois habitats d'intérêt communautaire (HIC) des systèmes calcicoles de type pelousaire : 6210, 6220 et 6110. Leur physionomie, écologie, dynamique, condition d'éligibilité à la Directive ainsi que la patrimonialité et les menaces sont présentées ci-dessous. Ces descriptions sont, entre autres, issues des références bibliographiques suivantes : Bensettiti et al., 2005 ; Dutoit & Alard, 1996 ; Gaudillat et al. 2018 ; Maubert & Dutoit, 1995. Les végétations ligneuses associées (5110 et 5130) n'ont pas été intégrées dans la démarche du suivi ni dans celle de la grille d'évaluation, car répondant à une méthodologie trop différente.

6210 - Pelouses sèches semi-naturelles et faciès d'embuissonnement sur calcaires (Festuco-Brometalia) [*sites d'orchidées remarquables]

Sous-type 2 - Pelouses calcicoles semi-sèches subatlantiques (*)

- 6 - Pelouses calcicoles mésophiles des Pyrénées et du piémont nord-pyrénéen
- 8 - Pelouses calcicoles méso-xérophiles atlantiques des mésoclimats froids
- 12 - Pelouses calcicoles méso-xérophiles atlantiques sur calcaires tendres ou friables
- 13 - Pelouses calcicoles marnicoles atlantiques
- 14 - Pelouses calcicoles acidoclines atlantiques
- 25 - Pelouses mésoxérophiles, acidoclines, des affleurements serpentiniques du Limousin

Sous-type 3 - Pelouses calcicoles subatlantiques xérophiles (*)

- 26 - Pelouses calcicoles xérophiles atlantiques et thermophiles
- 27 - Pelouses calcicoles xéromarnicoles atlantiques et thermophiles
- 28 - Pelouses calcicoles xérophiles atlantiques, psammophiles et thermophiles
- 32 - Pelouses calcicoles xérophiles atlantiques des mésoclimats frais
- [36 - Pelouses calcicoles subatlantiques xériques et acidoclines sur basaltes et granites du Massif central et du Sud-Est]

Remarque 1 : Sont également intégrés dans cet habitat les faciès d'embuissonnement (ourlets et fourrés) rendant complexe leur évaluation puisque certains fourrés sont eux-mêmes d'intérêt communautaire (5110 et 5130).

Remarque 2 : L'habitat est d'intérêt prioritaire si le site est considéré comme remarquable sur le plan des Orchidées. Par sites d'orchidées remarquables, on doit entendre les sites qui sont notables selon l'un ou plusieurs des trois critères suivants (extrait du Manuel d'interprétation des habitats de l'union européenne, version EUR 15 – 1999) :

1. Le site abrite un cortège important d'espèces d'orchidées ;
2. Le site abrite une population importante d'au moins une espèce d'orchidée considérée comme peu commune sur le territoire national ;
3. Le site abrite une ou plusieurs espèces d'orchidées considérées comme rares, très rares ou exceptionnelles sur le territoire national.

Synopsis provisoire (niveau alliance et sous alliance) :

***FESTUCO VALESIIACAE – BROMETEA ERECTI* Braun-Blanq. & Tüxen ex Braun-Blanq. 1949**

Brometalia erecti W. Koch 1926

Bromenalia erecti Terzi, Di Pietro & Theurillat 2016

Potentillo montanae – *Brachypodium rupestre* Braun-Blanq. 1967 corr. Guitián, Izco & Amigo 1989

Bromion erecti

Mesobromenion erecti Braun-Blanq. & Moor 1938

Tetragonolobo maritimi – *Bromenion erecti* J.-M. Royer in J.-M. Royer, Felzines, Misset & Thévenin 2006

Seslerio caeruleae – *Mesobromenion erecti* Oberd. 1957

Festucenion timbalii Boullet 1986 nom. ined. (art. 1)

Artemisia albae – *Bromenalia erecti* Biondi, Ballelli, Allegranza & Zuccarello 1995

Xerobromion erecti (Braun-Blanq. & Moor 1938) Moravec in Holub, Hejnů, Moravec & Neuhäusl 1967

Xerobromenion erecti Braun-Blanq. & Moor 1938

Seslerio caeruleae – *Xerobromenion erecti* Oberd. 1957

Teucrio pyrenaici – *Bromion erecti* Rivas Mart., Fern.-Gonz. & Loidi 1999

Koelerio macranthae – *Phleenaia phleoidis* Korneck ex J.-M. Royer 1991

Koelerio macranthae – *Phleion phleoidis* Korneck 1974

○ **Physionomie, écologie**

Les pelouses sèches (xérophiles) et semi-sèches (mésoxérophiles) correspondent à un habitat naturel (pelouses primaires) ou semi-naturel (pelouses secondaires) des substrats calcicoles oligotrophes à méso-oligotrophes, généralement en situation de pentes ensoleillées.

Ces pelouses peuvent avoir une physionomie rase voire écorchée pour celles du sous-type 3, basses et denses pour celles du sous-type 2, avec une forte représentation de plantes hémicryptophytes.

Pour de plus amples détails, nous renvoyons le lecteur vers les cahiers d'habitats (Bensettiti et al., 2005) ainsi que l'étude des pelouses calcicoles de Nouvelle Aquitaine qui sera diffusée en 2022.

○ **Dynamique**

Cet habitat se retrouve en mosaïque sur les coteaux calcaires, il associe les pelouses aux ourlets, fourrés (5110 et 5130) et forêts thermophiles ainsi qu'aux pelouses pionnières sèches (6110 et 6220).

La plupart des pelouses présentent un caractère instable, plus ou moins perceptible à l'échelle humaine qui conduit, en l'absence de perturbations, à la fermeture progressive du milieu. La succession dynamique du stade de pelouse correspond aux végétations d'ourlets (classe des *Trifolio medii-Geranietea sanguinei*) caractérisés la présence et l'expansion de graminées à fort pouvoir de colonisation végétative. C'est tout particulièrement le cas du Brachypode rupestre (*Brachypodium rupestre*). Aux ourlets succèdent les fourrés calcicoles (classe des *Crataego monogynae-Prunetea*

spinosi) dont le mode de progression au sein des pelouses est variable, alliant des phases de piquetage arbustif (cas typique du *Juniperus communis*), d'extension et de coalescence des taches progressivement constituées, mais aussi des phénomènes d'extension des lisières arbustives en contact avec les systèmes pelousaires. Le stade terminal forestier des pelouses correspond à des forêts de la classe des *Quercetea pubescentis* Doing ex Scamoni & H. Passarge 1959 et possiblement à la classe des *Quercetea ilicis* Braun-Blanq. in Braun-Blanq., Roussine & Nègre 1952.

Les fluctuations des perturbations, y compris celles dues aux herbivores sauvages, les successions d'abandon et de reprise des pratiques pastorales, conduisent à des paysages pelousaires complexes associant de diverse manière pelouses et stades dynamiques ultérieurs.

- **Condition d'éligibilité à la Directive**

Toutes les végétations appartenant à l'ordre des *Brometalia erecti* W. Koch 1926 (seul ordre concerné en Nouvelle Aquitaine) sont éligibles au 6210. Aussi, toutes les végétations des *Trifolio medii* – *Geranietea sanguinei* T. Müll. 1962 (ourlets) et tous les types de fourrés sont éligibles au 6210 s'ils sont associés spatialement et potentiellement dynamiquement avec une pelouse calcicole.

- **Patrimonialité et menaces**

La diversité floristique de l'habitat 6210 est importante avec un certain nombre d'espèces endémiques et protégées ainsi qu'un fort potentiel d'accueil d'orchidées d'où son caractère prioritaire selon la directive habitat.

De manière générale, cet habitat est en régression sur le territoire. Le pâturage traditionnel extensif est à l'origine de la création de la plupart des pelouses calcicoles si bien que la déprise agricole de ces dernières décennies en a, inversement, favorisé la fermeture. La mise en place et l'agrandissement de carrières, l'extension urbaine, le reboisement, la mise en culture ainsi que le changement climatique forment les principales menaces pour les complexes pelousaires.

6220* - Parcours substeppiques de graminées et annuelles du Thero-Brachypodietea – Pelouses à thérophytes mésothermes thermo-atlantiques (HE 4)

1- Pelouses à thérophytes mésothermes thermo-atlantiques.

Synopsis provisoire (niveau alliance et sous alliance) :

STIPO CAPENSIS – TRACHYNIETEA DISTACHYAE Brullo 1985

Brachypodietalia distachyi Rivas Mart. 1978

Trachynion distachyae Rivas Mart. ex Rivas Mart., Fern.-Gonz. & Loidi 1999

- **Physionomie, écologie**

Pelouses secondaires pionnières xérophiles composées de petites graminées pérennes et de plantes annuelles sur sols squelettiques. On les retrouve en situation de pente nulle (plateaux calcaires) à moyenne ou dans des microtopographies (replat de pente). Le recouvrement de la végétation y est très faible (en moyenne 30-50%) avec une dominance des thérophytes accompagnés d'hémicryptophytes ou de chaméphytes pionniers (ex : *Sedum*).

- **Dynamique**

L'habitat 6220 forme des communautés pionnières, généralement associées aux pelouses calcicoles du 6210. Phases dynamiques des tonsures surtout étudiées au sein des complexes pelousaires dans lesquels elles sont incluses. Sans perturbation, le 6220 va évoluer assez rapidement vers l'habitat 6210 et suivre une dynamique similaire à ce dernier. Le stade initial est essentiellement à caractère thérophytique, puis survient une implantation progressive d'espèces pelousaires, suivie par la phase de fermeture.

- **Condition d'éligibilité à la Directive**

Toutes les végétations appartenant à l'alliance du *Trachynion distachyae* Rivas Mart. ex Rivas Mart., Fern.-Gonz. & Loidi 1999 sont éligibles au 6220.

- **Patrimonialité et menaces**

Cet habitat a une diversité floristique importante et peut accueillir des espèces à haute valeur patrimoniale (ex : *Arenaria controversa*).

De la même manière que pour l'habitat 6210 et pour les mêmes raisons, les tonsures sont en régression sur le territoire. Le fait que leur surface soit assez restreinte sur les coteaux et qu'elles soient enclavées dans d'autres végétations rend le 6220 sensible aux modifications du milieu et à la colonisation par les espèces des autres communautés végétales alentours.

6110* - Pelouses rupicoles calcaires ou basiphiles de l'Alyso-Sedion albi – Pelouses pionnières des dalles calcaires planitiaires et collinéennes (HE 1)

- 1- Pelouses pionnières des dalles calcaires planitiaires et collinéennes
- 2- Pelouses pionnières des dalles calcaires montagnardes

Synopsis provisoire (niveau alliance et sous alliance) :

***SEDO ALBI – SCLERANTHETEA BIENNIS* Braun-Blanq. 1955**

Alyso alyssoidis – Sedetalia albi Moravec 1967

Alyso alyssoidis – Sedion albi Oberd. & T. Müll. in T. Müll. 1961

- **Physionomie, écologie**

Pelouses xérophiles rases, écorchées et ouvertes (faible recouvrement : 25 à 60) à communautés pionnières thermophiles, sur sols calcaires superficiels ou sur les dalles affleurantes de roche mère, dominées par les espèces annuelles et les espèces chaméphytiques crassuléscentes. Des communautés similaires peuvent se développer sur substrats artificiels ; celles-ci ne sont pas considérées comme un habitat d'intérêt communautaire.

Grande variabilité de l'aspect physionomique suivant la variation des conditions météorologiques : depuis l'absence des thérophytes pendant les années les plus sèches à une grande abondance de ces dernières, les années pluvieuses.

- **Dynamique**

Habitat primaire ou secondaire à dynamique lente voire stable dans le temps, en mosaïque avec les pelouses du 6210 et du 6220. Un pâturage intense, un feu ou un éboulis et plus généralement une forte perturbation, induisent l'apparition ou l'extension de l'habitat. Il est initialement confiné aux dalles mais peut déborder sur les autres types de pelouses. A l'inverse, certaines espèces des communautés avoisinantes peuvent se retrouver dans les cortèges caractéristiques du 6110.

En cas de charge pastorale très élevée, une dérive nitrophile de l'habitat peut être observée avec régression/disparition des espèces les plus caractéristiques et remplacement par des thérophytes nitrophiles.

- **Condition d'éligibilité à la Directive**

Toutes les végétations appartenant à l'alliance de l'*Alyso alyssoidis* – *Sedion albi* Oberd. & T. Müll. in T. Müll. 1961 et sur substrat non artificiel sont éligibles au 6110.

- **Patrimonialité et menaces**

Diversité floristique importante avec un pic de floraison surtout printanier (mars-mai).

Habitat très morcelé et relictuel, sensible aux modifications majeures du milieu et aux perturbations anthropiques répétées (dégradations et sur-fréquentation : véhicules tout-terrain, piétinement...). La fermeture des systèmes calcicoles et notamment le développement de fourrés ou de boisements à proximité représentent une menace pour cet habitat à caractère purement héliophile.

V. Référentiels utilisés

La nomenclature taxonomique des plantes vasculaires suit la version 11 de TAXREF (Gargominy et al., 2017).

La nomenclature phytosociologique suit le Synopsis des végétations du CBNSA, version du 22/01/2018 (Lafon et al., 2018). Ce référentiel augmenté, basé initialement sur le Prodrome des végétations de France (Bardat et al., 2004) jusqu'au niveau de la sous-alliance, a été modifié, corrigé et complété au niveau syntaxonomique le plus fin disponible (association, sous-association, variante...) à partir des travaux de synthèse récents, des publications écrites dans le cadre de la déclinaison du Prodrome des végétations de France II et des connaissances récemment acquises par le CBNSA sur les végétations de son territoire d'agrément.

Le nombre total de taxons recensés, en tenant compte des plantes indéterminées, s'élève à 610. Afin d'harmoniser les données floristiques en vue des analyses, les biais possibles de détermination ont été limités en agrégeant certains taxons complexes en groupes (ex : *Galium pumilum* et *Galium timeroyi* transformés en *Galium* gr. *pumilum*) (Annexe III) et en utilisant le rang d'espèce comme rang taxonomique le plus fin (ex : *Poa pratensis* subsp. *pratensis* et *Poa pratensis* subsp. *angustifolia* transformés en *Poa pratensis*). Par ailleurs, les individus non-identifiés ou déterminés seulement au rang « genre » ou « famille » sont écartés de la phase d'analyse, excepté pour des taxons complexes déterminés usuellement au genre (ex : *Rubus*, *Taraxacum*). Cela se justifie par les informations, peu interprétables écologiquement et négligeables par rapport à leur occurrence, qu'apportent ces données. Enfin, les taxons de faible occurrence sont également écartés car ne pouvant être interprétés avec fiabilité. Les seuils étant établis arbitrairement en fonction de l'homogénéité des données (Dupré et al, 2010 ; Gaudnik et al, 2011 ; Boutin et al, 2017), seuls sont retirés les taxons « accidentels » retrouvés au sein d'une unique lecture. Le but de ces étapes est d'obtenir un jeu de données floristiques fournissant des informations écologiques substantielles avec un minimum de variables (ici de taxons) pour garder la part de variance expliquée la plus élevée possible.

VI. Suivi de l'état de conservation

L'objectif est, d'une part, d'apporter des informations sur l'évolution au cours des prochaines décennies de la surface et de la composition floristique de chaque HIC, d'autre part, d'appréhender la place de chacun de ces HIC au sein de l'écosystème.

1. Protocole

Les premières campagnes de suivi entre 2012 et 2014, ont fait l'objet de premières propositions de protocole de suivi (Le Fouler, 2013 ; Fy F. & Bissot R., 2014). Il existait alors des différences d'échantillonnage et de mode de collecte de la donnée entre les ex-régions, notamment au sujet de la taille du quadrat (passage d'un quadrat de 16 m² à 9 m² pour l'ex-Poitou-Charentes) et de sa localisation. En 2019, une nouvelle version, revue et harmonisée, a été produite suite aux suggestions des agents des différents CBN pour être ensuite complétée et validée par le Comité technique sur la thématique des pelouses calcicoles du 07 mai 2019 (Annexe I).

Cette partie détaille donc le protocole harmonisé et consolidé utilisé lors du suivi de l'état de conservation des systèmes calcicoles de 2019. Il se compose de deux méthodes complémentaires, celle dite des **quadrats permanents** ainsi que celle du **relevé paysager**.

1.1 La méthode des quadrats permanents

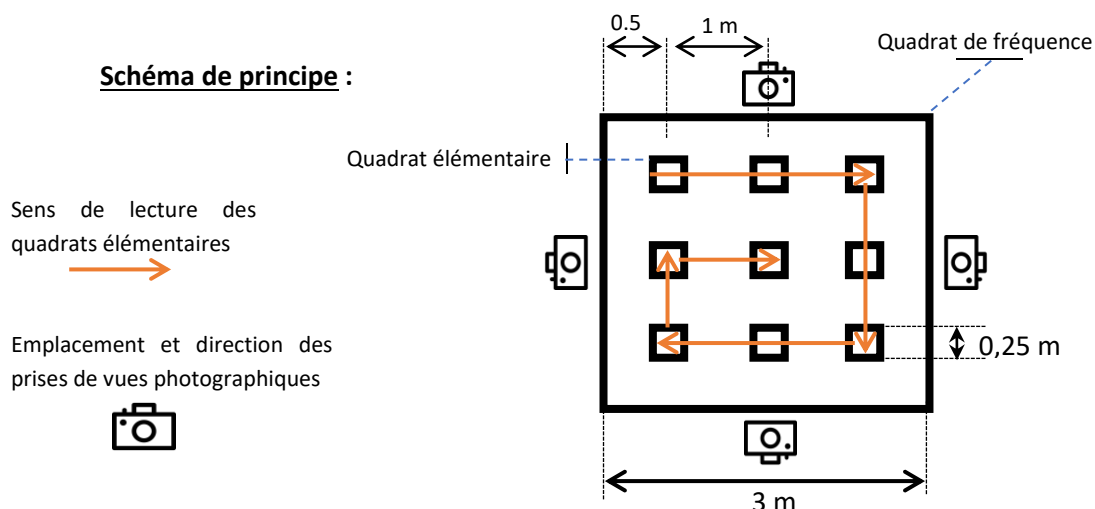
➤ Objectif

Collecte de données ayant trait au paramètre « structure et fonction ». Au moins deux processus seront suivis au cours du temps via cette méthode : **la dérive trophique et le degré de fermeture** par les ligneux. Un troisième sera testé : la typicité floristique.

➤ Dispositif

Pour collecter la donnée floristique, le type de dispositif retenu est un quadrat de 3 m de côté géoréférencé précisément dans l'espace et matérialisé par un cordage marqué tous les 3 mètres (les angles droits sont obtenus par une corde de longueur équivalente à la diagonale soit 4.24 m).

Au sein de ce quadrat de 9 m², sont disposés 9 quadrats élémentaires (appelés également sous-quadrats) de 0,25 m de côté. Un relevé floristique exhaustif, en présence/absence, est réalisé à l'intérieur de chacun des 9 quadrats élémentaires. Un relevé complémentaire est ensuite réalisé, en présence/absence, pour les taxons non relevés à l'intérieur des 9 sous-quadrats, mais présents au sein du quadrat de 3 m x 3 m (schéma du dispositif ci-après). **Ce dispositif permet *in fine* de déterminer au sein du quadrat l'évolution de la fréquence des taxons ou groupes de taxons au cours du temps.**



A partir des observations floristiques réalisées, la fréquence de chaque taxon est calculée pour chaque dispositif et exprimée en pourcentage selon la formule suivante :

$$\frac{Nb\ pres}{Nb\ tot} * 100$$

Nb pres = nombre de quadrats élémentaires où le taxon est présent (valeur de 1 à 9)

Nb tot = nombre total de quadrats élémentaires (9 par défaut)

Concernant les taxons considérés comme rares au sein du quadrat de fréquence car observés seulement en dehors des quadrats élémentaires, une valeur de 0,5 leur est attribuée de façon arbitraire (soit une fréquence de 6%).

➤ Géoréférencement de la placette

Ces quadrats ont vocation à être suivis sur le long terme. Leur implantation sur les différents sites nécessite une autorisation, qu'ils soient sur terrains conventionnés, publics ou privés. Afin de relocaliser les quadrats, différentes règles et méthodes sont employées :

○ Repérage au sol

Le bord supérieur du quadrat (première ligne de lecture) est orienté soit vers le haut du coteau (dans la direction de plus grande pente), soit vers le Nord en absence de pente.

Chaque quadrat est délimité par 4 piquets métalliques inoxydables enterrés mais affleurant légèrement au niveau du substrat. Leur relocalisation s'effectue dans un premier temps grâce aux photographies et aux coordonnées GPS puis à l'aide d'un détecteur de champs magnétiques. Cette technique permet d'assurer une grande pérennité au dispositif de suivi, tout en limitant les contraintes de gestion (pour le pastoralisme notamment).

○ Pointage GPS

Les coordonnées GPS des 4 piquets sont enregistrées pour chacun des quadrats. Lors des campagnes précédentes, les coordonnées GPS étaient imprécises (+/- 5 m). L'ensemble des quadrats seront désormais géolocalisés à l'aide d'un GPS submétrique (précision à 50 cm).

○ Photographie

Afin de relocaliser facilement les quadrats de suivi et de garder une trace visuelle du contexte paysager à chaque lecture, des prises de vue sont effectuées systématiquement de la façon

suivante : 4 photographies en format paysage prises depuis chacun des côtés du quadrat en direction du centre, de façon à intégrer les sommets adjacents. Il est également nécessaire d'associer chaque photographie au côté du quadrat correspondant.

○ Données récoltées

- *Métadonnées* : nom du site, date de lecture, identité du ou des observateurs, coordonnées GPS (WGS84), code du quadrat et code du sous-quadrat ;
- *Hauteur de végétation* : hauteur de biomasse (et non pas hauteur maximale), mesurée avec précision (± 0.05 m en général) ;
- *Données stationnelles* : nature du substrat, pente, exposition, texture du sol, mode de gestion du site ;
- *Données de recouvrement* : le recouvrement de différents éléments, exprimé en pourcentage, est relevé à l'échelle du quadrat (projection visuelle au niveau du sol), avec une précision de 5 %. Sont estimés : la surface occupée par le sol nu, la litière, la strate bryophytique, la strate lichénique ainsi que le recouvrement de graminées sociales (*Brachypodium rupestre*, *Bromopsis erecta* et *Sesleria caerulea*) afin d'appréhender leur pouvoir compétitif et leur colonisation.
NB : le recouvrement total des différents éléments du quadrat peut dépasser 100 % (du fait de la superposition) ;
- *Description du milieu* : un descriptif succinct du milieu intégré par le quadrat (exemple : Pelouse xérophile sur calcaires durs en cours de fermeture par *Brachypodium rupestre* et *Juniperus communis* prostré) ;
- *Liste floristique des taxons* : présence/absence des taxons au sein de chaque sous-quadrat, ces derniers lus dans le sens des aiguilles d'une montre, suivi d'un relevé en présence/absence à l'échelle du quadrat total afin d'inventorier les taxons non inclus dans les sous-quadrats. La détermination du rang taxonomique doit être la plus fine possible ;
- *Données de gestion (facultatif)* : la connaissance de l'historique du site est vivement conseillée afin d'interpréter au mieux les résultats du suivi et de tirer des conclusions sur l'état de conservation. Cette information pourra être collectée auprès du propriétaire et/ou du gestionnaire.

➤ **Matériel**

Pour la mise en place et la lecture d'un quadrat de suivi de pelouses, le matériel requis est le suivant :

- Tiges en métal (inox) x 4 par quadrat (pour l'installation) ;
- Appareil GPS (GPS submétrique si possible) ;
- Corde non étirable de 17 m minimum (tour du quadrat + diagonale), marquée tous les 3 mètres (coin du quadrat) et au niveau des positions des sous-quadrats (pour un côté : 0.5 m, 1 m, 1 m) ;
- Détecteur de champs magnétiques (en cas de relocalisation de quadrats existants) ;
- Marteau ;
- Sous-quadrats en carton, plastique ou bois (25 cm de côté) ;
- Boussole ;
- Tablette tactile et bordereaux de suivi pelouses ;
- Appareil photo.

1.2 La méthode des relevés paysagers

➤ Objectif

Le recours à la collecte de données à l'échelle paysagère permet de contextualiser le quadrat permanent et d'acquérir des données sur l'évolution des différentes végétations sur le site, les perturbations et menaces pesant sur les habitats et l'originalité phytocénotique de la pelouse. En effet, cette démarche vient compléter les relevés précédemment cités par une description des mosaïques spatiales et de la physionomie globale du site, cette fois à l'échelle du coteau calcaire ou d'une partie de celui-ci. Le relevé paysager est aussi utile à la télédétection des pelouses calcicoles en tant qu'échantillon d'entraînement.

➤ Description et cartographie typologique des végétations

Deux types de relevés paysagers peuvent être utilisés. Le premier, d'acquisition rapide, consiste à reporter les différentes physionomies environnantes sur une photographie aérienne récente et centrée sur le quadrat permanent (échelle au 1/1500), selon la typologie suivante :

- Sol nu ;
- Pelouse annuelle ;
- Pelouse vivace ;
- Pelouse-ourlet : communautés végétales en cours d'évolution avec une forte présence d'espèces d'ourlet (graminées sociales) ;
- Fourré pionnier : composé uniquement de *Juniperus communis* ;
- Fourré ;
- Boisement.

Lorsqu'une pelouse vivace ou une pelouse-ourlet sont parsemées de *Juniperus communis* prostrés, il doit être mentionné à la suite du type physionomique en question (exemple : pelouse vivace à *Juniperus communis* prostrés).

Le second consiste à réaliser une cartographie fine de la végétation selon la nomenclature phytosociologique. En présence d'une végétation non décrite, celle-ci doit faire l'objet d'un relevé phytosociologique. Seules les végétations appartenant à la même série et/ou à la petite géosérie de la placette permanente doivent être cartographiées.

2. Etat du réseau de surveillance et plan d'échantillonnage

2.1 Etat du réseau de suivi avant la campagne de 2019

Suite aux programmes de mise en place de dispositifs de suivi des pelouses calcicoles en Aquitaine et Poitou-Charentes, de 2011 à 2014, **230 quadrats** ont été implantés par le CBNSA : 202 en ex-Poitou-Charentes et 28 en ex-Aquitaine (Figure 7). L'essentiel des quadrats est inclus dans le périmètre de sites Natura 2000 (au nombre de 22).

Le programme « Les Sentinelles du climat » vise notamment à observer les modifications de la flore causées par le changement climatique. Pour ce faire, il fait reposer ses observations sur le même type de dispositif que celui utilisé pour le suivi de l'état de conservation. Ce programme a permis de renforcer le dispositif existant avec **11 nouveaux quadrats** en 2017 (Figure 7), complétant ainsi la répartition des dispositifs sur le territoire avec des localisations situées en-dehors des périmètres Natura 2000.

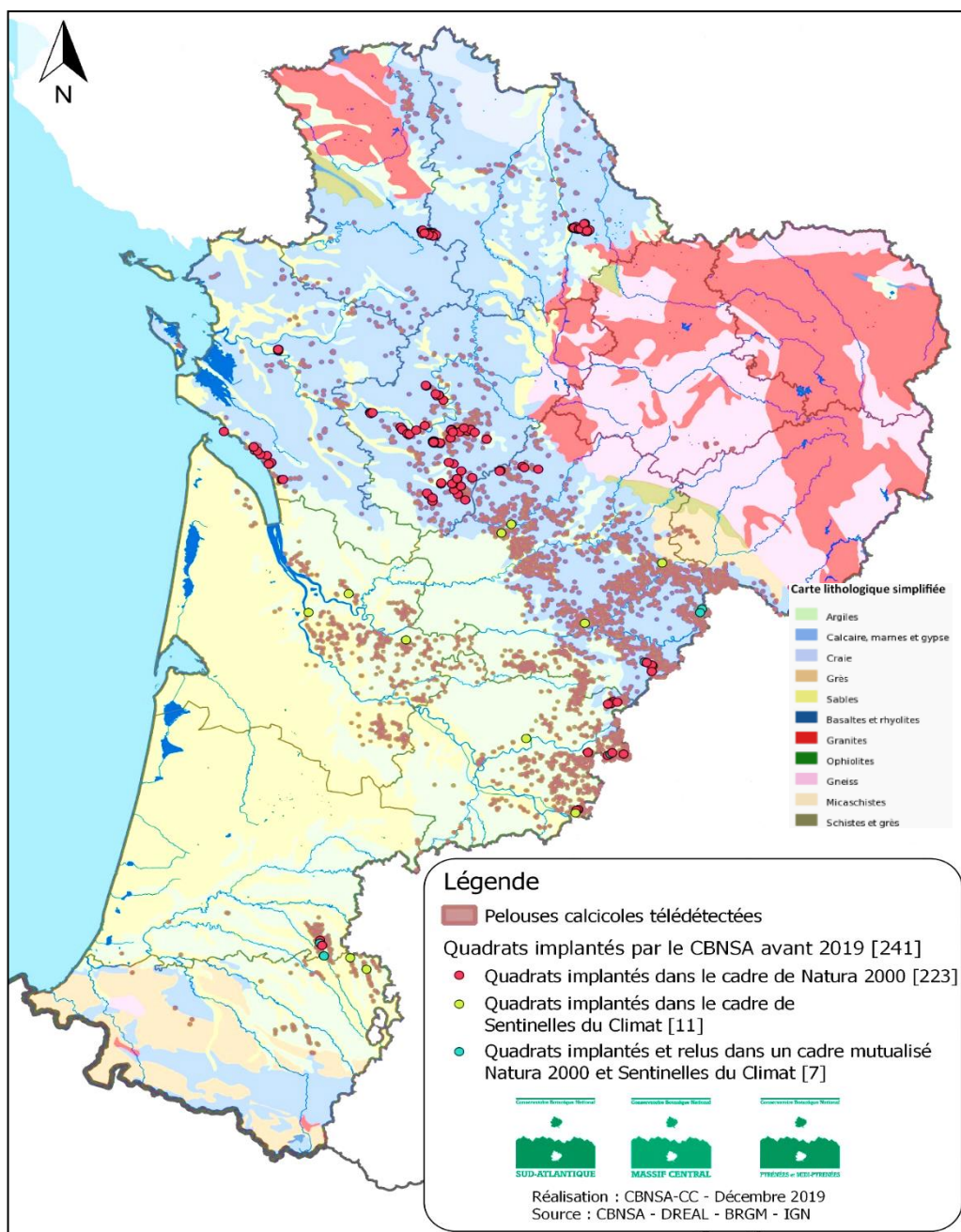


FIGURE 7 : CARTE DE LOCALISATION DES QUADRATS PERMANENTS EXISTANT AVANT 2019
(FOND : LITHOLOGIE SIMPLIFIÉE)

La méthode des quadrats paysagers n'a été testée que sur les sites de l'ex-Aquitaine. En 2013 et 2017, **35 quadrats paysagers** avaient été réalisés ; 8 sites Natura 2000 sont concernés par ce type de quadrats.

Le Conservatoire d'Espaces Naturels d'Aquitaine avait mené, entre 2009 et 2012, une campagne d'installation de dispositifs de suivi de pelouses calcicoles. **189 quadrats** ont été implantés sur près de 11 sites dont le CEN est propriétaire et/ou gestionnaire. Leurs localisations ont été transmises partiellement et les données récoltées lors de cette campagne ne sont pas exploitables. Le protocole appliqué à l'époque était le même qu'utilisé par le CBNSA (quadrat de fréquence de 16 m²). A ce jour, la plupart des quadrats ne sont plus suivis. Cependant, quelques-uns sont relus par le CBNSA sur les sites suivants : Coteaux de Casserouge et Vidalot, Coteaux du Breuilh et Pech de Pastur.

2.2 Stratégie d'échantillonnage

L'objectif du programme n'est pas de relire l'ensemble des quadrats existants (trop nombreux en Poitou-Charentes) mais plutôt d'obtenir un échantillonnage spatialement et surtout écologiquement cohérent (et réalisable selon les moyens à dispositions). Certains quadrats ont donc été sélectionnés parmi ceux existant. Aussi, de nouveaux dispositifs ont dû être implantés pour la raison expliquée ci-dessus.

Contrairement aux années précédentes, l'objectif est de pouvoir évaluer les pelouses calcicoles sur l'ensemble de leur aire de présence et pas uniquement celles du réseau de sites Natura 2000. Pour ce faire, la stratégie d'échantillonnage doit être totalement revue, tout en cherchant à maximiser la réutilisation des quadrats existants afin de garder une capacité d'analyse diachronique. Un certain nombre de quadrats ne seront donc pas relus mais l'information sur leur géolocalisation est conservée pour un éventuel usage ultérieur.

Afin d'obtenir un réseau de suivi cohérent, statistiquement le plus robuste possible et réalisable, **un certain nombre de critères ont été définis pour le choix des quadrats à relire ou à mettre en place.**

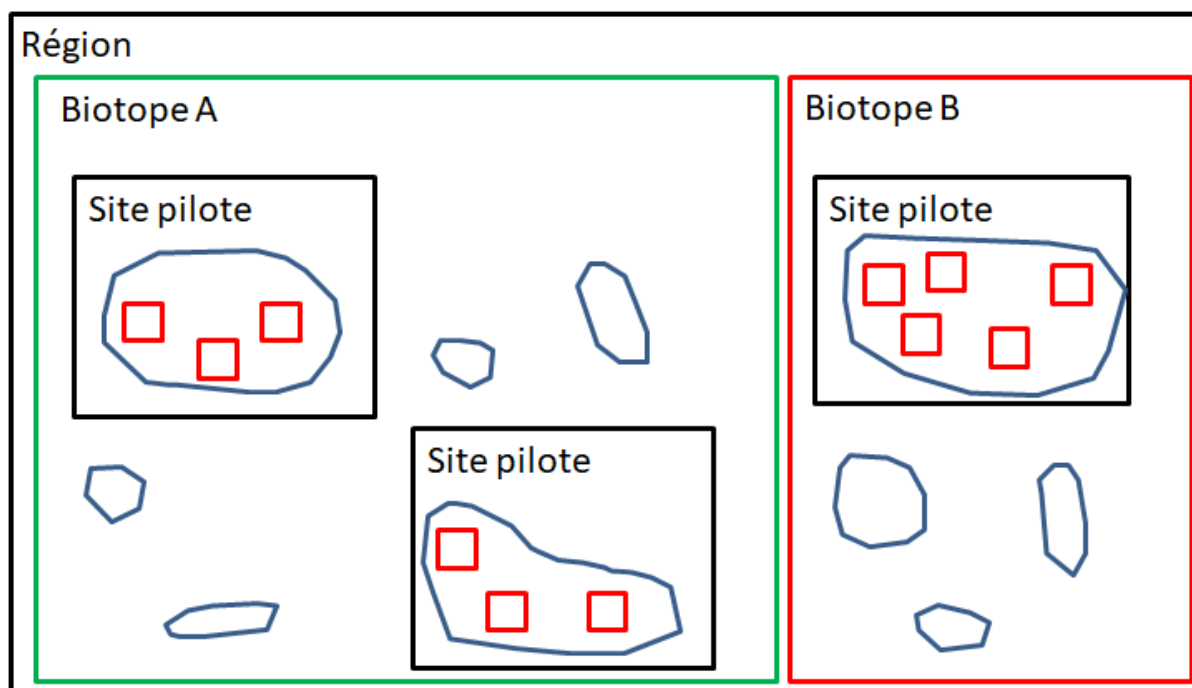
Le premier critère retenu vise à assurer **une bonne représentativité des différents types de pelouses calcicoles présents sur le territoire.** Lors de la phase d'élaboration du plan d'échantillonnage, les résultats des travaux de télédétection n'étaient pas disponibles. Les lacunes de connaissance en termes de typologie des pelouses calcicoles restent également importantes. Toutefois, cette représentativité peut être correctement abordée au travers de la distribution des paramètres abiotiques (sol, pédologie, climat). **Ainsi, il a été convenu qu'au moins 5 quadrats doivent être suivis par biotope** (= unité écologique homogène susceptible de comporter un type de pelouse particulier). En l'absence de carte dédiée, les biotopes sont approchés via les cartes des sylvo-écorégions et de la lithologie (Figure 8 et 9).

Le second critère est celui de la bonne **représentativité surfacique des biotopes.** Pour obtenir des résultats objectifs, ceux qui couvrent de grandes surfaces sur le territoire doivent logiquement bénéficier d'un nombre de quadrats supérieur par rapport à un type de pelouse rare.

Le troisième critère retenu est de **minimiser les contraintes de déplacements**, notamment en termes de bilan carbone. De fait, l'approche par **site pilote** a été retenue. Il s'agit d'entités homogènes sur le plan paysager et géologique (grands coteaux, complexe rapproché de petits coteaux à géologie identique). Les sites pilotes sont définis soit par leur grand nombre de quadrats existants soit par la présence de plusieurs coteaux susceptibles de recevoir de nouveaux quadrats. **Un site pilote devra comporter au moins 3 quadrats permanents.**

Le quatrième et dernier critère est **le hasard**. Les quadrats existants au sein d'un site pilote sont sélectionnés de manière aléatoire. En cas de sélection d'un quadrat, initialement noté en pelouse et/ou ourlet mais ayant évolué en fourré, celui-ci n'est pas relu mais son évolution dynamique doit être notée pour une prise en compte dans les analyses. Un quadrat de « remplacement » sera sélectionné parmi d'autres jusqu'à obtenir 3 quadrats de pelouses/ourlets.

Le nombre de quadrats visé en 2019 et 2020 est de 115 (en comptant deux sites pour chacun des CBN PMP et MC), avec un effort de lecture particulièrement important en 2019.



2.3 Etat du réseau de suivi après la campagne de 2019 et 2020

L'essentiel du terrain a été réalisé en 2019. **72 quadrats ont été relus pendant cette année sur l'ensemble du territoire au sein de 35 sites pilotes** (Figure 8, Figure 9 et Tableau 3). De plus, **31 nouveaux quadrats ont été implantés en 2019** (dont 6 sur la communauté de communes de Bordeaux Métropole dans un cadre spécifique, 20 dans le cadre du programme « les Sentinelles du climat » en comptant les 8 implantations dans l'ex-région du Limousin, 5 dans le cadre de Natura 2000).

Les quadrats prévus pour la partie montagne de la Nouvelle-Aquitaine devraient être implantés en 2020 par le CBN Pyrénées-Midi-Pyrénées. Ils le seront finalement en 2021.

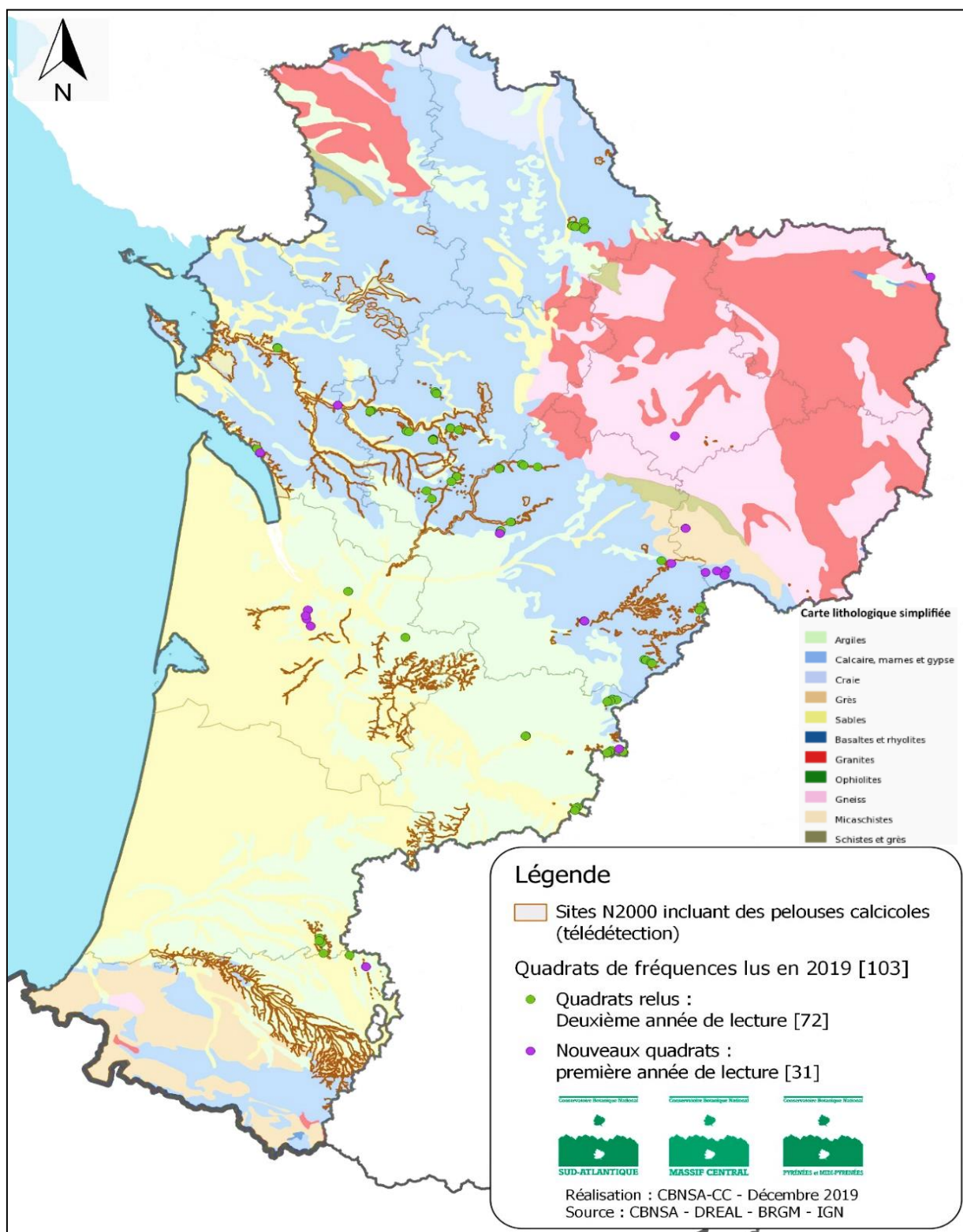


Figure 9 : CARTE DE LOCALISATION DES QUADRATS PERMANENTS LUS EN 2019 (FOND : LITHOLOGIE SIMPLIFIÉE)

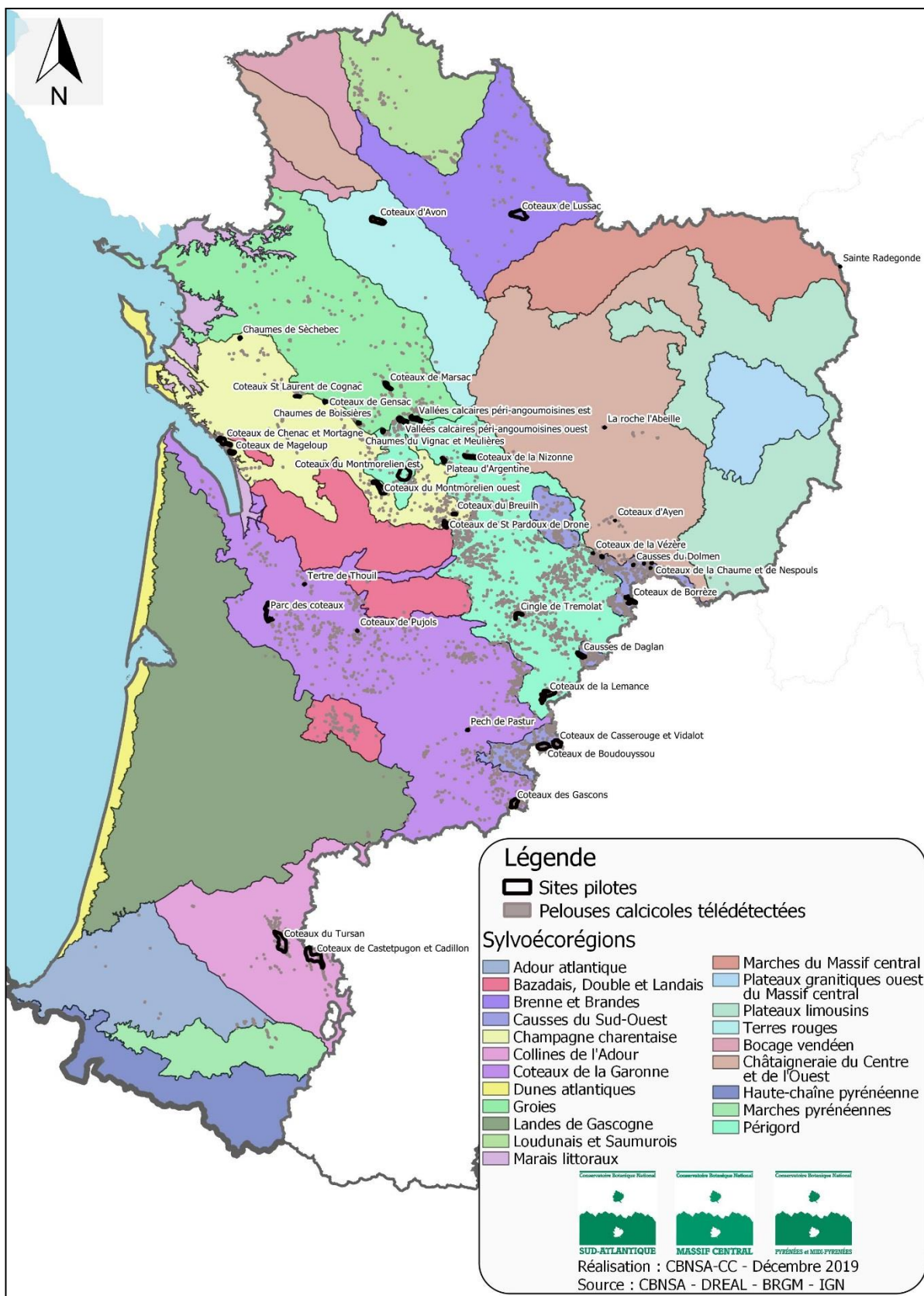


Figure 11 : CARTE DE LOCALISATION DES DIFFERENTS SITES PILOTES (FOND : SYLVOECOREGIONS)

L'année 2019 n'a pas suffi pour lire l'ensemble des quadrats visés. En 2020, un temps supplémentaire a été alloué au suivi de pelouses afin de combler celles qui manquaient (Tableau 3).

Tableau 3 : BILAN DES DISPOSITIFS PAR SITE PILOTE TOUT CADRE/PROGRAMME CONFONDU
(AQ = AQUITAINE, LIM = LIMOUSIN, PC = POITOU-CHARENTES)

Site pilote	Ex-Région	Inclus dans périmètre N2000	Nombre de dispositifs existants		Nombre de quadrat minimum à relire	Nombre de quadrat relus en 2019	Nombre de quadrats manquants	Nombre de relevés paysagers
			Quadrat permanent	Quadrat paysager				
Causses de Daglan	AQ	Oui	4	4	3	4	0	3
Cingle de Tremolat	AQ	Oui	1	1	3	2	1	2
Coteaux de Borreze	AQ	Oui	2	2	3	2	1	0
Coteaux du Boudouysou	AQ	Oui	3	3	3	3	0	3
Coteaux de Casserouge et Vidalot	AQ	Oui	15	1	3	3	0	3
Coteaux de Castetpugon et Cadillon	AQ	Oui	2	2	3	3	0	0
Coteaux de la Lemance	AQ	Oui	4	4	3	4	0	4
Coteaux de la Nizonne	AQ	Oui	3	1	3	3	0	3
Coteaux de la Vézère	AQ	Non	1	1	3	3	0	0
Coteaux de Pujols	AQ	Non	1	1	3	2	1	2
Coteaux de St Pardoux de Drone	AQ	Non	1	1	3	3	0	1
Coteaux des Gascons	AQ	Oui	3	3	3	3	0	0
Coteaux du Breuilh	AQ	Oui	48	1	3	2	1	2
Coteaux du Tursan	AQ	Oui	4	4	4	4	0	3
Parc des coteaux	AQ	Non	1	1	3	8	0	0
Pech de Pastur	AQ	Non	16	1	3	3	0	3
Plateau d'Argentine	AQ	Oui	3	3	3	3	0	3
Tertre de Thouil	AQ	Non	1	1	3	2	1	0
Causses du Dolmen	LIM	Non	0	0	3	1	2	0
Coteaux d'Ayen	LIM	Non	0	0	3	2	1	0
Coteaux de la Chaume et de Nespouls	LIM	En partie	0	0	3	3	0	0
La roche l'Abeille	LIM	Oui	0	0	3	1	2	0
Sainte Radegonde	LIM	Oui	0	0	5	1	4	0
Coteaux d'Avon	PC	Oui	40	0	5	0	5	0
Chaumes de Boissieres	PC	Oui	8	0	3	3	0	0
Coteaux de Chenac et Mortagne	PC	Oui	4	0	3	2	1	2
Coteaux de Gensac	PC	Oui	6	0	3	3	0	0
Coteaux de Lussac	PC	Oui	35	0	5	9	0	0
Coteaux de Mageloup	PC	Oui	3	0	0	0	0	0
Coteaux de Marsac	PC	Oui	6	0	3	3	0	0
Chaumes de Sechebec	PC	Oui	11	0	3	3	0	0
Coteaux du Montmorelien est	PC	Oui	22	0	3	3	0	3
Coteaux du Montmorelien ouest	PC	Oui	4	0	3	3	0	0
Coteaux St Laurent de Cognac	PC	Oui	0	0	3	2	1	0
Chaumes du Vignac et Meulieres	PC	Oui	22	0	3	4	0	0
Vallées calcaires peri-angoumoisines est	PC	Oui	6	0	0	0	0	0
Vallées calcaires peri-angoumoisines ouest	PC	Oui	6	0	3	3	0	0
Total = 37	Totaux		286	35	112	103	21	37

De plus, la proposition de la LPO France, dans le cadre d'un appel à projet lancé par la DREAL Nouvelle Aquitaine, de relire intégralement et de renforcer le dispositif de suivi du site des Chaumes de Sèchebec a été retenue. Ainsi, la LPO France a effectué en 2020 sur ce site la relecture de 9 quadrats (portant à 11 le nombre de quadrats relus sur ce site sur la période 2019-2020) et implanté 9 nouveaux quadrats.

Concernant la représentativité du réseau Natura 2000, la Nouvelle-Aquitaine comporte **57 sites Natura 2000 abritant des pelouses calcicoles**. Parmi ces 57 sites, **25 d'entre eux font désormais l'objet d'un suivi d'état de conservation des pelouses** (3 pour l'ex Limousin, 11 pour l'ex Poitou-Charentes et 11 pour l'ex Aquitaine) (Figure 9 et Tableau 3).

3. Analyses et résultats du suivi

L'objectif ici est d'être en capacité d'observer des changements significatifs dans le tapis végétal, changements qui témoigneraient d'une modification de l'état de conservation des habitats ciblés au cours du temps. Les quadrats permanents permettent d'aller au-delà du suivi temporel d'une simple liste de taxons. Ils permettent des analyses multivariées fines basées sur l'évolution de la fréquence de chaque taxon. Des regroupements sont également possibles pour suivre un groupe de taxons indicateurs.

Les analyses sont conduites en 4 étapes successives :

1. Sélection des variables actives
2. Sélection des variables illustratives
3. Exploration du jeu de données (AFC, ACP, typologie des quadrats)
4. Analyses diachroniques (tests statistiques de comparaison)

Les relevés, la constitution de la base de données ainsi que les analyses ont été réalisés en synergie avec le programme les Sentinelles du Climat. Seules les données collectées en 2019 ont été analysées. Les données collectées en complément en 2020 le seront lors de la prochaine lecture, dans 6 ans. Un certain nombre d'éléments dans ce qui suit sont donc mutualisés avec ce programme et sont consultables dans le rapport spécifique selon la référence suivante : David & Romeyer in Mallard, 2019, Tome VIII, Chapitre 1 - Communautés végétales de plaine et de montagne.

3.1 Sélection des variables actives

L'étape préalable aux analyses consiste à sélectionner les données nécessaires à celles-ci. Les données en entrée sont les quadrats permanents et les taxons qui les composent. **Les analyses ne seront conduites que sur les quadrats ayant été relus au moins une fois. Ils sont au nombre de 72.** Aussi, 9 d'entre eux ont fait l'objet de trois relectures et dans ce cas, seules les lectures les plus espacées dans le temps sont prises en compte pour les analyses. La désignation des dispositifs et leurs codes associés ainsi que les informations sur le nombre et l'année de lecture sont répertoriés dans l'annexe IV.

Les quadrats diffèrent par leur date de lecture et on recherche, à travers les suivis, les variations de la composition floristique et de la fréquence intra-quadrat des taxons qui les composent. Un extrait de la base de données de suivi présentant les métadonnées associées aux dispositifs et les types de données utilisées est fourni, à titre indicatif, en annexe V.

3.2 Sélection des variables illustratives

Les variables illustratives doivent permettre, en premier lieu, d'interpréter les axes de l'analyse multivariée. Le choix aurait pu être de procéder à l'interprétation en se basant uniquement sur les taxons. Mais chacun d'entre eux présente une écologie, une chorologie et un type biologique particulier pouvant mieux servir à cette interprétation. Les abréviations utilisées par la suite, les valeurs et les significations des variables sont présentées en annexes (Annexe VI, VII, VIII).

Ainsi, chacun des 315 taxons inventoriés dans les 72 quadrats relus, s'est vu attribuer **une valeur pour chaque indice écologique** de Baseflor (Julve P., 2018). Ils sont au nombre de 9 : **luminosité, température, continentalité, humidité atmosphérique, humidité édaphique, matière organique, acidité, texture du sol et nutriment du sol (trophie)** (Annexe VI). Ensuite, la valeur utilisée dans les analyses est la **moyenne des valeurs de l'indice écologique de chaque taxon pondérée par leur fréquence par quadrat et par année de lecture.**

Toujours selon la même démarche et selon les données extraites de Baseflor (Julve P., 2018), **un type biologique** a été associé à chaque taxon. Les types biologiques étant trop détaillés pour les analyses, une agrégation de certains a été réalisée (Annexe VII). Les types biologiques retenus sont les suivant : **Arbre, Arbuste, Chaméphyte, Géophyte, Hémicryptophyte-Thérophyte, Hémicryptophyte cespiteux, Hémicryptophyte stolonifère, autres Hémicryptophytes et Thérophyte**. Les résultats obtenus correspondent alors à un **nombre de taxons de chaque type biologique par quadrat et par année de lecture**.

Enfin, de la même manière que pour les indices écologiques et les types biologiques, **une chorologie** a été associée à chacun des 315 taxons. Les données issues de Baseflor (Julve P., 2018) constituent la base de ce travail d'attribution, avec toutefois une agrégation de certaines catégories (Annexe VIII), ce qui donne les 7 types chorologiques suivants : **Atlantique, Large chorologie, Eurasiatique, Européen, Exotique, Méditerranéen-Atlantique et Méditerranéen**. Les résultats obtenus correspondent alors à un **nombre de taxons de chaque chorologie par quadrat et par année de lecture**.

En définitive, les variables illustratives retenues à ce stade sont :

- La moyenne de chaque indice écologique par quadrat et par année de lecture
- Le nombre de taxons de chaque type biologique par quadrat et par année de lecture
- Le nombre de taxons de chaque chorologie par quadrat et par année de lecture

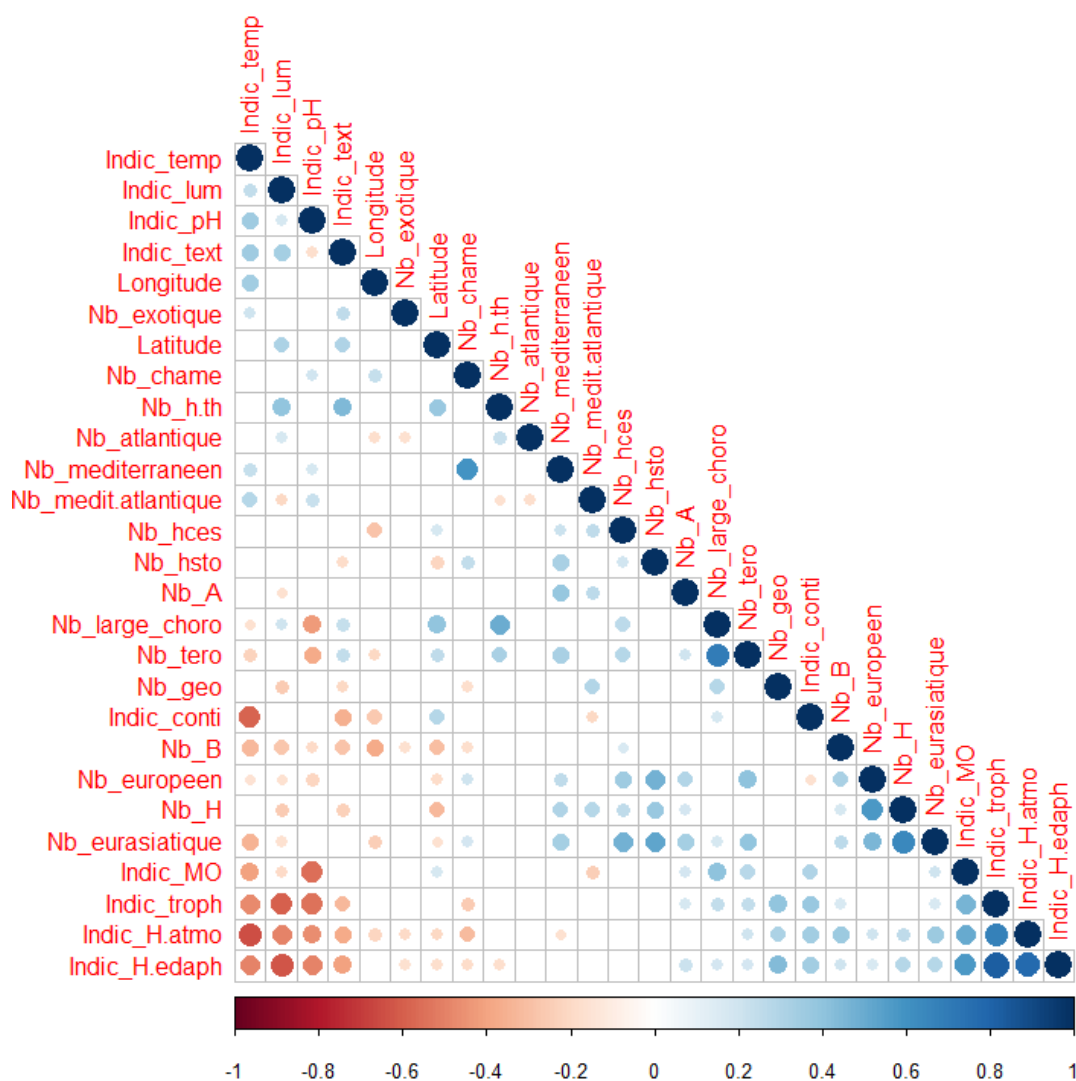


Figure 12 : MATRICE DE CORRELATION POUR LES 27 VARIABLES ECOLOGIQUES, CHOROLOGIQUES ET BIOLOGIQUES ISSUES DE BASEFLOR ET LES COORDONNEES DES DISPOSITIFS

Celles-ci serviront, dans un premier temps, à l'interprétation des axes et serviront plus tard de base de comparaison des quadrats et années de lecture pour observer d'éventuels changements globaux sur le plan écologique, chorologie et en termes de type biologique et d'en conclure sur l'évaluation de leur état de conservation. Des tests de corrélation entre variables sont réalisés afin d'identifier les relations existantes entre elles et ainsi faciliter l'interprétation des axes des analyses multivariées (Figure 10 et 11). Les plus fortes relations sont mises en évidence entre certains indices écologiques (taille élevée du texte = forte corrélation) par la matrice de corrélation présentée ci-après (Figure 11).

Celle-ci montre **une baisse de la richesse du sol avec la baisse de la présence d'eau** :

- Corrélation positive et forte entre l'indice d'humidité édaphique et l'indice trophique ;
- Corrélation positive entre l'humidité édaphique et l'indice de matière organique ;
- Corrélation positive entre l'humidité atmosphérique et l'indice trophique ;
- Corrélation positive entre l'humidité atmosphérique et l'humidité édaphique.

Elle montre aussi **une baisse d'humidité atmosphérique et édaphique et de trophie avec une augmentation de la quantité de lumière ou de température** :

- Corrélation négative entre l'indice d'humidité atmosphérique et l'indice de température ;
- Corrélation négative entre l'indice d'humidité édaphique et l'indice de lumière ;
- Corrélation négative entre l'indice de luminosité et l'indice de trophie.

Les autres relations entre variables sont faibles, excepté pour les liens suivants :

- Le nombre de chaméphytes est logiquement corrélé positivement avec le nombre de taxons méditerranéens ;
- L'indice de continentalité est corrélé positivement avec l'indice de température ;
- Le nombre de taxons eurasiatiques ou européens est corrélé négativement avec le nombre de taxons hémicryptophytes ;
- Le nombre de thérophytes est corrélée négativement avec le nombre de taxons à large chorologie (artefact ? Sans explication logique).

Les relations entre les variables sont désormais mieux connues. Les tests de corrélation entre

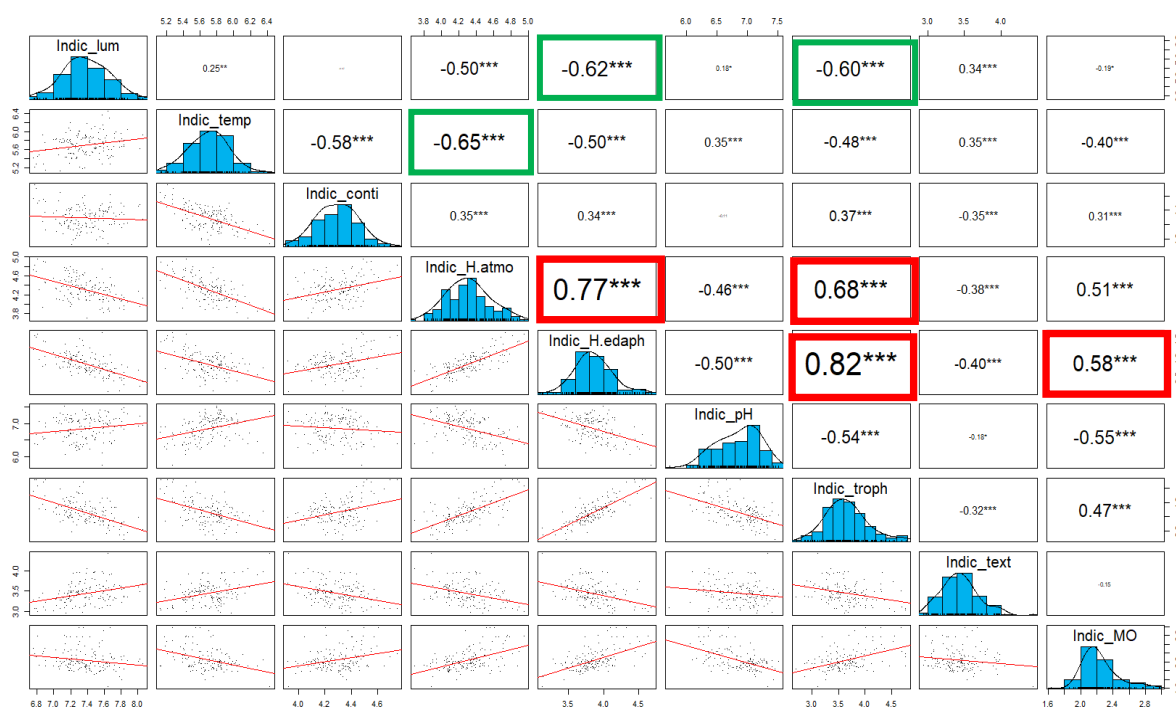


Figure 13 : MATRICE DE CORRELATION POUR LES 9 INDICES ECOLOGIQUES DE BASEFLOR

ces différentes variables devraient permettre aussi de réduire le nombre de variables à utiliser mais le choix a été pris de garder l'ensemble des variables.

3.3 Exploration du jeu de données

L'objectif est désormais de décrire et comprendre le jeu de données. Des analyses sont menées par Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) ainsi que par une Analyse en Composante Principale (ACP) pour l'interprétation des axes de l'AFC. **L'AFC est plus adéquate pour estimer la similarité floristique du fait qu'elle accorde moins d'importance aux absences conjointes de taxons** (similarité basée sur les taxons communs entre les relevés et non sur les absences communes) que l'ACP (Archaux et al, 2009 ; Dupré et al, 2010 ; Gaudnik et al, 2011 ; Diekmann et al, 2014 ; Boutin et al, 2017). Mais contrairement à l'AFC, l'ACP permet de projeter sur la carte factorielle des variables illustratives (en l'occurrence des indices écologiques, la chorologie et le type biologique des plantes, les coordonnées GPS des dispositifs) plus ou moins contributives et très utiles à l'interprétation des axes de l'AFC. La distribution des quadrats dans le plan factoriel de cette dernière ne semble différer de celle de l'ACP que par un seul changement d'orientation du nuage (rotation de 35°). **En définitive, les quadrats sont projetés sur une carte factorielle obtenue par AFC (Figure 12) dont les axes sont interprétés au travers d'une ACP (Figure 13).**

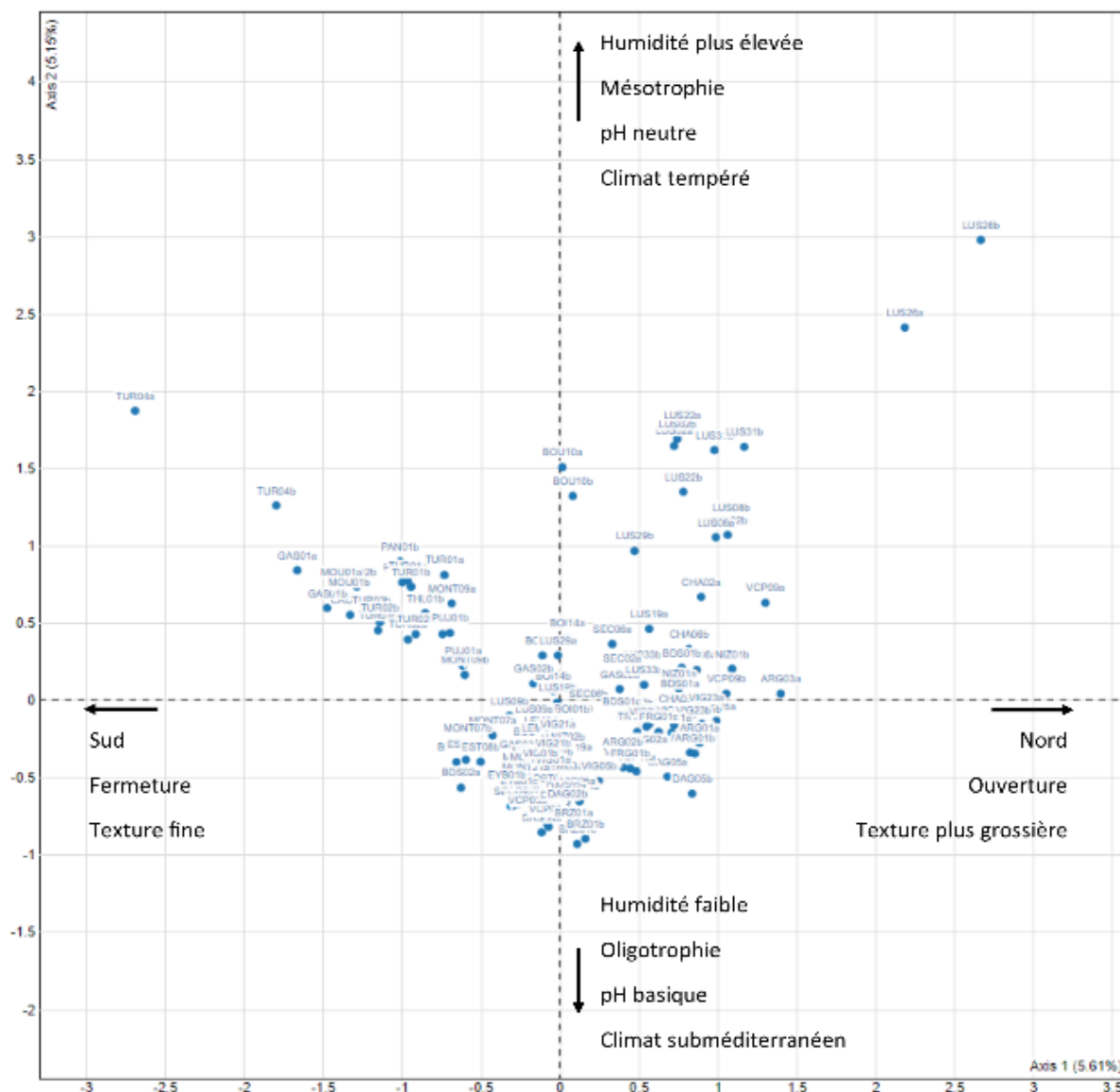


Figure 14 : ORDINATION DES DISPOSITIFS PAR AFC SUR LES 2 PREMIERES DIMENSIONS

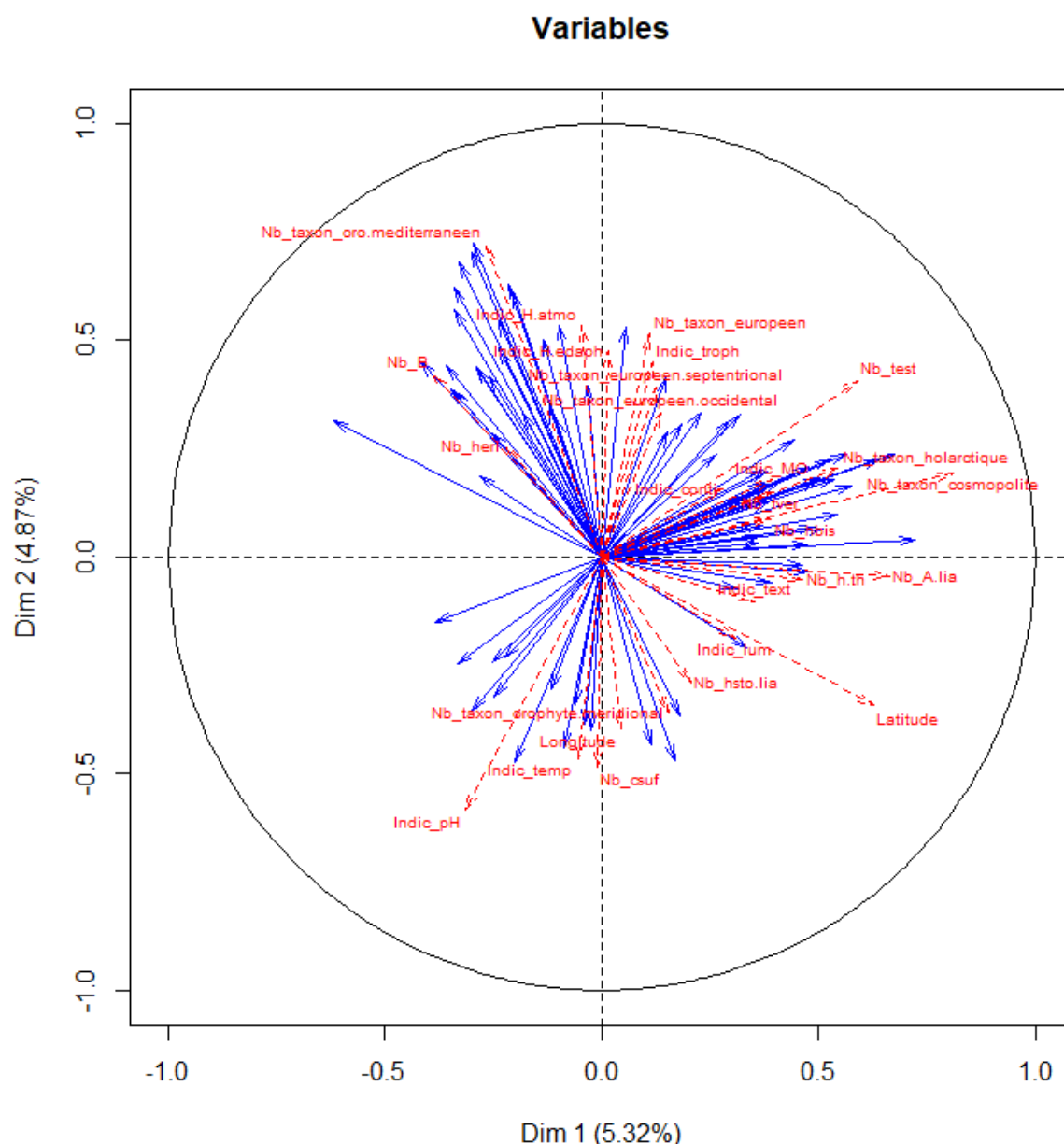


Figure 15 : CONTRIBUTION DES VARIABLES PAR ACP SUR LES 2 PREMIERES DIMENSIONS, AVEC DISTINCTION DES VARIABLES ILLUSTRATIVES (INDICES, TRAITS DE VIE, COORDONNEES GPS - FLECHES ROUGES) ET ACTIVES (TAXONS - FLECHES BLEUES)

Sur l'AFC (Figure 11), le pourcentage de variance (ou inertie) expliquée par les variables floristiques est, comme c'est souvent le cas en écologie végétale, relativement faible (10,8% sur les 2 premières dimensions). Cela est sans doute lié à l'hétérogénéité des cortèges floristiques induite par la grande taille du territoire d'étude (Nouvelle-Aquitaine), à la diversité des végétations échantillonnées (*Xerobromion erecti*, *Mesobromion erecti* et *Trachynion distachyae*) ainsi qu'aux divers états de conservation observés.

Il apparaît que l'axe 1 est lié à deux gradients écologiques principaux : d'une part la latitude car les quadrats du Sud de la Nouvelle-Aquitaine sont en grande majorité situés dans la partie gauche de la carte vectorielle et les quadrats du Nord de la Nouvelle-Aquitaine dans la partie droite. Et d'autre part, mais dans une moindre mesure, l'ouverture du milieu car les quadrats à gauche sont plus riches en taxons arbustifs et d'ourlet (*Brachypodium rupestre*, *Rubia peregrina*, *Carex flacca*) que les quadrats à droite (Figure 14 et 15). De plus, ces derniers sont plus riches en taxons annuels que ceux de gauche (Figure 14). Enfin, la texture du substrat intervient également dans la distribution horizontale des quadrats mais de manière moins évidente que les deux premiers gradients.

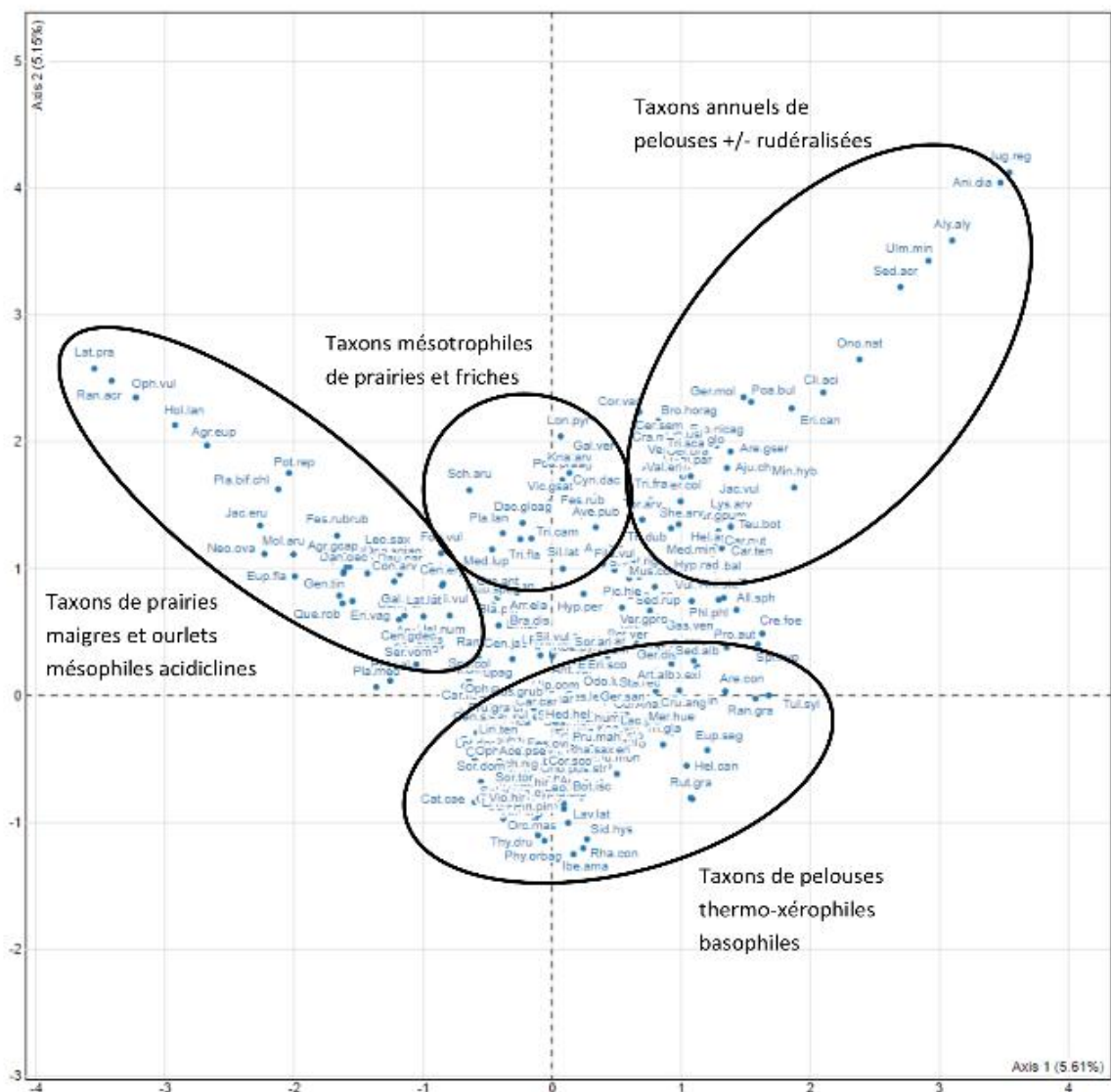


Figure 16 : ORDINATION DES TAXONS PAR AFC SUR LES 2 PREMIERES DIMENSIONS

Quant à l'axe 2, il traduit d'abord un gradient climatique tempéré/subméditerranéen car les quadrats situés dans la partie basse du plan factoriel sont plus riches en taxons subméditerranéens et en chaméphytes, en taxons avec des indices de température élevés et en taxons avec des indices d'humidité atmosphérique plus faibles que ceux situés dans le plan supérieur. On dénote ensuite un gradient édaphique avec une liaison aux indices d'humidité édaphique, de pH et de trophie.

En somme, il est possible de distinguer plus ou moins nettement un pôle xérophile, basophile, thermophile et oligotrophile dans le plan inférieur et un pôle plus mésophile, neutrophile, mésotherme et mésotrophile dans le plan supérieur.

Enfin la dimension 3 (non représentée ici, cf. Annexe IX et X) est plus difficilement interprétable. Elle apparaît plutôt associée à la trophie, et dans une moindre mesure à la luminosité et à la texture du sol, opposant les types biologiques géophytes/hémicryptophytes cespiteux en positif contre les hémicryptophytes stolonifères en négatif. Cela traduit un pôle négatif plutôt caractérisé par une trophie faible et des textures grossières (dalles, éboulis, graviers) avec des taxons typiques de ces conditions (*Sedum ochroleucum*, *Potentilla verna*) et un pôle positif caractérisé par une trophie plus importante et des textures plus fines (limons, argiles) avec des taxons de sol plus épais (*Serapias vomeracea*, *Molinia arundinacea*).

Pour réaliser cette étape, une classification automatique (CAH) est effectuée (Figure 16). Elle a été couplée à une analyse sous le logiciel Juice (Tichy, 2002) par la méthode Twinspan (Hill, 1979) pour observer les nuances dans les résultats de classification des deux approches. Les traitements sont appliqués uniquement sur la première lecture de chaque quadrat.

Figure 17 : CONTRIBUTION DES VARIABLES PAR ACP SUR LES 2 PREMIERES DIMENSIONS, AVEC DISTINCTION DES VARIABLES ACTIVES (TAXONS - FLECHES BLEUES) ET ILLUSTRATIVES (INDICES, TRAITS DE VIE, COORDONNEES GPS - FLECHES ROUGES)

contribuent de façon démesurée à l'explication des dimensions et ont tendance, par conséquent, à rapprocher les autres individus et à gêner l'interprétation des résultats (Annexe XI). La classification définitive (Figure 16) met en évidence 3 groupes socio-écologiques différents qui sont ensuite projetés sur la carte factorielle de l'AFC (Figure 17).

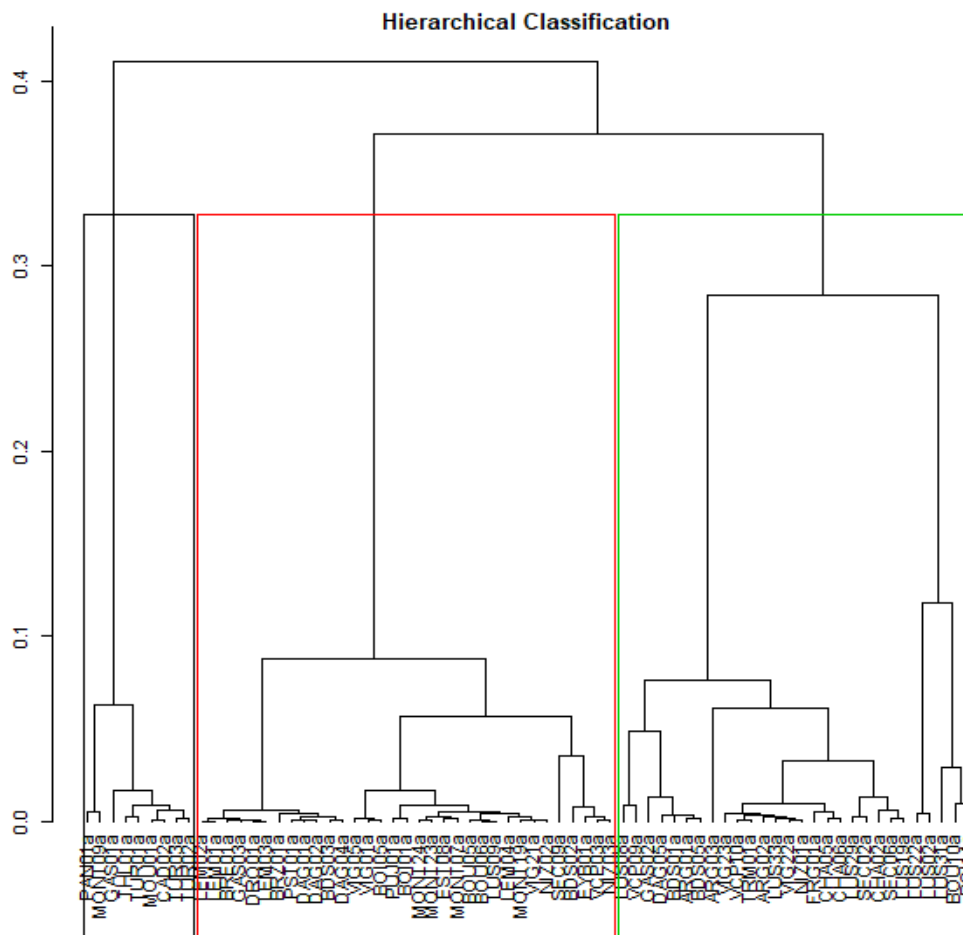


Figure 18 : DENDROGRAMME ISSU DE LA CAH, APRES ORDINATION PAR AFC, AVEC ENCADREMENT DES GROUPES RETENUS (PELOUSES AQUITANIENNES « SUBHUMIDES » EN NOIR, PELOUSES « SUBMEDITERRANEENNES » EN ROUGE ET PELOUSES « PICTO-PERIGOURDINES » EN VERT)

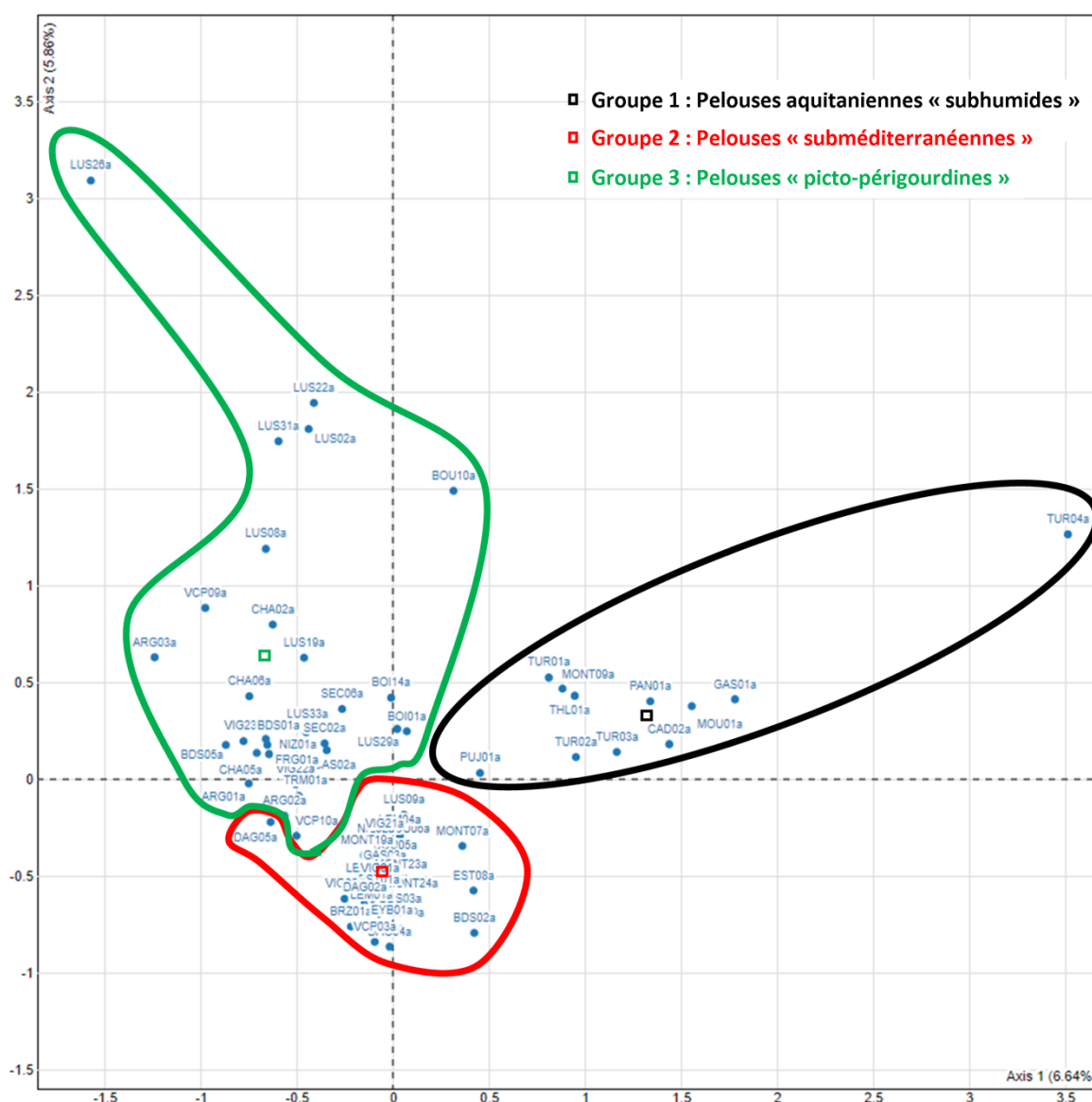


Figure 19 : DELIMITATION DES GROUPES DE QUADRATS SUR LA CARTE FACTORIELLE (DIMENSIONS 1 ET 2)
D'APRES LA TYPOLOGIE EFFECTUEE

Le **premier groupe** se compose de quadrats de la partie sud et ouest de la région allant du Tursan (40) au sud du Lot-et-Garonne et remontant jusqu'en Gironde. Il s'agit de quadrats rattachables à un *Mesobromion erecti* aquitaniens de climat « subhumide » sur substrats décalcifiés, peu xériques, caractérisé par des taxons prairiaux et acidiphiles (*Molinia arundinacea*, *Erica vagans*, *Danthonia decumbens*, *Leucanthemum gr. vulgare*) regroupant probablement plusieurs associations végétales.

Le **second groupe** regroupe des quadrats de la trame thermophile et plutôt xérophile sur calcaires répartis de l'Agenais (47) à l'Estuaire de la Gironde (17) en passant par les causses périgourdins (24) et l'Angoumois (16). Les communautés échantillonnées relèveraient d'un *Xerobromion erecti* d'affinité méditerranéenne caractérisé par des chaméphytes et des taxons thermo-xérophiles (*Carex halleriana*, *Stachys dubia*, *Lavandula latifolia*, *Rhamnus alaternus*, *Rhaponticum coniferum*, *Anthericum liliago*) regroupant probablement plusieurs associations végétales.

Le **troisième groupe** rassemble des quadrats dispersés entre Agen (47) et Lussac (86) à Sèchebec (17), sur substrats divers (sables dolomitiques, calcaires et marnes) et sous climat plus

tempéré ; un lien avec la texture grossière du sol est également dénoté. Il s'agirait ici d'un complexe de végétations plutôt sèches à l'interface entre le *Xerobromion erecti*, des variantes sèches de *Mesobromion erecti* et des communautés annuelles du *Trachynion distachyae*. L'ensemble est caractérisé par des taxons annuels et géophytes (*Cerastium div. sp.*, *Arenaria div. sp.*, *Bombacillaena erecta*, *Prospero automnale*, *Allium sphaerocephalum*) et quelques taxons de prairies et ourlets (*Coronilla varia*, *Linum usitatissimum*, *Salvia pratensis*). Un sous-groupe de quadrats sur sables dolomitiques, aux alentours de Lussac, mériterait d'être individualisé mais ne comporterait que 5-6 quadrats ; cette option envisageable aurait toutefois un poids statistique modéré à cause du faible nombre de réplicats.

Afin de consolider la cohérence écologique et floristique des différents groupes obtenus pour cette classification automatique, une étape de tri manuel est opérée à la marge pour basculer certains quadrats dans un groupe voisin. L'appartenance de chaque dispositif à un des 3 groupes est synthétisée dans l'annexe XII.

Les 3 groupes seront dénommés de la façon suivante par la suite : « **Pelouses aquitaniennes subhumides (PAQUIT)** » pour le premier groupe, « **Pelouses subméditerranéennes (PMED)** » pour le second et « **Pelouses picto-périgourdines (PPICT)** » pour le dernier.

3.4 Analyses diachroniques

L'évolution globale de l'état de conservation des pelouses calcicoles sera appréhendée au travers de l'évolution de différents indicateurs avec une attention particulière accordée aux processus de dérive trophique et de fermeture du milieu :

- **Evolution de la richesse spécifique** : test de comparaison ;
- **Evolution de la fréquence des taxons** : pourcentage de variation ;
- **Evolution générale des quadrats sur les dimensions d'AFC**, pour l'ensemble des quadrats et pour chacun des groupes : test de comparaison ;
- **Evolution des indices écologiques Baseflor** : test de comparaison ;
- **Evolution des types biologiques** : test de comparaison ;
- **Evolution des processus de dérive trophique et de fermeture du milieu** : test de comparaison.

Les mêmes tests de comparaison ont été menés pour la chorologie. Ceux-ci peuvent être intéressants pour analyser l'évolution du nombre de taxons dans les différents spectres chorologiques, notamment dans le cadre du changement climatique (voir rapport spécifique les Sentinelles du Climat ; David & Romeyer, in Mallard 2019). Il est également possible d'appréhender le processus de banalisation des cortèges floristiques. Par ailleurs, les résultats obtenus étant difficilement interprétables et n'ayant que peu d'intérêt pour Natura 2000, ils ont été placés dans l'annexe XVII.

L'ensemble des résultats des comparaisons statistiques entre les 2 lectures est synthétisé en fin de chapitre dans un tableau bilan (Tableau 5).

➤ Evolution de la richesse spécifique

Le premier indicateur d'état de conservation des pelouses calcicoles concerne l'évolution de la richesse spécifique entre les 2 lectures. Dans le jeu de données utilisé, c'est une hausse significative du nombre de taxons recensés qui est observée ($p = 0,01108$) avec en moyenne 2 taxons observés en plus par quadrat lors de la deuxième lecture (Figure 18).

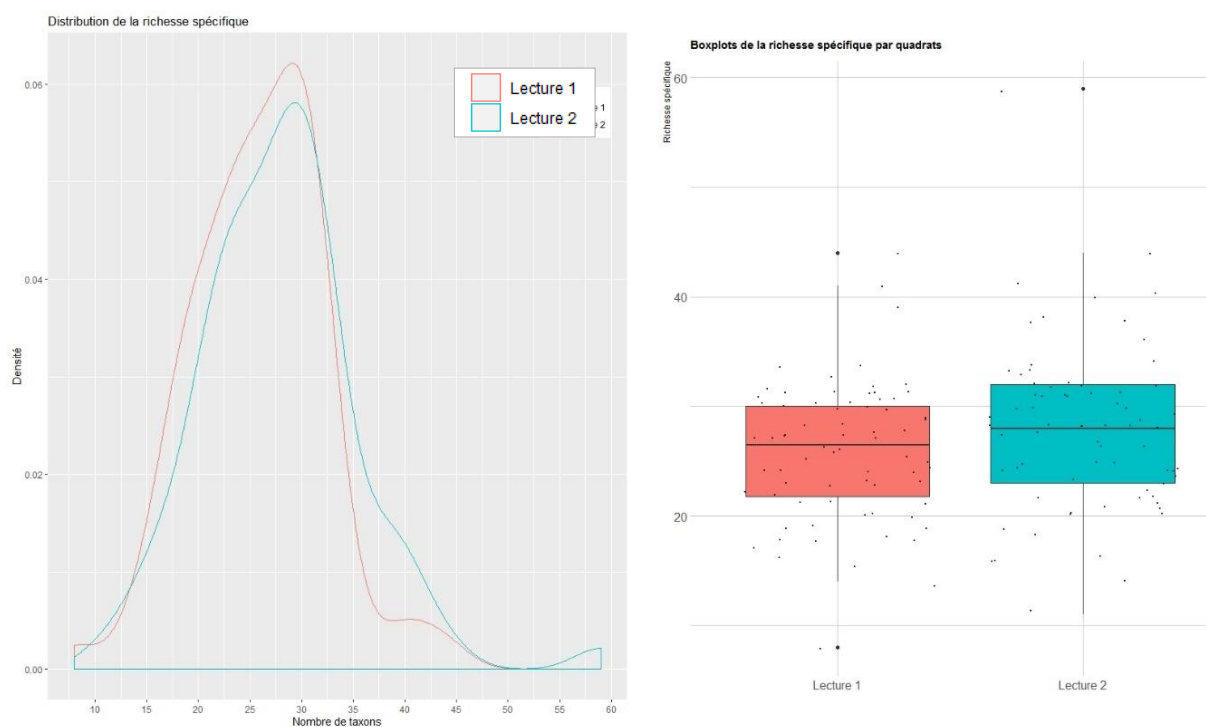


Figure 20 : GRAPHE DE LA DISTRIBUTION (A GAUCHE) ET BOXPLOT DE LA RICHESSE SPECIFIQUE (A DROITE) ENTRE LES 2 ANNEES DE LECTURE

➤ Evolution des occurrences et des fréquences des taxons

Dans cette partie, est étudiée l'évolution de la fréquence de chaque taxon au sein du réseau de suivi et dans les quadrats afin de **détecter des indications de dégradation ou d'amélioration de l'état de conservation** des pelouses au travers de taxons indicateurs. La dynamique de certains taxons, en lien avec la diversité spécifique, permet d'appréhender la banalisation des cortèges floristiques ou encore la fermeture du milieu ou la dérive trophique, s'ils sont indicateurs de ces processus.

Les évolutions des occurrences et des fréquences des taxons intra-quadrat sont synthétisées dans le tableau suivant, pour ceux ayant subi les modifications les plus importantes (Tableau 4). Les résultats pour l'ensemble des taxons sont présentés en annexe XIII.

Seuls les taxons ayant une occurrence moyenne supérieure à 5% et une variation de fréquence au sein du réseau supérieure à 2% sont considérés ici.

Tableau 4 : EVOLUTION DES TAXONS EN TERMES D'OCCURRENCE ET DE FREQUENCE MOYENNE AU SEIN DU RESEAU DE SUIVI ET DANS LES QUADRATS

Taxons	Occurrence des taxons dans le réseau de suivis (%)		Variation de fréquence des taxons (%)	
	L1	L2	Réseau de suivis	Quadrats
En régression				
<i>Festuca auquieri</i>	53	50	-7,38	-11,19
<i>Carex humilis</i>	19	18	-4,57	-20,75
<i>Cerastium gr. pumilum</i>	13	7	-4,46	-29,71
<i>Hippocrepis comosa</i>	61	61	-4,43	-7,25
<i>Prospero autumnale</i>	17	10	-2,92	-4,29
<i>Globularia vulgaris</i>	13	8	-2,86	-16,78
<i>Eryngium campestre</i>	49	49	-2,85	-5,86
<i>Festuca marginata</i>	8	3	-2,49	-7,83
En progression				
<i>Centaurea scabiosa</i>	6	26	11,89	36,17
<i>Festuca lemanii</i>	26	40	11,00	12,21
<i>Globularia bisnagarica</i>	42	46	8,24	14,32
<i>Bromopsis erecta</i>	58	69	6,81	-1,38
<i>Blackstonia perfoliata</i>	17	35	6,15	11,87
<i>Anthyllis vulneraria</i>	14	19	4,54	17,24
<i>Brachypodium rupestre</i>	69	65	4,19	10,08
<i>Rubia peregrina</i>	28	26	3,89	16,46
<i>Medicago minima</i>	11	17	3,86	16,71
<i>Galium gr. pumilum</i>	54	51	3,51	8,37
<i>Fumana procumbens</i>	31	35	3,03	1,14
<i>Carex flacca</i>	53	57	2,85	-0,60
<i>Convolvulus cantabrica</i>	14	18	2,81	-0,87
<i>Carex halleriana</i>	25	25	2,64	10,56
<i>Euphorbia exigua</i>	29	31	2,56	6,01
<i>Linum suffruticosum</i>	24	31	2,47	-1,95
<i>Festuca rubra</i>	8	14	2,46	-8,97
<i>Prunella laciniata</i>	13	17	2,17	3,47
<i>Origanum vulgare</i>	15	18	2,00	6,11

En termes de fréquence moyenne des 256 taxons au sein du réseau de quadrats relus, 121 ont progressé, 20 sont stables et 82 ont régressé. Par ailleurs, 19 nouveaux taxons ont été observés sur la seconde lecture tandis que 14 taxons n'ont pas été revus (Annexe XIII).

Toutefois, les variations de fréquence au sein du réseau de suivi restent globalement faibles (inférieures à 2 %) pour une majorité de taxons. Certains connaissent des modifications plus nettes (Tableau 4). C'est notamment le cas de *Centaurea scabiosa*, *Globularia bisnagarica*, *Bromopsis erecta* ou *Blackstonia perfoliata* qui ont fortement progressé tandis que *Carex humilis*, *Cerastium gr. pumilum* et *Hippocrepis comosa* montrent une régression. Il est intéressant de distinguer les changements d'occurrence en plus des variations de fréquence aux échelles du réseau et des quadrats car elles fournissent des informations complémentaires sur la dynamique des taxons (ex : hausse de fréquence et dispersion du taxon ; dispersion ou hausse de fréquence uniquement ; régression globale du taxon ou baisse de fréquence seulement...). Ainsi, on constate que *Bromopsis*

erecta progresse au sein du réseau (hausse de l'occurrence) alors que sa fréquence moyenne dans les quadrats diminue. Cela suggère une dynamique générale de colonisation de l'espace pour ce taxon mais associée à une légère régression quantitative au sein des quadrats, peut-être en lien avec une fermeture. A l'inverse, certains taxons ont régressé en termes d'occurrence mais ont conforté leur place sur les quadrats où ils sont restés (ex : *Brachypodium rupestre*, *Galium gr. pumilum*).

En définitive, il se dégage **une tendance à la fermeture avec la progression en fréquence de *Brachypodium rupestre* et *Rubia peregrina* ainsi que la régression de *Carex humilis*, *Cerastium gr. pumilum* et *Festuca auquieri*. De plus, la progression de ces mêmes taxons et celle de *Centaurea scabiosa* pourraient signifier une légère hausse du niveau trophique.** Enfin, une tendance au réchauffement et à l'assèchement est illustrée par la progression générale de *Fumana procumbens*, *Globularia bisnagarica*, *Convolvulus cantabrica* et *Linum suffruticosum*. **Ces résultats restent à nuancer avec les différents biais déjà exprimés dans la partie précédente et qui sont développés dans la discussion.**

➤ Evolution floristique globale des quadrats sur les dimensions d'AFC

La figure ci-dessous (Figure 19) permet de visualiser les décalages des quadrats sur les dimensions de l'AFC entre les 2 lectures. On note des migrations parfois assez nettes pour certains dispositifs (TUR04, ARG03, BOU10 ; illustré par des flèches noires) et négligeables pour d'autres (TUR02, LUS08 ; entouré par des ellipses noires). L'intensité et le sens des décalages peuvent être examinés en fonction de l'interprétation des dimensions factorielles pour en tirer des hypothèses sur les modifications de cortèges floristiques.

Ces décalages sont d'abord quantifiés à l'échelle du réseau de dispositifs relus pour identifier des tendances générales d'évolution. Une quantification par groupe de quadrats permet ensuite de distinguer des évolutions propres aux différents types de pelouses suivis. L'ensemble des résultats de comparaison est synthétisé dans le tableau 5.

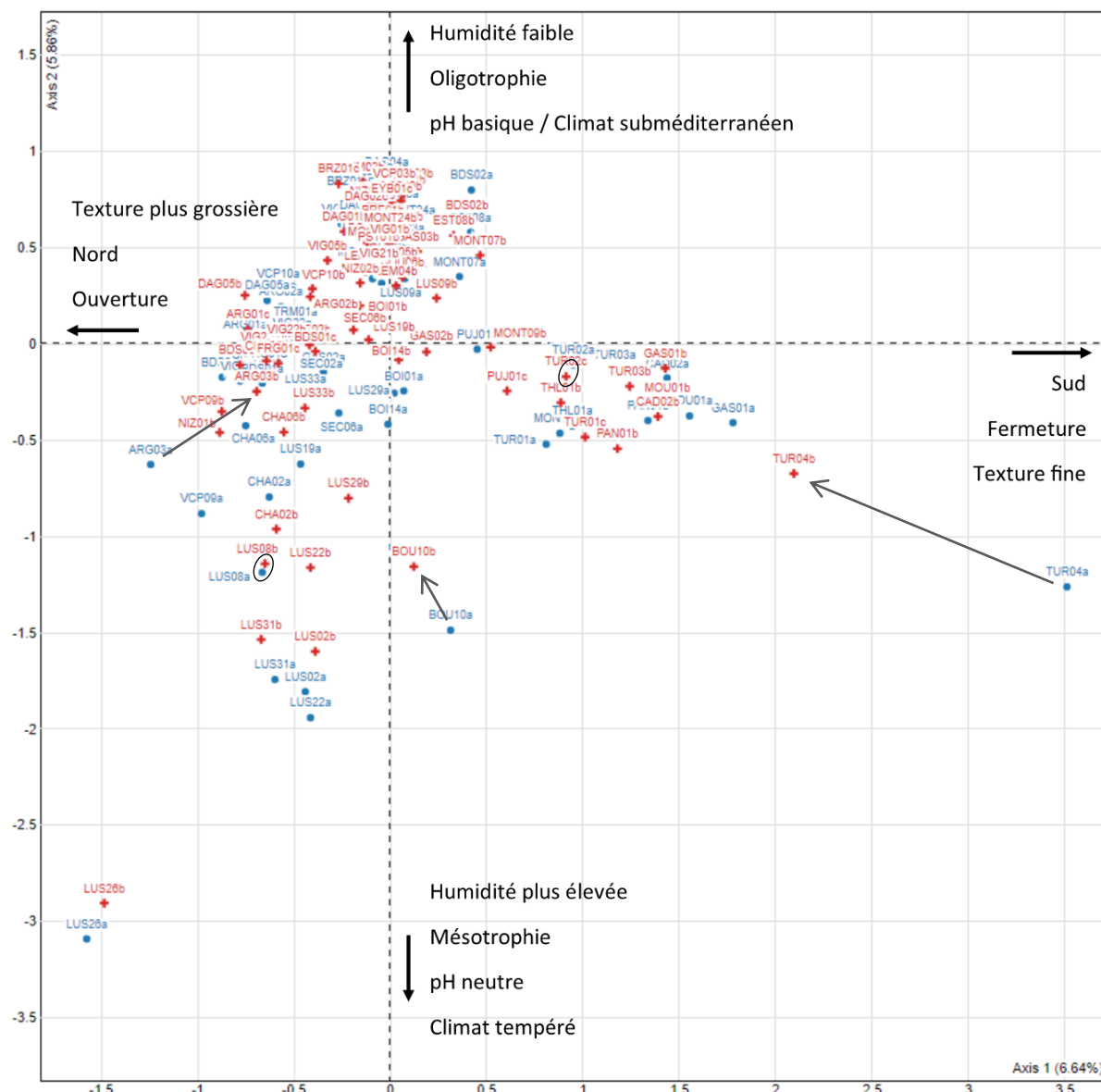


Figure 21 : POSITIONS DES 2 LECTURES DE CHAQUE QUADRAT SUR LA CARTE FACTORIELLE DE L'AFC (DIMENSIONS 1 ET 2)

RONDS BLEUS : PREMIERE LECTURE ; CROIX ROUGES : SECONDE LECTURE

A l'échelle du réseau, la différence moyenne observée sur la première dimension entre les 2 lectures est très faible (-0,001791287) et apparaît logiquement non-significative (p-valeur = 0,2726). Cela semble cohérent avec le fait que cette dimension traduit surtout la répartition latitudinale des quadrats. Elle est également liée en partie au gradient d'ouverture/fermeture ; l'absence de différence indique ici que **les pelouses suivies sont globalement stables en termes de dynamique entre les 2 lectures**.

En revanche, il existe une différence significative entre les 2 lectures pour la position des quadrats sur la dimension 2 (p-valeur = 0,01829), visible à travers le léger décalage de distribution (Figure 20). Ce résultat est intéressant étant donné que cette dimension est plutôt associée aux indices de température et d'humidité. Le sens de la **différence indique par ailleurs une tendance au réchauffement et à une relative sécheresse**. Les interprétations sous-jacentes en terme floristique

peuvent être que des taxons d'affinité méditerranéenne progressent (indice de température plus élevé et indices d'humidité plus faible) et/ou que des taxons plus tempérés et atlantiques régressent.

Enfin, aucune différence significative n'est constatée sur la dimension 3 (p -valeur = 0,242), semblant associée à la texture du sol. Ce résultat apparaît logique car cette variable, et les taxons adaptés à ses modalités, sont relativement stables à court et moyen termes.

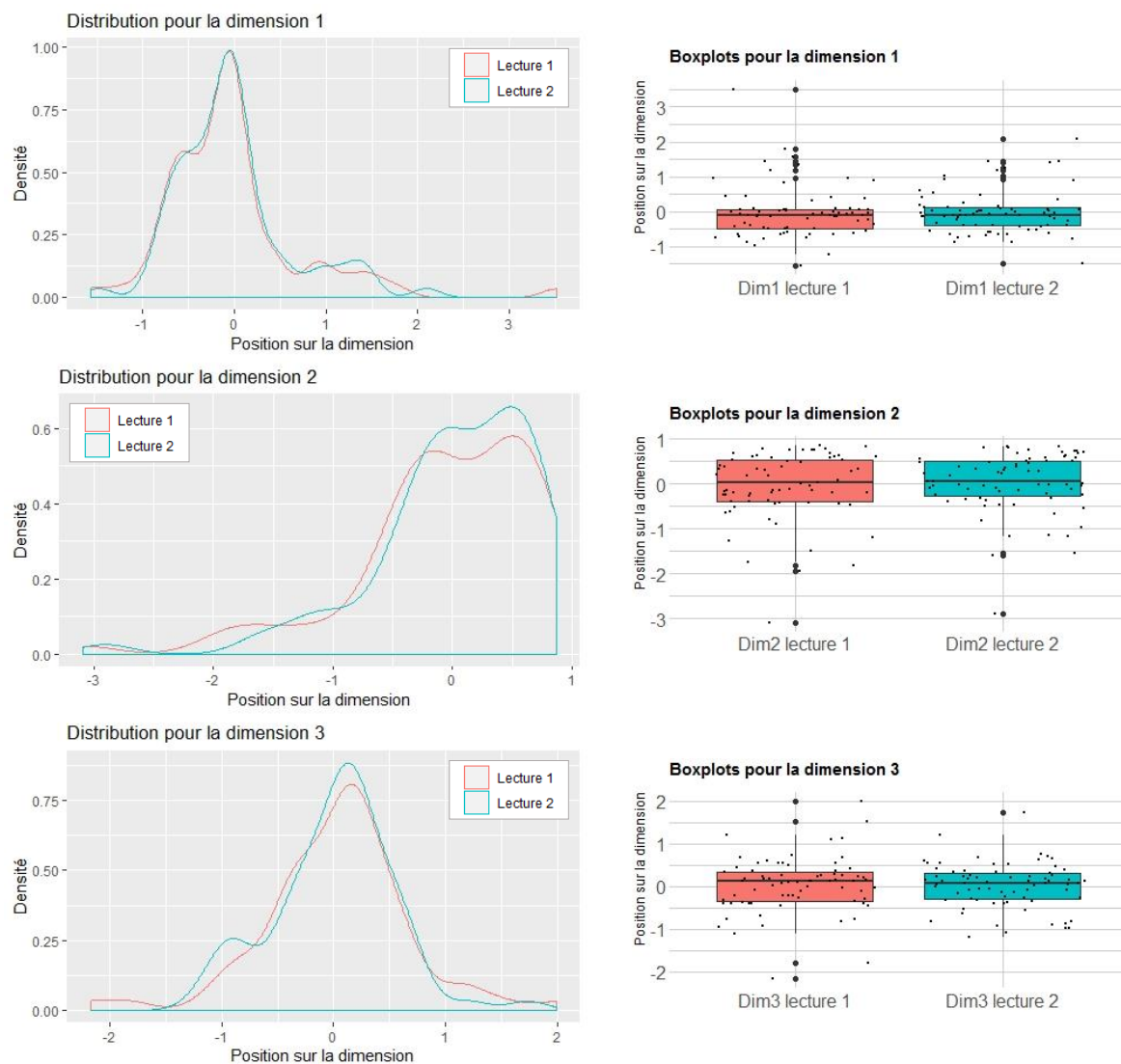


Figure 22 : GRAPHES DE LA DISTRIBUTION (A GAUCHE) ET BOXPLOTS DES QUADRATS (A DROITE) SUR LES 3 PREMIERES DIMENSIONS DE L'AFC

A l'échelle de chaque grand groupe sociologique (cf. paragraphe spécifique, au chapitre VI.3.3), les résultats sont différents. La figure ci-dessous (Figure 21) illustre l'évolution différenciée de chaque groupe sociologique de quadrats. Les groupes « PAQUIT » et « PPICT » montrent une certaine contraction de leur dispersion tandis qu'une légère dilatation apparaît pour le groupe « PMED ». Les comparaisons statistiques réalisées ci-après permettront de mettre en évidence si ces effets visuels sont significatifs ou s'il s'agit d'artefacts liés à des dispositifs particuliers (Tableau 5).

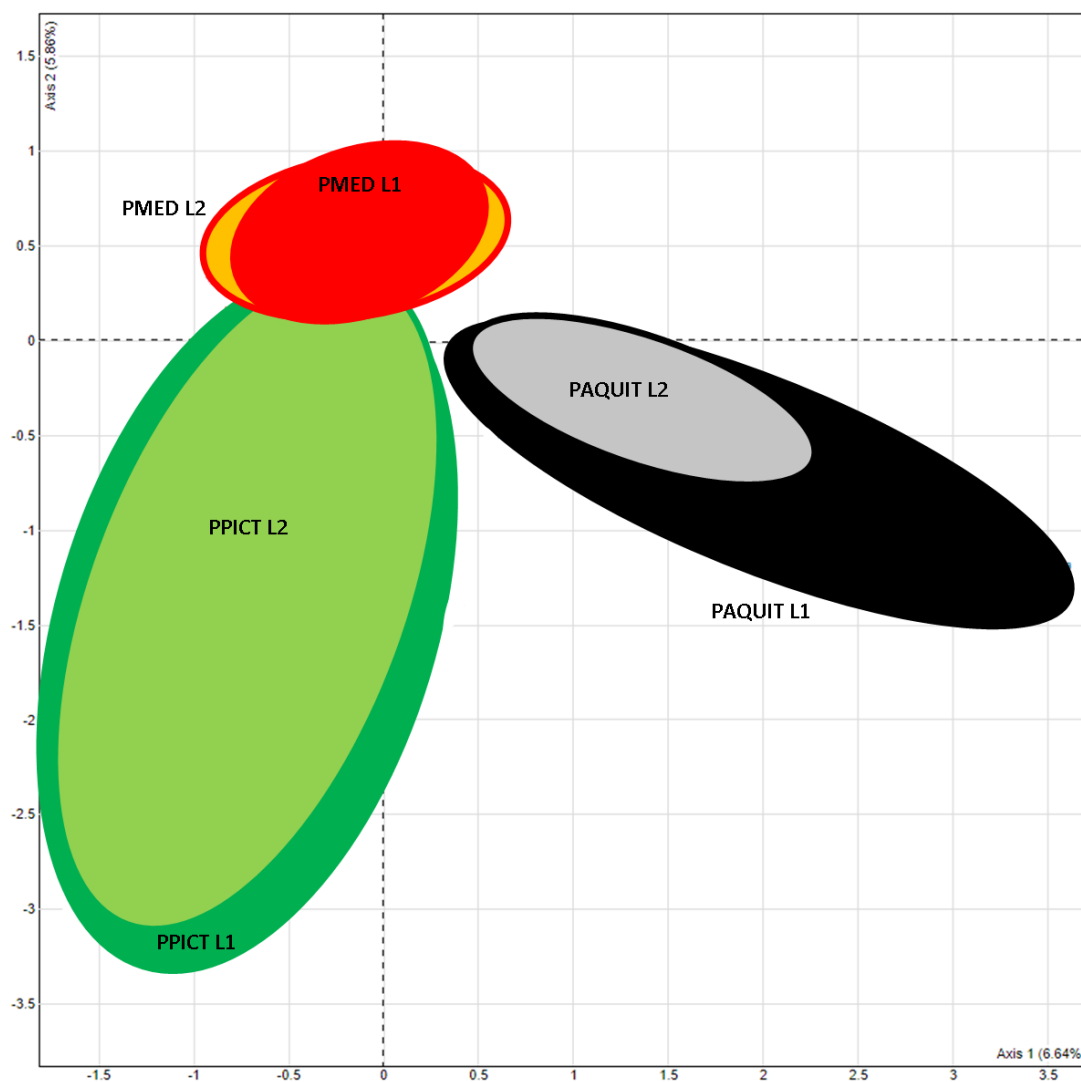


Figure 23 : SCHEMA DE LA DISPERSION DES QUADRATS SUR LA CARTE FACTORIELLE (DIMENSIONS 1 ET 2) ENTRE 2 LECTURES EN FONCTION DES GROUPES DE DISPOSITIFS

Au niveau du premier groupe de quadrats PAQUIT, aucune différence significative n'est constatée sur les 3 premières dimensions d'AFC. Cela peut sembler étonnant au vu de la relative contraction des positions des quadrats sur la carte factorielle (Figure 21) ; mais cela apparaît surtout lié à un individu extrême (TUR04). Le léger décalage entre les distributions des 2 lectures sur la dimension 2 (Figure 22) n'est pas significatif, certainement dû au faible nombre de dispositifs dans ce groupe (11). En somme, **les pelouses aquitaniennes « subhumides » sont d'une apparente stabilité** malgré des décalages plus ou moins nets de distribution sur les dimensions étudiées. Leur évolution pourrait être davantage mise en évidence statistiquement à travers un plus grand nombre de dispositifs sur ce type de pelouses.

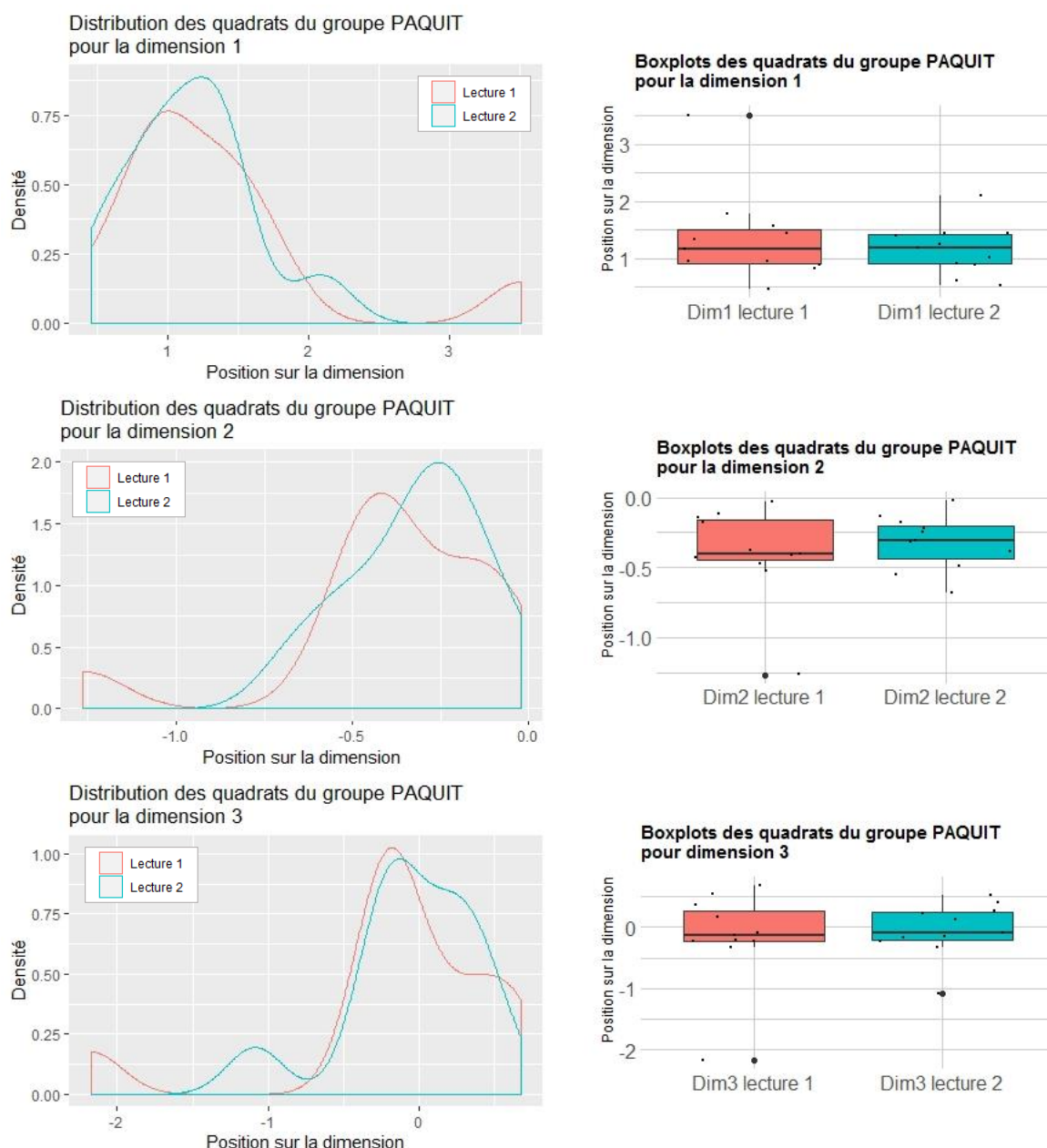


Figure 24 : GRAPHES DE LA DISTRIBUTION (A GAUCHE) ET BOXPLOTS DES QUADRATS (A DROITE) POUR LE GROUPE « PAQUIT » SUR LES 3 PREMIERES DIMENSIONS DE L'AFC

Pour le second groupe de quadrats PMED, là encore aucune différence n'est constatée sur les 3 premières dimensions d'AFC. La légère dilatation des positions des quadrats sur la dimension 1 (Figure 21), ainsi que le décalage de leur distribution (Figure 23), peut sous-entendre un faible embuissonnement. Elle n'est pas significative car sans doute liée à une minorité d'individus. Ces résultats indiquent globalement **une certaine stabilité des cortèges sur le pas de temps étudié pour les pelouses subméditerranéennes**, que ce soit en termes de fermeture, de nombre et de fréquence des taxons d'affinité méditerranéenne et des taxons plus tempérés.

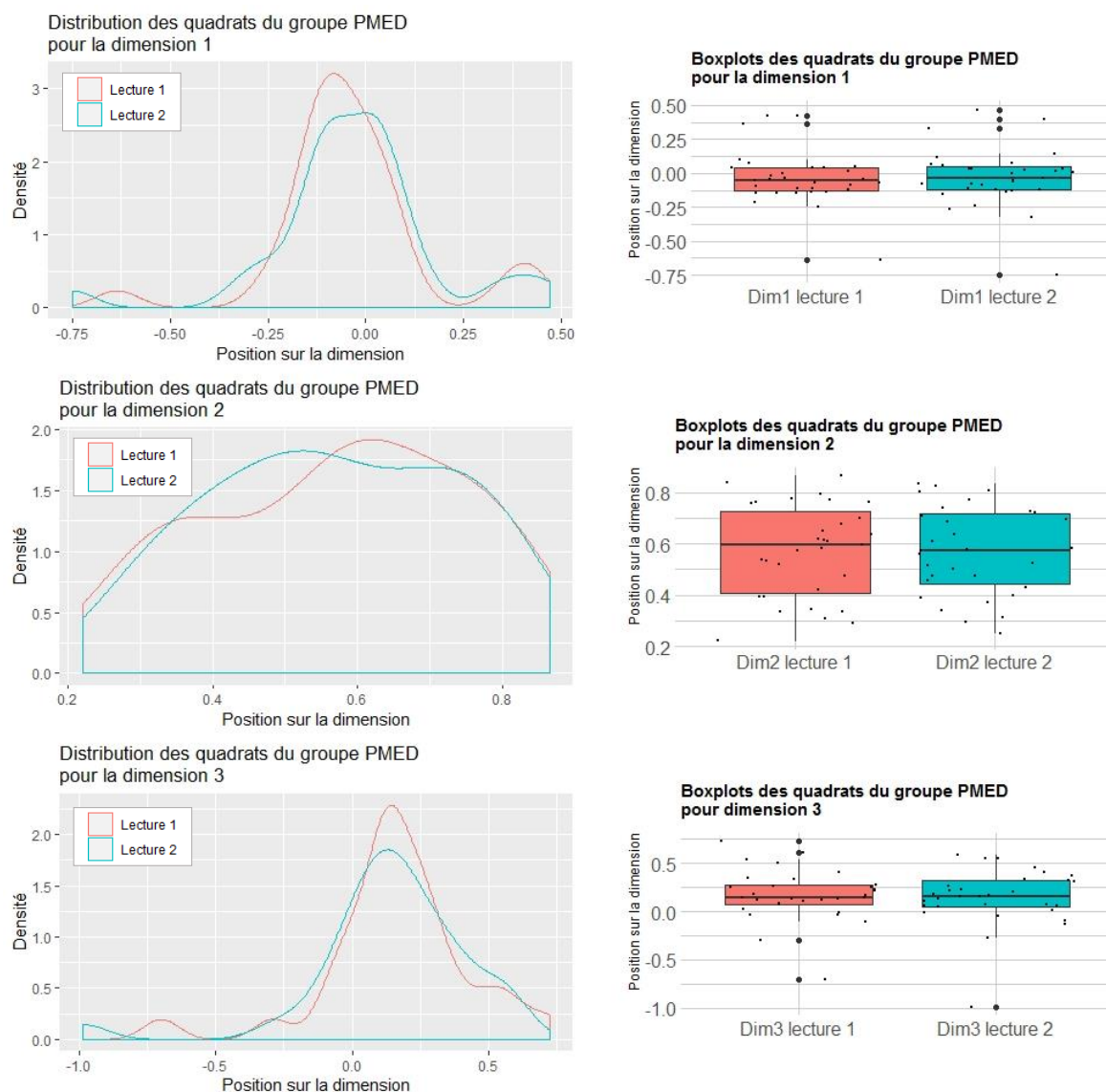


Figure 25 : GRAPHES DE LA DISTRIBUTION (A GAUCHE) ET BOXPLOTS DES QUADRATS (A DROITE) POUR LE GROUPE « PMED » SUR LES 3 PREMIERES DIMENSIONS DE L'AFC

Enfin, le troisième groupe PPICT présente des modifications significatives de cortèges. Tout d'abord sur la dimension 1 (p-valeur = 0,03643), associée notamment au gradient d'ouverture, avec un sens de la différence soulignant **une tendance à la fermeture des pelouses xéroclines picto-périgourdines** (Figure 21). Les interprétations sous-jacentes en terme floristique peuvent être que des taxons d'ourlets et fourrés apparaissent ou augmentent en fréquence et/ou que des taxons annuels régressent. Ensuite, des différences sont constatées sur la dimension 2 (p-valeur = 0,004338), relativement liées aux indices de température et d'humidité. Un léger décalage de distribution (Figure 24) indique, ici, **une tendance au réchauffement et à un assèchement du sol des pelouses xéroclines picto-périgourdines**. En terme de cortèges, cela peut signifier que des taxons d'affinité méditerranéenne progressent (indice de température plus élevé et indices d'humidité plus faibles) et/ou que des taxons plus tempérés/atlantiques régressent. Aucune différence ni même de tendance ne sont visibles pour la dimension 3.

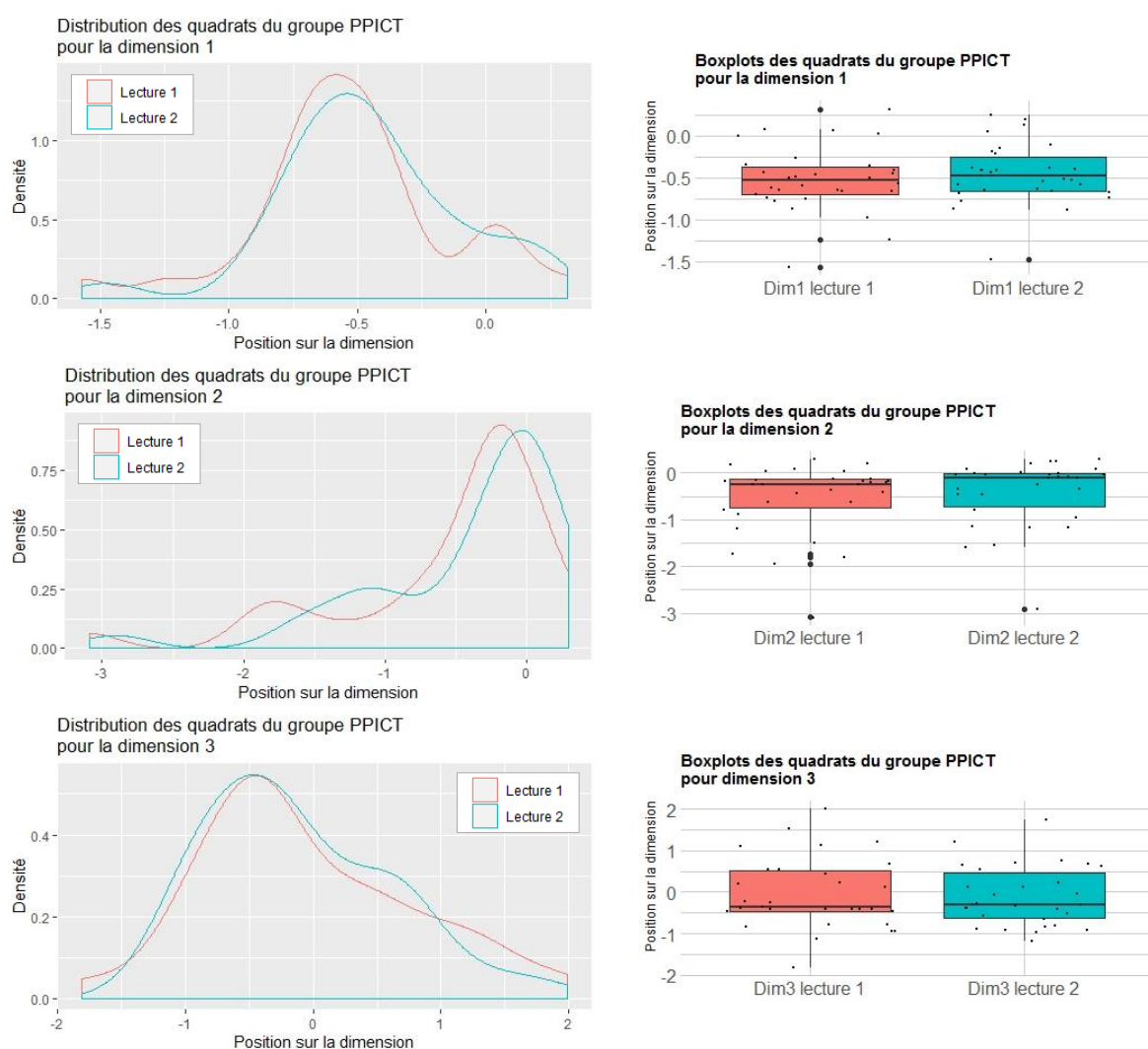
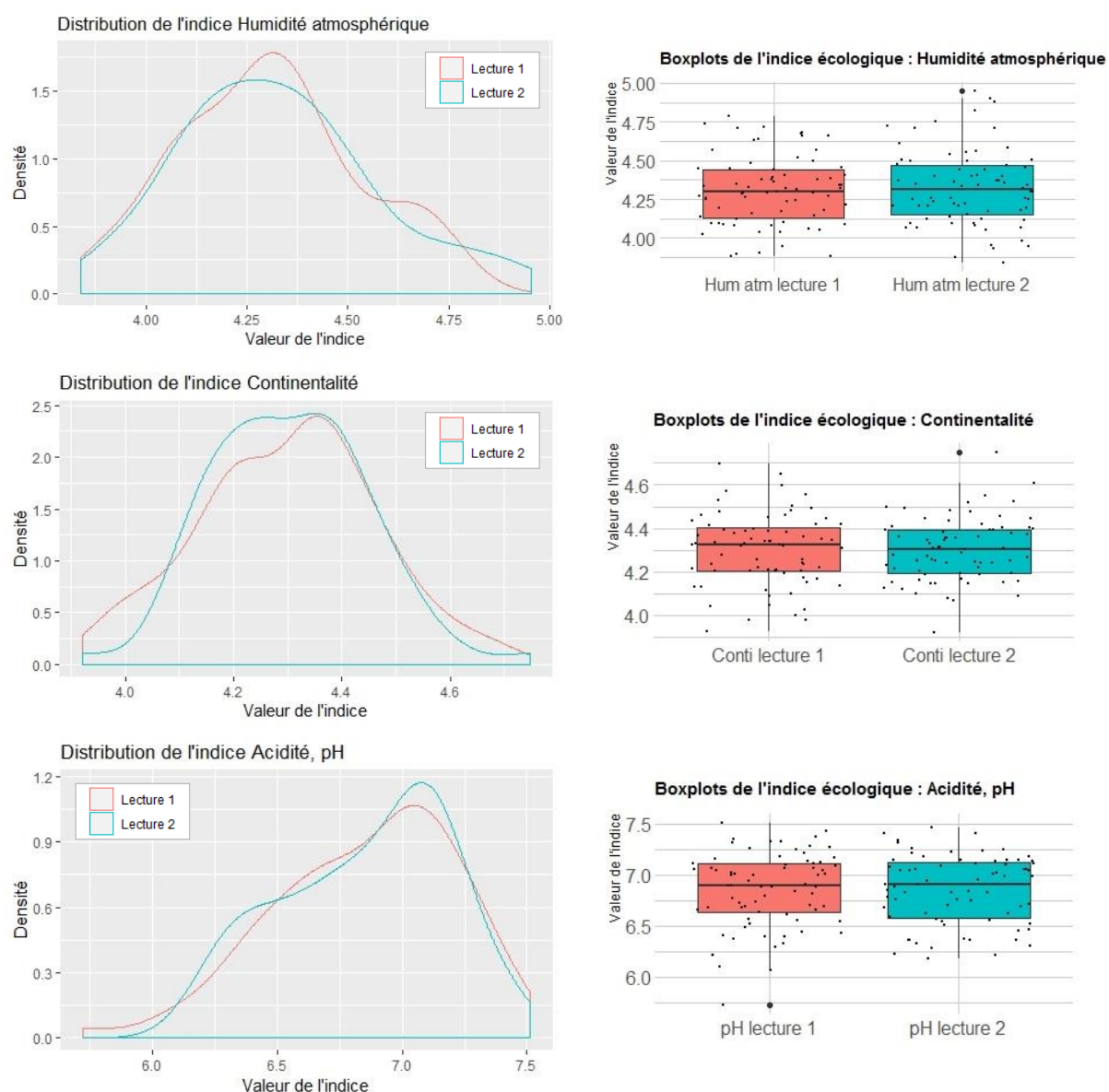


Figure 26 : GRAPHES DE LA DISTRIBUTION (A GAUCHE) ET BOXPLOTS DES QUADRATS (A DROITE) POUR LE GROUPE « PPICT » SUR LES 3 PREMIERES DIMENSIONS DE L'AFC

➤ Evolution des indices écologiques Baseflor

Dans cette partie, sont étudiées les variations des 9 moyennes d'indice écologique obtenues par quadrat et par année de lecture : Luminosité, Température, Continentalité, Humidité atmosphérique, Humidité édaphique, Matière organique, Acidité, Texture du sol et Nutriments du sol (trophie). Les valeurs possibles et leurs significations sont présentées en annexe VI.

Parmi les indices écologiques calculés, 3 ne montrent aucune différence entre les 2 lectures (Tableau 5). Il s'agit de l'humidité atmosphérique, de la continentalité et de l'acidité (Figure 25). Ces résultats sont en accord avec le fait que ces indices semblent les plus stables à court et moyen termes, leur changement résultant de processus longs (pédogénèse, déplacement de courants atmosphériques...).



Les indices de température et de matière organique semblent montrer une tendance, mais non significative ($0,05 < p\text{-valeur} < 0,1$) (Tableau 5). Le sens de l'évolution tend vers des températures globalement plus faibles, mais avec des disparités entre quadrats (distribution pseudo-bimodale) et

vers une quantité de matière organique plus importante (Figure 26). On pourrait déceler ici des marqueurs d'un début de fermeture, mais étant donné le pas de temps étudié et les résultats non significatifs, il est impossible de conclure fermement sur ce phénomène.

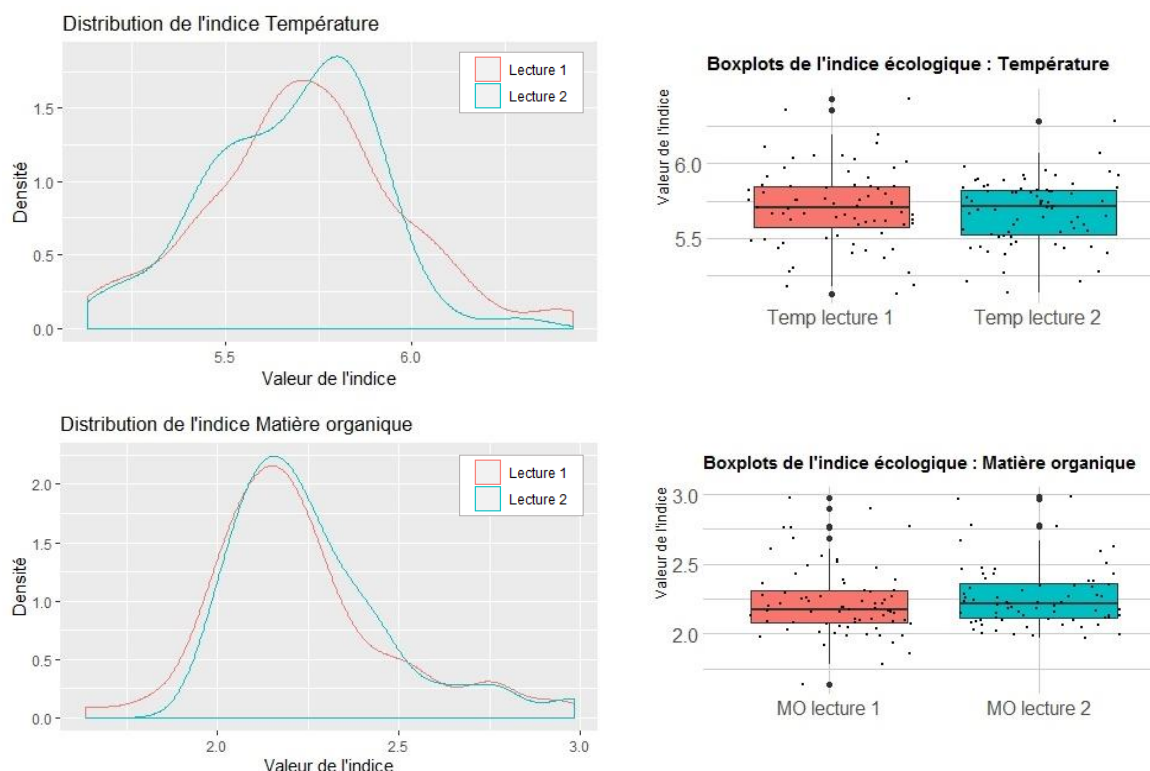


Figure 28 : GRAPHES DE LA DISTRIBUTION (A GAUCHE) ET BOXPLOTS DES QUADRATS (A DROITE) POUR LES INDICES DE TEMPERATURE ET DE MATIERE ORGANIQUE

Enfin, 4 indices attestent d'une différence nettement significative ($p < 0,01$) avec des décalages de distribution apparents (Figure 27).

Tout d'abord, l'indice de luminosité est en baisse sur le réseau de suivi de pelouses. Cela peut indiquer potentiellement une légère fermeture des pelouses. Cela peut être associé à une régression de taxons héliophiles (correspondant à une valeur de l'indice lumière élevée) et/ou une progression de taxons d'ourlets et de fourrés (correspondant à une valeur de l'indice plus faible). Il est également possible d'interpréter ce résultat par l'approche type biologique (abordée par la suite) avec, par exemple, la régression de taxons thérophytiques et/ou l'augmentation de taxons arbustifs.

Ensuite, l'indice d'humidité édaphique affiche une légère augmentation entre les deux lectures. Ce résultat suggère une progression des taxons plutôt mésophiles de pelouses ou ubiquistes (*Prunella laciniata*, *Brachypodium rupestre*, *Carex flacca*...), au détriment des taxons plus xérophiles (ex : *Teucrium chamaedrys*, *Carex halleriana*...).

L'indice de texture du sol est, par ailleurs, plus bas pour la seconde lecture, tendant vers des textures plus fines. Cela peut souligner une certaine régression des taxons typiques de textures grossières (dalles, graviers et cailloux) et/ou la progression de taxons se développant sur des textures plus fines, ce qui concorde avec les deux précédents résultats.

Enfin, l'indice de trophie (« Nutriments du sol ») apparaît plus fort. Cette hausse entre les 2 lectures peut être en lien avec la progression de taxons plus mésotrophes (ex : taxons d'ourlets et fourrés) et la régression de taxons plus oligotrophes (ex : taxons de pelouses annuelles ou semi-annuelles) (voir paragraphe sur les analyses des fréquences et occurrences), associées à la fermeture et à la quantité de matière organique légèrement plus importante.

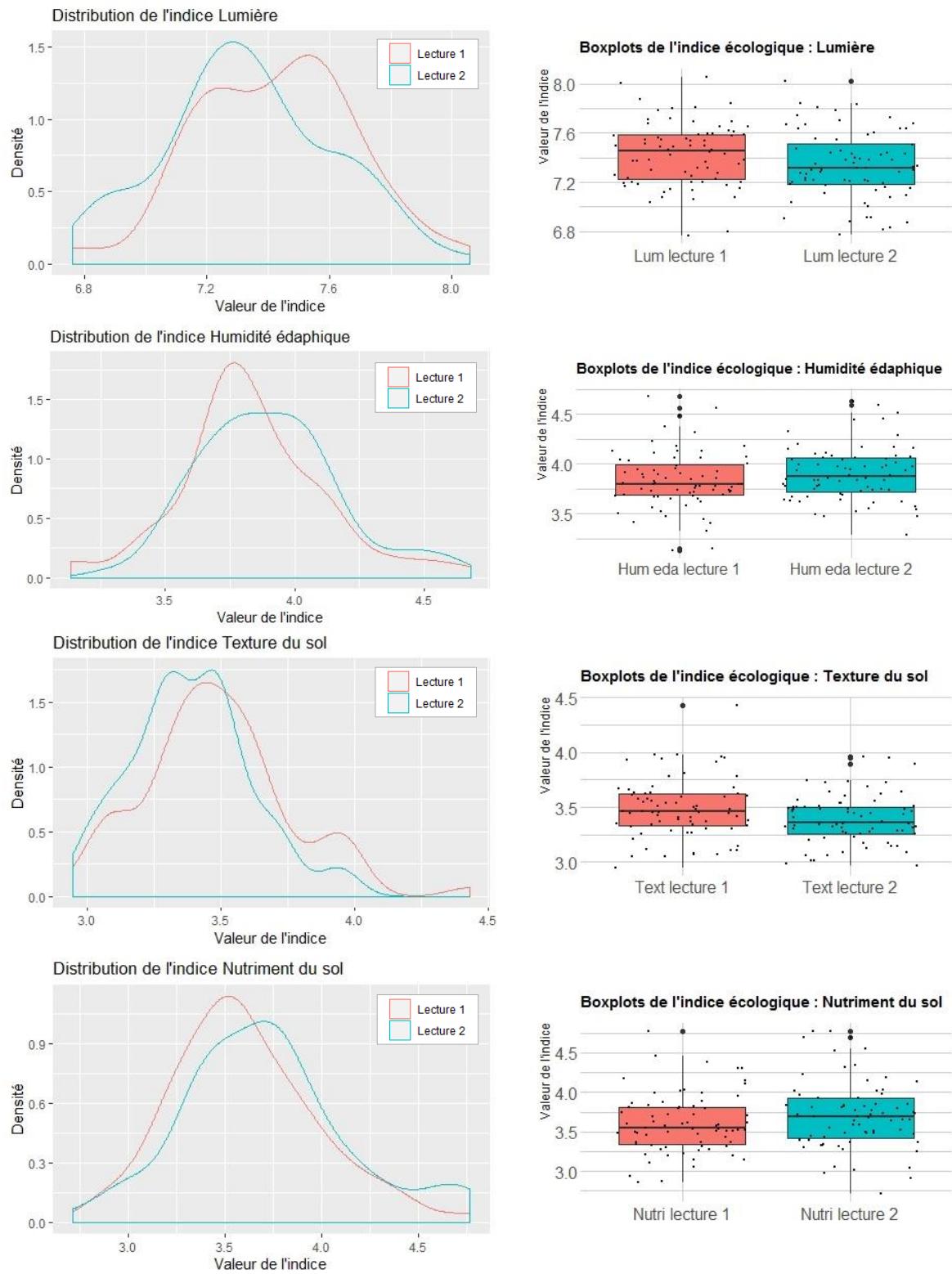


Figure 29 : GRAPHES DE LA DISTRIBUTION (A GAUCHE) ET BOXPLOTS DES QUADRATS (A DROITE) POUR LES INDICES DE LUMIERE, HUMIDITE EDAPHIQUE, TEXTURE DU SOL ET TROPHIE

➤ Evolution des types biologiques

Dans cette partie, est étudiée l'évolution des 9 types biologiques au sein des quadrats : Arbre, Arbuste, Chaméphyte, Géophyte, Hémicryptophyte-Thérophyte, Hémicryptophyte cespiteux, Hémicryptophyte stolonifère Hémicryptophyte autre et Thérophyte.

En ce qui concerne les résultats pour les types biologiques, seuls 3 d'entre eux montrent des modifications significatives entre les 2 lectures (Tableau 5 et Figure 28). Les types biologiques sans changements significatifs sont présentés en annexe XIV.

Le premier concerne les taxons vivaces (hémicryptophytes) à formes annuelles (thérophytes), ou inversement, qui ont été moins observés. Le développement de ce type biologique, comme du type biologique thérophytique, semble lié à des conditions climatiques saisonnières particulières (précipitations printanières notamment). La variabilité interannuelle de ces conditions peut être à l'origine de hausse ou de baisse significative de fréquence pour ces taxons.

D'autre part, une progression des taxons hémicryptophytiques, autres que cespiteux, est constatée. Ces taxons étant les plus représentés sur les pelouses calcicoles, leur augmentation est à mettre en relation avec la hausse de richesse spécifique globale.

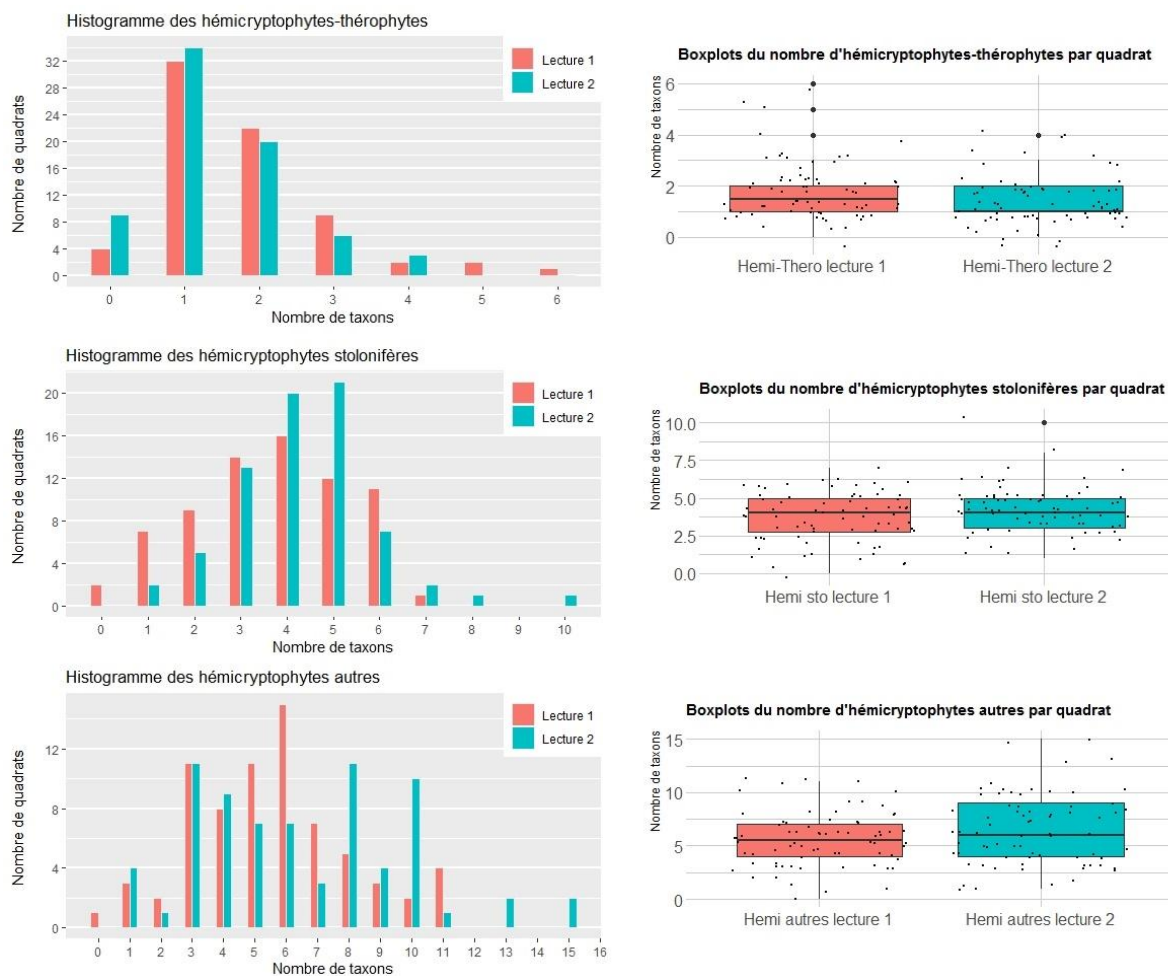


Figure 30 : HISTOGRAMMES (A GAUCHE) ET BOXPLOTS DES QUADRATS (A DROITE) POUR LE NOMBRE DE TAXONS VIVACES A FORMES ANNUELLES ET HEMICRYPTOPHYTES STOLONIFERES ET AUTRES (HORS CESPITEUX)

➤ Evolution des indices des processus de fermeture du milieu et de dérive trophique

Afin de mieux appréhender les changements de l'état de conservation au sein du réseau de suivi, les 315 taxons issus des relectures ont été catégorisés selon les deux principaux processus en jeu sur les pelouses calcicoles, à savoir : la fermeture du milieu et la dérive trophique.

La méthode employée a été d'établir dans un premier temps un barème (Annexe XVI) pour les deux processus et d'attribuer à chaque taxon une « note » indicatrice de dérive trophique de 1 à 4 et une note indicatrice de fermeture du milieu de 1 à 5 et ce, en se basant sur la connaissance de l'autoécologie des taxons et des travaux antérieurs :

- Listes des taxons indicateurs de fermeture du milieu et de dérive trophique en ex-région Poitou-Charentes (Fy & Bissot, 2014) ;
- Listes des taxons indicateurs de fermeture du milieu et de dérive trophique en ex-région Aquitaine (Le Fouler, 2013) ;
- Indices écologiques de lumière et de nutriment du sol ainsi que le type biologique de chaque taxon, issus des valeurs d'Ellenberg et de Baseflor (Ellenberg & al. 1992 ; Julve P., 2018).

Ensuite, ces notes par taxons ont été présentées à plusieurs experts pour un réajustement collégial. Les notes finales sont disponibles dans l'annexe XIII.

Le niveau de fermeture et de dérive trophique de chaque quadrat est déterminé pour chaque année et en moyennant les notes des taxons présents. La comparaison statistique entre les deux années de lecture permet de définir s'il existe une variation significative de ce niveau pour l'un ou l'autre des processus. Ces analyses sont effectuées dans un premier temps pour l'ensemble du réseau et ensuite pour les 3 groupes retenus (PAQUIT, PMED et PPICT).

Concernant l'ensemble du réseau de suivi, seul l'indice de fermeture du milieu est significatif (p -valeur = 0,04699). Or, la valeur de la différence constatée entre les deux années de suivi est faible (moyenne de la différence = 0,04294797, 1,8 % de variation), il semble donc difficile de conclure véritablement sur ce phénomène à partir uniquement de ce résultat (Tableau 5).

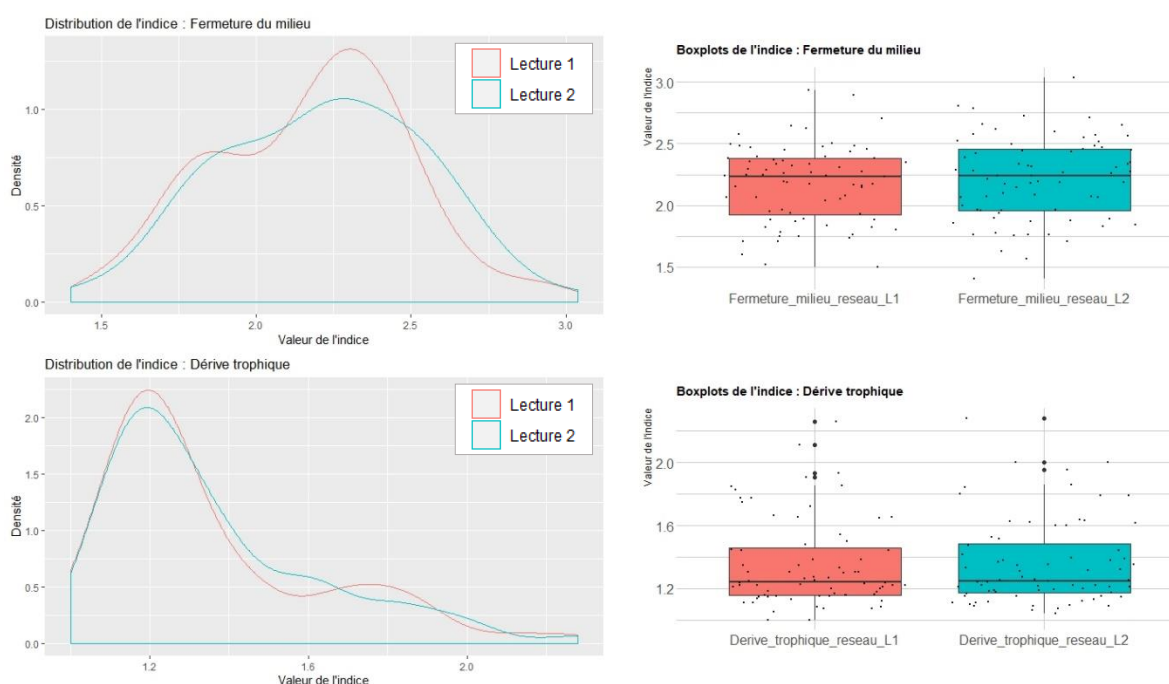


Figure 31 : GRAPHES DE LA DISTRIBUTION (A GAUCHE) ET BOXPLOTS DES QUADRATS (A DROITE) DES INDICES DE FERMETURE DU MILIEU (EN HAUT) ET DE DERIVE TROPHIQUE (EN BAS) POUR L'ENSEMBLE DU RESEAU DE SUIVI

D'après ces résultats de comparaison, il semble que, pour le pas de temps étudié, les quadrats suivis soient stables sur le plan trophique et en très légère fermeture.

Les résultats par groupe ne fournissent que peu de précisions supplémentaires. En effet, aucun n'est significatif. Par ailleurs, il est tout de même intéressant de noter une augmentation non négligeable entre la première et la deuxième année de lecture du groupe PAQUIT pour l'indice de fermeture (moyenne de la différence = 0,09236346) avec une p-valeur assez faible (0,08083) (Tableau 5). Ce résultat est d'autant plus marquant que ce groupe comporte un faible nombre d'échantillons, ce qui indique que la tendance est relativement forte. Davantage de quadrats pourrait attester ou infirmer cette tendance.

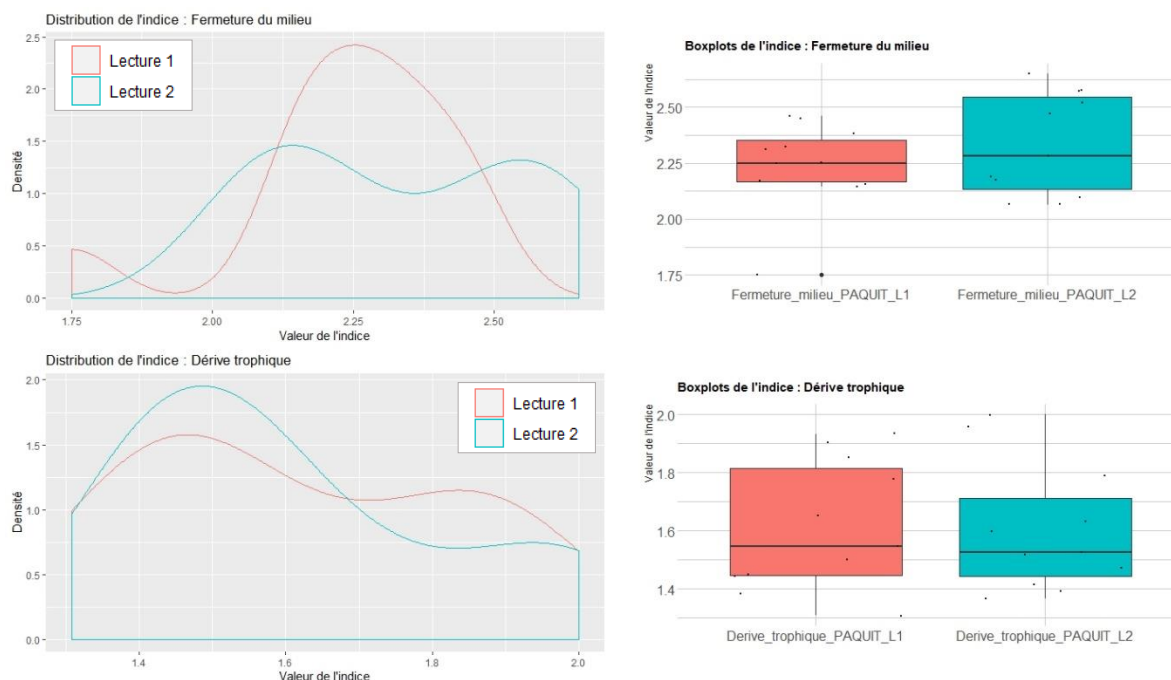


Figure 32 : GRAPHES DE LA DISTRIBUTION (A GAUCHE) ET BOXPLOTS DES QUADRATS (A DROITE) DES INDICES DE FERMETURE DU MILIEU (EN HAUT) ET DE DERIVE TROPHIQUE (EN BAS) POUR LE GROUPE 1 PAQUIT

Les résultats pour les autres groupes (PMED et PPICT) sont disponibles dans le tableau 5 (ci-après) et leur graphes associés (courbes de distribution et boxplots) le sont dans l'annexe XVI.

➤ Synthèse des tests statistiques et des résultats

Le tableau 5, ci-dessous, récapitule les différents résultats présentés précédemment. Ils sont regroupés en fonction des types d'indicateurs utilisés. **Sont significatifs les indicateurs dont la p-valeur est inférieure à 0,05.** Une tendance peut être décrite lorsque la p-valeur est comprise entre 0.1 et 0.05. L'intensité du changement entre la lecture 1 (L1) et la lecture 2 (L2) est mesurée par la moyenne de la différence entre les valeurs de l'indicateur (intensité = moyenne (L2 - L1)). Un résultat positif signifie donc que la valeur de L2 est supérieure à celle de L1 et inversement pour un résultat positif.

Les résultats des analyses diachroniques ainsi que les graphes associés (histogramme de distribution et boxplots) concernant le nombre de taxons par spectres chorologique sont disponibles dans le tableau 5 et dans l'annexe XVII.

Tableau 5 : TABLEAU RECAPITULATIF DES ANALYSES STATISTIQUES DIACHRONIQUES

Groupes d'indices	Indices	Test de comparaison utilisé	Moyenne de l'indice pour L1	Moyenne de l'indice pour L2	Valeur de l'intensité du changement entre L1 et L2 (Moyenne de la différence)	Erreur standard	Significativité du changement (p-valeur)
Richesse spécifique	Richesse spécifique	Wilcoxon	25,90	27,92	2,01	6,291	0,011 *
Décalages des dispositifs sur les dimensions AFC	Dimension 1 AFC - réseau	Wilcoxon	-0,029	-0,027	0,0018	0,755	0,2726
	Dimension 2 AFC - réseau	Wilcoxon	-0,047	0,020	0,0674	0,754	0,0182 *
	Dimension 3 AFC - réseau	Wilcoxon	0,027	0,007	-0,0197	0,654	0,242
	Dimension 1 AFC - groupe "PAQUIT"	Wilcoxon	1,349	1,158	-0,1917	0,811	0,2061
	Dimension 2 AFC - groupe "PAQUIT"	Wilcoxon	-0,396	-0,319	0,0764	0,332	0,6377
	Dimension 3 AFC - groupe "PAQUIT"	Wilcoxon	-0,146	-0,047	0,0984	0,756	0,8311
	Dimension 1 AFC - groupe "PMED"	Wilcoxon	-0,036	-0,030	0,0056	0,197	0,5814
	Dimension 2 AFC - groupe "PMED"	Wilcoxon	0,571	0,567	-0,0032	0,180	0,9307
	Dimension 3 AFC - groupe "PMED"	Wilcoxon	0,168	0,144	-0,0245	0,266	0,2556
	Dimension 1 AFC - groupe "PPICT"	Wilcoxon	-0,527	-0,458	0,0688	0,387	0,0364 *
Indices écologiques (Baseflor)	Dimension 2 AFC - groupe "PPICT"	Wilcoxon	-0,558	-0,421	0,1371	0,771	0,0043 **
	Dimension 3 AFC - groupe "PPICT"	Wilcoxon	-0,056	-0,114	-0,0580	0,858	0,2894
	Lumière	Wilcoxon	7,427	7,335	-0,092	0,259	0,0002 ***
	Température	Student	5,710	5,676	-0,034	0,262	0,0708
	Continentalité	Student	4,299	4,303	0,004	0,165	0,7853
	Humidité atmosphérique	Student	4,306	4,325	0,020	0,224	0,2805
	Humidité édaphique	Student	3,836	3,901	0,066	0,287	0,002 **
	Matière organique	Wilcoxon	2,226	2,266	0,040	0,250	0,0854
	Acidité	Wilcoxon	6,851	6,853	0,002	0,364	0,8028
	Texture	Wilcoxon	3,485	3,390	-0,095	0,272	0,0001 ***
Types biologiques (Baseflor fusionnés)	Nutriments du sol	Student	3,604	3,713	0,109	0,376	0,0037 **
	Arbres	Wilcoxon	1,44	1,54	0,10	1,185	0,4702
	Arbustes	Wilcoxon	0,76	0,89	0,13	0,778	0,1467
	Chaméphytes	Wilcoxon	3,67	3,83	0,17	2,076	0,7098
	Géophytes	Wilcoxon	1,85	2,00	0,15	1,159	0,1918
	Hémicryptophytes-thérophytes	Wilcoxon	1,76	1,44	-0,32	1,157	0,0175 *
	Hémicryptophytes cespiteux	Wilcoxon	5,03	5,11	0,08	1,792	0,7368
	Hémicryptophytes stolonifères	Wilcoxon	3,67	4,31	0,64	2,529	0,0027 **
	Hémicryptophytes autres	Student	5,51	6,44	0,93	1,687	0,0046 **
	Thérophytes	Student	4,57	5,04	0,47	2,798	0,1324
Indices des processus de dérive trophique et de fermeture du milieu (liste collaborative de taxons indicateurs)	Fermeture du milieu - réseau	Student	2,174	2,215	0,043	0,312	0,0469 *
	Dérive trophique - réseau	Wilcoxon	1,353	1,359	0,006	0,279	0,2763
	Fermeture du milieu - groupe "PAQUIT"	Student	2,240	2,333	0,092	0,196	0,0808
	Dérive trophique - groupe "PAQUIT"	Student	1,614	1,606	0,007	0,222	0,8231
	Fermeture du milieu - groupe "PMED"	Wilcoxon	2,380	2,413	0,034	0,216	0,2434
	Dérive trophique - groupe "PMED"	Wilcoxon	1,228	1,240	0,012	0,121	0,192
	Fermeture du milieu - groupe "PPICT"	Student	1,937	1,966	0,029	0,268	0,4084
Chorologie (en annexe) (Baseflor fusionnée)	Dérive trophique - groupe "PPICT"	Student	1,386	1,391	0,005	0,338	0,8795
	Taxons atlantiques	Wilcoxon	0,68	0,74	0,06	0,885	0,4707
	Taxons à large chorologie	Wilcoxon	3,63	3,51	-0,11	1,996	0,3228
	Taxons eurasiatiques	Student	9,26	9,82	0,56	3,444	0,1253
	Taxons européens	Wilcoxon	7,13	8,14	1,01	2,747	0,0036 **
	Taxons exotiques	Wilcoxon	0,10	0,14	0,04	0,298	0,375
	Taxons méditerranéen-atlantiques	Wilcoxon	2,71	3,03	0,32	1,168	0,0152 *
	Taxons méditerranéens	Wilcoxon	4,74	5,18	0,44	2,188	0,0796

4. Discussion et pistes d'amélioration

Méthodes statistiques et analyses (issu de David & Romeyer in Mallard, 2019, tome VIII Chapitre 1)

Le choix du type d'analyses multivariées à utiliser se justifie en fonction de l'importance des gradients environnementaux en jeu (LEGENDRE & LEGENDRE, 2012 ; BORCARD et al., 2018). Dans le cas des systèmes calcicoles, ces gradients peuvent être assez larges (ex : pelouses très ouvertes à fermées, mésophiles à xérophiles...) et les données de suivis qui en découlent sont relativement hétérogènes avec de nombreux zéros liés à l'absence de taxons dans les quadrats et dans certaines gammes des gradients. Ces éléments justifient le choix de traiter les données par AFC plutôt que par ACP.

L'interprétation des dimensions, permettant de dégager des hypothèses sur l'évolution des cortèges, pourrait être réalisée de façon plus directe et plus statistiquement robuste. En effet, le couplage de tableaux « données floristiques-variables explicatives » via des traitements par analyses de redondances (RDA) ou analyses canoniques des correspondances (ACC) serait à privilégier pour relier des variables réponses (ici, quadrats de suivi et taxons) à des facteurs d'ordination (ici, indices Baseflor et coordonnées géographiques des quadrats) (LEBART et al., 1995 ; LEGENDRE & LEGENDRE, 2012 ; BOUTIN et al., 2017 ; BORCARD et al., 2018).

Par ailleurs, la disparité des gradients observés ainsi que l'éloignement géographique, écologique et floristique entre certains dispositifs justifie leur partitionnement au sein de groupes plus homogènes (DUPRE et al., 2010 ; GAUDNIK et al., 2011) au travers d'une étude typologique. Cette étape permet en effet de détecter des tendances d'évolutions différenciées et significatives, qui sont masquées quand on travaille sur l'ensemble des dispositifs. Cependant, la méthode de classification exposée ici mériterait des compléments et une harmonisation avec les méthodes utilisées en phytosociologie ; cela permettrait notamment d'établir un rattachement de chaque groupe à des typologies existantes (BARDAT et al., 2004 ; BENSETTITI et al., 2005 ; LOUVEL & GAUDILLAT, 2013).

Etat de conservation

L'approche diachronique menée sur le réseau de suivi des pelouses calcicoles a permis de quantifier les modifications générales de cortèges floristiques et de mettre en évidence une évolution ou une stabilité de ces milieux pour un intervalle de temps allant de 2 à 8 ans. Cette approche a également été conduite sur des groupes de quadrats typologiquement proches afin d'affiner les résultats bien que cela limite le nombre d'échantillons pour les analyses. On recherche notamment, dans le cadre de Natura 2000, les marqueurs d'une banalisation des cortèges floristiques, d'une fermeture des pelouses et d'une dérive trophique.

- Changement dans la composition floristique et banalisation des cortèges

Une baisse significative de la diversité spécifique traduirait une dégradation des habitats de pelouses d'intérêt communautaire induit par une forme de banalisation des cortèges floristiques. Mais les analyses montrent une **hausse significative de la richesse spécifique**. Ce résultat se montre difficilement interprétable en termes de facteurs explicatifs car il peut traduire un enrichissement en taxons d'habitats voisins et donc une dégradation. Il peut aussi être le fruit d'autres paramètres en

interaction tels que la **variabilité interannuelle**, la **phénologie** auxquels la diversité spécifique est particulièrement sensible.

Une **hausse de fréquence et d'occurrence** dans les quadrats est constatée pour des **taxons d'affinité plus xérophile** (*Fumana procumbens*, *Globularia bisnagarica*, *Convolvulus cantabrica* et *Linum suffruticosum*). Ceci peut être mis en relation avec la **tendance au réchauffement des températures** et à l'**assèchement des pelouses** relevés par les décalages significatifs sur AFC pour l'ensemble des quadrats, *a fortiori* pour le groupe PPICT et, dans une moindre mesure (tendance non significative), pour le groupe PAQUIT. Ces résultats concordants démontrent qu'il existerait bien une certaine évolution de la composition floristique vers des communautés plus xérophiles dans les pelouses suivies. Cependant, ces conclusions ne sont pas confirmées par l'indice de température de Julve (différence non significative) et sont même contredites par celui de l'humidité édaphique qui augmente légèrement mais significativement entre les deux lectures. La régression de taxons herbacés typiques de pelouses (*Carex humilis*, *Cerastium gr. pumilum* et *Festuca auquieri*) peut également questionner sur une baisse de la typicité.

Tous ces éléments sont des indices potentiels de dégradation de l'état de conservation des pelouses. A ce jour, ils sont difficiles à interpréter, sans doute à cause d'un manque de recul et de tendances nettes. Il sera donc important d'affirmer ou d'infirmer ce début de phénomène dans les prochaines campagnes de suivis et d'analyses.

- Fermeture du milieu

Les analyses ont révélé l'augmentation en fréquence et occurrence pour *Brachypodium rupestre*, *Rubia peregrina* et *Origanum vulgare* (taxons herbacées indicateurs de fermeture), un décalage significatif des quadrats du groupe PPICT sur l'AFC vers la partie positive de la dimension 1 (associée à une fermeture), une baisse significative de l'indice lumière ainsi qu'une augmentation de l'indice de fermeture (variation faible mais significative pour le réseau et tendance non significative pour PAQUIT). Par ailleurs, pour l'ensemble du réseau, aucune différence entre les moyennes des deux années de lecture n'a été observée sur l'AFC, ce qui nuance les résultats précédents. Toutefois, les dimensions des analyses multivariées sont intégratrices de plusieurs paramètres (latitude et texture du sol notamment) ; la dimension 1 n'est donc pas uniquement associée à ce processus, ce qui tempère ce résultat. De plus, aucune variation des types biologiques « Arbres, Arbustes et Chaméphytes » n'est constatée. Ce résultat semble indiquer que le dispositif est en mesure de détecter une tendance à la fermeture avant même l'apparition des taxons arbustifs. Enfin, les pelouses du groupe PAQUIT révèlent quelques marqueurs d'un « embuissonnement » potentiel (décalage sur la dimension 1 de l'AFC et variation positive de l'indice de fermeture). Quant aux pelouses du groupe PPICT, elles semblent subir également une tendance à la fermeture. Cet aspect n'ayant pas été confirmé directement par l'indice, il est possible que cela soit un autre paramètre qui induise le décalage sur la dimension 1 mais cela reste un point à vérifier lors des futures campagnes et analyses.

Pour conclure sur ce processus, il est possible de dire que les résultats montrent une **tendance générale à la fermeture des pelouses et donc une dégradation de l'état de conservation des pelouses**. L'évolution des sites faisant partie du groupe PAQUIT « **Pelouses aquitaniennes subhumides** », **comme par exemple le Tursan, est particulièrement à surveiller par la suite**.

- Dérive trophique

Deux résultats indiqueraient une dérive trophique au sein du réseau de suivi : l'augmentation en fréquence et occurrence de taxons plus mésotrophes (*Rubia peregrina*, *Centaurea scabiosa* et *Origanum vulgare*) ainsi que la baisse de taxons plus oligotrophes (*Carex humilis*, *Cerastium gr.*

pumilum et *Festuca auquieri*) et surtout la forte augmentation significative de l'indice de nutriment du sol entre les deux années de lectures. A *contrario*, les analyses multivariées ne mettent pas en évidence ce phénomène tant sur la globalité du réseau que sur les groupes. Il en va de même pour les résultats sur l'indice de dérive trophique qui n'a révélé aucune variation significative.

Il semble donc que, pour le pas de temps étudié, **les pelouses calcicoles suivies soient relativement stables sur le plan trophique**, ce qui n'impacte pas l'état de conservation. Il est aussi fort probable que l'intervalle entre les deux campagnes de suivi ne soit pas assez grand pour détecter une dérive trophique.

Variations interannuelles, biais observateur et données de gestion

Plusieurs paramètres peuvent influencer les données récoltées sur le terrain (composition/diversité floristique et fréquence des taxons...) et ainsi biaiser les résultats. Tout d'abord, la variabilité interannuelle des cortèges floristiques joue un rôle important dans la diversité spécifique obtenue et donc sa variation (Archaux et al, 2009). La comparaison de seulement deux années de lectures, espacées de plus d'une année, s'expose de fait à cette variabilité interannuelle du cortège. Elle peut être à l'origine de variations parfois importantes de fréquence de taxons qu'il est impossible de mesurer ou de faire ressortir dans les analyses. Il convient donc de prendre avec précaution ces premiers résultats et d'attendre une troisième lecture pour diminuer cette part d'incertitude dans les résultats due aux variations interannuelles. Ensuite, la phénologie peut avoir un impact non-négligeable sur les observations, des lectures trop précoces ou trop tardives entraînant une baisse de l'exhaustivité (Mallard, 2018b). Le biais observateur sur les premières lectures d'un dispositif reste souvent important car nécessitant une inter-calibration (Archaux et al, 2009). A défaut de pouvoir être effectuée sur les observateurs en amont, cette inter-calibration peut se faire *a posteriori* sur les lectures d'un même dispositif. Dans ce cas, plusieurs lectures d'un dispositif sont nécessaires pour établir un état de référence consensuel et réduire ce biais.

L'augmentation du nombre de campagnes de suivi et des analyses à plus long terme réduisent un certain nombre de biais induits par les premières lectures. Cela augmente le nombre d'échantillons et la taille de l'intervalle entre les lectures, entraînant de fait une meilleure détection des processus étudiés.

L'aspect gestion du site est un paramètre qui n'a pas été pris en compte dans les résultats car les informations sur les pratiques actuelles ou passées sont assez difficilement mobilisables (données hétérogènes ou pas toujours saisies) pour les analyses. L'intégration d'une telle variable serait pourtant pertinente afin de compléter l'explication de la répartition des quadrats sur les axes des analyses factorielles et de déterminer son influence sur l'évolution des cortèges floristiques ou sur la dynamique des pelouses.

Représentativité du réseau de suivis

En ce qui concerne le plan d'échantillonnage, certains biotopes et donc certains types de pelouses restent encore insuffisamment échantillonnés. Ils devront bénéficier en 2020 d'un renforcement en terme de nombre de quadrats pour atteindre l'équitabilité et la représentativité entre les différents biotopes.

VII. Grille d'évaluation de l'état de conservation

1. Méthode et élaboration de la grille d'évaluation

La méthode d'évaluation par grille s'effectue à l'aide d'indices – dits indicateurs par extension. Elle consiste à évaluer sur le terrain chaque indicateur sur une unité d'échantillonnage donnée. Elle est destinée aux animateurs Natura 2000 et gestionnaires de sites pour l'évaluation des HIC des pelouses calcicoles. Elle s'adresse également à toute personne aspirant à l'appliquer sur ces HIC en dehors des sites Natura 2000.

Cette méthode propose deux finalités. Elle fournit tout d'abord, un diagnostic écologique des HIC à l'échelle de l'unité de gestion (ici les pelouses) pour mettre en évidence les usages et les pratiques de gestion favorables ou défavorables à leur conservation. Ces indications peuvent inciter, le cas échéant, à améliorer les pratiques les plus défavorables à chacun des habitats (Kluszczewski, 2012). Plusieurs grilles sont généralement nécessaires pour l'évaluation globale d'un site. Ensuite, en compilant l'ensemble des résultats des évaluations produites au niveau des sites de la région, combiné aux résultats obtenus par les analyses des suivis et de l'évolution des surfaces d'HIC, il est possible d'établir un état de conservation des pelouses calcicoles à l'échelle régionale. Enfin, cette évaluation globale vient alimenter les résultats de la surveillance nationale sur ces HIC.

1.1 Composition de la « grille d'évaluation »

La « grille d'évaluation », incluse dans le « Bordereau d'évaluation d'état de conservation : HIC des pelouses calcicoles » (annexe XVIII) se compose de trois colonnes correspondant aux trois niveaux d'état de conservation élaborés par la méthodologie communautaire (Commission Européenne, 2005) : « favorable, défavorable inadéquat, défavorable mauvais ». Pour plus de lisibilité, ils sont renommés ici « bon, moyen ou défavorable ». Ces colonnes sont divisées en un nombre variable de lignes correspondant aux indicateurs, regroupés en critères puis en paramètres.

Pour chacun des indicateurs, sont attribuées des valeurs-seuils qui renvoient à un état « bon, moyen ou défavorable » et ce pour chaque habitat d'intérêt communautaire (les valeurs peuvent différer d'un habitat à un autre) (Tableau 6). Ces valeurs-seuils sont définies, autant que possible, à partir de la bibliographie. Elles sont ensuite révisées à dire d'expert en s'appuyant sur les données récoltées sur le terrain afin de les adapter au contexte régional. Lorsqu'aucune information n'était disponible dans la littérature, seul le dire d'expert a permis de les définir. Une consultation des partenaires concernés par la thématique de l'évaluation des pelouses calcicoles, accompagnée de tests sur le terrain, servira à réviser et affiner ces valeurs-seuils pour les rendre le plus fonctionnel possible.

Dans la grille d'évaluation, une colonne récapitulative de chaque HIC permet d'y noter l'état correspondant à chaque valeur-seuil. Le **bordereau d'évaluation** contenant la grille complète ainsi que la **notice d'utilisation** associée sont disponibles dans les annexes XVIII et XIX.

Tableau 6 : VALEURS-SEUILS POUR L'ÉVALUATION DE L'HIC 6210 A L'ÉCHELLE DE L'UNITÉ DE GESTION

Paramètre	Critère	Indicateur	Echelle d'évaluation	Modalité	Bon (B)	Moyen (M)	Défavorable (D)	6210		
Structure et fonctions	Mosaïque d'habitats	Proportion de pelouses dans la mosaïque pelouses-ourlets-fourrés	Station	% de la surface	≥ 70	]50;70[	< 50	B	M	D
	Dynamique	Type et niveau de colonisation des ligneux	Habitat	Description, intensité	Nulle, faible en lisière, tâches sporadiques	Forte en lisière, tâches assez nombreuses	Homogène dense, tâches nombreuses	B	M	D
	Composition floristique	Recouvrement des graminées sociales	Habitat	% de la surface	< 30	[30;50]	> 50	B	M	D
		Nombre de taxons indicateurs de fermeture du milieu	Habitat	Quantité	< 6	[6;10]	> 10	B	M	D
		Recouvrement de taxons indicateurs de fermeture du milieu	Habitat	% de la surface	< 15	[15;30]	> 30	B	M	D
		Nombre de taxons indicateurs de dérive trophique	Habitat	Quantité	< 6	[6;10]	> 10	B	M	D
		Recouvrement de taxons indicateurs de dérive trophique	Habitat	% de la surface	< 10	[10;20]	> 20	B	M	D
		Nombre de taxons exotiques envahissants	Habitat	Quantité	0	[1;2]	> 2	B	M	D
		Recouvrement de taxons exotiques envahissants	Habitat	% de la surface	0	[0;10]	> 10	B	M	D
Altérations et menaces	Atteintes diffuses	Pression foncière, urbanisation	Contexte de la station	Présence, intensité	Inexistante, faible	Moyenne	Forte	B	M	D
		Pression agricole et sylvicole	Contexte de la station	Présence, intensité	Inexistante, faible	Moyenne	Forte	B	M	D
		Amendement, fertilisation et/ou irrigation	Station	Présence	Non	Oui		B	M	
	Atteintes lourdes	Piétinement, labour par des animaux sauvages et/ou traces d'engins	Habitat	% de la surface	< 5	[5;20]	> 20	B	M	D
		Extraction de matériaux, modification du substrat et production énergétique	Station	Présence	Non	Oui		B	M	
		Recouvrement de matériaux inertes	Station	% de la surface	< 1	[1;20]	> 20	B	M	D

Deux des quatre paramètres exposés par les méthodologies communautaires et nationales ont été retenus ici : « Structure et fonctions » et « Perspectives futures », car leur évaluation se fait à l'échelle de la station. En effet, le paramètre « Aire de répartition de l'habitat » sous-entend une évaluation sur sa répartition dans la zone biogéographique et peut donc seulement être estimé à partir d'analyses cartographiques à grande échelle. De même, le paramètre « Surface de l'habitat » ne peut être mesuré à l'échelle d'une station et rendrait l'utilisation de la grille plus complexe (Tableau 7).

Tableau 7 : ECHELLES D'ÉVALUATION DES DIFFÉRENTS PARAMÈTRES D'UN HIC

		Echelle d'évaluation		
		Biogéographique	Sites Natura 2000	Station
Paramètres	Aire de répartition	Oui	Non	Non
	Surface de l'habitat	Oui	Oui	Non
	Structure et fonctions	Oui	Oui	Oui
	Perspectives futures	Oui	Oui	Oui

Trois critères sur les cinq sont issus des méthodologies communautaires et nationales, à savoir : « Composition floristique », « Atteintes diffuses » et « Atteintes lourdes ». Seuls les deux autres, « Mosaïque d'habitats » et « Dynamique », ainsi que les indicateurs ont été adaptés aux spécificités des coteaux calcicoles.

1.2 Notation

L'attribution d'une note finale pour chaque paramètre correspond à la note de l'indicateur le moins bien noté. Ce principe est le même que le principe de précaution utilisé pour le rapportage.

Ainsi, un seul indicateur noté « moyen » caractérise l'état du paramètre « moyen » ; *idem* pour l'état « défavorable ».

Par exemple, dans le cas de l'évaluation de l'HIC 6210, l'indicateur « Recouvrement de taxons indicateurs de dérive trophique » est noté en « moyen » : il est donc déclassant pour toute l'évaluation globale du paramètre « Structure et fonctions ». Il en va de même pour l'évaluation globale du paramètre « Altérations et perspectives » avec l'indicateur « Piétinement, labour animaux sauvages et/ou traces d'engins » qui est noté « défavorable ». Il est alors déclassant pour l'évaluation globale de l'état de conservation de l'HIC 6210 (Tableau 8).

Tableau 8 : EXEMPLE DE NOTATION DE L'ETAT DE CONSERVATION DE L'HIC 6210

Paramètre	Critère	Indicateur	Echelle d'évaluation	Modalité	Bon (B)	Moyen (M)	Défavorable (D)	6210	6110	6220
Structure et fonctions	Mosaïque d'habitats	Proportion de pelouses dans la mosaïque pelouses-ourlets-fourrés	Station	% de la surface	≥ 70	]50;70[	< 50	B M D	B M D	B M D
	Dynamique	Type et niveau de colonisation des ligneux	Habitat	Description, intensité	Nulle, faible en lisière, tâches sporadiques	Forte en lisière, tâches assez nombreuses	Homogène dense, tâches nombreuses	B M D		
	Composition floristique	Recouvrement des graminées sociales (<i>Brachypodium rupestre</i> , <i>Sesleria caerulea</i> , <i>Bromopsis erecta</i> , <i>Molinia arundinacea</i>)	Habitat	% de la surface	< 30	[30;50]	> 50	B M D		
		Nombre de taxons indicateurs de fermeture du milieu	Habitat	Quantité	< 15	[15;30]	> 30	B M D	B M D	B M D
		Recouvrement de taxons indicateurs de fermeture du milieu	Habitat	Quantité	< 6	[6;10]	> 10	B M D	B M D	B M D
		Recouvrement de taxons indicateurs de fermeture du milieu	Habitat	Quantité	< 3	[3;6]	> 6	B M D	B M D	B M D
		Recouvrement de taxons indicateurs de fermeture du milieu	Habitat	% de la surface	< 15	[15;30]	> 30	B M D	B M D	B M D
		Recouvrement de taxons indicateurs de fermeture du milieu	Habitat	% de la surface	< 10	[10;20]	> 20	B M D	B M D	B M D
		Nombre de taxons indicateurs de dérive trophique	Habitat	Quantité	< 6	[6;10]	> 10	B M D	B M D	B M D
		Recouvrement de taxons indicateurs de dérive trophique	Habitat	% de la surface	< 3	[3;6]	> 6	B M D	B M D	B M D
		Recouvrement de taxons indicateurs de dérive trophique	Habitat	% de la surface	< 10	[10;20]	> 20	B M D	B M D	B M D
		Recouvrement de taxons indicateurs de dérive trophique	Habitat	% de la surface	< 5	[5;15]	> 15	B M D	B M D	B M D
Altérations et menaces	Atteintes diffuses	Pression foncière, urbanisation	Contexte de la station	Présence, intensité	Inexistante, faible	Moyenne	Forte	B M D	B M D	B M D
		Pression agricole et sylvicole	Contexte de la station	Présence, intensité	Inexistante, faible	Moyenne	Forte	B M D	B M D	B M D
		Amendement, fertilisation et/ou irrigation	Station	Présence	Non	Oui		B M D	B M D	B M D
	Atteintes lourdes	Piétinement, labour par des animaux sauvages et/ou traces d'engins	Habitat	% de la surface	< 5	[5;20]	> 20	B M D	B M D	B M D
		Extraction de matériaux, modification du substrat et production énergétique	Station	Présence	Non	Oui		B M D	B M D	B M D
		Recouvrement de matériaux inertes	Station	% de la surface	< 1	[1;20]	> 20	B M D	B M D	B M D
								B M D	B M D	B M D
	Evaluation globale "Structure et fonctions"							B M D	B M D	B M D
	Evaluation globale "Altérations et menaces"							B M D	B M D	B M D
	Evaluation globale de l'état de conservation							B M D	B M D	B M D

Cette méthode d'évaluation a été retenue pour plusieurs raisons. Contrairement aux méthodes de notation par points, cette méthodologie présente l'avantage d'être simple en évitant tout calcul et d'être visuellement claire et concise. Par ailleurs, elle permet de garder une visibilité sur les processus ayant amené à la dégradation de l'habitat. En effet, le facteur de dégradation déclassant est mis en évidence et le gestionnaire peut ainsi définir plus aisément des mesures de gestion adaptées. Ainsi la priorité n'est plus d'obtenir un « bon » score mais plutôt d'améliorer les pratiques en vue de rétablir un bon état de conservation. Cette méthode est testée par le Conservatoire d'Espaces Naturels du Languedoc-Roussillon (CEN-LR) depuis de nombreuses années (Kluszczewski, 2012). Enfin, la méthode par indicateurs déclassants permet l'évaluation d'un HIC sans avoir l'obligation d'évaluer tous les indicateurs, contrairement à la méthode par points.

1.3 Stratégie d'échantillonnage

Les méthodologies communautaires et nationales établissent les évaluations de chaque HIC pris individuellement et ce à l'échelle d'un site, de la station d'évaluation ou à l'échelle du polygone d'habitat.

L'unité d'évaluation choisie est appelée ici station. Elle correspond dans la grande majorité des cas à un polygone d'une carte d'habitat incluant un ou plusieurs HIC des pelouses calcicoles. Dans certains cas, les polygones s'avéreront trop grands ou trop petits pour une évaluation à bonne échelle. Il conviendra alors de subdiviser ou fusionner ces polygones. Dans le cas le plus fréquent, un gestionnaire a besoin d'évaluer un ensemble de polygones sur un territoire donné.

La compilation des bordereaux permet une évaluation globale de l'habitat. Pour ce faire, le nombre de polygones évalués doit être suffisamment grand par rapport au nombre total de polygones présents sur la zone d'évaluation. Il convient, en règle générale, de couvrir le tiers des

polygones pour obtenir une évaluation représentative et objective de la zone. Pour encore plus d'objectivité, les polygones à évaluer devront être sélectionnés de manière aléatoire.

Comme vu précédemment, le gestionnaire disposant de la « grille d'évaluation » entend répondre à deux objectifs. Le premier est que, dans le cadre de la surveillance des HIC répondant au rapportage au niveau biogéographique, les HIC des pelouses calcaires seront susceptibles d'être prospectés. A cette occasion, un plan d'échantillonnage pourra être appliqué, permettant de définir des « stations » au sein des coteaux calcaires. Par exemple, un échantillonnage aléatoire dirigé semble être adapté aux objectifs d'application de la grille en évitant ainsi les biais de sélection : évaluation orientée sur des habitats en bon état ou en mauvais état, prospection sur des zones favorables aux HIC qui négligerait les zones moins attractives ... (Bernard & Salles, 2010). Ce plan servira à définir des « stations » disposées aléatoirement sur les coteaux calcicoles, dans les zones où les HIC sont répertoriés afin d'y appliquer la grille d'évaluation. L'autre objectif est d'appliquer une évaluation dans le cadre d'objectifs précis, comme par exemple, pour évaluer l'impact d'une gestion sur les HIC ciblés. Dans ce cas, la grille sera utilisée sur une « station » ponctuelle, définie selon les besoins de l'étude, sans forcément répondre à un plan d'échantillonnage particulier.

2. Bordereau et grille d'évaluation

2.1 Matériel et méthodes de collecte de la donnée

Une fois sa station d'échantillonnage connue, l'observateur se rend sur le terrain muni du « Bordereau d'évaluation d'état de conservation : HIC des pelouses calcicoles de la Nouvelle-Aquitaine » (Annexe XVIII). Ce bordereau se compose de quatre pages qui incluent divers champs. Une première page permet de noter les identifiants de l'observateur et les caractéristiques générales de la station. Une deuxième page présente les listes floristiques de taxons indicateurs de fermeture du milieu, de dérive trophique ainsi que les taxons exotiques envahissants et les graminées sociales potentiellement présents dans les HIC évalués. La présence et le recouvrement de ces taxons sont à noter. Cette étape est nécessaire à la bonne évaluation des HIC à travers le remplissage de la grille d'évaluation qui se retrouve en troisième page. La dernière page fournit des champs complémentaires sur la station et son contexte. Une notice d'utilisation (Annexe XIX) est associée à ce bordereau rappelant la méthode d'application et la cible de l'évaluation. De plus, elle en explicite les différentes parties et champs. Elle apporte une aide précieuse et indissociable au remplissage du bordereau d'évaluation.

Les HIC peuvent être fragmentés en petites unités réparties sur la station. Dans ce cas, l'évaluation s'effectuera sur l'ensemble de l'HIC fragmenté. La grille d'évaluation s'applique même si tous les HIC ne sont pas présents sur la station.

L'évaluation des HIC d'une station nécessite une à deux heures pour un observateur selon son expérience en botanique. Ce temps est également variable au regard des spécificités de chaque station : nombre d'HIC présents, taille de la station, hétérogénéité, conditions d'accès, etc.

2.2 Choix des indicateurs et des valeurs seuils

Suite aux recherches bibliographiques, aux discussions avec les botanistes-phytosociologues des CBN de Nouvelle-Aquitaine ainsi que les gestionnaires Natura 2000 concernés, une liste de 15 indicateurs a été retenue. Comme expliqué précédemment, un indicateur est jugé pertinent s'il répond à un facteur de dégradation (Mistarz, 2016), s'il est associé au « maintien des processus environnementaux et des fonctions écosystémiques de l'habitat » (Woodley & Kay, 1993) et s'il est

simple à utiliser et avec un faible coût en termes de moyen et de temps (Cantarello & Newton, 2008). Ces valeur-seuils se doivent aussi de n'être ni exagérément déclassantes ni trop strictes.

Outre la difficulté de répondre à tous ces critères, il n'est pas aisé de trouver des références bibliographiques ou des retours d'expérience sur les indicateurs et de surcroît sur leurs seuils. Les travaux du MNHN ainsi que quelques applications locales d'évaluation ont fourni une première base de ce travail (Bossard, 2013 ; Maciejewski, 2012 & 2016 ; Maciejewski et al., 2015 ; CEN Auvergne, 2017). L'appréhension de la multiplicité de végétations éligibles à l'HIC 6210 est également une difficulté. Il a fallu définir un indicateur permettant de rendre compte de ce complexe de végétations sans discriminer l'objet principal de l'évaluation, à savoir les végétations de pelouses. L'étude de la proportion de pelouses-ourlets-fourrés réalisée dans les travaux de Fy & Bissot en 2014 décrivait un « état de référence » de la mosaïque à 75 % de pelouses - 20 % d'ourlets - 5 % de fourré pour un « bon état de conservation ». Les seuils pour l'indicateur ont donc été inspirés de ces valeurs. La fermeture des pelouses ainsi que la dérive trophique étant les principaux facteurs de dégradation de ces milieux, l'évaluation porte essentiellement sur ces deux processus. Ils sont déclinés en indicateurs spécifiques, avec des valeurs-seuils adaptées à chaque HIC, afin de mesurer leur degré d'impact sur l'état de conservation des HIC des pelouses calcicoles. Enfin, les altérations et menaces qui pèsent sur ces milieux sont prises en compte à travers des indicateurs mesurant des impacts diffus à moyen et long terme (pression foncière, agricole, ...) et d'autres mesurant des impacts lourds et directs (extraction de matériaux, traces d'engins, ...). L'appréhension de ces dégradations peut ne pas être aisée, de surcroît pour les plus diffuses, et demande une bonne connaissance de la station ainsi que de son contexte. Par ailleurs, il semblait intéressant d'intégrer toutes les formes d'altérations que peuvent subir les pelouses afin d'identifier précisément l'origine de la dégradation de l'état de conservation.

La grille d'évaluation et les indicateurs qui la composent (inclus dans l'annexe XVIII) ne sont pas définitifs. Ils peuvent être amenés à changer et amendés selon les propositions des partenaires ou des agents des CBN, après les premiers tests d'application. L'objectif étant de rendre la grille opérationnelle et simple d'utilisation, ces propositions de modifications seront étudiées avant leur mise en œuvre.

De la même manière, les valeur-seuils présentes dans la grille d'évaluation (Annexe XVIII) ne sont pas figées. Elles constituent une base de réflexion et de discussion, mais nécessitent des ajustements afin de les rendre les plus concrètes et objectives possible pour correspondre au mieux à la réalité de terrain. Il est donc primordial d'alimenter cette révision des seuils par les retours d'expérience des utilisateurs du bordereau d'évaluation et de la grille.

VIII. Conclusion et perspectives

Le CBN Sud-Atlantique contribue tous les 6 ans à l'évaluation de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire en France. Afin de disposer de données concrètes et fiables, le CBNSA met en place, depuis 2011, un réseau de suivi de l'état de conservation des habitats naturels qui, à terme, concernera la plupart des habitats d'intérêt communautaire.

La mise en place d'une méthodologie d'évaluation de l'état de conservation est un sujet particulièrement complexe. Elle se doit d'être un compromis entre rigueur et opérationnalité (Popy, 2011) et nécessite d'allier la complexité des réalités écosystémiques avec les besoins d'intelligibilité des utilisateurs et des décideurs. Pragmatiquement, ces méthodologies nécessitent d'accorder plusieurs exigences. Elles doivent être appropriées aux différents acteurs surveillant les HIC : experts botanistes-phytosociologues des CBN, gestionnaires et animateurs Natura 2000 autonomes formés *a minima* à la reconnaissance des habitats et des taxons qui composent ces HIC. Elles doivent se fonder sur des protocoles simples et pertinents, et, le cas échéant, répondre aux besoins des gestionnaires d'évaluer les HIC présents sur leur site à l'échelle de l'unité de gestion. Enfin, elles doivent également alimenter les résultats de la surveillance nationale.

Concernant les habitats d'intérêt communautaire des pelouses calcicoles, des méthodes de suivi par quadrats permanents ont été développées par le CBNSA dès 2011. La campagne de 2019 a prolongé le suivi de façon à **l'adapter au nouveau contexte régional** ainsi qu'à la diversité des pelouses calcicoles en présence sur le territoire (révision et harmonisation du protocole, plan d'échantillonnage, coordination les Sentinelles du Climat et inter-CBN). Une deuxième méthode complémentaire est abordée ici, celle de **l'évaluation par indices sous la forme d'une grille d'évaluation à appliquer par station au sein d'un site**. Des échanges avec les différents partenaires scientifiques et techniques ainsi que des tests de la méthode devront avoir lieu afin de perfectionner la grille (affinage des indicateurs et des seuils).

Cette seconde campagne de suivi des pelouses calcicoles de Nouvelle-Aquitaine fournit d'ores et déjà un jeu de données suffisant pour effectuer des analyses sur les premières tendances d'évolution de ces milieux pour l'intervalle de temps étudié, à savoir de 2 à 8 ans. Les résultats obtenus permettent d'établir des premiers constats. Sur le plan trophique, les pelouses semblent relativement stables entre les deux lectures. Les pelouses calcicoles suivies subissent des changements au niveau de leur composition floristique avec notamment des variations de la richesse spécifique, des fréquences et des occurrences de certains taxons dans les quadrats, bien qu'il soit difficile de conclure à l'heure actuelle sur une baisse de la typicité. Les résultats sont plus marqués concernant la dynamique des pelouses. En effet, une **tendance générale à la fermeture** a été détectée par plusieurs tests. Il est donc possible que ce phénomène soit encore plus accentué lors des prochaines relectures et analyses, même si ces milieux sont, de prime abord, d'évolution assez lente. Ce processus impacte négativement l'état de conservation des pelouses.

La prochaine campagne de suivi et d'évaluation prévue en 2025 permettra de confirmer ou non ces premières conclusions sur l'état de conservation des pelouses par une plus grande détectabilité des différents phénomènes étudiés. En effet, l'intervalle de temps étudié sera plus important et les biais des premières lectures seront réduits.

L'approche par la méthode des quadrats paysagers n'a pas été menée à son terme. Les trente-sept relevés effectués en 2019 seront analysés lors de l'hiver 2020-2021.

La méthode d'évaluation par indices, à travers une grille d'évaluation spécifique pour les pelouses, s'adresse plus spécifiquement aux gestionnaires et animateurs Natura 2000. Elle a été conçue sur la base d'une recherche bibliographique mais n'a pas encore pu être testée sur le terrain. Cette méthode, abordant l'écosystème dans sa globalité, est un protocole novateur. Elle s'inscrit dans la continuité des méthodologies et réglementations communautaires et nationales mais répond aux spécificités écologiques et phytocénotiques uniques des coteaux calcicoles. Cette méthode évalue l'état de conservation des trois HIC de pelouses calcicoles : les HIC 6110, 6210 et 6220. La mise en place d'une base de données centralisée, de formations et de partenariats durables avec les gestionnaires soutiendra la pérennité de la méthode. Le retour d'expérience de protocoles similaires, aux échelles européenne, nationale et locale, est également primordial pour son amélioration et les échanges entre les acteurs scientifiques et gestionnaires sont à développer en ce sens. Actuellement, bien que cette méthodologie d'évaluation par indicateurs soit de plus en plus soutenue par les politiques, elle reste peu développée. La poursuite et le développement de partenariats entre utilisateurs et concepteurs gagneraient au perfectionnement de son application.

IX. Bibliographie

ALFONSI E., 2016 - *Processus d'assemblage des communautés végétales dans les zones humides de Gironde : du diagnostic aux services écosystémiques*. Thèse de doctorat. Bordeaux : Biodiversité et Ecologie, Université de Bordeaux, 149 p. + annexes.

ANDERSEN J.-H., CONLEY D.-J. & HEDAL S., 2004 - Palaeoecology, reference conditions and classification of ecological status: the EU Water Framework Directive in practice. *Marine Pollution Bulletin*, 49 (4), pp. 283-290.

ARCHAUX F., BOULANGER V., CAMARET S., CORCKET E., DUPOUEY J. L., FORGEARD F., HEUZÉ P., LEBRET-GALLET M., MARELL A., PAYET K., ULRICH E., BEHR P., BOURJOT L., BRÊTHES A., CHEVALIER R. ET AL., 2009 – *RENECOFOR. Dix ans de suivi de la végétation forestière : aspects méthodologiques et évolution temporelle de la flore (1994/1995-2005)*. Fontainebleau : Office National des Forêts, 474 p.

BARDAT J., BIORET F., BOTINEAU M., BOULLET V., DELPECH R., GEHU J.-M., HAURY J., LACOSTE A., RAMEAU J.-C., ROYER J.-M., ROUX G. & TOUFFET J., 2004 - *Prodrome des végétations de France*. Publications scientifiques du Muséum National d'Histoire Naturelle, Collection Patrimoines naturels, 61. Paris : MNHN, 171 p.

BENSETTITI F. & PUISSAUVRE R., 2015 - *Résultats de l'évaluation de l'état de conservation des habitats et des espèces dans le cadre de la directive Habitats-Faune-Flore en France. Rapportage « Article 17 ». Période 2007-2012*. Paris : Muséum National d'Histoire Naturelle - Service des Espaces naturels, Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie, 204 p.

BENSETTITI F., BOULLET V., CHAUAUDRET-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*. 2 volumes. Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Aménagement / Ministère de l'Agriculture et de la Pêche / Muséum National d'Histoire Naturelle. Paris : La Documentation française, 445 p. et 487 p.

BENSETTITI F., PUISSAUVRE 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, 2007-2012, Version 1, Février 2012. Rapport SPN 2012-27. Paris : Muséum National d'Histoire Naturelle - Service du Patrimoine Naturel, 76 p. + annexes.

BESNARD A. & CARRICABURU J.-C., 2011 - Les tests de puissance pour optimiser les protocoles de suivis. *Espaces Naturels*, 34, p. 41.

BEUDIN T., LAFON P. & LE FOULER A., 2016 – *Évaluation et suivi de l'état de conservation des prairies alluviales d'Aquitaine*. Audenge : Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique ; Bordeaux : DREAL Aquitaine, 23 p.

BORCARD D., GILLET F. & LEGENDRE P., 2018 – *Numerical ecology with R*. 2nd edition. Cham : Springer, 435 p.

BOSSARD C., 2013 - *Évaluation de l'état de conservation des pelouses sèches du site Natura 2000 « Pelouses à orchidées, habitats rocheux du Revermont et gorges de l'Ain » (n° FR 8201640)*. Rapport de stage. Syndicat Mixte Interdépartemental du Suran et de ses Affluents / Institut de Biologie et d'Écologie Appliquée. 69 p.

BOUSCARY P., 2019 - *Cartographie par télédétection spatiale des pelouses calcicoles de nouvelle-aquitaine : production et application d'une méthodologie expérimentale*. Rapport de stage.

Audenge : Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique, Pessac : Université Bordeaux Montaigne. 65 p.

BOUTIN M., CORCKET E., ALARD D., VILLAR L., JIMENEZ J.-J., BLAIX C., LEMAIRE C., CORRIOL G., LAMAZE T. & PORNON A., 2017 - Nitrogen deposition and climate change have increased vascular plant species richness and altered the composition of grazed subalpine grasslands. *Journal of Ecology*, 105 (5), pp. 1199–1209.

BOUZILLE J.-B., 2007 - *Gestion des habitats naturels et biodiversité : Concepts, méthodes et démarches*. Paris : Ed. Tec & doc, 331 p.

CANTARELLO E. & NEWTON A., 2008 - Towards cost-effective indicators to maintain Natura 2000 sites in favourable conservation status. Preliminary results from Cansiglio and New Forest. *Forest, Biogeosciences and Forestry*, 1, pp. 75-80.

CAILLAUD M. & LE FOULER A., 2018 (à paraître) - *Suivi et évaluation de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire des étangs arrière-littoraux d'Aquitaine. Méthodologie, grille d'évaluation et analyse diachronique 2012-2018*. Audenge : Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique, 64 p + annexes.

CARNINO N., 2009 - *Etat de conservation des habitats d'intérêt communautaire à l'échelle du site. Méthode d'évaluation des habitats forestiers*. Paris : Muséum National d'Histoire Naturelle, Office National des Forêts, 49 p. + annexes.

CHARLES M. & VIRY D., 2015 - *Etat de conservation des mares temporaires méditerranéennes (3170), habitat d'intérêt communautaire, méthode d'évaluation à l'échelle du site*. Rapport d'étude, Version 1. Rapport SPN 2015-56. Paris : Muséum National d'Histoire Naturelle - Service du Patrimoine Naturel ; Vincennes : Office National de l'Eau et des Marais Atlantiques, 64 p.

CEN Auvergne, 2017 - *Mise en œuvre du Document d'Objectifs du site Natura 2000 n°FR8301036 « Vallées et coteaux thermophiles du nord de Clermont-Ferrand », animation de la mise en œuvre, compte rendu d'exécution, Evaluation de l'état de conservation de l'habitat d'intérêt communautaire 6210 « Pelouses sèches semi-naturelles et faciès d'embuissonnement sur calcaires »*. Clermont-Ferrand : DREAL Auvergne ; Riom : CEN Auvergne. 31 pages.

CHYTRY M., TICHY L., HOLT J. & BOTTA-DUKAT Z., 2002 - Determination of diagnostic species with statistical fidelity measures. *Journal of vegetation science*, 13, pp. 79-90.

COMMISSION EUROPEENNE, 1992 - *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 (DHFF)*. [en ligne]. URL : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000339498>

COMMISSION EUROPEENNE, 1996 - 97/266/CE : Décision de la Commission du 18 décembre 1996 concernant le formulaire d'information d'un site proposé comme site Natura 2000. *Journal Officiel* n° L107 du 24/04/1997, pp. 0001-0156.

COMMISSION EUROPEENNE, 2005 - *Note to the Habitats Committee. Assessment, monitoring and reporting of conservation status. Preparing the 2001-2007 report under Article 17 of the Habitats Directive (DocHab-04-03/03 rev.3)*. Bruxelles : European Commission, DG Environment, 10 p. + annexes.

DAVID R., 2018 - *Développement d'indicateurs de sensibilité climatique des espèces végétales en Nouvelle-Aquitaine - Les Sentinelles du Climat*. Rapport. Audenge : Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique. 91p.

DIEKMANN M., JANDT U., ALARD D., BLEEKER A., CORCKET E., GOWING D. J., STEVENS C. J. & DUPRÈ C., 2014 - Long-term changes in calcareous grassland vegetation in North-western Germany—No decline in species richness, but a shift in species composition. *Biological conservation*, 172, pp. 170–179.

DUPRÈ, C., STEVENS, C.J., RANKE, T., BLEEKER, A., PEPPLER-LISBACH, C., GOWING, D.J., DISE, N.B., DORLAND, E.D.U., BOBBINK, R., DIEKMANN, M., 2010 - Changes in species richness and composition in European acidic grasslands over the past 70 years: the contribution of cumulative atmospheric nitrogen deposition. *Global Change Biology* 16, pp. 344–357.

DUTOIT T. & ALARD D., 1996 - Les pelouses calcicoles du nord-ouest de l'Europe (*Brometalia erecti* Br. Bl. 1936) : analyse bibliographique. *Ecologie*, tome 27 (1), pp. 5-34.

FOUCAULT B. (de), 2010 - Contribution au prodrome des végétations de France : les *Littorelletea uniflorae* Braun-Blanq. & Tüxen ex Westhoff, Dijk, Passchier & Sissingh 1946. *J. Bot. Soc. Bot. France*, 52, pp. 43-78.

FOUCAULT B. (de), 2013a - Contribution au prodrome des végétations de France : les *Isoëtetea velatae* de Foucault 1988 et les *Juncetea bufonii* de Foucault 1988 (« Isoëto – *Nanojuncetea bufonii* ») (Partie 1). *J. Bot. Soc. France*, 62, pp. 35-70.

FOUCAULT B. (de), 2013b - Contribution au prodrome des végétations de France : les *Isoëtetea velatae* de Foucault 1988 et les *Juncetea bufonii* de Foucault 1988 (« Isoëto – *Nanojuncetea bufonii* ») (partie 2). *J. Bot. Soc. France*, 63, pp. 63-109.

FY F. & BISSOT R., 2014. – *Mise en place et évaluation de l'état de conservation des végétations des pelouses calcicoles sur les sites Natura 2000 de Poitou-Charentes*. Audenge : Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique, 44 p.

GAUDILLAT V., ARGAGNON O., BENSETTITI, F., BIORET F., BOULLET V., CAUSSE G., CHOISNET G., COIGNON B., DE FOUCAULT B., DELASSUS L., DUHAMEL F., FERNEZ TH., HERARD K., LAFON P., LE FOULER A., PANAÏOTIS C., PONCET R., PRUD'HOMME F., ROUYEYROL P. & VILLARET J.-C., 2018 - *Habitats d'intérêt communautaire : actualisation des interprétations des Cahiers d'habitats*. Version 1, mars 2018. Rapport UMS PatriNat 2017-104. Paris : MNHN/UMS PatriNat, FCBN, MTES, 62 p.

GARGOMINY O., TERCERIE S., REGNIER C., RAMAGE T., DUPONT P., DASZKIEWICZ P. & PONCET L., 2018 - *TAXREF v12, référentiel taxonomique pour la France : méthodologie, mise en œuvre et diffusion*. Paris : MNHN, 117 p.

GARGOMINY O., TERCERIE S., REGNIER C., RAMAGE T., DUPONT P., VANDEL E., DASZKIEWICZ P., LEOTARD G., COURTECUISSIE R., LEVEQUE A., LEBLOND S., DE MASSARY J.-C., DEWYNTER M., HORELLOU A., NOEL P., NOBLECOURT T., COMOLET J., TOUROULT J., BARBUT J., ROME Q., BERNARD J.-F., BOCK B., MALECOT V., BOULLET V., HUGONNOT V., ROBBERT GRADSTEIN S., LAVOCAT BERNARD E. & AH-PENG C., 2017 - *TAXREF v11.0, référentiel taxonomique pour la France*. Archive de téléchargement contenant 5 fichiers [en ligne]. Paris : Muséum National d'Histoire Naturelle. URL : <https://inpn.mnhn.fr/telechargement/referentielEspece/taxref/11.0/menu#>

GAUDNIK C., CORCKET E., CLÉMENT B., DELMAS C. E., GOMBERT-COURVOISIER S., MULLER S., STEVENS C. J. & ALARD D., 2011 - Detecting the footprint of changing atmospheric nitrogen deposition loads on acid grasslands in the context of climate change. *Global Change Biology*, 17 (11), pp. 3351–3365.

HILL M.-O., 1979 - *TWINSpan—A Fortran Program for Arranging Multivariate Data in an Ordered Two-way Table by Classification of The Individuals and Attributes*. Rapport. Ithaca: Section of Ecology and Systematics, Cornell University. 90 p.

HOBBS R.-J. & NORTON D.-A., 2006 - Towards a conceptual framework for restoration ecology. *Restoration ecology*, 4, pp. 93-110.

JULVE P., 2018 - *Baseflor. Base de données pour la flore de France. CATMINAT* [en ligne].
URL : <http://philippe.julve.pagesperso-orange.fr/catminat.htm>)

KIRDMAN L.-K., BARNETT A., WILLIAMS B.-W., HIERS J.-K., POKSWINSKI S.-M. & MITCHELL R.-J., 2013 - A dynamic reference model : a framework for assessing biodiversity restoration goals in a fire-dependant ecosystem. *Ecological applications*, 23, pp. 1574-1587.

KLESCZEWSKI M., 2012 - *Évaluation de l'état de conservation des Habitats d'Intérêt Communautaire contractualisés en Lozère*. Guide méthodologique. Conservatoire des Espaces Naturels Languedoc-Roussillon, 159 p.

L.-K., BARNETT A., WILLIAMS B.-W., HIERS J.-K., POKSWINSKI S.-M. & MITCHELL R.-J., 2013 - A dynamic reference KIRDMAN model : a framework for assessing biodiversity restoration goals in a fire-dependant ecosystem. *Ecological applications*, 23, pp. 1574-1587.

LAFON P. & LE FOULER A., 2014 – *Suivi des végétations de landes et tourbières acidiphiles d'Aquitaine - Méthode et mise en place*. Audenge : Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique ; Bordeaux : DREAL Aquitaine, 19 p. (+ annexes).

LAFON P., BISSOT R., GOUEL S., LEVY W. & CAZE G., 2015 - *Synopsis des végétations du territoire d'agrément du Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique*. Version du 22/01/2018. Base de données interne non publiée.

LAFON P., LE FOULER A. & MASSART P., 2015 – *Suivi des végétations des dunes non boisées d'Aquitaine. Propositions d'adaptations méthodologiques*. Audenge : Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique ; Bordeaux : DREAL Aquitaine.

LE FOULER A. & BLANCHARD F., 2011 – *Méthodologie d'évaluation et de suivi de l'état de conservation des lagunes du plateau landais et première lecture d'un échantillon de 86 lagunes. Vol. 1 : méthodologie et premiers résultats*. Audenge : Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique ; Bordeaux : DREAL Aquitaine, 38 p.

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, 12 p. + annexes.

LE FOULER A., 2012 – *Le suivi des végétations des rives des étangs arrière-littoraux d'Aquitaine - Méthode et premiers éléments*. Audenge : Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique ; Bordeaux : DREAL Aquitaine, 79 p.

LE FOULER A., 2012 - *Evaluation et suivi de l'état de conservation des végétations des rives des étangs arrière-littoraux d'Aquitaine. Méthode et mise en place*. Audenge : Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique, 72 p. + annexes.

LE FOULER A., 2013 - *Evaluation et suivi de l'état de conservation des pelouses calcicoles d'Aquitaine – Méthode et mise en place*. Audenge : Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique, 95 p. + annexes.

LEBART L., MORINEAU A. & PIRON M., 1995 – *Statistique exploratoire multidimensionnelle*. Paris : Dunod, 439 p.

LEGENDRE P. & LEGENDRE L. F. J., 2012 – *Numerical Ecology*. 3rd edition. Amsterdam: Elsevier, 1007 p.

LEPAREUR F., BERTRAND S., PAPUGA G. & RICHEUX M., 2013 - *État de conservation de l'habitat 1150 Lagunes côtières. Méthode d'évaluation à l'échelle du site. Guide d'application*. Version 1, Avril 2013. Rapport SPN 2013-14. Paris : Muséum National d'Histoire Naturelle - Service du Patrimoine Naturel ; Arles : Pôle-relais lagunes méditerranéennes ; Montpellier : Conservatoire des Espaces Naturels Languedoc-Roussillon, 107 p.

LOUVEL J. & GAUDILLAT V., 2013 – *EUNIS, European Nature Information System, Système d'information européen sur la nature : classification des habitats : traduction française : habitats terrestres et d'eau douce*. Paris : Muséum National d'Histoire Naturelle.

MACIEJEWSKI L., 2010 - *Méthodologie d'élaboration des listes d'espèces typiques pour des habitats forestiers d'intérêt communautaire en vue de l'évaluation de leur état de conservation*. Rapport SPN 2010-12. Paris : Muséum National d'Histoire Naturelle - Service du Patrimoine Naturel, 48 p. + annexes.

MACIEJEWSKI L., 2012 - *État de conservation des habitats agropastoraux d'intérêt communautaire, Méthode d'évaluation à l'échelle du site. Guide d'application*. Version 1, Février 2012, Rapport SPN 2012-22. Paris : Muséum National d'Histoire Naturelle - Service du Patrimoine Naturel, 64 p.

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. Rapport SPN 2016-75, Mars 2016. Paris : Muséum National d'Histoire Naturelle - Service du Patrimoine Naturel, 82 p.

MACIEJEWSKI L., SEYTRE L., VAN ES J., DUPONT P. 2015 - *État de conservation des habitats agropastoraux d'intérêt communautaire, Méthode d'évaluation à l'échelle du site. Guide d'application*. Version 3. Rapport SPN 2015 - 43, Avril 2015. Paris : Service du patrimoine naturel, Muséum national d'Histoire naturelle, 194 p.

MALLARD F. (coord.), 2018 - *Programme les sentinelles du climat –Tome VI : Résultats exploratoires des indicateurs des effets du changement climatique sur la biodiversité en Nouvelle-Aquitaine*. C. Nature : Le Haillan, Gironde, 805p

MALLARD F. (coord.), 2019 - *Programme les sentinelles du climat – Tome VIII : Écologie du changement climatique en région Nouvelle-Aquitaine*. C. Nature : Le Haillan, Gironde, 605 p.

MAUBERT P., DUTOIT T., 1995 – *Connaître et gérer les pelouses calcicoles*. Cahier ATEN Montpellier : ATEN, Ministère de l'Environnement, 65 p.

MISTARZ M., 2016 - *Etat de conservation des habitats des eaux dormantes d'intérêt communautaire. Méthode d'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000*. Rapport préliminaire. Rapport SPN 2016-104. Paris : Muséum National d'Histoire Naturelle - Service du Patrimoine Naturel ; Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques, 76 p.

PENIL C. & MICHON J., 2017 - *L'état de conservation des habitats et espèces aquatiques d'eau douce d'intérêt communautaire*. Les synthèses EauFrance, 14. Vincennes : Agence Française pour la Biodiversité, 16 p.

POIREL A., 2013 - *Élaboration d'une méthode d'évaluation de l'état de conservation et caractérisation phytosociologique de pelouses calcicoles : Cas de la Réserve Naturelle Nationale de la vallée d'Eyne*. Mémoire de fin d'études. Paris : Agro Paris Tech ; Prades : Réserve Naturelle de la vallée d'Eyne. 70 p. + annexes

POPY B., 2011 - Les indicateurs, entre science et politique. *Espaces naturels*, 33, pp. 22-23.

R core team., 2019 - R: The R Project for Statistical Computing. [en ligne] URL: <https://www.r-project.org/>

RAMEAU J.-C., MANSION D., DUME G. & GAUBERVILLE C., 2018 – *Flore forestière française. Guide écologique illustré. Tome 1 - Plaines et collines - Nouvelle édition*. Paris : Institut pour le Développement Forestier., 2 464 p.

STODDARD J.-L., LARSEN D.-P., HAWKINS C.-P., JOHNSON R.-K. & NORRIS R.-H., 2006 - Setting expectations for the ecological condition of streams : the concept of reference condition. *Ecological applications*, 16 (4), pp. 1267-1276.

TICHÝ L., 2002 - JUICE, software for vegetation classification. *Journal of vegetation science*, 13 (3), pp. 451–453.

WOODLEY S. & KAY J., 1993 - *Ecological integrity and the management of ecosystems*. Boca Raton: CRC Press, 221 p

X. Annexes

Annexe I – Liste des participants et compte rendu du Comité technique sur les pelouses calcicoles de Nouvelle-Aquitaine.....	II
Annexe II – Méthodologie d'évaluation par indices développées par le MNHN	IV
Annexe III – Groupes retenus pour les taxons « complexes »	V
Annexe IV – Désignation des dispositifs de suivis	VII
Annexe V – Organisation et éléments constitutifs de la base de données de suivi (exemple à titre indicatif).....	XI
Annexe VI – Libellés, catégories et signification des indices écologiques issus de Baseflor	XII
Annexe VII – Types biologiques d'après Baseflor et simplifications	XIV
Annexe VIII – Types chorologiques d'après Baseflor et simplifications	XV
Annexe IX – Ordination des dispositifs sur les dimensions 1 et 3 par ACP et par AFC.....	XVI
Annexe X – Ordination des variables illustratives et actives sur les dimensions 1 et 3 par ACP et des taxons par AFC.....	XVIII
Annexe XI – Carte factorielle et dendrogramme issus de la première classification avec les 72 premières lectures de dispositifs	XX
Annexe XII – Appartenance des dispositifs aux différents groupes	XXII
Annexe XIII – Tableau d'évolution des taxons en termes d'occurrence et de fréquence moyenne ainsi que leur niveau d'indication des processus de fermeture du milieu et de dérive trophique	XXIII
Annexe XIV – Histogrammes et boxplots des quadrats pour le nombre de taxons arborés, arbustifs, chaméphytes, thérophytes, géophytes et hémicryptophytes cespiteux.....	XXX
Annexe XV – Notation retenue pour les listes de taxons indicateurs de fermeture du milieu et de dérive trophique.....	XXXI
Annexe XVI – Graphes de la distribution et boxplots des quadrats des indices de fermeture du milieu et de dérive trophique pour le groupe 2 PMED et le groupe 3 PPICT	XXXII
Annexe XVII – Evolution du spectre chorologique	XXXIII
Annexe XVIII – Bordereau d'évaluation d'état de conservation : HIC des pelouses calcicoles de la Nouvelle-Aquitaine.....	XXXV
Annexe XIX – Notice d'utilisation du bordereau d'évaluation	XXXIX

Annexe I – Liste des participants et compte rendu du Comité technique sur les pelouses calcicoles de Nouvelle-Aquitaine.

LISTE DES PARTENAIRES PARTICIPANTS AU COMITE TECHNIQUE DU 07/05/2019

Nom	Prénom	Fonction	Organisme
BARTOLUCCI	Jean-Christophe	Chargé de missions	CEN Aquitaine
DUFFAU	Matthieu	Chargé de missions	CEN Aquitaine
DUHAZE	Benoît	Chargé de missions	CEN Aquitaine
HERVOUET	Florent	Chargé de missions	CEN Aquitaine
LABOUREL	Vincent	Chargé de missions	CEN Aquitaine
QUERO	Nolwenn	Chargée de missions	CEN Aquitaine
VALY	Nicolas	Responsable antenne Gironde	CEN Aquitaine
SUAREZ	David	Chargé de mission	Charente Nature
RENON	Leïla	Chargée de mission NATURA 2000	Communaute d'Agglomération Royan Atlantique
ADAM	Mélanie	Responsable antenne Charente	CREN PC
GUENIN	Estèle	Chargée de missions continuités écologiques-compensation	CREN PC
TARTARE	Cécile	Chargée de missions territoriales	CREN PC
VALLEE	Amandine	Chargée de missions	CREN PC
VIDAL	Justine	Chargée de missions	CREN PC
HAMEL	Sébastien	Référent Natura 2000	DDT Charente
BONNET	Mathilde	Chargée de missions Natura 2000	DREAL Nouvelle-Aquitaine
DUMAITRE	Alexandre	Chargé de missions Natura 2000	DREAL Nouvelle-Aquitaine
LEMOINE	Suzy	Animatrice Natura 2000	Landes Nature
BRUGEL	Eric	Chef de projet	LPO
JANSANA	Marion	Animatrice Natura 2000	LPO
REVOL	Morgane	Chargée de missions Natura 2000	LPO
JACQUELIN	Sandrine	Animatrice Natura 2000	Office National des Forêts
DEVILLEGER	Cédric	Animateur Natura 2000	PNR Périgord-Limousin
ROUAUD	Cécilia	Animatrice Natura 2000	PNR Périgord-Limousin
ALARD	Didier	Professeur	Université Bordeaux

Le Comité technique portant sur la thématique des pelouses calcicoles dans le cadre de Natura 2000 s'est tenu le 7 mai 2019 à Angoulême. La journée s'est organisée en deux parties. La première en salle, avec l'intervention d'Alexandre Dumaitre de la DREAL Nouvelle-Aquitaine pour présenter le contexte régional et le lancement du programme, suivie d'une introduction par Grégory Caze, directeur scientifique du CBNSA, sur l'implication des CBN à travers notamment 3 missions :

- Le suivi et l'évaluation de l'état de conservation des pelouses calcicoles ;
- La télédétection des pelouses calcicoles ;
- L'amélioration des connaissances sur les habitats de pelouses.

Ces dernières ont été ensuite développées par les différents référents du CBNSA accompagnées de diaporamas. Le premier point a permis de proposer puis de valider le protocole de suivi et le plan d'échantillonnage (sélection des sites et localisation des dispositifs) avec les partenaires. La méthodologie d'évaluation par la grille a été succinctement abordée mais les travaux n'étaient pas encore suffisamment avancés pour aller plus loin. Ensuite, la méthode, les objectifs fixés et les premiers éléments de l'axe de travail de télédétection ont été présentés. Le volet amélioration des connaissances sur les végétations calcicoles (pelouses sèches calcicoles et végétations associées des plaines et coteaux calcaires et bas-marais, prés paratourbeux alcalins et sources pétrifiantes) a clôturé les présentations. Cette vaste étude de trois ans vise à combler les lacunes de connaissances phytosociologiques sur ces habitats afin de constituer un référentiel typologique nécessaire à la révision ou à l'actualisation des cartographies de sites Natura 2000.

La seconde partie du Comité technique s'est déroulée sur le terrain. L'équipe du Poitou-Charentes du CEN NA a accueilli les participants sur le site des Meulières et les Chaumes de Vignac (commune de Roullet-Saint-Estèphe) afin de mettre en pratique le protocole de suivi et de continuer les échanges sur le sujet des pelouses calcicoles.



Les différents éléments abordés ici et lors du Comité technique sont détaillés dans des actualités sur le site de l'Observatoire de la biodiversité végétale de Nouvelle-Aquitaine (cf. liens ci-dessous). Les présentations et le protocole de suivi sont également accessibles par ce biais.

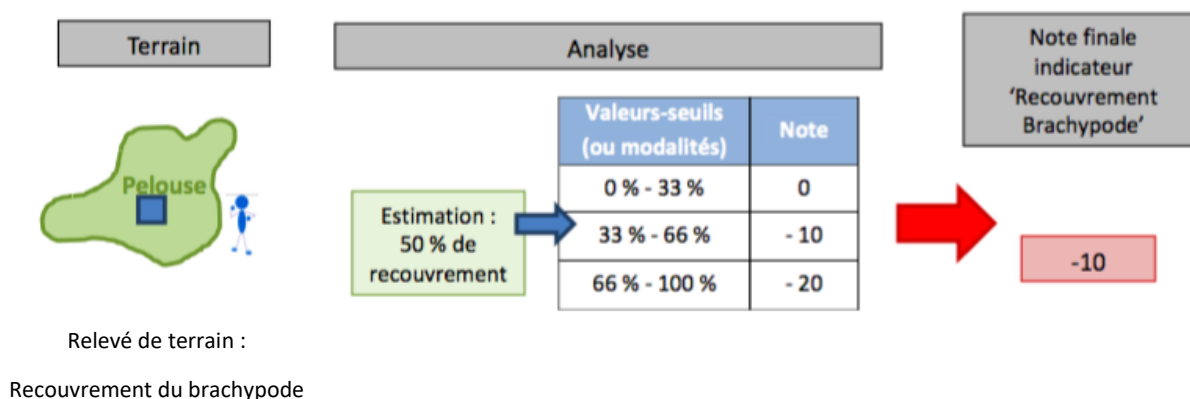
<https://obv-na.fr/actualite/11576> ; <https://obv-na.fr/actualite/11541> ; <https://obv-na.fr/actualite/11576>

Annexe II – Méthodologie d'évaluation par indices développée par le MNHN

Niveaux des états de conservation par feux tricolores

Etat de conservation	Couleur de l'indicateur	Symbole
Favorable	Vert	FV
Défavorable inadéquat	Orange	U1
Défavorable mauvais	Rouge	U2
Non évalué	Gris	XX

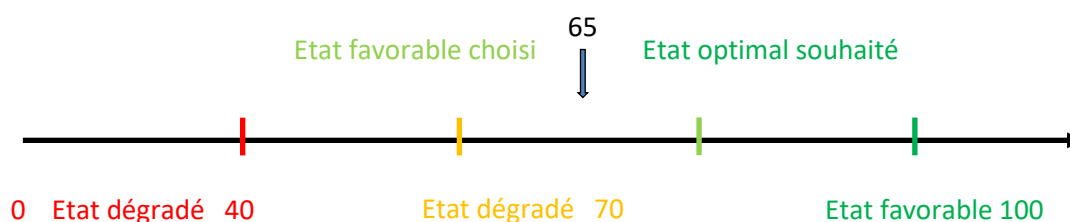
Du relevé de terrain à l'attribution d'une note par indicateur (Maciejewski, 2016)



Calcul d'une note globale (Maciejewski, 2016)

Indicateurs	Valeurs-seuils (ou modalités)	Note
A	0 < A < 3	0
	3 < A < 6	-5
	6 < A < 9	-10
B	100 % > B > 80 %	0
	80 % > B > 20 %	-10
	20 % > B > 0 %	-20
C	C > 10	0
	C < 10	-15
Note finale		100 - 0 - 20 - 15 = 65

Positionnement de la note globale et détermination de l'état de conservation de l'HIC (D'après Maciejewski, 2016)



Annexe III – Groupes retenus pour les taxons « complexes »

Taxon / groupe retenu	Taxon cité
<i>Arenaria gr. serpyllifolia</i>	<i>Arenaria leptoclados</i> (Rchb.) Guss., 1844
	<i>Arenaria serpyllifolia</i> L., 1753
<i>Brachypodium rupestre</i> (Host) Roem. & Schult., 1817	<i>Brachypodium pinnatum</i> (L.) P.Beauv., 1812
	<i>Brachypodium rupestre</i> (Host) Roem. & Schult., 1817
<i>Centaurea gr. jacea</i>	<i>Centaurea jacea</i> L., 1753
	<i>Centaurea jacea</i> subsp. <i>jacea</i> L., 1753
	<i>Centaurea jacea</i> subsp. <i>timbalii</i> (Martrin-Donos) Braun-Blanq., 1952
<i>Centaurea gr. decipiens</i>	<i>Centaurea decipiens</i> Thuill., 1799
	<i>Centaurea nemoralis</i>
	<i>Centaurea jacea</i> subsp. <i>grandiflora</i>
	<i>Centaurea debeauxii</i>
	<i>Centaurea microptilon</i>
<i>Cerastium gr. pumilum</i>	<i>Cerastium pumilum</i> Curtis, 1777
	<i>Cerastium glutinosum</i>
<i>Dactylis glomerata</i> L., 1753	<i>Dactylis glomerata</i> subsp. <i>glomerata</i> L., 1753
	<i>Dactylis glomerata</i> subsp. <i>hispanica</i> (Roth) Nyman, 1882
<i>Euphrasia gr. stricta</i>	<i>Euphrasia pectinata</i> Ten., 1815
	<i>Euphrasia stricta</i> D.Wolff ex J.F.Lehm., 1809
<i>Galium gr. album</i>	<i>Galium album</i> Mill., 1768
	<i>Galium mollugo</i> L., 1753
	<i>Galium x pomeranicum</i> Retz., 1795
<i>Galium gr. pumilum</i>	<i>Galium pumilum</i> Murray, 1770
	<i>Galium timeroi</i> Jord., 1846
<i>Gymnadenia gr. conopsea</i>	<i>Gymnadenia conopsea</i> (L.) R.Br., 1813
	<i>Gymnadenia pyrenaica</i> (Philippe) Giraudias, 1892
<i>Leucanthemum gr. vulgare</i>	<i>Leucanthemum ircutianum</i> DC., 1838
	<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam., 1779
<i>Myosotis gr. discolor</i>	<i>Myosotis discolor</i> Pers., 1797
	<i>Myosotis dubia</i>
<i>Ononis gr. pusilla / striata</i>	<i>Ononis pusilla</i> L., 1759
	<i>Ononis striata</i> Gouan, 1773
<i>Platanthera bifolia / chlorantha</i>	<i>Platanthera bifolia</i> (L.) Rich., 1817
	<i>Platanthera chlorantha</i> (Custer) Rchb., 1828
	<i>Platanthera</i> Rich., 1817

<i>Quercus gr. pubescens</i>	<i>Quercus pubescens</i> Willd., 1805
	<i>Quercus x kernerii</i> Simkovic, 1883
	<i>Quercus x streimeri</i> Heuff. ex Freyn, 1878
	<i>Quercus x subalbescens</i> A.Camus, 1939
<i>Rosa gr. rubiginosa</i>	<i>Rosa agrestis</i> Savi, 1798
	<i>Rosa micrantha</i> Borrer ex Sm., 1812
<i>Rosa gr. arvensis</i>	<i>Rosa arvensis</i> Huds., 1762
	<i>Rosa sempervirens</i> L., 1753
<i>Rubus</i> L., 1753	<i>Rubus caesius</i> L., 1753
	<i>Rubus fruticosus</i> L., 1753
	<i>Rubus</i> L., 1753
	<i>Rubus</i> Sect. <i>rubus</i>
<i>Taraxacum</i> F.H.Wigg., 1780	<i>Taraxacum erythrospermum</i> Andr. ex Besser, 1821
	<i>Taraxacum tortilobum</i> Florstr., 1914
	<i>Taraxacum</i> F.H.Wigg., 1780
<i>Thymus gr. praecox</i>	<i>Thymus gr. praecox</i>
	<i>Thymus longicaulis</i> auct.
	<i>Thymus praecox</i> Opiz, 1824
<i>Veronica gr. prostrata</i>	<i>Veronica scheererii</i>
	<i>Veronica orsiniana</i> Ten., 1830
	<i>Veronica prostrata</i> L., 1762
<i>Vicia gr. cracca</i>	<i>Vicia cracca</i> L., 1753
	<i>Vicia tenuifolia</i> Roth, 1788
	<i>Vicia villosa</i>
<i>Vicia gr. sativa</i>	<i>Vicia sativa</i> L., 1753
	<i>Vicia sativa</i> subsp. <i>sativa</i> L., 1753
	<i>Vicia segetalis</i> Thuill., 1799
	<i>Vicia angustifolia</i> L., 1759

Annexe IV – Désignation des dispositifs de suivis

Code site et lecture	Nom du site	Code du dispositif	Années de lecture	Numéro de lecture	Longitude	Latitude
ARG01a	Plateau d'Argentine	20130530-ALF01Q	2013	L1	0,385414	45,4666346
ARG01b	Plateau d'Argentine	20130530-ALF01Q	2017	L2	0,385414	45,4666346
ARG01c	Plateau d'Argentine	20130530-ALF01Q	2019	L3	0,385414	45,4666346
ARG02a	Plateau d'Argentine	20130531-ALF01Q	2013	L1	0,3889033	45,4662349
ARG02b	Plateau d'Argentine	20130531-ALF01Q	2019	L2	0,3889033	45,4662349
ARG03a	Plateau d'Argentine	20130531-ALF02Q	2013	L1	0,3842407	45,4633902
ARG03b	Plateau d'Argentine	20130531-ALF02Q	2019	L2	0,3842407	45,4633902
BDS01a	Coteaux du Boudouyssou	20130611-ALF01Q	2013	L1	0,9702916	44,3844296
BDS01b	Coteaux du Boudouyssou	20130611-ALF01Q	2017	L2	0,9702916	44,3844296
BDS01c	Coteaux du Boudouyssou	20130611-ALF01Q	2019	L3	0,9702916	44,3844296
BDS02a	Coteaux du Boudouyssou	20130612-ALF02Q	2013	L1	0,9792334	44,3892008
BDS02b	Coteaux du Boudouyssou	20130612-ALF02Q	2019	L2	0,9792334	44,3892008
BDS03a	Coteaux du Boudouyssou	20130610-ALF01Q	2013	L1	0,9577894	44,3791007
BDS03b	Coteaux du Boudouyssou	20130610-ALF01Q	2019	L2	0,9577894	44,3791007
BDS05a	Coteaux du Boudouyssou	20130606-ALF01Q	2013	L1	1,0343284	44,3853309
BDS05b	Coteaux de Casserouge et Vidalot	20130606-ALF01Q	2019	L2	1,0343284	44,3853309
BOI01a	Chaumes de Boissières	20120514-FFQ1	2011-2013	L1	-0,079537	45,597588
BOI01b	Chaumes de Boissières	20120514-FFQ1	2019	L2	-0,079537	45,597588
BOI05a	Chaumes de Boissières	20120514-RBQ5	2011-2013	L1	-0,080251	45,597929
BOI05b	Chaumes de Boissières	20120514-RBQ5	2019	L2	-0,080251	45,597929
BOI14a	Chaumes de Boissières	20120615-RBQ1	2011-2013	L1	-0,068483	45,595179
BOI14b	Chaumes de Boissières	20120615-RBQ1	2019	L2	-0,068483	45,595179
BOU05a	Coteaux de Marsac	20120619-FFQ1	2011-2013	L1	0,060997	45,746478
BOU05b	Coteaux de Marsac	20120619-FFQ1	2019	L2	0,060997	45,746478
BOU06a	Coteaux de Marsac	20120619-FFQ2	2011-2013	L1	0,059594	45,745929
BOU06b	Coteaux de Marsac	20120619-FFQ2	2019	L2	0,059594	45,745929
BOU10a	Coteaux de Marsac	20120619-RBQ3	2011-2013	L1	0,052764	45,753414
BOU10b	Coteaux de Marsac	20120619-RBQ3	2019	L2	0,052764	45,753414
BRE01a	Coteaux du Breuilh	20170704-KR01Q	2017	L1	0,45122478	45,2596951
BRE01b	Coteaux du Breuilh	20170704-KR01Q	2019	L2	0,45122478	45,2596951
BRZ01a	Coteaux de Borrèze	20130626-ALF01Q	2013	L1	1,3982338	44,9507337
BRZ01b	Coteaux de Borrèze	20130626-ALF01Q	2017	L2	1,3982338	44,9507337
BRZ01c	Coteaux de Borrèze	20130626-ALF01Q	2019	L3	1,3982338	44,9507337
CAD02a	Coteaux de Castetpugon et Cadillon	20170621-KR01Q	2017	L1	-0,1633213	43,5270701
CAD02b	Coteaux de Castetpugon et Cadillon	20170621-KR01Q	2019	L2	-0,1633213	43,5270701
CHA02a	Coteaux St Laurent de Cognac	20120627-FFQ2	2011-2013	L1	-0,26332	45,671048
CHA02b	Coteaux St Laurent de Cognac	20120627-FFQ2	2019	L2	-0,26332	45,671048

CHA05a	Coteaux St Laurent de Cognac	20120627-RBQ2	2011-2013	L1	-0,265297	45,6692
CHA05b	Coteaux St Laurent de Cognac	20120627-RBQ2	2019	L2	-0,265297	45,6692
CHA06a	Coteaux St Laurent de Cognac	20120627-RBQ3	2011-2013	L1	-0,256265	45,672591
CHA06b	Coteaux St Laurent de Cognac	20120627-RBQ3	2019	L2	-0,256265	45,672591
DAG01a	Causses de Daglan	20130627-ALF02Q	2013	L1	1,1345384	44,7399463
DAG01b	Causses de Daglan	20130627-ALF02Q	2019	L2	1,1345384	44,7399463
DAG02a	Causses de Daglan	20130625-ALF01Q	2013	L1	1,1250168	44,7422108
DAG02b	Causses de Daglan	20130625-ALF01Q	2017	L2	1,1250168	44,7422108
DAG02c	Causses de Daglan	20130625-ALF01Q	2019	L3	1,1250168	44,7422108
DAG04a	Causses de Daglan	20130625-ALF02Q	2013	L1	1,1587998	44,7311739
DAG04b	Causses de Daglan	20130625-ALF02Q	2019	L2	1,1587998	44,7311739
DAG05a	Causses de Daglan	20130624-ALF01Q	2013	L1	1,1637398	44,7275647
DAG05b	Causses de Daglan	20130624-ALF01Q	2019	L2	1,1637398	44,7275647
DRO01a	Coteaux de St Pardoux de Drone	20170523-KR01Q	2017	L1	0,40437515	45,2249798
DRO01b	Coteaux de St Pardoux de Drone	20170523-KR01Q	2019	L2	0,40437515	45,2249798
EST08a	Coteaux de Chenac et Mortagne	20130904-RBQ2	2011-2013	L1	-0,815229	45,506852
EST08b	Coteaux de Chenac et Mortagne	20130904-RBQ2	2019	L2	-0,815229	45,506852
EYB01a	Coteaux de Borrezèze	20130626-ALF02Q	2013	L1	1,3891937	44,9368858
EYB01b	Coteaux de Borrezèze	20130626-ALF02Q	2017	L2	1,3891937	44,9368858
EYB01c	Coteaux de Borrezèze	20130626-ALF02Q	2019	L3	1,3891937	44,9368858
FRG01a	Coteaux de la Vézère	20170522-KR01Q	2017	L1	1,19727398	45,1251306
FRG01b	Coteaux de la Vézère	20170522-KR01Q	2018	L2	1,19727398	45,1251306
FRG01c	Coteaux de la Vézère	20170522-KR01Q	2019	L3	1,19727398	45,1251306
GAS01a	Coteaux des Gascons	20130613-ALF01Q	2013	L1	0,8232913	44,1672604
GAS01b	Coteaux des Gascons	20130613-ALF01Q	2019	L2	0,8232913	44,1672604
GAS02a	Coteaux des Gascons	20130613-ALF02Q	2013	L1	0,8147016	44,1641524
GAS02b	Coteaux des Gascons	20130613-ALF02Q	2019	L2	0,8147016	44,1641524
GAS03a	Coteaux des Gascons	20170601-EV01Q	2017	L1	0,81023325	44,15381547
GAS03b	Coteaux des Gascons	20170601-EV01Q	2019	L2	0,81023325	44,15381547
LEM01a	Coteaux de la Lémance	20130603-ALF01Q	2013	L1	0,9764127	44,5874327
LEM01b	Coteaux de la Lémance	20130603-ALF01Q	2019	L2	0,9764127	44,5874327
LEM02a	Coteaux de la Lémance	20130604-ALF01Q	2013	L1	0,9669081	44,578845
LEM02b	Coteaux de la Lémance	20130604-ALF01Q	2019	L2	0,9669081	44,578845
LEM03a	Coteaux de la Lémance	20130604-ALF02Q	2013	L1	0,9516304	44,5768032
LEM03b	Coteaux de la Lémance	20130604-ALF02Q	2019	L2	0,9516304	44,5768032
LEM04a	Coteaux de la Lémance	20130605-ALF01Q	2013	L1	0,9971739	44,5844992
LEM04b	Coteaux de la Lémance	20130605-ALF01Q	2019	L2	0,9971739	44,5844992
LUS02a	Coteaux de Lussac	20110506-FFQ2	2011-2013	L1	0,765413	46,427526
LUS02b	Coteaux de Lussac	20110506-FFQ2	2019	L2	0,765413	46,427526
LUS08a	Coteaux de Lussac	20110517-FFQ1	2011-2013	L1	0,707381	46,408492
LUS08b	Coteaux de Lussac	20110517-FFQ1	2019	L2	0,707381	46,408492
LUS09a	Coteaux de Lussac	20110517-FFQ2	2011-2013	L1	0,707039	46,40844

LUS09b	Coteaux de Lussac	20110517-FFQ2	2019	L2	0,707039	46,40844
LUS19a	Coteaux de Lussac	20110523-FFQ2	2011-2013	L1	0,704883	46,409982
LUS19b	Coteaux de Lussac	20110523-FFQ2	2019	L2	0,704883	46,409982
LUS22a	Coteaux de Lussac	20110527-FFQ3	2011-2013	L1	0,7124	46,409552
LUS22b	Coteaux de Lussac	20110527-FFQ3	2019	L2	0,7124	46,409552
LUS26a	Coteaux de Lussac	20120522-DAQ1	2011-2013	L1	0,7218	46,406022
LUS26b	Coteaux de Lussac	20120522-DAQ1	2019	L2	0,7218	46,406022
LUS29a	Coteaux de Lussac	20120523-DAQ1	2011-2013	L1	0,736114	46,406525
LUS29b	Coteaux de Lussac	20120523-DAQ1	2019	L2	0,736114	46,406525
LUS31a	Coteaux de Lussac	20120523-DAQ3	2011-2013	L1	0,770632	46,402312
LUS31b	Coteaux de Lussac	20120523-DAQ3	2019	L2	0,770632	46,402312
LUS33a	Coteaux de Lussac	20120523-DAQ5	2011-2013	L1	0,767601	46,396796
LUS33b	Coteaux de Lussac	20120523-DAQ5	2019	L2	0,767601	46,396796
MONT07a	Coteaux du Montmorélien ouest	20130611-DAQ2	2011-2013	L1	0,058816	45,339693
MONT07b	Coteaux du Montmorélien ouest	20130611-DAQ2	2019	L2	0,058816	45,339693
MONT09a	Coteaux du Montmorélien ouest	20130611-DAQ5	2011-2013	L1	0,0306209	45,370036
MONT09b	Coteaux du Montmorélien ouest	20130611-DAQ5	2019	L2	0,0306209	45,370036
MONT19a	Coteaux du Montmorélien est	20110615-FFQ3	2011-2013	L1	0,152078	45,409032
MONT19b	Coteaux du Montmorélien est	20110615-FFQ3	2019	L2	0,152078	45,409032
MONT23a	Coteaux du Montmorélien est	20110623-FFQ1	2011-2013	L1	0,177411	45,428701
MONT23b	Coteaux du Montmorélien est	20110623-FFQ1	2019	L2	0,177411	45,428701
MONT24a	Coteaux du Montmorélien est	20110623-FFQ2	2011-2013	L1	0,175523	45,429796
MONT24b	Coteaux du Montmorélien est	20110623-FFQ2	2019	L2	0,175523	45,429796
MOU01a	Coteaux de Castetpugon et Cadillon	20170621-KR02Q	2017	L1	-0,2433094	43,5688185
MOU01b	Coteaux de Castetpugon et Cadillon	20170621-KR02Q	2019	L2	-0,2433094	43,5688185
NIZ01a	Coteaux de la Nizonne	20130528-ALF01Q	2013	L1	0,4955292	45,4846735
NIZ01b	Coteaux de la Nizonne	20130528-ALF01Q	2019	L2	0,4955292	45,4846735
NIZ02a	Coteaux de la Nizonne	20130529-ALF01Q	2013	L1	0,505115	45,4798573
NIZ02b	Coteaux de la Nizonne	20130529-ALF01Q	2019	L2	0,505115	45,4798573
NIZ03a	Coteaux de la Nizonne	20130529-ALF02Q	2013	L1	0,57422	45,47517
NIZ03b	Coteaux de la Nizonne	20130529-ALF02Q	2019	L2	0,57422	45,47517
PAN01a	Parc des coteaux	20170615-KR01Q	2017	L1	-0,5239695	44,8933882
PAN01b	Parc des coteaux	20170615-KR01Q	2019	L2	-0,5239695	44,8933882
PST01a	Pech de Pastur	20170531-KR01Q	2017	L1	0,56011485	44,4355603
PST01b	Pech de Pastur	20170531-KR01Q	2019	L2	0,56011485	44,4355603
PUJ01a	Coteaux de Pujols	20170512-KR01Q	2017	L1	-0,0417834	44,8012639
PUJ01b	Coteaux de Pujols	20170512-KR01Q	2018	L2	-0,0417834	44,8012639
PUJ01c	Coteaux de Pujols	20170512-KR01Q	2019	L3	-0,0417834	44,8012639
SEC02a	Chaumes de Sèchebec	20130624-FFQ2	2011-2013	L1	-0,7398275	45,8989851
SEC02b	Chaumes de Sèchebec	20130624-FFQ2	2019	L2	-0,7398275	45,8989851
SEC06a	Chaumes de Sèchebec	20130624-RBQ2	2011-2013	L1	-0,741122	45,900784
SEC06b	Chaumes de Sèchebec	20130624-RBQ2	2019	L2	-0,741122	45,900784

SEC09a	Chaumes de Sèchebec	20130625-RBQ2	2011-2013	L1	-0,738559	45,899687
SEC09b	Chaumes de Sèchebec	20130625-RBQ2	2019	L2	-0,738559	45,899687
THL01a	Tertre de Thouil	20170616-KR01Q	2017	L1	-0,3323353	44,9713242
THL01b	Tertre de Thouil	20170616-KR01Q	2019	L2	-0,3323353	44,9713242
TRM01a	Cingle de Tremolat	20170616-JCA01Q	2017	L1	0,82702183	44,885963
TRM01b	Cingle de Tremolat	20170616-JCA01Q	2019	L2	0,82702183	44,885963
TUR01a	Coteaux du Tursan	20130621-ALF01Q	2013	L1	-0,3689137	43,5722441
TUR01b	Coteaux du Tursan	20130621-ALF01Q	2017	L2	-0,3689137	43,5722441
TUR01c	Coteaux du Tursan	20130621-ALF01Q	2019	L3	-0,3689137	43,5722441
TUR02a	Coteaux du Tursan	20130620-ALF01Q	2013	L1	-0,3914723	43,6208275
TUR02b	Coteaux du Tursan	20130620-ALF01Q	2017	L2	-0,3914723	43,6208275
TUR02c	Coteaux du Tursan	20130620-ALF01Q	2019	L3	-0,3914723	43,6208275
TUR03a	Coteaux du Tursan	20130620-ALF02Q	2013	L1	-0,3805616	43,6125759
TUR03b	Coteaux du Tursan	20130620-ALF02Q	2019	L2	-0,3805616	43,6125759
TUR04a	Coteaux du Tursan	20130617-ALF01Q	2013	L1	-0,3906605	43,6317196
TUR04b	Coteaux du Tursan	20130617-ALF01Q	2019	L2	-0,3906605	43,6317196
VCP03a	Vallées calcaires péri-angoumoises ouest	20130514-FFQ3	2011-2013	L1	0,17800321	45,6089871
VCP03b	Vallées calcaires péri-angoumoises ouest	20130514-FFQ3	2019	L2	0,17800321	45,6089871
VCP09a	Vallées calcaires péri-angoumoises ouest	20130515-RBQ2	2011-2013	L1	0,137602	45,614296
VCP09b	Vallées calcaires péri-angoumoises ouest	20130515-RBQ2	2019	L2	0,137602	45,614296
VCP10a	Vallées calcaires péri-angoumoises ouest	20130515-RBQ3	2011-2013	L1	0,135959	45,616153
VCP10b	Vallées calcaires péri-angoumoises ouest	20130515-RBQ3	2019	L2	0,135959	45,616153
VIG01a	Chaumes du Vignac et Meulières	20120523-FFQ1	2011-2013	L1	0,051886	45,570033
VIG01b	Chaumes du Vignac et Meulières	20120523-FFQ1	2019	L2	0,051886	45,570033
VIG05a	Chaumes du Vignac et Meulières	20120523-RBQ1	2011-2013	L1	0,053749	45,571601
VIG05b	Chaumes du Vignac et Meulières	20120523-RBQ1	2019	L2	0,053749	45,571601
VIG21a	Chaumes du Vignac et Meulières	20120531-FFQ1	2011-2013	L1	0,051506	45,56998
VIG21b	Chaumes du Vignac et Meulières	20120531-FFQ1	2019	L2	0,051506	45,56998
VIG22a	Chaumes du Vignac et Meulières	20120531-FFQ2	2011-2013	L1	0,052793	45,567372
VIG22b	Chaumes du Vignac et Meulières	20120531-FFQ2	2019	L2	0,052793	45,567372
VIG23a	Chaumes du Vignac et Meulières	20120531-RBQ1	2011-2013	L1	0,05268562	45,5668899
VIG23b	Chaumes du Vignac et Meulières	20120531-RBQ1	2018	L2	0,05268562	45,5668899

Annexe V – Organisation et éléments constitutifs de la base de données de suivi (exemple à titre indicatif)

Dispositifs avec indication du code de lecture								
<div>Taxons</div> <div>(en fréquence par quadrat)</div>		Code_lecture	ARG02a	ARG02b	ARG03a	ARG03b	BDS02a	BDS02b
		Teucrium chamaedrys	33	78	11	11	11	11
		Thymus gr. praecox	100	67	89	100	0	11
		Brachypodium rupestre	6	0	0	0	22	89
		Seseli montanum	44	56	11	0	0	0
		Bromopsis erecta	0	6	0	0	0	0
		Hippocrepis comosa	0	11	0	0	89	100
		Carex flacca	0	0	0	0	100	100
		Pilosella officinarum	0	6	0	0	11	11
<div>Valeurs des indices</div>		Indic_lum	7,372	7,678	7,148	7,260	6,760	7,373
		Indic_temp	5,182	5,425	5,973	5,673	5,402	5,500
		Indic_conti	4,599	4,504	4,332	4,203	4,556	4,459
		Indic_H-atmo	4,328	4,249	4,481	4,384	4,715	4,658
		Indic_H-edaph	3,731	3,714	4,133	4,062	4,231	3,940
		Indic_pH	6,884	7,000	7,156	7,284	6,676	6,844
<div>Spectre chorologique</div> <div>(nombre de taxons par quadrat)</div>		Nb_atlantique	1	2	0	0	0	0
		Nb_eurasiatique	9	6	10	12	8	13
		Nb_europeen	10	2	11	9	3	10
		Nb_medit-atlantique	2	1	4	3	2	4
		Nb_mediterraneen	3	3	4	7	3	6
<div>Types biologiques</div> <div>(nombre de taxons par quadrat)</div>		Nb_chame	3	3	1	7	5	4
		Nb_geo	1	3	2	4	3	2
		Nb_hces	4	3	4	3	1	6
		Nb_H	4	1	11	10	3	6
<div>Métadonnées des dispositifs</div>		Programme						
		Nom_site						
		Code_dispositif						
		Date de lecture						
		Observateur(s)						
		Propriétaire						
		Gestionnaire						
		Site Natura 2000						
		Gestion du site						
		Pente (°)						
		Exposition						
		Type de sol						
		Roche mère						
		Hétérogénéité stationnelle						
		Nature de l'hétérogénéité						
		Sol nu (%)						
		Litière (%)						
		Recouvrement strate bryophytique (%)						
		Recouvrement strate lichénique (%)						
		Recouvrement poacées sociales (%)						

Annexe VI – Libellés, catégories et signification des indices écologiques issus de Baseflor

Libellé des indices	Signification	Appellation Baseflor	Notation et correspondance Baseflor
Indic_lum	Luminosité	L : lumière	1 : hypersciaphiles
			2 : persciaphiles
			3 : sciaphiles
			4 : hémisciaphiles
			5 : hélioclines à sciaclines
			6 : hémihéliophiles
			7 : héliophiles
			8 : perhéliophiles
			9 : hyperhéliophiles
Indic_temp	Température	T : Température	1 : alpines à nivales, altiméditerranéennes
			2 : subalpines, oroméditerranéennes
			3 : montagnardes
			4 : collinéennes, planitiales psychrophiles (psychro-atlantiques, psychrocentro-européennes)
			5 : planitiales à montagnardes
			6 : planitiales thermophiles (thermo-atlantiques, thermocentro-européennes) et sub- à supraméditerranéennes
			7 : eury méditerranéennes, méditerranéo-atlantiques
			8 : mésoméditerranéennes
			9 : thermoméditerranéennes à subdésertiques (inframéditerranéennes)
Indic_conti	Continentalité	C : Continentalité	1 : marines à maritimes
			2 : hyperocéaniques
			3 : océaniques
			4 : subocéaniques
			5 : intermédiaires
			6 : précontinentales
			7 : subcontinentales
			8 : continentales
			9 : hypercontinentales
Indic_H-atmo	Humidité atmosphérique	HA : Humidité atmosphérique	1 : aéroxérophiles
			2 : intermédiaires
			3 : aéromésoxérophiles
			4 : intermédiaires
			5 : aéromésoshydriques
			6 : intermédiaires
			7 : aéromésoshygrophiles
			8 : intermédiaires
			9 : aérohydrophiles
Indic_H-edaph	Humidité édaphique	HE : Humidité édaphique	1 : hyperxérophiles (sclérophiles, ligneuses microphylls, réviviscentes)
			2 : perxérophiles (caulocrassulescentes subaphylles, coussinets)

			3 : xérophiles (velues, aiguillonnées, cuticule épaisse)
			4 : mésoxérophiles
			5 : mésohydriques
			6 : mésohygroclines, mésohygrophiles
			7 : hygrophiles (durée d'inondation en semaines)
			8 : hydrophiles (durée d'inondation en mois)
			9 : amphibies saisonnières (hélrophytes exondés une partie minoritaire de l'année)
			10 : amphibies permanentes (hélrophytes semi-émergés à base toujours noyée)
			11 : aquatiques superficielles (0-50cm)
			12 : aquatiques profondes (1-3m)
Indic_pH	Acidité du sol	R : Réaction du sol (pH)	1 : hyperacidophiles (3,0<pH<4,0)
			2 : peracidophiles (4,0<pH<4,5)
			3 : acidophiles (4,5<pH<5,0)
			4 : acidoclines (5,0<pH<5,5)
			5 : neutroclines (5,5<pH<6,5)
			6 : basoclines (6,5<pH<7,0)
			7 : basophiles (7,0<pH<7,5)
			8 : perbasophiles (7,5<pH<8,0)
			9 : hyperbasophiles (8,0<pH<9,0)
Indic_troph	Nutriments du sol (trophie du sol)	N : Nutriments du sol (surtout anions azotés et phosphatés, puis également cations potassiques)	1 : hyperoligotrophiles
			2 : peroligotrophiles
			3 : oligotrophiles
			4 : méso-oligotrophiles
			5 : mésotrophiles
			6 : méso-eutrophiles
			7 : eutrophiles
			8 : pereutrophiles
			9 : hypereutrophiles
Indic_text	Texture du sol	Tx : Texture du sol	1 : argile
			2 : intermédiaire
			3 : limon
			4 : sable fin
			5 : sable grossier
			6 : graviers
			7 : galets
			8 : blocs, fentes des parois
			9 : dalle
Indic_MO	Richesse en matière organique	MO : Matière organique du sol et type d'humus	1 : lithosol, peyrosol, régosol
			2 : mull carbonaté
			3 : mull actif
			4 : mull acide
			5 : moder
			6 : mor, hydromor, xéromor
			7 : ranker, tangel
			8 : anmoor, gyttja
			9 : tourbe

Annexe VII – Types biologiques d'après Baseflor et simplifications

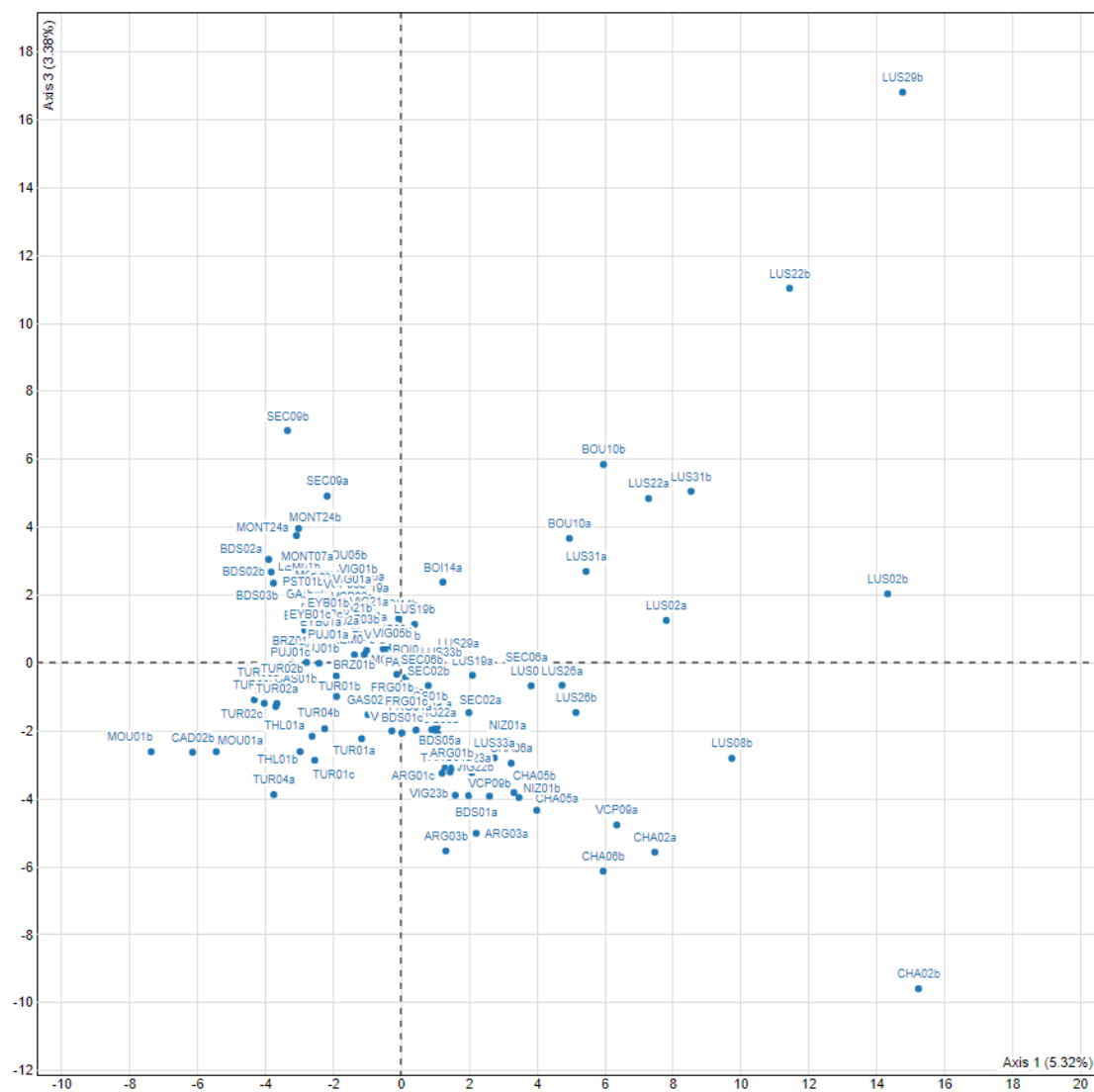
Types biologiques			Signification (selon niv.1)
Version Baseflor	Version simplifiée niv.1	Version simplifiée niv.2	
a-cad	A	A	Arbre
A-lia-cad	A-lia	A	Liane arborescente
A-lia-semp	A-lia	A	Liane arborescente
a-semp	A	A	Arbre
B-cad	B	B	Arbuste
B-cad-lia	B-lia	B	Liane arbustive
B-semp	B	B	Arbuste
cfru	cfru	chame	Chaméphyte frutescent (tige entièrement lignifiée)
Cfru-semp	cfru	chame	Chaméphyte frutescent
csuf	csuf	chame	Chaméphyte suffrutescent (tige lignifiée à la base)
csuf-suc	csuf	chame	Chaméphyte suffrutescent (tige lignifiée à la base)
gbul	geo	geo	Géophyte
Gbul-lia	geo-lia	geo	Géophyte lianescent
gbul-par	geo	geo	Géophyte
grhi	geo	geo	Géophyte
gtub	geo	geo	Géophyte
hbis	hbis	H	Hémicryptophyte bisannuel
hbis(test)	h-th	h-th	Hémicryptophyte / Thérophyte
hces	hces	hces	Hémicryptophyte cespiteux
hces(test)	h-th	h-th	Hémicryptophyte / Thérophyte
heri	heri	H	Hémicryptophyte érigé
heri(test)	h-th	h-th	Hémicryptophyte / Thérophyte
Heri-lia	heri-lia	H	Hémicryptophyte érigé lianescent
hros	hros	H	Hémicryptophyte à rosette
hros(test)	h-th	h-th	Hémicryptophyte / Thérophyte
Hrub	Hrub	H	Hémicryptophyte ruboïdes
Hrub(b)	Hrub	H	Hémicryptophyte ruboïdes
hsto	hsto	hsto	Hémicryptophyte stolonifère
hsto-hpar	hsto	hsto	Hémicryptophyte stolonifère
Hsto-lia	hsto-lia	hsto	Hémicryptophyte stolonifère lianescent
Hsto-lia(Grhi-lia)	hsto-lia	hsto	Hémicryptophyte stolonifère lianescent
test	test	tero	Thérophyte estival
test(hbis)	h-th	h-th	Hémicryptophyte / Thérophyte
test-hpar	test	tero	Thérophyte estival
Test-lia	test-lia	tero	Thérophyte estival lianescent
test-lia-par	test-lia	tero	Thérophyte estival lianescent

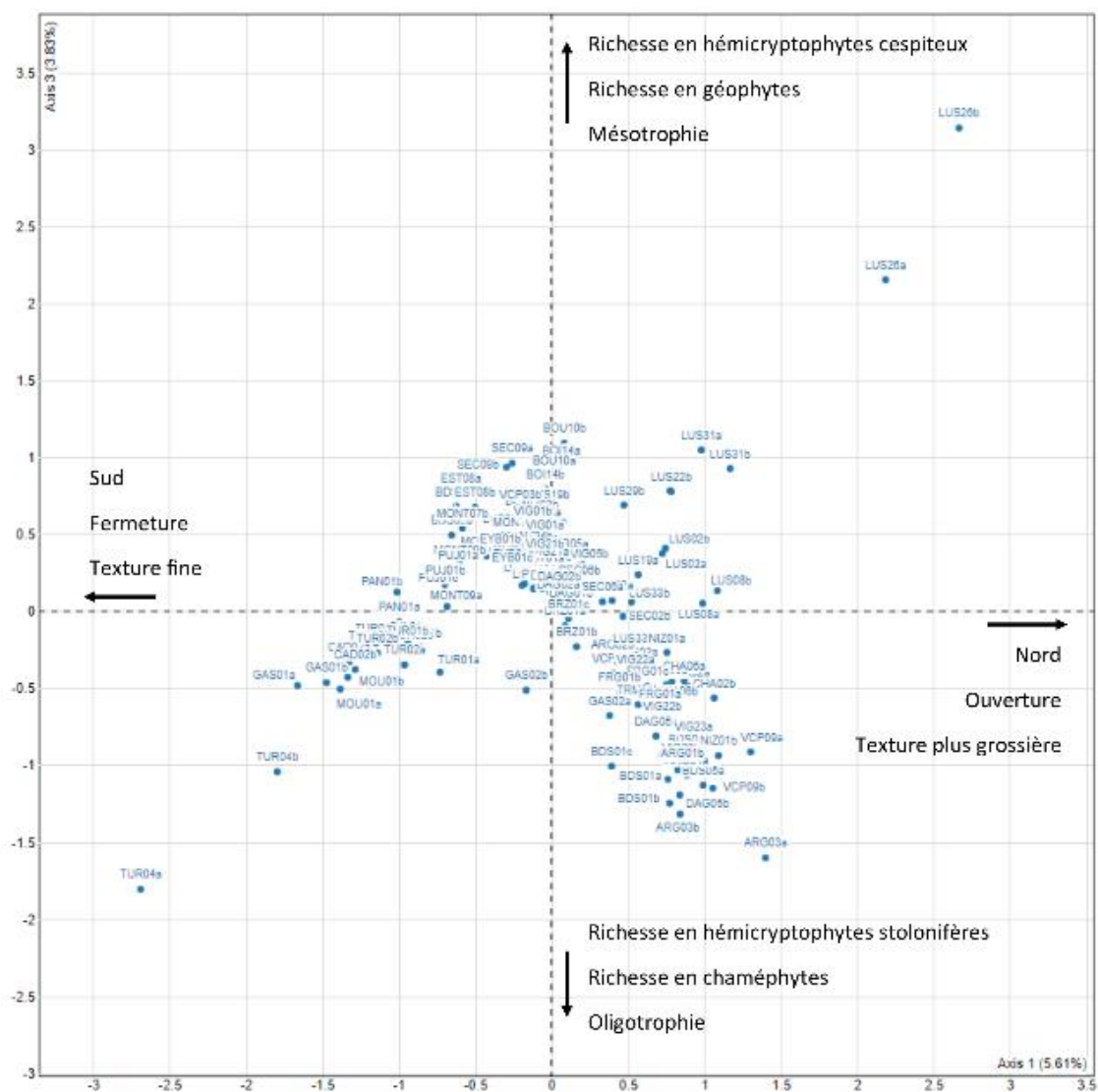
tver	tver	tero	Thérophyte vernal
tver(hbis)	h-th	h-th	Hémicryptophyte / Thérophyte

Annexe VIII – Types chorologiques d'après Baseflor et simplifications

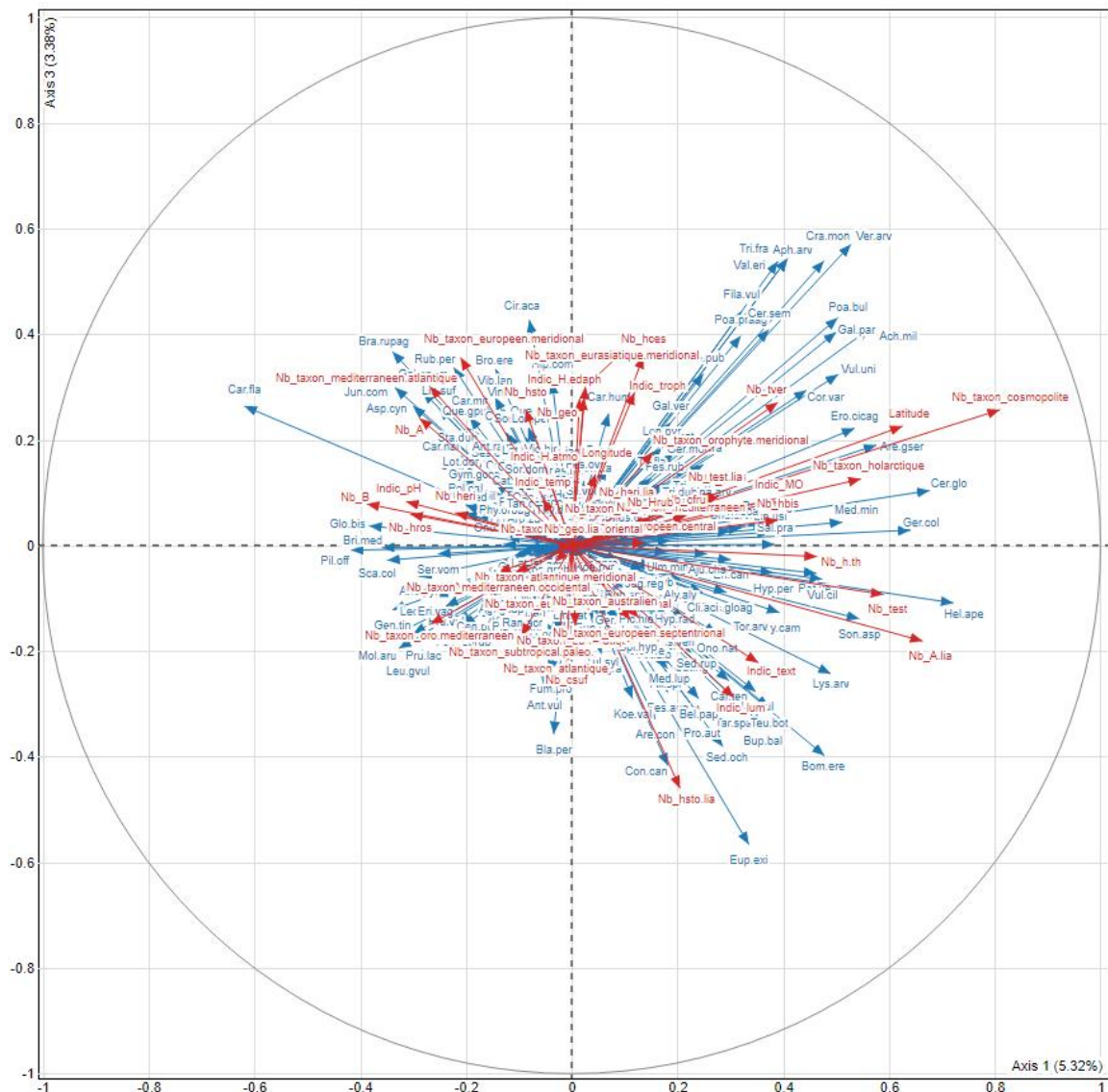
Chorologie		
Version baseflor	Version simplifiée niv.1	Version simplifiée niv.2
Atlantique	Atlantique	Atlantique
Atlantique méridional	Atlantique méridional	Atlantique
Atlantique(eury)	Atlantique	Atlantique
Circumboréal	Circumboréal	Large chorologie
Cosmopolite	Cosmopolite	Large chorologie
Cosmopolite(thermo)	Cosmopolite	Large chorologie
Eurasiatique	Eurasiatique	Eurasiatique
Eurasiatique méridional	Eurasiatique méridional	Eurasiatique
Eurasiatique septentrional	Eurasiatique septentrional	Eurasiatique
Eurasiatique tempéré	Eurasiatique	Eurasiatique
Européen	Européen	Européen
Européen central	Européen central	Européen
Européen méridional	Européen méridional	Européen
Européen occidental	Européen occidental	Européen
Européen septentrional	Européen septentrional	Européen
Européen tempéré	Européen	Européen
Holarctique	Holarctique	Large chorologie
Introduit (Asie or.)	Asiatique orientale	Exotique
Introduit (Asie orient.)	Asiatique orientale	Exotique
Introduit (Australie)	Australien	Exotique
Méditerranéen	Méditerranéen	Méditerranéen
Méditerranéen occidental	Méditerranéen occidental	Méditerranéen
Méditerranéen(eury)	Méditerranéen	Méditerranéen
Méditerranéen(eury)-atlantique(eury)	Méditerranéen-atlantique	Méditerranéen-atlantique
Méditerranéen-atlantique	Méditerranéen-atlantique	Méditerranéen-atlantique
Orophyte alpien mérid.	Orophyte méridional	Méditerranéen
Orophyte méridional	Orophyte méridional	Méditerranéen
Orophyte supraméditerranéen	Oro-méditerranéen	Méditerranéen
Orophyte supraméditerranéen occ.	Oro-méditerranéen	Méditerranéen
Subtropical(paléo)	Subtropical(paléo)	Méditerranéen

Annexe IX – Ordination des dispositifs sur les dimensions 1 et 3 par ACP (en haut) et par AFC (en bas)



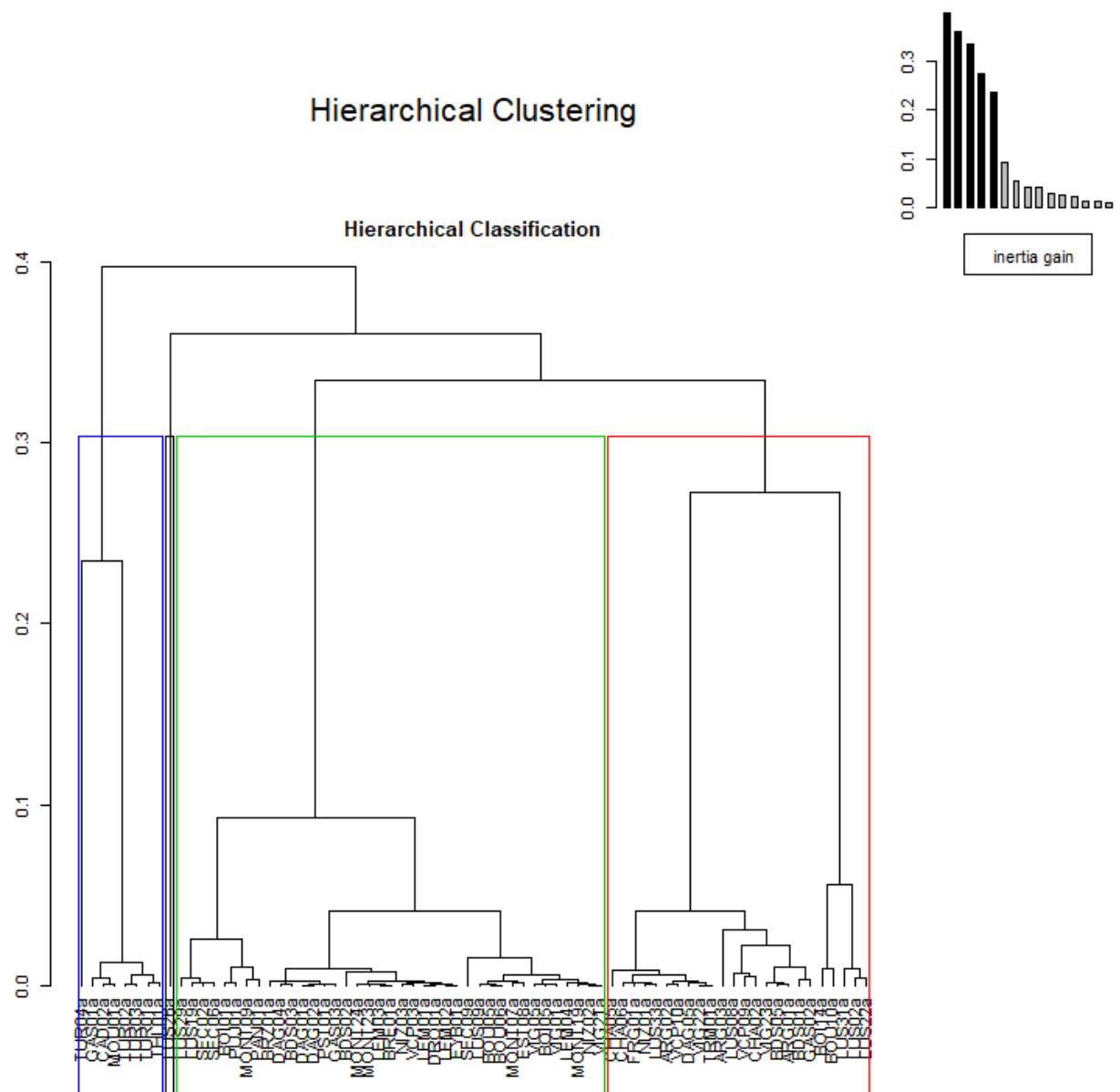


Annexe X – Ordination des variables illustratives et actives sur les dimensions 1 et 3 par ACP (en haut) et des taxons par AFC (en bas)

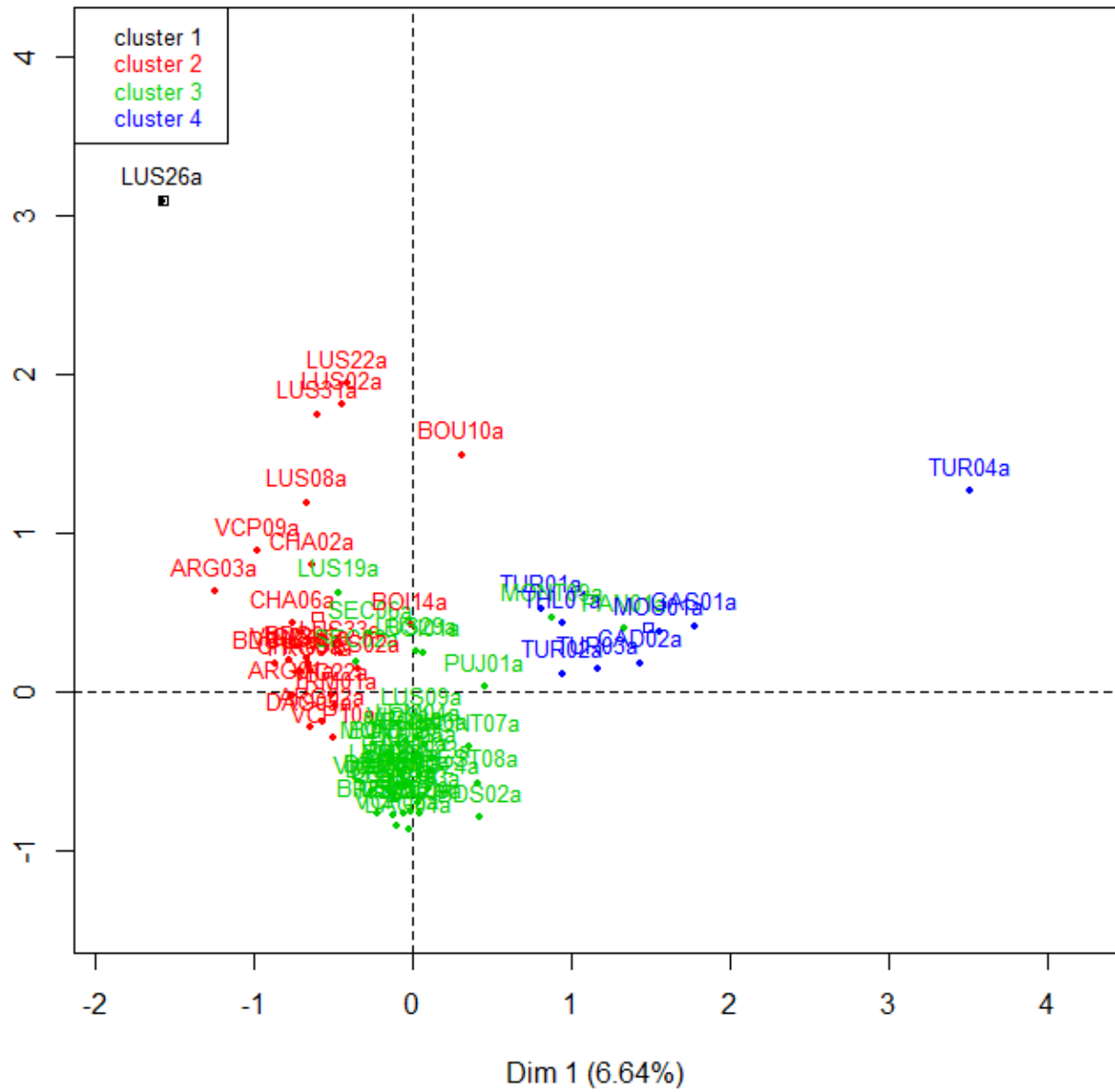




Annexe XI – Carte factorielle et dendrogramme issus de la première classification avec les 72 premières lectures de dispositifs



Factor map



Annexe XII – Appartenance des dispositifs aux différents groupes

Code de lecture	Groupe	Code de lecture	Groupe
ARG01a	3 = PPICT	LUS09a	3 = PPICT
ARG02a	3 = PPICT	LUS19a	3 = PPICT
ARG03a	3 = PPICT	LUS22a	3 = PPICT
BDS01a	3 = PPICT	LUS26a	3 = PPICT
BDS02a	2 = PMED	LUS29a	3 = PPICT
BDS03a	2 = PMED	LUS31a	3 = PPICT
BDS05a	3 = PPICT	LUS33a	3 = PPICT
BOI01a	3 = PPICT	MONT07a	2 = PMED
BOI05a	2 = PMED	MONT09a	1 = PAQUIT
BOI14a	2 = PMED	MONT19a	2 = PMED
BOU05a	2 = PMED	MONT23a	2 = PMED
BOU06a	2 = PMED	MONT24a	2 = PMED
BOU10a	3 = PPICT	MOU01a	1 = PAQUIT
BRE01a	2 = PMED	NIZ01a	2 = PMED
BRZ01a	2 = PMED	NIZ02a	2 = PMED
CAD02a	1 = PAQUIT	NIZ03a	2 = PMED
CHA02a	3 = PPICT	PAN01a	1 = PAQUIT
CHA05a	3 = PPICT	PST01a	2 = PMED
CHA06a	3 = PPICT	PUJ01a	1 = PAQUIT
DAG01a	2 = PMED	SEC02a	3 = PPICT
DAG02a	2 = PMED	SEC06a	3 = PPICT
DAG04a	2 = PMED	SEC09a	2 = PMED
DAG05a	2 = PMED	THL01a	1 = PAQUIT
DRO01a	2 = PMED	TRM01a	3 = PPICT
EST08a	2 = PMED	TUR01a	1 = PAQUIT
EYB01a	2 = PMED	TUR02a	1 = PAQUIT
FRG01a	3 = PPICT	TUR03a	1 = PAQUIT
GAS01a	1 = PAQUIT	TUR04a	1 = PAQUIT
GAS02a	3 = PPICT	VCP03a	2 = PMED
GAS03a	2 = PMED	VCP09a	2 = PMED
LEM01a	2 = PMED	VCP10a	2 = PMED
LEM02a	2 = PMED	VIG01a	2 = PMED
LEM03a	2 = PMED	VIG05a	2 = PMED
LEM04a	2 = PMED	VIG21a	2 = PMED
LUS02a	3 = PPICT	VIG22a	3 = PPICT
LUS08a	3 = PPICT	VIG23a	3 = PPICT

Annexe XIII – Tableau d'évolution des taxons en termes d'occurrence et de fréquence moyenne ainsi que leur niveau d'indication des processus de fermeture du milieu et de dérive trophique

Taxons	Occurrence des taxons dans le réseau de suivis (%)		Variation de fréquence des taxons (%)		Niveau d'indication	
	L1	L2	Réseau de suivis	Quadrats	Fermeture du milieu	Dérive trophique
Disparus						
<i>Festuca rubra</i>	7	0	-3,56	-51,20	2	2
<i>Succisa pratensis</i>	1	0	-1,39	-100,00	3	1
<i>Festuca nigrescens</i>	1	0	-0,78	-56,00	2	1
<i>Prunus mahaleb</i>	7	0	-0,76	-11,00	5	0
<i>Aster amellus</i>	1	0	-0,61	-44,00	3	1
<i>Koeleria pyramidata</i>	3	0	-0,61	-22,00	2	1
<i>Poa annua</i>	1	0	-0,61	-44,00	1	3
<i>Carduus nutans</i>	3	0	-0,54	-19,50	1	4
<i>Ophrys insectifera</i>	6	0	-0,54	-9,75	2	1
<i>Viola hirta</i>	3	0	-0,54	-19,50	4	1
<i>Draba verna</i>	1	0	-0,46	-33,00	1	2
<i>Solidago virgaurea</i>	1	0	-0,46	-33,00	3	2
<i>Viola arvensis</i>	1	0	-0,46	-33,00	1	3
<i>Rosa canina</i>	3	0	-0,39	-14,00	5	0
<i>Arabis hirsuta</i>	4	0	-0,32	-7,67	3	1
<i>Galatella linosyris</i>	1	0	-0,31	-22,00	3	1
<i>Pulicaria dysenterica</i>	1	0	-0,31	-22,00	2	3
<i>Agrostis gr. capillaris</i>	3	0	-0,24	-8,50	2	1
<i>Phleum phleoides</i>	3	0	-0,24	-8,50	2	2
<i>Picris hieracioides</i>	3	0	-0,17	-6,00	1	4
<i>Schedonorus arundinaceus</i>	3	0	-0,17	-6,00	2	3
<i>Artemisia vulgaris</i>	1	0	-0,15	-11,00	0	4
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	1	0	-0,15	-11,00	4	3
<i>Centaureum</i>	1	0	-0,15	-11,00	0	0
<i>Gaudinia fragilis</i>	1	0	-0,15	-11,00	2	3
<i>Hainardia cylindrica</i>	1	0	-0,15	-11,00	1	1
<i>Jasione montana</i>	1	0	-0,15	-11,00	2	1
<i>Libanotis pyrenaica</i>	1	0	-0,15	-11,00	3	0
<i>Malva setigera</i>	1	0	-0,15	-11,00	1	2
<i>Mibora minima</i>	1	0	-0,15	-11,00	1	1
<i>Sonchus oleraceus</i>	1	0	-0,15	-11,00	1	4
<i>Teucrium scorodonia</i>	1	0	-0,15	-11,00	4	2
<i>Trifolium arvense</i>	1	0	-0,15	-11,00	1	1
<i>Bothriochloa ischaemum</i>	1	0	-0,08	-6,00	2	1
<i>Centranthus ruber</i>	1	0	-0,08	-6,00	1	4
<i>Cirsium tuberosum</i>	1	0	-0,08	-6,00	2	1
<i>Crepis vesicaria subsp. taraxacifolia</i>	1	0	-0,08	-6,00	2	3

<i>Geranium rotundifolium</i>	1	0	-0,08	-6,00	1	4
<i>Lonicera etrusca</i>	1	0	-0,08	-6,00	5	2
<i>Potentilla montana</i>	1	0	-0,08	-6,00	3	2
<i>Rapistrum rugosum</i>	1	0	-0,08	-6,00	1	3
<i>Rosa gr. arvensis</i>	1	0	-0,08	-6,00	5	0
<i>Stipa gallica</i>	1	0	-0,08	-6,00	2	1
<i>Thymelaea passerina</i>	1	0	-0,08	-6,00	1	2
<i>Trifolium pratense</i>	1	0	-0,08	-6,00	2	3
<i>Vicia sepium</i>	1	0	-0,08	-6,00	3	3
<i>Vitis vinifera subs vinifera</i>	1	0	-0,08	-6,00	5	0
En régression						
<i>Festuca auquieri</i>	53	50	-7,38	-11,19	2	1
<i>Carex humilis</i>	19	18	-4,57	-20,75	2	1
<i>Cerastium gr. pumilum</i>	13	7	-4,46	-29,71	1	1
<i>Hippocrepis comosa</i>	61	61	-4,43	-7,25	2	1
<i>Prospero autumnale</i>	17	10	-2,92	-4,29	1	1
<i>Globularia vulgaris</i>	13	8	-2,86	-16,78	2	1
<i>Eryngium campestre</i>	49	49	-2,85	-5,86	2	1
<i>Festuca marginata</i>	8	3	-2,49	-7,83	2	1
<i>Centaurea gr. jacea</i>	13	4	-1,64	-0,89	4	2
<i>Koeleria vallesiana</i>	44	49	-1,54	-7,64	2	1
<i>Sedum ochroleucum</i>	15	17	-1,40	-10,70	1	1
<i>Genista pilosa</i>	10	8	-1,39	-5,93	3	1
<i>Erodium cicutarium</i>	7	7	-1,26	-18,20	1	3
<i>Filipendula vulgaris</i>	6	3	-1,24	0,00	3	1
<i>Salvia pratensis</i>	21	19	-1,22	-4,67	2	2
<i>Centaureum erythraea</i>	7	6	-1,17	-12,35	1	2
<i>Leucanthemum gr. vulgare</i>	14	14	-1,14	-8,20	2	2
<i>Festuca ovina</i>	3	1	-1,08	-33,50	2	1
<i>Ononis spinosa</i>	14	11	-1,07	0,90	2	1
<i>Muscari comosum</i>	6	6	-1,06	-19,00	1	3
<i>Allium sphaerocephalon</i>	13	15	-1,01	-12,37	2	1
<i>Potentilla reptans</i>	3	4	-0,92	-36,83	2	3
<i>Sedum acre</i>	4	3	-0,86	-13,33	1	1
<i>Poterium sanguisorba</i>	44	39	-0,85	2,02	2	1
<i>Odontites luteus</i>	13	11	-0,85	-3,54	2	1
<i>Taraxacum</i>	14	13	-0,83	-4,77	0	0
<i>Lathyrus pratensis</i>	1	1	-0,78	-56,00	3	2
<i>Anthericum ramosum</i>	6	7	-0,78	-30,10	3	1
<i>Anacamptis morio</i>	4	4	-0,76	-18,33	2	1
<i>Carthamus mitissimus</i>	15	19	-0,67	-9,68	2	1
<i>Lavandula latifolia</i>	6	6	-0,64	-11,50	2	1
<i>Euphorbia seguieriana</i>	1	1	-0,63	-45,00	2	1
<i>Rhaponticum coniferum</i>	3	4	-0,63	-27,17	2	1
<i>Prunella grandiflora</i>	3	3	-0,61	-22,00	2	1
<i>Lotus corniculatus</i>	21	19	-0,61	0,45	2	2
<i>Erigeron canadensis</i>	6	1	-0,54	-1,50	1	3
<i>Linum catharticum</i>	7	7	-0,54	-7,80	2	1
<i>Scabiosa columbaria</i>	42	39	-0,51	1,08	2	1

<i>Tulipa sylvestris</i>	1	1	-0,47	-34,00	2	1
<i>Neottia ovata</i>	1	1	-0,47	-34,00	5	3
<i>Carex caryophylla</i>	3	4	-0,47	-35,50	2	1
<i>Coronilla varia</i>	4	6	-0,47	-21,50	3	2
<i>Tanacetum corymbosum</i>	1	1	-0,46	-33,00	3	2
<i>Agrimonia eupatoria</i>	4	3	-0,46	-0,67	4	2
<i>Cuscuta epithymum</i>	6	7	-0,46	-13,80	2	1
<i>Ophioglossum vulgatum</i>	1	1	-0,46	-33,00	2	1
<i>Brachypodium distachyon</i>	6	6	-0,46	-8,25	1	1
<i>Catapodium rigidum</i>	13	10	-0,44	3,17	1	1
<i>Linum tenuifolium</i>	10	6	-0,39	9,07	2	1
<i>Bombacilla erecta</i>	15	13	-0,38	5,08	1	1
<i>Trinia glauca</i>	4	3	-0,38	5,00	2	1
<i>Helianthemum apenninum</i>	29	25	-0,35	6,83	2	1
<i>Carlina vulgaris</i>	11	7	-0,33	6,08	2	1
<i>Leontodon hispidus</i>	17	10	-0,33	11,15	2	1
<i>Molinia caerulea</i>	8	8	-0,32	-3,83	3	1
<i>Aira caryophylla</i>	3	1	-0,31	-5,50	1	1
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	3	1	-0,31	-5,50	2	1
<i>Ranunculus acris</i>	1	1	-0,31	-22,00	2	3
<i>Trifolium dubium</i>	4	1	-0,31	0,00	2	2
<i>Helianthemum canum</i>	3	1	-0,31	17,00	2	1
<i>Avenula pubescens</i>	6	4	-0,29	-2,42	2	1
<i>Coronilla minima</i>	36	33	-0,28	3,25	2	1
<i>Dactylis glomerata</i>	8	10	-0,24	-6,00	2	3
<i>Daucus carota</i>	7	7	-0,24	-3,40	1	3
<i>Rhamnus saxatilis</i>	4	1	-0,24	1,67	5	0
<i>Echium vulgare</i>	1	1	-0,22	-16,00	1	3
<i>Orchis anthropophora</i>	1	1	-0,22	-16,00	2	1
<i>Plantago media</i>	4	4	-0,22	-5,33	2	2
<i>Ulmus minor</i>	3	4	-0,17	-16,17	5	4
<i>Carduus tenuiflorus</i>	1	1	-0,15	-11,00	1	3
<i>Cerastium brachypetalum</i>	3	1	-0,15	0,00	1	1
<i>Erica scoparia</i>	1	1	-0,15	-11,00	5	2
<i>Ranunculus gramineus</i>	1	1	-0,15	-11,00	2	1
<i>Cirsium acaulon</i>	17	18	-0,13	-1,65	2	1
<i>Centaurea gr. decipiens</i>	3	1	-0,08	0,00	4	3
<i>Ajuga chamaepitys</i>	3	1	-0,08	2,50	1	2
<i>Biscutella guillonii</i>	3	3	-0,07	-2,50	2	1
<i>Minuartia hybrida</i>	1	3	-0,07	-13,50	1	1
<i>Lonicera periclymenum</i>	1	1	-0,07	-5,00	5	2
<i>Sorbus aria</i>	1	1	-0,07	-5,00	5	0
<i>Convolvulus arvensis</i>	3	3	-0,07	-2,50	0	4
<i>Cervaria rivini</i>	3	3	-0,07	-2,50	3	2
Stables						
<i>Helictochloa pratensis</i>	6	7	0,00	-8,30	3	1
<i>Ligustrum vulgare</i>	6	6	0,00	0,00	5	0
<i>Sedum rupestre</i>	3	4	0,00	-8,33	1	1
<i>Knautia arvensis</i>	3	3	0,00	0,00	3	2

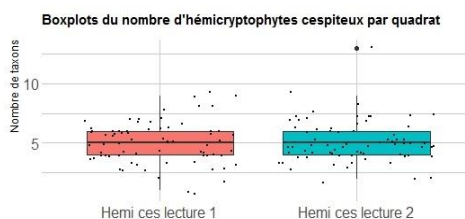
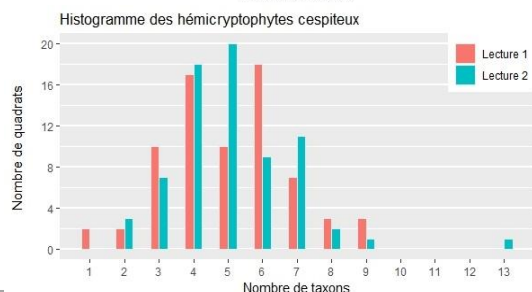
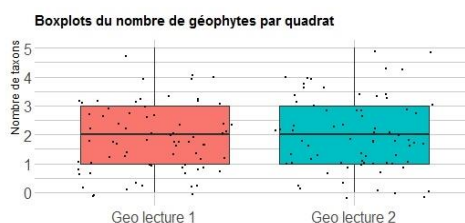
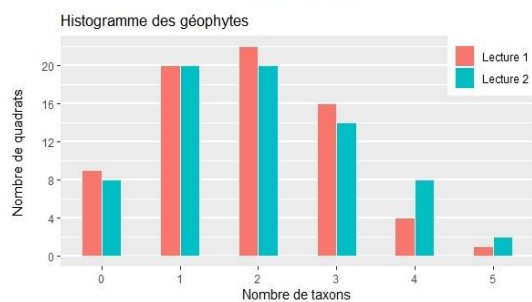
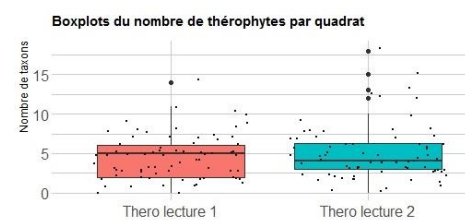
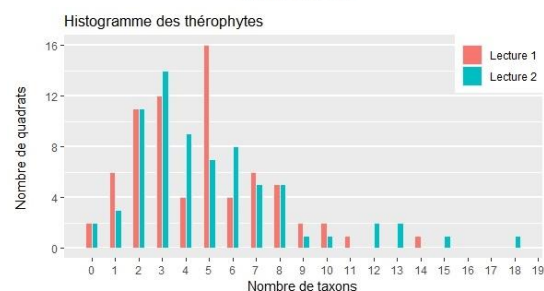
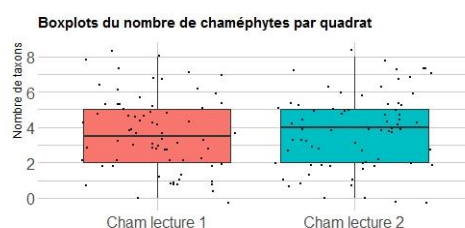
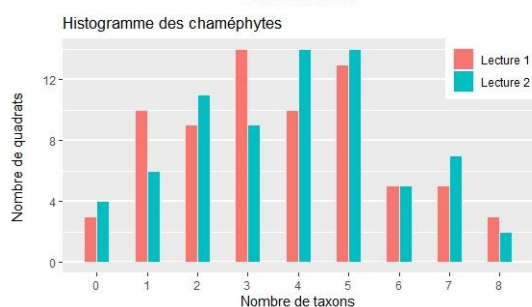
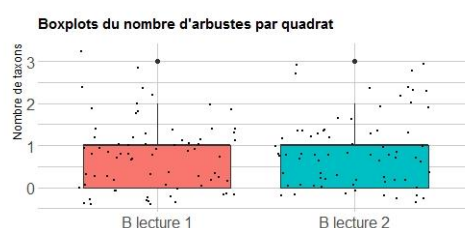
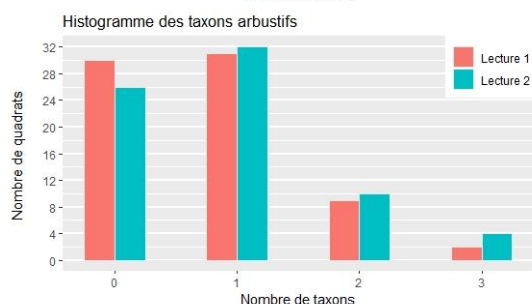
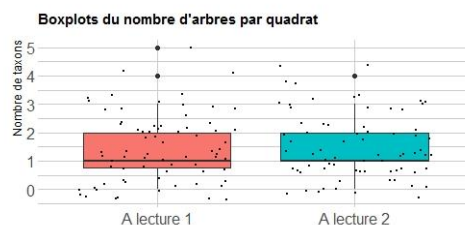
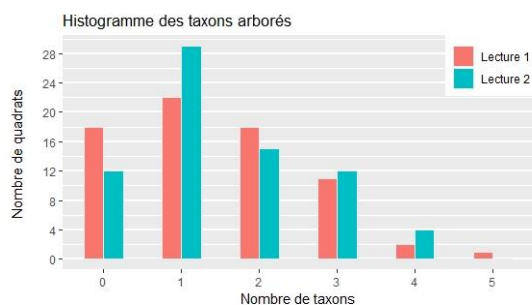
<i>Acer pseudoplatanus</i>	1	1	0,00	0,00	5	0
<i>Anisantha sterilis</i>	1	1	0,00	0,00	1	4
<i>Crepis foetida</i>	1	1	0,00	0,00	1	2
<i>Cynodon dactylon</i>	1	1	0,00	0,00	2	3
<i>Geranium dissectum</i>	1	1	0,00	0,00	1	4
<i>Geranium molle</i>	1	1	0,00	0,00	1	4
<i>Hypochaeris radicata</i>	1	1	0,00	0,00	2	1
<i>Lactuca perennis</i>	1	1	0,00	0,00	3	2
<i>Loncomelos pyrenaicus</i>	1	1	0,00	0,00	4	3
<i>Mercurialis huetii</i>	1	1	0,00	0,00	1	1
<i>Orchis mascula</i>	1	1	0,00	0,00	2	2
<i>Platanthera bifolia</i>	1	1	0,00	0,00	3	1
<i>Quercus robur</i>	1	1	0,00	0,00	5	0
<i>Sedum album</i>	1	1	0,00	0,00	1	1
<i>Silene vulgaris</i>	1	1	0,00	0,00	3	2
<i>Sorbus domestica</i>	1	1	0,00	0,00	5	0
En progression						
<i>Centaurea scabiosa</i>	6	26	11,89	36,17	3	2
<i>Festuca lemanii</i>	26	40	11,00	12,21	2	1
<i>Globularia bisnagarica</i>	42	46	8,24	14,32	2	1
<i>Bromopsis erecta</i>	58	69	6,81	-1,38	2	1
<i>Blackstonia perfoliata</i>	17	35	6,15	11,87	2	1
<i>Anthyllis vulneraria</i>	14	19	4,54	17,24	2	1
<i>Brachypodium rupestre</i>	69	65	4,19	10,08	3	2
<i>Rubia peregrina</i>	28	26	3,89	16,46	4	2
<i>Medicago minima</i>	11	17	3,86	16,71	1	1
<i>Galium gr. pumilum</i>	54	51	3,51	8,37	2	0
<i>Fumana procumbens</i>	31	35	3,03	1,14	2	1
<i>Carex flacca</i>	53	57	2,85	-0,60	2	2
<i>Convolvulus cantabrica</i>	14	18	2,81	-0,87	2	1
<i>Carex halleriana</i>	25	25	2,64	10,56	2	1
<i>Euphorbia exigua</i>	29	31	2,56	6,01	1	1
<i>Linum suffruticosum</i>	24	31	2,47	-1,95	2	1
<i>Festuca rubra subsp. rubra</i>	8	14	2,46	-8,97	2	2
<i>Bupleurum baldense</i>	1	4	2,32	48,33	1	1
<i>Arrhenatherum elatius</i>	4	6	2,22	36,75	3	2
<i>Prunella laciniata</i>	13	17	2,17	3,47	2	1
<i>Origanum vulgare</i>	15	18	2,00	6,11	3	2
<i>Euphrasia gr. stricta</i>	6	14	1,93	5,50	1	1
<i>Geranium columbinum</i>	8	10	1,83	14,86	1	4
<i>Genista tinctoria</i>	8	11	1,83	6,08	3	1
<i>Pilosella officinarum</i>	54	53	1,79	4,44	2	2
<i>Juniperus communis</i>	31	40	1,79	-3,86	5	0
<i>Stachelina dubia</i>	13	13	1,79	14,33	3	1
<i>Lysimachia arvensis</i>	7	13	1,78	6,84	1	4
<i>Sesleria caerulea</i>	8	11	1,68	-3,42	3	1
<i>Fumana ericifolia</i>	1	4	1,56	8,00	2	1
<i>Pimpinella saxifraga</i>	17	28	1,49	-6,85	2	1
<i>Linum strictum</i>	7	10	1,47	7,54	1	1

<i>Inula montana</i>	33	33	1,46	4,38	2	1
<i>Teucrium chamaedrys</i>	71	75	1,43	-1,83	2	1
<i>Helichrysum stoechas</i>	15	13	1,43	13,30	2	1
<i>Briza media</i>	28	22	1,39	10,85	2	1
<i>Centaurium pulchellum</i>	3	8	1,39	-1,67	1	1
<i>Poa pratensis</i>	10	7	1,38	28,66	2	3
<i>Thymus gr. praecox</i>	68	72	1,36	-1,10	2	1
<i>Erica vagans</i>	4	6	1,25	8,67	5	2
<i>Plantago lanceolata</i>	11	14	1,25	3,73	2	2
<i>Campanula rotundifolia</i>	7	14	1,24	-4,30	2	1
<i>Prunus spinosa</i>	4	8	1,24	1,00	5	0
<i>Prunella vulgaris</i>	6	8	1,24	7,00	2	3
<i>Clinopodium acinos</i>	1	3	1,15	38,50	1	1
<i>Rhamnus alaternus</i>	6	8	1,10	4,33	5	0
<i>Filago vulgaris</i>	1	3	1,08	33,50	1	1
<i>Veronica arvensis</i>	4	6	1,07	16,50	1	4
<i>Artemisia alba</i>	6	7	1,01	6,85	3	1
<i>Polygala vulgaris</i>	7	8	1,00	9,77	2	1
<i>Asperula cynanchica</i>	36	47	0,97	-5,65	2	1
<i>Vulpia unilateralis</i>	6	6	0,93	16,75	1	1
<i>Jacobaea vulgaris</i>	1	1	0,85	61,00	2	3
<i>Ononis natrix</i>	1	4	0,83	16,00	2	1
<i>Euphorbia cyparissias</i>	3	4	0,79	8,00	2	1
<i>Euphorbia flavicoma</i>	1	6	0,79	-18,75	3	1
<i>Potentilla verna</i>	40	40	0,79	1,97	2	1
<i>Sherardia arvensis</i>	4	4	0,78	18,67	1	3
<i>Cerastium glomeratum</i>	3	7	0,76	4,40	1	3
<i>Sideritis hyssopifolia</i>	3	3	0,71	25,50	2	1
<i>Linum usitatissimum</i>	6	3	0,69	37,50	2	2
<i>Crataegus monogyna</i>	4	6	0,68	10,33	5	0
<i>Anacamptis pyramidalis</i>	10	14	0,68	2,67	2	1
<i>Poa bulbosa</i>	4	7	0,68	1,67	1	1
<i>Anthericum liliago</i>	6	6	0,63	11,25	3	1
<i>Bituminaria bituminosa</i>	1	7	0,63	0,20	3	2
<i>Linum trigynum</i>	4	3	0,63	29,83	1	1
<i>Lotus dorycnium</i>	8	10	0,63	-3,64	3	2
<i>Phyteuma orbiculare</i>	4	4	0,63	15,00	2	1
<i>Stachys recta</i>	10	14	0,63	0,90	2	1
<i>Bromus hordeaceus</i>	1	6	0,61	-47,50	2	3
<i>Galium verum</i>	1	3	0,61	19,00	3	1
<i>Sonchus asper</i>	13	14	0,60	3,42	1	4
<i>Vulpia ciliata</i>	1	8	0,56	-2,50	1	1
<i>Ononis pusilla</i>	21	17	0,56	8,32	2	1
<i>Danthonia decumbens</i>	4	6	0,54	7,00	2	1
<i>Polygala calcarea</i>	13	6	0,54	30,58	2	1
<i>Gastidium ventricosum</i>	6	4	0,53	16,42	1	1
<i>Silene nutans</i>	3	6	0,53	5,25	4	1
<i>Seseli montanum</i>	64	64	0,51	0,80	2	1
<i>Gymnadenia gr. conopsea</i>	6	7	0,47	4,30	2	1

<i>Vicia gr. sativa</i>	7	8	0,47	1,80	2	3
<i>Teucrium montanum</i>	46	50	0,47	-2,35	2	1
<i>Ruta graveolens</i>	1	1	0,46	33,00	3	2
<i>Hedera helix</i>	3	4	0,39	6,50	5	3
<i>Vincetoxicum hirundinaria</i>	7	6	0,39	10,35	4	2
<i>Arenaria controversa</i>	10	8	0,38	11,40	1	1
<i>Bellis pappulosa</i>	4	4	0,38	9,00	2	1
<i>Serapias vomeracea</i>	6	6	0,38	6,75	2	1
<i>Viburnum lantana</i>	6	6	0,36	6,50	5	2
<i>Helianthemum nummularium</i>	6	4	0,32	12,75	2	1
<i>Teucrium botrys</i>	1	1	0,32	23,00	1	1
<i>Cornus sanguinea</i>	3	7	0,32	-2,00	5	0
<i>Alyssum alyssoides</i>	1	3	0,31	0,00	1	1
<i>Leontodon saxatilis</i>	1	1	0,31	22,00	1	1
<i>Trifolium scabrum</i>	1	1	0,31	22,00	1	1
<i>Veronica gr. prostrata</i>	3	1	0,29	27,00	2	1
<i>Odontites vernus</i>	3	4	0,25	-3,17	2	2
<i>Quercus gr. pubescens</i>	15	19	0,24	-2,41	5	0
<i>Ranunculus bulbosus</i>	11	13	0,24	-1,28	2	1
<i>Trisetum flavescens</i>	4	7	0,24	-3,27	2	2
<i>Acer campestre</i>	3	6	0,24	-4,00	5	0
<i>Hypericum perforatum</i>	14	18	0,22	-1,49	4	2
<i>Juglans regia</i>	1	1	0,22	16,00	5	3
<i>Arenaria gr. serpyllifolia</i>	13	13	0,21	1,67	1	1
<i>Medicago lupulina</i>	7	11	0,19	-11,53	2	3
<i>Rubus</i>	6	13	0,17	-11,17	5	0
<i>Silene latifolia</i>	3	6	0,17	-1,25	1	4
<i>Thesium humifusum</i>	11	13	0,15	-2,32	2	1
<i>Lotus hirsutus</i>	1	3	0,15	2,50	4	2
<i>Melica ciliata</i>	1	1	0,15	11,00	2	1
<i>Spiraea hypericifolia</i>	1	1	0,15	11,00	4	1
<i>Achillea millefolium</i>	10	11	0,10	-4,27	3	3
<i>Galium gr. album</i>	1	4	0,08	-12,67	3	0
<i>Sorbus torminalis</i>	1	3	0,08	-2,50	5	0
<i>Trifolium campestre</i>	7	10	0,08	-4,51	1	1
<i>Schoenus nigricans</i>	3	1	0,07	13,50	2	1
<i>Holcus lanatus</i>	1	1	0,07	5,00	2	3
<i>Ophrys scolopax</i>	1	1	0,07	5,00	2	1
<i>Quercus ilex</i>	3	1	0,07	41,50	5	0
<i>Argyrolobium zanonii</i>	6	7	0,01	-4,25	2	1
Apparus						
<i>Galium parisiense</i>	0	6	1,99	35,75	1	1
<i>Cerastium semidecandrum</i>	0	6	1,38	24,75	1	1
<i>Crucianella angustifolia</i>	0	3	1,22	44,00	1	1
<i>Petrorrhagia prolifera</i>	0	1	0,93	67,00	1	1
<i>Thymus drucei</i>	0	3	0,93	33,50	2	1
<i>Campanula glomerata</i>	0	6	0,92	16,50	3	1
<i>Torilis arvensis</i>	0	4	0,92	22,00	1	4
<i>Anisantha diandra</i>	0	3	0,86	31,00	1	4

<i>Carex divulsa</i>	0	1	0,61	44,00	3	3
<i>Epilobium tetragonum</i>	0	1	0,61	44,00	2	4
<i>Geranium pusillum</i>	0	1	0,61	44,00	1	4
<i>Geranium sanguineum</i>	0	3	0,61	22,00	3	1
<i>Leontodon crispus</i>	0	6	0,54	9,75	2	1
<i>Festuca ovina subsp. questfalia</i>	0	1	0,46	33,00	2	1
<i>Galium pusillum</i>	0	1	0,46	33,00	2	1
<i>Foeniculum vulgare</i>	0	3	0,39	14,00	3	4
<i>Trifolium fragiferum</i>	0	3	0,32	11,50	2	4
<i>Aphanes arvensis</i>	0	3	0,31	11,00	1	3
<i>Coronilla scorpioides</i>	0	3	0,31	11,00	1	1
<i>Jacobaea erucifolia</i>	0	3	0,31	11,00	3	2
<i>Myosotis arvensis</i>	0	1	0,31	22,00	1	3
<i>Papaver dubium</i>	0	1	0,31	22,00	1	3
<i>Phleum arenarium</i>	0	1	0,31	22,00	2	1
<i>Valerianella eriocarpa</i>	0	3	0,31	11,00	1	1
<i>Catananche caerulea</i>	0	3	0,24	8,50	2	1
<i>Pinus pinaster</i>	0	3	0,24	8,50	5	0
<i>Rosa gr. rubiginosa</i>	0	3	0,24	8,50	5	0
<i>Buxus sempervirens</i>	0	1	0,15	11,00	5	0
<i>Cirsium arvense</i>	0	1	0,15	11,00	4	4
<i>Inula spiraeifolia</i>	0	1	0,15	11,00	4	2
<i>Pinus sylvestris</i>	0	1	0,15	11,00	5	0
<i>Reseda lutea</i>	0	1	0,15	11,00	1	3
<i>Torilis nodosa</i>	0	1	0,15	11,00	1	4
<i>Vicia faba</i>	0	1	0,15	11,00	1	4
<i>Vicia hirsuta</i>	0	1	0,15	11,00	2	2
<i>Acer monspessulanum</i>	0	1	0,08	6,00	5	0
<i>Cerastium fontanum</i>	0	1	0,08	6,00	2	3
<i>Hirschfeldia incana</i>	0	1	0,08	6,00	1	3
<i>Lactuca serriola</i>	0	1	0,08	6,00	1	3
<i>Lathyrus latifolius</i>	0	1	0,08	6,00	3	1
<i>Lotus glaber</i>	0	1	0,08	6,00	2	2
<i>Myosotis ramosissima</i>	0	1	0,08	6,00	1	2
<i>Poa trivialis</i>	0	1	0,08	6,00	2	3
<i>Sedum sediforme</i>	0	1	0,08	6,00	1	1
<i>Viburnum tinus</i>	0	1	0,08	6,00	5	2

Annexe XIV – Histogrammes (à gauche) et boxplots des quadrats (à droite) pour le nombre de taxons arborés, arbustifs, chaméphytes, thérophytes, géophytes et hémicryptophytes cespiteux



Annexe XV – Notation retenue pour les listes de taxons indicateurs de fermeture du milieu et de dérive trophique

Système de notation des taxons indicateurs de dérive trophique

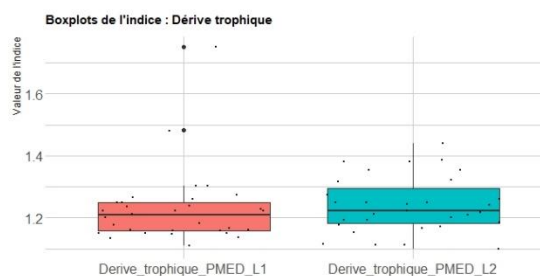
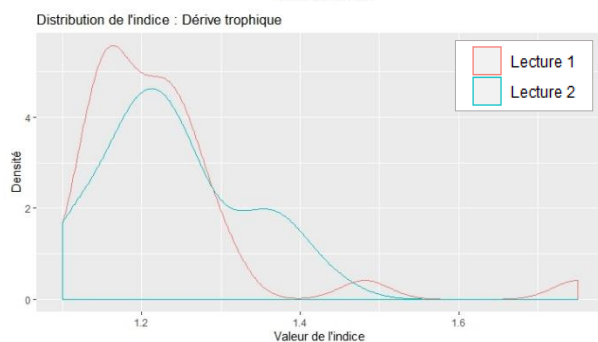
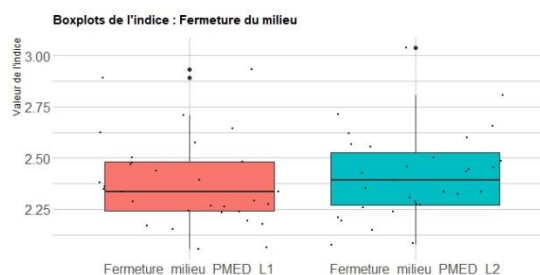
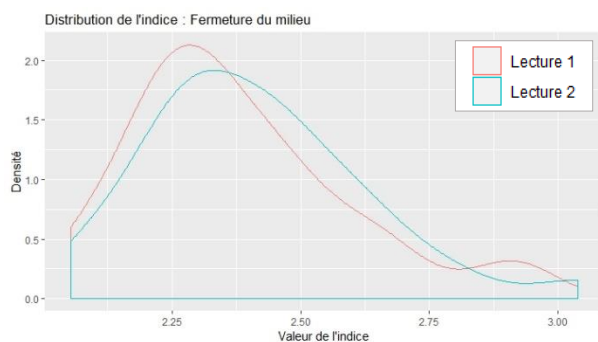
Note de dérive trophique	1	2	3	4	0
Niveau trophique (taxons)	Oligotrophiles à oligo-mésotrophiles	Mésotrophiles	Méso-eutrophiles	Eutrophiles	Polytrophiles

Système de notation des taxons indicateurs de fermeture

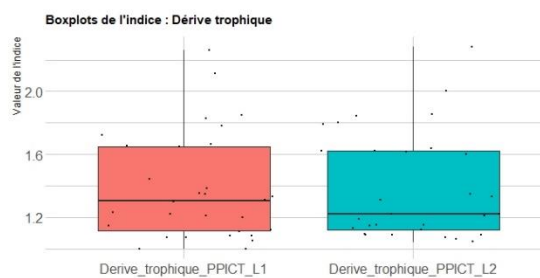
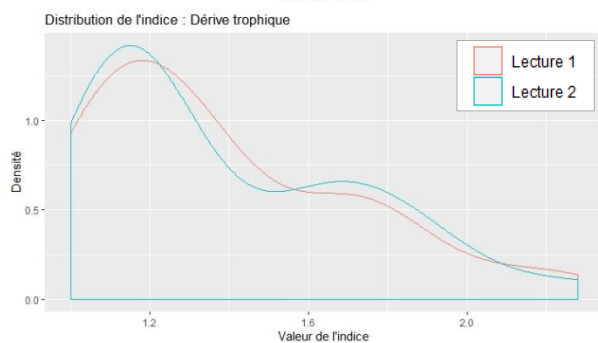
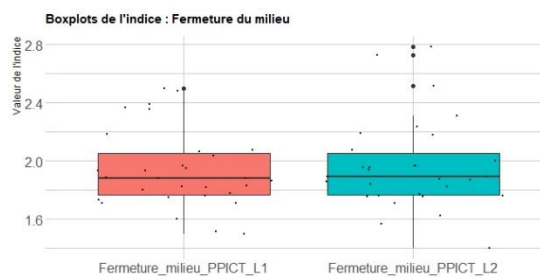
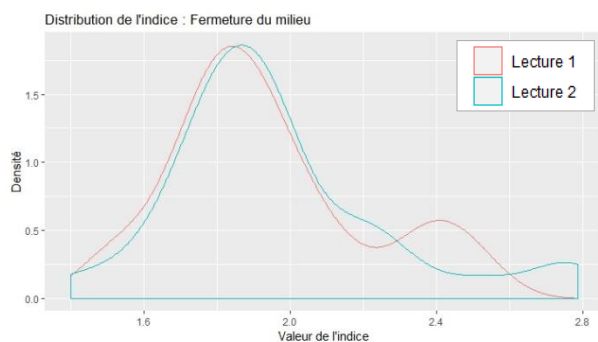
Note de fermeture du milieu	5	4	3	2	1	0
Indicateur du "risque" de fermeture	Taxons indicateurs d'un fort potentiel de fermeture du milieu	Taxons indicateurs d'un potentiel moyen de fermeture du milieu	Taxons indicateurs d'un faible potentiel de fermeture du milieu	Taxons indicateurs de milieu ouvert	Taxons indicateurs de milieux assez à très ouvert	Taxons indifférenciés, non indicateurs de fermeture de milieu
Définition	Taxons arbustifs, arborescents et typiques de forêts (Sciaphiles à hémisciaphiles). Taxons des syntaxons de forêts, de fourrés et d'ourlets sciaphiles	Taxons d'ourlets forestiers externes (hémi-héliophiles - sols profonds) - (taxons des syntaxons d'ourlets)	Taxons d'ourlets en nappes et pelouses dites ourlifiées (héliophiles) - sols pouvant être superficiels - ces taxons signifient que la gestion est trop extensive ou que la dynamique est lente (taxons présents autant en pelouses, pelouses ourlifiées ou ourlets en nappe comme <i>Brachypodium rupestre</i>)	Taxons des pelouses vivaces (héliophiles) - état optimal - (<i>Festuco - Brometea</i>)	Taxons annuels des ouvertures (héliophiles) - pâturage ou piétinement trop important. Utile également dans l'étude du changement climatique : enrichissement en taxons annuels des pelouses vivaces (<i>Stipo-Trachynietea</i>)	Taxons indifférents au niveau de fermeture

Annexe XVI – Graphes de la distribution (à gauche) et boxplots des quadrats (à droite) des indices de fermeture du milieu (en haut) et de dérive trophique (en bas) pour le groupe 2 PMED et le groupe 3 PPICT

GRUPE 2, PMED



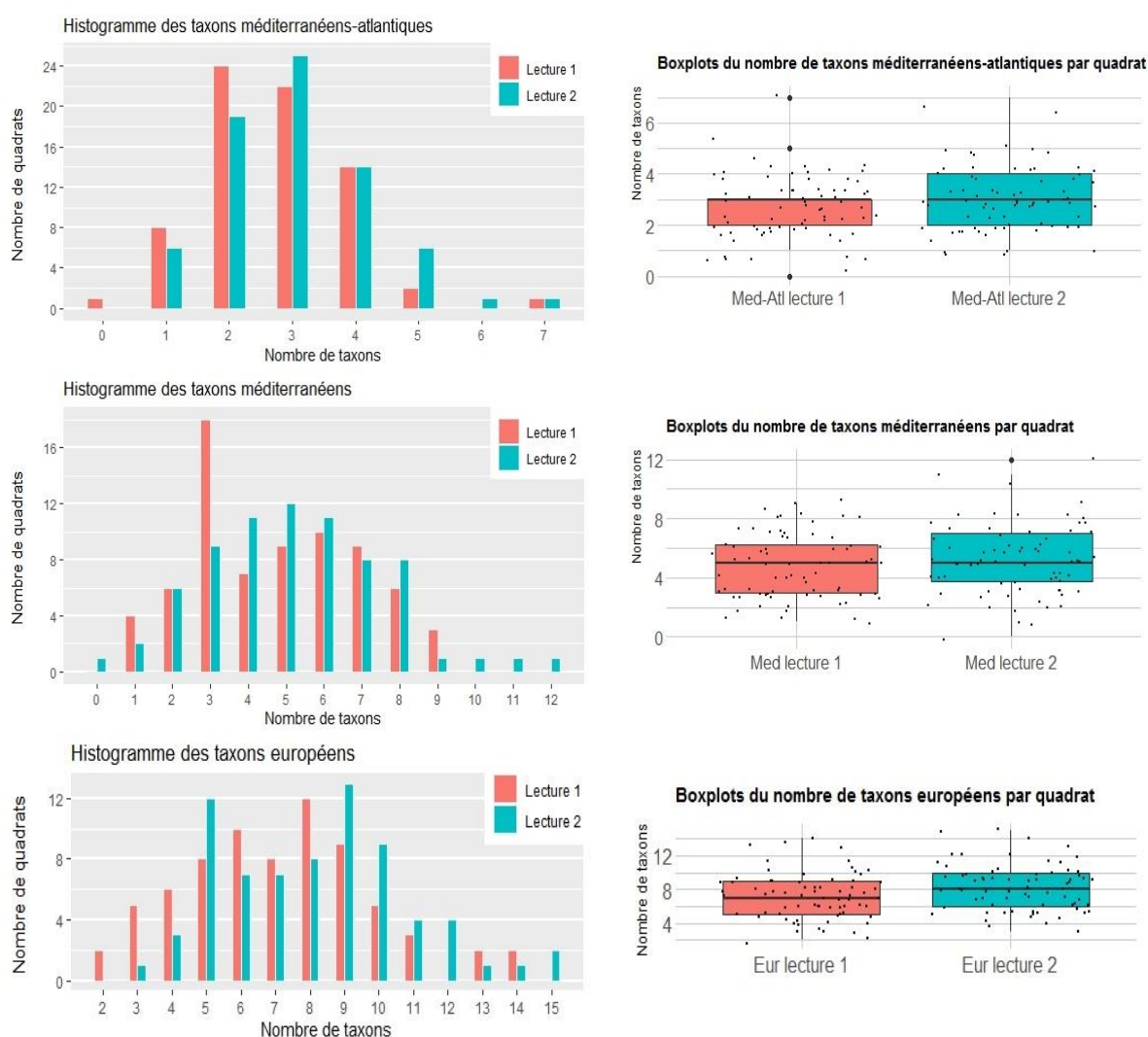
GRUPE 3, PPICT



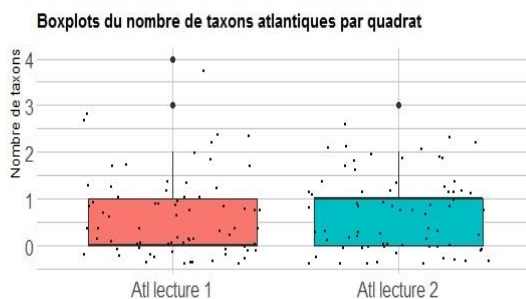
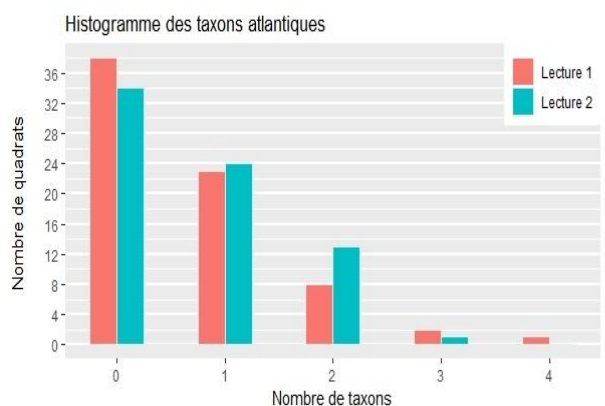
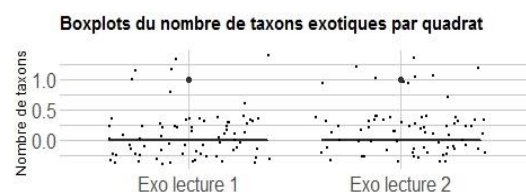
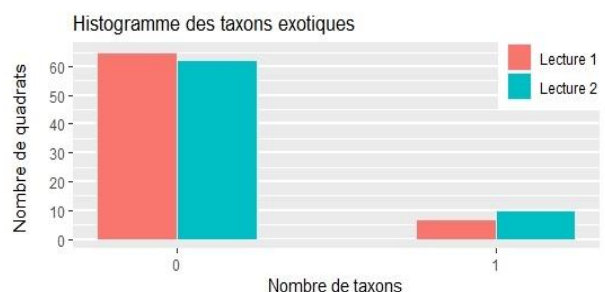
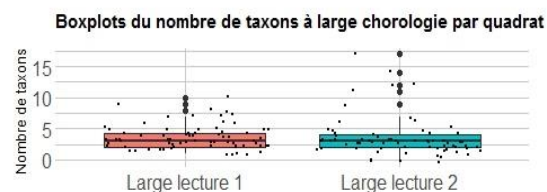
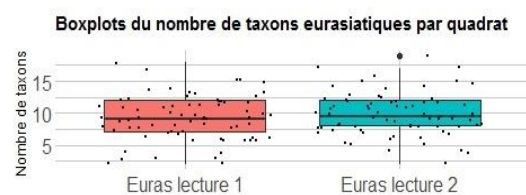
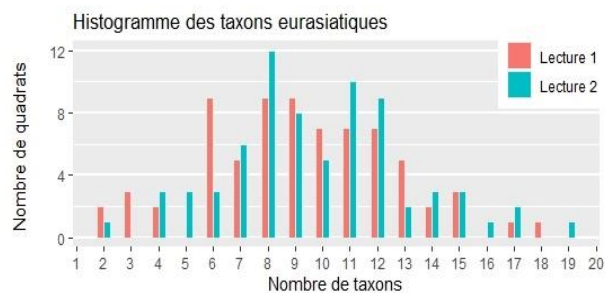
Annexe XVII – Evolution du spectre chorologique

Est étudiée ici, par des analyses de comparaison, l'évolution des 7 types chorologiques présents au sein du réseau de pelouses calcicoles : Atlantique, Large chorologie, Eurasiatique, Européen, Exotique, Méditerranéen-Atlantique et Méditerranéen.

L'évolution significative du spectre chorologique concerne principalement 2 types de taxons : les taxons européens au sens large et les taxons méditerranéens-atlantiques (Cf. figure ci-dessous et le tableau bilan 5 de la partie VI.3.4). Ils sont tous en légère augmentation et sont les mieux représentés dans les pelouses calcicoles. Ce résultat peut être mis en lien avec la hausse de la richesse spécifique des pelouses. De plus, les taxons méditerranéens montrent également une tendance à la progression, bien que non-significative ($p = 0,07963$). Les types chorologiques sans changements significatifs sont les suivants : taxons eurasiatiques, à large chorologie, exotiques et atlantiques. Ils sont représentés en page suivante.



HISTOGRAMMES (A GAUCHE) ET BOXPLOTS DES QUADRATS (A DROITE) POUR LE NOMBRE DE TAXONS EUROPEENS, MEDITERRANEENS-ATLANTIQUES ET MEDITERRANEENS



HISTOGRAMMES (A GAUCHE) ET BOXPLOTS DES QUADRATS (A DROITE) POUR LE NOMBRE DE TAXONS EURASIATIQUES, A LARGE CHOROLOGIE, EXOTIQUES ET ATLANTIQUES

Annexe XVIII – Bordereau d'évaluation d'état de conservation : HIC des pelouses calcicoles de la Nouvelle-Aquitaine



Bordereau d'évaluation d'état de conservation : HIC des pelouses calcicoles de la Nouvelle-Aquitaine

Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique

Domaine de Certes, 33980 AUDENGE – Tél. 05 57 76 18 07 – Courriel : contact@cbnsa.fr – Site : www.obv-na.fr

1 – IDENTIFIANT source (champs obligatoires)

Nom(s) et Organisme(s) :

Programme :

2 – IDENTIFIANT relevé (champs obligatoires)

Date : / /

N° du bordereau : B

Code Photo :

3 – INFORMATIONS ET LOCALISATION DE LA STATION (champs obligatoires)

Appellation du site : Code station : Commune :

Département : Lieu-dit : Site Natura 2000 :

Fichier SIG associé : ☐ Oui ☐ Non Nom fichier SIG : Code polygone :

Propriétaire(s) : Gestionnaire(s) :

Existence de dispositifs de suivi : ☐ Oui : nombre = ☐ Non Organisme(s) relecteur(s) :

En l'absence de fichier SIG, le bordereau doit être accompagné d'un extrait de carte IGN (1/5000ème) sur laquelle la station est délimitée et les polygones référencés.

4 – CARACTERISTIQUES DE LA STATION (champs optionnels)

Surface totale (m²) : Surface de sol nu (%) : Surface végétalisée (%) :

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

Hétérogénéité topographique : ☐ Faible ☐ Moyenne ☐ Forte Nature de l'hétérogénéité :

Roche mère : ☐ Calcaires durs ☐ Calcaires tendres ☐ Marnes ☐ Argiles ☐ Molasses ☐ Sables

Composition paysagère (plusieurs choix possibles) : ☐ Pelouses ☐ Pelouses-ourlets ☐ Ourlets forestiers ☐ Fourrés

☐ Boisements ☐ Roche nu ☐ Prairies ☐ Cultures ☐ Friches ☐ Autre(s) :

Contexte paysager alentour (plusieurs choix possibles) : ☐ Pelouses ☐ Pelouses-ourlets ☐ Ourlets forestiers ☐ Fourrés

☐ Boisements ☐ Roche nu ☐ Prairies ☐ Cultures ☐ Friches ☐ Carrières ☐ Forêt de feuillus

☐ Forêt de conifères ☐ Coupe rase ☐ Infrastructures ☐ Autre(s) :

Gestion conservatoire (texte libre) :

Date de première mise en gestion : / /

☐ Fauche avec export Année(s) : Précisions :

☐ Fauche sans export Année(s) : Précisions :

☐ Brûlis Année(s) : Précisions :

☐ Gyrobroyage Année(s) : Précisions :

☐ Pâturage Année(s) : Précisions :

☐ Libre évolution Année(s) : Précisions :

5 – SCHEMA DE LA STATION (champ optionnel)

<u>Graminées sociales</u>	6210	6220	6110
<i>Bromopsis erecta</i>			
<i>Molinia arundinacea</i>			
<i>Sesleria caerulea</i>			
<i>Brachypodium rupestre</i>			
Recouvrement total (%) :			

Habitats		Intitulés des habitats	
6210		Pelouses sèches semi-naturelles et facès d'embuissonnement sur calcaires (Festuco-Brometalia) [sites d'orchidées remarquables]	
6220		Parcours substeppiques de graminées et annuelles du Thero-Brachypodietea	
6110		Pelouses rupicoles calcaires ou basiphiles de l'Alyso-Setion albi	

Paramètre	Critère	Indicateur	Echelle d'évaluation	Modalité	Bon (B)	Moyen (M)	Défavorable (D)	6210	6110	6220	
Structure et fonctions	Mosaïque d'habitats	Proportion de pelouses dans la mosaïque pelouses-ourlets-fourrés	Station	% de la surface	≥ 70	]50;70[	≥ 50	B	M	D
	Dynamique	Type et niveau de colonisation des ligneux	Habitat	Description, intensité	Nulle, faible en lisière, tâches sporadiques	Fort en lisière, tâches assez nombreuses	Homogène dense, tâches nombreuses	B	M	D	
		Recouvrement des graminées sociales <i>(Brachypodium rupestre, Sesleria caerulea, Bromopsis erecta, Molinia arundinacea)</i>	Habitat	% de la surface	< 30	[30;50]	> 50	B	M	D	
					< 15	[15;30]	> 30				
		Nombre de taxons indicateurs de fertmeture du milieu	Habitat	Quantité	< 6	[6;10]	> 10	B	M	D	
	Composition floristique	Recouvrement de taxons indicateurs de fertmeture du milieu	Habitat	% de la surface	< 3	[3;6]	> 6	B	M	D	
					< 15	[15;30]	> 30	B	M	D	
				< 10	[10;20]	> 20	B	M	D		
		Nombre de taxons indicateurs de dérive trophique	Habitat	Quantité	< 6	[6;10]	> 10	B	M	D	
					< 3	[3;6]	> 6	B	M	D	
		Recouvrement de taxons indicateurs de dérive trophique	Habitat	% de la surface	< 10	[10;20]	> 20	B	M	D	
Altérations et menaces	Atteintes diffuses	Pression foncière, urbanisation	Contexte de la station	Présence, intensité	< 5	[5;15]	> 15	B	M	D	
			Habitat	Quantité	0	[1;2]	> 2	B	M	D	
			Habitat	% de la surface	0	[0;10]	> 10	B	M	D	
					Evaluation globale "Structure et fonctions"				B	M	D
	Atteintes lourdes	Atteintes diffuses	Pression foncière, urbanisation	Contexte de la station	Inexistante, faible	Moyenne	Forte		B	M	D
			Pression agricole et sylvicole	Contexte de la station	Inexistante, faible	Moyenne	Forte		B	M	D
			Amendement, fertilisation et/ou irrigation	Station	Présence	Non	Oui		B	M	D
		Atteintes lourdes	Piétinement, labour par des animaux sauvages et/ou traces d'engins	Habitat	% de la surface	< 5	[5;20]	> 20	B	M	D
			Extraction de matériaux, modification du substrat et production énergétique	Station	Présence	Non	Oui		B	M	D
	Recouvrement de matériaux inertes	Station	% de la surface	< 1	[1;20]	> 20	B	M	D		
				Evaluation globale "Altérations et menaces"				B	M	D	
				Evaluation globale de l'état de conservation				B	M	D	

Désaccord avec l'évaluation de l'état de conservation : justifications

8

Si présence d'infrastructures, en préciser la nature :

Si présence d'amendement, fertilisation et/ou irrigation, en préciser la nature :

Si présence de piétinement, labour animaux sauvages et/ou traces d'engins, en préciser la nature :

Si présence de carrière et/ou de modification, en préciser la nature :

Si présence de matériaux inertes, en préciser la nature :

Dynamique générale de la station (fermeture et dérive trophique) :

Autres habitats d'intérêt communautaire répertoriés :

Appellation de l'HIC	Code de l'HIC	Surface occupée (m ²)	Appréciation de l'état de conservation

9

GEOSYMPHYTOSOCIOLOGIE (Champ optionnel. Se référer à la typologie)

[illegible]

Annexe XIX – Notice d'utilisation du bordereau d'évaluation



Évaluation d'état de conservation : HIC des pelouses calcicoles de Nouvelle-Aquitaine Notice d'utilisation du bordereau d'évaluation

Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique

Domaine de Certes, 33980 AUDENGE – Tél. 05 57 76 18 07 – Courriel : contact@cbnsa.fr – Site : www.obv-na.fr

Cette notice méthodologique expose les conditions d'utilisation du « Bordereau d'évaluation d'état de conservation des HIC des pelouses calcicoles de Nouvelle-Aquitaine » et en explicite les champs nécessitant des précisions. Ce bordereau permet l'évaluation de trois habitats d'intérêt communautaire :

- 6210 : Pelouses sèches semi-naturelles et faciès d'embuissonnement sur calcaire (*Festuco-Brometalia*) [* sites d'orchidées remarquables]
- 6220 : Parcours substepmiques de graminées et annuelles du *Thero-Brachypodietea*
- 6110* : Pelouses rupicoles calcaires ou basiphiles de l'*Alyso-Sedion*

Le « Bordereau d'évaluation d'état de conservation des HIC des pelouses calcicoles de Nouvelle-Aquitaine » a été conçu pour et avec les gestionnaires pour répondre à un double objectif. Le premier est celui d'acquérir des données standardisées pour une évaluation plus objective des habitats d'intérêt communautaire (HIC) par rapport au dire d'experts et permettre ainsi la contribution des gestionnaires au rapportage national. Ces informations viendront compléter celles acquises dans le cadre du réseau de surveillance des HIC mis en place par les CBN en Nouvelle-Aquitaine depuis 2011. Le second objectif vise à fournir aux gestionnaires un cadre méthodologique contribuant à la collecte de données sur les habitats dans le cadre d'objectifs plus précis, comme par exemple la mesure de l'impact d'une gestion sur les HIC ciblés.



PROTOCOLE D'ÉCHANTILLONNAGE

L'unité élémentaire d'évaluation est appelée « station ». Elle correspond, dans la grande majorité des cas, à un polygone d'une carte d'habitat. Dans certains cas, les polygones s'avéreront trop grands ou trop petits pour une évaluation à bonne échelle. Il conviendra alors de subdiviser ou fusionner ces polygones. Dans le cas le plus fréquent, un gestionnaire a besoin d'évaluer un ensemble de polygones sur un territoire donné.

La compilation des bordereaux permet une évaluation globale de l'habitat. Pour ce faire, le nombre de polygones évalués doit être suffisamment grand par rapport au nombre total de polygones présents sur la zone d'évaluation. Il convient, en règle générale, de couvrir le tiers des polygones pour obtenir une évaluation représentative et objective de la zone. Pour encore plus d'objectivité, les polygones à évaluer devront être sélectionnés de manière aléatoire.



METHODE DE COLLECTE DE LA DONNEE

L'évaluateur utilisera un bordereau pour chaque station d'évaluation, même si celle-ci est évaluée à plusieurs reprises dans le temps. Il est donc important de réaliser les prospections à une saison favorable afin de contacter les taxons recherchés. Les pelouses calcicoles présentent un optimum phénologique entre mi-mai et fin juin. Une fois sur le terrain, la station peut être matérialisée à l'aide de rubalise ou de piquets. Elle doit être intégralement parcourue avant toute évaluation définitive et l'observateur recherchera activement la présence des HIC 6210, 6110 et 6220 sur le secteur. Il procèdera ensuite à l'évaluation proprement dite à l'aide du bordereau d'évaluation et de la présente notice.

Les HIC peuvent être fragmentés en petites unités réparties sur la station. Dans ce cas, l'observateur fera une évaluation globalisée sur l'ensemble de l'HIC fragmenté. La grille d'évaluation s'applique même si tous les HIC ne sont pas présents sur la station.

L'évaluation des HIC d'une « station » nécessite une à deux heures pour un observateur selon son expérience en botanique. Ce temps est également variable au regard des spécificités de chaque « station » : nombre d'HIC présents, taille de la station, hétérogénéité, conditions d'accès, etc.



BORDEREAU - PRECISIONS DES CHAMPS

1 IDENTIFIANT source (*champs obligatoires*)

Nom(s), Prénom(s) et Organisme(s) : Informations sur l'identité des évaluateurs.

Programme : Nom du programme dans lequel s'inscrit l'évaluation. Préciser s'il s'agit d'une évaluation à des fins de suivi gestionnaire et/ou dans le cadre de la surveillance nationale.

2 IDENTIFIANT relevé (*champs obligatoires*)

Date : Date du jour de l'évaluation.

N° du bordereau ... B : Initiales de l'observateur suivies du numéro du bordereau de la journée. Exemple : AB02 B. Le **B** signifie qu'il s'agit d'un bordereau d'évaluation d'état de conservation, le distinguant des relevés de flore (F), de suivi (S) ou de phytosociologie (P).

Code photo : Nom(s) de fichier affiché par l'appareil. La prise de photographies est fortement conseillée afin d'illustrer l'évolution des HIC étudiés.

3 INFORMATIONS ET LOCALISATION DE LA STATION (*champs obligatoires*)

Appellation du site : Nom d'usage du site.

Code station : identifiant unique de la zone d'évaluation. Identique au code polygone ou différent si plusieurs polygones évalués.

Fichier SIG associé et Nom fichier SIG : Si un fichier SIG est associé au bordereau, ce qui est fortement recommandé, renseigner son appellation. En l'absence de fichier SIG, chaque bordereau doit être accompagné d'un extrait de carte IGN (1/5000^{ème}) sur laquelle la station est distinctement délimitée et les polygones référencés.

Code(s) polygone(s) : Identifiant unique du ou des polygones évalués, issus de la couche SIG.

Existence de dispositifs de suivi : Information sur la présence d'un ou plusieurs dispositifs de surveillance des pelouses calcicoles au sein de la station.

4 CARACTERISTIQUES DE LA STATION (*champs optionnels*)

Surface totale (m²) : Emprise de la station en mètres carrés. Valeur idéalement déterminée sous logiciel SIG ou sur le terrain à l'aide d'un décimètre.

Surface de sol nu (%) : Surface moyenne sur la station recouverte par du sol nu.

Surface végétalisée (%) : Surface moyenne de la station recouverte par de la végétation.

Pente de la station : Ordre de grandeur de la pente moyenne de la station en degré, cocher la réponse correcte.

Exposition : L'orientation globale de la station, cocher la réponse correcte.

Hétérogénéité topographique : Présence de multiples dépressions ou talus dessinant un profil non uniforme.

Composition paysagère de la station : Types de végétations ou de biotopes présents sur la station, plusieurs choix sont possibles.

Contexte paysager de la station : Idem mais en périphérie de la station.

Gestion conservatoire : Type de gestion appliquée à la station, texte libre et/ou cocher la ou les réponse(s) correcte(s).

Date de première mise en gestion : Si date connue.

Année(s) : Date de mise en œuvre de chaque gestion, si connue.

5 SCHEMA DE LA STATION (champ optionnel)

Information optionnelle, pour les besoins de l'observateur. Ces données illustratives ne pourront être analysées par la suite.

6 LISTES FLORISTIQUES (champs obligatoires)

Dans cette partie, il s'agit d'inventorier, pour **chacun des 3 HIC** (6210, 6220, 6110), les taxons indicateurs de **fermeture du milieu**, de **dérive trophique** ainsi que les **taxons exotiques envahissants** et les **graminées sociales**. Il s'agit du cœur de l'évaluation. Il convient donc de bien prendre le temps de noter la présence de **tous ces taxons**. Ce travail rigoureux est **préalable à la bonne évaluation des HIC** à travers le **remplissage de la grille d'évaluation** (partie 7).

Cette étape nécessite des compétences en botanique. L'observateur s'aidera d'une flore pour identifier de manière fiable et certaine les taxons. Aussi, les CBN organiseront régulièrement des formations à la reconnaissance de ces taxons. Enfin, dans le cadre de leur mission d'appui technique auprès des animateurs Natura 2000, les agents des CBN peuvent être sollicités pour une aide à l'application de cette grille d'évaluation pouvant prendre la forme d'une journée de terrain en début de campagne d'évaluation.

Dérive trophique	6210	6220	6110
Achillea millefolium			
Ailanthus altissima		X	
Aphanes arvensis	X		
Bellis perennis		X	
Brachypodium sylvaticum			
Bromus hordeaceus			
Centaurea gr. decipiens	X		
Cerastium glomeratum			
Clematis vitalba			
Convolvulus arvensis	X		
Nombre total :	3	2	0
Recouvrement total (%) :	15	5	0

L'observateur **coche la case** en face du nom du taxon quand il est présent dans l'HIC prospecté.

Lorsque la totalité des taxons présents sur l'HIC a été recherchée pour chaque liste, l'observateur procède au calcul du nombre total de taxons indicateurs par HIC. Ensuite, le pourcentage de recouvrement total est estimé à dire d'expert. L'utilisateur peut s'aider des schémas de référence ci-dessous.

Dans l'exemple ci-contre, **3** taxons indicateurs de dérive trophique (*Aphanes arvensis*, *Centaurea gr. decipiens* et *Convolvulus arvensis*) ont été contactés dans le 6210 et sont donc inscrits dans la colonne adéquate. Leur recouvrement pour cet HIC est de **15** %. Idem pour le 6220 pour les **2** taxons *Ailanthus altissima* et *Bellis perennis* qui recouvre **5**

% de l'HIC. Aucun taxon indicateur de dérive trophique n'a été contacté dans l'habitat 6110.

A la fin des listes, des cases sont laissées vides afin de permettre le rajout d'autres taxons indicateurs issus de listes complémentaires fournies en fin de notice pour les processus de fermeture du milieu et de dérive trophique. Ces taxons devront être pris en compte dans l'évaluation (comptage et recouvrement).

Au terme de l'inventaire floristique, sont donc obtenu pour chaque HIC évalué :

- ✓ **Nombre et recouvrement** des taxons indicateurs de **fermeture du milieu** ;
- ✓ **Nombre et recouvrement** des taxons indicateurs de **dérive trophique** ;
- ✓ **Nombre et recouvrement** des taxons **exotiques envahissants** ;
- ✓ Présence et **recouvrement** des taxons dits « **Graminées sociales** ».

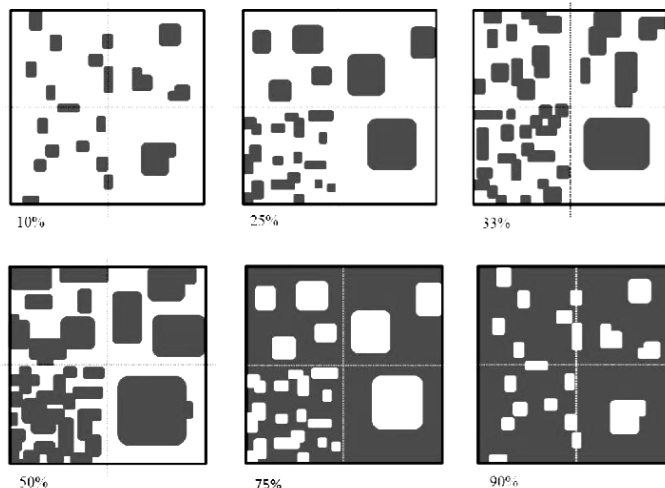
Ces valeurs vont ensuite être comparées dans l'encart 7 « Grille d'évaluation » à des valeurs seuils pour évaluer l'état de conservation de l'HIC vis-à-vis de ces critères.

Aide à l'estimation du pourcentage de recouvrement de végétation

Il est important que l'observateur prenne le temps de juger le taux de recouvrement des taxons ciblés dans chaque groupe.

D'une manière générale, tout observateur non coutumier de cet exercice tend à surestimer ces taux.

Voici ci-contre quelques graphiques schématisant le pourcentage de recouvrement d'une végétation, afin d'aider l'observateur à établir un taux le plus proche de la réalité possible (d'après Rodwell, 2006).



GRILLE D'EVALUATION (*Champs obligatoires*)

Un premier bandeau rappelle, à titre indicatif, les intitulés de chaque HIC.

L'évaluation d'un HIC se base sur 2 paramètres définis à l'échelon national :

- Structure et fonctions
- Altérations (et menaces)

Chaque paramètre regroupe un certain nombre de critères d'évaluation. Les critères « Composition floristique », « Atteintes diffuses » et « Atteintes lourdes » sont définis à l'échelon national. Les critères « Mosaïque d'habitats » et « Dynamique » sont ici nouvellement proposés. Ces critères sont abordés au travers d'indicateurs. Ces derniers sont mesurés sur la station, notamment au travers des listes floristiques et comparés à des valeurs seuils définies pour chaque indicateur. Ces valeurs permettent ainsi de déterminer l'état de conservation de l'HIC en « **Bon (B)**, **Moyen (M)** ou **Défavorable (D)** » pour l'indicateur considéré. L'état bon, moyen, défavorable d'un indicateur est sélectionné dans la colonne récapitulative de **chaque HIC** (6210, 6220, 6110). L'évaluation s'opère **par colonne d'HIC** : l'observateur évalue un HIC au regard de chaque indicateur, les uns à la suite des autres. Après l'évaluation d'un premier HIC, il procède de même avec le suivant.

Dans l'exemple ci-dessus, l'observateur obtenait le chiffre **4** pour le **nombre de taxons** indicateurs de dérive trophique pour l'HIC 6210. Dans la grille ci-dessous, **4 est une valeur inférieure à la valeur-seuil de 6. L'HIC est donc en bon état de conservation vis-à-vis de ce critère et coche la case « B »**. Par ailleurs, le **pourcentage de recouvrement** de ces taxons est de **15 % pour le 6210**. Or, dans la grille d'évaluation, les **valeurs-seuils** de cet indicateur signalent **qu'entre 10 % et 20 % (inclus)** de recouvrement, l'HIC est évalué en « **Moyen** » état de conservation. L'observateur **coche** donc la case « **M** » dans la grille d'évaluation, dans la colonne de l'HIC 6210. Il opère de même pour l'ensemble des indicateurs.

Certaines **valeurs-seuils** ne sont **pas applicables** à l'un ou l'autre des HIC, les cases ne correspondant pas aux HIC sont **grisées** et doivent être laissées vierges. Il en va de même pour **l'absence de valeurs-seuils** pour un état de conservation donné (cf. indicateur « Amendement, fertilisation ou irrigation » où il n'y a pas de valeur-seuil pour l'état défavorable).

Pour chacun des deux paramètres, une **évaluation globale** est à réaliser. Elle se détermine à partir de l'ensemble des indicateurs évalués pour l'HIC. Contrairement aux méthodes proposées par le MNHN à l'échelle des sites Natura 2000 qui utilisent un système complexe de pondération, le calcul retenu ici pour aboutir à l'état de conservation global est basé sur le même principe que celui utilisé pour le rapportage national, à savoir celui de l'**indicateur déclassant** : l'**indicateur le moins bien noté est retenu pour déterminer l'état**

Paramètre	Critère	Indicateur	Echelle d'évaluation	Modalité	Bon (B)	Moyen (M)	Défavorable (D)	6210	6110	6220	
Structure et fonctions	Mosaïque d'habitats	Proportion de pelouses dans la mosaïque pelouses-ourlets-fourrés	Station	% de la surface	≥ 70	]50;70[	≥ 50	B	M	D
	Dynamique	Type et niveau de colonisation des ligneux	Habitat	Description, intensité	Nulle, faible en lisière, tâches sporadiques	Forte en lisière, tâches assez nombreuses	Homogène dense, tâches nombreuses	B	M	D	
	Composition floristique	Recouvrement des graminées sociales (<i>Brachypodium rupestre</i> , <i>Sesleria caerulea</i> , <i>Bromopsis erecta</i> , <i>Molinia arundinacea</i>)	Habitat	% de la surface	< 30	[30;50]	> 50	B	M	D	
		Nombre de taxons indicateurs de fermeture du milieu	Habitat	Quantité	< 15	[15;30]	> 30		B	M	D
					< 6	[6;10]	> 10	B	M	D	
			Habitat	Quantité	< 3	[3;6]	> 6		B	M	D
					< 15	[15;30]	> 30	B	M	D	
		Recouvrement de taxons indicateurs de fermeture du milieu	Habitat	% de la surface	< 10	[10;20]	> 20		B	M	D
		Nombre de taxons indicateurs de dérive trophique	Habitat	Quantité	< 6	[6;10]	> 10	B	M	D	
			Habitat	Quantité	< 3	[3;6]	> 6		B	M	D
	< 10				[10;20]	> 20	B	M	D		
Recouvrement de taxons indicateurs de dérive trophique	Habitat	% de la surface	< 5	[5;15]	> 15		B	M	D		
	Nombre de taxons exotiques envahissants	Habitat	Quantité	0	[1;2]	> 2	B	M	D		
	Recouvrement de taxons exotiques envahissants	Habitat	% de la surface	0	[0;10]	> 10	B	M	D		
					Evaluation globale "Structure et fonctions"			B	M	D	
Altérations et menaces	Atteintes diffuses	Pression foncière, urbanisation	Contexte de la station	Présence, intensité	Inexistante, faible	Moyenne	Forte	B	M	D	
		Pression agricole et sylvicole	Contexte de la station	Présence, intensité	Inexistante, faible	Moyenne	Forte	B	M	D	
		Amendement, fertilisation et/ou irrigation	Station	Présence	Non	Oui		B	M	D	
	Atteintes lourdes	Piétinement, labour par des animaux sauvages et/ou traces d'engins	Habitat	% de la surface	< 5	[5;20]	> 20	B	M	D	
		Extraction de matériaux, modification du substrat et production énergétique	Station	Présence	Non	Oui		B	M	D	
		Recouvrement de matériaux inertes	Station	% de la surface	< 1	[1;20]	> 20	B	M	D	
					Evaluation globale "Altérations et menaces"			B	M	D	
					Evaluation globale de l'état de conservation			B	M	D	

global du paramètre.

Ainsi, un seul indicateur noté « moyen » caractérise l'état du paramètre « moyen » ; *idem* pour l'état « défavorable ». Dans l'exemple présenté précédemment de l'évaluation de l'HIC 6210, l'indicateur « Recouvrement de taxons indicateurs de dérive trophique » est noté en « moyen » : il est donc déclassant pour toute l'évaluation globale du paramètre « Structure et fonctions ». Il en va de même pour l'évaluation globale du paramètre « Altérations et perspectives » avec l'indicateur « Piétinement, labour animaux sauvages et/ou traces d'engins » qui est noté « défavorable ». Il est alors déclassant pour l'évaluation globale de l'état de conservation de l'HIC 6210.

A la suite de la grille d'évaluation, un encart permet à l'observateur de noter d'éventuels désaccords avec l'évaluation apportée par le système de notation. Cette argumentation est utile et encouragée le cas échéant, afin d'affiner ce système d'évaluation.

Explications des indicateurs de la grille d'évaluation

Proportion de pelouses dans la mosaïque pelouses-ourlets-fourrés : Estimation de l'occupation en surface des différentes pelouses correspondant aux 3 HIC (inclus les pelouse-ourlets pour le 6210) au sein de la mosaïque à l'échelle de la station. Les seuils pour l'état « Moyen » sont de 50 % à 70 % **exclus**.

Pression foncière, urbanisation et Pression agricole et sylvicole : Ces deux indicateurs concernent également les parcelles adjacentes de la station.

8 INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES SUR LA STATION (Champs optionnels)

Cette partie fournit des compléments d'informations et des précisions afin de mieux décrire la station et le contexte de l'évaluation.

Si présence d'infrastructures, en préciser la nature : Précision du champ d'occupation du pourtour de la station. Type(s) d'infrastructure(s) rencontrée(s) (ruines, cabane, maison, hangar, etc.).

Si présence d'amendement, fertilisation et/ou irrigation, en préciser la nature : Précision d'un indicateur de la grille d'évaluation. Type(s) d'intrant(s) constaté(s) et surface concernée.

Si présence de piétinement, labour d'animaux sauvages et/ou traces d'engins, en préciser la nature : Précision d'un indicateur de la grille d'évaluation. Type(s) de perturbation constatée(s) (piétinement/surfréquentation ; labour par les animaux sauvages : terriers, taupiers, fouissement ; traces d'engins), nature et intensité de la perturbation.

Si présence de carrière et/ou de modifications du substrat, en préciser la nature : Précision d'un indicateur de la grille d'évaluation. Informations sur la carrière (localisation/proximité avec la station, activité en cours, progression de la surface, etc.) et/ou sur des aménagements amenant à des modifications du substrat (creusement, aplanissement, création de chemin, etc.).

Si présence de matériaux inertes, en préciser la nature : Précision d'un indicateur de la grille d'évaluation. Type(s) de matériaux non biodégradables rencontrés (parpaings, tôles, blocs de béton, pneus, etc.).

Dynamique générale de la station (fermeture et dérive trophique) : Champ libre. Estimation visuelle et description de la progression de la fermeture de la station par les taxons arbustifs et/ou arborescents. Idem pour la dérive trophique par des taxons plus eutrophes (évolution vers une prairie).

Autres habitats d'intérêt communautaire répertoriés : Cet encart permet de lister la présence d'HIC sur la station ne faisant pas l'objet d'une évaluation par grille. L'observateur y laisse une appréciation libre de leur état de conservation.

9 GEOSYMPHYTOSCOLOGIE (Champ optionnel)

Il s'agit ici, pour les observateurs qui le souhaitent, de procéder à des relevés géosymphytosociologiques en se référant à la typologie (un référentiel typologique est fourni avec le Bordereau d'évaluation des HIC des pelouses calcicoles). Ces relevés symphytosociologiques sont un bon moyen d'apprécier l'évolution paysagère d'un coteau.

Coefficient de forme : Coefficient indiquant la forme du syntaxon sur la station étudiée. Il est traduit à l'aide des symboles suivants (d'après Géhu, 1991 ; Delassus *et al.*, 2017) :

O : Forme « grand spatial » ; par exemple : prairie.

o : Forme « petit spatial » ; par exemple : gazon amphibie

/ : Forme « linéaire » ; par exemple : haie

Ø : Forme « spatio-linéaire », en frange large

. : Forme « ponctuelle » ; par exemple : petit groupement aquatique

; : Forme « linéaire disjointe » ; par exemple : groupements d'anfractuosités

Coefficient de dominance : Coefficient indiquant le pourcentage de recouvrement du syntaxon en **surface et en volume**, selon un gradient semi-quantitatif. Il se base sur l'échelle de Braun-Blanquet (d'après Delassus *et al.*, 2017) :

5 : Recouvrement supérieur à 75 % de la surface de la station

4 : Recouvrement entre 50 et 75 % de la surface de la station

3 : Recouvrement entre 25 et 50 % de la surface de la station

2 : Recouvrement entre 5 et 25 % de la surface de la station

1 : Recouvrement inférieur à 5 % de la surface de la station.

Complément des listes de taxons indicateurs de fermeture du milieu et de dérive trophique :

Fermeture du milieu, liste complémentaire		Dérive trophique, liste complémentaire
<i>Acer monspessulanum</i>	<i>Rosa gr. arvensis</i>	<i>Ajuga reptans</i>
<i>Acer pseudoplatanus</i>	<i>Rosa gr. rubiginosa</i>	<i>Anisantha diandra</i>
<i>Ailanthus altissima</i>	<i>Rosa sp.</i>	<i>Anisantha madritensis</i>
<i>Ajuga reptans</i>	<i>Rubus caesius</i>	<i>Anisantha sterilis</i>
<i>Aquilegia vulgaris</i>	<i>Rumex sanguineus</i>	<i>Artemisia vulgaris</i>
<i>Arabis hirsuta</i>	<i>Ruscus aculeatus</i>	<i>Arum maculatum</i>
<i>Arabis planisiliqua</i>	<i>Ruta graveolens</i>	<i>Avena barbata</i>
<i>Arabis sagittata</i>	<i>Salix atrocinerea</i>	<i>Bromus racemosus</i>
<i>Arum maculatum</i>	<i>Sanicula europaea</i>	<i>Bromus tectorum</i>
<i>Asplenium ruta-muraria</i>	<i>Silene nutans</i>	<i>Bryonia cretica subsp. dioica</i>
<i>Asplenium scolopendrium</i>	<i>Silene vulgaris</i>	<i>Calystegia sepium</i>
<i>Aster amellus</i>	<i>Sison amomum</i>	<i>Cardamine hirsuta</i>
<i>Astragalus glycyphyllos</i>	<i>Solidago virgaurea</i>	<i>Carduus nutans</i>
<i>Astragalus hypoglottis</i>	<i>Sorbus aria</i>	<i>Carduus tenuiflorus</i>
<i>Astragalus monspessulanus</i>	<i>Sorbus domestica</i>	<i>Carex divulsa</i>
<i>Betula pendula</i>	<i>Succisa pratensis</i>	<i>Carex hirta</i>
<i>Bituminaria bituminosa</i>	<i>Teucrium scorodonia</i>	<i>Centranthus ruber</i>
<i>Brachypodium pinnatum</i>	<i>Thalictrum minus</i>	<i>Cerastium fontanum</i>
<i>Bryonia cretica subsp. dioica</i>	<i>Trifolium alpestre</i>	<i>Chaerophyllum temulum</i>
<i>Bupleurum falcatum</i>	<i>Trifolium medium</i>	<i>Cirsium arvense</i>
<i>Bupleurum praealtum</i>	<i>Trifolium ochroleucon</i>	<i>Cirsium vulgare</i>
<i>Buxus sempervirens</i>	<i>Trifolium rubens</i>	<i>Cotoneaster franchetii</i>
<i>Calystegia sepium</i>	<i>Ulex minor</i>	<i>Crepis capillaris</i>
<i>Campanula glomerata</i>	<i>Urtica dioica</i>	<i>Crepis sancta</i>
<i>Campanula persicifolia</i>	<i>Viburnum tinus</i>	<i>Crepis setosa</i>
<i>Carex divulsa Stokes</i>	<i>Vicia gr. cracca</i>	<i>Crepis vesicaria subsp. taraxacifolia</i>
<i>Carpinus betulus</i>	<i>Vicia sepium</i>	<i>Echium vulgare</i>
<i>Centaurea gr. decipiens</i>	<i>Vicia tenuifolia</i>	<i>Elytrigia atherica</i>
<i>Cephalanthera longifolia</i>	<i>Viola alba</i>	<i>Epilobium tetragonum</i>
<i>Chaerophyllum temulum</i>	<i>Viola riviniana</i>	<i>Fallopia convolvulus</i>
<i>Cirsium arvense</i>	<i>Vitis vinifera subsp. vinifera</i>	<i>Foeniculum vulgare</i>
<i>Clematis vitalba</i>		<i>Fraxinus excelsior</i>
<i>Clinopodium vulgare</i>		<i>Galium aparine</i>
<i>Cotoneaster franchetii</i>		<i>Geranium pusillum</i>
<i>Cotoneaster</i>		<i>Geranium rotundifolium</i>
<i>Cytisus lotoides</i>		<i>Geum urbanum</i>
<i>Cytisus scoparius</i>		<i>Helminthotheca echioides</i>
<i>Digitalis lutea</i>		<i>Hirschfeldia incana</i>
<i>Dioscorea communis</i>		<i>Holcus lanatus</i>
<i>Elytrigia atherica</i>		<i>Hordeum murinum</i>
<i>Elytrigia repens subsp. repens</i>		<i>Iris foetidissima</i>
<i>Erica scoparia</i>		<i>Juglans regia</i>
<i>Euonymus europaeus</i>		<i>Kickxia elatine</i>
<i>Falcaria vulgaris Bernh.</i>		<i>Lactuca serriola</i>
<i>Foeniculum vulgare</i>		<i>Lathyrus hirsutus</i>
<i>Fragaria viridis Weston</i>		<i>Loncomelos pyrenaicus</i>
<i>Frangula alnus subsp. alnus</i>		<i>Lysimachia foemina</i>
<i>Fraxinus excelsior</i>		<i>Medicago arabica</i>
<i>Galatella linoisyris</i>		<i>Medicago polymorpha</i>
<i>Galium aparine</i>		<i>Medicago sativa</i>
<i>Galium mollugo</i>		<i>Melilotus albus</i>
<i>Genista sagittalis</i>		<i>Mentha suaveolens</i>
<i>Geranium robertianum</i>		<i>Mercurialis perennis</i>
<i>Geranium sanguineum</i>		<i>Myosotis arvensis</i>
<i>Geum urbanum</i>		<i>Orobanche picridis</i>
<i>Hieracium lachenalii sensu auct. plur.</i>		<i>Papaver dubium</i>
<i>Inula conyza</i>		<i>Papaver rhoeas</i>
<i>Inula spiraeifolia</i>		<i>Plantago major</i>
<i>Iris foetidissima</i>		<i>Polygonum aviculare</i>

<i>Jacobaea erucifolia</i>
<i>Juglans regia</i>
<i>Lactuca perennis</i>
<i>Laserpitium latifolium</i>
<i>Laserpitium siler</i>
<i>Lathyrus latifolius</i>
<i>Lathyrus pratensis</i>
<i>Laurus nobilis</i>
<i>Lavandula latifolia</i>
<i>Libanotis pyrenaica</i>
<i>Loncomelos pyrenaicus</i>
<i>Lonicera etrusca</i>
<i>Lonicera periclymenum</i>
<i>Lonicera xylosteum</i>
<i>Lotus hirsutus</i>
<i>Malus</i>
<i>Medicago sativa</i> subsp. <i>falcata</i>
<i>Melampyrum cristatum</i>
<i>Melittis melissophyllum</i> subsp. <i>melissophyllum</i>
<i>Mercurialis perennis</i>
<i>Neottia ovata</i>
<i>Oreoselinum nigrum</i>
<i>Osyris alba</i>
<i>Pinus</i>
<i>Pinus nigra</i>
<i>Pinus pinaster</i>
<i>Pinus sylvestris</i>
<i>Platanthera bifolia</i>
<i>Poa pratensis</i>
<i>Potentilla montana</i>
<i>Primula veris</i>
<i>Prunus avium</i>
<i>Prunus mahaleb</i>
<i>Pulmonaria longifolia</i>
<i>Pyrus communis</i> subsp. <i>pyraster</i>
<i>Quercus</i> sp.
<i>Quercus petraea</i>
<i>Quercus</i> gr. <i>pubescens</i>
<i>Quercus robur</i>
<i>Rhamnus cathartica</i>
<i>Rosa canina</i>

<i>Primula veris</i>
<i>Pulicaria dysenterica</i>
<i>Ranunculus parviflorus</i>
<i>Rapistrum rugosum</i>
<i>Reseda lutea</i>
<i>Rumex acetosa</i>
<i>Rumex sanguineus</i>
<i>Sagina apetala</i>
<i>Sanicula europaea</i>
<i>Setaria viridis</i>
<i>Silene latifolia</i>
<i>Sison amomum</i>
<i>Sison segetum</i>
<i>Sonchus</i>
<i>Sonchus oleraceus</i>
<i>Torilis nodosa</i>
<i>Tragopogon pratensis</i>
<i>Trifolium fragiferum</i>
<i>Trifolium hybridum</i>
<i>Trifolium maritimum</i>
<i>Verbena officinalis</i>
<i>Veronica agrestis</i>
<i>Vicia faba</i>
<i>Vicia sativa</i>
<i>Viola arvensis</i>
<i>Vulpia myuros</i>



Résumé

Les Conservatoires botaniques nationaux de Nouvelle-Aquitaine (Pyrénées Midi-Pyrénées, Massif Central et Sud-Atlantique) sont en charge, tous les 6 ans, de l'évaluation de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire (HIC) de la région. Afin de disposer de données concrètes et fiables, les CBN mettent en place un réseau de suivi de l'état de conservation des habitats qui, à terme, concernera l'ensemble des HIC. L'analyse de ces données permet de décrire statistiquement l'évolution de ces habitats.

Ce rapport présente deux méthodes complémentaires développées par les CBN pour **évaluer l'état de conservation des HIC des pelouses calcicoles : 6110, 6220 et 6210**. Il expose également les premiers résultats des analyses diachroniques.

- Protocole de suivi par **quadrats permanents**, plan d'échantillonnage et réseau de suivi : **103 quadrats lus en 2019 dont 72 bénéficiant de deux lectures (2011 et 2019)**
- **Analyses et premiers résultats** pour la période 2011-2019 : **évolution** des quadrats sur le **plan dynamique et trophique** ; évolution des cortèges d'espèces ...
- **Méthode d'évaluation par indices** des HIC 6110, 6220, 6210 : **grille d'évaluation**

