



La revue francophone sur les fourrages et les prairies

*The French Journal on Grasslands and Forages*

Cet article de la revue **Fourrages**,  
est édité par l'Association Francophone pour les Prairies et les  
Fourrages

Pour toute recherche dans la base de données  
et pour vous abonner :

**[www.afpf-asso.fr](http://www.afpf-asso.fr)**



AFPF - Maison Nationale des Eleveurs - 149 rue de Bercy - 75595 Paris Cedex 12  
Tel. : +33.(0)7.69.81.16.62 - Mail : [contact@afpf-asso.fr](mailto:contact@afpf-asso.fr)

Association Francophone pour les Prairies et les Fourrages

# Trajectoires et déterminants de la pérennité de prairies semées dans le Grand-Ouest de la France

F. Vertès<sup>1</sup>, F. Gastal<sup>2</sup>, L. Delaby<sup>3</sup>, R. Delagarde<sup>3</sup>, R. Dieulot<sup>4</sup>, D. Falaise<sup>4</sup>, A. Woiltock<sup>3,4</sup>, P. Pierre<sup>5</sup>

## RESUME

La destruction des prairies semées est souvent liée à une baisse de productivité et/ou un changement de flore avec le temps. Ces évolutions rarement objectivées ont fait l'objet de deux projets de recherche-action récents dans le Grand-Ouest, dans lesquels des observatoires de jeunes parcelles bien implantées ont été suivis pendant 4 (projet PERPeT) et 5 ans (projet PTD). Les suivis portaient sur la biomasse annuelle récoltée et la composition botanique, afin de déterminer comment vieillissent les prairies en fonction du semis initial, du pédo-climat et des pratiques d'utilisation des parcelles. La synthèse des principaux résultats permet de conclure que « bien faire vieillir des prairies, c'est possible », que leur évolution est multifactorielle avec parmi les principaux déterminants des facteurs climatiques (alimentation en eau), puis liés aux pratiques et aux sols. Plusieurs types de prairies et de trajectoires d'évolution ont été caractérisés, certaines espèces jouant un rôle important dans ces dynamiques. La flore se diversifie et le fond prairial s'équilibre au bout de 5-6 ans, avec un développement racinaire rendant les sols plus résistants au piétinement. Enfin, ces évolutions plus ou moins favorables en termes de quantité et qualité de l'herbe récoltable peuvent amener à reconsidérer la fonction de chaque parcelle dans le système fourrager.

## SUMMARY

### **Trajectories and determinants of the sustainability of sown grasslands in the West of France**

Often, the destruction of sown grasslands is linked to a decrease in productivity and/or a change in flora over time. These evolutions are rarely objectified and are the subject of two recent research-action projects in the Great West, in which observatories of young, well-established plots were monitored for 4 years (PERPeT project) and 5 years (PTD project). The monitoring focused on the annual biomass harvested and botanical composition, in order to determine how the grasslands age according to the initial sowing, the pedo-climate and the use practices of the plots. The synthesis of the main results allows us to conclude that "it is possible to age grasslands well", that their evolution is multifactorial with climatic factors (water supply), among the main determinants, then linked to practices and soils. Several types of grasslands and evolutionary trajectories were characterized, with certain species playing an important role in these dynamics. The flora diversifies and the prairie bottom becomes balanced after 5-6 years, with a root development making the soils more resistant to trampling. Finally, these evolutions, more or less favorable in terms of quantity and quality of harvestable grass, can lead to reconsider the function of each plot in the forage system.

La durabilité économique et environnementale des systèmes de production d'herbivores repose entre autres sur l'autonomie fourragère des exploitations d'élevage, ce qui suppose la production, année après année, de fourrages de bonne qualité, en quantité suffisante et nécessitant peu d'intrants. Dans le Grand-Ouest de la France, les prairies multi-spécifiques à base de graminées et de légumineuses, généralement semées et exploitées pendant 3-4 à 10 années voire parfois plus, répondent à

cette recherche d'autonomie fourragère (e.g. Gastal *et al.*, 2012). En effet, ces prairies sont 1/ autonomes en intrants azotés, fournies essentiellement par la fixation symbiotique de l'azote de l'air par les espèces légumineuses, 2/ se caractérisent par une teneur en protéines (N %, ou MAT) élevée du fourrage produit qui est assez stable dans le temps, et 3/ favorisent le recyclage de cet azote au profit des autres espèces du mélange et plus globalement du système sol-plante.

## AUTEURS

1 : INRAE, Institut Agro, UMR SAS, F-29000 Quimper, [francoise.vertes@inrae.fr](mailto:francoise.vertes@inrae.fr)

2 : INRAE, UE FERLUS, F-86600, Lusignan

3 : INRAE, Institut Agro, UMR Pegase, 16 Le Clos F-35590 Saint Gilles

4 : Réseau CIVAM, - 35577 Cesson-Sévigné

5 : IDELE, F-49105 Angers

MOTS-CLES : Prairies semées, vieillissement des prairies, biomasse, composition fleuristique

KEY-WORDS: Seeded grasslands, aging grasslands, biomass, flower composition

REFERENCE DE L'ARTICLE : Vertès F., Gastal F., Delaby L., Delagarde R., Dieulot R., Falaise D., Woiltock A., Pierre P., (2022). « Trajectoires et déterminants de la pérennité de prairies semées dans le Grand-Ouest de la France ». *Fourrages* 250, 25-38

Elles contribuent ainsi à la haute qualité du fourrage et à la fertilité des sols des prairies. Il reste toutefois difficile d'en maîtriser les taux de légumineuses et de les maintenir dans la durée vers un optimum de 20-40 %.

Malgré tous ces atouts, après seulement quelques années d'exploitation, une part importante de ces prairies est jugée par les éleveurs et les conseillers agricoles de « qualité insuffisante », ce qui a rarement été objectivé. Un travail d'enquêtes (Vertès et al., 2019) avec plus de 30 éleveurs herbagers du Grand-Ouest a permis de préciser leurs critères pour juger de cette qualité insuffisante : une flore peu diverse, un taux insuffisant de légumineuses et de bonnes graminées, un comportement des animaux qui alerte (« une bonne prairie est invisible, les animaux sont bien, mangent bien »). Ce travail a permis de préciser des attentes de production modérées (6-8 t MS/ha/an) et variables - de même que sur la qualité - selon les éleveurs (Vertès et al., 2019). Hormis la situation où les prairies incluses dans des rotations sont détruites pour faire bénéficier la culture suivante d'une importante minéralisation d'azote (Vertès et al., 2007), améliorer leur pérennité, c'est-à-dire leur capacité à produire du fourrage de qualité attendue en quantité importante au-delà de 3-4 ans après le semis, est une des clés de la durabilité des systèmes herbagers. Accroître la pérennité de ces prairies permettrait de : 1/ réduire les coûts de production (en amortissant la phase d'implantation coûteuse en semences, énergie et travail sur un pas de temps plus long), 2/ limiter les besoins en N minéral grâce au maintien des légumineuses, 3/ augmenter le stockage du carbone (et de l'azote) dans les sols, 4/ réduire les pertes de nitrates et les émissions d'oxyde d'azote (gaz à effet de serre) et 5/ améliorer la biodiversité (organismes du sol, espèces prairiales et faune) par rapport à celle présente dans des prairies semées de courte durée.

La pérennité d'une prairie se rapporte à l'état de son peuplement végétal et à sa persistance (Carrère et al., 2022). Les agronomes considèrent le peuplement végétal comme pérenne tant que ses caractéristiques de production et de qualité ne sont pas modifiées significativement et de façon mesurable. Dans nos prairies de milieux tempérés, la pérennité est essentiellement assurée par le renouvellement végétatif des organes, en particulier par l'émission quasi-continue de nouvelles talles pour les graminées, de stolons pour le trèfle blanc. L'évolution de ces peuplements végétaux met généralement en jeu une évolution de leur composition floristique (abondance relative des graminées et des légumineuses, des espèces non-semées ou « diverses »), à laquelle s'ajoute une évolution de la composition génétique des populations, par sélection naturelle et par dérive génétique (Litrico et Violle, 2015).

La capacité des espèces prairiales à se maintenir et à coexister en équilibre dépend de (tableau 1) : 1/ leur longévité intrinsèque, inscrite *pro parte* dans leur génotype (cf. exemples dans Carrère et al., 2022), 2/ leur capacité à pousser et survivre dans les conditions de sol et de climat (pluies, températures) de la parcelle, qui interagissent entre elles et avec la gestion (fertilisation, fauche ou pâture, nombre de cycles, chargement animal, etc ...) (Vertès, 1989), 3/ l'évolution du N minéral du sol, qui influence la compétition et l'équilibre entre légumineuses et graminées (Schwinning et Parsons, 1996) et 4/ la compatibilité et la complémentarité de leurs besoins en ressources et de leur stratégie de croissance dans le temps (par exemple précocité) et dans l'espace (profondeur d'enracinement, stratégie de colonisation verticale ou horizontale pour l'accès à la lumière (tiges et feuilles) et aux ressources en nutriments (racines)).

Prairie semée	Facteurs de milieu	<b>Climat</b> (températures, pluies, ETP, sécheresses, gel...) <b>Sols</b> , topographie	Composition botanique
	Facteurs de gestion	<b>Choix des espèces semées</b> <b>Mode d'exploitation</b> : fauche/pâture, sévérité, fréquence... <b>Fertilisation</b>	Production, qualité, saisonnalité  Pérennité

**TABLEAU 1 : Facteurs explicatifs des caractéristiques des prairies semées** (adaptation aux prairies semées du cadre conceptuel rappelé par P. Carrère et al., 2022)

*Table 1 : Explanatory factors of the characteristics of sown grasslands* (adaptation to sown grasslands of the conceptual framework recalled by P. Carrère et al., 2022)

Si la dégradation des prairies semées est souvent invoquée pour justifier leur destruction/réfection (Vertès et al., 2007), il existe peu de données permettant d'objectiver la réalité d'une diminution de production et d'un changement de composition botanique avec le temps, hormis quelques suivis expérimentaux (e.g. Voisin, 1957 ; Weisser et al., 2017). Afin de produire des références et d'objectiver la dynamique des prairies semées et suivre l'évolution des productions et de la flore Française, deux projets transdisciplinaires : PERPET et Life PTD, ont constitué des observatoires de prairies semées basées sur des réseaux de parcelles dans le Grand Ouest. Le projet SOS Protéines-4AgeProd-PERPeT<sup>1</sup> (2016-2020) était centré sur 'Bien faire vieillir ses prairies semées graminées-légumineuses', tandis

<sup>1</sup> <https://www.civam.org/experimenter-sur-les-fermes/prolonger-la-productivite-des-prairies/> et

<https://www.vegepolys-valley.eu/projet-sos-protein/projet-4ageprod/>

que le projet Life PTD <sup>2</sup>(2015-2019) étudiait les effets du pâturage tournant dynamique sur les prairies (production, qualité, flore, sols ; Lemoine *et al.*, 2021 et 2022). Ces 2 projets constitueront le support de notre réflexion pour répondre aux questions suivantes :

1. La diminution de pérennité des prairies est-elle une réalité objective, observable sur le terrain dans des réseaux de parcelles en exploitations herbagères du grand Ouest de la France ? (Projets PERPeT et Life PTD) ;
2. Quels sont les facteurs qui peuvent moduler la pérennité ou la dégradation des prairies semées dans les exploitations herbagères du Grand-Ouest ? (Projet PERPeT) ;
3. Comment gérer les prairies pour améliorer leur pérennité et favoriser leur évolution vers des prairies permanentes productives et de bonne qualité ? (Projet PERPeT).

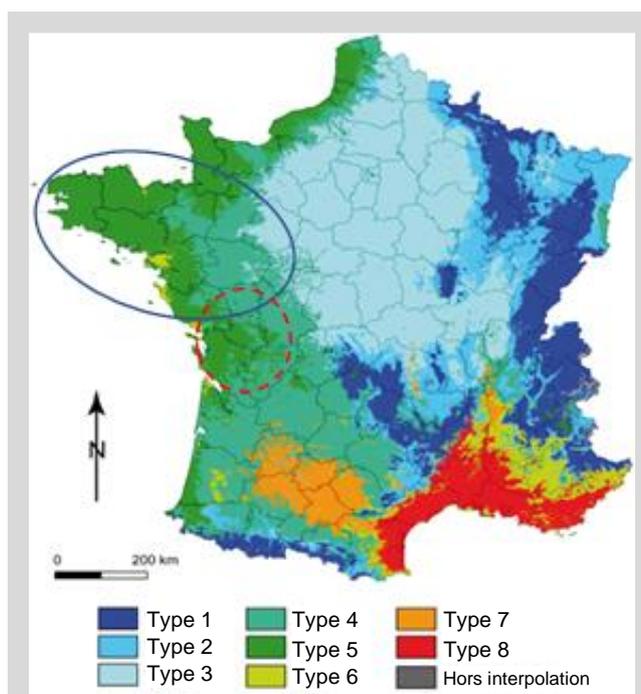
## 1. Matériel et Méthodes

### 1.1. Contexte

L'observatoire « dynamique » mis en place dans le cadre du projet PERPeT repose sur un réseau de parcelles exploitées en pâturage par des bovins en Bretagne et Pays de Loire. L'objectif est de caractériser de façon dynamique l'évolution sur 4 ans (2016-19) de la production valorisée et de la composition floristique de 80 parcelles agricoles bien implantées, âgée de 2 à 3 ans en 2016, pour mettre en évidence les facteurs les plus déterminants de cette dynamique. En complément un observatoire « historique » de 35 parcelles d'âges variés (de 7 à plus de 20 ans) a été constitué et caractérisé en 2015 (sol et végétation, historique d'utilisation) pour aborder les évolutions à plus long terme. Toutes les parcelles appartiennent à des éleveurs des réseaux des Centres d'Initiatives pour Valoriser l'Agriculture et le Milieu rural (CIVAM) et au réseau de l'agriculture biologique, partenaires du projet.

L'observatoire « Pâturage Tournant Dynamique » (PTD) » repose sur un réseau de parcelles localisées en zone d'élevage du Nord Deux-Sèvres. L'objectif est ici de caractériser de façon dynamique l'évolution sur 5 ans (2015-2019) des compositions floristiques, biomasses valorisées et valeurs alimentaires potentielle de ces prairies. Cet observatoire comprenait 35 parcelles gérées en PTD, pâturées par des bovins laitiers ou allaitants ou des ovins, et parfois fauchées.

Les 2 observatoires sont situés dans le Grand-Ouest Français, en zone climatique océanique (figure 1). Les parcelles sont majoritairement situées sur sols bruns plus ou moins évolués (roche mère granitique, schistes ou limons).



**FIGURE 1 : Situation géographique et climatique des 2 observatoires (PERPeT cercle bleu plein, PTD cercle rouge pointillé).**

Fond de carte : typologie climatique (méthode USDA : type 1= climat de montagne ; 2 = semi-continentale ; 3 = océanique dégradé ; 4 = océanique altéré ; 5 = océanique franc ; 6 = méditerranéen ; 7 = bassin du Sud-Ouest ; 8 = méditerranéen franc)

**Figure 1 : Geographical and climatic location of the 2 observatories (PERPeT solid blue circle, PTD dotted red circle).**

Background map: climate typology (USDA method: type 1= mountain climate; 2 = semi-continental; 3 = degraded oceanic; 4 = altered oceanic; 5 = open oceanic; 6 = Mediterranean; 7 = Southwestern basin; 8 = open Mediterranean)

Les prairies de l'observatoire dynamique PERPeT sont réparties dans 26 élevages laitiers (dont la ferme expérimentale CRAB de Trévarez, 29) et 9 élevages allaitants (dont la ferme expérimentale CRAPL de Thorigné d'Anjou, 49). En 2016, 50 % des parcelles avaient entre 2 et 4 ans, avec un âge moyen de 3 ans (tableau 2).

Les prairies de l'observatoire PTD sont rattachées à 26 exploitations (16 parcelles pâturées par des bovins allaitants, 11 par des bovins laitiers et 8 par des ovins viande) en Nord Deux-Sèvres. Elles se répartissent entre 15 prairies temporaires âgées de 0,5 à 4 ans (âge moyen de 1,8 an) en 2015 et 20 prairies « permanentes » âgées de 6 à 10 ans (moyenne de 8 ans) en 2015 (Lemoine *et al.*, 2021).

<sup>2</sup> <https://www.life-ptd.com/>

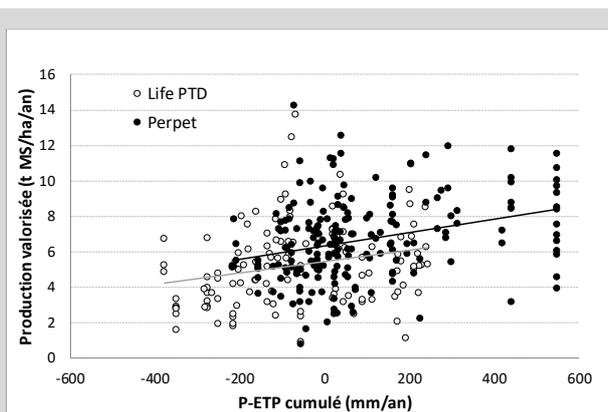
	PERPeT	PTD
<b>Nombre de parcelles ( % PT)</b>	80 dont 69 retenues*	35 dont 28 retenues*
<b>Types prairies</b>	100 % PT ; multi-espèces	46 % PT, 54 % PP; multi-espèces
<b>Départements</b>	29, 22, 35, 44, 49, 53, 85, 72	79 (Gâtine, Bressuirais, Thouarsais)
<b>Méthodes et années de suivi Biomasse</b>	Herb'Valo (Delagarde <i>et al.</i> , 2017) de 2016 à 2018	Mesures directes de la biomasse à chaque cycle d'exploitation de 2015 à 2019
<b>Méthodes et années de suivi Flore</b>	Transects fixes avec notation de 30 poignées, % abondance des espèces du fonds prairial de 2016 à 2019	Relevés botaniques et estimation du % recouvrement des espèces tous les 2 ans de 2015 à 2019
<b>Années de suivi valeurs alimentaires</b>	Données ponctuelles des teneurs en azote (N)	2015-2019 : analyses des teneurs N, P, K de la végétation
<b>Observations complémentaires</b>	Profils de sols en 2016 et 2019 (enracinement, structure du sol)	Profils de sols et analyses physico-chimiques en 2015 et 2019

\* les parcelles ne sont pas retenues en cas de données incohérentes ou manquantes (> 1 an) ou lorsqu'elles sont irriguées (7 parcelles PERPeT en Pays de Loire)

**TABLEAU 2 : Caractéristiques des réseaux de parcelles des projets PERPeT et PTD et méthodologies de suivi. PT = prairies temporaires, de moins de 5 ans en début de suivi.**

**Table 2 : Characteristics of the projects PERPeT and PTD plot networks and monitoring methodologies. PT = temporary grasslands, less than 5 years old at the beginning of the monitoring.**

Les caractéristiques principales de ces 2 réseaux de parcelles sont résumées dans le tableau 2. Les parcelles couvrent une diversité climatique importante, notamment pluviométrique, par rapport aux conditions de l'Ouest de la France (l'exemple P-ETP est illustré en figure 2).



**Figure 2 : Relation entre la production annuelle des parcelles – années et l'indicateur P – ETP de disponibilité globale en eau pour les parcelles des 2 réseaux PERPeT et PTD**

**Figure 2: Relationship between annual plot production - years and the P - ETP indicator of overall water availability for plots in both PERPeT and PTD networks**

## 1.2. Composition floristique

Sur le réseau PERPeT, des relevés floristiques ont été réalisés chaque année au printemps par les ingénieurs et techniciens des réseaux de suivi. On dispose ainsi, pour chaque parcelle, de quatre relevés floristiques (2016 à 2019) listant les espèces observées sur un transect fixe (repères dans les parcelles) avec 30 stations équidistantes : la notation des espèces présentes et leur abondance est faite sur environ 50 cm<sup>2</sup> (grosse poignée, d'après la méthode proposée par de

Vries, 1955). Il s'agit donc de relevés du fond prairial, les espèces peu présentes pouvant échapper à l'observation. Le cumul des observations à l'échelle du transect permet de quantifier l'abondance des espèces en % du total de la surface, pour chaque « parcelle-année ».

Sur le réseau PTD, la composition floristique des prairies a été caractérisée en réalisant des relevés botaniques tous les 2 à 3 ans au printemps sur les 35 paddocks, avec notation de présence/absence et attribution visuelle d'une note d'abondance relative (%) de chaque espèce à l'échelle du paddock.

## 1.3. Quantification de la biomasse valorisée par parcelle et de la valeur alimentaire

Sur le réseau PERPeT, la méthode HerbValo (Delagarde *et al.*, 2017) a permis l'évaluation de la quantité d'herbe valorisée à l'échelle d'une parcelle sur une année en sommant les quantités d'herbe valorisées par les animaux à chaque cycle de pâturage et les rendements récoltés lors de chaque fauche (détails en annexe). La base de données regroupe les fichiers individuels validés de 69 parcelles ce qui correspond à 207 « parcelles-années ».

En l'absence d'analyses de la valeur alimentaire des fourrages, un indicateur de **valeur pastorale (VP)** a été calculé sur chaque parcelle : à chaque espèce est attribuée une valeur de 0 à 10 (Ellenberg, 1952, e-FLORA-sys (<http://eflorasys.univ-lorraine.fr/>)) et une valeur pastorale est calculée en fonction des sommes des contributions spécifiques de chaque espèce sur la parcelle selon la formule :

$$VP = \sum_i VPi \times CSi$$

avec VPi la valeur pastorale de l'espèce i et CSi la contribution spécifique de l'espèce i.

Sur le réseau PTD, la production et la valeur alimentaire de l'herbe ont été mesurées à partir de prélèvements d'herbe effectués sur le terrain 1 ou 2

jours avant chaque cycle de pâturage (ou de rares cas de fauche) (Lemoine *et al.*, 2021). La biomasse a été coupée à la hauteur de la gaine de la dernière feuille, afin de respecter les préconisations du pâturage PTD. Il s'agit donc de biomasse sur pied valorisable, et non de biomasse valorisée comme dans le réseau PERPeT. Néanmoins, comme nous nous intéressons surtout aux évolutions des variables, nous simplifions dans la suite du texte en considérant la variable « biomasse » pour les 2 réseaux.

## 1.4. Sols

Pour l'observatoire PERPeT une caractérisation des profils de sols a été réalisée, également par les ingénieurs et techniciens des réseaux, en 2016 et 2019 sur toutes les parcelles. Des sondages à la tarière et des 'profils-bèche' visaient à qualifier les sols des parcelles avec plusieurs descripteurs physiques dont certains sont stables entre années : profondeur, pierrosité, couleur (indicatrice du taux de MO), texture (argile) tandis que d'autres peuvent varier : structure, densité racinaire dans les horizons 0-10, 10-30, 30-50 cm, etc. Les observations pédologiques qualitatives (pierrosité, couleur, classes de densité racinaire par horizon, classes de compaction et d'hydromorphie par horizon) ont été codées (en 3 à 5 classes selon les variables, les plus grands chiffres étant attribuée à la modalité considérée comme la meilleure) pour intégration dans les analyses multivariées. Pour l'observatoire PTD des analyses physico-chimiques des sols (texture, éléments minéraux) ont été réalisées, ainsi que des mesures des stocks de carbone (teneur et densité des sols), en années 1 et 5 du projet (Lemoine *et al.*, 2022).

## 1.5. Climat

Concernant les paramètres climatiques, pour les 2 projets, chaque parcelle s'est vue attribuer, à partir de ses coordonnées GPS, le numéro d'une maille Safran (Météo France) de 8 x 8 km<sup>2</sup> donnant accès aux données climatiques journalières telles que la pluviométrie, la température minimale et maximale, le volume d'eau racinaire, le rayonnement et la variable P-ETP (précipitations - évapotranspiration), recalculées à partir du réseau de stations météorologiques disponibles (données fournies par l'unité Agroclim d'Avignon dans le cadre d'un accord INRA-Météo France). Dans PERPeT de nouvelles variables intégratives ont été calculées afin de caractériser des phénomènes climatiques tels qu'une séquence de canicule (nombre de jours avec une Tmax > 30°C, avec une Tmoy > 25°C), une séquence supposée de sécheresse (nombre de jours au-delà d'une période de 15 jours pendant laquelle il a plu moins de 0,5 mm/jour), des périodes de froid (nombre de jours ayant une Tmoy < 5°C), **indicateurs proches de ceux développés** et mis à jour en continu par Agroclim (AgroMetInfo, <https://www.agrometinfo.fr/>). Chacun des 2 réseaux explore une variabilité climatique très marquée, que ce soit sur la zone géographique étendue

du Finistère aux Pays de Loire pour PERPeT, ou géographiquement beaucoup plus restreinte pour PTD, mais couvrant des zones avec un fort contraste pluviométrique entre le haut-bocage, assez arrosé, et le Thouarsais, beaucoup plus sec.

## 1.6. Traitement des données et analyses statistiques

Pour l'observatoire PERPeT, les données annuelles de biomasse, composition (% de graminées (G), % de légumineuses (L) et % de diverses dicotylédones(D)) et valeur pastorale (VP) ont été traitées par analyse en composante principale (ACP, utilisation du package FactoMineR) afin de définir des groupes homogènes de parcelles-années et d'évaluer la pertinence des variables choisies. À la suite de l'ACP, une classification hiérarchique a été réalisée pour définir quatre groupes d'individus proches, permettant de proposer une **typologie des parcelles**.

Pour caractériser la pérennité des parcelles, la trajectoire d'évolution de la biomasse annuelle de chaque parcelle a été caractérisée à partir d'une variable d'évolution calculée **en référence** à la valeur de chaque paramètre en **2016**, lors de son entrée dans le système, selon :

**((Biom 2017 - Biom 2016) + (Biom 2018 - Biom 2016)) / 2 \* Biom 2016 avec les seuils : Augmentation = variation ≥ 0,05 ; Stable = ]-0,05 ; 0,05[ et Diminution = variation ≤ -0,05.**

La même démarche a été appliquée pour caractériser la trajectoire d'évolution des variables de composition (% G, L et D) et la VP. Ces indicateurs révèlent la variabilité interannuelle des 5 critères décrivant les parcelles et leur **tendance** évolutive. Une ACP et une classification hiérarchique ont ensuite été appliquées, similairement à la classification précédente des types de prairies, pour aboutir à une classification des trajectoires d'évolution en 6 groupes « Evo ».

Enfin, l'ensemble des données (parcelle-année et leurs 5 descripteurs flore, biomasse et valeur pastorale, données climatiques, pédologiques et de pratiques) ont fait l'objet d'une analyse factorielle multiple (AFCM, FactoMineR) pour identifier les principaux facteurs climatiques, pédologiques ou de gestion (pâturage) déterminants des types de prairies et de leur évolution. Parallèlement aux analyses descriptives ACP et AFCM, des analyses de variance et des comparaisons de moyenne ont permis de déterminer les facteurs présentant des différences significatives au sein des groupes types de prairies et des groupes d'évolution.

Sur le réseau PTD, les données ont été analysées par des analyses de variance multi-facteurs prenant en compte la pluviométrie annuelle ou semestrielle, l'année, la zone géographique, le type de prairie et les états de nutrition N-P-K, sur la base de modèles linéaires à effet mixte, et en utilisant des tests appariés

de Student pour comparer les moyennes entre années et entre zones climatiques.

## 2. Résultats

### 2.1. Analyse descriptive des données

*Production d'herbe, relation avec le climat et tendance globale au cours des années*

Le tableau 3 récapitule les résultats moyens des 2 réseaux sur les 3 ou 4 ans de suivis en termes de production et de composition graminées / légumineuses / diverses. Chaque année au moins une parcelle du réseau PERPeT atteint une quantité d'herbe valorisée supérieure à 10 t MS/ha/an tandis qu'il existe aussi des parcelles avec des rendements très faibles (< 2 t MS/ha/an), limités par les conditions de croissance (pédoclimat très séchant) et possiblement aussi parfois par une moins bonne valorisation animale.

Projet-Année	Biomasse t MS/ha/an	Graminées %	Légumineuses %	Diverses Dicotylédones %
PERPeT 2016	7,4 (2,2-13,7)*	73 (46-95)	22 (1-48)	3 (0,1-11)
PERPeT 2017	7,1 (0,9-14,3)	71 (44-96)	23 (1-53)	6 (0,1-14)
PERPeT 2018	6,5 (2,0-11,2)	71 (34-95)	16 (0-37)	13 (0-33)
PERPeT 2019	-	71 (42-97)	15 (0-40)	13 (0-40)
PTD 2015	7,8 (3,7-13,7)	73 (38-100)	19 (0-50)	8 (0-29)
PTD 2016	5,9 (2,9-12,5)	-	-	-
PTD 2017	4,3 (1,6-7,8)	84 (50-100)	11 (0-40)	5 (0-25)
PTD 2018	5,0 (2,5-8,5)	-	-	-
PTD 2019	4,1 (0,9-9,5)	83 (50-100)	15 (0-50)	2 (0-12)

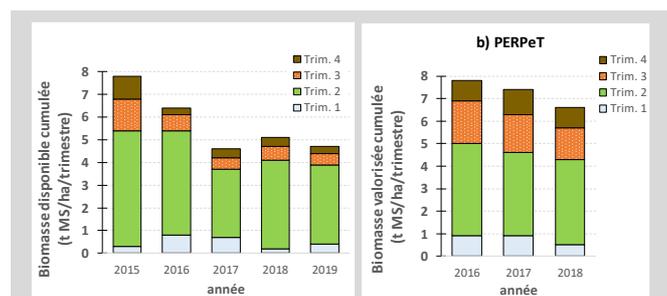
**TABEAU 3 : Caractéristiques moyennes des parcelles des 2 observatoires et \*gamme de variation (99 % des points)**

*Table 3 : Average characteristics of the plots of the 2 observatories and \*range of variation (99 % of points)*

Le premier facteur qui caractérise la distribution des parcelles et explique le rendement annuel en herbe est la disponibilité en eau (cf. analyses de variance multi-facteurs, non montrées ici, pour l'observatoire PTD et l'analyse AFCM présentée plus loin pour l'observatoire PERPeT). En conséquence des gradients climatiques négatifs pour la pluviométrie mais positifs pour la température, du nord-ouest (Finistère) vers le sud-est (Pays de Loire), un gradient positif marqué est

observé sur les valeurs annuelles et saisonnières du bilan P-ETP, variable indicatrice du déficit hydrique qui peut impacter de manière substantielle la production d'herbe. La quantité d'herbe valorisée annuellement est corrélée positivement ( $p < 0.001$ ) à l'indicateur P-ETP et hautement significative à la pluviométrie annuelle (figure 2). Les valeurs élevées sont majoritairement issues des parcelles finistériennes (PERPeT) et des parcelles du haut-bocage (PTD), tandis que les faibles valeurs se retrouvent surtout dans l'est des Pays de la Loire (PERPeT) et dans le Thouarsais (PTD).

Les quantités annuelles d'herbe produite (PTD) ou valorisée (PERPeT), en moyenne sur l'ensemble des parcelles de chacun des 2 observatoires, diminuent de manière statistiquement significative au cours des années (figure 3). Cette diminution progressive des quantités d'herbe valorisée ne s'explique pas par la variabilité climatique entre les années. En effet, l'année la plus humide pour chacun des 2 observatoires est l'année 2018, située en fin de période d'observation, alors que les années 2015 et 2016 sont caractérisées par une pluviométrie annuelle intermédiaire sur les périodes d'observation, et 2017 par la pluviométrie annuelle la plus faible.



**FIGURE 3 : Production totale moyenne (t MS/ha/an) et répartition saisonnière pour les prairies des 2 observatoires a) PTD et b) PERPeT.**

*Figure 3 : Average total production (t DM/ha/yr) and seasonal distribution for grasslands of the 2 observatories a) PTD and b) PERPeT.*

De plus, pour dissocier l'effet âge de l'effet climat dans le réseau PTD, Lemoine *et al.* (2021) ont comparé les productions moyennes cumulées au 15 juillet dans les prairies temporaires à des simulations avec le modèle STICS, n'intégrant pas l'âge des prairies. Ils ont observé un décalage significatif, croissant avec l'âge des prairies, entre production mesurée et simulations, décalage qui se retrouve moins dans les prairies permanentes. Ce constat, rarement quantifié, d'une diminution du rendement moyen, mis en évidence sur chacun des 2 réseaux, confirme globalement l'image d'une pérennité limitée d'au moins une partie des prairies du Grand-Ouest. Cela est conforme au ressenti et aux observations empiriques des éleveurs et agronomes sur ce secteur : les fortes productions en années 2-4 des prairies semées se maintiennent rarement au même niveau dans la durée.

La répartition saisonnière de la production montre dans les 2 observatoires, qu'une partie non négligeable de la production se fait hors printemps, avec des pâturages précoces (mars) et tardifs en fin d'année (figure 3). Néanmoins, environ 50-55 % (PERPeT) à 60-75 % (PTD) de la quantité totale d'herbe est valorisée dans la période avril-juin, la proportion étant d'autant plus forte que la sécheresse estivale est marquée. La valorisation hivernale peut atteindre environ 10 (PTD) à 15 % (PERPeT) de la biomasse totale valorisée, selon les années et les conditions climatiques.

## 2.2. Typologie des prairies et facteurs déterminants (milieux x pratiques)

Les principaux facteurs associés aux indicateurs de production (biomasse), qualité (VP) et composition (en 3 catégories graminées, légumineuses et autres dicotylédones) sont illustrés sur l'AFCM (figure 4). La part de variabilité expliquée par les 3 premiers axes est de 36 %. Cette valeur relativement limitée tient en partie au nombre élevé de variables introduites dans l'analyse. Les biomasses élevées contribuent à l'axe 1 (sur la droite), qui projette également la plupart des variables climatiques. Ces fortes productions sont liées à des pluies abondantes, en particulier à des étés humides, à l'opposé des températures élevées et fort déficit hydrique (P-ETP) qui pénalisent la production en axe 1 négatif (gauche). On retrouve ici les liens entre production d'herbe valorisée et indicateur de sécheresse P-ETP déjà illustré plus haut. L'abondance des plantes diverses est également contributive de cet axe sur sa partie gauche.

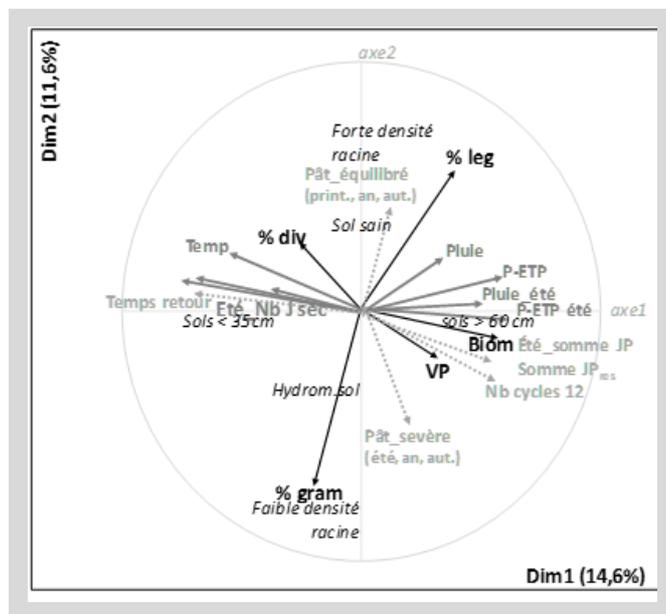


FIGURE 4 : Projection des variables selon les axes 1 et 2 de l'AFCM pour les 199 parcelles - années de l'observatoire dynamique PERPeT.

Figure 4 : Projection of variables along axes 1 and 2 of the AFCM for the 199 plots - years of the PERPeT dynamic observatory.

L'axe 2 oppose les parcelles riches en légumineuses (vers le haut) à celles dominées par les graminées (vers le bas). Ces dernières sont favorisées par la sévérité du pâturage au printemps et en automne, tandis qu'un pâturage équilibré est plutôt favorable aux légumineuses. Les caractéristiques des sols (non montrées ici pour ne pas surcharger le graphique) sont également discriminées sur cet axe, les sols difficiles (hydromorphes en particulier, et/ou compactés) étant favorables à la dominance des graminées et défavorables à la persistance des légumineuses semées.

En termes de pratiques, on retrouve le lien logique entre nombre de cycles, jours de présence au pâturage et forte biomasse valorisée. Les légumineuses sont favorisées par des temps de retour intermédiaires mais pas trop lents, en pâturage plutôt qu'en fauche, avec un pâturage « équilibré » (pas trop ras).

## Typologie des prairies

La caractérisation détaillée des types de prairies, sur la base de leur productivité, de la composition botanique du fond prairial (espèces regroupées en 3 familles : graminées, légumineuses, dicotylédones) et de la valeur fourragère (PTD, analyses de fourrages) ou pastorale (PERPeT) est présentée dans Lemoine *et al.* (2021) pour le projet PTD et dans Dieulot *et al.* (2020) pour le projet PERPeT. Le tableau 4 résume les principales caractéristiques des 4 types de prairies identifiés dans le projet PERPeT.

Nombre parcelles-années	36	42	68	53
<b>Types</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
HerbValo (kg MS/ha/an)	6241	5228	5995	<b>8870</b>
% graminées observé	0.62	0.61	<b>0.84</b>	0.69
% légumineuses observé	0.17	<b>0.34</b>	0.10	0.25
% diverses observé	<b>0.21</b>	0.05	0.05	0.05
Valeur fourragère	<b>7.00</b>	8.45	8.36	8.53
Age	4.3	3.7	4.2	3.7
% parcelles-années > 5ans	19 %	10 %	3 %	6 %

TABLEAU 4 : Typologie des parcelles-années : moyenne de chaque variable par groupe. Une couleur différente entre deux groupes pour une même variable indique une différence significative à 5 % entre les deux groupes

Table 4 : Plot-year typology: average of each variable per group. A different color between two groups for the same variable indicates a significant difference at 5 % between the two groups.

- ◆ **Type 1 : Prairies « creuses » riches en diverses dans un climat humide en automne après des étés secs** : production moyenne 6,24 t MS/ha/an, avec 52 % d'espèces à port cespiteux et une forte contribution de diverses (21 %) dont la persistance en production est limitée une fois leur cycle terminé, ce qui donne des rendements plus faibles notamment en été. Des sécheresses estivales couplées au pâturage ont pu entraîner des

mortalités (brûlage sous les pissats des animaux, ouverture du couvert) et du sol nu colonisé par des diverses et du pâturin annuel. La part des parcelles de ce type évolue de 28 à 45 % du total des parcelles-années durant le suivi.

- ♦ **Type 2 : Peu d'herbe valorisée avec une flore assez riche en légumineuses** (34 % du couvert, moins de 10 % de diverses). La quantité d'herbe valorisée est néanmoins la plus faible (5,22 t MS/ha/an). Sur ces prairies, les éleveurs (des allaitants pour moitié), confrontés à des sols plus humides en sortie d'hiver et séchant l'été, adoptent des temps de retour plus long notamment à l'automne et un pâturage moins sévère, préservant la flore.
- ♦ **Type 3 : Groupe riche en graminées dans un climat plus sec** : prairies soumises à un déficit hydrique de 50 à 70 mm/an en plus par rapport aux autres groupes) qui favorise la fétuque élevée (19 %) et le dactyle (10 %), de par leur capacité de pousse en conditions de faibles précipitations. La bonne capacité de reprise de ces graminées peut être à l'origine du pâturage plus sévère appliqué à l'automne par les éleveurs de ce groupe, ce qui assure un bon nettoyage et une valorisation de l'herbe produite hors printemps.
- ♦ **Type 4 : Une meilleure valorisation de l'herbe en toute saison, en climat favorable** : Prairies profitant de conditions pédoclimatiques favorables à une croissance toute l'année avec moins de déficit hydrique, des températures moins élevées en été et des sols plus profonds (> 60 cm). Les éleveurs y pratiquent un pâturage plus sévère (notamment au printemps) avec un temps de retour plus court en automne (50 jours au lieu de 60). Ils valorisent ainsi 600 kg MS en plus au printemps et 1 t MS en plus le reste de l'année. Les longues périodes de pâturage sans facteur limitant sélectionnent une flore gazonnante dominée par le ray-grass anglais, le trèfle blanc et l'agrostis à stolons (76 % de la flore). La proportion de parcelles-années de type 4 varie de 20 à 40 % de l'effectif entre 2016 et 2019.

Le tableau 5 présente les principaux facteurs correspondants à ces 4 types de prairies.

Dans le réseau PDT les prairies temporaires se rattachent à 6 groupes (détaillés dans Lemoine *et al.*, 2021), sur une base assez proche de la classification ci-dessus. Ces groupes diffèrent également par leurs taux moyens de légumineuses et la diversité et équilibre entre graminées (dominance ray-grass anglais, plutôt observé en prairies permanentes ou mélange de ray-grass anglais-fétuque élevée-ray-grass d'Italie + trèfle blanc regroupant la majorité des prairies temporaires). Le groupe le plus riche en diversité d'espèces (gr4) se compose essentiellement des prairies permanentes (âgées de plus de 7 ans lors du début du suivi). Dans les 2 observatoires on observe la même hiérarchie de fréquence : trèfle blanc (présent dans 93 % vs 100 % des

relevés de PTD et PERPeT respectivement) > raygrass anglais (90 % vs 95 %) > pâturin commun (78 % vs 87 %) > fétuque élevée (61 % vs 75 %)

Biomasse valorisée	+ : pluviométrie, sols profonds, fertilité
% graminées	+ : Sévérité du pâturage au printemps et à l'automne, Sols à problèmes (hydromorphie, compaction ...) où les graminées s'adaptent mieux + : faible déficit hydrique, date 1 <sup>ère</sup> intervention, pâturage équilibré
% légumineuses	- : fertilisation N, sols à problèmes (compaction, mauvais enracinement), pluies d'automne-hiver (pas d'exploitation → compétition lumière)
% Diverses	+ : sévérité du pâturage en été, climat séchant, sols peu profonds, pluies d'automne hiver

TABLEAU 5 : Principaux facteurs expliquant les 4 types de parcelles de l'observatoire PERPeT.  
Table 5 : Main factors explaining the 4 plot types in the PERPeT observatory.

### 2.3. Les dynamiques d'évolution des espèces semées et spontanées

Dans l'observatoire PERPeT, l'analyse des dynamiques floristiques des principales espèces composant le fond prairial fait apparaître 2 grands types d'évolution des équilibres entre 3 espèces principales : ray-grass anglais, fétuque élevée et trèfle blanc. Le contexte climatique influence le choix des espèces semées par les éleveurs, avec ou sans fétuque élevée (figure 5).

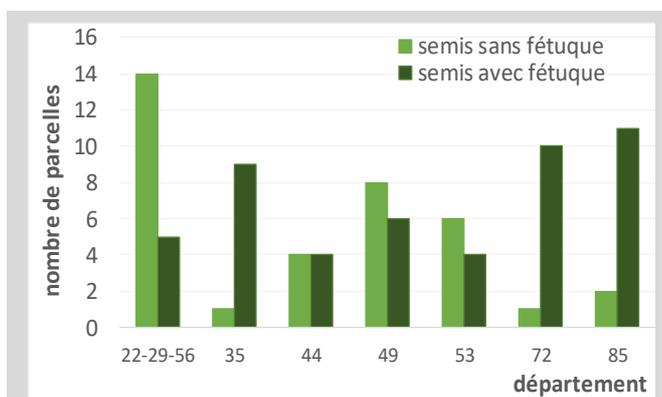
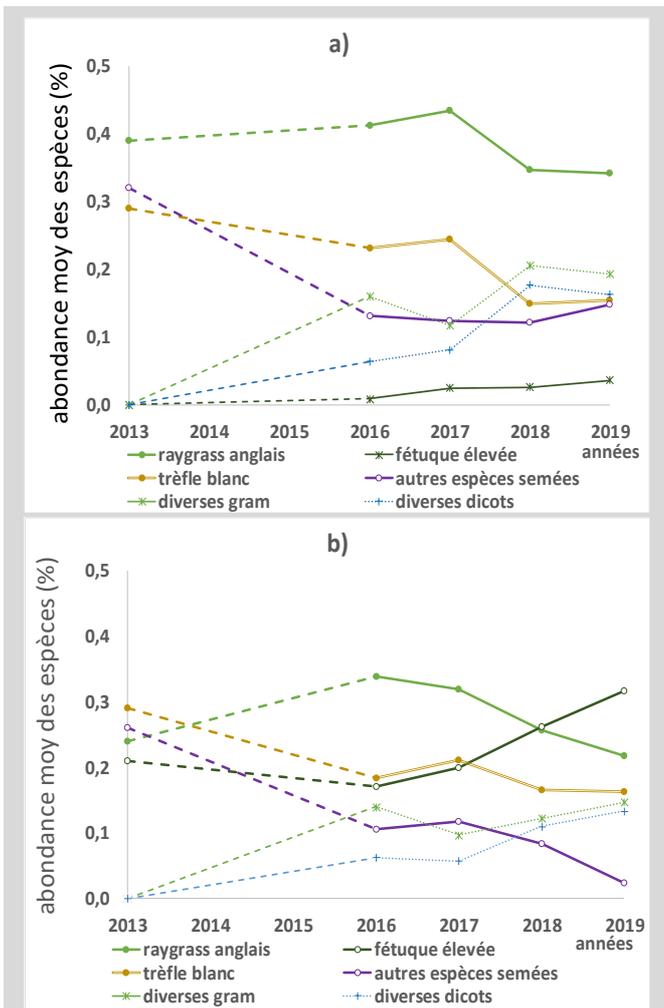


FIGURE 5 : Répartition géographique (par département) des parcelles semées avec ou sans fétuque élevée dans les 69 parcelles de l'observatoire PERPeT  
Figure 5 : Geographical distribution (by department) of plots sown with or without tall fescue in the 69 plots of the PERPeT observatory

Les figures 6a et 6b illustrent l'évolution des abondances moyennes des espèces/ groupes d'espèces depuis le semis jusqu'à la fin du suivi en 2019, selon la présence ou pas de fétuque élevée dans le mélange

initial. L'état au semis a été reconstitué pour 2013 à partir des compositions en graines du mélange transformées en peuplement (nombre de plantes/m<sup>2</sup>). Sur l'ensemble des 69 parcelles (non montré), après une phase précoce d'augmentation, la contribution moyenne du ray-grass anglais décroît mais l'espèce reste présente et importante dans le fond prairial, tandis que les espèces peu pérennes (RGI-RGH, trèfle violet, rassemblées sur le graphique en 'autres espèces semées') ont quasiment disparu et constituent en moyenne 5 à 10 % du couvert (ré-ensemencement spontané possible de ces espèces). La composition botanique semble évoluer vers un équilibre entre graminées semées (50 %) et spontanées (20 %), légumineuses (20 %) et diverses (10 %).



**FIGURE 6 : Evolution des principales espèces / familles dans le fond prairial (69 parcelles de PERPeT) pour : a) les parcelles semées sans fétuque élevée (majoritairement en situation peu sèche) et b) les parcelles semées avec fétuque élevée. Les graminées spontanées correspondent à la légende 'diverses gram'**

**Figure 6 : Evolution of the main species/families in the grassland background (69 PERPeT plots) for: a) plots sown without tall fescue (mostly in low-dry conditions) and b) plots sown with tall fescue.**

Dans les parcelles semées sans fétuque élevée (figure 6a), le ray-grass anglais reste la première graminée et constitue 30 à 40 % du couvert prairial. La fétuque élevée apparaît spontanément dans quelques parcelles (banque de graines ou apport extérieur). En situations plus sèches la fétuque élevée, plus souvent incorporée aux mélanges initiaux, participe à la pérennité des prairies (figure 6b) avec une tendance à se substituer au ray-grass anglais. Celui-ci reste présent mais contribue moins aux couverts tandis que la fétuque, plus lente à s'installer après le semis, est plus compétitive lorsque qu'elle est installée et plus résistante à la sécheresse.

La présence de fétuque élevée ralentit à la fois le développement des diverses dicotylédones et celui des graminées spontanées (figure 6, années 2018-2019), effet également observé par Lemoine *et al.*, (2021) dans l'observatoire PTD.

Le nombre d'espèces semées à l'implantation a peu d'effet sur le nombre d'espèces composant le fond prairial au terme de quelques années : dans l'observatoire PERPeT ce nombre initial de 4,5 espèces en moyenne passe au bout de 3-4 ans à 9 puis à 10,5 espèces en années 5-6. Il faut mentionner que des relevés botaniques complets indiqueraient une diversité botanique plus grande, se rapprochant des prairies semi-naturelles plus ou moins intensives (Types PO1 à PO5) décrites dans Launay *et al.* (2011) avec également 10-12 espèces en fond prairial.

Pour conclure sur cette partie, dans les prairies temporaires de l'observatoire PERPeT la flore se diversifie et s'équilibre avec en moyenne par parcelle une dizaine d'espèces dans le fond prairial, parmi une liste de 30 espèces dont le nom et la fréquence (nombre de relevés où l'espèce est observée) sont indiqués en annexe 2.

## 2.4. Trajectoires d'évolution de la biomasse, de la composition et de la valeur pastorale des parcelles de l'observatoire PERPeT

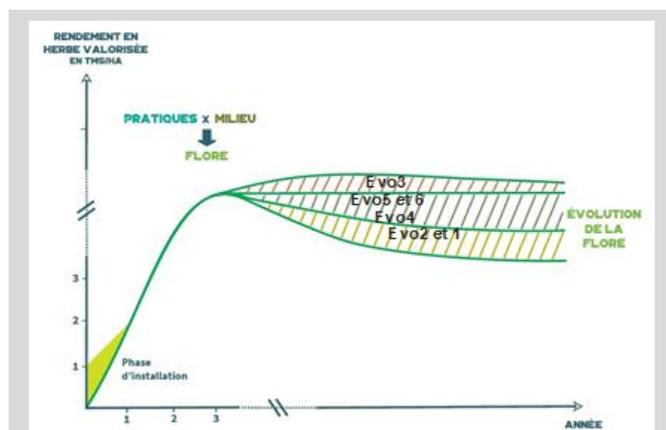
L'analyse en composantes principales et la classification des 69 parcelles selon l'évolution de leurs variables propres de biomasse, composition et valeur pastorale, permet de distinguer 6 groupes (groupes Evo1 à Evo6) d'évolution au cours des trois années. La séparation entre groupes a été testée par analyse de variance sur chaque variable utilisée dans l'analyse. De façon analogue à la typologie des parcelles les résultats sont représentés dans le tableau 6, où une couleur différente pour une même variable indique une différence significative à 5 % entre deux groupes. L'âge moyen de la parcelle en 2016, mentionné dans ce tableau ne constitue pas une information utilisée pour réaliser la classification.

Nombre de parcelles	4	11	15	14	20	5
<b>Groupes</b>	Evo 1	Evo 2	Evo 3	Evo 4	Evo 5	Evo 6
<b>Biomasse HerbValo</b>	- 9 %	- 24 %	+ 41 %	- 19 %	0 %	+ 4 %
<b>% graminées</b>	- 9 %	- 13 %	- 7 %	+ 5 %	+ 13 %	+ 25 %
<b>% légumineuses</b>	- 11 %	+ 12 %	+ 5 %	0 %	- 15 %	- 10 %
<b>% diverses</b>	+ 20 %	+ 1 %	+ 2 %	- 4 %	+ 2 %	- 16 %
<b>Valeur pastorale</b>	- 15 %	- 5 %	- 5 %	+ 2 %	- 4 %	+ 18 %
<b>Age moyen en 2016 (ans)</b>	3,3	2,6	3,2	3,6	2,7	2,7
<b>% parcelle-années &gt; 5ans</b>	17 %	10 %	16 %	23 %*	7 %	0 %

**TABEAU 6 : Moyenne des variables d'évolution calculées pour les biomasses, taux de graminées, légumineuses et diverses, valeur pastorale 5) et nombre de parcelles par groupe (PERPeT). Une couleur différente entre deux clusters pour une même variable indique une différence significative à 5 % entre les deux clusters.**

**Table 6 : Average of the evolution variables calculated for biomass, grass, legume and miscellaneous rates, pastoral value 5) and number of plots per cluster (PERPeT).**

La figure 7 résume les principales évolutions observées : à partir d'une production potentielle atteinte en années 2-3, dont le niveau est déterminé par le potentiel agronomique local, les pratiques et les espèces semées, la productivité va dans la plupart des cas

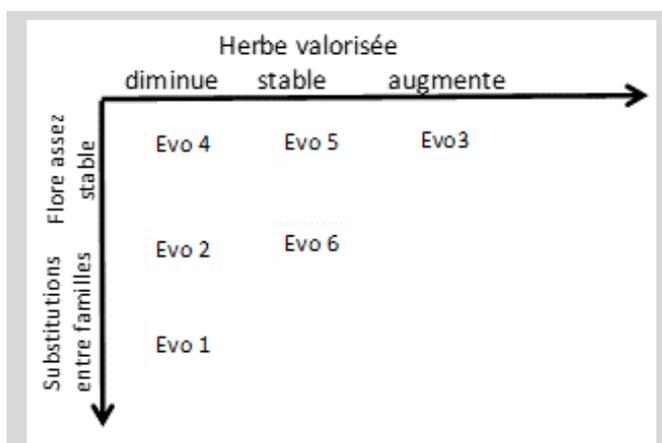


**FIGURE 7 : Représentation synthétique des évolutions des prairies semées : leur potentiel de production (variable selon le contexte climat\*sol) s'exprime en années 2-3 avec la flore initiale puis la production peut évoluer (diminution, maintien ou augmentation) avec des changements plus ou moins importants d'espèces et familles.**

**Figure 7 : Synthetic representation of the evolution of sown grasslands: their production potential (variable according to the climate\*soil context) is expressed in years 2-3 with the initial flora, then the production can evolve (decrease, maintenance or increase) with more or less important changes of species and families.**

diminuer, avec une évolution plus ou moins marquée de la flore, elle-même déterminant un nouveau potentiel.

Les groupes « Evolution » se différencient par leur gestion en conditions pédoclimatiques spécifiques, plus ou moins favorables à la pousse de l'herbe (Figures 8 et 9). Le choix des espèces au semis, en particulier la part des ray-grass, trèfle blanc et espèces résistantes à la sécheresse comme la fétuque élevée (*cf.* ci-dessus) joue un rôle important dans l'évolution des prairies (rôle plus limité des autres espèces semées), en particulier pour les groupes Evo1, 2 et 3. De façon synthétique, on retrouve l'organisation de ces 6 trajectoires d'évolution (Evo1 à 6) selon 2 axes (figure 8) : horizontalement l'évolution de la biomasse valorisée (en diminution, stable, en augmentation) et verticalement l'évolution de la composition floristique du fond prairial regroupées en graminées, légumineuses et diverses dicotylédones.

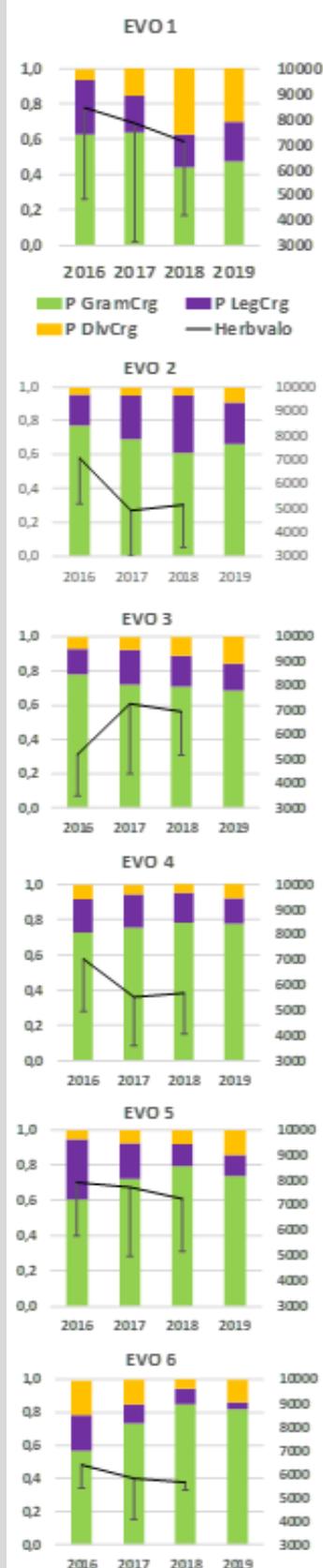


**FIGURE 8 : Synthèse des 6 trajectoires d'évolution des 69 prairies temporaires de l'observatoire PERPeT selon les critères de production et flore.**

**Figure 8 : synthesis of the 6 evolution trajectories of the 69 temporary grasslands of the PERPeT observatory according to production and flora criteria.**

L'évolution des valeurs pastorales (VP) reflète des changements d'espèces de graminées et la progression des diverses dicotylédones. La VP est stable pour Evo4, pour lequel la composition botanique est la plus constante, ou en faible déclin avec le temps dans les groupes Evo2, 3 et 6. Deux trajectoires plus contrastées s'observent pour Evo1, avec diminution de la VP liée à l'augmentation des taux de diverses dicotylédones, et augmentation de la VP pour Evo6 liée à la dominance croissante des graminées.

La figure 9 précise les caractéristiques d'évolution et les conditions pédoclimatiques et de gestion qui distinguent les 6 types de trajectoire d'évolution.



### Gestion des situations séchantes :

- Evo 1 : sur-exploitation en été (pâturage sévère) avec risque d'ouverture du couvert et colonisation des trous par des annuelles ou une flore de diverses peu productives (composées en rosette). Peu de fétuque semée dans les parcelles de ce cluster.

- Evo 2 : pâturage « équilibré voire laxiste » conduisant à la dominance de graminées dont la fétuque élevée (souvent présente les parcelles Evo2. Moindre biomasse valorisée du fait de la sous-exploitation (observé plus souvent en élevage allaitant que laitier).

- Evo 3 : exploitation vigilante en été, maintient une qualité constante de la flore dont les légumineuses. Du fait de biomasses initiales faibles, les parcelles de ce cluster montrent un gain de biomasse au cours du temps : un pâturage bien géré permet une récupération après des débuts difficiles.

### Gestion des situations à hiver humide et sols à tendance hydromorphe puis séchant en été

Evo 4 : un pâturage précoce en sol peu portant induit une compaction à faible profondeur (environ 10 cm), d'où une diminution des biomasses et des % de légumineuses (% déjà faible en 2016) avec le temps.

### Situations assez arrosées et tempérées

Evo 5 : bon niveau de pâturage annuel et automnal, maintien ou faible diminution des biomasses, tendance à la diminution du % légumineuses (élevé en 2016).

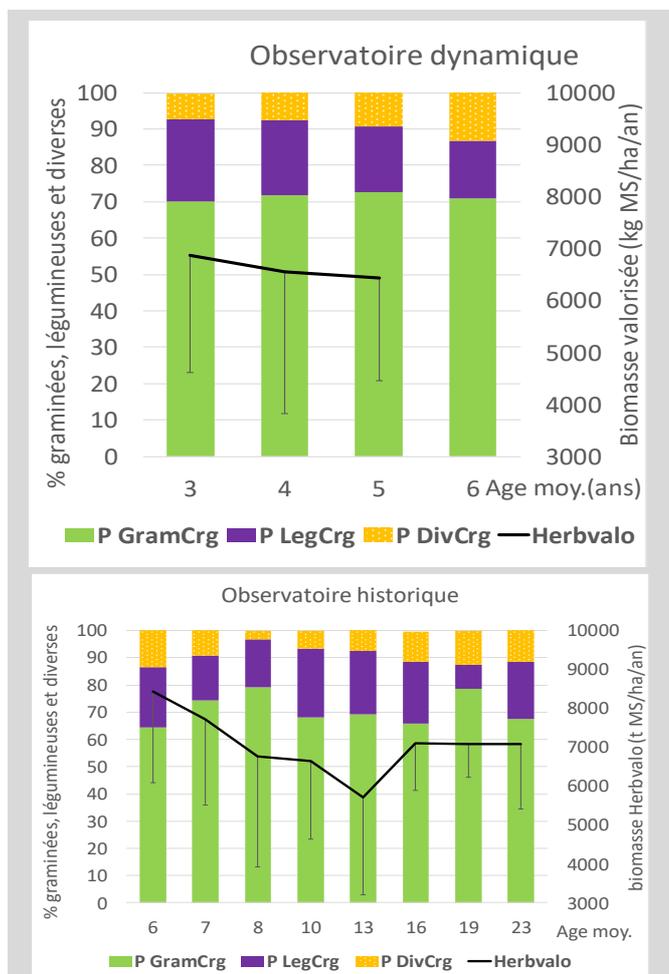
### Installation difficile

Evo 6 : possible mauvaise gestion printanière assez tôt après l'implantation, ayant généré une chute des taux de légumineuses au profit des graminées, très dominantes → maintien de la biomasse produite (assez faible au départ). Pas de « récupération » (contrairement à Evo3)

FIGURE 9 : Caractéristiques des 6 types d'évolutions (PERPeT), sur la base des évolutions 2016-2019 des % graminées (vert), légumineuses (violet) et diverses (jaune) (axe Y1) et des biomasses valorisées (en kg MS/ha/an), courbes noires des moyennes et écarts types (axe Y2)

Figure 9 : Characteristics of the 6 types of evolution (PERPeT), based on the 2016-2019 evolution of % grasses (green), legumes (purple) and miscellaneous (yellow) (Y1 axis) and valorized biomass (in kg DM/ha/year), black curves of means and standard deviations (Y2 axis)

L'observation sur des pas de temps plus longs est faite dans la figure 10 en récapitulant avec les mêmes figurés les évolutions moyennes de l'ensemble des parcelles de l'observatoire dynamique du projet PERPeT (à gauche) et celles de l'observatoire historique (droite). Le principal message est la confirmation d'une stabilisation de la biomasse produite autour de 7 t MS valorisée/ha/an avec une composition allant vers 70 % de graminées, 15-20 % de légumineuses et 5-10 % de diverses.



**FIGURE 10 : Effet de l'âge des prairies sur la composition du fonds prairial (% graminées, légumineuses et diverses l'axe Y1) et les productions valorisées (moyennes et écart-types en kg MS/ha/an) sur l'axe Y2 dans les 2 observatoires PERPeT.**

*Figure 10 : Effect of grassland age on the composition of the grassland base (% grasses, legumes and various on the Y1 axis) and the valorized productions (means and standard deviations in kg DM/ha/year) on the Y2 axis in the two PERPeT observatories.*

### 3. Discussion - Conclusion

La question de la pérennité des prairies semées pâturées, bien que posée depuis longtemps, a fait l'objet de peu d'études et peu de connaissances étaient bien établies dans la bibliographie au début du projet (Voisin,

1957, Vertès, 1989, cf. bibliographie plus complète dans Carrère *et al.*, 2022) Le parti pris de notre étude était d'analyser la dynamique de 4 variables quantitatives principales : la biomasse disponible, l'évolution des taux de graminées, légumineuses et diverses dicotylédones, et la qualité de l'herbe. Pour caractériser ces évolutions et en préciser les déterminants, la présente étude s'est appuyée sur une base de données riche, obtenues sur le terrain avec et par les professionnels (parcelles en exploitations commerciales, appui des ingénieurs du développement), sur une zone géographique et pédoclimatique large (le « Grand-Ouest »), ce qui fait sa richesse mais aussi sa complexité d'analyse. Les 2 observatoires ont permis de documenter en parallèle de nombreuses variables concernant sol, climat et pratiques. Le pas de temps des études, limité à 3-4 années, est une contrainte et une limite évidente et forte aux résultats et à leur interprétation. Néanmoins l'observatoire historique PERPeT et les parcelles du projet PTD ont permis de gagner en généralité sur les observations en élargissant la gamme de variabilité temporelle et géographique.

Le premier enseignement majeur des 2 observatoires est que, même si en moyenne globale le niveau de biomasse disponible-valorisée se dégrade, bien faire vieillir ses prairies est possible dans de nombreuses situations.

La diversité des conditions rencontrées sur la zone géographique couverte et les 3 années de suivi ont permis d'aboutir à la constitution de 4 types de parcelles-années dans l'observatoire PERPeT. Ce réseau est représentatif de la diversité de conditions rencontrées dans le grand-Ouest. Il présente un gradient global de conditions climatiques sur un axe nord et ouest / sud et est, allant de conditions plus humides et plus fraîches (nord et ouest) à des conditions plus sèches et un peu plus chaudes (sud et est). Ce gradient global peut être modulé par des conditions plus locales, notamment des reliefs (Monts d'Arrée, Monts de Vendée) ou des conditions de sol spécifiques (sols plus ou moins profonds et séchant, plus ou moins hydromorphes).

Les conditions pédoclimatiques impactent de manière significative et déterministe la croissance de l'herbe, sa composition floristique et, leur dynamique au cours des années. Ces résultats confirment l'hypothèse faite au début de ce travail. La quantité d'herbe valorisée, suivie de manière systématique dans l'étude PERPeT, est déterminée à la fois par la croissance de l'herbe et par les pratiques de gestion du pâturage, toutes deux liées par une relation bijective plutôt que causale : l'herbe valorisée dépend de l'herbe disponible et de la gestion du pâturage et réciproquement la gestion du pâturage dépend de l'herbe disponible.

Les données recueillies dans les 2 observatoires ont permis de dégager des types de prairies et des trajectoires d'évolution, et de déterminer les principaux moteurs de ces évolutions. Il en ressort que :

- **La quantité d'herbe valorisée a tendance à diminuer avec le vieillissement du couvert**, diminution liée au moins dans certains cas à une dégradation plus ou moins marquée de la flore (Evo1). Toutefois, cette évolution n'est pas systématique, avec dans certaines situations le maintien voire l'augmentation de la biomasse valorisée (surtout lorsqu'elle était faible au départ). Dans la présente étude seul le facteur alimentation en eau (P-ETP annuel et estival) semble isolément jouer un rôle certain dans cette évolution : les conditions séchantes conduisent plus fréquemment à une évolution négative de la quantité d'herbe valorisée, tandis que des conditions plus humides donnent plus de chance au maintien voire à l'augmentation de la quantité d'herbe valorisée.
- **Le taux de diverses semble augmenter avec l'âge lorsque les conditions de pâturage sont plus sévères, en particulier en été.** Les données font apparaître une conjonction sols superficiels x conditions séchantes estivales x présence des animaux affouragés en été, qui favoriserait leur installation. Des pluies importantes en automne-hiver peuvent également augmenter les risques de pâturage en mauvaises conditions de portance des sols : ces différentes combinaisons peuvent conduire à l'apparition de zones de sol nu, que peuvent coloniser rapidement les diverses ou des graminées annuelles (ou à stolons).
- **Le taux de légumineuses semble évoluer en lien avec la composition floristique en début de l'étude** : les prairies à % légumineuses initialement élevés montrent globalement une diminution de ce %, tandis que les prairies à faible taux initial semblent se caractériser par une augmentation progressive du % légumineuses (sauf les prairies 'Evo 6' colonisées par les graminées). Les taux de trèfle blanc, principale légumineuse en prairies pâturées, sont plutôt plus élevés en milieux arrosés (départements 22, 29, 61). Des dates de 1<sup>ère</sup> intervention précoces, permettant de limiter la compétition pour la lumière en début de printemps, ainsi que des conditions de **pâturage équilibré**, c'est à dire ni trop sévère (épuisement des réserves) ni trop laxiste (compétition pour la lumière) le favorisent également : ce qui se joue à la fois sur le nombre de cycles, les temps de repousse et les hauteurs entrée-sortie à chaque pâturage. L'étude confirme l'impact défavorable des sols hydromorphes, des pluies d'automne-hiver importantes et des mises à l'herbe tardives, conduisant à la régression du trèfle blanc.

Il faut néanmoins noter que ces tendances ne sont pas des conclusions absolues et que le facteur fertilisation en particulier (l'azote mais aussi le phosphore et potasse, voire le rôle des amendements organiques *via* des apports de fumiers ou composts, *e.g.* Pochon 2013) n'ont pu être pris en compte avec précision dans l'étude. La dérive de la fertilité des sols,

en particulier un manque croissant de K est observé dans le projet PTD (Lemoine *et al.*, 2021) et son effet négatif sur la production (et possiblement les légumineuses) est constaté par Gastal (2022).

Ces travaux contribuent à objectiver cette notion complexe de vieillissement des couverts prairiaux semés, avec une amorce de qualification des facteurs explicatifs dans les dynamiques de la végétation. L'ensemble de ces acquis a permis d'élaborer un outil d'animation Mission PERPeT<sup>®</sup> (Dieulot *et al.*, 2021 ;) formalisant i) les fonctions occupées par les prairies, ii) les prairies « idéales » permettant de remplir ces fonctions dans les différents contextes pédoclimatiques et iii) comment passer d'un diagnostic parcelle à des choix stratégiques ou tactiques pour mettre en œuvre des pratiques vertueuses favorables à la pérennité des prairies, à l'échelle des parcelles et de l'exploitation.

**Remerciements :** Les auteurs remercient l'ensemble des animateurs et agriculteurs des réseaux CIVAM et GAB, et les Chambres d'Agriculture de Bretagne et des Pays de la Loire ayant contribué au projet PERPeT. Ils remercient Vegepolys pour son aide et le FEADER et les régions Bretagne et Pays de la Loire pour le financement du projet SOS Protein - 4AgeProd - SP3 PERPeT (2016-2020), ainsi que les financeurs et partenaires du projet européen Life 13 ENV/FR/001315 – Pâturage Tournant Dynamique. Ils remercient l'unité INRAE Agroclim (<https://www6.paca.inrae.fr/agroclim>) pour la fourniture des données météo.

Article accepté pour publication le 24 juin 2022

#### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Carrère P., Gastal F., Pierre P., Vertès F., (2022). « La pérennité des prairies – du concept à son opérabilité pour l'éleveur ». *Fourrages* 250, 3-12
- Delagarde R., Caillat H. et Fortin J., (2017). « HerbValo, une méthode pour estimer dans chaque parcelle la quantité d'herbe valorisée par les ruminants au pâturage ». *Fourrages*, 229, 55-61.
- Dieulot R. *et al.*, 2020 fiches du projet PERPeT, <https://www.civam.org/mission-perpet-loutil-pour-bienfaire-veillir-ses-prairies/> et Dieulot R. *et al.* (2021) : Mission PERPeT, *Fourrages* 247, 81-85.
- E-FloraSys : <http://eflorasys.univ-lorraine.fr>
- Ellenberg H., (1952). « Wiesen und Weiden und ihre standörtliche Bewertung (Landwirtschaftliche Pflanzensoziologie) ». E. Ulmer, Stuttgart, 138 pp
- Gastal F, Julier B, Surault F, Litrico I, Durand J.-L, Denoue D, Ghesquière M, Sampoux J.-P., (2012). « Intérêt des prairies cultivées multi-espèces dans le contexte des systèmes de polyculture-élevage ». Colloque CIAG, Poitiers, octobre 2012. *Innovations Agronomiques* 22, 169-183
- Gastal F., Jouany C., Decau M-L., (2022). « Les ressources PK du sol peuvent-elles être des facteurs imitant la pérennité des prairies ? ». *Actes des JP AFFF 2022*, <https://afpf-asso.fr/themes-et-actes/journee-de-printemps-2022?acte=726>, 12 pp
- Launay F., Farrié J-P., Pottier E., Baumont R., Plantureux S., Michaud A., (2011). « Prairies permanentes : des références pour valoriser leur diversité », *Edition Institut de l'élevage*, 128 pp
- Lemoine C., Surault F., Poilane A., Cliquet J., Gastal F., (2021). « Dynamique floristique, production et valeur alimentaire de prairies du nord Deux-Sèvres gérées en pâturage tournant dynamique ». *Fourrages* 246, 51-66
- Lemoine C., Poilane A., Cliquet J., Gastal F., (2022). « Stockage de carbone dans le sol sous prairies en pâturage tournant dynamique ». *Fourrages*, 248, 1-10.
- Litrico I., Violle C., (2015). « Diversity in Plant Breeding: A New Conceptual Framework ». *Trends in Plant Science*. 20 (10), 604-613.
- Pochon A., (2013). « De la prairie temporaire à la prairie permanente ». *Fourrages* 216, 269-274

Robic Y., (2015). « Un outil simple et robuste pour estimer la quantité d'herbe valorisée des prairies en fermes laitières ». Rapport de stage IUT Angers. S.I. INRA de Saint Gilles

Schwinning S., Parsons A.J. (1996). « Analysis of the coexistence mechanisms for grasses and legumes in grazing systems ». *Journal of Ecology (Oxford)* 84, 799-813

Surault F., Veron R., Huyghe C., (2008). « Forage production of pasture mixtures and of associations with various initial specific diversities ». *Fourrages* 194, 161-174.

Vertès F., (1989). « Stability of the perennial ryegrass - white clover association : some features for diagnosis ». Workshop CEC - DG VI Boigneville (FRA) 25-27 mai 1988, in Plancquaert, P. Hagggar, R. (ed.) *Legumes in farming systems*, Kluwer Academic Dordrecht (NLD) 14 pp.

Vertès F., Hatch D., Velthof G., Taube F., Laurent F., Loiseau P., Recous S., (2007). « Short-term and cumulative effects of grassland cultivation on

nitrogen and carbon cycling in ley-arable rotations ». *Grassland Science in Europe*, 12, 227-246

Vertès F., Couvreur S., Tanguy N., Falaise D., Woiltock A., Pierre P., (2020). « What is a good perennial sown pasture? Farmer's visions analysis in a western France network ». *Grassland Science in Europe*, Vol. 25 – Meeting the future demands for grassland production, 755-757

Vries (de) D.M, de Boer T.A., (1959). « Methods used in botanical grassland research in the Netherlands and their application ». *Herbage Abstracts*, 29,1,1-7

Voisin A., (1957). « Productivité de l'herbe ». *Editions France Agricole*, réédition 2018, 439 pp

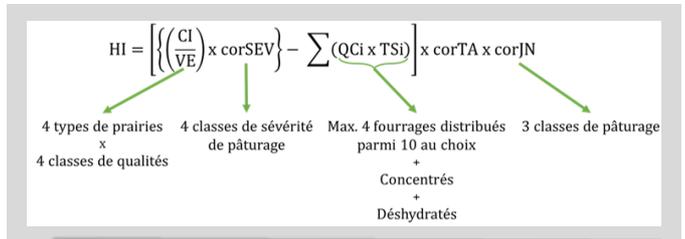
Weisser W.W., Roscher C. *et al.*, (2017). « Biodiversity effects on ecosystem functioning in a 15-year grassland experiment: Patterns, mechanisms, and open questions ». *Basic and Applied Ecology*, 23, 1–73

## Annexe 1 : Quantification de la biomasse valorisée par parcelle : Les fichiers HerbValo

La méthode HerbValo (Delagarde *et al.*, 2017) permet le calcul simplifié de la quantité d'herbe valorisée à l'échelle d'une parcelle sur une année en sommant les quantités d'herbe valorisées par les animaux à chaque cycle de pâturage et les rendements récoltés lors de chaque fauche. Cette méthode repose sur des équations simplifiées (INRA, 2010), puis a été validée en comparaison avec d'autres outils de calcul plus complexes (Robic, 2015 ; Delagarde *et al.*, 2017).

Il est nécessaire de calculer le nombre de journées de pâturage, en multipliant l'effectif du troupeau par le temps de séjour passé sur la parcelle. Les journées de pâturage ainsi calculées sont ensuite multipliées par la quantité moyenne d'herbe ingérée (en kg MS/animal/j), dont la formule a été établie selon les principes définis par l'INRA (2010). Elle se base sur le système des unités d'encombrement adapté au pâturage (INRA, 2010), incluant la sévérité du pâturage, le temps d'accès des animaux à la parcelle et la qualité de l'herbe pâturée. La formule de calcul de la quantité d'herbe valorisée par hectare et par an (Robic, 2015) est la suivante :

Le calcul de la quantité d'herbe ingérée par un animal moyen du troupeau est :



Avec : **HI** : la quantité d'herbe ingérée (en kg MS/vache/j) ; **CI** : la capacité d'ingestion (en UE/j) ; **VE** : la valeur d'encombrement de l'herbe pâturée (en UE/kg MS) ; **corSEV** : le coefficient de correction de la CI lié à la sévérité du pâturage ; **QCi** : la quantité ingérée du complément Ci (kg MS/j) ; **TSi** : le taux de substitution entre l'herbe pâturée et le complément Ci ; **corTA** : le coefficient de correction de l'ingestion lié au temps d'accès journalier au pâturage et **corJN** : la proportion de l'ingestion journalière à affecter à la parcelle de jour ou de nuit lorsqu'elles sont différentes.

$$\text{Herbe valorisée (kg MS/ha/an)} = \sum_{\text{passage}} (\text{JP/ha} \times \text{HI}) + \sum_{\text{fauche}} \text{Rendement}$$

Avec : **HI** = quantité d'herbe ingérée (en kg MS/ vache / j), **JP/ha** : Nombre de journées de pâturage/ha = Temps de séjour × Effectif troupeau / Surface de la parcelle et Rendement fauche en kg MS/ha

## Annexe 2 : liste des espèces du fond prairial dans l'observatoire dynamique PERPeT (les espèces en bleu ne sont jamais semées)

