



HAL
open science

La phytosociologie au service de l'agroécologie : exemple des "prairies humides" de Midi Pyrénées

François Prud'Homme, Jean Pierre Theau

► To cite this version:

François Prud'Homme, Jean Pierre Theau. La phytosociologie au service de l'agroécologie : exemple des "prairies humides" de Midi Pyrénées. Documents Phytosociologiques, 2019, 12, pp.284-299. hal-02622296

HAL Id: hal-02622296

<https://hal.inrae.fr/hal-02622296>

Submitted on 26 May 2020

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

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

La phytosociologie au service de l'agroécologie : l'exemple des « prairies humides » de Midi-Pyrénées

FRANÇOIS PRUD'HOMME ⁽¹⁾ & JEAN-PIERRE THEAU ⁽²⁾

⁽¹⁾ Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées, Syndicat mixte Conservatoire botanique pyrénéen, Vallon de Salut, BP 315, F-65203 Bagnères-de-Bigorre Cedex ; francois.prudhomme@cbnmp.fr

⁽²⁾ AGIR, Université de Toulouse, INRA, 24 chemin de Borde Rouge, BP 52627 F-31326 Castanet-Tolosan ; jean-pierre.theau@inra.fr

Introduction

Les prairies permanentes sont à la fois un enjeu écologique (elles hébergent une forte diversité végétale et animale) et agronomique (support d'une nourriture de qualité pour le bétail et d'exploitation agricole à nécessité économique). Leur pérennité est pourtant fragile face à des politiques agricoles qui ne les favorisent pas toujours. Leur régression sur certaines parties du territoire français s'avère ainsi très spectaculaire (PEYRAUD *et al.* 2012). Les itinéraires techniques menés sur les parcelles de prairies naturelles sont souvent complexes et adaptés aux conditions du milieu et à la situation de la parcelle dans l'exploitation, ils résultent de savoir-faire traditionnels ou innovants souvent remarquables. Tous ces éléments font de la prairie permanente un sujet passionnant pour l'agriculteur, le naturaliste, le gestionnaire de territoire, le conseiller agricole, l'agronome. Elles ont ainsi concentré l'attention de tout un réseau de partenaires aux regards complémentaires engagés dans la compréhension de l'agroécologie dans ces agrosystèmes remarquables. Autour des concours prairies fleuries et des mesures agro-environnementales, le Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées (CBNMP) associé à l'Institut national de la recherche agronomique (INRA) UMR AGIR (Unité mixte de recherche « Agroécologie, Innovations & Territoires ») a piloté un programme (PRUD'HOMME 2015) pour valoriser des années de collaboration avec les gestionnaires d'espaces (Parc national des Pyrénées, Parcs naturels régionaux Grands Causses, Haut-Languedoc, Pyrénées ariégeoises) et la profession agricole (Adasea du Gers, Adasea de l'Aveyron, Chambres d'agriculture du Gers, des Hautes-Pyrénées, du Tarn). Toutes les parcelles que nous avons visitées ensemble au cours des dernières années ont été qualifiées sur leur végétation et l'itinéraire technique associé. Nous avons alors pu confronter nos approches sur un jeu de données commun et construire autour de nos regards sur les végétations des indicateurs écologiques et agronomiques. C'est cette construction d'indicateurs partagés qui a orienté notre travail. Ces indicateurs que nous construisons permettent d'objectiver nos évaluations pour offrir des éléments d'aide à la décision et à la gestion pour les agriculteurs, leurs conseillers techniques, qu'ils soient gestionnaires d'un espace ou d'une ressource fourragère. Il n'y a pas de bonne ou de mauvaise prairie, mais des prairies aux qualités différentes, les indicateurs proposés illustrent cette diversité. Les résultats obtenus sur les prairies humides (le terme prairie humide sera employé dans cet article comme il est utilisé dans le langage commun, raccourci d'une situation où le biotope humide accueille des prairies hydrophiles, hygrophiles ou mésohygrophiles) bousculent un peu la mauvaise réputation de ces terres contraignantes. Un usage approprié de ces prairies permet en effet non seulement de conserver des écosystèmes riches, mais également de rendre certains services agronomiques.

Enfin, ce qui a également aiguisé cette envie d'hybridation de connaissances entre agronome et naturaliste, c'est cette volonté de proposer des indices objectifs, qui puissent outiller le technicien de terrain afin de le rendre plus autonome dans sa mission de gestion agroécologique des prairies permanentes.

Résumé

Pour faire passer l'agro-écologie de la théorie à la pratique de terrain sur les prairies permanentes de Midi-Pyrénées, le Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées et l'INRA-Agir proposent des indices de mesure des qualités agronomiques et écologiques de ces végétations. Après avoir constitué une base de données de relevés phytosociologiques et d'enquêtes de pratique sur plus de 500 parcelles, le travail proposé ici est de mesurer l'apport de ces indices dans la compréhension des enjeux agro-écologiques des prairies humides. Les prairies humides se révèlent ainsi disposer de réelles qualités à valoriser au sein des exploitations agricoles. La productivité, la souplesse d'exploitation, la précocité, la présence de refus, la spécialisation écologique, la présence d'espèces rares sont autant d'éléments dont les indices proposés ici tirent une mesure mathématique construite sur la base de données. Ces indices fournissent des éléments de diagnostic et de dialogue entre les agronomes, les naturalistes, les gestionnaires de territoires et les agriculteurs.

Abstract

To move agro-ecology from theory to field practice on the permanent grasslands of Midi-Pyrénées, the Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées and INRA-Agir propose indices to measure the agronomic and ecological qualities of these vegetations. After having compiled a database of phytosociological surveys and practice surveys on more than 500 plots, the work proposed here is to measure the contribution of these indices to the understanding of agro-ecological issues in wet grasslands. Wet grasslands are thus proving to have real qualities to enhance on farms. Productivity, flexibility of exploitation, early maturity, presence of refusal, ecological specialisation, presence of rare species are all elements from which the indices proposed here draw a mathematical measure built on the database. These indices provide elements for diagnosis and dialogue between agronomists, naturalists, land managers and farmers.

Matériels et méthodes

Les données dont nous disposons proviennent de trois dispositifs distincts : 25 sessions de concours prairies fleuries réalisées sur 240 parcelles dans huit territoires ; 150 parcelles diagnostiquées dans le cadre de la mise en œuvre de la mesure agro-environnementale Herb07 sur zones humides sur huit territoires également (PRUD'HOMME *et al.* 2014) et un dispositif de suivi intrinsèque de l'INRA sur la commune d'Ercé en Ariège où la totalité des prairies est suivie sur quatre exploitations agricoles de la commune (ANSQUER *et al.* 2008). Le jeu de données concerne donc plus de cinq cents parcelles sur cinq départements et onze territoires, il est cependant le fruit d'opportunités de travail et pas d'un échantillonnage volontaire. Chaque dispositif porte ainsi des particularités. Les prairies participant au concours prairies fleuries sont souvent des parcelles exemplaires au titre de l'agroécologie, elles ne sont pas toujours représentatives ni d'une exploitation ni d'un territoire, les concours nous ont cependant permis de visiter des parcelles sur de nombreux territoires et dans des conditions stationnelles très différentes. Les parcelles suivies dans le cadre de la mesure Herb07 sont toutes des prairies humides, elles sont toutefois également réparties sur de nombreux territoires et dans des états de conservation assez variés. Le dispositif INRA sur Ercé est quant à lui concentré sur un tout petit territoire, il permet cependant d'intégrer de très nombreux types de végétations dans tous types de conditions stationnelles mais parfois non éligibles aux concours ou MAE. L'originalité du jeu de données est de décrire l'itinéraire technique de chaque parcelle, relevé par les partenaires et saisi en ligne sur un outil mis à disposition par le CBNPMP. Nous disposons *a minima* des pratiques de fertilisation (fréquences et types de fertilisation organique), des dates de pâturage et de fauche afin de reconstituer les itinéraires techniques de ces prairies. Des données historiques de gestion (vingt ans) sont également renseignées sur le dispositif d'Ercé ; les autres dispositifs disposent de ce point de vue de données très simplifiées qui ont aussi été collectées (mémoire d'agriculteur). Un des objectifs de notre collaboration était de trouver un support d'analyse commun à un regard agronomique et écologique. Nous nous sommes vite retrouvés

autour du relevé phytosociologique dont nous disposons pour la majorité des parcelles de notre base de données (PRUD'HOMME & THEAU 2017). Seul le dispositif d'Ercé disposait de données différentes du reste de la base avec des observations moins précises de la flore (en particulier les espèces peu abondantes). Une session de terrain en 2017 a donc été réalisée spécifiquement par le CBNPMP et l'INRA pour produire sur ces parcelles des relevés phytosociologiques intégrant ainsi au mieux ce dispositif dans notre jeu de données. Pour chaque dispositif, les parcelles aux conditions stationnelles hétérogènes bénéficient soit d'un relevé dans chaque contexte écologique, soit d'un seul relevé sur les conditions stationnelles les plus représentatives de la parcelle (la parcelle étant entendue comme une unité de gestion).

Agronomes et naturalistes ne partagent pas les mêmes questionnements ni les mêmes échelles spatiales et de ce fait font référence à des méthodologies de travail différentes. L'agronome et l'éleveur s'intéressent directement à la parcelle d'utilisation. Ils cherchent à en décliner ses caractéristiques agronomiques afin de concilier un itinéraire technique qui la valorise tout en garantissant la pérennité de la ressource. Les agronomes ont rarement les compétences botaniques pour faire des relevés exhaustifs et, la valeur d'usage étant fortement déterminée par les espèces dominantes, ils vont le plus souvent chercher à en dresser une liste d'espèces qui couvre environ 80 % de l'abondance totale des espèces. Depuis quelques années, un certain nombre d'agronomes appliquent les principes de l'écologie fonctionnelle qui consistent à regrouper les espèces selon leur similitude de réponses aux gradients écologiques (milieux et pratiques) et d'effets sur les propriétés des agro-écosystèmes (LAVOREL & GARNIER 2002). Les naturalistes quant à eux ont une entrée qui vise à évaluer un patrimoine naturel à la fois d'un point de vue fonctionnel (saturation des communautés, construction systématique des complexes de végétation ou des zoocénoses) et d'un point de vue élémentaire (communautés et/ou espèces rares et menacées). La description élémentaire et fonctionnelle de ce patrimoine implique un

travail à l'échelle de conditions stationnelles homogènes et un relevé exhaustif des espèces. Les éléments de compréhension fonctionnelle, de diagnose des communautés ou d'un fort enjeu de conservation peuvent ainsi se trouver dans les 20 % d'espèces les moins abondantes, non évaluées dans l'approche agronomique classique précédemment décrite. La conservation de ce patrimoine naturel passe par de l'échange avec l'agriculteur, gestionnaire des parcelles concernées. Le naturaliste manque alors parfois de références et de compétences pour lire dans ses relevés de végétations les éléments liés à la gestion de la ressource primordiale pour l'agriculteur.

Le relevé phytosociologique s'est révélé un support compatible pour toutes les analyses. Il décrit précisément le cortège floristique (plus précis que nécessaire pour certaines analyses agronomiques) et donne des coefficients d'abondance (moins précis que les méthodes habituelles des agronomes mais suffisant pour les analyses qui

nous intéressent). L'intérêt du relevé phytosociologique est aussi de pouvoir nommer les communautés en suivant la typologie phytosociologique. Nommer une végétation, c'est pouvoir lui attribuer des relevés de références (bibliographiques en particulier), une chorologie, une écologie, un statut de rareté ou un statut officiel (vis-à-vis de la directive Habitats-Faune-Flore par exemple).

Nous avons souhaité produire des indices qui puissent parler de groupes de prairies auxquels on pourrait comparer une parcelle isolée. Le choix des groupes est important car il donne par conséquent à la fois une grille de lecture et une base de calcul pour les indices. Nous l'avons déterminé en faisant appel à une analyse statistique de classification ascendante hiérarchique (méthode de Ward, logiciel ADE-4) et désigner arbitrairement une distance à partir de laquelle nous avons effectué la partition.

Les indices agronomiques

L'agronome a sur le naturaliste un avantage dû au fait que les caractéristiques agronomiques de la parcelle sont pour beaucoup dépendantes des espèces qui dominent dans la communauté. De fait, il peut s'affranchir d'une liste exhaustive des espèces, coûteuse en temps de relevés et en compétences botaniques. Durant la période « fourrages plus » des années 1960, la *productivité* était la caractéristique la plus étudiée. Dans les périodes qui ont suivi, « fourrages mieux », puis plus récemment l'intérêt des prairies permanentes pour les services écosystémiques, mettent en avant d'autres caractéristiques agronomiques peu utilisées, voire à connotations négatives dans le passé. La *saisonnalité* de la végétation permet de qualifier la précocité de la prairie ; le caractère précoce ou tardif d'une végétation ne présente aucun jugement de valeur, il permet juste d'objectiver la période d'utilisation de l'herbe par rapport à sa phénologie. La *souplesse d'utilisation* d'une prairie est sa capacité à conserver une caractéristique stable (productivité, digestibilité de l'herbe...) sans dégradation de celle-ci sur un laps de temps long (DURU *et al.* 2010b). Les prairies souples vont se caractériser par une bonne persistance du rapport feuille/tige de la communauté. Ce-

lui-ci peut être lié à certaines espèces (types fonctionnels de graminées b et C, Légumineuses), ainsi qu'à l'apparition d'espèces tardives dans la végétation qui viennent renouveler dans la communauté l'abondance de feuilles. Enfin, indépendamment de leur souplesse, les prairies peuvent présenter des espèces facilement refusées du fait de leur lignification précoce (*Chaerophyllum aureum* L., *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm., *Heraclium sphondylium* L. / *H. pyrenaicum* Lam., *Rumex obtusifolius* L., *Veratrum album* L., *Crepis biennis* L...), c'est-à-dire des espèces difficilement acceptées par le bétail tant en pâturage que dans les foins et qui, pour ces derniers, rendent leur dessiccation difficile, générant des contraintes sur les chantiers de fenaison. L'*indice de fréquence des refus* exprime le potentiel de la prairie à renfermer ce type d'espèces, il permet d'alerter l'éleveur, qui doit être vigilant s'il souhaite contrôler ces espèces par les pratiques fourragères.

Ces quatre indices calculés à partir de l'abondance des espèces permettent (i) d'informer les techniciens fourragers pour la gestion des systèmes, (ii) de sensibiliser les éleveurs sur l'intérêt des prairies permanentes en dépassant le seul critère de la

productivité. Initialement calculés à partir d'une approche fonctionnelle des graminées qui définit six classes de types fonctionnels de graminées (CRUZ *et al.* 2010 ; DURU *et al.* 2010a), ils ont été complétés en intégrant les espèces non graminéennes de la communauté (THEAU *et al.* 2017) (Tableau 1). Ces indices ont été testés et validés sur des relevés de végétations de huit régions françaises (DURU *et al.* 2013). Nous montrons sur un jeu de données issues de prairies des Alpes du Nord et des Pyrénées centrales, que l'intégration des diverses conforte les indices construits avec les

seules graminées. L'indice refus, plus récent, se confronte encore au terrain pour mesurer sa validité. Construit sur un jeu de prairies issues des Alpes du Nord et des Pyrénées centrales, il est fortement marqué par les différences de physiologie des diverses au stade adulte. Il permet donc une meilleure évaluation des fourrages au-delà du stade végétatif, les refus pouvant générer de par la taille des tiges des espèces hautes une biomasse difficile à valoriser par l'animal au pâturage et très contraignante vis-à-vis de la dessiccation des fourrages destinés aux stocks hivernaux.

Productivité	$((\%TFGramA + \%TFGramB + \%DivH)*100 + (\%TFGramb + \%Légum + \%DivM)*60 + (\%TFGramC + \%TFGramD + \%TFGramE + \%DivB)*40)/100$
Précocité	$(\%TFGramA + \%TFGramB + \%TFGramC + \%TFGramE + \%Div1)$
Souplesse	$\%TFGramb + \%TFGramC + \%Légum + \%DivM2 + \%DivM3$
Fréquence de refus	$\%TFGramD + \%DivH$

Validité des indices agronomiques pour les milieux humides

Pour qu'une parcelle soit bien décrite par ces indices, nous considérons que 80 % de l'abondance de ses espèces doit être décrit par un type fonctionnel de graminées ou de diverses. Cette liste a été établie pour une quarantaine de graminées au niveau national (CRUZ *et al.* 2010) et 84 diverses les plus abondantes en Pyrénées et Alpes du Nord (THEAU *et al.* 2017, *op. cit.*). Un premier test consiste à vérifier dans la base de données le nombre de parcelles qui n'atteignent pas ce seuil. Selon la réponse à cette première question, nous chercherons à identifier les espèces abondantes en Midi-Pyrénées qu'il serait utile de renseigner

pour les intégrer à la liste des types fonctionnels de graminées et de diverses.

Dans un second temps, nous discuterons des spécificités des prairies humides afin d'en tirer des éléments pour mieux connaître leur valeur d'usage. Des analyses de variance (ANOVA) ont été effectuées en prenant comme facteur le statut d'humidité des parcelles, d'une part pour décrire les types de végétations qui les composent (graminées, légumineuses, cypéracées, juncacées, autres), d'autre part pour cerner leurs caractéristiques agronomiques.

Les indices environnementaux

Le Species Specialization Index (SSI) et Community Specialization Index (CSI)

L'indice de la spécialisation écologique est certainement le plus original de nos indicateurs environnementaux. Créé pour la faune (JULLIARD *et al.* 2006), validé pour la flore (TURCATI 2011), c'est la première fois à notre connaissance qu'il est utilisé pour décrire les communautés d'un jeu de données phytosociologiques pour une formation végétale homogène (PRUD'HOMME & THEAU *op.cit.*). Il permet d'intégrer à la fois la fonctionnalité écologique et la patrimonialité. Cet indice se calcule sur la base de notre jeu de données et des groupes discri-

minés par la classification ascendante hiérarchique. Il permet de qualifier à la fois la fidélité d'une espèce à un groupe et son exclusivité à ce groupe par rapport aux autres groupes (coefficient de variation de l'abondance des espèces au sein des habitats). Une espèce à la fois fidèle et exclusive aura une forte spécialisation (SSI élevée). Une communauté riche en espèces spécialisées traduira des conditions stationnelles très particulières (CSI élevé). L'indice de spécialisation traduit alors des particularités floristiques et donc stationnelles.

Tableau 1

Calcul des indices agronomiques (adapté de THEAU *et al.* 2017) sur la base de l'abondance des types fonctionnels de graminées (TFGram) A, B, b, c, D, E ; des légumineuses (Légum) et des autres espèces de la communauté (Div) selon leur taille maximale (B : bas, M : moyen ou H : haut) et leur précocité de floraison (précoce : 1 ; assez précoce : 2 ; tardif : 3).

Les pratiques agricoles d'intensification ont la volonté de limiter les particularités stationnelles pour niveler les types de prairies. Une prairie hygrophile va être asséchée, une prairie maigre va être fertilisée, une prairie acidiphile va être chaulée... Avec le nivellement des conditions stationnelles, on nivelle également les cortèges floristiques en effaçant les espèces spécialisées et en favorisant les généralistes. L'indice de spécialisation traduit donc à la fois un intérêt patrimonial dans la localisation d'une écologie très particulière (d'autant plus qu'une communauté spécialisée est plus

fragile aux perturbations qu'une communauté généraliste) et le résultat d'une gestion agricole qui a respecté les conditions stationnelles. Cet indice s'améliore à chaque fois qu'un relevé est ajouté dans la base et surtout quand de nouvelles communautés l'enrichissent. Cependant la base de données actuelle présente une diversité qui est représentative des conditions stationnelles attendues dans la région en rapport avec la typologie régionale existante (CORRIOL *et al.* 2010), nous offrant une lecture pertinente des indices produits (SSI et CSI).

La capacité de la communauté à héberger des espèces rares (RAR)

Le principe de rareté est souvent retenu comme un élément majeur de hiérarchisation des enjeux de conservation du patrimoine naturel (GAUTHIER 2010). Les bases de données phytosociologiques régionales actuelles (dont en particulier celle du CBNPMP) ne permettent pas hélas à ce jour de construire des indices de rareté pertinents car les données phytosociologiques sont encore trop lacunaires sur notre territoire. Il y a en effet trop peu de phytosociologues sans compter les problèmes d'interprétation et d'indexation des relevés. La base de données floristiques du CBNPMP est par contre suffisamment importante (plus de 1,2 million de données) pour permettre une définition de rareté pour les espèces. L'indice que nous avons produit mesure donc non pas la rareté de la communauté, mais la rareté des espèces hébergées. Les critères de rareté pour les espèces végétales ont plusieurs fois été traités en Midi-Pyrénées.

Nous avons retenu la méthode et les résultats produits dans le cadre de la politique de modernisation des ZNIEFF dans la région (HAMD1 2011). Les notes de rareté attribuées à chaque espèce lors de ce travail sont répercutées pour chaque parcelle et pour chaque groupe. À l'échelle du groupe, l'indice permet de mesurer le potentiel d'accueil maximum en espèces rares. Il s'agit d'un indice de potentialité théorique puisqu'en pratique toutes les espèces rares sont rarement dans la même parcelle. Une parcelle appartenant à un groupe au fort potentiel d'accueil en espèces rares a cependant plus de chance d'en héberger qu'une parcelle appartenant à un groupe à faible indice de rareté. C'est ce potentiel qui est mesuré à l'échelle des groupes. Chaque parcelle peut cependant être rattachée à un indice réel mesuré sur son exclusive composition floristique.

Indice de valeur patrimoniale (IVP)

Le patrimoine naturel peut se définir comme l'ensemble des éléments naturels et des systèmes qu'ils forment, qui sont susceptibles d'être transmis aux générations futures ou de se transformer (WEBER 1986). Il s'inscrit dans des notions d'héritage, de long terme, de propriété collective gérée (LEFEUVRE 1990). Pour qualifier synthétiquement ce caractère de la prairie (parmi les autres que sont le bien privé, l'outil de production, l'aliment du bétail...) pour ce qui concerne sa dimension végétale et fonctionnelle, il nous a semblé intéressant

de pouvoir mesurer un indice synthétique des deux précédents. Pour permettre une comparaison des deux indices sans donner plus de poids à l'un qu'à l'autre, nous avons choisi de mesurer cet indice de patrimonialité en ramenant chaque indice sur une base 100, en l'élevant au carré pour marquer les différences entre communautés et en faisant le produit des deux termes :

$$IVP = RAR_{100}^2 * CSI_{100}^2$$

Résultats

Les principales associations végétales de notre jeu de données

Les groupes de prairies à forte similarité floristique désignés par le traitement statistique (29 groupes) ont été analysés pour leur donner un certain nombre de caractéristiques : rattachement phytosociologique et caractéristiques écologiques [via les indices d'Ellenberg (ELLENBERG *et al.* 1992) pour l'Europe centrale révisés et étendus par JULVE (1998) pour la France métropolitaine].

Ce travail a déjà été fait pour l'ensemble de notre jeu de données (PRUD'HOMME & THEAU *op. cit.*) mais la base s'est enrichie depuis cette première analyse (relevés supplémentaires, création de nouveaux indices agronomiques) et, à l'occasion de ce colloque sur les zones humides, nous avons choisi de préciser nos résultats sur les groupes de prairies humides. Ces prairies, souvent parmi les plus menacées et les plus biodiversifiées sur notre territoire, n'ont pas souvent été au cœur des travaux des agronomes et notre analyse permet d'en faire une description qui montre qu'elles ne sont pourtant pas sans qualités valorisables par l'agriculteur.

Les groupes de prairies retenus sont fixés par une troncature fixe (pour objectiver le choix des groupes) dans le dendrogramme issu de la CAH. Ils ne correspondent donc pas à des groupes phytosociologiques toujours homogènes (la même distance de similarité permettant parfois d'isoler une association, parfois une alliance, parfois un autre rang encore). Nous avons souhaité rattacher cependant chaque groupe à un syntaxon pour permettre cette lecture de notre jeu de données.

La base de données que nous avons réunie a donc été décrite phytosociologiquement [les *n* précisés illustrent le nombre de relevés se rattachant au syntaxon (à l'alliance pour les prairies non humides, à l'associa-

Définition des prairies humides

Pour distinguer les prairies humides dans ce travail et en définir une limite chiffrée, nous avons caractérisé les 29 groupes sélectionnés par le nombre d'espèces par indice d'Ellenberg pondéré par la fréquence de ces espèces au sein des groupes (Fig. 1). Ces indices sont les suivants (les indices 11 & 12,

à noter que certains relevés n'ont pas été rattachés dans l'attente d'analyses à venir Les syntaxons sont ceux retenus par le Prodrome des végétations de France pour les classes traitées (de FOUCAULT & CATTEAU 2012) ou par la clef typologique du CBNPMP pour les autres (CORRIOL *et al. op.cit.*) :

- **Mentho longifoliae-Juncion inflexi** T. Müll. & Görs *ex* B. Foucault 2008
Mentho suaveolentis-Festucetum arundinaceae (P. Allorge 1941) B. Foucault 2008 (*n* = 17)
- **Ranunculo repentis-Cynosurion cristati** H. Passarge 1969
Junco acutiflori-Cynosuretum cristati Sougnez 1957 (*n* = 14)
- **Oenanthion fistulosae** B. Foucault 2008
Mentho aquaticae-Eleocharitetum palustris Corriol, Prud'homme & Enjalbal 2009 (*n* = 5)
Eleocharito palustris-Oenanthetum fistulosae B. Foucault 2008 (*n* = 3)
- **Bromion racemosi** Tüxen *ex* B. Foucault 2008
Ophioglossa vulgati-Oenanthetum pimpinelloidis Hofstra 1995 (*n* = 48)
- **Juncion acutiflori** Braun-Blanq. *in* Braun-Blanq. & Tüxen 1952
Caro verticillati-Juncetum acutiflori Oberd. 1979 (*n* = 18)
Caro verticillati-Molinietum caeruleae (Lemée 1937) Géhu *ex* Clément 1978 (*n* = 30)
Comaro palustris-Juncetum acutiflori H. Passarge 1964 (*n* = 17)
Polygono bistortae-Juncenion acutiflori B. Foucault & Géhu *ex* B. Foucault 1984 (*n* = 8)
- **Brachypodio rupestris-Centaureion nemoralis** Braun-Blanq. 1967 (*n* = 172)
- **Rumici obtusifolii-Arrhenatherenion elatioris** B. Foucault 1989 (*n* = 38)
- **Triseti flavescens-Polygonion bistortae** Braun-Blanq. & Tüxen *ex* Marschall 1947 (*n* = 44)

attribués aux espèces aquatiques, manquent évidemment dans notre échantillonnage) :

- 3 : xérophiles
- 4 : mésoxérophiles
- 5 : mésohydriques

- 6 : mésohygrophiles ;
- 7 : hygrophiles (courtement inondables, en semaines)
- 8 : hydrophiles (longuement inondables, en mois)
- 9 : amphibies saisonnières (hélrophytes exondés une partie minoritaire de l'année) ;
- 10 : amphibies permanentes (hélrophytes semi-émergés à base toujours noyée).

Il est intéressant de noter que si la composition spécifique d'une communauté est bien centrée sur les espèces aux indices représentatifs des conditions du milieu, elle héberge toujours des espèces des niveaux hydriques supérieurs et inférieurs.

Ainsi, parmi les groupes discriminés par la CAH, quatre ont une forte fréquence d'espèces aux indices d'hygrophilie édaphique les plus forts (9 et 10) ; leur profil général n'est cependant pas centré sur ces espèces-là et on peut considérer les communautés comme très hygrophiles à hydrophiles. Il s'agit de quatre groupes que nous rattachons aux **Molinio-Juncetea** (*Caro-Molinietum*, *Caro-Juncetum*, *Comaro-Juncetum*) et à l'*Oenanthion fistulosae*.

Parmi les groupes restants, six ont une forte fréquence relative d'espèces aux indices d'hygrophilie 8 ; on considère les communautés associées comme mésohygrophiles.

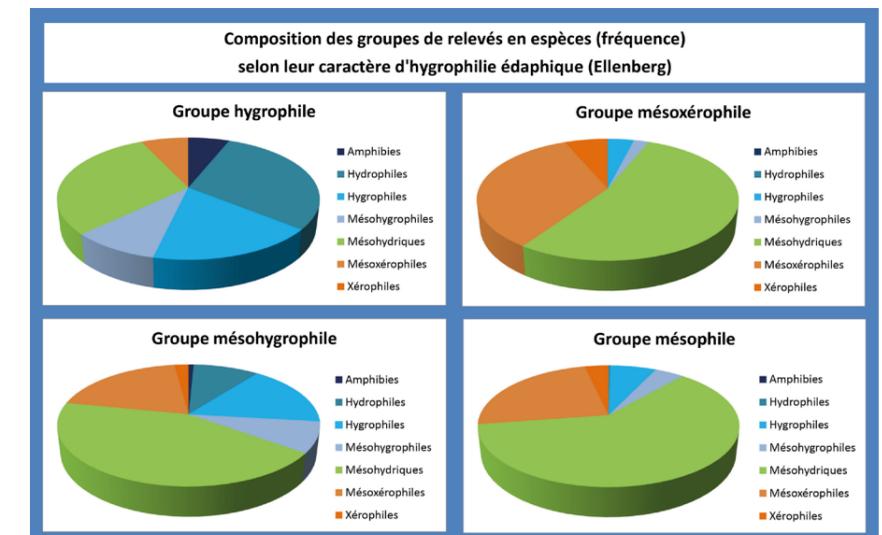
Il s'agit de communautés que nous rattachons aux **Agrostieta stoloniferae** Oberd. 1983 (*Bromion racemosi*, *Ranunculo-Cynosurion*, *Mentho-Juncion*) et aux **Arrhenatheretea elatioris** Braun-Blanquet *ex* Braun-Blanquet, Roussine & Nègre 1952 (branche fraîche du *Brachypodio-Centaureion* : *Oenantho pimpinelloidis-Linetum biennis* B. Foucault 1986).

Parmi les groupes restants, huit hébergent plus d'espèces aux indices d'hygrophilie 6 et 7 ; on considère les communautés associées comme mésophiles. Il s'agit de communautés que nous rattachons aux **Arrhenatheretea elatioris** (*Triseti-Polygonion* et branche mésophile des *Brachypodio-Centaureion* et *Cynosurion* associé).

Les dix derniers groupes sont considérés comme mésoxérophiles. Il s'agit de communautés que nous rattachons aux **Arrhenatheretea elatioris** (*Brachypodio-Centaureion* et *Cynosurion* sur sols maigres calcaires et acides, souvent à la fois pauvres en nutriments et à faible réserve en eau).

Dans le présent travail, nous avons utilisé le terme de « prairies humides » pour les communautés relevant des groupes précédents qualifiés de mésohygrophiles, hygrophiles et hydrophiles.

Figure 1
Caractérisation des groupes de prairies en fonction de leur hygrophilie.



La volonté de notre approche est de transmettre des indicateurs lisibles et objectifs pour mesurer les qualités agro-écologiques des parcelles et prairies. C'est pour cela que nous avons produit quatre indices agrono-

miques (productivité, souplesse, précocité, refus) et trois indices écologiques (spécialisation écologique, rareté des espèces hébergées, patrimonialité).

Caractères généraux des prairies humides

Les prairies humides (130 parcelles) représentent 26 % des prairies dans notre jeu de données. Le tableau 2 présente la fréquence

moyenne des grandes familles végétales qui les composent en les comparant aux prairies mésophiles et mésoxérophiles.

Prairies	Effectif	% Graminées	% Légumineuses	% Cypéracées	% Juncacées	% Autres
Prairies humides	130	34 a	5 a	10 C	21 C	30 ns
Mésophiles	92	51 b	9 b	3 b	3 b	34 ns
Mésoxérophiles	273	56 b	12 c	0 a	0 a	32 ns
Total	495	49	10	3	6	32

Tableau 2
Caractéristiques des grandes familles végétales qui composent les trois types de prairies de Midi-Pyrénées (Anova et test des étendues multiples pour comparer les grandes familles végétales selon le statut hydrique des prairies). Des lettres différentes indiquent des différences significatives entre statuts d'hygrophilie au seuil 0,05 ; ns = non significatif).

Les prairies humides se distinguent très nettement des autres prairies par leur faible part de graminées et de légumineuses au profit des Juncacées et des Cypéracées, contrairement aux mésoxérophiles qui se singularisent par leur part élevée de légumineuses et l'absence de Cypéracées et Juncacées. Le compartiment des espèces « autres » est assez homogène dans l'abondance et présente des différences non significatives pour les trois types d'habitats.

Sur l'ensemble du dispositif (495 parcelles), seule une vingtaine de parcelles n'atteint pas les 80 % de recouvrement d'espèces typées. Il s'agit principalement de prairies humides. Parmi elles, les espèces non typées sont essentiellement des Cypéracées et Juncacées qui n'apparaissent que rarement dominantes dans les végétations mésophiles et d'une graminée typique des milieux très humides (*Glyceria fluitans* (L.) R.Br.). Afin de compléter la liste d'espèces typées, nous

avons cherché à identifier, parmi les espèces non typées, celles qui couvrent au moins une fois au minimum 15 % du recouvrement d'une parcelle. 39 espèces ont été repérées, mais parmi elles trois reviennent souvent (*Juncus acutiflorus* Ehrh. ex Hoffm., *Juncus effusus* L. et *Juncus inflexus* L.) ; leurs taille maximale et précocité de floraison ont été évaluées à dire d'expert.

Une fois la base de données complétée, seulement quatre parcelles n'atteignent pas les 80 % de recouvrement d'espèces typées, leur score se situant entre 71 et 78 %. Nous les avons gardées ainsi pour la suite du traitement ; sur 495 parcelles, l'abondance moyenne des espèces typées par parcelle est de 97 % du recouvrement total. Nous concluons donc que la liste des espèces typées est suffisamment complète pour la base de données Midi-Pyrénées, y compris pour les prairies humides.

Caractéristiques agronomiques des prairies humides

L'abondance des Cypéracées et des Juncacées dans les prairies humides nous amène à revoir certains indices agronomiques. Leur taille et leur précocité étant renseignées, elles sont directement intégrées dans le calcul de la productivité et de la précocité. Par contre, leur effet est beaucoup plus discutable sur la souplesse d'utilisation et la fréquence des refus. Nous avons considéré que les espèces de petite taille (< 40 cm) sont consommées par les animaux (donc non refusées), mais par contre qu'elles n'amènent pas de souplesse d'utilisation à la prairie du fait de leur faible appétence.

$Indice\ de\ souplesse = \%TFGramb + \%TFGramC + \%Legum + (\%DivM2 + \%DivM3)^{hors\ Juncacées\ \&\ Cypéracées\ typées}$

Nous avons gardé l'indice initial en excluant les Juncacées et Cypéracées de taille moyenne assez tardives et tardives, considérant que ces espèces, malgré leur taille moyenne, deviennent assez peu appétentes pour la majorité des animaux.

$Indice\ de\ refus\ fauche\ pâture = \%TFGramD + (\%DivH) + \%Juncacées\ \&\ Cypéracées\ typées\ M$

Nous avons gardé l'indice initial qui comprend l'ensemble des DivH (dont Cypéracées et Juncacées hautes) et auxquelles

Tableau 3
Caractéristiques agronomiques des prairies permanentes de notre observatoire Midi-Pyrénées. Des lettres différentes indiquent des différences significatives entre statuts d'hygrophilie au seuil 0,05 ; ns = non significatif).

Indices	Production	Floraison	Précocité	Refus	Souplesse
Prairies humides	62a	1219c	30a	31c	32a
Mésophiles	79c	1107a	58b	18b	30a
Mésoxérophiles	73b	1137b	59b	5a	40b
Ensemble	71	1159	50	14	37

On peut conclure que, dans leur globalité, les prairies humides présentent les indices de productivité les plus faibles, leur tardive-

té favorise leur valorisation dans un contexte humide, mais leur capacité à générer des refus facilement contraint leur usage.

Itinéraires techniques des prairies humides

Les prairies humides sont les moins fertilisées (sur les plans organique et minéral), 50 % d'entre elles ne reçoivent jamais de

fertilisation et seulement 27 % une fois par an (Tableau 4). Ceci est à mettre en relation avec leur faible indice de productivité.

Rythme fertilisation	Jamais	Rarement	Tous les 2 ans	annuel
Prairies humides	50 %	16 %	7 %	27 %
Mésophiles	25 %	29 %	3 %	43 %
Mésoxérophiles	29 %	27 %	5 %	39 %
Ensemble	31 %	26 %	4 %	39 %

Elles sont utilisées le plus souvent en fauche (rarement en double fauche), 28 % des prairies humides n'étant jamais fauchées (Tableau 5). Les fauches unique ou double présentées dans le tableau ne sont pas exclusives puisqu'un pacage de printemps est le plus souvent associé. Cette pratique est

souvent mal évaluée (ras, effeuillage, précocité, tardif) et cette modalité n'a donc pas été retenue pour caractériser les itinéraires dans cette analyse. Au contraire, dans ce même tableau, les prairies inscrites dans l'itinéraire « pacage » ne sont jamais fauchées.

	Pacage	Une fauche	Deux fauches
Prairies humides	28 % (1207 °Cj)	70 % (1274 °Cj)	2 %
Mésophiles	12 % (643 °Cj)	62 % (1442 °Cj)	26 %
Mésoxérophiles	13 % (765 °Cj)	71 % (1558 °Cj)	16 %
Ensemble	17 %	69 %	14 %

Le premier passage d'animaux sur pacage hygrophile est assez tardif (floraison), ce qui peut être expliqué par les contraintes hydriques, alors que sur près de fauche les

dates moyennes d'interventions sont plus précoces qu'en communautés mésophiles et xérophiles (très certainement pâturés au printemps).

Les indices écologiques des prairies humides

L'indice de spécialisation écologique s'avère très pertinent pour illustrer le gradient hydrique. Les communautés les plus hygrophiles sont les plus spécialisées, viennent

ensuite les communautés mésohygrophiles, puis les mésoxérophiles et enfin logiquement les mésophiles (Fig. 2).

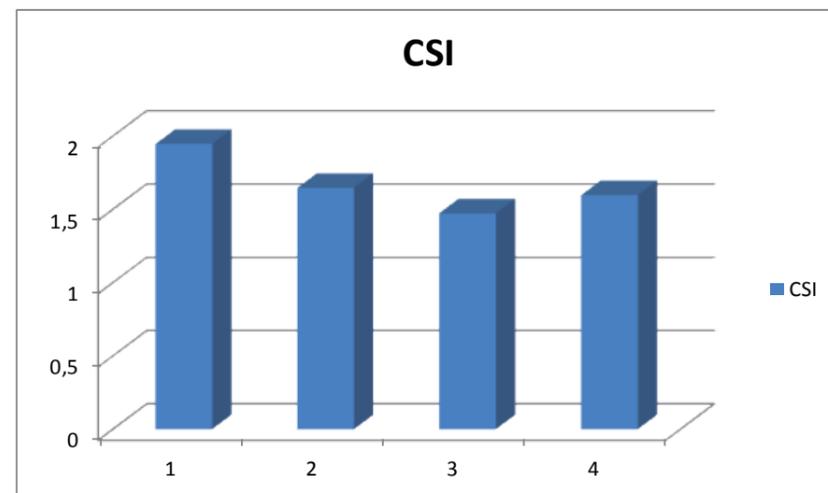


Tableau 5
Itinéraires techniques simplifiés des prairies permanentes de notre observatoire Midi-Pyrénées en fonction de leur degré d'hygrophilie. Les dates moyennes de pâturage ou de fauche sont exprimées en °C jours (°Cj).

Figure 2
Spécialisation écologique des prairies permanentes de Midi-Pyrénées en fonction de leur hygrophilie.

Il est intéressant de voir que l'indice de rareté suit la même courbe avec une chute

spectaculaire de l'indice entre le niveau mésohygrophile et le niveau mésophile (Fig. 3).

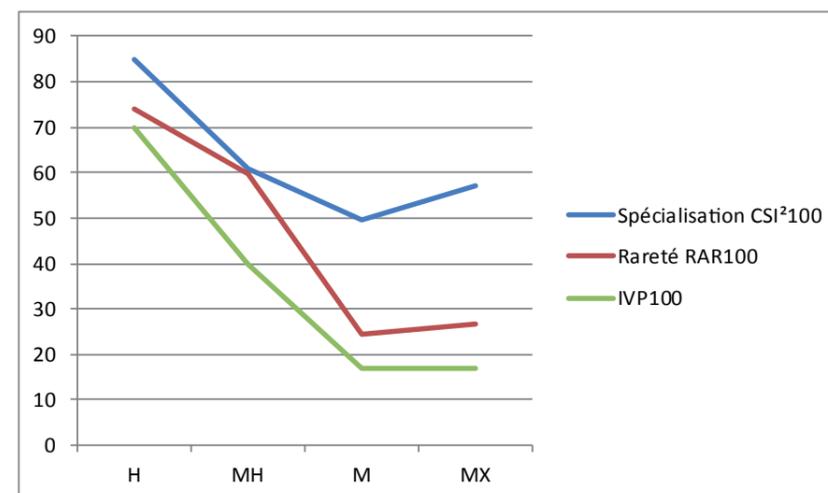


Figure 3
Comparaison des indices de spécialisation écologique, de rareté et de valeur patrimoniale en fonction du degré d'hygrophilie dans les prairies de Midi-Pyrénées (les différences de CSI ont été accentuées en portant l'indice à son carré. Pour observer les trois indices sur le même graphe, nous les avons tous portés sur une base 100).

Ces mesures et observations du comportement des indices en fonction du gradient hydrique permettent d'en valider la pertinence. En effet, il est admis que les zones humides concentrent un fort enjeu de conservation, qu'elles représentent des

contextes stationnels qui nécessitent une adaptation et donc une spécialisation des espèces et qui abritent de nombreuses espèces rares. C'est bien ce que disent les indices utilisés pour comparer les prairies humides au reste du jeu de données traité.

Discussion et conclusion

En amont de la base de données, il faut souligner la posture dialogique adoptée tant par le naturaliste que l'agronome, acceptant l'écoute de l'autre, sans préjugés de valeurs pour tirer parti de la mutualisation de leurs expériences. Elle a permis un transfert de connaissances et leur hybridation montre qu'il est possible d'aller au-delà de certaines idées reçues trop caricaturales du type « ce qui est bon pour l'agronome est mauvais pour le naturaliste ».

Pour l'agronome, l'entrée proposée par le naturaliste autour d'une nomenclature basée sur la phytosociologie permet d'instruire ses classifications « institutionnelles » avec des indices agronomiques. L'accès à de nombreuses séries de végétation permet de tester la validité de ces indices (et de les adapter comme pour les milieux humides) sur des types d'habitats plus rarement étudiés en agronomie.

Pour le naturaliste, beaucoup plus habitué à étudier les relations milieu-végétations, l'apport de l'agronomie sur la conduite technique des prairies (qualification de la fauche, de la pâture, modalité de fertilisation...) permet d'amener des compléments indispensables sur l'évolution des végétations. La considération de la prairie en termes de ressource lui permet d'intégrer cette question primordiale à son approche conservatoire. Ainsi, un des atouts majeurs de cette base de données est bien de combiner des relevés botaniques exhaustifs avec des pratiques agricoles conditionnant ces végétations.

La finalité de notre travail est bien de faciliter le diagnostic et le dialogue auprès des agriculteurs pour les conseillers agricoles ou conseillers en gestion naturaliste.

Pour illustrer l'intérêt de notre approche dans ce dialogue, il nous semble intéressant de prendre l'exemple des prairies à *Succisa pratensis* Moench. La Succise est en effet le support de ponte d'une espèce patrimoniale de papillon (le damier de la succise, *Euphydryas aurinia* Rottemburg, 1775). Afin de permettre à ce papillon de réaliser tout son cycle biologique, il est donc souvent proposé un retard de fauche à l'agriculteur gestionnaire de la parcelle en faisant appel au cahier des charges disponible, en particulier dans le cadre des mesures agro-environnementales. Si l'argument biologique s'entend bien, il est parfois difficile pour le conseiller comme pour l'agriculteur d'évaluer l'impact d'un tel retard de fauche. Les prairies hébergeant la Succise ne sont pas rares dans notre jeu de données (66 parcelles). Elles ne correspondent pas à un unique type de végétation mais à deux types : les prairies mésohygrophiles mésoeutrophiles du *Bromion racemosi* et les prairies hygrophiles oligo-mésotrophiles du *Juncion acutiflori*.

Le calcul de nos différents indices (Tableau 6) sur ces deux types de communautés montre qu'elles n'ont pas les mêmes caractéristiques agronomiques et environnementales. Le *Juncion acutiflori* représente des végétations hautement spécialisées et pouvant héberger de nombreuses espèces rares ; leur valeur patrimoniale mesurée est ainsi plus forte que celle du *Bromion racemosi*. Les prairies du *Bromion* sont plus productives et beaucoup plus précoces que celles du *Juncion*. Ces indices illustrent une plus grande contrainte pour ces prairies du *Bromion* pour accepter un retard de fauche. Le *Juncion*, plus tardif malgré un indice de refus élevé à sa floraison, a une date de productivité maximum qui peut se caler plus facilement avec un retard de fauche. On imagine bien comment ces différents indices informent toutes les stratégies possibles du gestionnaire face à ces prairies et aux enjeux locaux. Ces indices offrent des valeurs absolues, mais surtout des indicateurs relatifs comme autant de sujets argumentés à aborder dans la discussion entre le gestionnaire, le naturaliste et l'agronome sur la gestion des parcelles.

Communauté	CSI ² 100	RAR100	IVP100	Productivité	Précocité	Refus	Souplesse	Floraison
<i>Bromion racemosi</i>	55	27	16	67 b	53 b	9 a	35 ns	1120 a
<i>Juncion acutiflori</i>	97	97	100	61 a	23 a	35 b	29 ns	1244 b

Tableau 6
Indices écologiques et agronomiques mesurés pour les deux types principaux de « prairies à Succise » dans notre jeu de données.

Une connaissance objectivée des caractéristiques de chaque végétation permet d'introduire des éléments pertinents de dialogue entre le naturaliste, l'agronome et le gestionnaire. L'exemple de la Succise montre la fragilité des recettes pensées comme universelles et l'utilité des indices pour nuancer des situations et envisager les impacts d'une mesure conservatoire pour la ressource (on pourrait imaginer facilement la réciproque : envisager les impacts d'un changement de pratiques sur un enjeu de conservation).

Le travail mené sur les prairies humides a nécessité de typer de nouvelles espèces. Ces typages pourraient être consolidés en menant des observations spécifiques. On pourrait ainsi affiner en particulier les dates de floraison sur nos territoires et la variabilité du trait (étalement). Un appel à contribution pourrait être fait pour mener ce travail.

Le lien entre les pratiques et les végétations doit maintenant être approfondi en analysant notre jeu de données. Les conclusions seraient d'autant plus solides que nous serons capables de regrouper un maximum de relevés, y compris issus d'autres bases de données, sur d'autres territoires, sur d'autres types de prairies. On notera toutefois que, si le relevé des végétations peut être cadré par l'approche phytosociologique, un travail reste à mener pour homogénéiser les relevés de pratiques.

Traditionnellement, la seule différence d'échelle d'analyse (la station pour le naturaliste et la parcelle pour l'agronome) fait que les recherches de compromis dans une perspective de gestion agroécologique sont difficiles à trouver. Cette base de données montre toutefois qu'il est possible d'articuler nos points de vue et que cela ouvre des perspectives. D'autant plus que le niveau d'échelle le plus facile à trouver pour établir des compromis entre agronomie et conservation est supérieur à la parcelle : la sole (ensemble des parcelles de l'exploitation répondant à une même fonction : sole fauchée, sole pâturée par un lot d'animaux...). Il nous reste donc à appliquer nos indices sur les parcelles à cette nouvelle échelle et les confronter aux usages pour entrer pleinement ainsi dans la gestion agroécologique la plus pertinente et la plus performante : celle de la sole fourragère dans une exploitation.

Remerciements

Pour leur animation des concours et MAET, merci à Jean-Guillaume Thiébault (Parc national des Pyrénées), Carine Chatain et Béatrice Loncan (Chambre d'agriculture des Hautes-Pyrénées), Claire Lemouzy (ADASEA du Gers), Julien Aït El Mekki (Parc naturel régional des Pyrénées ariégeoises), Camille Favier et Marie-Julie Parayre (PNR Haut-Languedoc), Laure Jacob (PNR Grands Causses), Benoît Delmas (Chambre d'agriculture de l'Aveyron), Philippe Bernié (ADASEA d'Occ), Emmanuel Campagne et Jean-Bernard Mis (Chambre d'agriculture du Tarn).

Pour les enquêtes sur les exploitations et itinéraires techniques, merci à Béatrice Loncan, Julien Aït-El-Mekki, Claire Lemouzy, Marie-Julie Parayre (PNR HL), Claire Hermet (Chambre d'agriculture du Tarn), Laure Jacob, Philippe Bernié.

Pour les relevés floristiques et phytosociologiques complémentaires aux nôtres, merci à Julien Aït El Mekki, Gérard Briane, Francis Kessler, Françoise Laigneau, Bernard Lascurettes. .

Pour la base de données informatique, merci à Benjamin Fauchoux (CBNPMP).

Ont contribué aussi d'une façon indirecte mais fondamentale tous les membres de jury de concours prairies fleuries et tous les agriculteurs (près de deux cents pour les trois dispositifs !) : merci !

Merci à Emmanuel Catteau et Bruno de Foucault pour leur relecture attentive du manuscrit, ayant ainsi contribué à en améliorer la qualité.

Nous remercions enfin l'État, l'ex-Région Midi-Pyrénées et l'Europe pour leur soutien financier.

Ces travaux sont menés en partie dans le cadre des programmes suivants :

- programme Natura 2000 Occitanie, financé par l'État / Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL) Occitanie ;
- programme Natura 2000 Nouvelle-Aquitaine, financé par l'État / DREAL Nouvelle Aquitaine.

Nous adressons nos remerciements à ces financeurs.

Bibliographie

- ANSQUER P., DURU M., THEAU J.-P. & CRUZ P. 2008. - Functional traits as indicators of fodder provision over a short time scale in species-rich grasslands. *Annals of Botany* : 1-10.
- CORRIOL G., PRUD'HOMME F. & ENJALBAL M. 2010. - Essai de clé typologique des groupements végétaux de Midi-Pyrénées et des Pyrénées françaises. III - Prairies (*Agrostio-Arrhenatheretea*). *Actes du 3^e colloque naturaliste de Midi-Pyrénées*, Toulouse, Novembre 2009. Ed Nature Midi-Pyrénées : 143-153.
- CRUZ P., THEAU J.-P., LECLoux E., JOUANY C. & DURU M. 2010. - Typologie fonctionnelle de graminées fourragères pérennes : une classification multitraits. *Fourrages* **201** : 11-17.
- DURU M., CRUZ P., JOUANY C. & THEAU J.-P. 2010a. - Herb'type© : un nouvel outil pour évaluer les services de production fournis par les prairies permanentes. *INRA Productions Animales* **23**(4) : 319-332.
- DURU M., CRUZ P. & THEAU J.-P. 2010b. - Évaluer la souplesse d'utilisation des prairies permanentes par la caractérisation de la composition fonctionnelle de la végétation et la phénologie des espèces. *Fourrages* **201** : 3-10.
- ELLENBERG H., WEBER H.-E., DÜLL R., WIRTH V., WERNER W. & PAULISSEN D. 1992. - Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobotanica* **18** : 1-258.
- FOUCAULT B. (de) & CATTEAU E. 2012. - Contribution au prodrome des végétations de France : les *Agrostietea stoloniferae* Oberd. 1983. *Journal de Botanique de la Société Botanique de France* **59** : 5-131.
- GAUTHIER P. 2010. - Établir des priorités de conservation chez les espèces végétales. *Espaces naturels* **29** : 38-40.
- HAMDY E. (coord.) 2011. - *Mise à jour de la liste de la flore vasculaire déterminante dans le cadre de la modernisation des ZNIEFF en Midi-Pyrénées*. Document de travail – Commission plénière du CSRPN du 11 mars 2011 - Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées, Bagnères-de-Bigorre, 83 p.
- JULLIARD R., CLAVEL J., DEVICTOR V., JIGUET F. & COUVET D. 2006. - Spatial segregation of specialists and generalists in bird communities. *Ecology Letters* **9** : 1237-1244.
- JULVE Ph. 1998. - *Baseflor. Index botanique, écologique et chorologique de la flore de France*. Version : 2018. <http://perso.wanadoo.fr/philippe.julve/catminat.htm>
- LAVOREL S. & GARNIER E. 2002. - Predicting changes in community composition and ecosystem functioning from plant traits: revisiting the Holy Grail. *Functional Ecology* **16** : 545-556.
- LEFEUVRE J.-C. 1990. - *De la protection de la nature à la gestion du patrimoine naturel*. In *Patrimoines enfoliés*, Éditions de la Maison des sciences de l'homme, ministère de la Culture. Paris : 29-75.
- PEYRAUD J.-L., PEETERS A. & De Vlieghe A. 2012. - Place et atouts des prairies permanentes en France et en Europe. *Fourrages* **211** : 195-204.
- PRUD'HOMME F. 2015. - La valorisation des données des concours prairies fleuries pour une meilleure compréhension de l'équilibre agro-écologique en Midi-Pyrénées. In : *Journée biodiversité en agriculture, 15 octobre 2015*, 2 p.
- PRUD'HOMME F., GIRE L. & UBALDO M. 2014. - *Herb07 sur les zones humides en Midi-Pyrénées : appui technique et scientifique à la mise en œuvre de la mesure agro-environnementale*. Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées, 66 p.
- PRUD'HOMME F. & THEAU J.-P. 2017. - Phytosociologie et agronomie à la rencontre des prairies fleuries. In : *Actes des Rencontres naturalistes de Midi-Pyrénées, Auch, 12 et 13 février 2016* : 69-73.
- THEAU J.-P., PAUTHENET Y. & CRUZ P. 2017. - Une typologie des espèces non graminéennes pour mieux caractériser la diversité et la valeur d'usage des prairies permanentes. *Fourrages* **232** : 321-329.
- THEAU, J.-P. & ZEROUROU, A. 2008. - Herb'âge, une méthode de calcul des sommes de températures pour la gestion des prairies. In : *Outil pour la gestion des prairies permanentes* at Symposium international INRA-UMR AGIR (Agrosystèmes et développement territorial) : Outils pour la gestion des prairies permanentes, Castanet-Tolosan, FRA (2005-07-06 - 2005-07-08) : 91-102.

- TURCATI L. 2011. - *Mesurer la biodiversité pour comprendre l'effet des perturbations sur les communautés végétales : apport des caractéristiques écologiques et évolutives des espèces*. Thèse de doctorat, UPMC Sorbonne Université – Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 264 p.
- WEBER J.-L. 1986. - Le Patrimoine naturel. In *Les Comptes du patrimoine naturel*, Paris, INSEE, n° 535-36, série C, n° 137-38 : 31-62.

Pour visionner cette intervention

https://www.youtube.com/watch?v=gNbtJ47PUzw&list=PL6fTF_SDATLz-jllxKfDreVV7COoSdCb4&index=53