

FLORIS : Filtres Locaux et régiOnaux imposés à la biodiveRsité des praIries permanenteS Rapport Final

Julien Pottier

▶ **To cite this version:**

Julien Pottier. FLORIS : Filtres Locaux et régiOnaux imposés à la biodiveRsité des praIries permanenteS Rapport Final. [Contrat] INRAE. 2018. hal-02944477

HAL Id: hal-02944477
https://hal.inrae.fr/hal-02944477

Submitted on 21 Sep 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.

FLORIS :
Filtres Locaux et régiOnaux imposés à la biodiveRsité des praIries permanenteS

Rapport Final

2017-2018

Projet « Nouveau Chercheur » financé par

L'EUROPE S'ENGAGE en AUVERGNE – RhôneAlpes avec le FEDER

UNION EUROPÉENNE

AUVERGNE – RhôneAlpes

Coordonné par :
Julien Pottier
julien.pottier@inra.fr

UMR 0874 Ecosystème Prairial (UREP)
INRA Centre Auvergne-Rhône-Alpes
5 chemin de Beaulieu
63000 Clermont-Ferrand

INRA SCIENCE & IMPACT

1- Rappel des enjeux et objectifs.

La diversité végétale des prairies fournit de nombreux services écosystémiques (e.g. production primaire ; régulation des cycles biogéochimiques, des invasions biologiques ; habitats pour la faune ; valeur esthétique et patrimoniale des paysages) dont les sociétés humaines bénéficient. Son maintien porte donc des enjeux économiques, sociaux et environnementaux importants, particulièrement en région Auvergne. Par ailleurs les activités d'élevage représentent le principal levier de conservation ou de restauration de la diversité des prairies dans la mesure où elles en abritent une part importante. L'enjeu majeur que doit relever l'écologie scientifique appliquée aux agroécosystèmes prairiaux est alors de comprendre précisément comment les pratiques favorisent le maintien de la diversité végétale.
D'après ces enjeux et l'état des connaissances scientifiques, les objectifs identifiés dans le cadre du projet FLORIS visaient à : 1) quantifier précisément l'impact des modalités de gestion sur la disponibilité des ressources nécessaires à la croissance des plantes au niveau de la parcelle ; 2) découpler les effets locaux (filtrage environnemental et compétition) des effets contextuels (i.e. limitation par le pool d'espèces[1]) ; 3) caractériser l'impact de l'organisation du parcellaire au niveau du paysage sur ce phénomène de limitation par le pool d'espèces.

2- Résultats

a. Bases de données constituées

Le premier défi relevé par ce projet était de construire trois bases de données distinctes qui dépassent largement le seul cadre du projet FLORIS. Elles pourront, grâce à l'adoption d'une démarche « open data », être mobilisées par la suite dans d'autres projets portés par l'UREP et ses partenaires et plus largement la communauté scientifique.
La première base de données est un SIG (Système d'Information Géographique) regroupant des informations géo-référencées pour une zone recouvrant intégralement le territoire d'agrément du Conservatoire Botanique National du Massif Central (CBNMC) et donc plusieurs départements limitrophes de la région Auvergne et la quasi-totalité du Massif-Central (Figure 1). Les variables constitutives de ce SIG ont des résolutions comprises entre 100 et 250 m. Trois classes de variables ont été produites : 1) Des normales climatiques (une vingtaine de variables relatives aux températures, aux précipitations, aux bilans hydriques et au rayonnement) validées grâce aux données d'une 50 aine de stations MétéoFrance 2) Des variables pédologiques issues du GIS SOL visant à caractériser la rétention en eau des sols et la quantité de matière organique, 3) des variables de structures paysagères caractérisant la fragmentation des prairies permanentes dans le Massif Central.
Les données doivent maintenant être diffusées et pour cela organisées et accompagnées de fichiers de meta-données. Une fois cette dernière étape accomplie, elles seront alors proposées au CRAIG.

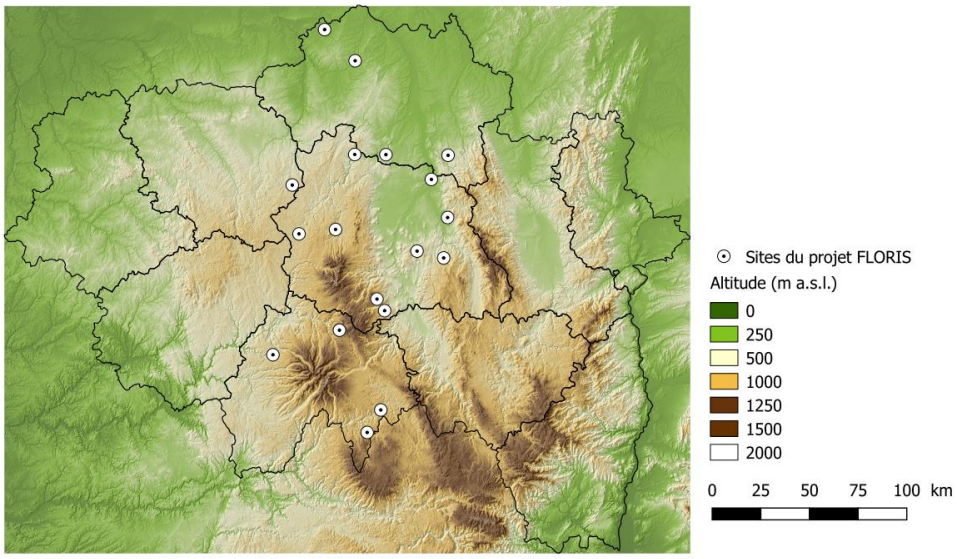


Figure 1 : Représentation de l'étendue géographique du SIG élaboré au cours du projet FLORIS et des sites suivis pendant la saison de croissance 2017.

[1] Le pool d'espèces se définit comme l'ensemble des espèces de la flore régionale qui peuvent potentiellement coloniser et s'établir dans un habitat donné.

La seconde base de données concerne un réseau de 18 parcelles et le suivi temporel de variables environnementales et de la diversité végétale sur les 18 parcelles du projet FLORIS (Figure 1). C'est ce suivi qui a justifié l'investissement des capteurs et des centrales d'acquisition ainsi que l'ensemble des analyses physico-chimiques. Les 18 sites ont été choisis afin de représenter le double gradient pédoclimatique et de fragmentation des prairies qui caractérise la zone d'étude de FLORIS.

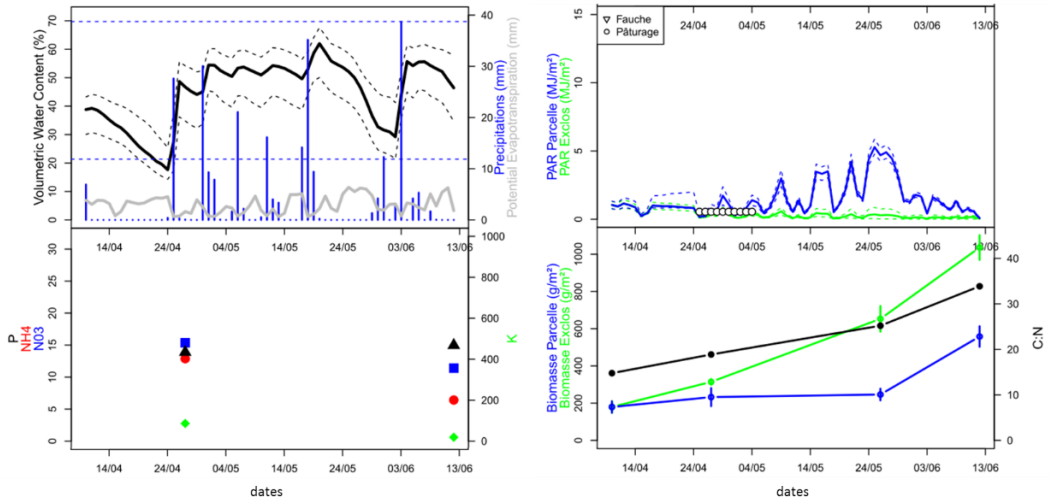


Figure 2 : Ensemble des données environnementales collectées/élaborées au cours du temps pour un des 18 sites suivis

Ces données (Figure 2) ont été diffusées jusque-là sous la forme d'un rapport à chacun des agriculteurs impliqués dans ce réseau de parcelles et au GIS InfoSol puisqu'une part importante des sites fait partie du Réseau de Mesures de la Qualité des Sols (RMQS).

La troisième base de données est une compilation de traits fonctionnels pour 1300 espèces végétales des milieux ouverts Auvergnats (liste définie avec le CBNMC). La liste des traits fonctionnels comprend : le type biologique, le premier mois de floraison, le dernier mois de floraison, la durée de la période de floraison, la hauteur, la masse des graines, la surface spécifique foliaire, la teneur en matière sèche des feuilles, la surface foliaire, les teneurs en azote et phosphore des feuilles, le taux d'activité de la Rubsico (un indicateur de rendement photosynthétique). Ces traits permettent de caractériser les principales stratégies végétales d'acquisition et d'utilisation des ressources (leaf economic spectrum), de compétition pour la lumière et de régénération sexuée. La compilation des données a abouti à des manques qui ont été comblés par des techniques d'imputation de données manquantes[2]. L'incertitude liée à ces imputations a été évaluée montrant en moyenne des erreurs acceptables mais variables selon les traits et les espèces.

b. Résultats scientifiques acquis

Le projet FLORIS a d'ores et déjà produit 5 résultats scientifiques principaux, résumés ici.

- Nous avons cherché à représenter la connectivité « fonctionnelle » des prairies permanentes qui dépend par définition de l'organisation spatiale des parcelles et des capacités de dispersion (par graines) des espèces végétales. A partir d'une évaluation de la proportion de différents types d'espèces classées selon le mode de dispersion et la distance de dispersion de leurs graines, nous avons calculé un indice, le PSS, qui se comprend comme l'espérance de la proportion d'espèces partagées entre deux points du paysage pris au hasard. Ici pour chaque point de l'espace, le paysage représente une zone environnante de c.a. 28 km². Cet indice était très corrélé à la proportion de prairies dans le paysage et fortement limité par la diversité des activités agricoles (Figure 3).
  Ce résultat constitue une avancée dans la caractérisation de la trame verte du Massif Central car elle se base sur un critère de connectivité fonctionnelle. Cela dit le lien très fort entre cette connectivité fonctionnelle et les indicateurs structurels classiques confortent l'utilité des travaux menés par l'IPAMAC (lien).

[2] Buuren, S. V., & Groothuis-Oudshoorn, K. (2010). mice: Multivariate imputation by chained equations in R. *Journal of statistical software*, 1-68.

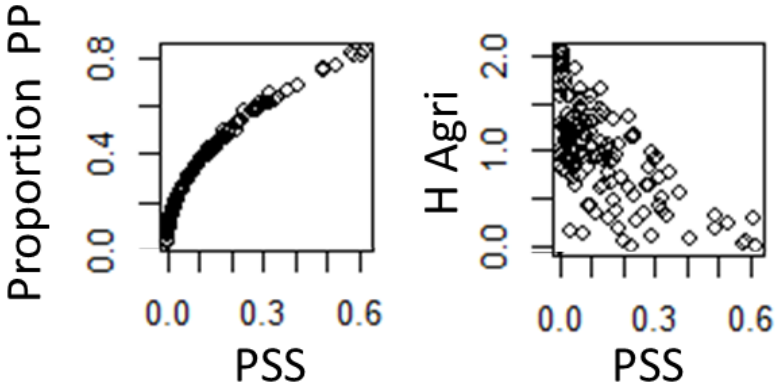


Figure 3 : Relation entre connectivité fonctionnelle des prairies (PSS) et des indicateurs de structure paysagère comme la proportion de prairies (Proportion PP) et la diversité des pratiques agricoles (H Agri).

- Nous avons testé la pertinence d'un modèle théorique d'écologie : le modèle d'équilibre dynamique[3]. Il prédit les variations de diversité des écosystèmes en fonction de l'intensité de perturbation qu'ils subissent et de leur productivité. A partir des données collectées sur les 18 sites, nous avons mis en évidence une diminution des richesses spécifique et fonctionnelle liée à l'augmentation de la quantité de biomasse exportée (perturbation) et de la productivité, respectivement (Figure 4). Nous avons ensuite montré que la quantité de biomasse exportée dépendait du nombre de fauches et du chargement animal annuel, et que la productivité était avant tout dépendante des précipitations durant la période d'étude, et non des pratiques de fertilisation. Ces résultats confirment la pertinence globale de ce cadre théorique pour anticiper l'effet de pratiques agricoles sur la biodiversité. Ils mettent cependant également en évidence la forte dispersion des observations autour de l'attendu.

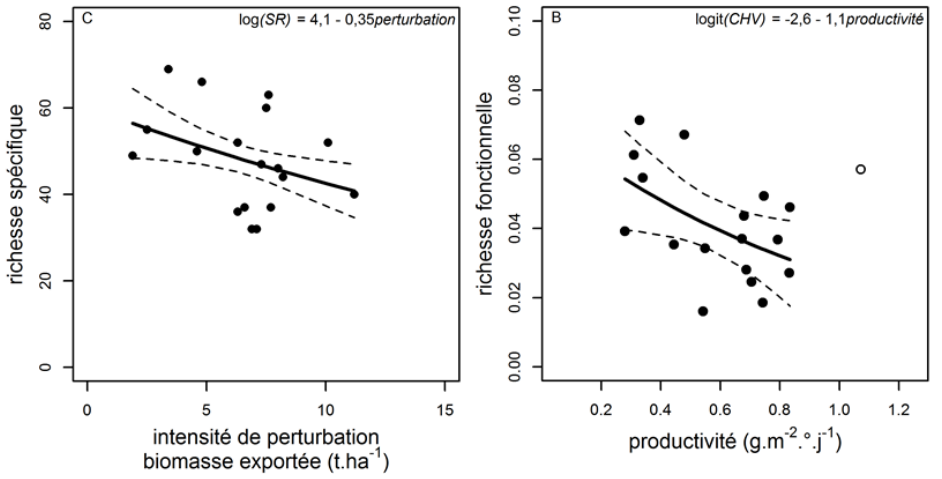


Figure 4 : Impact des perturbations occasionnées par les fauches et le pâturage et de la productivité des prairies sur leur richesse spécifique (indicatrice de la diversité taxonomique) et leur richesse fonctionnelle (indicatrice de la diversité des stratégies fonctionnelles végétales)

- La diversité et plus largement la structure fonctionnelle de la végétation est supposée affecter en retour la production, parmi d'autres fonctions des écosystèmes. Pour évaluer cette relation nous avons élaboré et calibré, sur chaque site, un modèle phénoménologique de la pousse de l'herbe couplé à la dynamique de l'eau du sol (Figure 5). Ceci a permis d'évaluer une production intrinsèque indépendante des conditions météorologiques de l'année. La relation observée entre structure fonctionnelle et diversité, bien que ténu, supporte l'hypothèse du mass ratio stipulant que le rôle fonctionnel de la communauté végétale est principalement piloté par les espèces dominantes. Cela dit, ce travail n'a pas permis de complètement s'affranchir de la contingence météorologique, notamment dans les données de traits des espèces. Il s'agit là d'une limite propre aux analyses multi-sites que nous avons malgré tout repoussée par l'utilisation de ce modèle.

[3] Huston M.A. (2014) : "Disturbance, productivity, and species diversity: empiricism vs. logic in ecological theory", *Ecology*, 95, 2382-2396.

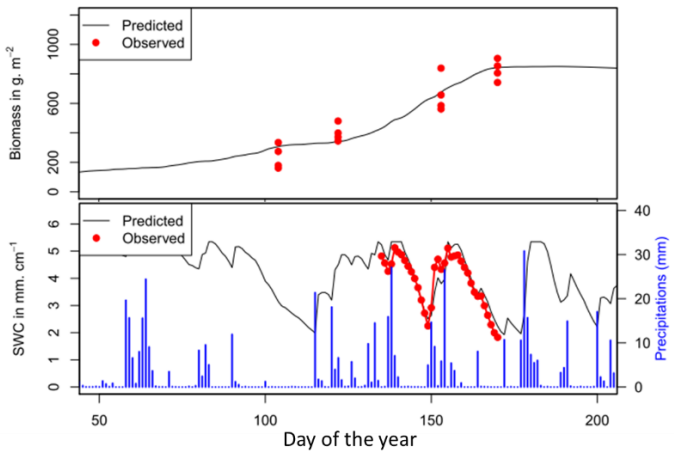


Figure 5 : Exemple pour un site des résultats de calibration du modèle de pousse de l'herbe (Biomass) couplé à la dynamique de l'eau du sol (SWC).

- Une hypothèse forte de l'écologie des communautés est que la dominance dépend de la hiérarchie de performances (fitness) des espèces dans un milieu donné. Une partie de nos données infirme cette hypothèse. Nous avons surtout montré que ce résultat négatif est imputable (en partie du moins) à une très grande variabilité de croissance des individus (intraspécifique) au sein des sites, supérieure à la variabilité entre sites. Ces résultats supportent un travail théorique récent[4] suggérant que la variabilité interindividuelle de croissance peut estomper les différences de capacité de compétition entre les espèces et ainsi leur rang à l'échelle de la communauté.

c. Résultats à venir

Nous anticipions à l'écriture du projet que les données floristiques du CBNMC pourraient être mises à disposition dans les premiers mois du projet. Elles l'ont été dans les derniers mois du projet. Ce retard de calendrier est lié principalement à l'écriture et à la signature d'un protocole d'accord d'échange de données et à leur formatage. Bien que nécessaire pour garantir un cadre de collaboration clair entre l'INRA et le CBNMC, ceci a occasionné un retard conséquent dans la construction des modèles de distribution potentielle des 1300 espèces végétales de milieux ouverts. Les données étant maintenant prétraitées le travail de modélisation est en cours. Sur cette base seront estimés des pools d'espèces. Cette partie du projet constitue une des principales sources d'innovation de FLORIS. Les derniers résultats du projet seront donc une évaluation du rôle de la limitation par le pool d'espèces dans l'assemblage des communautés et donc leur diversité et une inférence plus robuste des mécanismes locaux d'assemblages par le test de modèles nuls hiérarchisés.

d. Bilan synthétique des réalisations

Prévu
Réalisé

Diagramme de Gantt:		Année 1 (2017)				Année 2 (2018)				En cours
Actions	Tâches	Tri1	Tri2	Tri3	Tri4	Tri1	Tri2	Tri3	Tri4	
1-Définir des pools d'espèces	T.1.1 Construction du SIG									
	T.1.2 Construction des cartes de distribution des espèces									
	T.1.3 Analyse de la géométrie des pools									
2-Décrire des communautés et leur environnement physico-chimique	T.2.1 Campagne d'échantillonnage									
	T.2.2 Analyses chimiques									
3-Tester les filtres imposés à la diversité végétale	T.3.1 Confrontation des patrons observés aux résultats de simulation des modèles nuls									
	T.3.2 Valorisation des résultats									

Les objectifs et réalisations sont conformes au projet initial. Les dépenses qui ont justifié la demande de financement ont bien servi à la construction et au suivi d'un réseau de parcelles, à des analyses chimiques des sols et des végétations prélevées et au recrutement d'un post-doctorant (Rémi Perronne) comme annoncé. Seul un retard dans la mise à disposition de certaines données (voir section précédente) nécessaires à la réalisation des analyses en bout

[4] Uriarte, M., & Menge, D. (2018). Variation between individuals fosters regional species coexistence. *Ecology letters*, 21(10), 1496-1504.

de chaîne est à constater. Tous les éléments sont maintenant disponibles pour aboutir à la production des derniers résultats attendus.

3- Production et communication

Ce projet a à ce jour permis la production de :

- Un mémoire de stage d'intitulé « Effet de variables locales et contextuelles sur l'assemblage des communautés végétales en prairie permanente » qui a permis à Gabrielle Benquey d'être diplômée du Master FAGE Biologie et Ecologie pour la Forêt, l'Agronomie et l'Environnement de l'Université de Lorraine.
- Un article accepté dans la revue à comité de lecture de l'AFPF :
  Perronne R., Amiaud B., Benquey G., Bloor J., Choler P., Jolivet C., Violle C and Pottier J. (in press) Quelle pertinence du modèle diversité-productivité-perturbations pour analyser l'influence des pratiques agricoles sur la diversité des prairies permanentes du Massif Central? *Fourrages*.
- Un article soumis dans une revue scientifique internationale à comité de lecture :
  Perronne R., Jabot F. and Pottier J. (submitted) No evidence for a positive relationship between plant individual growth and species ranking at the community level in temperate permanent grasslands, *Basic and Applied Ecology*.
- Un poster pour une conférence internationale
  Perronne, R., Munoz, F., Borgy, B., Reboud, X., Pottier, J., Gaba, S. (2017). Studying community assembly using the trait-based null model approach: synthesis and main results on grassland communities. Functional Ecology and Environment Conference, Toulouse, FRA (2017-07-11 - 2017-07-12).
- Une présentation orale aux Journées Régionales en Sciences de l'Environnement.
  Perronne, R., & Pottier, J., 2017. Etude de l'assemblage des communautés végétales dans les prairies d'Auvergne: projet FLORIS (Filtres Locaux et régiOnaux imposés à la biodiveRsité des praIries permanenteS). Journées Régionales en Sciences de l'Environnement. 16 Juillet 2017. Clermont-Ferrand.
- Des dossiers contenants les données interprétées de chaque site remis aux agriculteurs impliqués dans le réseau de parcelles du projet.

4- Collaborations

Le projet FLORIS a permis de consolider des collaborations scientifiques entre l'UREP, le LECA (Grenoble), le CEFE (Montptellier), l'UMR Silva (Nancy), le LISC (Clermont-Ferrand) et InfoSol (INRA Orléans) tel que témoignent les premières publications du projet.
Ce projet a également été l'occasion de construire une nouvelle collaboration entre le porteur du projet (UREP) et le CBNMC. Les échanges se sont depuis multipliés (e.g. appui statistique vers le CBNMC et appui botanique vers l'UREP) et laissent présager la construction de nouveaux projets de recherche en commun.

5- Perspectives

Le projet FLORIS s'ouvre déjà à trois perspectives.
La première concerne le dernier résultat présenté ici sur l'importante de la variabilité intrasite et interspécifique. Il pose la question du rôle de la variabilité environnementale à échelle fine sur le maintien de la biodiversité. Ce sujet est traité actuellement dans le cadre d'une thèse co-encadrée par le porteur de FLORIS à l'UREP.
La seconde concerne l'impact de la conversion des prairies permanentes à l'échelle régionale sur la conservation de la biodiversité des milieux ouverts. Les données collectées et élaborées grâce à FLORIS permettront d'évaluer si les conversions récentes (depuis 2010) érodent préférentiellement la flore banale, patrimoniale ou rare et dans quelles secteurs du Massif Central.
La dernière perspective consiste à s'appuyer en partie sur l'expérience de suivi du réseau de parcelles de FLORIS pour étudier la pertinence d'un réseau national de surveillance de la biodiversité adossé au RMQS (Etude de faisabilité commandée par l'AFB).