

5.1 Communautés végétales des pelouses sèches calcicoles

Auteurs : Kévin Romeyer, Rémi David, Contributeur : Romain Bissot

La flore des coteaux calcaires de Nouvelle-Aquitaine est particulièrement diversifiée et intéressante de par ses affinités méditerranéennes parfois marquées (ROYER, 1982 ; BOULLET, 1984 ; ROYER, 1984). Cela lui confère des intérêts patrimoniaux et fonctionnels importants au niveau régional car les conditions nécessaires à son développement et à sa pérennité sont assez drastiques (sols maigres, pauvres en nutriments, en stations souvent pentues et supportant un déficit hydrique important en période estivale). Le climat régional évoluant notamment vers des étés plus chauds, plus longs et plus secs (LE TREUT, 2018) impacterait donc directement cette flore si particulière.

L'étude et le suivi des communautés végétales de coteaux calcaires secs dans le contexte du changement climatique découlent de leur sensibilité face à ce changement, se traduisant par une modification supposée des cortèges selon différents aspects. D'une part, l'apparition et la propagation d'espèces méditerranéennes typiques sont attendues (GRILLET *et al.*, 2006 ; VENNETIER & RIPERT, 2010), associées à la perte des espèces les moins xéro-tolérantes ; et d'autre part un développement de cortèges d'espèces annuelles au profit des vivaces devrait se produire (LAVOREL & GARNIER, 2002 ; ZWICKE, 2013).

Pour identifier et mesurer ces effets supposés des changements climatiques sur les communautés végétales de pelouses calcaires, l'objectif est de suivre dans le temps et dans l'espace : 1- leur structure (types biologiques dominants, hauteur, recouvrement) et 2- leur composition floristique (diversité spécifique, cortèges indicateurs, fréquence relative des espèces, spectre chorologique).

Suite à la mise en place des dispositifs de suivi et une première lecture réalisée en 2017 sur une vingtaine de sites, l'année 2018 était consacrée à des analyses exploratoires portant sur la variabilité interannuelle de ces cortèges végétaux. Deux sites en Dordogne et en Gironde, comportant deux types de pelouses différents ont ainsi fait l'objet d'une relecture pour visualiser, quantifier et interpréter la variabilité des cortèges. L'objectif *in fine* étant de tenir compte de ces variations dans le cadre des travaux de modélisation qui seront réalisés par la suite.

5.1.1 Complément au matériel et méthodes

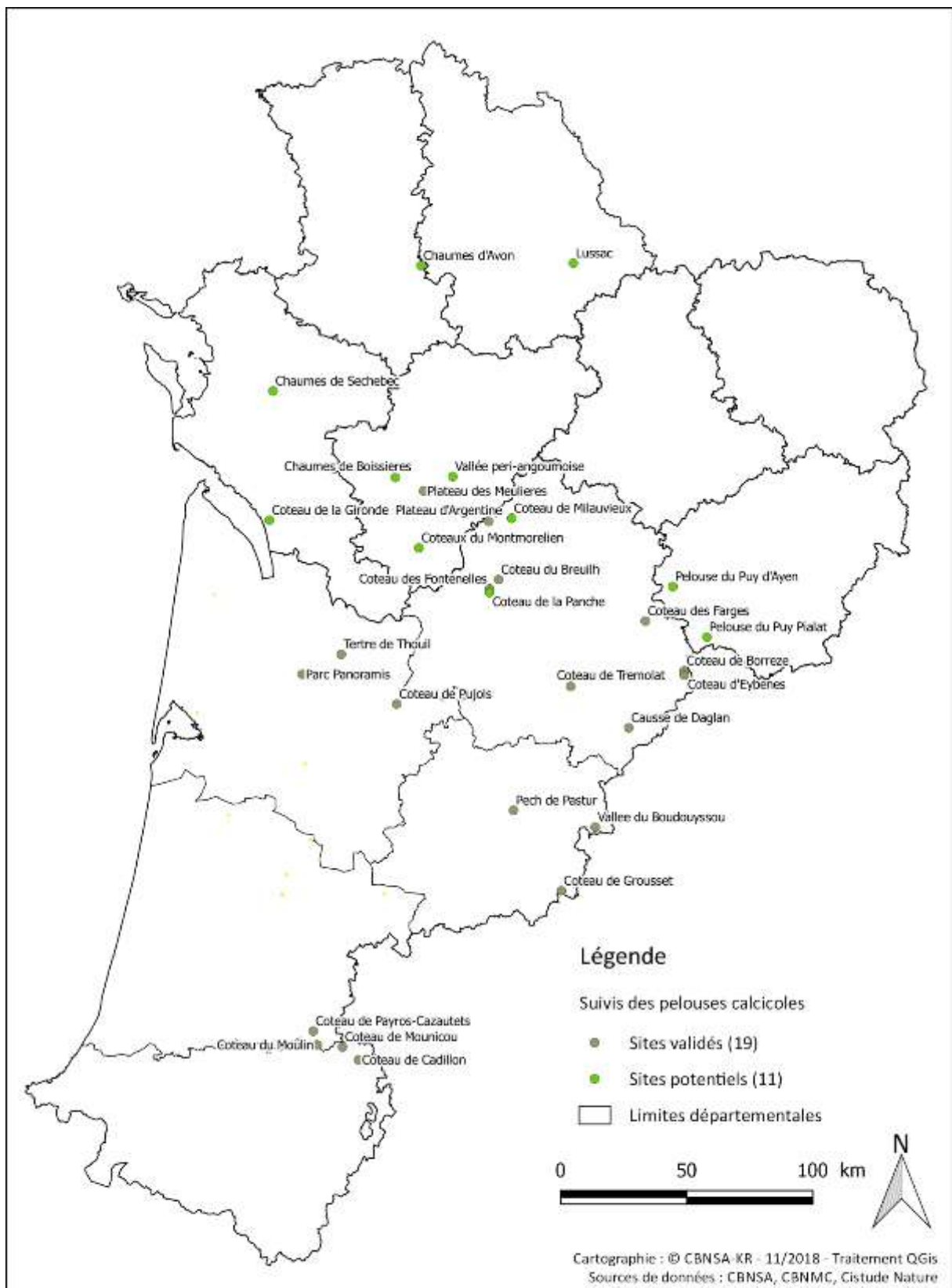
- **Sélection des sites**

L'identification des sites favorables aux suivis et équipés de dispositifs s'est opérée selon des critères scientifiques et pratiques indissociables (MALLARD, 2017b). La présence d'une flore caractéristique des pelouses sèches calcicoles formait un préalable ; à cela était ajoutée l'utilisation d'indices d'état pour écarter des sites atypiques (LE FOULER, 2013). Ensuite, la dimension foncière et paysagère entrait en jeu pour garantir la pérennité à long terme des suivis et l'isolement du facteur climatique. Une cohérence territoriale a alors été recherchée à travers un échantillonnage représentatif au niveau géographique, en tenant compte de la variabilité floristique des communautés de pelouses et des influences climatiques (ROYER, 1982 ; BOULLET, 1984 ; ROYER, 1984 ; LAMOTHE & BLANCHARD, 2005 ; LE FOULER, 2013 ; ABADIE *et al.*, 2014 ; FY & BISSOT, 2014). Enfin, l'existence de dispositifs de suivi antérieurs sur ces communautés végétales, compatibles avec ceux développés ici, permet de mutualiser certains sites et de bénéficier de données historiques (LE FOULER, 2013 ; FY & BISSOT, 2014). A l'échelle du programme « les Sentinelles du climat », une synergie de suivis entre les indicateurs « communautés végétales de pelouses sèches calcicoles » et « lépidoptères de pelouses sèches calcicoles » a été appliquée, de par leur étroite liaison, afin de mutualiser les sites.

En 2017, 18 sites ont été équipés de dispositifs et ont fait l'objet d'un suivi protocolé ainsi que d'un inventaire de la flore et des végétations. En 2018, un site équipé de dispositifs de suivi antérieur en Charente a fait l'objet d'une relecture, intégrant ainsi le programme. Pour garder la synergie avec les suivis de lépidoptères sur des sites complémentaires équipés en 2018, 2 sites de pelouses calcicoles validés devront être matérialisés par un suivi flore en 2019. Il s'agit des sites « Coteau de Milauvieux » et « Coteau de la Panche ».

- **Description des sites choisis**

Au total, 19 sites comportent des dispositifs de suivi des communautés végétales (Fig. 72). Ils se situent principalement en Dordogne (8 sites) et Lot-et-Garonne (3 sites), correspondant à la zone de développement optimale de ces végétations dans la région. Plusieurs sites se retrouvent plus à l'ouest en Gironde (3 sites) et au sud-ouest en Pyrénées-Atlantiques (2 sites) et dans les Landes (2 sites) sous une influence océanique plus marquée. Un seul site est actuellement validé plus au nord en Charente.



Sites de suivi des communautés végétales de pelouses calcicoles en 2018

Fig. 72. Situation géographique des sites de suivi des communautés végétales de pelouses sèches calcicoles.

En 2018, un seul nouveau site a été validé pour un suivi de communautés végétales en Charente et a fait l'objet d'une lecture. Ses caractéristiques (dénomination, commune, superficie, statut, gestionnaire...) sont détaillées ci-dessous (Tab. XV). Cette matérialisation intervenait dans le cadre d'un calage méthodologique en vue d'une mise en place de suivis sur davantage de sites en 2019 dans l'ex-région Poitou-Charentes.

Tab. XV. Caractéristiques des sites de suivis mis en place en 2018.

Dép.	Commune	Nom du site	Superficie (m ²)	Statut	Propriétaire/ Gestionnaire	Accord	Structure en charge des suivis	Observateurs	Latitude	Longitude
16	Claix	Plateau des Meulières	16 ha	Natura 2000 / Site CREN PC	CREN Poitou-Charente	Oui	CBNSA	Kévin Romeyer, Romain Bissot		

• Définition et positionnement des points d'échantillonnage

Pour suivre les végétations de pelouses calcicoles dans le temps et dans l'espace, l'échantillonnage d'un site est basé sur un système de quadrats emboîtés de tailles différentes répondant chacun à une problématique du suivi (MALLARD, 2017b ; LE FOULER, 2013).

Tout d'abord, un quadrat paysager de 25 mètres de côté (625 m²) sert à suivre la mosaïque de végétations présentes sur un site et de les proportionner les unes par rapport aux autres.

Ensuite, un quadrat de fréquence de 4 mètres de côté (16 m²) est matérialisé de façon permanente avec des tiges métalliques aux 4 sommets pour suivre finement la composition floristique et la fréquence de chaque espèce. Il est positionné à l'intérieur du quadrat paysager sur la zone d'expression optimale de la pelouse et son orientation se fait dans la direction de plus grande pente, soit vers le haut du coteau, ou bien vers le nord en situation de plateau.

Les 18 sites matérialisés et suivis en 2017 disposent chacun d'un quadrat paysager et d'un quadrat de fréquence, soit 18 de chaque (MALLARD, 2017b). Pour le site nouvellement suivi, aucun quadrat paysager n'a été défini par manque de temps et seul le quadrat de fréquence a été matérialisé et relu. Ses caractéristiques sont précisées dans le tableau ci-dessous (Tab. XVI) qui synthétise le code du suivi utilisé, les types de dispositifs, leur surface respective et leurs coordonnées GPS au format WGS 84.

Protocole de réalisation des photos des points d'échantillonnage

Afin de relocaliser facilement les dispositifs de suivis et de garder une trace visuelle du contexte de chaque lecture, des prises de vue sont effectuées systématiquement, selon les dispositifs, de la façon suivante :

- Pour chaque quadrat de fréquence : 4 photos en paysage prises depuis les 4 côtés du quadrat (matérialisé par une corde ou décimètre) + 4 photos en paysage prises depuis les 4 sommets du quadrat présentant une vue d'ensemble du quadrat et du contexte paysager.
- Pour chaque quadrat paysager : 4 photos en paysage prises depuis les 4 sommets du quadrat (matérialisé par des piquets temporaires reliés par une corde ou décimètre) vers le centre + 4 photos en paysage de chaque sommet du quadrat depuis l'intérieur.

Tab. XVI. Caractéristiques des points d'échantillonnage des suivis mis en place en 2018.

Dép.	Dénomination sites	Code flore	suivi	Type dispositif	Surface (en m ²)	Repères	Latitude	Longitude
16	Plateau des Meulières	VIG23		Quadrat de fréquence	9	Nord-Ouest	██████	██████
16	Plateau des Meulières	VIG23		Quadrat de fréquence	9	Centroïde	██████	██████

Les cartes de localisation des dispositifs de suivi sur ce nouveau site sont présentées en annexes (Annexe 3). A noter que ce site est déjà équipé en nombreux dispositifs antérieurs de suivi de communautés végétales de pelouses (11 dispositifs) et qu'une relecture d'un ou deux autres de ces dispositifs préexistants dans le cadre du programme est envisagée pour servir de réplicat de suivi.

• **Méthode de relevés et détermination des espèces**

Le champ taxonomique, les référentiels utilisés et le détail des protocoles sont explicités dans le Tome IV (MALLARD, 2017b).

A l'échelle du quadrat paysager, le but est de suivre l'évolution du complexe pelousaire en termes de structure et de dynamique de végétation.

A l'échelle du quadrat de fréquence, le suivi de la structure et de la composition floristique s'opère à travers un inventaire des espèces en présence/absence au sein de quadrats élémentaires de 25 centimètres de côté disposés régulièrement (Fig. 73). La surface échantillonnée de façon fine doit correspondre à 25% de la surface du quadrat de fréquence (ALARD, 2001). Dans l'ex-région Poitou-Charentes, les suivis de pelouses préexistants respectent ce principe d'échantillonnage mais les quadrats de fréquence mesurent 3 mètres de côté (9 m²) et sont relus à travers 9 quadrats élémentaires (FY & BISSOT, 2014).

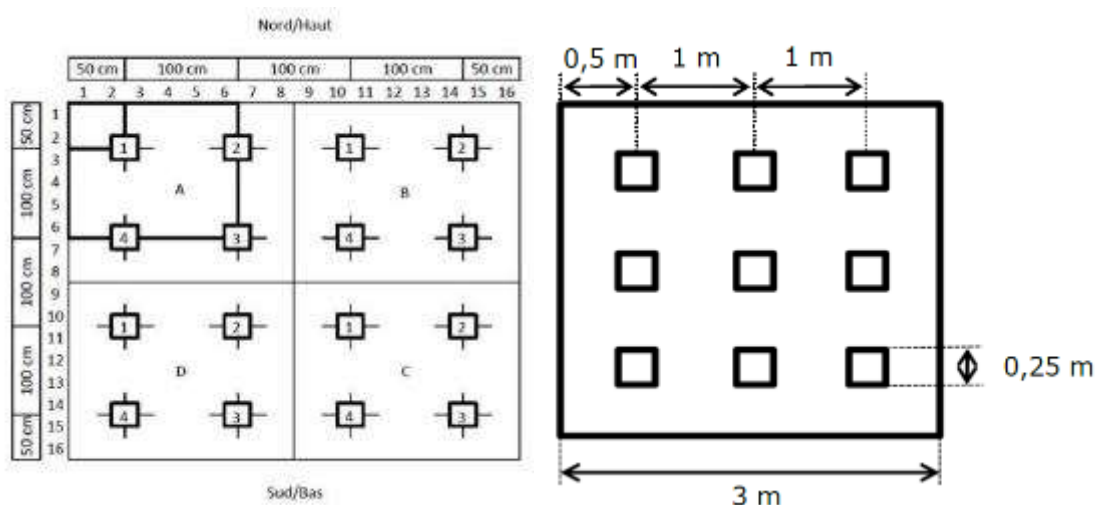


Fig. 73. Schéma d'organisation théorique des quadrats élémentaires au sein du quadrat de fréquence de 16 m² (à gauche) et de 9 m² (à droite).

- **Nombre et délai entre campagnes de relevés**

Les communautés végétales de pelouses calcicoles sont suivies tous les 2 ans sur chaque site à travers un unique passage sur les points d'échantillonnage, calibré à l'optimum phénologique pour ces végétations soit entre mi-mai et début juillet.

La quasi-totalité des sites ont été suivis en 2017 pour une première lecture et ne seront donc relus qu'en 2019. En 2018, seuls 3 sites ont fait l'objet d'un suivi : « Plateau des Meulières » pour une première lecture dans le cadre du programme ; « Coteau de Pujols » et « Coteau des Farges » pour une seconde lecture servant à des tests méthodologiques sur la variabilité interannuelle des cortèges.

Tab. XVII. Dates des suivis 2017 et 2018 de communautés végétales de pelouses calcicoles.

Nom du site	Date passage 1	Date passage 2	Observateur(s)
Causse de Daglan	22/05/2017		Jean-Claude Abadie (CBNSA)
Coteau de Borreze	17/05/2017		Kévin Romeyer (CBNSA)
Coteau de Cadillon	21/06/2017		Kévin Romeyer
Coteau des Farges	22/05/2017	30/05/2018	Kévin Romeyer
Coteau de Grousset	01/06/2017		Emilie Vallez (CBNSA)
Coteau de Mounicou	21/06/2017		Kévin Romeyer
Coteau de Payros-Cazautets	07/06/2017		Kévin Romeyer
Coteau de Pujols	12/05/2017	23/05/2018	Jean-Claude Abadie, Anthony Le Fouler (CBNSA), Kévin Romeyer, Emilie Vallez (2017) et Rémi David (CBNSA), Kévin Romeyer (2018)
Coteau de Tremolat	16/06/2017		Jean-Claude Abadie
Coteau des Fontenelles	23/05/2017		Kévin Romeyer
Coteau d'Eybenes	16/05/2017		Kévin Romeyer
Coteau du Breuilh	04/07/2017		Kévin Romeyer
Coteau du Moulin	07/06/2017		Kévin Romeyer
Parc Panoramis	15/06/2017		Kévin Romeyer
Pech de Pastur	31/05/2017		Kévin Romeyer, Emilie Vallez
Plateau des Meulieres	20/06/2018		Kévin Romeyer, Romain Bissot (CBNSA)
Plateau d'Argentine	24/05/2017		Kévin Romeyer
Tertre de Thouil	16/06/2017		Kévin Romeyer
Vallee du Boudouyssou	01/06/2017		Kévin Romeyer (CBNSA)

- **Fiche de relevés**

La fiche utilisée est présentée en annexe du Tome IV (MALLARD, 2017b).

• **Analyses des indices associés aux relevés**

L'indice de similarité de Jaccard est très communément utilisé car il permet de mesurer simplement la proportion d'espèces communes entre deux relevés. Ce premier indice nous donne donc une image du taux d'évolution de la flore que l'on peut constater entre deux passages successifs. Par exemple ici, entre 2017 et 2018, seuls 58% des taxons observés à Pujols ont été conservés d'un relevé à l'autre. Sur le site des Farges, la situation semble un peu plus stable car nous retrouvons 68% d'espèces communes entre les deux années. Dans les deux cas, le taux de « turn-over » est tout de même relativement important d'une année à l'autre.

Cet indice peut également être utilisé pour comparer des sites entre eux, à un temps donné ou à des moments différents. Avec une moyenne de 14,5% d'espèces communes entre Pujols et les Farges pour la période 2017-2018, nous constatons que ces deux sites présentent des végétations très différentes.

Tab. XVIII. Indices de similarité de Jaccard calculés pour les sites de Pujols et Farges entre 2017 et 2018.

	Pujols_2017	Pujols_2018	Farges_2017	Farges_2018
Pujols_2017	1			
Pujols_2018	0,58	1		
Farges_2017	0,15	0,13	1	
Farges_2018	0,16	0,14	0,68	1

Les indices de diversité de Shannon et d'équitabilité de Pielou permettent de préciser la mesure de richesse spécifique. Ces deux indices tiennent en effet compte de la répartition des proportions des taxons. L'indice de Shannon présente généralement des valeurs comprises entre 0 et 5, les plus fortes traduisant une répartition égale des effectifs entre les taxons (FRONTIER, 1983), mais n'est pas limité théoriquement. Avec des valeurs autour de 2,5 à 3, l'indice de Shannon obtenu pour ces quatre relevés est assez moyen. L'interprétation de cet indice est facilitée par le calcul de l'indice d'équitabilité de Pielou (PIELOU, 1966) qui ramène la variation à un intervalle allant de 0 à 1, 1 étant la valeur maximale possible. Nous observons ici des valeurs fortes pour l'ensemble des relevés, indiquant une répartition très équitable des effectifs entre les différents taxons.

Tab. XIX. Indices de diversité floristique calculés pour les sites de Pujols et Farges entre 2017 et 2018 (S=richesse spécifique ; H=diversité de Shannon ; J=équitabilité de Pielou).

	Pujols_2017	Pujols_2018	Farges_2017	Farges_2018
S	22	35	16	21
H	2,77	3,08	2,44	2,60
J	0,90	0,87	0,88	0,85

5.1.2 Résultats exploratoires

- **Etat de référence des sites**

L'ensemble des états de référence sur la structure, la composition floristique et la dynamique des communautés végétales pour les sites suivis en 2017 sont présentés dans le Tome IV du programme (MALLARD, 2017b).

En 2018, seul le site « Plateau des Meulières » en Charente a fait l'objet d'un suivi visant à établir un état de référence sur la composition floristique et la fréquence des espèces. En revanche, en l'absence de quadrat paysager mis en place sur ce site, l'état de référence sur les différentes communautés végétales présentes et la dynamique des végétations n'a pu être établi ici. Le tableau de synthèse pour ce suivi est présenté ci-dessous (Tab. XX).

Tab. XX. Tableau de synthèse de la lecture 2018 du quadrat de fréquence (Plateau des Meulières).

Site	Plateau des Meulières (16)										Espèces rares	Frequence
Date de lecture	20/06/2018											
Observateur(s)	Kévin ROMEYER, Romain BISSOT (CBNSA)											
Code suivi	Meulieres VIG23											
Pente (°)	< 1°											
Exposition	-											
Type de sol	Lithosol											
Roche mère	Calcaires tendres											
BRGM 1/1000	Crétacé supérieur											
BRGM 1/50000	Calcaire à Rudistes (Turonien supérieur)											
Sol nu (%)	40		20	30	30	10				5		
Dalles (%)	10			10						5		
Litière (%)												
Recouvrement strate bryolichénique	20		20	40	20	50	10	10				
Strate 1	Pelouse du <i>Xerobromion erecti</i> (cf <i>Sidiretido - Koelerietum</i>)											
Hauteur de la strate	5		7	4	6	10	12	7				
Recouvrement de la strate	55		75	50	65	80	95	90				
Taxons	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
<i>Coronilla minima</i> L., 1756	X	X	X	X	X	X	X	X	X		100,00	
<i>Festuca auquieri</i> Kerguélen, 1979	X	X	X	X	X	X	X	X	X		100,00	
<i>Convolvulus cantabrica</i> L., 1753	X	X	X	X	X	X	X		X		88,89	
<i>Anthyllis vulneraria</i> subsp. <i>vulneraria</i>	X		X	X		X	X	X	X		77,78	
<i>Thymus</i> gr. <i>praecox</i>	X	X		X	X	X	X				66,67	
<i>Arenaria controversa</i> Boiss., 1840		X	X	X	X	X			X		66,67	
<i>Euphorbia exigua</i> L., 1753		X	X	X	X	X			X		66,67	
<i>Seseli montanum</i> L., 1753			X	X		X		X	X		55,56	
<i>Teucrium chamaedrys</i> L., 1753	X		X				X	X	X		55,56	
<i>Fumana procumbens</i> (Dunal) Gren. & Godr., 1847		X	X	X	X		X				55,56	
<i>Koeleria vallesiana</i> (Honck.) Gaudin, 1808				X	X		X	X	X		55,56	
<i>Teucrium montanum</i> L., 1753		X		X		X		X			44,44	
<i>Bombycilana erecta</i> (L.) Smoljan., 1955	X		X			X			X		44,44	
<i>Gastridium ventricosum</i> (Gouan) Schinz & Thell., 1913		X			X				X		33,33	
<i>Carex humilis</i> Leyss., 1758				X			X	X			33,33	
<i>Galium pumilum</i> Murray, 1770					X	X					22,22	
<i>Helichrysum stoechas</i> (L.) Moench, 1794	X				X						22,22	
<i>Bupleurum baldense</i> Turra, 1764			X			X					22,22	
<i>Euphrasia stricta</i> D.Wolff ex J.F.Lehm., 1809	X						X				22,22	
<i>Catapodium rigidum</i> (L.) C.E.Hubb., 1953						X			X		22,22	
<i>Thesium humifusum</i> DC., 1815							X				11,11	
<i>Medicago minima</i> (L.) L., 1754			X								11,11	
<i>Centaurium pulchellum</i> (Sw.) Druce, 1898			X								11,11	
<i>Sedum ochroleucum</i> Chaix, 1785					X						11,11	
<i>Globularia vulgaris</i> L., 1753							X				11,11	
<i>Taraxacum</i> F.H.Wigg., 1780	X										11,11	
<i>Lysimachia arvensis</i> (L.) U.Manns & Anderb., 2009										X	0,00	
<i>Cuscuta</i> cf. <i>epithymum</i> (L.) L., 1774										X	0,00	

En termes de contexte, le suivi par quadrat de fréquence se situe sur une zone de plateau calcaire (calcaires tendres du Crétacé supérieur) sur laquelle la gestion se fait par pâturage. La roche mère est affleurante avec présence régulière de dalles et le sol est un lithosol calcaire à calcique.

Au total, 28 taxons ont été contactés dans ce quadrat de fréquence. Une petite majorité (17 taxons) sont des vivaces parmi lesquels nous retrouvons les plus structurants de la pelouse (*Festuca auquieri*, *Convolvulus cantabrica*, *Coronilla minima* et *Anthyllis vulneraria*). Le sol superficiel et les micro-perturbations générées par le pâturage permettent d'observer un cortège assez riche et bien représenté spatialement de taxons annuels (*Arenaria controversa*, *Euphorbia exigua*, *Bombycilana erecta* et *Gastridium ventricosum*).

Le cortège recensé permet de le rapprocher clairement à des pelouses xérophi les calcicoles sur sols superficiels de caractère subméditerranéen du *Xerobromion erecti* (Braun-Blanquet & Moor 1938) Moravec 1967. Le voile de taxons annuels intriqués au milieu de cette pelouse vivace ou retrouvés par patches semble appartenir au *Trachynion distachyae* Rivas Mart. ex Rivas Mart., Fern.-Gonz. & Loidi 1999, les pelouses à thérophytes méso à xérophi les calcicoles subméditerranéennes.

- **Variabilité interannuelle des quadrats de fréquence**

Pour l'indicateur « communautés végétales de pelouses calcicoles », l'objectif de l'année 2018 était d'évaluer la variabilité interannuelle en termes d'espèces contactées et de fréquence pour chacune d'elles à l'échelle des quadrats de fréquence. Cette évaluation ne pouvant être réalisée sur l'ensemble des sites de pelouses calcicoles par manque de temps, il s'agit d'une étude exploratoire portant sur 2 sites suivis en 2017 et relus en 2018.

Ces 2 sites, « Coteau des Farges » en Dordogne et « Coteau de Pujols » en Gironde ont été choisis pour cela car ils sont représentatifs des 2 principaux types de pelouses retrouvées dans la région. Le premier héberge un cortège relevant des pelouses xérophi les calcicoles du *Xerobromion erecti* tandis que le second est dominé par un cortège des pelouses mésoxérophi les calcicoles à neutrophiles sur sols plus profonds subatlantiques à atlantiques (*Mesobromion erecti* Braun-Blanquet & Moor 1938).

Les tableaux de synthèse des 2 années de suivis (Tab. XXI et Tab. XXII) permettant de comparer les résultats des 2 campagnes de relevés en termes de taxons contactés et de fréquences relatives pour chacun d'eux sont détaillés ci-après pour chaque site.

Coteau des Farges

En 2017, 16 taxons étaient recensés dont 3 en dehors des quadrats élémentaires de 25 centimètres de côté (taxons rares) tandis qu'en 2018, 22 taxons ont été contactés dont 7 rares. Il est intéressant de voir que la quasi-totalité des taxons notés en 2017 ont été revus en 2018 hormis *Mercurialis annua*, une espèce annuelle non typique des pelouses calcicoles et plutôt indicatrice d'une légère eutrophisation. Par ailleurs, 4 taxons sur les 6 nouveaux observés en 2018 sont notés comme rares, pointant le biais plus important de l'inventaire à plus grande échelle. Ainsi, près de 70% des taxons sont communs aux 2 campagnes.

Les différences principales constatées à travers cette analyse diachronique concernent 2 espèces : *Allium* cf. *sphaerocephalon* et *Linum suffruticosum*. Si la première apparaît avec une fréquence non négligeable (43,75% des quadrats) en 2017, elle n'est mentionnée qu'en espèce rare en 2018. Pour la seconde, c'est la campagne 2018 qui a permis de la repérer. Ces différences semblent liées essentiellement à la phénologie des espèces qui les rend plus ou moins détectables. En effet, *Allium* cf. *sphaerocephalon* est une géophyte ne se développant pas forcément chaque année si elle ne rencontre pas les conditions adéquates. Quant à *Linum suffruticosum*, elle peut être difficilement décelable en début de saison mais aussi confondue avec des jeunes tiges de *Convolvulus cantabrica*. Le delta de 7 jours entre les dates de passage 2017 et 2018, couplé au facteur météorologique (printemps relativement sec et assez chaud en 2017 contre bien arrosé et plus doux en 2018) a vraisemblablement joué un rôle clé dans les différences citées.

Tab. XXI. Tableau de synthèse des suivis 2017 et 2018 (Coteau des Farges).

Site	Farges (24)																Espèces rares	Fréquence 2017	Fréquence 2018	
	Date de lecture	30/05/2018																		
Observateur(s)	Kévin ROMÉYER, Rémi DAVID (CBNSA)																			
Code suivi	Farges 20170522-KR010																			
Pente (°)	20 - 25°																			
Exposition	Sud-Ouest																			
Type de sol	Lithosol																			
Roche mère	Calcaires compact																			
BGM 1/1000	Crétacé supérieur																			
BGM 1/50000	?																			
Soi nu (%)	0	0	0	20	0	3	5	10	5	3	0	0	0	0	0	0	0	25	10	2
Lièvre (%)	5	10	3	20	10	10	3	5	20	10	10	10	15	5	10	0	0	0	0	0
Recouvrement strate bryolichénique	75	90	90	70	90	85	70	95	85	70	80	90	85	90	90	95	95	60	85	90
Strate 1	Pelouse du <i>Xerobromion erecti</i>																			
Hauteur de la strate	5	5	5	10	5	5	7	5	5	5	5	5	5	5	5	5	8	5	8	5
Recouvrement de la strate	60	60	60	35	65	25	70	60	35	60	55	50	50	50	50	40	55	45	45	60
Taxons \ Quadrats élémentaires	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16				
<i>Seseli montanum</i> L., 1753	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Convolvulus cantabrica</i> L., 1753	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Allium cf. sphaerocephalon</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Ranunculus bulbosus</i> L., 1753	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Teucrium chamaedrys</i> L., 1753	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Inula montana</i> L., 1753	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Teucrium montanum</i> L., 1753	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Stachys recta</i> L., 1767	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Mercurialis annua</i> L., 1753	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Argyrobolium zanonii</i> (Turra) P.W.Ball., 1968	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Biscutella laevigata</i> L., 1771	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Thymus cf. longicaulis</i> auct.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Eryngium campestre</i> L., 1753	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Hippocrepis comosa</i> L., 1753	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Salvia pratensis</i> L., 1753	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Muscari comosum</i> (L.) Mill., 1768	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Linum suffruticosum</i> L., 1753	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Bromopsis erecta</i> (Huds.) Fourr., 1869	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Carex halleriana</i> Asso, 1779	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Koeleria vallesiana</i> (Honck.) Gaudin, 1808	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Ononis spinosa</i> subsp. <i>spinosa</i> L., 1753	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pimpinella saxifraga</i> L., 1753	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

En conclusion, la variabilité interannuelle du cortège floristique de ce site semble plutôt liée aux taxons rares et donc plus difficilement décelables, cela étant accentué par la variabilité interannuelle des conditions climatiques et son influence sur le développement plus ou moins précoce de ces taxons.

Coteau de Pujols

En 2017, 22 taxons étaient recensés dont 1 rare tandis qu'en 2018, 36 taxons ont été contactés dont 4 rares. Ici également, la quasi-totalité des taxons notés en 2017 ont été revus en 2018 hormis *Catapodium rigidum*, une espèce annuelle assez discrète. Par ailleurs, seuls 4 taxons sur les 14 nouveaux observés en 2018 ont été notés dans 2 quadrats ou plus ($\geq 12,5\%$), les autres étant rares (4 taxons) ou notés dans un seul quadrat (6 taxons). Ainsi, près de 60% des taxons sont communs aux 2 campagnes.

Les différences principales constatées à travers cette analyse diachronique concernent plusieurs espèces dont la détection semble dépendre de la phénologie. Nous retrouvons d'abord les Poacées *Briza media* et *Festuca* cf. *rubra* subsp. *rubra* pour lesquelles la détection et/ou la fréquence sont significativement différentes entre les 2 lectures. Ensuite, *Centaurium erythraea* est notée seulement en 2018 dans 3 quadrats. Enfin, la notation de *Prunella grandiflora* seulement en 2017 et de *Prunella vulgaris* seulement en 2018 montre les limites de détermination au stade végétatif. Le delta de 11 jours entre les dates de passage 2017 et 2018, couplé au facteur météorologique, semble déterminant dans la détection et l'identification des espèces. De plus, le passage 2017 daté du 12 mai apparaît relativement précoce pour ce type de pelouse tandis que le passage 2018 daté du 23 mai se situe davantage dans la période phénologique optimale mais reste tout de même légèrement précoce.

En conclusion, la variabilité interannuelle du cortège floristique de ce site semble plutôt liée à des passages mal calibrés par rapport à l'optimum phénologique, surtout pour celui de 2017. Nous constatons simplement une meilleure détection et détermination des taxons « critiques » en passant plus tardivement. Ces éléments permettent donc de définir avec plus de précision les bornes temporelles de l'optimum phénologique. Ainsi, sur ce site, les passages ultérieurs devront être réalisés préférentiellement à partir du 25 mai en cas d'année à développement précoce des végétations ou à partir de début juin de façon générale.

Tab. XXII. Tableau de synthèse des suivis 2017 et 2018 (Coteau de Pujols).

Site	Pujols (33)		Fréquence															
	Date de lecture	Observateur(s)	2017		2018		2017		2018		2017		2018		2017		2018	
Observateur(s)	Emilie VALLEZ, Jean-Claude ABADIE, Anthony LE FOULIER, Kévin ROMEYER		23/05/2018		20170512-KR01Q		Kévin ROMEYER, Rémi DAVID (CBNSA)		20170512-KR01Q		Kévin ROMEYER, Rémi DAVID (CBNSA)		20170512-KR01Q		Kévin ROMEYER, Rémi DAVID (CBNSA)		20170512-KR01Q	
Code suivi	20170512-KR01Q		20170512-KR01Q		20170512-KR01Q		20170512-KR01Q		20170512-KR01Q		20170512-KR01Q		20170512-KR01Q		20170512-KR01Q		20170512-KR01Q	
Pente (°)	25°		25°		25°		25°		25°		25°		25°		25°		25°	
Exposition	Sud Sud-Ouest		Sud Sud-Ouest		Sud Sud-Ouest		Sud Sud-Ouest		Sud Sud-Ouest		Sud Sud-Ouest		Sud Sud-Ouest		Sud Sud-Ouest		Sud Sud-Ouest	
Type de sol	Calcaires marneux		Calcaires marneux		Calcaires marneux		Calcaires marneux		Calcaires marneux		Calcaires marneux		Calcaires marneux		Calcaires marneux		Calcaires marneux	
Roche mère	Eocène moyen et supérieur		Eocène moyen et supérieur		Eocène moyen et supérieur		Eocène moyen et supérieur		Eocène moyen et supérieur		Eocène moyen et supérieur		Eocène moyen et supérieur		Eocène moyen et supérieur		Eocène moyen et supérieur	
BRGM 1/50000	Formations fluviolacustres. Oligocène inférieur. Molasses du Fronsadais, partie supérieure. Molasses argilo-gréseuses carbonatées jaunâtres à grises		Formations fluviolacustres. Oligocène inférieur. Molasses du Fronsadais, partie supérieure. Molasses argilo-gréseuses carbonatées jaunâtres à grises		Formations fluviolacustres. Oligocène inférieur. Molasses du Fronsadais, partie supérieure. Molasses argilo-gréseuses carbonatées jaunâtres à grises		Formations fluviolacustres. Oligocène inférieur. Molasses du Fronsadais, partie supérieure. Molasses argilo-gréseuses carbonatées jaunâtres à grises		Formations fluviolacustres. Oligocène inférieur. Molasses du Fronsadais, partie supérieure. Molasses argilo-gréseuses carbonatées jaunâtres à grises		Formations fluviolacustres. Oligocène inférieur. Molasses du Fronsadais, partie supérieure. Molasses argilo-gréseuses carbonatées jaunâtres à grises		Formations fluviolacustres. Oligocène inférieur. Molasses du Fronsadais, partie supérieure. Molasses argilo-gréseuses carbonatées jaunâtres à grises		Formations fluviolacustres. Oligocène inférieur. Molasses du Fronsadais, partie supérieure. Molasses argilo-gréseuses carbonatées jaunâtres à grises		Formations fluviolacustres. Oligocène inférieur. Molasses du Fronsadais, partie supérieure. Molasses argilo-gréseuses carbonatées jaunâtres à grises	
Sol nu (%)	5		5		5		5		5		5		5		5		5	
litière (%)	0		0		0		0		0		0		0		0		0	
Recouvrement strate bryolichénique	50		50		50		50		50		50		50		50		50	
Strate 1	Pelouse du Mesobromion erecti		Pelouse du Mesobromion erecti		Pelouse du Mesobromion erecti		Pelouse du Mesobromion erecti		Pelouse du Mesobromion erecti		Pelouse du Mesobromion erecti		Pelouse du Mesobromion erecti		Pelouse du Mesobromion erecti		Pelouse du Mesobromion erecti	
Hauteur de la strate	10		10		10		10		10		10		10		10		10	
Recouvrement de la strate	75		75		75		75		75		75		75		75		75	
Taxons \ Quadrats élémentaires	1		1		1		1		1		1		1		1		1	
Hippocrepis comosa L., 1753	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
Bromopsis erecta (Huds.) Fourt., 1869	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
Pilosella officinarum F.W.Schultz & Sch.Bip., 1862	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
Carex flacca Schreb., 1771	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
Seseli montanum L., 1753	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
Brachypodium rupestre (Host) Roem. & Schult., 1817	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
Cf. Prunella grandiflora / Cf. Prunella vulgaris L., 1753	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
Plantago lanceolata L., 1753	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
Organum vulgare L., 1753	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
Salvia pratensis L., 1753	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
Cf. Prunella laetiflora (L.) L., 1763	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
Scabiosa columbaria L., 1753	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
Linum strictum L., 1753	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
Briza media L., 1753	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
Eryngium campestre L., 1753	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
Gallium cf. album Mill., 1768 / Gallium album Mill., 1768	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
Carlinia vulgaris L., 1753	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
Orchidaceae Juss., 1789 / Serapias vomeracea (Burm.f.) Brid., 1910	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
Poterium sanguisorba L., 1753	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
Anacamptis pyramidalis (L.) Rich., 1817	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
Catapodium rigidum (L.) C.E.Hubb., 1953	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
Ranunculus bulbosus L., 1753	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
Leucanthemum vulgare Lam., 1779	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
Cf. Centaureum erythraea Rafn., 1800	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
Daucus carota L., 1753	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
Serratula arvensis L., 1753	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
Reseda cf. rubra subsp. rubra L., 1753	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
Medicago minima (L.) L., 1754	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
Muscari comosum (L.) Mill., 1768	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
Cynodon dactylon (L.) Pers., 1805	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
Trisetum flavescens subsp. flavescens (L.) P.Beauv., 1812	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
Vicia segetalis Thuill., 1799	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
Blackstonia perfoliata (L.) Huds., 1762	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
Gallium cf. x pomeranicum Retz., 1795	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
Lathyrus latifolius L., 1753	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
Thesium humifusum subsp. humifusum DC., 1815	X		X		X		X		X		X		X		X		X	

5.1.3 Discussion

- **Complément et ajustement de la méthode de suivi**

Actuellement, un seul point d'échantillonnage, défini par un quadrat paysager et un quadrat de fréquence emboîtés, est utilisé pour suivre la flore et les végétations d'un site. Des réflexions sont en cours pour améliorer la robustesse de l'échantillonnage sur un site à travers la mise en place d'un second point d'échantillonnage ou au moins d'un second quadrat de fréquence. Ces répliques permettraient d'intégrer davantage la variabilité floristique et structurale d'un site, et ainsi nuancer les résultats obtenus à partir d'un unique quadrat (BESNARD & SALLES, 2010), mais nécessitent d'y passer davantage de temps. Un compromis sera donc à chercher entre le suivi le plus fin possible d'un site et le nombre de sites possible à suivre sur le long terme et au cours d'une saison.

- **Evaluation de la variabilité interannuelle**

Si la démarche d'analyses permettant de mesurer la variabilité interannuelle des quadrats a pu être précisée, la comparaison statistique n'a pas pu être réalisée ici et présentée dans ce rapport. Elle fera l'objet d'un développement spécifique dans un futur rapport et pourra se baser sur une troisième campagne de relevés, réalisée en 2019, qui permettra de mieux caractériser cette variabilité interannuelle taxon par taxon et à l'échelle du quadrat.

Les conclusions de la comparaison descriptive pour les 2 sites relus en 2017 et 2018 pointent principalement une meilleure détection et détermination des espèces associées à un passage plus tardif. La calibration de la période optimale de suivi peut donc être effectuée avec plus de précision à partir de ces éléments. Globalement, un passage légèrement plus tardif par rapport à l'optimum phénologique semble à privilégier à l'avenir car il est préférable de détecter une espèce en fin de développement que de ne pas la détecter du tout. Ainsi, pour les sites dont les pelouses se rattachent au *Xerobromion erecti*, les suivis devront s'opérer entre fin mai et fin juin. Pour les sites hébergeant des pelouses *Mesobromion erecti*, la période optimale apparaît plus courte et les suivis devront s'opérer entre début et fin juin.

Par ailleurs, nous constatons une hétérogénéité dans la notation des taxons rares, non observés au sein des quadrats élémentaires (25 centimètres de côté) et recherchés à l'échelle du quadrat de fréquence entier (4 mètres de côté). Si cela peut également être lié à la phénologie des espèces et à des passages trop précoces, on pourrait aussi signaler le biais plus important de l'inventaire à plus grande échelle car l'effort d'échantillonnage par unité de surface est plus faible. Cette remarque est valable principalement pour les taxons discrets (ex : taxons annuels).

Par la suite, il serait intéressant d'intégrer les paramètres météorologiques relevés sur les sites et de combiner l'ensemble des variables pour visualiser à quel type de variabilité climatique est liée la variabilité floristique pour chaque site.

- **Perspectives d'analyses**

Deux champs sont à explorer en termes d'analyse des mesures quantitatives de la diversité floristique. D'une part, la comparaison intra-site des différents suivis réalisés d'année en année permettra d'évaluer la variabilité floristique interannuelle. D'autre part, la mise en commun des données de suivis récoltées sur l'ensemble des sites permettra de définir la variabilité géographique de la flore des pelouses calcaires de Nouvelle-Aquitaine.

Pour cela, des analyses multivariées seront réalisées sur l'ensemble des données du réseau et mises en lien avec les données microclimatiques récoltées par les stations météorologiques installées sur sites. Ceci devrait nous amener à définir une typologie de sites par type de végétation, types qui pourront alors être rattachés à des caractéristiques climatiques particulières.

Ce principe, appliqué dans un premier temps aux données récoltées à un temps donné, pourra être transposé aux données nouvelles, afin de visualiser les trajectoires d'évolution des types d'assemblages floristiques préalablement établis.

- **Perspectives de suivis**

Tout d'abord, l'année 2019 servira à la réalisation de la seconde campagne de relevés sur la plupart des sites équipés de dispositifs et suivis en 2017 et 2018 (17 sites concernés). Elle sera par ailleurs l'occasion de poursuivre le travail engagé sur la variabilité floristique interannuelle sur les 2 sites « test » à travers une troisième campagne de relevés.

Afin de limiter le biais d'échantillonnage en termes géographique et de types de communautés végétales lié à l'absence ou au petit nombre de sites définis dans les ex-régions Limousin et Poitou-Charentes, des suivis complémentaires seront réalisés. Ainsi, une dizaine de nouveaux sites devraient être équipés de dispositifs. Leur sélection se basera, en Poitou-Charentes, sur l'existence d'un réseau de suivis des pelouses sèches (FY & BISSOT, 2014).

Enfin, un travail de synthèse plus approfondi sur les différentes végétations recensées sur chaque site sera effectué et servira à préciser les trajectoires dynamiques dont il faudra tenir compte dans les travaux de modélisation réalisés en parallèle. Une analyse des traits de vie des espèces (types biologiques, mode de dissémination) et de leur spectre chorologique apporteront une meilleure connaissance des conditions stationnelles pour chaque site.